RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SÍNTESE

RELATÓRIO ZERO - 1999

SÃO PAULO, 2002

Acervo ISA

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL
Data ___/___/___
Cod. 22DØØ113

RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SÍNTESE

RELATÓRIO ZERO - 1999

São Paulo, 2002

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador do Estado
Geraldo Alckmin

Secretário de Recursos Hídricos Saneamento e Obras
Mauro Guilherme Jardim Arce

Superintendente do Departamento de Águas e Energia Elétrica
Ricardo Daruiz Borsari

Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI

Tiragem: 5000 exemplares
Distribuição: DAEE

FICHA CATALOGRÁFICA
(Preparada pela Divisão Técnica de Documentação - STD)

S239 São Paulo. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras.
Departamento de Águas e Energia Elétrica.
Síntese do Relatório de situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.
São Paulo, Departamento de Águas e Energia Eletrica, 1999.
53 p. : il.

1. Recursos Hídricos - São Paulo - Caracterização
2. Recursos Hídricos - Síntese - I. Autor - II. Título.

CDD 551.48

Esta publicação contou com o apoio financeiro do FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos, como parte componente do projeto "Publicações" do CORHI - Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Acervo ISA

GRUPO TÉCNICO DE APOIO AO CORHI

Departamento de Águas e Energia Elétrica

Alexandre Liazi
Alice T. Nichioka
Antonio Baptista Deangelo
Antonio Carlos Coronato
Armando Narumiya
Carlos Toshio Matsubara
Disney Gonzaga Tramonti
Edna B. F. Cioni
Eliseu Itiro Ayabe
Fátima T. M. Gamboa
Jorge T. Moiti
José Eduardo Campos
Luiz Fernando Carneseca
Maria Inês H. Carneseca
Nivaldo Fernandes
Victor M. R. Mendes

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Michico Ishihara
Paulo Eduardo Barcellos

Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras

Mauricio Lenzi Brandão

Secretaria do Meio Ambiente

Hilka de Oliveira Krentz
Wanda E.S. Barbosa

Acervo ISA

Este relatório é a síntese do diagnóstico, das condições atuais dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, que integrou o Plano Estadual de Recursos Hídricos - 2000/2003. Consolida o conteúdo dos relatórios de situação dos recursos hídricos das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) - Relatórios Zero -, elaborados pelos Comitês de Bacias, complementado pelas demais informações pertinentes ao assunto, em âmbito estadual, obtidas das entidades e órgãos intervenientes.

Serviu de base também à definição das alternativas para estabelecer as metas de curto, médio e longo prazos, de utilização, controle, proteção, recuperação e conservação dos recursos hídricos. Junto com o Projeto de Lei do Plano Estadual, constitui-se no instrumento técnico para a implementação dos princípios e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, consubstanciados na Lei 7.663/91 que instituiu o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH do Estado de São Paulo.

Apresenta também a evolução institucional do Sistema e o resultado de suas ações ao se efetuar a comparação entre as informações de 1990 e 1999.

Acervo ISA

SUMÁRIO

1. Caracterização do Estado 1
Caracterização Geral e Física 1
Caracterização Socioeconômica 1
Demografia 1
Caracterização Econômica 2
2. Situação dos Recursos Hídricos 4
Disponibilidade Hídrica 4
Usos e Demandas dos Recursos Hídricos 5
Uso Doméstico 6
Uso Industrial 6
Uso na Irrigação 6
Uso Rural 7
Águas Subterrâneas: Aptidão e Usos 7
Importação/Exportação de Água entre UGRHIs 9
Demanda x Disponibilidade 9
Águas Superficiais 9
Aproveitamentos Hidráulicos 11
Geração hidrelétrica 11
Navegação 12
Turismo, Recreação e Lazer 13
Qualidade das Águas 13
Águas Superficiais 13
Águas Subterrâneas 16
3 Saneamento 19
4. Áreas Protegidas por Lei 20
5. Áreas Degradadas 21
Supressão de Vegetação Nativa 21
Erosão 23
Inundações 24
Bacia do Alto Tietê 24
Bacia do Ribeira de Iguape 25
Inundações a jusante de reservatórios 26
6. Situação Atual das UGRHIs 26
UGRHI 01 - MANTIQUEIRA 27
UGRHI 02 - PARAIBA DO SUL 28
UGRHI 03 - LITORAL NORTE 29
UGRHI 04 - PARDO 30
UGRHI 05 - PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAÍ 31
UGRHI 06 - ALTO TIETÊ 32
UGRHI 07 - BAIXADA SANTISTA 33
UGRHI 08 - SAPUCAÍ/GRANDE 34
UGRHI 09 - MOGI-GUAÇU 35
UGRHI 10 - TIETÊ/SOROCABA 36
UGRHI 11 - RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL 37
UGRHI 12 - BAIXO PARDO GRANDE 38
UGRHI 13 - TIETÊ/JACARÉ 39
UGRHI 14 - ALTO PARANAPANEMA 40

Acervo ISA

UGRHI 15 - TURVO/GRANDE 41
UGRHI 16 - TIETÊ/BATALHA 42
UGRHI 17 - MÉDIO PARANAPANEMA 43
UGRHI 18 - SÃO JOSÉ DOS DOURADOS 44
UGRHI 19 - BAIXO TIETÊ 45
UGRHI 20 - AGUAPEÍ 46
UGRHI 21 - PEIXE 47
UGRHI 22 - PONTAL DO PARANAPANEMA 48
7 Conclusões 49
7.1 Comparação com o Plano 90 49
Uso da água 50
Qualidade 50
Energia Elétrica 51
Navegação 51
Saneamento 52
Programas de Duração Continuadas - PDCs 52
8 Referencias Bibliográficas 53

Acervo ISA

Caracterização Geral e Física

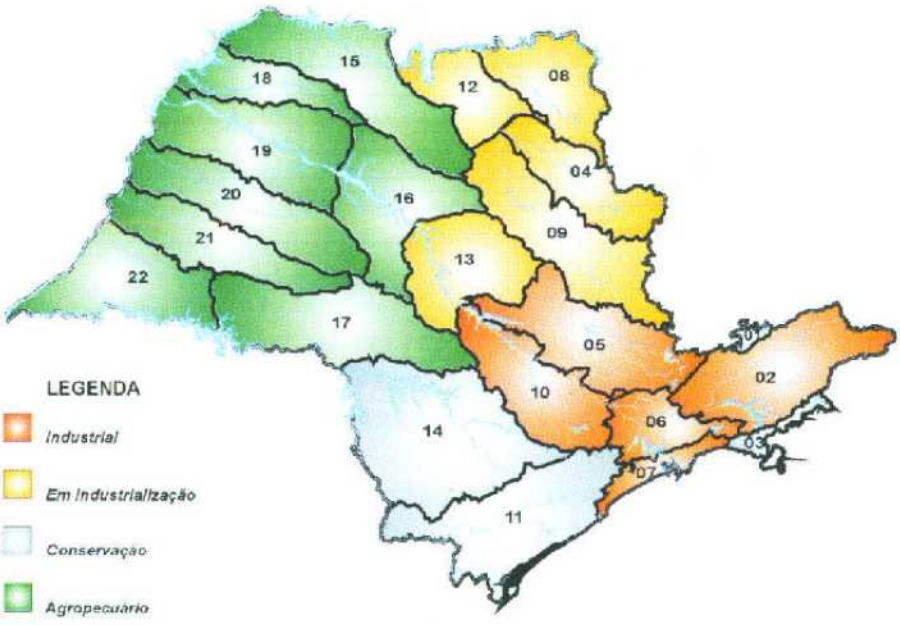
Para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos o princípio fundamental é a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial básica. A dificuldade para adoção desse princípio é a não coincidência das divisas político-administrativas com os divisores de águ as, aliada ainda às inter-relações políticas, sociais e econômicas entre as regiões e comunidades que não respeitam nem as divisas nem os divisores. Mesmo no campo restrito dos recursos hídricos as reversões de águas obrigam o seu gerenciamento contemplando-se o conjunto de bacias hidrográficas envolvidas.

No caso específico do Estado de São Paulo, as bacias hidrográficas que contêm territórios do Estado, pertencem à bacia do rio Paraná ou às bacias do Atlântico Sul-Leste e Atlântico Sudeste, conforme divisão hidrográfica adotada pelo IBGE e pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE).

O "Primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos - 1990", propôs a divisão do Estado em 21 unidades de gerenciamento. Posteriormente, essa proposta de divisão hidrográfica foi reavaliada e sugeridas algumas alterações, culminando com a indicação de 22 unidades de gerenciamento, que constaram dos subsequentes Planos Estaduais de Recursos Hídricos de 1994/95 e 1966/99, e que constitui a atual divisão hidrográfica do Estado.

A Figura 1 mostra as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) em que o Estado de São Paulo passou a ser oficialmente dividido e o Quadro 1 apresenta, de forma sucinta, as suas principais características gerais e físicas.

Figura 1 – Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo



Legenda

01 - Mantiqueira
02 - Paraíba do Sul
03 - Litoral Norte
04 - Pardo
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí
06 - Alto Tietê
07 - Baixada Santista
08 - Sapucaí / Grande
09 - Mogi - Guaçu
10 - Tietê / Sorocaba
11 - Ribeira de Iguape / Litoral Sul
12 - Baixo Pardo / Grande
13 - Tietê /J acaré
14 - Alto Paranapanema
15 - Turvo / Grande
16 - Tietê / Batalha
17 - Médio Paranapanema
18 - São José dos Dourados
19 - Baixo Tietê
20 - Aguapeí
21 - Peixe
22 - Pontal do Paranapanema

Caracterização Socio-econômica

Demografia

A dinâmica demográfica do Estado apresentou mudanças importantes nas últimas décadas. Houve diminuição das taxas de fecundidade e de mortalidade e desaceleração do ritmo de migração para São Paulo. A população apresentou sensível redução no ritmo de crescimento: de 3,5% a.a. na década de 70, para 1,58% a.a. no período 1991/96.

Porém, apesar do decréscimo dessas taxas a população dobrou, no período entre 1970 e 1996, passando de cerca de 17.700.000 habitantes para pouco mais de 34 milhões em 1996. Com exceção das UGRHIs Aguapeí e Mantiqueira, houve aumento populacional em todos os municípios das atuais unidades de gerenciamento de recursos hídricos no período 1980/1996.

A distribuição populacional paulista tem suas raízes na economia. Apesar da existência de processos mais ou menos recentes, década de 80 em diante,

Acervo ISA

de interiorização do desenvolvimento industrial e de desconcentração da Grande São Paulo, as UGRHIs industrializadas ainda concentram cerca de 72% da população do Estado, com densidade populacional de 497,8 hab./km², superando em muito a média estadual. O Quadro 2 mostra os dados sobre a população do Estado de São Paulo por UGRHI, onde se destaca a UGRHI do Alto Tietê com uma população total de 16.444.565 habitantes e densidade demográfica de 2.392 hab./km² em 1996.

Quadro 1 - Caracterização Geral e Física do Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Área da Bacia (km²)	Nº de Município	Clacificação	Geomorfologia	Sistemas Aqüíferos
01. Mantiqueira	679	3	Conservação	Planalto Atlântico	Cristalino
02. Paraíba do Sul	14.547	34	Industrial	Planalto Atlântico	Cristalino / Cenozóico
03. Litoral Norte	1.987	4	Conservação	Província Costeira	Cristalino / Cenozóico
04. Pardo	9.038	23	Em industrialização	Depressão Periférica	Cristalino / Tubarão / Guarani / Serra Geral
05. Piracicaba / Capivari / Jundiaí	14.314	57	Industrial	Depressão Periférica e Cuestas Basálticas	Cristalino / Tubarão / Guarani
06. Alto Tietê	5.985	34	Industrial	Planalto Atlântico	Cristalino / Cenozóico
07. Baixada Santista	2.886	9	Industrial	Província Costeira	Cristalino / Cenozóico
08. Sapucaí / Grande	9.170	22	Em industrialização	Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental	Guarani / Serra Geral
09. Mogi-Guaçu	15.218	38	Em industrialização	Cuestas Basálticas e Depressão Periférica	Cristalino / Tubarão / Guarani / Serra Geral
10. Tietê / Sorocaba	11.708	34	Industrial	Depressão Periférica e Cuestas Basálticas	Cristalino / Tubarão / Guarani
11. Ribeira de Iguape / Litoral Sul	16.607	23	Conservação	Província Costeira	Cristalino / Cenozóico
12. Baixo Pardo / Grande	7.249	12	Em industrialização	Planalto Central	Bauru / Serra Geral
13. Tietê / Jacaré	11.749	34	Em industrialização	Depressão Periférica	Bauru / Serra Geral / Guarani
14. Alto Paranapanema	22.795	34	Conservação	Planalto Ocidental e Depressão Periférica	Cristalino / Tubarão / Guarani / Serra Geral
15. Turvo / Grande	16.037	64	Agropecuária	Planalto Central	Serra Geral / Bauru
16. Tietê / Batalha	13.151	33	Agropecuária	Planalto Ocidental e Cuestas Basálticas	Bauru
17. Médio Paranapanema	16.829	42	Agropecuária	Planalto Ocidental	Serra Geral / Bauru
18. São José dos Dourados	6.732	25	Agropecuária	Planalto Central	Bauru
19. Baixo Tietê	15.787	42	Agropecuária	Planalto Ocidental	Bauru / Serra Geral
20. Aguapeí	13.068	32	Agropecuária	Planalto Ocidental	Bauru
21. Peixe	10.780	26	Agropecuária	Planalto Ocidental	Bauru
22. Pontal do Paranapanema	12.493	21	Agropecuária	Planalto Ocidental	Caiuá / Bauru / Serra Geral
TOTAL	248.809	645			

Caracterização Econômica

O Estado de São Paulo conta hoje com moderno setor industrial, desencadeado, principalmente, pela abertura econômica da década de 90. Os produtos importados, com custo de produção mais baixo que os nacionais, acirraram a competitividade tanto no mercado externo como interno. A competição internacional, porém, acarretou a falência de alguns setores que não conseguiram acompanhar o padrão de qualidade exigido internacionalmente.

O dinamismo do setor industrial e a acelerada urbanização do Estado impulsionaram a expansão e a diversificação do comércio regional e a oferta de serviços nos centros urbanos do interior.

A Hidrovia Tietê-Paraná e o gasoduto Brasil-Bolívia podem transformar-se em elementos desencadeadores de novas potencialidades regionais. A Hidrovia Tietê-Paraná interliga o Estado de São Paulo ao centro-oeste e ao sul do país, à Argentina, ao Paraguai e ao Uruguai, integrando-se a um sistema multimodal de transporte. O gás natural surge como alternativa energética de baixo custo e reduzido impacto ambiental para o consumo industrial e urbano.

Com relação ao setor primário da economia há no Estado uma região com intensa atividades do setor agropecuário e agroindústrial voltadas tanto para o consumo interno como externo (Quadro 2). As UGRHIs com intensas atividades agropecuárias são: Pontal do Paranapanema, Peixe, Aguapeí, Baixo Tietê, São José dos Dourados, Turvo/Grande, Baixo Pardo/Grande, Sapucaí/Grande, Pardo, Médio Paranapanema, Tietê/ Batalha, Alto Paranapanema, Tietê/Jacaré e Ribeira de Iguape/Litoral Sul.

Os maiores cultivos do Estado tanto em valor como em área, são a cana-de-açúcar, a soja, a laranja e o milho e, em menor escala, o café. Geralmente essas culturas visam o mercado externo e se destinam às indústrias de processamento. Exemplo disso é a UGRHI Tietê/Batalha que se destaca como o maior produtor de laranja do Estado, responsável por cerca de 38% da produção estadual. A maior parte do que é produzido destina-se à agroindústria de processamento de suco. Esse tipo de indústria possibilita a expansão de outras como máquinas e equipamentos industriais e implementos agrícolas.

Na região oeste predomina a pecuária diversificada (de corte, misto ou de leite) também indutora da instalação de outras indústrias, como alimentação (frigoríficos), e produção animal como curtumes.

Acervo ISA

A importância da economia de uma região no contexto estadual também pode ser analisada através de outros índices, como o Valor Adicionado. As UGRHIs Alto Tietê, Baixada Santista, Paraíba do Sul, Piracicaba/Capivari/Jundiaí e Tietê/Sorocaba, onde predominam atividades industriais, participam com 80% do total do Valor Adicionado do Estado, segundo dados relativos ao ano de 1998.

Quadro 2 - Caracterização Sócio-Econômica do Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento	População em 1996			Atividades Econômicas		
UGRHI	Urbano	Total	Densidade Demográfica (hab/km²)	Principais Produtos Agrícolas/Uso da Terra	Principais Atividades Industriais	Valor Adicionado (10⁶ R$)(1)
01 - Mantiqueira	42.875	51.016	75	Mata natural, pastagem		76,4
02 - Paraíba do Sul	1.469.226	1.619.923	109	Pecuária leiteira, pastagem	Indústrias de material de transporte, mecânica e química, eletroeletrônicos	13.410,4
03 -Litoral Norte	173.311	178.776	77	Banana, gengibre	Minerária	1.302,9
04 - Pardo	808.895	883.120	88	Cana-de-açúcar, cítrico e reflorestamento	Extração e refino de óleos vegetais, papel e celulose	3.768,6
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	3.606.112	3.867.410	243	Cana-de-açúcar, laranja	Eletroeletrônicos, química, metalurgia, mecânica, agroindústria, têxtil	29.131,8
06 - Alto Tiete	15.883.902	16.444.565	2.392	Horti-fruti diversificado	Bens duráveis diversificados, laticínios, química, metalurgia, mecânica, farmacêutica, alimentícia, têxtil, etc.	90.492,5
07 - Baixada Santista	1.302.389	1.307.606	547	Banana, mata natural	Siderurgia e petroquímica	5.736,1
08 - Sapucaí/Grande	528.068	573.791	55	Soja, cana-de-açucar, milho, café	Agroindústria, calçados e indústrias afins	2.139,7
09 - Mogi- Guaçu	1.083.149	1.209.008	88	Cana-de-açúcar, laranja, braquiária, milho	Usinas de açúcar e álcool, papel e celulose, óleos, frigoríficos, bebidas	6.176,9
10 – Tiete/Sorocaba	1.184.521	1.370.953	115	Batata, horticultura, cana-de-açúcar, reflorestamento	Metalurgia, mecânica, alimentícia, química, eletroeletrônica	7.018,1
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	209.237	322.870	19	Banana e chá	Mineração	553,7
12 - Baixo Pardo/Grande	272.088	300.263	40	Cana-de-açúcar, laranja e soja	Alimentícia (incluindo bebidas)	1.299,8
13 - Tiete/Jacaré	1.143.193	1.233.017	72	Laranja, cana-de-açúcar, reflorestamento, pastagem	Agroindústria de cana, mineração, fundição e refinação	5.288,7
14 - Alto Paranapanema	464.710	631.186	30	Café, tomate, cebola, frutas de clima temperado, uva, pêssego, maçãs, algodão	Mineração não metálica, agroindústria (couro, algodão), têxtil	1.453,5
15 - Turvo/Grande	938.358	1.050.047	58	Laranja, cana-de-açúcar, milho, café, fruticultura, pastagem	Usinas de açúcar e álcool, metalurgia, bebidas, confecção, moveleira, laticínios e frigoríficos	3.766,5
16 - Tiete/Batalha	375.551	437.310	34	Laranja	Mecânica, alimentícia	1.475,2
17 - Médio Paranapanema	500.836	577.828	33	Cana-de-açúcar, soja e milho	Agroindústrias: usinas de cana e derivados e da produção animal como curtumes e frigoríficos	1.999,5
18 - São José dos Dourados	172.718	208.812	34	Laranja, café, banana, uva, pastagem	Agroindústria	1.003,3
19 - Baixo Tiete	583.119	654.039	36	Cana-de-açúcar, algodão, mamona, pastagem	Bebidas, líquidos alcoólicos, vinagre	2.623,9
20 - Aguapei	280.317	333.802	33	Café, feijão, milho, amendoim e algodão, pastagem (70%)	Mineração não metálica: areia, brita. Olarias	809,5
21 - Peixe	343.908	389.094	46	Cana-de-açúcar, feijão, milho, amendoim, pastagem	Agroindústria (frigoríficos, alimentos, óleos, gorduras vegetais)	1.087,5
22 - Pontal do Paranapanema	358.793	430.208	31	Cana-de-açúcar, pastagem	Agroindústria: cana, frigoríficos e abatedouros	1.431,5
Estado de São Paulo	31.725.276	34.074.644	137			182.045,9

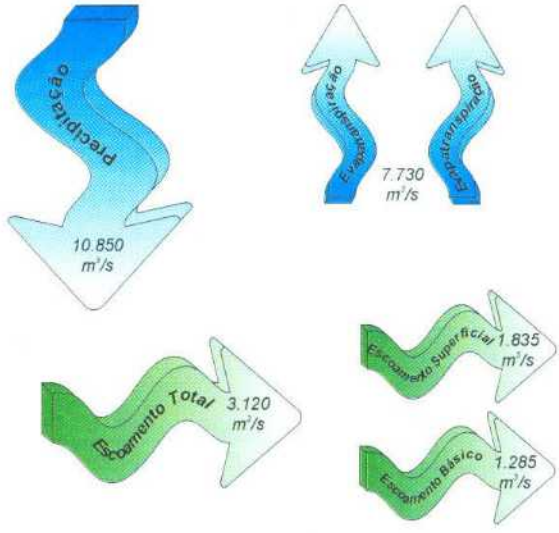
(1) ano base de 1998

Acervo ISA

Disponibilidade Hídrica

A Figura 2 esquemática mostra o balanço hídrico do Estado de São Paulo. O escoamento total de 3.120 m³/s é 29% da precipitação pluviométrica, sendo o máximo potencial teoricamente possível de ser explorado, entretanto, por razões de ordem econômica esse potencial se reduz na prática a cerca de 70% desta vazão. O escoamento básico, que alimenta os cursos d'água na época de estiagem, é de 1.285 m³/s, cerca de 41% do escoamento total, sendo os outros 59% relativos ao escoamento superficial direto, 1835 m³/s.

Figura 2 - Balanço Hídrico do Estado de São Paulo



No Quadro 3 tem-se a disponibilidade hídrica superficial para cada UGRHI considerada a área de drenagem de cada unidade, ou seja os volumes produzidos na própria bacia.

Em termos conceituais, sendo a água subterrânea um componente indissociável do ciclo hidrológico, sua disponibilidade no aqüífero relaciona-se diretamente com o escoamento básico da bacia de drenagem instalada sobre a área de ocorrência. A água subterrânea constitui, então, uma parcela desse escoamento que por sua vez corresponde à recarga transitória do aqüífero.

Por razões hidrogeológicas, como o tipo de porosidade, a hidráulica dos aqüíferos e as técnicas convencionais disponíveis para a captação de águas subterrâneas, foram estabelecidos índices de utilização dos volumes estocados, correspondentes à recarga transitória média multianual, para diferentes tipos de aqüíferos adotados por LOPES (1994) e adaptados às diferentes regiões do Estado de São Paulo no presente caso:(*)

Sistema aqüífero	Índice de utilização (%)
Cenozóico, Bauru, Paraná-Furnas, Tubarão	25 a 27
Guarani, Bauru-Caiuá, Litorâneo, Quaternário	30
Cristalino, Serra Geral	20
Passa-Dois (*)	15

Regionalmente é considerado um Aquiclude

A disponibilidade potencial de águas subterrâneas ou as reservas totais explotáveis por bacia hidrográfica mostradas no Quadro 3, foram calculadas a partir do escoamento básico de cada bacia (DAEE/1999), multiplicado pela fração da área do aqüífero na bacia e pelo índice de utilização definido anteriormente .

Os números assim determinados devem ser considerados com cautela. O propósito é estabelecer comparações entre a disponibilidade natural e as extrações, a fim de auxiliar no planejamento do aproveitamento racional dos recursos hídricos.

Convém ainda enfatizar que as estimativas são válidas apenas para os aqüíferos livres ou freáticos. Existem "camadas" aqüíferas confinadas, como é o caso do Sistema Guarani (porção confinada com área de descarga situada muitos quilômetros ao sul de São Paulo - Argentina, Rio Grande do Sul/Brasil), conforme definido por ROCHA (1997), in Estudos Avançados. Nesse estudo são estimadas em 40 km³/ano as reservas totais explotáveis para todo o Sistema Guarani que se estende aos territórios vizinhos do Brasil: Paraguai, Argentina e Uruguai. Na porção paulista, proporcionalmente à sua área de ocorrência, estima-se em 4,8 km³/ano (152 m³/s) as reservas explotáveis disponíveis para o território estadual provenientes do Sistema Guarani confinado.

Acervo ISA

Quadro 3 - Disponibilidade Hídrica no Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Águas Superficiais			Águas Subterrâneas
	Área de drenagem (km²)	Vazão Média (m³/s)(1)	Vazão mínima (m³/s)(2)	Disponibilidade total (m³/s)(3)
01 - Mantiqueira	679	22	7	2,0
02 - Paraíba do Sul	14.547	217	72	20,1
03 - Litoral Norte *	1.987	109	28	8,2
04 - Pardo	9.038	140	30	10,0
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	14.314	174	43	24,0
06 - Alto Tietê	5.985	86	20	19,1
07 - Baixada Santista	2.866	158	39	15,0
08 - Sapucaí/Grande	9.170	147	28	10,8
09 - Mogi Guaçu	15.218	202	49	16,8
10 - Tietê/Sorocaba	11.708	106	22	7,8
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	16.607	511	157	57,9
12 - Baixo Pardo/Grande	7.249	86	21	11,0
13 - Tietê/Jacaré	11.749	97	40	12,9
14 - Alto Paranapanema	22.795	255	84	25,0
15 - Turvo/Grande	16.037	122	26	10,5
16 - Tietê/Batalha	13.151	98	31	10,0
17 - Médio Paranapanema	16.829	155	65	20,7
18 - São José dos Dourados	6.732	51	12	4,4
19 - Baixo Tietê	15.787	114	37	12,2
20 - Aguapeí	13.068	96	28	10,9
21 - Peixe	10.780	82	29	11,6
22 - Pontal do Paranapanema	12.493	92	34	15,2
Estado de São Paulo	248.809	3.120	892	468,1 (4)

(1) Escoamento total estimado para os cursos d'água em termos de vazão média de longo período

(2) Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos

(3) Disponibilidade potencial de águas subterrâneas ou reservas totais explotáveis

(4) O total do Estado referente a águas subterrâneas inclui o Sistema Guarani confinado

Usos e Demandas dos Recursos Hídricos

O objetivo do gerenciamento dos recursos hídricos é a distribuição eqüitativa das disponibilidades hídricas entre usos e usuários competitivos. Quanto maior a escassez da água, maior a necessidade e a importância do seu gerenciamento. De outra parte, o gerenciamento dos recursos hídricos também deve assegurar padrões de qualidade compatíveis com as necessidades dos usuários. Diversos critérios podem caracterizar os usos da água:

Com derivação:	Sem derivação:
abastecimento urbano	diluição, transporte e assimilação de esgotos
abastecimento industrial	preservação da fauna e da flora
abastecimento rural	geração hidrelétrica
irrigação	recreação e lazer
aqüicultura	navegação fluvial

Característica importante de um determinado uso, a derivação quase sempre implica em maior possibilidade de conflitos entre usos. Resulta, regra geral, no retorno das águas derivadas em menor vazão, isto é, com perdas consuntivas cujo porcentual varia em cada uso e caso, com alterações de qualidade mais ou menos intensas.

Desta forma, nos usos consuntivos da água é necessário manter um cadastro dos usuários, permanente e com atualização periódica. Existem cadastros permanentes dos usos doméstico e industrial que não são atualizados com a freqüência desejada. Também ainda não se dispõe de um cadastro de irrigantes. Por esses motivos propõe-se a criação de programas de atualização de captações e de lançamentos industriais e domésticos e o cadastro de irrigantes, todos fundamentais para o sistema de planejamento dos recursos hídricos.

Acervo ISA

Uso Doméstico

Por uso doméstico da água entende-se, segundo DAEE (1996), toda a água captada que vise, predominantemente, ao consumo humano de núcleos urbanos (sede, distritos, bairros, vilas, loteamentos, condomínios etc.). Pode ser público, o que constitui o abastecimento público urbano, ou privado, que são os usos particulares da água para abastecimento.

As informações sobre o uso urbano da água são precárias e dispersas em vários levantamentos, como se pode constatar pelos Relatórios Zero. A maior parte das bacias obteve dados da SABESP, dos Serviços Autônomos e das Prefeituras, ou mesmo de estudos isolados que estimam a demanda.

Por outro lado, o cadastro de captações mantido pelo DAEE para o sistema de outorga do uso das águas público ou privado deve ser tomado com reserva já que suas informações não têm sido atualizadas com a devida freqüência, no caso dos municípios, a renovação das portarias de outorga se dá a cada dez anos.

As informações sobre o uso doméstico privado se resumem aos dados constantes do cadastro do DAEE, nos Relatórios Zero nota-se que a disponibilidade de informações é ainda escassa e que provavelmente representam apenas uma parcela pequena em relação aos dados reais. Há de se notar também que boa parte da demanda é atendida por poços dos quais não há cadastro sistemático dos usuários atuais.

O uso doméstico das águas superficiais, estimado em mais de 110 m3/s, Quadro 4, restringe-se praticamente ao uso público ligado aos sistemas de abastecimento, a participação do uso doméstico privado é bem pequena, estando mais voltada à utilização das águas subterrâneas.

Uso Industrial

Da mesma forma que o uso urbano, o uso industrial necessita de dados cadastrais atualizados de forma periódica. Basicamente foram adotadas informações do cadastro do DAEE que apresentam dados sobre os volumes captados e lançados das principais indústrias com captação própria de água superficial. As que se abastecem na rede pública, em geral, estão incluídas no uso urbano e as que utilizam conjuntamente poços e rede necessitam de cadastro mais eficiente.

A CETESB, que realiza o controle da poluição das águas, dispõe também de informações sobre o uso industrial; porém, seus dados estão mais voltados ao aspecto qualitativo dos efluentes e não às demandas requeridas pelas indústrias.

Vale ressaltar que as informações constantes do cadastro do DAEE são atualizadas a cada cinco anos, prazo em que expira a validade das portarias de outorga do uso. Os dados mais recentes englobam o período 1993/98. Com base nos dados sobre as indústrias constantes desse cadastro, estima-se que o uso industrial da água superficial no Estado de São Paulo esteja por volta de 93 m3/s.

A maior parte das indústrias concentra-se nas bacias do Alto Tietê, Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Tietê/Sorocaba, Mogi-Guaçu, Baixada Santista, Pardo e Paraíba do Sul. Porém, a região dos rios Mogi e Pardo reúne número significativo de usinas de açúcar e álcool do Estado, grandes usuárias da água.

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, Aguapeí e Médio Paranapanema.

Uso na Irrigação

No Estado de São Paulo o volume das chuvas de 1.376 mm/ano à primeira vista é satisfatório para garantir a produção agrícola. Todavia, sua distribuição ao longo do ano não é uniforme. A precipitação pluviométrica concentra-se no período de outubro a março, época em que o agricultor paulista depende das chuvas para o desenvolvimento de culturas anuais. Quando ocorrem os veranicos (alguns dias seguidos sem chuva durante o período chuvoso) há quebras de safras, que podem ser grandes, ou até totais, com prejuízos consideráveis aos agricultores e indiretamente à população (escassez e aumento no preço dos alimentos). O uso da irrigação nessas condições se justifica para garantir ao agricultor uma safra boa e segura.

Por outro lado, nos meses secos de abril a setembro, o uso da irrigação cria condições para, no mínimo, mais um cultivo com melhor aproveitamento da área e da infra-estrutura (tratores, máquinas etc.) normalmente ociosas. Deve-se ressaltar ainda que os preços obtidos pelo produtor, nessa época, são bem superiores, devido à inexistência de cultivos tradicionais (sem irrigação). Outro fator favorável ao uso da irrigação no período, é a possibilidade de produção de sementes selecionadas, uma vez que as condições climáticas são propícias.

Até o momento não existe levantamento confiável das áreas irrigadas no Estado de São Paulo. No censo agropecuário qüinqüenal o IBGE divulga informações relativas a número de irrigantes, área irrigada e tipos de irrigação a nível de município.

O volume de água que uma plantação consome (uso consuntivo) varia principalmente com o tipo da cultura, seu estágio de desenvolvimento, clima da região e época de cultivo. As águas das chuvas podem atender total ou parcialmente a essa demanda. A fim de não haver perda de produção, o restante da água necessária à cultura deverá ser fornecida pela irrigação.

Acervo ISA

Como as exigências de água para as plantações variam em função de uma série de fatores e como as quantidades de água fornecidas pela chuva também são variáveis, a necessidade de água para a irrigação é extremamente diferente sazonal e regionalmente, passando por grandes picos ou anulando-se circunstancialmente no Estado de São Paulo.

Outros componentes importantes na determinação da quantidade de água utilizada no uso agrícola são o método de irrigação adotado e sua eficiência na aplicação da água.

Tendo em vista a gama de variáveis para determinar a dotação de rega e que os dados de pesquisa existentes são insuficientes e desatualizados e não representam as quantidades efetivamente utilizadas pelos irrigantes, considerou-se uma dotação de 0,327 l/s/ha para todas as UGRHIs, o que resulta numa demanda de ordem de 143 m3/s.

Estabelecendo-se uma comparação entre a vazão estimada e a efetivamente cadastrada na Divisão de Outorgas do DAEE, da ordem de 2,94m^3/s, depreende-se que os usuários de recursos hídricos na agricultura irrigada, em geral, não solicitam as outorgas para o desenvolvimento das atividades hidroagrícolas.

Uso Rural

Considera-se uso rural toda a água utilizada nas atividades rurais, exceto na irrigação. A água para consumo humano não é aqui incluída. A aqüicultura, no Estado, se sobressai em relação as demais atividades.

Os dados sobre a demanda na aqüicultura originam-se do cadastro do DAEE que contém os usuários outorgados dos recursos hídricos. As demandas são estimadas por volta de 4 m3/s. Normalmente os volumes captados retornam aos cursos d'água.

Apesar de a aqüicultura ter significado amplo, a piscicultura destaca-se e predomina sobre as demais atividades.

Os Relatórios Zero citam os dados levantados pelo Projeto Lupa quanto ao total de propriedades rurais, número que se mostrou superior aos pontos cadastrados no DAEE. No cadastro do DAEE também foram levantados outros usos rurais, como a pecuária, ainda que em menor escala e freqüência, e foi incluída mais a título ilustrativo, já que não se dispõe até o momento de dados mais consistentes dos demais usos do setor rural.

Águas Subterrâneas: Aptidão e Usos

A crescente utilização dos recursos hídricos subterrâneos em todo o território paulista apresenta inúmeras vantagens em relação aos mananciais de superfície. A primeira é que na maior parte dos casos, especialmente nas cidades pequenas e médias, o abastecimento é facilmente atendido por poços ou outras obras de captação, com prazos de execução mais curtos e de menor custo, tornando mais flexível o escalonamento dos investimentos. Além disso, os mananciais subterrâneos são naturalmente melhor protegidos dos agentes poluidores; a água captada quase sempre dispensa tratamento.

No entanto, a evolução que houve no setor de maquinaria e equipamentos de perfuração não foi acompanhada pelo controle da exploração da água subterrânea, ainda realizada de maneira desordenada e predatória e sem nenhuma conscientização pública para o problema. Alguns fatores agravam a situação: a tímida aplicação dos regulamentos que disciplinam a pesquisa e a exploração de aqüíferos, o estágio incipiente de produção de normas e diretrizes técnicas de projetos e de construção de poços, a insuficiência de pessoal técnico habilitado e a falta de aplicação do conhecimento hidrogeológico disponível.

Com vistas a estabelecer uma estimativa do número de poços atualmente em atividade, bem como os volumes explotados de águas subterrâneas por aqüífero nas 22 UGRHIs, foram utilizados dados dos Relatórios Zero, informações do DAEE, da SABESP e da CETESB, avaliando-se que 60 m3/s são atualmente captados.

Nota-se extensa utilização da água subterrânea notadamente no abastecimento público que em termos de vazão consome cerca de 20 m^3/s. Atualmente 72% dos municípios no Estado de São Paulo (462) são total ou parcialmente abastecidos por águas subterrâneas que atendem a uma população aproximada de 5.500.000 habitantes. Desse total 67% (308) são totalmente abastecidos por água subterrânea. Embora predominem entre estes últimos os municípios com menos de dez mil habitantes, cidades como Ribeirão Preto, Matão, Tupã, Andradina, Sertãozinho, Cajamar e Lins dependem tão somente da água subterrânea para seu abastecimento como se pode constatar pelo exame da ***Figura 3****.*

As informações disponíveis não permitem estabelecer uma divisão segura dos quase 40 m^3/s de águas subterrâneas extraídos, destinados aos demais usos, que não no abastecimento público. No Alto Tietê pode-se afirmar, no entanto, que cerca de 43% dos poços destinam-se ao uso industrial e que deles podem estar sendo extraídos, no mínimo, 2m^3/s de água.

Diante de uma exploração desordenada e sem controle é mister que uma política conseqüente de aproveitamento das águas parta da premissa fundamental de que esse recurso é estratégico e sua degradação e exaustão podem acarretar conseqüências irreversíveis.

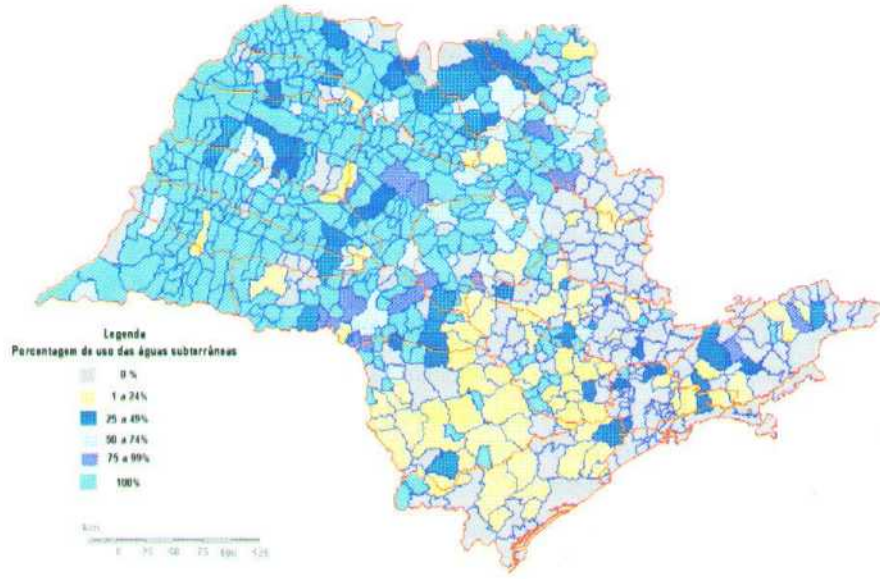
São necessárias ações corretivas e de controle em municípios com grande consumo de água subterrânea como, por exemplo, Ribeirão Preto, São José dos Campos, São José do Rio Preto e Bauru, onde já se conhecem os efeitos de uma explotação intensiva com rebaixamentos

Acervo ISA

excessivos dos lençóis freáticos.

No geral, estima-se que são utilizados no Estado de São Paulo cerca de mais de 400 m³/s dos recursos hídricos disponíveis, dos quais 15% correspondem a extração de águas subterrâneas, Figura 4.

Figura 3 - Uso da água subterrânea para abastecimento público

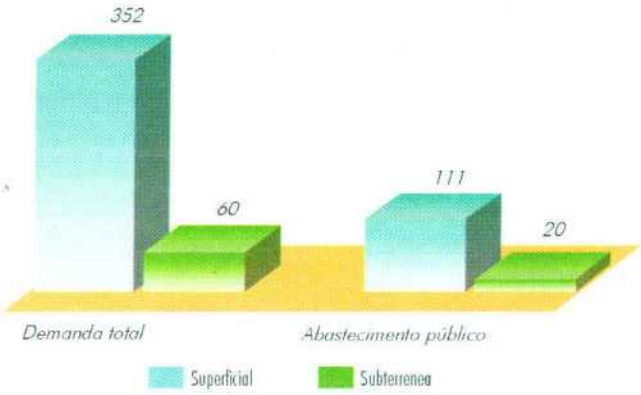


Quadro 4 - Demanda Global de Água no Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Superficial						Subterrâneo	
	Doméstica	Industrial	Irrigação	Rural	Total	Lançamento	Público	Total
01 - Mantiqueira	0,38	0,04	0,10	0,63	1,15	0,77	0,00	0,01
02 - Paraíba do Sul	3,35	6,50	10,42	0,00	20,27	10,18	1,70	3,60
03 - Litoral Norte	2,49	0,00	0,01	0,50	3,00	0,09	0,00	0,01
04 - Pardo	0,97	5,58	12,91	0,44	19,90	6,43	3,74	5,60
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	14,68	16,40	9,90	0,54	41,52	15,18	0,45	4,03
06 - Alto Tietê	61,11	16,47	2,63	0,00	80,21	37,66	0,11	20,00
07 - Baixada Santista	9,18	11,70	0,00	0,02	20,90	6,80	0,00	0,42
08 - Sapucaí/Grande	1,27	0,17	9,86	0,08	11,38	1,18	0,81	1,47
09 - Mogi-Guaçu	4,28	16,00	18,74	0,63	39,65	20,58	0,54	1,95
10 - Tietê/Sorocaba	2,57	4,09	7,84	0,00	14,50	5,34	0,42	0,50
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	1,01	0,00	0,59	0,00	1,60	0,44	0,12	0,35
12 - Baixo Pardo/Grande	0,65	2,12	6,69	0,36	9,82	1,39	0,30	0,48
13 - Tietê/Jacaré	1,99	6,81	12,71	0,26	21,78	7,27	3,09	5,17
14 - Alto Paranapanema	1,51	2,01	18,03	0,71	22,25	2,10	0,30	0,40
15 - Turvo/Grande	0,80	0,60	7,69	0,12	9,21	2,19	3,03	6,53
16 - Tietê/Batalha	0,25	1,38	3,17	0,10	4,90	1,88	0,88	1,19
17 - Médio Paranapanema	1,03	0,53	3,65	0,00	5,21	1,30	1,27	1,81
18 - São José dos Dourados	0,19	0,26	1,13	0,01	1,59	0,59	0,37	0,98
19 - Baixo Tietê	1,43	1,37	9,97	0,11	12,88	1,78	0,82	1,19
20 - Aguapeí	0,30	0,26	3,22	0,00	3,78	0,08	0,74	1,43
21 - Peixe	0,82	0,79	2,02	0,00	3,63	0,27	0,44	0,97
22 - Pontal do Paranapanema	0,83	0,18	2,13	0,01	3,15	0,68	1,10	1,66
Estado de São Paulo	111,09	93,27	143,41	4,52	352,29	124,17	20,22	59,75

Acervo ISA

Figura 4 - Usos dos recursos hídricos no Estado de São Paulo
(m^3/s)



Importação/Exportação de Água entre UGRHIs

Destacam-se pelo volume de água transferido:

- *a reversão da UGRHI do Piracicaba/Capivari/Jundiaí para a UGRHI do Alto Tietê de até 31 m^3/s, através do Sistema Cantareira, para o abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo;*
- *a reversão de cerca de 22,5 m^3/s da UGRHI do Alto Tietê para a UGRHI da Baixada Santista para geração de energia através do Sistema Billings/Henry Borden, com um turbinamento médio aproximado de 25,7 m^3/s;*
- *a transferência de vazões entre as UGRHIs Baixo Tietê e São José dos Dourados, nos dois sentidos, dependendo da afluência de água aos reservatórios, através do Canal de Pereira Barreto utilizado para a navegação e que interliga os reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos.*

Outro destaque de reversão de água, que não se dá dentro do Estado de São Paulo, mas sofre sua influência, é o desvio de cerca de 16 m^3/s, no lado paranaense da UGRHI do Ribeira do Iguape para a Baixada Paranaense, pelo Sistema Capivari/Cachoeira, para geração de energia na Usina Hidrelétrica Parigot de Souza.

Demanda x Disponibilidade

Águas Superficiais

*A partir das demandas estimadas anteriormente, procurou-se fazer um balanço entre a disponibilidade hídrica existente em cada bacia e as demandas superficiais e subterrâneas. O resultado encontra-se no **Quadro 5**, não foram consideradas as vazões regularizadas nem os lançamentos efetuados.*

*O Estado de São Paulo utiliza 40% da sua disponibilidade hídrica para atender à demanda de água superficial. Da observação da **Figura 5** verifica-se que sete bacias já podem ser consideradas críticas. (Isto se dá quando a soma das vazões captadas em uma determinada bacia hidrográfica, ou em parte dela, supera 50% da vazão mínima). São elas: Pardo, Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Alto Tietê e Baixada Santista, Mogi-Guaçu, Tietê/Sorocaba e Tietê/Jacaré. No Alto Tietê as demandas superam as disponibilidades em mais de 60 m^3/s. Além das bacias já em situação crítica, as do Baixo Pardo/Grande, do Baixo Tietê e Sapucaí-Mirim/Grande estão próximas de atingir esse índice. Os Relatórios Zero, por sua vez, mostram que algumas regiões podem ser consideradas críticas, mesmo em bacias que não apresentem no seu todo problemas de disponibilidade. Assim, apresentam problemas de disponibilidade localizada cursos d'água das seguintes bacias:*

- *Turvo/Grande - ribeirões dos Patos, Cachoeira e da Onça;*
- *Tietê/Batalha - ribeirão Três Pontes e rio São Lourenço;*
- *Sapucaí Mirim/Grande - ribeirão do Jardim; e*
- *Alto Paranapanema - Baixo Itapetininga devido principalmente à irrigação intensa.*

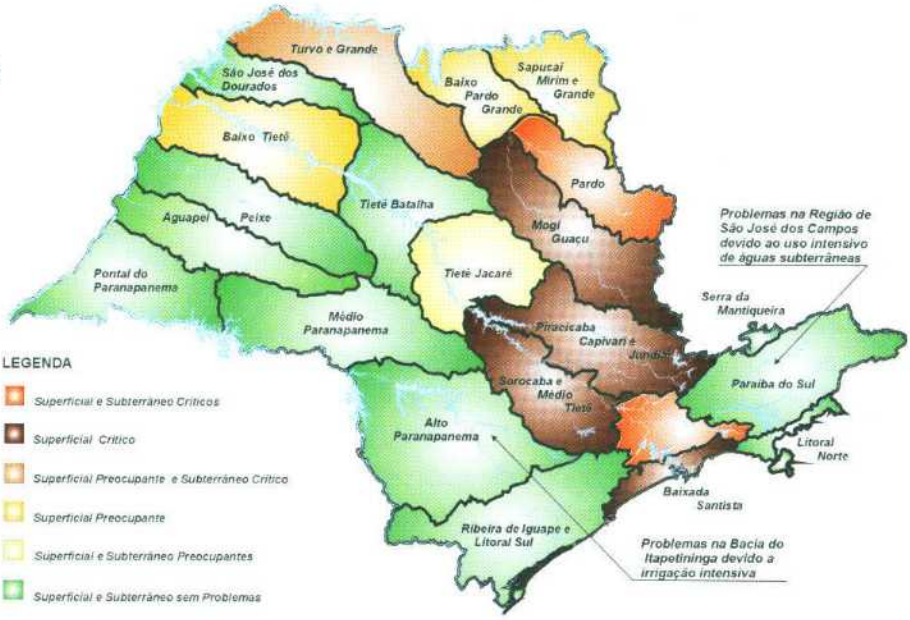
Se for considerado o balanço quanto ao uso consuntivo, pode-se notar que as bacias Alto Tietê e Piracicaba/Capivari/Jundiaí já são críticas e necessitam de programas de racionalização de uso e de obtenção de novos mananciais.

Em termos de águas subterrâneas a extração de água por meio de poços, estimada em cerca de 60 m^3/s, indica que em termos globais os recursos hídricos subterrâneos são ainda pouco utilizados, representando apenas 17% da disponibilidade estimada. Entretanto, essa relativa

Acervo ISA

folga não reflete as situações locais em que a extração é acentuada e está provocando rebaixamentos excessivos dos lençóis freáticos, como, por exemplo, em municípios das bacias do Pardo (Ribeirão Preto); Turvo/Grande (São José do Rio Preto); Paraíba do Sul (São José dos Campos); Tietê/Jacaré (Bauru). No Alto Tietê as extrações provenientes do aqüífero sedimentar no município de São Paulo superam as recargas naturais, que, entretanto, são compensadas pelas perdas físicas das redes públicas de abastecimento e esgotamento. Em situações de superexplotação a superfície piezométrica dos aqüíferos rebaixa-se e as direções do fluxo subterrâneo que inicialmente dirigiam-se ao rio invertem-se para o aqüífero, reduzindo o escoamento básico.

Figura 5 - Balanço demanda x disponibilidade



Quadro 5 - Balanço demanda x disponibilidade

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Superficial			Subterrânea		
	Demanda (m^3/s)	Disponibilidade (m^3/s)	Índice de Utilização (%)	Demanda (m^3/s)	Disponibilidade (m^3/s)	Índice de Utilização (%)
01 - Mantiqueira	1,15	7	16,4	0,01	2,00	0,50
02 - Paraíba do Sul	20,27	72	28,2	3,60	20,10	17,91
03 - Litoral Norte	3,00	28	10,7	0,01	8,20	0,12
04 - Pardo	19,90	30	66,3	5,60	10,00	56,03
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	41,52	43	96,6	4,03	24,00	16,78
06 - Alto Tietê	80,21	20	401,1	20,00	19,10	104,71 [1]
07 - Baixada Santista	20,90	39	53,6	0,42	15,00	2,78
08 - Sapucaí/Grande	11,38	28	40,6	1,47	10,80	13,57
09 - Mogi-Guaçu	39,65	49	80,9	1,95	16,80	11,63
10 - Tietê/Sorocaba	14,50	22	65,9	0,50	7,80	6,41
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	1,60	157	1,0	0,35	57,90	0,60
12 - Baixo Pardo/Grande	9,82	21	46,8	0,48	11,00	4,40
13 - Tietê/Jacaré	21,78	40	54,5	5,17	12,90	40,05
14 - Alto Paranapanema	22,25	84	26,5	0,40	25,00	1,60
15 - Turvo/Grande	9,21	26	35,4	6,53	10,50	62,17
16 - Tietê/Batalha	4,90	31	15,8	1,19	10,00	11,91
17 - Médio Paranapanema	5,21	65	8,0	1,81	20,70	8,77
18 - São José dos Dourados	1,59	12	13,3	0,98	4,40	22,23
19 - Baixo Tietê	12,88	27	47,7	1,19	12,20	9,72
20 -Aguapeí	3,78	28	13,5	1,43	10,90	13,09
21 - Peixe	3,63	29	12,5	0,97	11,60	8,39
22 - Pontal do Paranapanema	3,15	34	9,3	1,66	15,20	10,89
Estado de São Paulo	352,29	892	39,5	59,75	336,10	17,63

Acervo ISA

Aproveitamentos Hidráulicos

Existem no Estado de São Paulo cerca de 73 obras hidráulicas, em operação ou em construção, consideradas mais relevantes do ponto de vista de aproveitamento dos recursos hídricos, compreendendo barragens, estações elevatórias, usinas hidrelétricas e reservatórios.

A maior incidência de obras hidráulicas ocorre na UGRHI do Alto Tietê, com 21 obras.

Os reservatórios de regularização formados pelas obras são responsáveis pela inundação de cerca de 10.000 km² das áreas do Estado de São Paulo e dos Estados circunvizinhos, representando cerca de 4% da área do Estado de São Paulo. Em termos de volume útil, são mais de 62 bilhões de metros cúbicos de água que podem ser armazenados, o que corresponde a uma vazão de aproximadamente 2.000 m³/s, se liberados em um ano.

Quanto a área inundada, considerando-se que esteja totalizada na UGRHI em que se localiza a obra, merecem destaque as UGRHIs de São José dos Dourados, Baixo Tietê e Pontal do Paranapanema, que juntas contém 59% da área total inundada pelas obras hidráulicas do Estado. Em termos de volume útil de armazenamento, essas três UGRHIs também se sobressaem, contendo cerca de 51% do volume total armazenado.

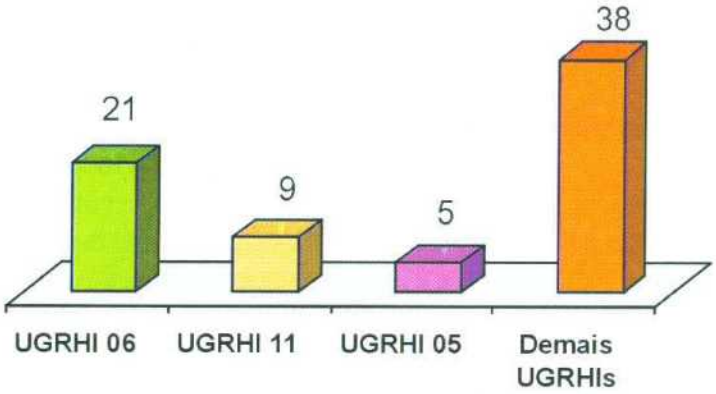


Figura 6 - Aproveitamentos hidráulicos
- Número de Obras

Geração Hidrelétrica

O Estado de São Paulo é o principal centro consumidor de energia elétrica do país, respondendo por aproximadamente 55% do consumo da Região Sudeste e 40% do consumo brasileiro. O atendimento desse mercado em termos de quantidade, com qualidade e tarifas compatíveis com os seus requisitos, é um dos grandes desafios do governo do Estado, por intermédio das concessionárias sob seu controle acionário, com a cooperação de algumas concessionárias privadas atuando em áreas restritas, mas nem por isso de menor importância.

Com a conclusão das usinas hidrelétricas de Porto Primavera (1.814 MW), Rosana (320 MW), Taquaruçu (504 MW) e Três Irmãos (1.292 MW), está encerrado, no Estado, o ciclo de construção dos grandes aproveitamentos hidrelétricos.

A Figura 7 a seguir resume a situação atual das usinas hidrelétricas no Estado de São Paulo.

A capacidade hidrelétrica instalada dentro e nos limites do Estado atualmente é de 18.078 MW. Adicionando-se os 14 MW que representam a capacidade desativada, totalizaria um potencial de 18.092 MW.

Considerando-se apenas as concessionárias paulistas (excluindo CEMIG e FURNAS) a capacidade instalada é de cerca de 14.412 MW.

O potencial hidrelétrico remanescente no Estado é estimado em cerca de 2.600 MW, sendo que, deste total, 1.230 MW já foram objeto de algum tipo de estudo, e os restantes 1.370 MW são apenas estimativos. Esse potencial constitui-se, em sua grande parte, por aproveitamentos de médio (10 a 50 MW) e pequeno porte (menores de 10 MW), com exceção de Batatal, Funil e Tijuco Alto, no rio Ribeira do Iguape, com potências superiores a 50 MW.

Em termos de capacidade instalada de geração destacam-se as UGRHIs do Pontal do Paranapanema (3.279 MW), de São José dos Dourados (3.230 MW) e do Baixo Tietê (3.006 MW), representando juntas cerca de 53% do potencial total instalado.

Dentre as usinas em operação destacam-se pela capacidade instalada: Ilha Solteira (3.230 MW), Porto Primavera (1.814 MW), Marimbondo (1.440 MW); Souza Dias (Jupiá - 1.411 MW), José Ermírio de Moraes (Água Vermelha - 1.380 MW) e Três Irmãos (1.292 MW).

Acervo ISA

Figura 7- Situação das usinas hidrelétricas

Navegação

Desde o início da década de 50 o governo do Estado vem investindo no rio Tietê para torná-lo navegável. Com a conclusão das obras de regularização do Tietê e do Paraná, tem-se uma rede hidroviária integrada com cerca de 1.700 km, incluindo as extensões navegáveis fora do Estado de São Paulo, constituindo a Hidrovia Tietê-Paraná.

Atualmente, já é possível a navegação desde Conchas ao reservatório de Três Irmãos, no Estado de São Paulo, e a São Simão no rio Paranaíba, num total contínuo de 820 km.

O potencial imediato de carga é de seis milhões de toneladas, entre grãos, madeira, fertilizantes, combustíveis, material de construção e outros artigos transportáveis por hidrovias.

No rio Piracicaba, o futuro terminal hidro-rodo-ferroviário de Piracicaba, previsto para a foz do rio Corumbataí, deve ser considerado importante para o plano hidroviário estadual. Possibilitará conexão com São Paulo e Santos, por ferrovia, e também integração com o modal rodoviário, para as cargas da região.

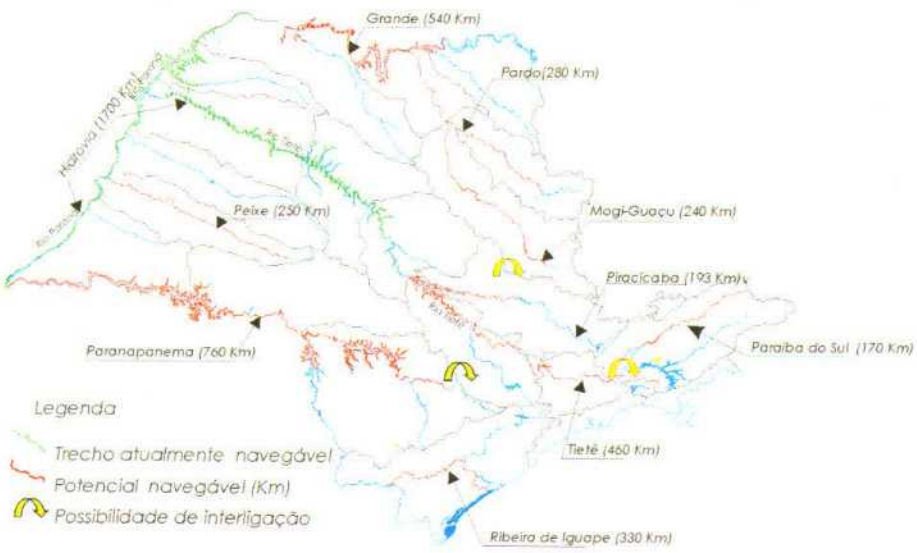
A longo prazo será possível expandir esta rede hidroviária em mais 3.160 km, totalizando 4.166 km de hidrovia classe "A" somente no Estado de São Paulo.

O Estado de São Paulo dispõe, dentro de seus limites territoriais, de uma rede hidroviária potencial de 4.166 km, assim distribuídos: 193 km no rio Piracicaba (foz até Paulínea); 1.013 km no rio Tietê (foz até Mogi das Cruzes); 390 km no rio Paraná (Santa Fé - Porto Primavera); 760 km no rio Paranapanema (foz até Itapetininga); 540 km no rio Grande; 520 km nos rios Mogi-Guaçu (da foz até Mogi-Guaçu) e Pardo (da foz até São José do Rio Pardo); 170 km no rio Paraíba do Sul (de São José dos Campos até Cruzeiro); 330 km no rio Ribeira do Iguape (da foz à divisa do Estado) e 250 km no rio Peixe (da foz até Marília).

Parte significativa desta rede é contemplada no Plano Nacional de Viação.

A Figura 8 apresenta os rios com potencial para navegação no Estado, indicando os trechos navegáveis e respectivas extensões, além da hidrovia existente.

Figura 8 - Potencial de navegação no Estado de São Paulo



Acervo ISA

Turismo, Recreação e Lazer

Um dos usos múltiplos proporcionados pela água é a sua utilização para o turismo, a recreação e o lazer. Nas diversas regiões do Estado encontram-se poucas áreas munidas de recursos para proporcionar entretenimento e contato com a natureza, embora os lagos constituam um potencial de lazer de muitas comunidades.

A CESP, através da implantação de usinas geradoras de energia elétrica localizadas principalmente ao longo do rio Tietê, cria novas áreas de atração para esportes náuticos, pesca e roteiros de navegação. Possibilita com isso o desenvolvimento e o aproveitamento das áreas nas margens das represas, preserva o meio ambiente e aumenta a defesa ecológica.

Dentre os reservatórios atualmente utilizados para o desenvolvimento do turismo, da recreação e do lazer destacam-se, no interior do Estado, os implantados pela CESP, muitos deles já com avançado grau de desenvolvimento, e na UGRHI do Alto Tietê, os reservatórios Billings e Guarapiranga, muito utilizados para a prática de esportes náuticos.

Com relação ao turismo, recreação e lazer junto ao litoral, as UGRHIs da Baixada Santista e do Litoral Norte se sobressaem. Embora a atração pela água marinha seja maior que pela água dos rios e represas, o litoral fluvial é bastante extenso e sua organização para o aproveitamento poderia muito bem atender à população circunvizinha, desafogando as praias marítimas.

Qualidade das Águas

Águas Superficiais

A poluição da água origina-se de várias fontes, entre as quais se destacam os efluentes domésticos, os efluentes industriais, o deflúvio superficial urbano e o deflúvio superficial agrícola. Está, portanto, associada ao tipo de uso e ocupação do solo.

Cada uma dessas fontes possui características próprias quanto aos poluentes que carreiam. Os esgotos domésticos apresentam contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias. Já a grande diversidade de indústrias do Estado de São Paulo contribui com variabilidade mais intensa nos contaminantes lançados aos corpos d'água, além dos já citados, e muitos outros que dependem das matérias-primas e dos processos industriais utilizados.

Na prática, as diferentes formas de aporte tornam inexeqüível a análise sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes nas águas superficiais. Para facilitar a interpretação das informações sobre a qualidade da água, utiliza-se o Índice de Qualidade das Águas - IQA, que incorpora nove parâmetros de avaliação considerados relevantes, cujo determinante principal é sua utilização para o abastecimento público.

A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, operada pela CETESB desde 1974, em 1997 dispunha de 124 pontos de amostragem distribuídos entre os principais corpos d'água. O Mapa 1 apresenta as informações dos níveis atuais e tendências da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo tendo por base os valores do IQA 20% (limite inferior da qualidade de um corpo d'água) obtidos durante 1997 .Os trechos dos corpos d'água representados com a cor azul designam qualidade Ótima; verde qualidade Boa; amarelo qualidade Aceitável; vermelho qualidade Ruim e preto qualidade Péssima.

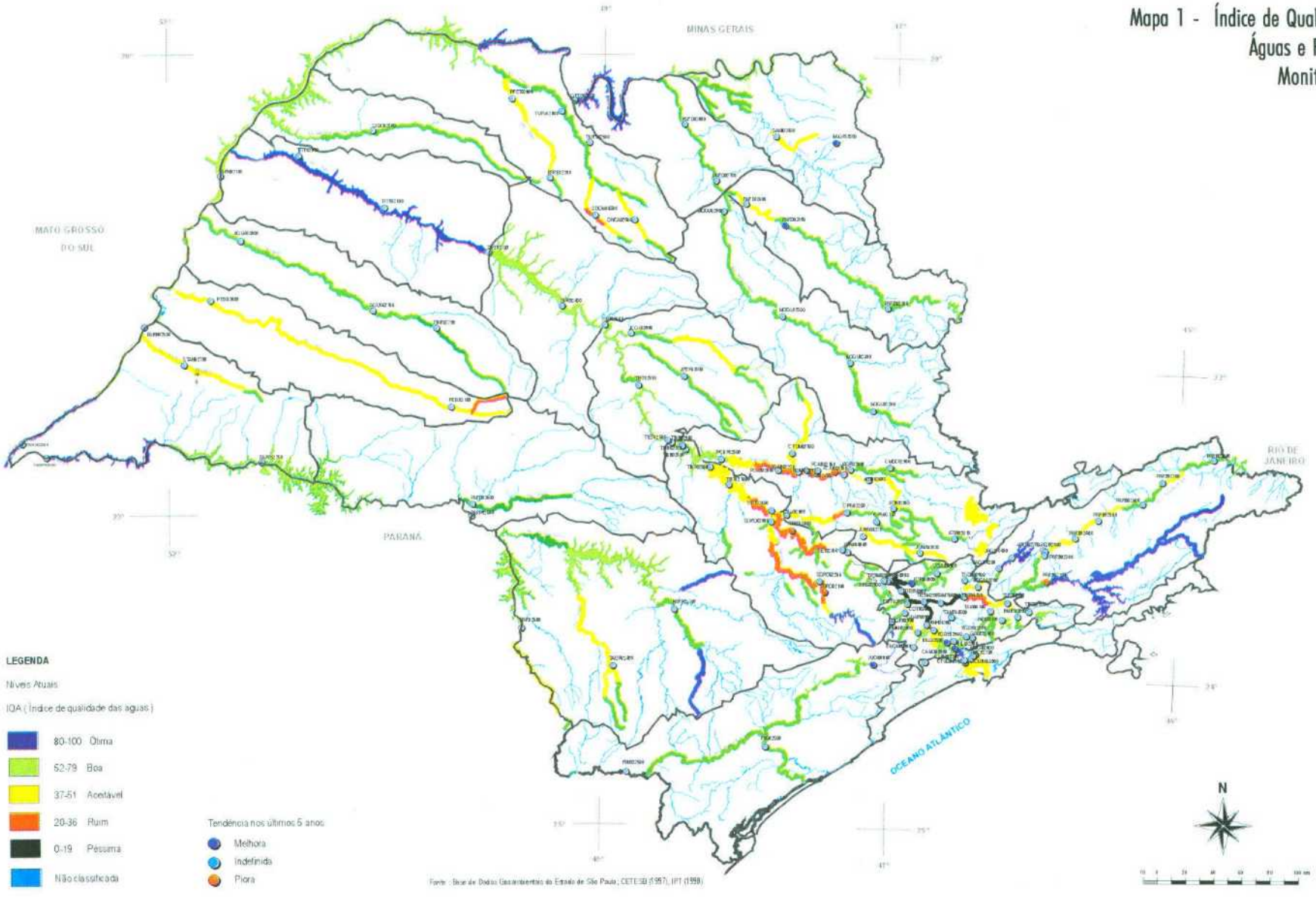
As tendências Melhora, Piora e Indefinida representadas pelos círculos que também localizam os pontos de amostragem são avaliadas estatisticamente. Os círculos coloridos em azul indicam tendência de Melhora; em cinza, Indefinida e em vermelho, Piora.

Os resultados das análises efetuadas sistematicamente nos 124 pontos de monitoramento são reflexos da porcentagem de áreas preservadas ainda existentes, da utilização dos recursos hídricos como depositários diretos de esgotos domésticos e industriais, e dos rejeitos afluentes aos corpos d'água provenientes da atividade minerária, em suma, das atividades desenvolvidas nas UGRHIs.

Constata-se que na maioria das unidades hidrográficas há predominância da classe Boa sobre as demais. Particularmente, as UGRHIs 16 (Tietê/Batalha) e 19 (Baixo Tietê) são as que se apresentam em melhor situação, com maior predominância na classe Ótima. Este fato deve relacionar-se à menor ocupação de suas bacias de drenagem, à presença de poucas indústrias, áreas agrícolas com pouco uso de fertilizantes e defensivos agrícolas etc. A UGRHI 06 (Alto Tietê), por outro lado, foi a que apresentou o maior comprometimento da qualidade de suas águas, mostrando a maior incidência da categoria Péssima (23%). A pior condição de qualidade das águas dessa unidade hidrográfica pode ser explicada por sua localização que abrange a Região Metropolitana de São Paulo caracterizada pela alta ocupação urbana e por abrigar o maior pólo industrial do país. Outras unidades hidrográficas onde também se verificou a ocorrência da classe Péssima foram as UGRHIs 05 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí), 07 (Baixada Santista), 08 (Sapucaí-Mirim) e 10 (Tietê/Sorocaba).

Acervo ISA

Mapa 1 - Índice de Qualidade das Águas e Pontos de Monitoramento



Fonte : Base de Dados Gerenciamento do Estado de São Paulo; CETESB (1997), IPT (1998)

Acervo ISA

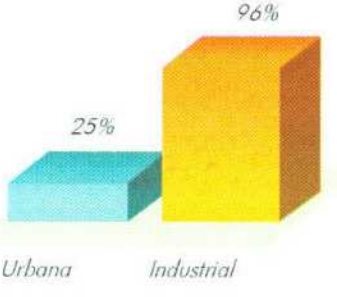
O Quadro 6 apresenta as cargas poluidoras orgânicas (doméstica e industrial), os equivalentes populacionais e a carga inorgânica para cada uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos em que está subdividido o Estado de São Paulo. A redução das cargas orgânicas, Figura 9, mostra o estado de tratamento dos efluentes.

Quadro 6 - Cargas Poluidoras no Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Carga Orgânica Total Biodegradável ($kgDBO_5$/dia)				Carga Inorgânica (t/ano)	
	Potencial		Remanescente		Potencia	Remanescente
	Urbana (1)	Industrial (2)	Urbana	Industrial		
01-Mantiqueira	2.315	100	2.259			
02 - Paraíba do Sul	79.338	78.600	59.810	13.493	1.894	395
03 - Litoral Norte	9.359		8.023			
04 – Pardo	43.693	612.880	40.377	7.486	12	2
05 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	194.730	1.764.646	172.728	101.560	1.761	252
06 - Alto Tietê	857.745	470.487	618.313	146.425	1.725	342
07 - Baixada Santista	70.329	157.460	36.206	1.140	6.909	0
08 - Sapucaí/Grande	28.516	407.930	10.690	3.063	13	5
09 - Mogi-Guaçu	58.490	1.826.353	52.376	13.597	360	308
10 - Tietê/Sorocaba	63.964	132.190	56.530	9.880	177	31
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	11.299	123	9.779	30		
12 - Baixo Pardo/Grande	14.693	234.460	12.968	4.697	294	120
13 - Tietê/Jacaré	61.560	805.623	56.365	47.956	15	12
14 - Alto Paranapanema	25.094	67.440	17.442	6.060	2	2
15 - Turvo/Grande	50.703	1.058.000	42.184	4.257	64	24
16 - Tietê/Batalha	20.280	417.873	14.501	4.560	5	1
17 - Médio Paranapanema	27.217	445.450	21.493	6.460	3	3
18 - São José dos Dourados	9.273	80.593	4.044	753	8	1
19 - Baixo Tietê	31.510	388.193	17.239	5.900	87	19
20 – Aguapeí	15.076	171.710	9.482	1.850	20	1
21 – Peixe	18.723	49.360	13.481	2.017		
22 - Pontal do Paranapanema	19.283	141.020	14.292	13.003	173	54
Estado de São Paulo	1.713.190	9.310.491	1.290.582	394.187		

(1) Carga Poluidora estimada para a população urbana SEADE/96
(2) Carga Poluidora industrial CETESB/97

Figura 9 - Redução da carga orgânica



Com vistas ao aprimoramento das informações referentes à toxicidade das águas, em novembro de 1992 a CETESB iniciou a realização de testes de toxicidade a organismos aquáticos em 24 pontos da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Foram escolhidos locais próximos a captações de água para abastecimento público, assim como outros cuja qualidade das águas estivesse comprometida pela presença de poluentes.

O teste de toxicidade consiste em determinar o potencial tóxico de um agente químico ou de mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes mensurados através da resposta de organismos vivos. Para a descrição de efeitos deletérios de amostras sobre os organismos aquáticos utilizam-se os termos "efeito agudo" e "efeito crônico". A detecção de efeitos agudos ou crônicos através de testes de toxicidade evidencia que os corpos d'água testados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.

Acervo ISA

Durante o ano de 1997 foram efetuados testes de toxicidade em 65 dos 124 pontos da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores da CETESB, totalizando 437 análises.
Na Figura 10 com os resultados do Estado de São Paulo verifica-se que 72% das amostras analisadas foram não tóxicas, 24% apresentaram toxicidade crônica e 4% toxicidade aguda a organismos aquáticos.

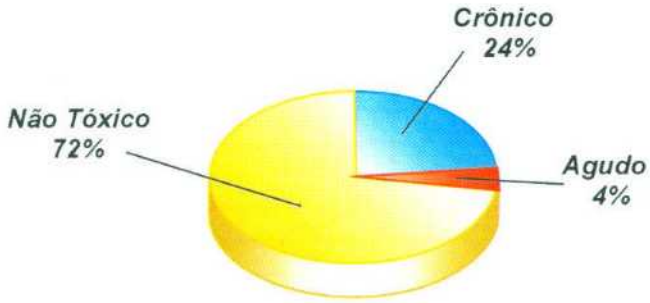


Figura 10 - Distribuição do Teste de Toxicidade no Estado de São Paulo

Águas Subterrâneas

A qualidade natural das águas subterrâneas está relacionada às suas características físico-químicas. O comportamento hidrogeoquímico global no território paulista demonstra que as águas subterrâneas têm baixa salinidade, com valores de resíduo seco a 180º inferiores a 250 mg/l. São águas predominantemente bicarbonatadas, secundariamente sulfatadas e cloretadas. Quanto ao conteúdo catiônico, são essencialmente cálcicas seguidas das sódicas e das cálcicas magnesianas, CAMPOS (1993).
As principais restrições ao uso relacionam-se às atividades antrópicas. Há indícios generalizados e difundidos de contaminação bacteriológica em poços rasos (cacimbas) e em poços tubulares, resultado de má construção, falta de cimentação, de laje de boca e de perímetros de proteção sanitária.
Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente melhor protegidas dos agentes contaminantes que as águas superficiais, a grande expansão das atividades antrópicas nas áreas urbanas e rurais tende a engendrar processos de contaminação que, pelas características do meio físico em questão - as velocidades de fluxo nos aqüíferos variam geralmente de poucos centímetros a alguns metros por dia -, podem levar alguns anos para que seus efeitos sejam produzidos.
No interior do Estado a utilização crescente de agrotóxicos tem acelerado significativamente a poluição das águas do subsolo. As novas tecnologias de cultivo de cana-de-açúcar baseadas no uso indiscriminado desses "insumos modernos" a longo prazo podem acarretar problemas na qualidade das águas subterrâneas de difícil previsão.
Nos últimos anos a poluição dos aqüíferos vem sendo objeto de uma linha específica de trabalho cuja metodologia foi aplicada num projeto abrangente para todo o Estado – com participação de técnicos do DAEE, da CETESB e do Instituto Geológico e permitiu caracterizar os diferentes sistemas aqüíferos quanto à vulnerabilidade natural à poluição, cadastrar a carga contaminante e mapear e classificar as áreas de riscos de poluição (Mapa 2).
No mapeamento da vulnerabilidade as áreas críticas foram estudadas e classificadas em três grupos comparando-se vulnerabilidade e carga poluidora. As áreas de maior preocupação ambiental concentram-se próximo da região de Ribeirão Preto/Franca e arredores; Bauru e arredores; no vale do Paraíba, abrangendo São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba; na região de Campinas e arredores, além da zona de recarga do aqüífero Guarani.
Na porção central da bacia do Alto Tietê, com índices de média a alta vulnerabilidade dos aqüíferos ocorre a maior incidência de vazamentos de postos de serviços automotivos e de outras fontes difusas de poluição (Relatório de Situação AT, 1999).
A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, operada pela CETESB, é constituída por 142 poços tubulares profundos localizados nos sistemas aqüíferos Guarani, Bauru, Serra Geral, Taubaté, Tubarão e Cristalino.
Os estudos revelam que em relação à qualidade físico-química as águas subterrâneas dos poços tubulares profundos utilizados para abastecimento público nos sistemas aqüíferos Guarani, Bauru, Taubaté, Serra Geral, Tubarão e Cristalino são ainda de excelente qualidade em relação aos padrões de potabilidade.

Acervo ISA

Avaliando-se os resultados das análises físico-química e bacteriológica realizadas no período 1990 -1998 observam-se similaridades e diferenciações entre os sistemas aqüíferos monitorados. A temperatura é relativamente homogênea, na faixa de 23 e 26°C. Destaca-se o sistema aqüífero Guarani que apresenta temperaturas variando de 21 a 35°C. O pH está na faixa de 6,5 a 7,5 , com exceção da unidade aqüífera Itararé (sistema aqüífero Tubarão) que apresenta pH alto (em torno de 8).

Observa-se uma relativa homogeneidade entre os sistemas aqüíferos no que se refere às concentrações de cloreto (em torno de 1 mg/l), potássio (de 1 a 3,5 mg/l), ferro total (em torno de 0,04 mg/l), fluoreto (de 0,1 a 0,3mg/l) e nitrato (de 0,05 a 0,15 mg/l). Destacam-se o aqüífero Adamantina (sistema Bauru), no que se refere às concentrações de cloreto (em torno de 3mg/l), de fluoreto (de 0,8 a 1,3mg/l) e nitrato (de 0,02 a 4,38mg/l); o aqüífero Itararé (sistema Tubarão), no que se refere às concentrações de ferro total (em torno de 0,12 mg/l) e de fluoreto (alguns valores acima de 2 mg/l).

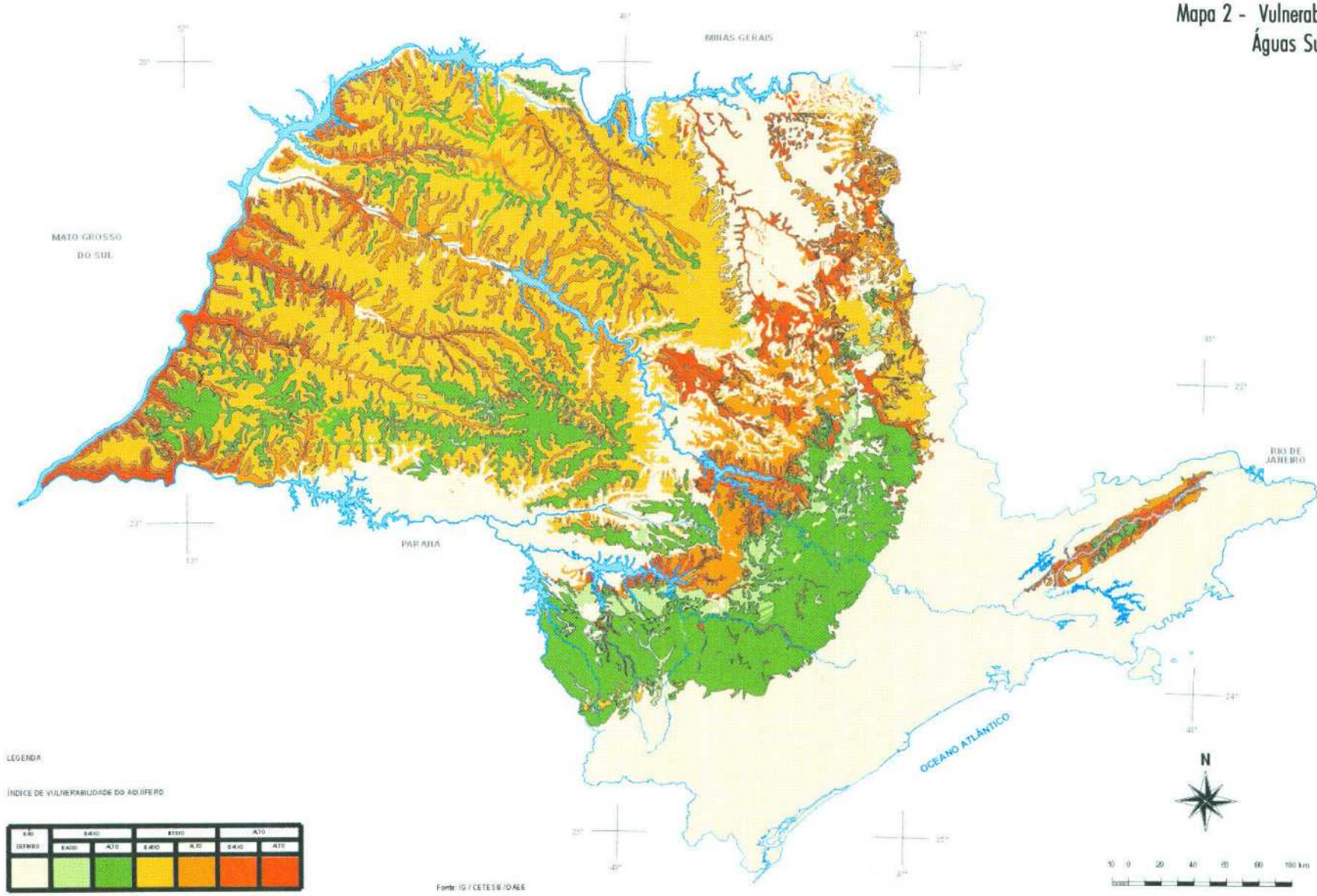
As maiores variações entre os sistemas aqüíferos do Estado de São Paulo referem-se aos parâmetros dureza total, cálcio, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica. Em alguns poços foi possível detectar indícios de contaminação para os parâmetros nitrato e coliformes, bem como a presença de cromo total, cuja origem deve ser investigada, uma vez que pode estar associado à composição química das rochas das unidades aqüíferas ou a fontes de contaminação.

Como recomendações à política de gestão, nas áreas de maior risco deverão ser desenvolvidos estudos de detalhe que, além da hidrogeologia – fluxo, características hidráulicas do solo e aqüífero, geometria das unidades aqüíferas – contemplem a análise da atividade potencialmente poluidora, monitoramento etc.

Nas áreas de maior vulnerabilidade, deve-se proceder à análise e à elaboração de um cadastro de atividades com maior detalhamento que o utilizado no presente relatório. É importante definir uma política de ocupação territorial nas áreas de alta vulnerabilidade, sobretudo na zona de recarga do sistema aqüífero Guarani, a partir de estudos de macrozoneamento ou nas proximidades de poços de abastecimento público. É preciso estabelecer uma política de proteção das águas subterrâneas dirigida ao manancial (aqüífero) e ao poço. No primeiro caso, deve-se desenvolver o mapeamento da vulnerabilidade e o controle das atividades antrópicas em função dos graus de suscetibilidade à poluição; no segundo, é preciso definir os perímetros de proteção de poços em obras de maior importância.

Acervo ISA

Mapa 2 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas



Acervo ISA

3 SANEAMENTO

O crescimento das populações urbanas na maior parte das cidades, bem como o desenvolvimento industrial em muitas regiões, associado a uma evolução tecnológica, acaba impondo mudanças do sistema de vida, proporcionando conforto e até a criação de novos hábitos.

Toda esta transformação implica na necessidade de aumento dos índices de cobertura dos serviços de saneamento básico, do aumento da demanda pelo uso de água, bem como no aumento da produção de resíduos líquidos e sólidos que ocasionam a degradação do meio ambiente.

No Estado de São Paulo 97% da população urbana é atendida por rede de água, conforme se mostra no Quadro 7. A RMSP apresentava em 1998 dentre as regiões metropolitanas brasileiras o maior índice de atendimento, 98%.

Por outro lado, as perdas de água continuavam elevadas, mais de 1/3 do total captado, proporcionando prejuízos financeiros e ambientais.

O índice de atendimento da população urbana por rede coletora de esgotos sanitários pode ser considerado bom, contudo existem UGRHIs com índices muitos baixos, como o Litoral Norte, Ribeira de Iguape/Litoral Sul e Baixada Santista.

O atendimento satisfatório de coleta de esgotos sanitários não se traduz no tratamento dos mesmos, que no Estado é precário, com raras exceções, o que provoca a contaminação dos recursos hídricos superficiais e dos lençóis freáticos, acarretando a proliferação de várias doenças.

No tocante aos resíduos sólidos domiciliares, de acordo com o Inventário de Resíduos da CETESB de 1998, a situação do número de municípios que fazem a disposição dos resíduos em condições inadequadas continua maior que o somatório dos que o fazem em condições controladas e adequadas. Esta situação só não é tão ruim porque a maioria dos municípios em condição irregular (363) é constituída pelos de pequeno porte (282 geram menos que 10 t/dia de lixo, 76 apresentam geração entre 10 e 100 t/dia e apenas 5 municípios geram mais de 100 t/dia). Assim, enquanto 56,4% dos municípios encontram-se em situação inadequada, pode-se afirmar que 77% (em peso) dos resíduos são depositados de forma controlada ou adequada.

No inventário realizado pela CETESB todas as instalações de destinação de resíduos em operação no Estado de São Paulo foram inspecionadas. As informações obtidas sobre as principais características locacionais estruturais e operacionais de cada instalação compuseram o IQR - Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos e o IQC - Índice de Qualidade de Compostagem. Nos mapas de situação das UGRHIs são mostrados os municípios em que o IQR é menor ou igual a 6,0, situação enquadrada como inadequada. Do ponto de vista de análise dos impactos da qualidade dos serviços de saneamento junto à saúde da população é importante o conhecimento da mortalidade infantil relativa às doenças de veiculação hídrica.A análise dos índices do triênio 1995-97, Figura 11, mostra que a taxa de mortalidade para o Estado abaixou de 1,18 para 0,61. Havendo uma redução sensível em todas as UGRHI, com exceção do Tietê/Batalha e Pardo, que praticamente se manteve no mesmo nível.

Quadro 7 - Índices de Saneamento

Unidade de Gerenciamento (UGHRI)	Água (%)		Esgoto (%)		Resíduos Domiciliares (t/dia)
	Cobertura	Perdas	Cobertura	Tratamento (1)	
01 - Mantiqueira	80	12	45	2	17,14
02 - Paraíba do Sul	96	40	86	25	750,82
03 - Litoral Norte	86	35	14	14	69,56
04 - Pardo	99	42	97	8	415,46
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	93	33	76	11	1.957,42
06 - Alto Tietê	98	40	76	28	10.488,73
07 - Baixada Santista	99	47	55	49	719,90
08 - Sapucaí/Grande	98	30	97	63	263,87
09 - Mogi-Guaçu	96	39	90	11	446,38
10 - Tietê/Sorocaba	95	32	81	12	582,84
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	93	37	48	13	84,16
12 - Baixo Pardo/Grande	92	34	89	12	118,54
13 - Tietê/Jacaré	98	36	93	8	561,36
14 - Alto Paranapanema	98	32	80	31	200,92
15 - Turvo/Grande	98	30	94	17	451,59
16 - Tietê/Batalha	94	27	90	29	150,40
17 - Médio Paranapanema	88	27	80	21	201,81
18 - São José dos Dourados	100	24	90	56	70,09
19 - Baixo Tietê	95	30	86	45	250,50
20 - Aguapeí	99	29	84	37	113,47
21 - Peixe	94	41	79	28	155,63
22 - Pontal do Paranapanema	100	36	85	26	161,13
Estado de São Paulo	97	38	79	25	18.231,72

Acervo ISA

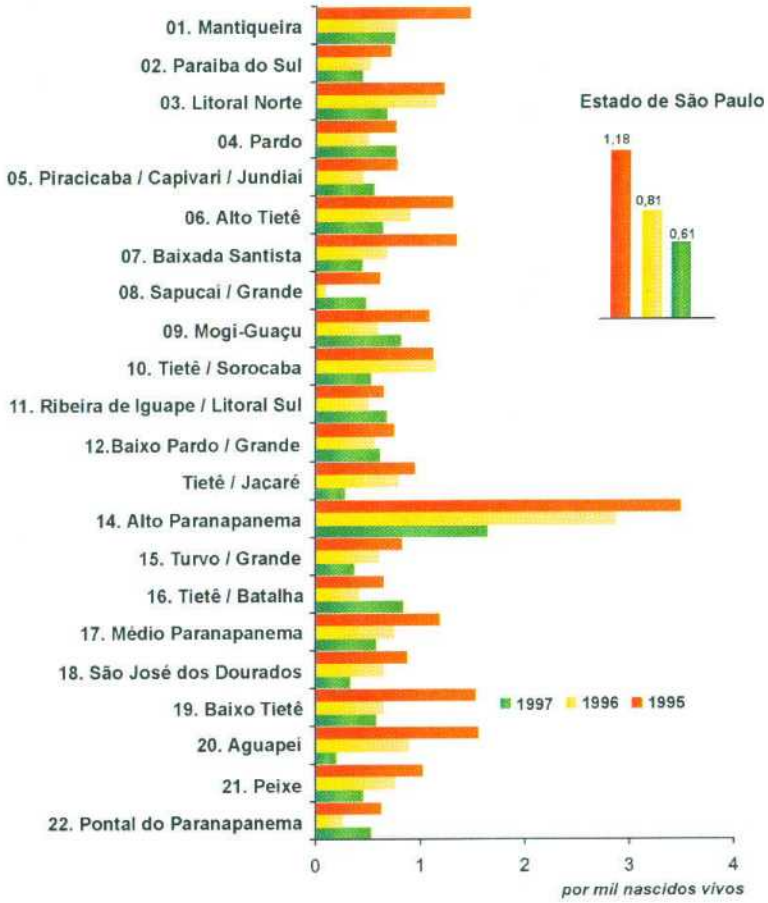


Figura 11 - Índices de mortalidade infantil por doenças de veiculação hídrica - 1995/97

As unidades de conservação foram criadas para proteger o patrimônio natural e cultural do país. São condição básica para a conservação e a perpetuação da diversidade biológica e também para manter os padrões e valores das culturas tradicionais quando associados à proteção da natureza. Constituem um dos principais instrumentos do poder público para o planejamento ambiental sustentado e a implementação da política nacional e estadual do meio ambiente.

Classificam-se em diferentes categorias de manejo, com níveis diversos de restrição ambiental. De modo geral essa classificação varia dependendo de seu contexto institucional, desde o âmbito nacional até o municipal.

No interior do Estado de São Paulo encontram-se os parques nacionais e estaduais, as estações ecológicas, as áreas de proteção ambiental, as reservas biológicas, as áreas de relevante interesse ecológico e as florestas nacionais. São também áreas especialmente protegidas, embora correlatas às unidades de conservação e igualmente decorrentes de diplomas legais, as áreas sob proteção especial, os parques ecológicos, as áreas naturais tombadas, as terras indígenas (mais os remanescentes de quilombos) e as reservas da biosfera. O mapa 3 mostra as áreas de conservação e as de proteção de mananciais

As Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais- APRM - criadas pela Lei de Proteção das Bacias Hidrográficas dos Mananciais de Interesse Regional do Estado de São Paulo (Lei Estadual 9.866/97), com objetivos de preservar e recuperar os mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e compatibilizar as ações de preservação dos mananciais de abastecimento e as de proteção ao meio ambiente, com o uso e a ocupação do solo e o desenvolvimento socioeconômico.

No Estado de São Paulo só estão definidas as APRMs da UGRHI Alto Tietê, que são as mesmas criadas pela lei de Proteção de Mananciais de 1975.

Acervo ISA

Supressão de Vegetação Nativa

O Estado de São Paulo sofreu intenso desmatamento para dar lugar a pastagens e culturas. Conforme levantamento do Departamento de Proteção dos Recursos Naturais - DEPRN, elaborado em 1988 (Projeto Olho Verde), a área ocupada por vegetação nativa no território paulista era de 3.045.959 ha, correspondendo a 13% de sua superfície.

De acordo com esse estudo as UGRHIs que apresentavam maiores áreas de preservação - Baixada Santista, Litoral Norte e Ribeira de Iguape/Litoral Sul - eram justamente as que tinham a maior parte de suas áreas destinadas a unidades de conservação.

Por outro lado, cada uma das seguintes UGRHIs: Aguapeí, Baixo Pardo/Grande, Baixo Tietê, Médio Paranapanema, Mogi-Guaçu, Pardo, Peixe, Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Pontal do Paranapanema, São José dos Dourados, Sapucaí/Grande, Tietê/Batalha, Tietê/Jacaré e Turvo/Grande dispõe de menos de 10% de área preservada.

Uma visão geral das áreas ocupadas por vegetação nativa no Estado de São Paulo encontra-se representada no Quadro 8 e as áreas de proteção no Mapa 03.

Não há dados atuais disponíveis que constatem a evolução desses índices. Porém, as informações dos autos de infração do DEPRN revelam queda no total das áreas onde houve supressão de vegetação no período 1990/97. O DEPRN autuou 32.304,30 ha em 1990 e 3.331,28 ha em 1997 em todo o Estado. Não se pode afirmar a causa desse índice nem se foi mantido após 1997. Esses dados correspondem ao total das áreas objeto de autos de infração por supressão de vegetação em unidades de preservação permanente e fora delas, em reservas averbadas, e em unidades de conservação, e envolvem tanto maciços florestais como árvores isoladas. Apesar do registro de queda nos índices de todas as UGRHIs, algumas ainda apresentaram números razoavelmente elevados considerando que as áreas que sofreram maior desmatamento foram as UGRHIs com menor cobertura vegetal nativa.

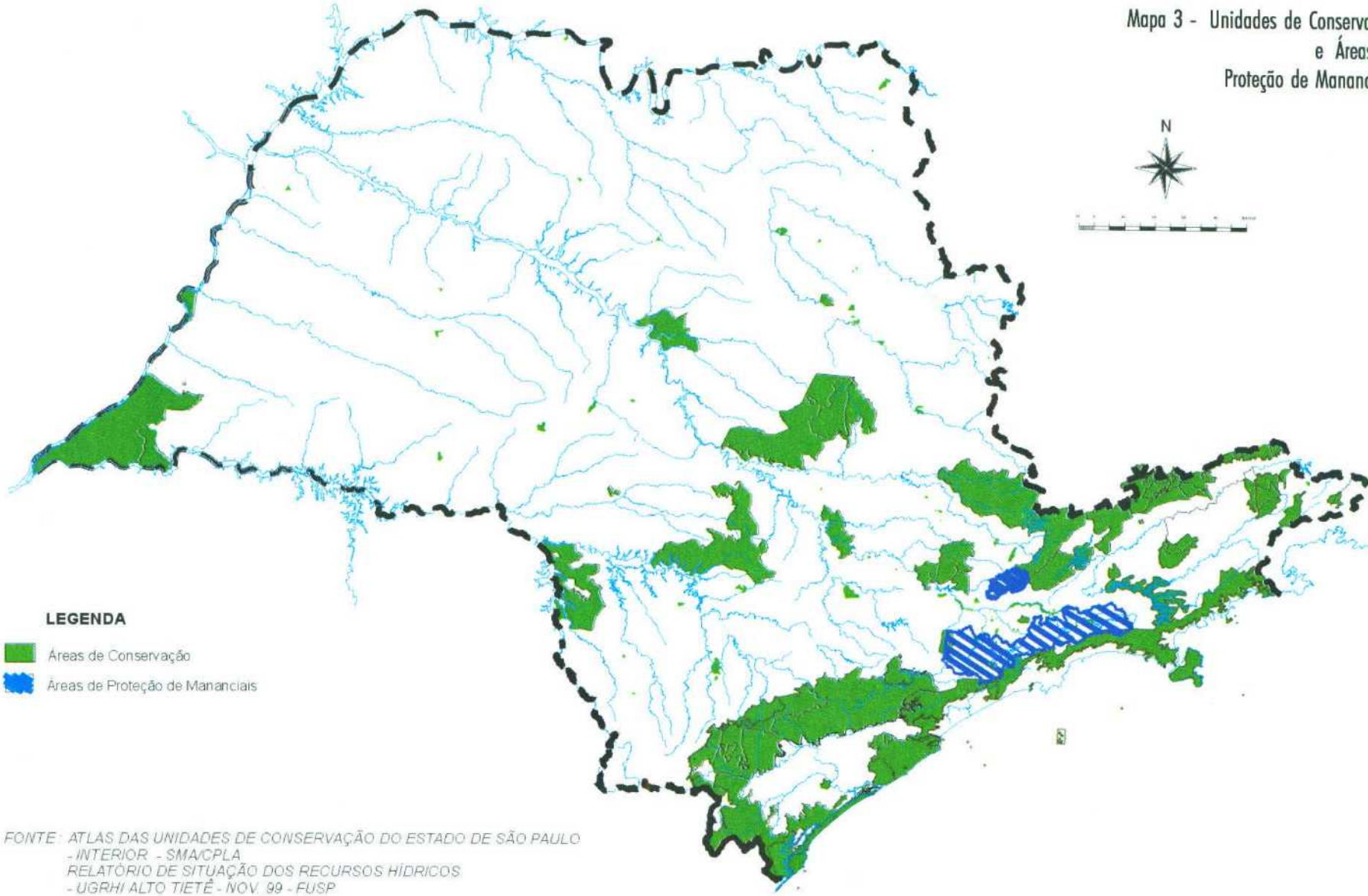
A soma das áreas desmatadas irregularmente demonstra que de 1990 a 1997 o Estado de São Paulo perdeu 139.550,43 ha, ou seja, 4,09% da área coberta com vegetação nativa em 1988.

Quadro 8 - Vegetação Nativa no Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Área da UGRHI (ha)	Área Ocupada por Vegetação Nativa	
		(ha)	(%)
01 - Mantiqueira	67.900	19.299	28,42
02 - Paraíba do Sul	1.454.700	222.754	15,31
03 - Litoral Norte	198.700	158.230	79,63
04 - Pardo	903.800	81.886	9,06
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	1.431.400	116.407	8,13
06 - Alto Tietê	598.500	205.610	34,35
07 - Baixada Santista	288.600	163.011	56,48
08 - Sapucaí/Grande	917.000	73.108	7,97
09 – Mogi-Guaçu	1.521.800	77.273	5,08
10 - Tietê/Sorocaba	1.170.800	162.011	13,84
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	1.660.700	1.093.948	65,87
12 - Baixo Pardo/Grande	724.900	42.255	5,83
13 - Tietê/Jacaré	1.174.900	132.914	11,31
14 - Alto Paranapanema	2.279.500	304.969	13,37
15 - Turvo/Grande	1.603.700	82.256	5,13
16 - Tietê/Batalha	1.315.100	76.015	5,78
17 - Médio Paranapanema	1.682.900	127.580	7,58
18 - São José dos Dourados	673.200	15.735	2,34
19 - Baixo Tietê	1.578.700	85.701	5,43
20 - Aguapeí	1.306.800	55.662	4,26
21 - Peixe	1.078.000	31.823	2,95
22 - Pontal do Paranapanema	1.249.300	77.512	6,2
Estado de São Paulo	2.4880.900	3.405.959	13,69

Acervo ISA

Mapa 3 - Unidades de Conservação e Áreas de Proteção de Mananciais



FONTE: ATLAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO - INTERIOR - SMA/CPLA
RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - UGRHI ALTO TIETÊ - NOV. 99 - FUSP

Acervo ISA

Erosão

O solo constitui o recurso natural básico de um país. É renovável, se conservado e usado devidamente. Todavia, sua utilização inadequada tem na erosão uma das mais nefastas conseqüências.

No Estado de São Paulo a erosão vem gerando graves prejuízos para a sociedade através da perda de solos agricultáveis, de investimentos públicos em obras de infra-estrutura, e da degradação de áreas urbanas ou em urbanização.

A expressão mais flagrante da erosão é a voçoroca. Há, no território paulista, cerca de sete mil voçorocas. O custo das obras corretivas, como hoje concebidas, para estabilização das voçorocas atinge a ordem de 20% do orçamento do Estado. Isto sem incluir as despesas de recomposição de áreas urbanas degradadas, edificações, arruamentos, etc., e de obras viárias interrompidas ao tráfego por problemas erosivos, sobretudo na época das chuvas.

A erosão em áreas agrícolas completa este quadro. Estima-se que 80% das terras cultivadas do Estado estejam passando por processos erosivos além dos limites de recuperação natural do solo.

Por outro lado, o impacto da erosão nos recursos hídricos manifesta-se através do assoreamento de cursos de água e de reservatórios. A erosão e o assoreamento trazem, como um de seus efeitos imediatos, maior freqüência e intensidade de enchentes e alterações ecológicas que afetam a fauna e a flora. Também a perda de capacidade de armazenamento de água de reservatórios gera sérios problemas de abastecimento e exige obras de regularização e desassoreamento.

O Quadro 9 apresenta os potenciais de criticidade à erosão do solo em porcentagens aproximadas de área para cada UGRHI do Estado.

O conhecimento do estado da erosão e de seu impacto ambiental e o prognóstico de sua evolução com base na definição da suscetibilidade dos terrenos é imprescindível à definição das ações governamentais como: estabelecer prioridades para as áreas de aplicação de investimentos em obras corretivas, orientar a expansão urbana, definir as adequações necessárias à implantação de obras viárias que atravessem áreas de alta suscetibilidade à erosão, e outras.

Os estudos permitem afirmar que, na origem, a erosão urbana está associada à falta de planejamento adequado que considere as particularidades do meio físico e às condições sociais e econômicas das tendências de desenvolvimento da área urbana.

Dentre as principais causas do desencadeamento e evolução da erosão nas cidades destacam-se: o traçado inadequado do sistema viário, freqüentemente agravado pela falta de pavimentação, guias e sarjetas; a deficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas, e a expansão urbana descontrolada, com implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais em locais não apropriados sob o ponto de vista geotécnico.

Quadro 9 - Criticidade à Erosão no Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Potencial à Erosão em % de Área		
	Alto	Médio	Baixo
01 Mantiqueira	0	90	10
02 Paraíba do Sul	9	85	6
03 Litoral Norte	41	59	0
04 Pardo	31	28	41
05 Piracicaba/Capivari/Jundiaí	16	76	8
06 Alto Tietê	35	55	10
07 Baixada Santista	8	62	30
08 Sapucaí/Grande	16	30	54
09 Mogi-Guaçu	12	36	52
10 Tietê/Sorocaba	23	55	22
11 Ribeira de Iguape/Litoral Sul	41	58	1
12 Baixo Pardo/Grande	0	59	41
13 Tietê/Jacaré	60	25	15
14 Alto Paranapanema	2	60	38
15 Turvo/Grande	59	38	3
16 Tietê/Batalha	68	28	4
17 Médio Paranapanema	40	45	15
18 São José dos Dourados	50	40	10
19 Baixo Tietê	50	45	5
20 Aguapeí	75	20	5
21 Peixe	80	20	0
22 Pontal do Paranapanema	80	20	0

Acervo ISA

A implantação das cidades, em sua grande maioria, verificou-se nas áreas mais altas das colinas ou "espigões". Assim instaladas, propiciaram a concentração das águas pluviais em cabeceiras de drenagens de primeira ordem, desencadeando a formação de voçorocas precedidas pelo ravinamento iniciado nas próprias ruas, que constituem as principais adutoras das águas captadas pelos telhados das edificações somadas ao escoamento superficial local.

Outro aspecto da urbanização que contribui para a formação da erosão é o traçado das ruas perpendicular às curvas de nível, em encostas com declividade superior a 10%. Esta situação é agravada pelo avanço do asfaltamento das ruas, de montante para jusante.

Observa-se ainda a presença de voçorocas rurais, em muitos casos já estabilizadas, que acabaram sendo reativadas, formando novos ramos em função do aumento das águas pluviais de loteamentos implantados a montante das voçorocas. Assim, acabam sendo reativadas atingindo os loteamentos, tornando-se urbanas.

Na maioria dos municípios não existem planos diretores ou leis sobre parcelamento do solo urbano. Por outro lado, aqueles que dispõe de planos diretores não consideraram a lei de parcelamento nem os dispositivos legais que contemplam medidas preventivas à erosão urbana.

Na legislação vigente não há norma, regulamento ou lei destinados ao controle eficiente da erosão no Estado de São Paulo. Assim, o diagnóstico de campo, juntamente com a análise da legislação atual, mostram que uma política de prevenção e controle da erosão urbana deve abranger medidas e ações de planejamento urbano, de disciplinamento legal do uso e ocupação do solo, e de desenvolvimento de um código de obras específico.

Inundações

O fenômeno das inundações no Estado de São Paulo pode ser enfocado segundo duas áreas distintas: a Região Metropolitana situada na Bacia do Alto Tietê, que concentra metade da população do território paulista em 3,2% de sua área (8.053 km²), e o restante do Estado, com menor densidade populacional. No primeiro caso, a grande concentração urbana leva a uma ocupação desordenada e conflitiva do solo, principalmente nas áreas baixas, trazendo, em conseqüência, graves problemas de inundações, enquanto que no segundo, com algumas exceções, os problemas são bem menos freqüentes. Destacam-se neste caso, as inundações de áreas rurais, como ocorre na bacia do rio Ribeira de Iguape, e em algumas áreas situadas a jusante de reservatórios.

A crescente preocupação com os problemas gerados pelas inundações e as dificuldades de obtenção de recursos para o desenvolvimento de medidas estruturais tem destacado, cada vez mais, a necessidade de adoção de medidas não-estruturais no combate às inundações. Dentre as que dispensam a alocação de recursos de grande vulto, destacam-se: o disciplinamento do uso e ocupação do solo, o seguro contra inundações, a previsão de enchentes e os sistemas de alerta.

No âmbito do Estado de São Paulo, o Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH), do Departamento de Águas e Energia Elétrica, em convênio com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, desenvolveu e mantém em operação dois sistemas telemétricos para a previsão de enchentes em áreas de características hidrográficas bastante diversas, como a região do Alto Tietê e a do rio Ribeira de Iguape. O sistema de monitoramento da precipitação na bacia do Alto Tietê conta com um radar meteorológico operando junto à barragem de Ponte Nova.

Merece destaque, ainda, o Projeto Radasp, iniciado em 1982, que objetiva a cobertura de toda a extensão do Estado através dos radares de Ponte Nova, Bauru e Ilha Solteira.

A seguir encontra-se o relato dos problemas das inundações para as regiões mais atingidas pelo fenômeno: as UGRHIs do Alto Tietê e do Ribeira de Iguape/Litoral Sul, e alguns comentários sobre a ocorrência de inundações a jusante de reservatórios.

Bacia do Alto Tietê

Para melhor situar a questão específica das inundações na Grande São Paulo, elas podem ser classificadas em dois tipos, não totalmente independentes: ao longo dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, ocupando extensas áreas contínuas e que trazem como conseqüência maior grandes transtornos à metrópole pela interdição das avenidas marginais dos citados rios; e ao longo de córregos e ribeirões distribuídos por diversos pontos da malha urbana, afetando um grande contingente populacional.

O diagnóstico das áreas críticas revela como principais causas das inundações:

- grande número de bueiros e pontilhões com seção insuficiente para o escoamento pluvial;

- córregos assoreados e com entulho em diversos pontos;

- presença de construções muito próximas ao leito e muitas vezes avançando sobre os córregos, situação respaldada, em muitos casos, pelo código de obras municipal; e

Acervo ISA

- adoção de parâmetros técnicos - rugosidades, bordas livres, períodos de retorno - inadequados para o projeto, com reflexos na capacidade das canalizações.

Apesar de todos os esforços já empreendidos, a quantidade de pontos de alagamento e de inundação verificados na região metropolitana é ainda considerável, com todas as conseqüências já bastante conhecidas, tanto na questão da saúde pública, como no transtorno ao sistema viário de transporte. Informações mais recentes indicam a existência de cerca de 500 pontos críticos apenas no município de São Paulo, onde anualmente se repete, com maior ou menor grau de criticidade, o flagelo das inundações, atingindo um número cada vez maior de habitantes.

Atualmente está sendo elaborado, pelo Consórcio Enger/Promon/CKC, o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê que deverá identificar as causas principais dessas inundações e propor medidas mais adequadas para restringir os aportes de vazão aos rios e canais de rede de macrodrenagem, compatibilizando-os às capacidades existentes ou passíveis de serem obtidas com obras de melhoria.

Entre as grandes obras desenvolvidas pelo governo estadual destacam-se a ampliação da calha do rio Tietê, a canalização do rio Tamanduateí, a canalização do rio Cabuçu de Cima e a construção de barragens de cabeceiras que, entre outros objetivos, destinam-se a controlar vazões de cheia, protegendo as várzeas situadas a jusante.

Uma vez que o rio Tietê encontra-se confinado pelas avenidas marginais e apresenta declividades mínimas limites para o transporte de sedimentos, ultimamente todos os esforços de planejamento estão sendo concentrados para impedir que as vazões afluentes ao rio continuem aumentando, seja pela impermeabilização excessiva do solo, pela canalização e retificação indiscriminada de seus afluentes, ou ainda pelo adensamento urbano das várzeas do Tietê a montante da barragem da Penha.

Assim, o Governo do Estado decidiu pôr em prática essa política de controle de cheias, privilegiando ações no sentido de reduzir as afluências para o rio Tietê e seus afluentes, como por exemplo: o Programa de Construção de "Piscinões" na bacia do Tamanduateí e o Programa de Proteção e Conservação da Bacia do Rio Cabuçu de Cima.

Bacia do Ribeira de Iguape

As inundações do baixo curso do rio Ribeira de Iguape, notadamente a partir da cidade de Eldorado para jusante, que afetam amplas áreas de cultivo vizinhas aos cursos de água e cidades ribeirinhas, não são fatos recentes.

As condições climáticas e as características morfológicas da bacia favorecem a ocorrência de chuvas de grande magnitude, tanto em termos de vazões de pico como de volumes das cheias. Estes fatores, aliados à ocupação inadequada de áreas de risco, tanto nas áreas urbanas, quanto nas áreas rurais, fazem da região do Vale do Ribeira uma das mais problemáticas quanto às inundações.

As enchentes de 1995, 1997 e 1998 situam-se entre as cinco maiores já registradas. A de 1997 foi a maior delas, quanto à vazão máxima observada. Com relação ao volume de cheia, a de 1983 foi a maior, alcançando um volume da ordem de 10 bilhões de m^3. Além dos grandes prejuízos às atividades agrícolas da região, a enchente de 1997 atingiu cerca de 5.170 domicílios, desabrigando mais de 15 mil habitantes das zonas urbana e rural de vários municípios atingidos pela cheia.

A abertura do Valo Grande e o posterior fechamento através de uma barragem, devolvendo o rio ao antigo curso para desaguar no oceano, modificou o comportamento hidráulico do curso d'água, alterando a freqüência e a duração das inundações. Das diversas soluções estudadas resultou como a mais conveniente a implantação de um vertedouro com comportas, eclusa e ponte no local da barragem. As obras civis para implantação de vertedouro sobre a barragem foram concluídas em 1993; falta apenas instalar os equipamentos eletromecânicos (comportas) e realizar os serviços e estudos complementares.

Com os estudos recentes realizados pela CESP e pela Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), para o aproveitamento hidroelétrico do rio Ribeira associado ao controle de cheias, os barramentos atualmente previstos para implantação na bacia são: Tijuco Alto, da CBA, e Itaoca, Funil e Batatal, da CESP.

Segundo os estudos de controle de cheias realizados pela CESP, esse conjunto de reservatórios é capaz de controlar eventos de 40 a 50 anos de tempo de recorrência. Para eventos maiores, seria possível apenas atenuar seus efeitos e, em alguns casos, como para a grande cheia de 1983, as inundações ainda seriam inevitáveis.

O relatório elaborado pelo DAEE, em outubro de 1998, denominado "Bacia Hidrográfica do Ribeira do Iguape - Plano de Ação para o Controle das Inundações e Diretrizes para o Desenvolvimento do Vale", apresenta algumas propostas de ações para a bacia para atenuar os problemas causados pelas freqüentes enchentes na região, destacando-se:

- apoiar as iniciativas da CESP e da CBA na implantação de aproveitamentos hidrelétricos com finalidades múltiplas;
- conclusão das obras do vertedouro da Barragem do Valo Grande;
- aprimoramento da rede telemétrica e do sistema de alerta contra inundações;

Acervo ISA

- implementar programas de relocação das populações urbanas e rurais assentadas em áreas de risco de inundação;
- implantar sistemas de sinalização e identificação indicativos de áreas e níveis de risco de inundação, e
- elaborar o mapa de zoneamento de áreas inundáveis do Vale do Ribeira.

Inundações a jusante de reservatórios

Qualquer interferência em um curso de água, mormente pela construção de barragens, provoca profundas alterações no regime desses rios, quer a montante, quer a jusante dos barramentos.

Das alterações provocadas a jusante, destacam-se aquelas conseqüentes da redução das vazões e, portanto, dos níveis d'água. A redução das vazões acompanhada do amortecimento dos picos das cheias no reservatório favorece ainda mais a ocupação indiscriminada das áreas ribeirinhas passíveis de sofrer inundações. Assim, restrições cada vez maiores na magnitude das vazões possíveis de serem liberadas para jusante, sem que provoquem inundações, vêm ao longo do tempo reduzindo a capacidade de regularização dessas obras.

No Estado de São Paulo os aproveitamentos com restrições de operação por afetar áreas situadas a jusante são: Xavantes, da CESP, no rio Paranapanema; Barra Bonita, da CESP, no rio Tietê; Capivara, da CESP, no rio Paranapanema; Jupiá, da CESP, no rio Paraná; Jaguari/Jacareí, da SABESP, no rio Jaguari; Cachoeira/Atibainha, da SABESP, nos rios Cachoeira e Atibainha; Paiva Castro, da SABESP, no rio Juqueri, e Pirapora, Rasgão e Porto Góes, da ELETROPAULO, no rio Tietê.

Situação atual das UGRHIs

As páginas seguintes apresentam um diagnóstico, de forma resumida, com os principais problemas das UGRHIs:

- escassez e poluição da água;
- desmatamento, erosão, assoreamento e inundação;
- superexplotação e poluição das águas subterrâneas;
- disposição de resíduos sólidos;
- atendimento de rede de água.

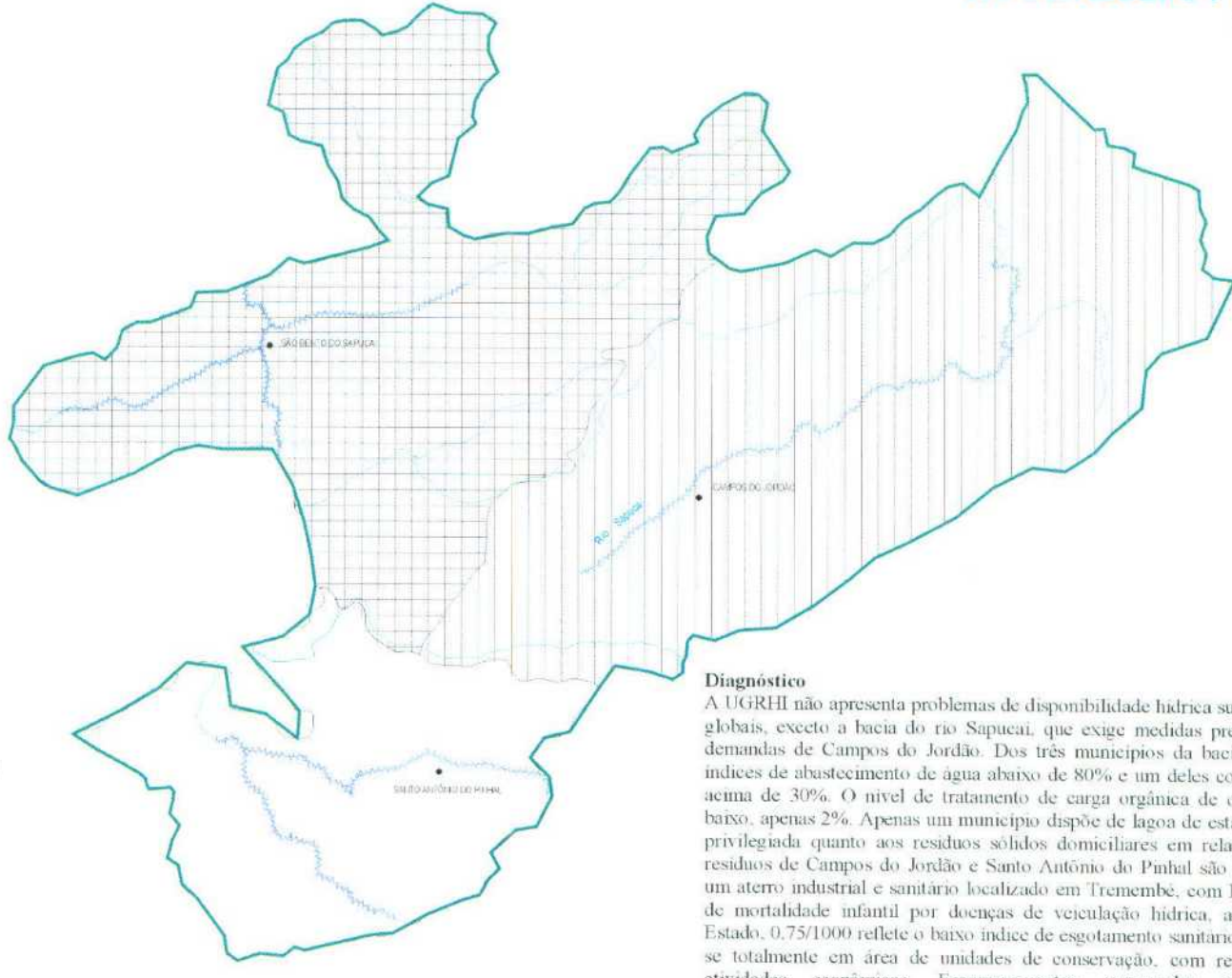
Complementando o diagnóstico encontram-se os mapas-síntese, nos quais as áreas críticas representadas foram assim definidas:

- disponibilidade hídrica: quando as demandas suplantam em mais de 50% a disponibilidade superficial mínima;
- tratamento de esgotos: quando o índice de tratamento atinge menos que 30% dos esgotos gerados;
- disposição inadequada de lixo doméstico: quando o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos - IQR é menor ou igual a 6.
- qualidade de água: quando o índice de qualidade das águas superficiais é péssimo ou ruim;
- inundações: alta suscetibilidade por trechos de rio;
- erosão: áreas de alto potencial.

Os problemas de disponibilidade, tratamento de esgotos e disposição inadequada de lixo doméstico são representados através de hachuras na área total do município integrante da UGRHI, indicando a existência de alguma área crítica ou de deficiência, no município correspondente. Já nos casos de erosão, qualidade da água e inundações os problemas são localizados na bacia.

Acervo ISA

UGRHI 1
MANTIQUEIRA



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

0 2,5 5 km

Diagnóstico

A UGRHI não apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial em termos globais, exceto a bacia do rio Sapucaí, que exige medidas preventivas devido às demandas de Campos do Jordão. Dos três municípios da bacia, dois apresentam índices de abastecimento de água abaixo de 80% e um deles com índice de perdas acima de 30%. O nível de tratamento de carga orgânica de origem doméstica é baixo, apenas 2%. Apenas um município dispõe de lagoa de estabilização. Situação privilegiada quanto aos resíduos sólidos domiciliares em relação ao Estado. Os resíduos de Campos do Jordão e Santo Antônio do Pinhal são encaminhados para um aterro industrial e sanitário localizado em Tremembé, com IQR = 10. O índice de mortalidade infantil por doenças de veiculação hídrica, acima da média do Estado, 0,75/1000 reflete o baixo índice de esgotamento sanitário de 45%. Localiza-se totalmente em área de unidades de conservação, com restrições a algumas atividades econômicas. Escorregamentos provocados por assentamentos populacionais ocorrem principalmente em Campos do Jordão. Revela alta suscetibilidade a inundações em trechos dos rios Sapucaí e Sapucaí-Mirim junto a áreas urbanas.

Municípios com índice de abastecimento < 80%
Campos do Jordão
Santo Antonio do Pinhal

Acervo ISA

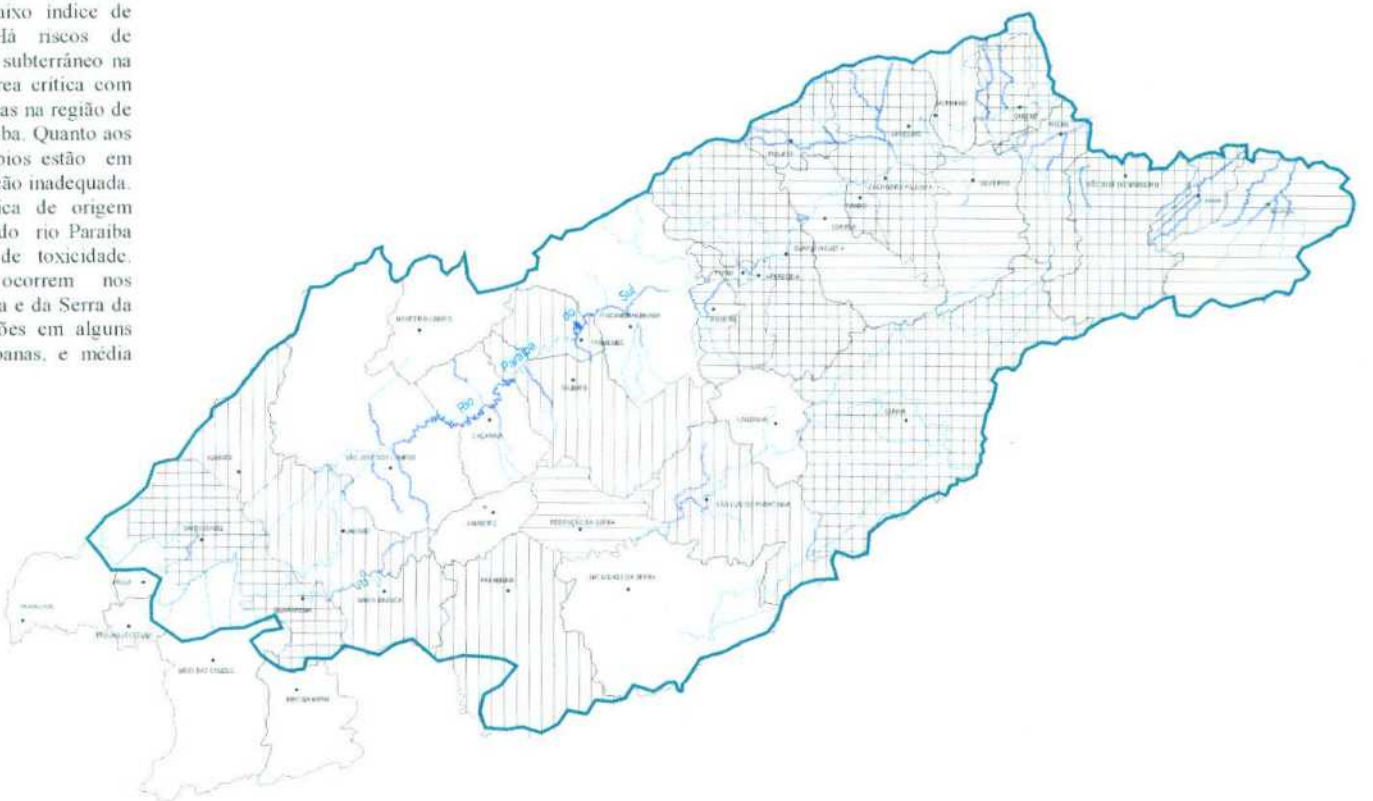
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 2

PARAÍBA DO SUL

Diagnóstico

Não apresenta grandes problemas de disponibilidade hídrica superficial em termos globais. Dos 34 municípios da bacia, 5 apresentam índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 23 possuem índice de perdas acima de 30%. Baixo índice de tratamento do esgoto doméstico, 25%. Há riscos de rebaixamento acentuado da superfície do lençol subterrâneo na área urbana de São José dos Campos e uma área crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas na região de São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba. Quanto aos resíduos sólidos domiciliares, 45% dos municípios estão em situação adequada ou controlada e 55% em situação inadequada. O baixo índice de redução da carga orgânica de origem doméstica reflete-se no IQA *somente aceitável* do rio Paraíba do Sul, com intensificação dos problemas de toxicidade. Processos de escorregamentos naturais ocorrem nos compartimentos serranos da Serra da Mantiqueira e da Serra da Bocaina. Existe alta suscetibilidade a inundações em alguns afluentes do rio Paraíba do Sul nas áreas urbanas, e média suscetibilidade ao longo do rio.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

0 10 20 km

Município com área urbana apresentando indícios de rebaixamento acentuado no lençol de água subterrânea
São José dos Campos

Municípios com índice de abastecimento < 80%
Guararema
Redenção da Serra
Igaratá
Santa Isabel
Potim

Acervo ISA

UGRHI 3
LITORAL NORTE

Diagnóstico

Não apresenta grandes problemas de disponibilidade hídrica superficial em termos globais.

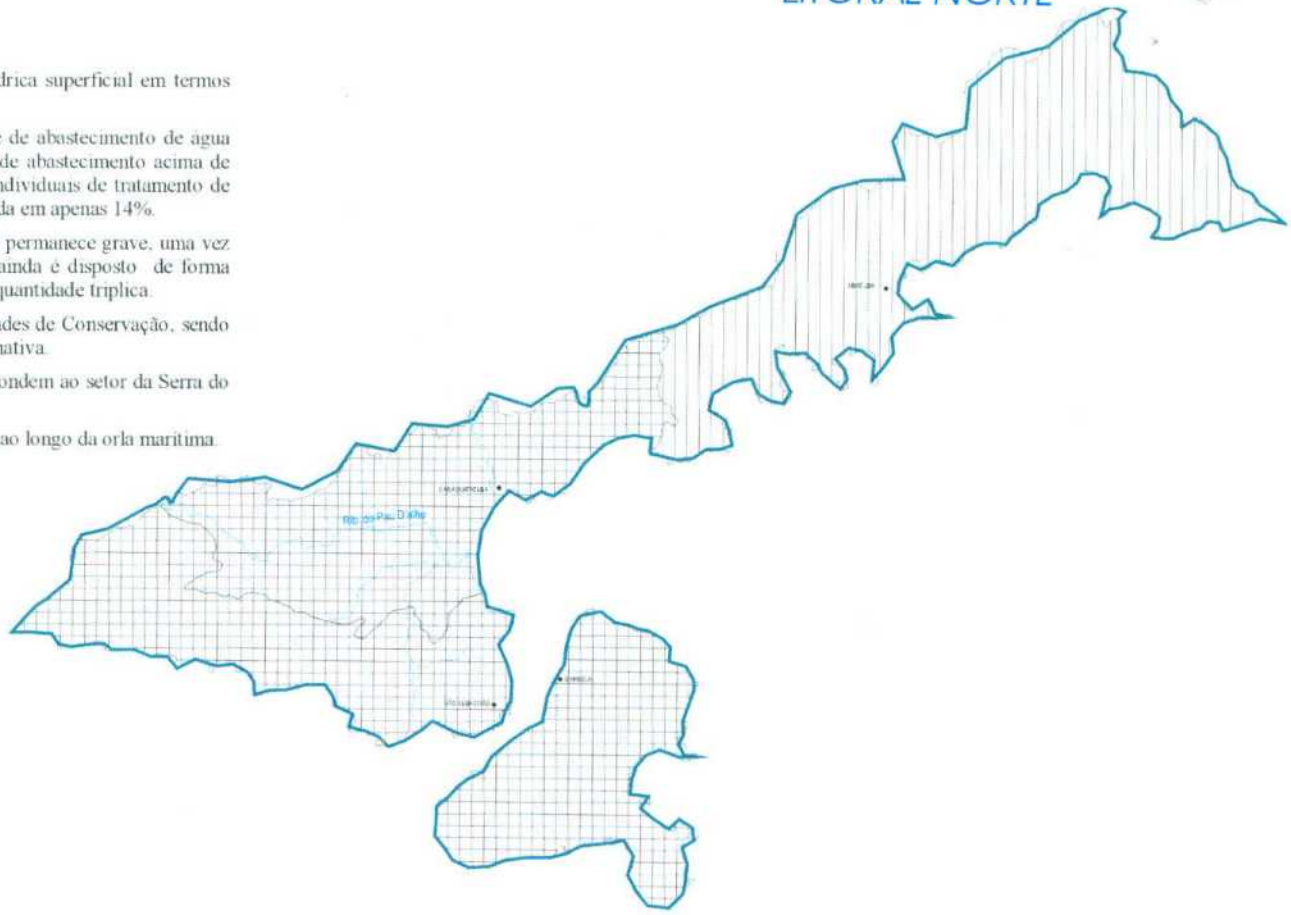
Dos quatro municípios da bacia, dois apresentam índice de abastecimento de água abaixo de 80% e três com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%. Apesar da existência de emissário e de sistemas individuais de tratamento de esgotos, a carga orgânica de origem doméstica foi reduzida em apenas 14%.

Quanto aos resíduos sólidos domiciliares a situação local permanece grave, uma vez que todo o lixo domiciliar gerado, ou seja, 70 t/dia, ainda é disposto de forma inadequada. Nos feriados e em épocas de temporada, a quantidade triplica.

A maior parte da área da UGRHI está inserida em Unidades de Conservação, sendo que cerca de 79% da área está preservada por vegetação nativa.

Existem processos de movimentos de massa que correspondem ao setor da Serra do Mar onde configuram áreas de deposição de sedimentos.

Há baixa suscetibilidade a inundações nas áreas urbanas, ao longo da orla marítima.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

0 5 10 km

Municípios com índice de abastecimento <80%
Ilhabela
São Sebastião

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 4
PARDO

Diagnóstico

Bacia crítica quanto à disponibilidade hídrica superficial, com uso consuntivo elevado e alta demanda para irrigação, notadamente na sub-bacia do Tambaú/Verde e do ribeirão Preto.

A UGRHI possui 12 dos 23 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

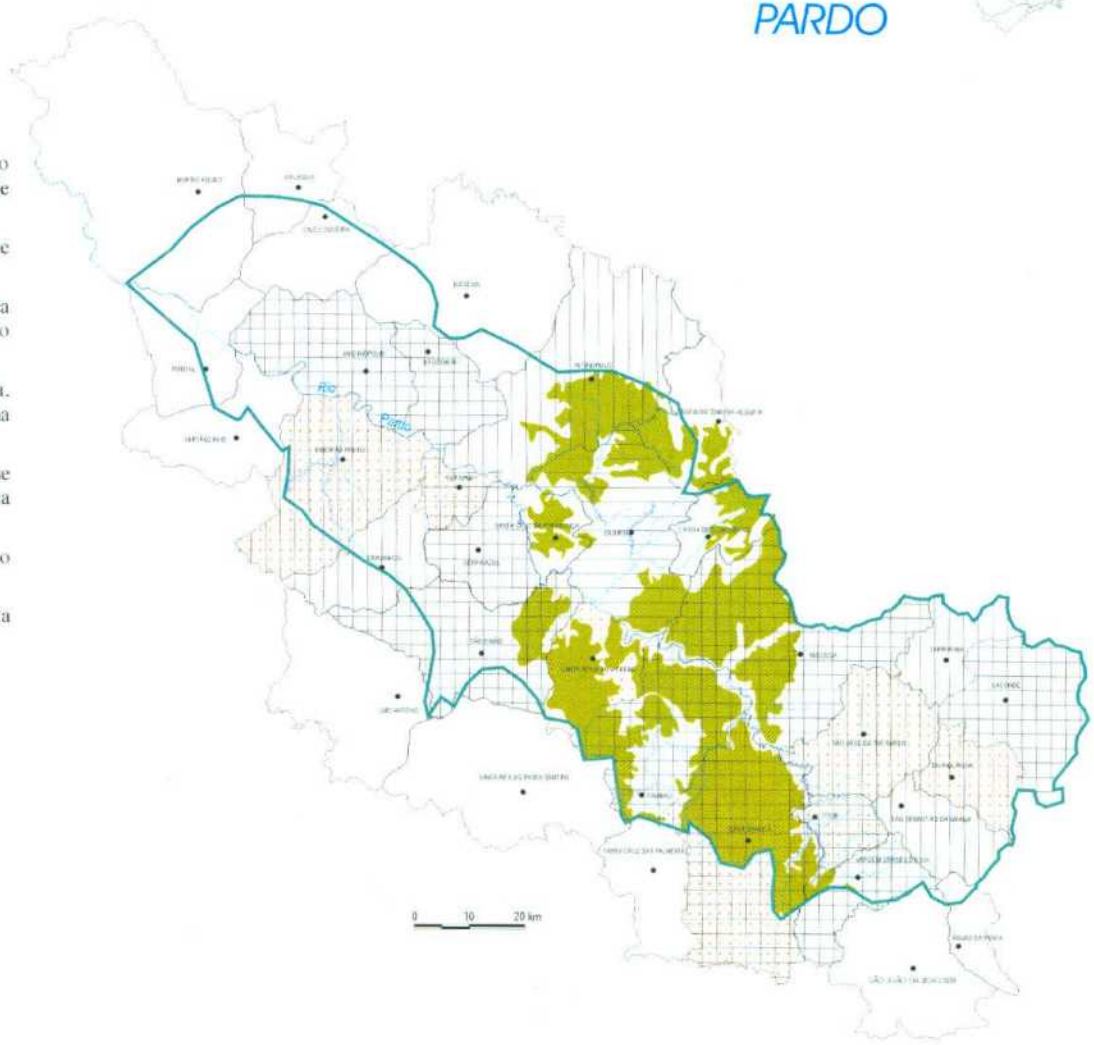
Há riscos de rebaixamento acentuado da superfície do lençol subterrâneo na área urbana de Ribeirão Preto. A área também é considerada crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas na região de Ribeirão Preto e arredores.

Em 1998, de um total de 415 t/dia de lixo, 66% eram destinadas de forma adequada, porcentual determinado exclusivamente pelo município de Ribeirão Preto. De forma controlada são depositados 11%, e 23% de modo inadequado.

O baixo índice de remoção da carga orgânica de origem doméstica de 8% reflete-se no IQA dos cursos d'água da região. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

A UGRHI apresenta médio índice de erodibilidade. Merece atenção especial o município de Casa Branca.

Existe média suscetibilidade a inundações ao longo do rio Pardo e alta suscetibilidade em alguns afluentes que atravessam áreas densamente urbanizadas.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Município com área urbana apresentando indícios de rebaixamento acentuado no lençol de água subterrânea e elevado risco de poluição
Ribeirão Preto

Acervo ISA

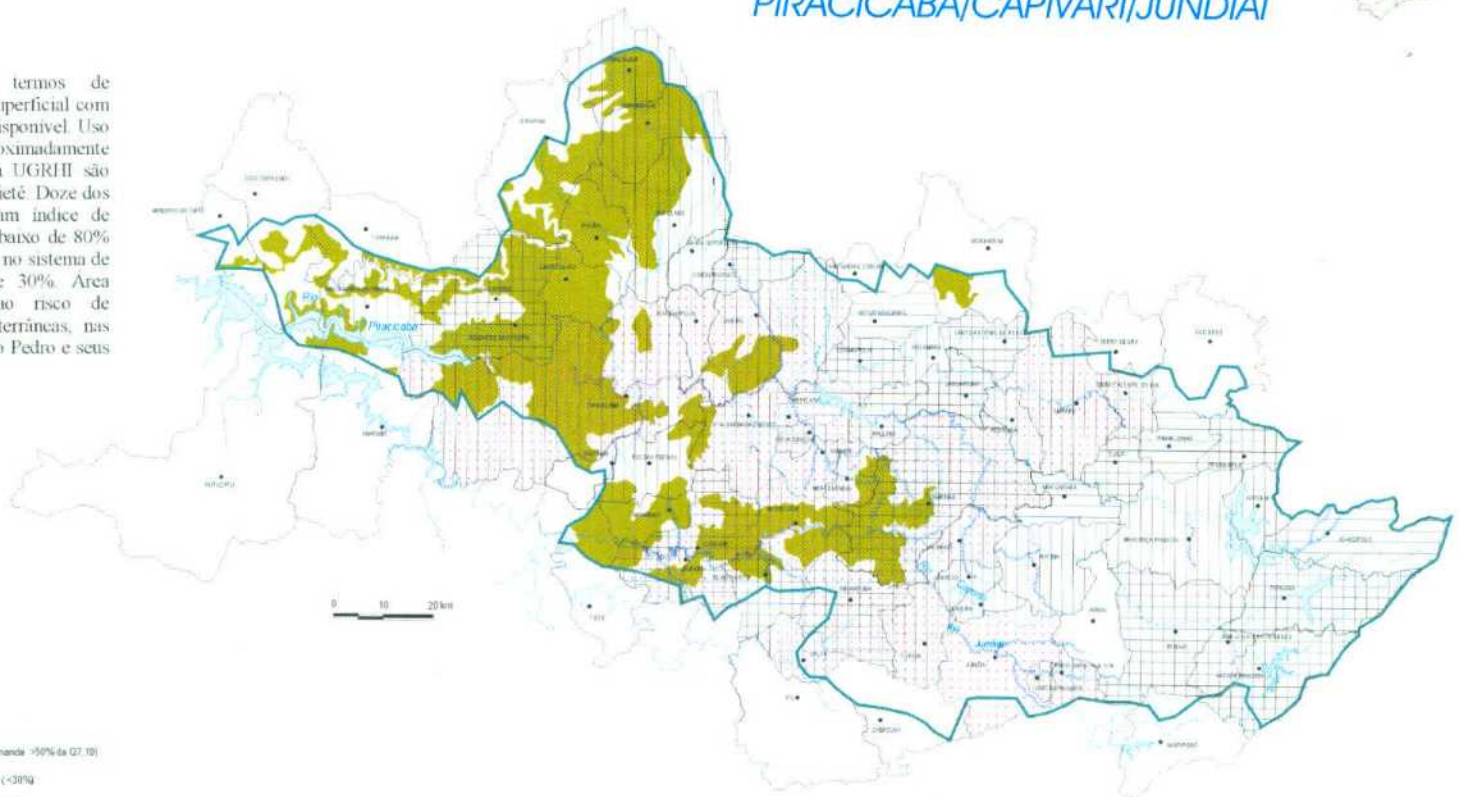
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 5

PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAÍ

Diagnóstico

UGRHI crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial com demandas próximas ao disponível. Uso consuntivo elevado. Aproximadamente 20% da vazão média da UGRHI são exportados para o Alto Tietê. Doze dos 57 municípios apresentam índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 29 com índice de perda no sistema de abastecimento acima de 30%. Área crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas, nas regiões de Campinas, São Pedro e seus arredores.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<38%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou pessima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Os municípios geram, em conjunto, 1.957,44 t/dia de lixo, dos quais, 26% utilizaram sistemas adequados, 34% sistemas controlados e 40% sistemas inadequados de deposição de resíduos sólidos. A qualidade das águas superficiais em longos trechos dos principais rios da UGRHI apresenta-se degradada, em decorrência da falta de tratamento de efluentes urbanos e da contribuição dos lançamentos de cargas poluidoras remanescentes industriais. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro. Deve ser objeto de estudo um diagnóstico visando orientar medidas corretivas e preventivas de controle de erosão e assoreamento. Na região existe alta suscetibilidade a inundações em trechos urbanos dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí e do ribeirão Quilombo, e de média a alta em trechos dos rios Jaguari e Atibaia.

Municípios com índice de abastecimento < 80%

Atibaia
Iracemápolis
Itupeva
Jarinu
Joanópolis
Louveira
Nazaré Paulista
Piracaia
Santo Antônio de Posse
Tuiuti
Vargem
Vinhedo

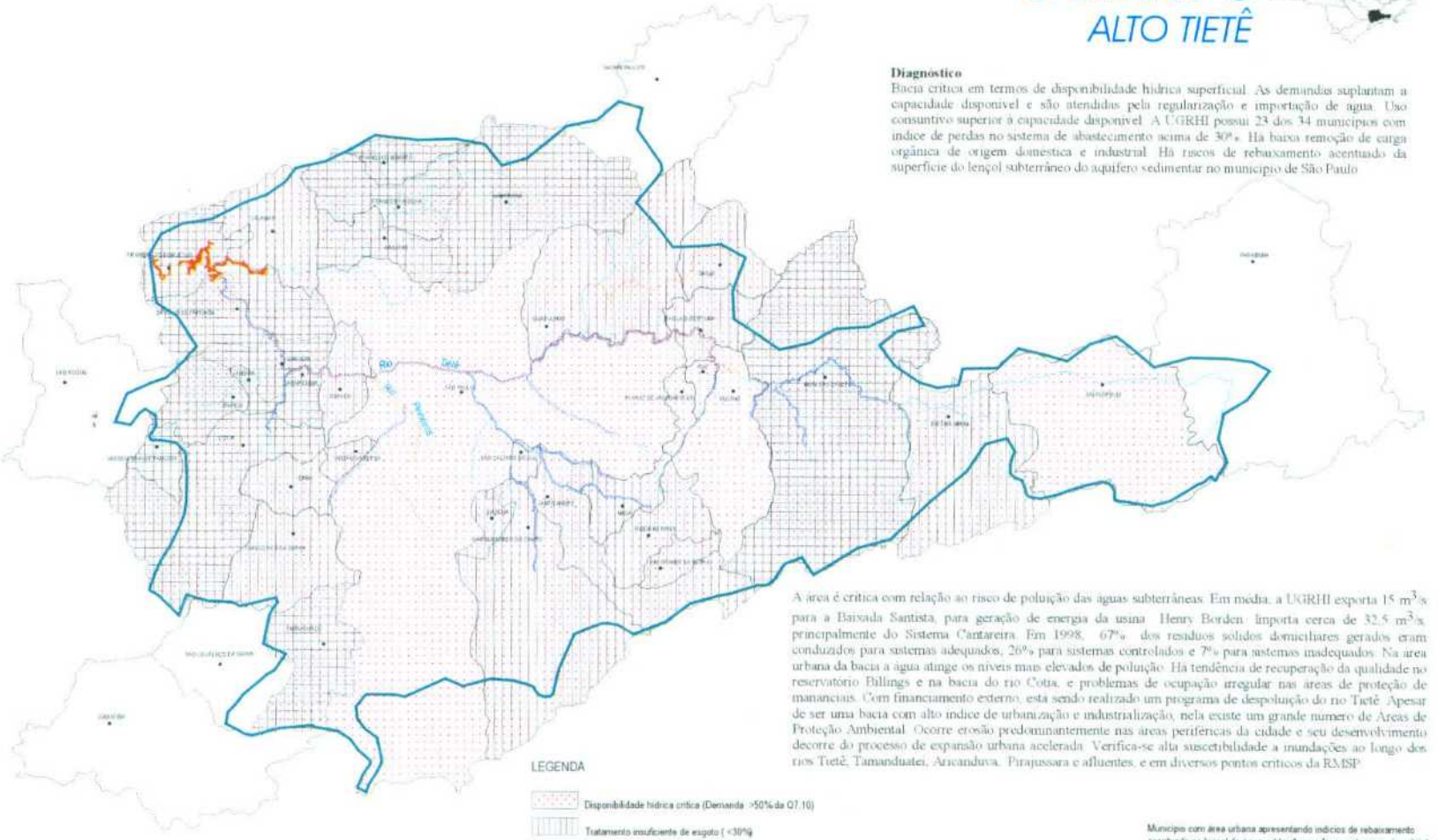
Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 6
ALTO TIETÊ

Diagnóstico

Bacia crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial. As demandas suplantam a capacidade disponível e são atendidas pela regularização e importação de água. Uso consuntivo superior à capacidade disponível. A UGRHI possui 23 dos 34 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%. Há baixa remoção de carga orgânica de origem doméstica e industrial. Há riscos de rebaixamento acentuado da superfície do lençol subterrâneo do aquífero sedimentar no município de São Paulo.



A área é crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas. Em média, a UGRHI exporta 15 m^3/s para a Baixada Santista, para geração de energia da usina Henry Borden. Importa cerca de 32,5 m^3/s, principalmente do Sistema Cantareira. Em 1998, 67% dos resíduos sólidos domiciliares gerados eram conduzidos para sistemas adequados, 26% para sistemas controlados e 7% para sistemas inadequados. Na área urbana da bacia a água atinge os níveis mais elevados de poluição. Há tendência de recuperação da qualidade no reservatório Billings e na bacia do rio Cotia, e problemas de ocupação irregular nas áreas de proteção de mananciais. Com financiamento externo, está sendo realizado um programa de despoluição do rio Tietê. Apesar de ser uma bacia com alto índice de urbanização e industrialização, nela existe um grande número de Áreas de Proteção Ambiental. Ocorre erosão predominantemente nas áreas periféricas da cidade e seu desenvolvimento decorre do processo de expansão urbana acelerada. Verifica-se alta suscetibilidade a inundações ao longo dos rios Tietê, Tamanduatei, Aricanduva, Pirajussara e afluentes, e em diversos pontos críticos da RMSP.

LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Municípios com área urbana apresentando indícios de rebaixamento acentuado no lençol de água subterrânea e focos potenciais de poluição
São Paulo

Municípios com índice de abastecimento < 80%
Biritiba-Mirim
Embu-Guaçu
Mairiporã
Pirapora do Bom Jesus

0 5 10 km

Nota: As hachuras indicam área crítica ou problema no município.

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 7

BAIXADA SANTISTA

Diagnóstico

UGRHI crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial. Depende da reversão do Alto Tietê para atender às demandas de sua porção central e combater o problema da intrusão salina. Uso consuntivo elevado.

Altos índices de poluição nas bacias dos rios Cubatão, Mogi e Quilombo, devido à forte descarga industrial, e em Jurubatuba devido aos efluentes domésticos. O índice de remoção de carga orgânica de origem doméstica está próximo a 50%. Excetuando-se o município de Santos, os demais tratam de forma incipiente seus esgotos.

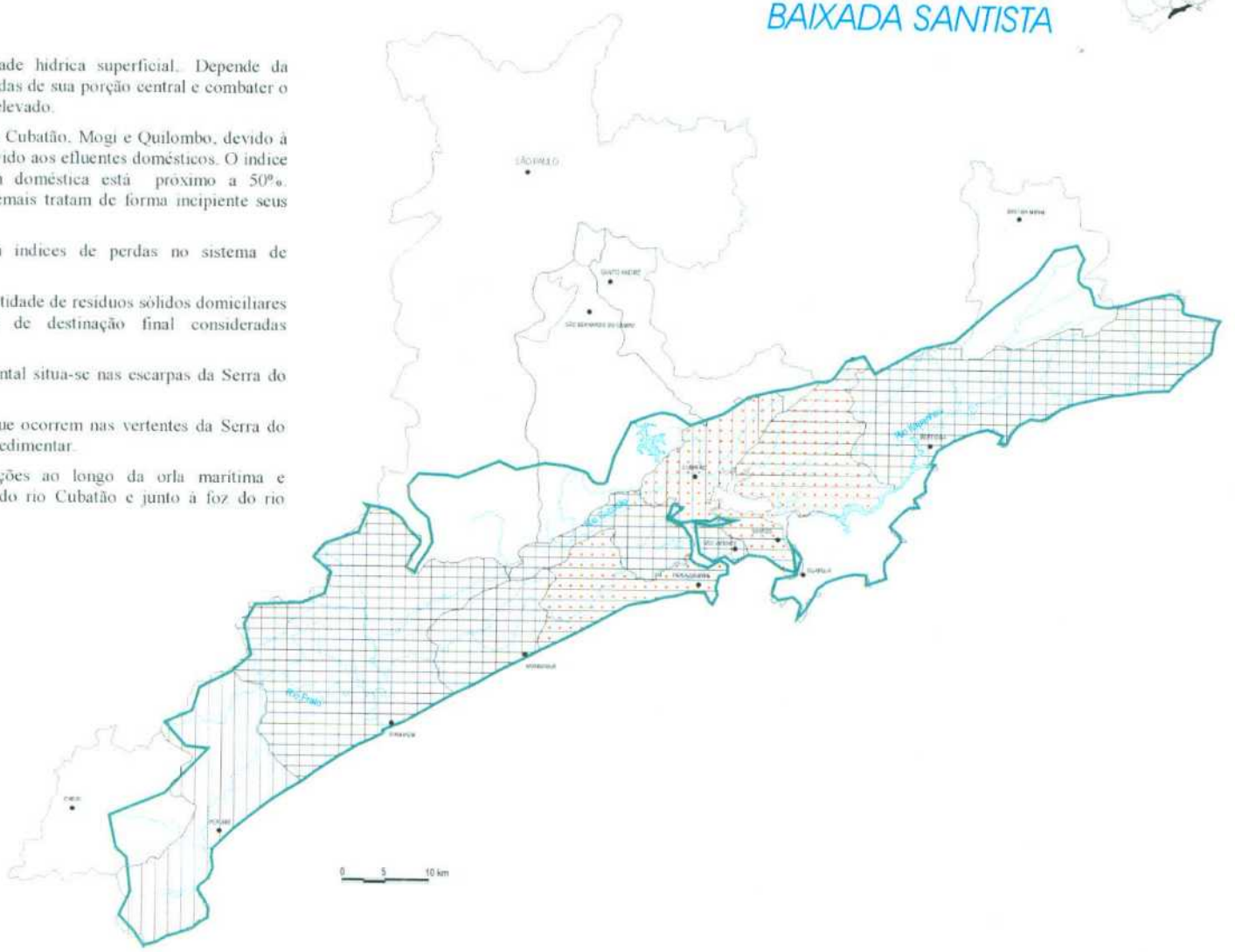
Os nove municípios da UGRHI possuem índices de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

Em 1998, 67% dos municípios e 74% da quantidade de resíduos sólidos domiciliares gerados enquadravam-se em condições de destinação final consideradas inadequadas.

A maior parte das Áreas de Proteção Ambiental situa-se nas escarpas da Serra do Mar.

Há processos erosivos por ravinamentos que ocorrem nas vertentes da Serra do Mar, onde se configuram áreas de deposição sedimentar.

Verifica-se baixa suscetibilidade a inundações ao longo da orla marítima e inundações asssociadas à maré no estuário do rio Cubatão e junto à foz do rio Branco em Itanhaém.



LEGENDA

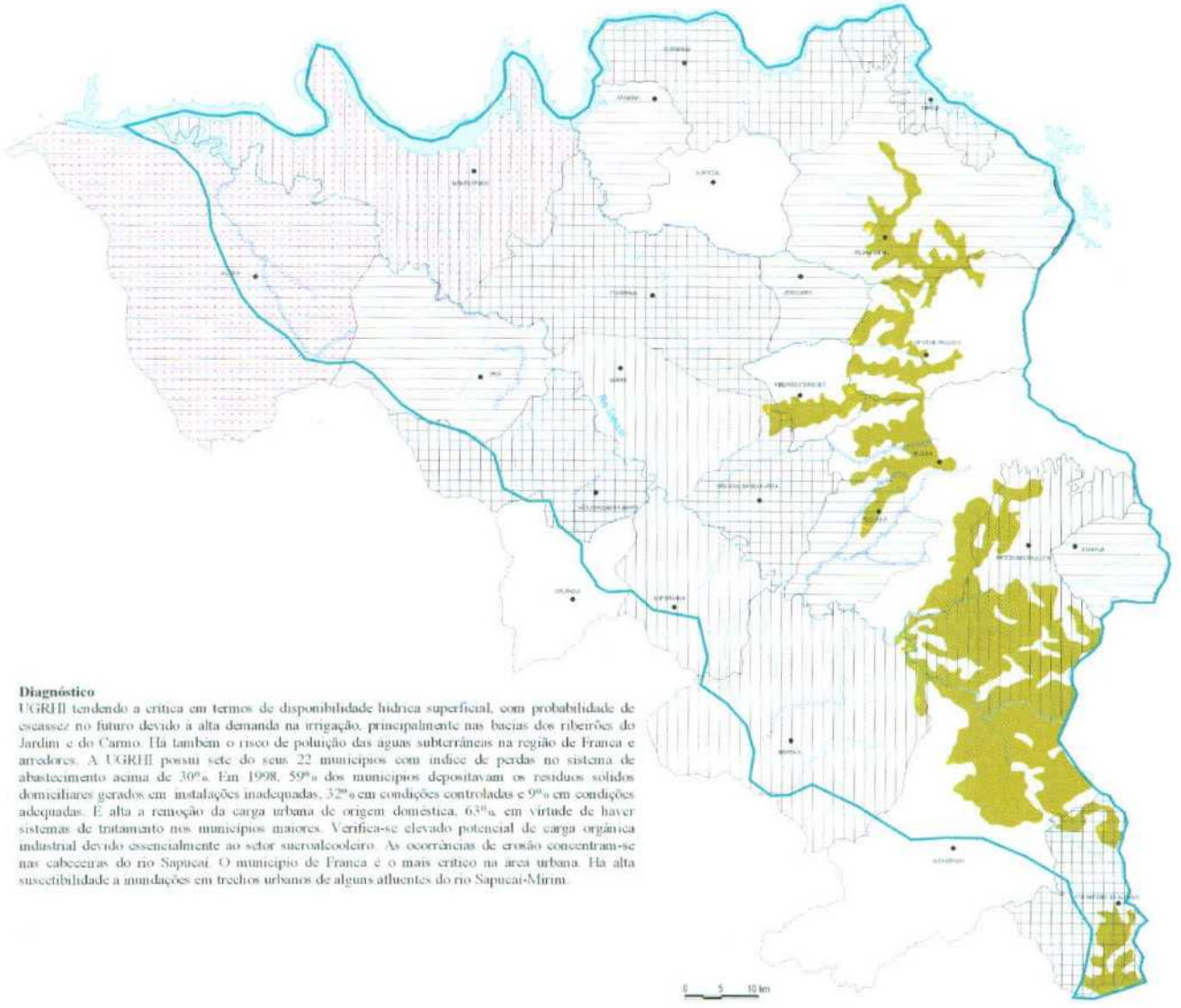
- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 8

SAPUCAÍ / GRANDE



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou pessima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Diagnóstico

UGRHI tendendo a crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial, com probabilidade de escassez no futuro devido à alta demanda na irrigação, principalmente nas bacias dos ribeirões do Jardim e do Carmo. Há também o risco de poluição das águas subterrâneas na região de Franca e arredores. A UGRHI possui sete do seus 22 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%. Em 1998, 59% dos municípios depositavam os resíduos sólidos domiciliares gerados em instalações inadequadas, 32% em condições controladas e 9% em condições adequadas. É alta a remoção da carga urbana de origem doméstica, 63%, em virtude de haver sistemas de tratamento nos municípios maiores. Verifica-se elevado potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro. As ocorrências de erosão concentram-se nas cabeceiras do rio Sapucaí. O município de Franca é o mais crítico na área urbana. Há alta suscetibilidade a inundações em trechos urbanos de alguns afluentes do rio Sapucaí-Mirim.

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 9
MOGI - GUAÇU

Diagnóstico

Bacia crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial, com demandas elevadas devido à irrigação e ao setor sucroalcooleiro, principalmente no Alto Mogi e Jaguari-Mirim. Uso consuntivo elevado. Também apresenta criticidade com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas na área de recarga do sistema aquífero Guarani.

Dos 38 municípios, apenas um apresenta índice de abastecimento de água inferior a 80% e 23 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

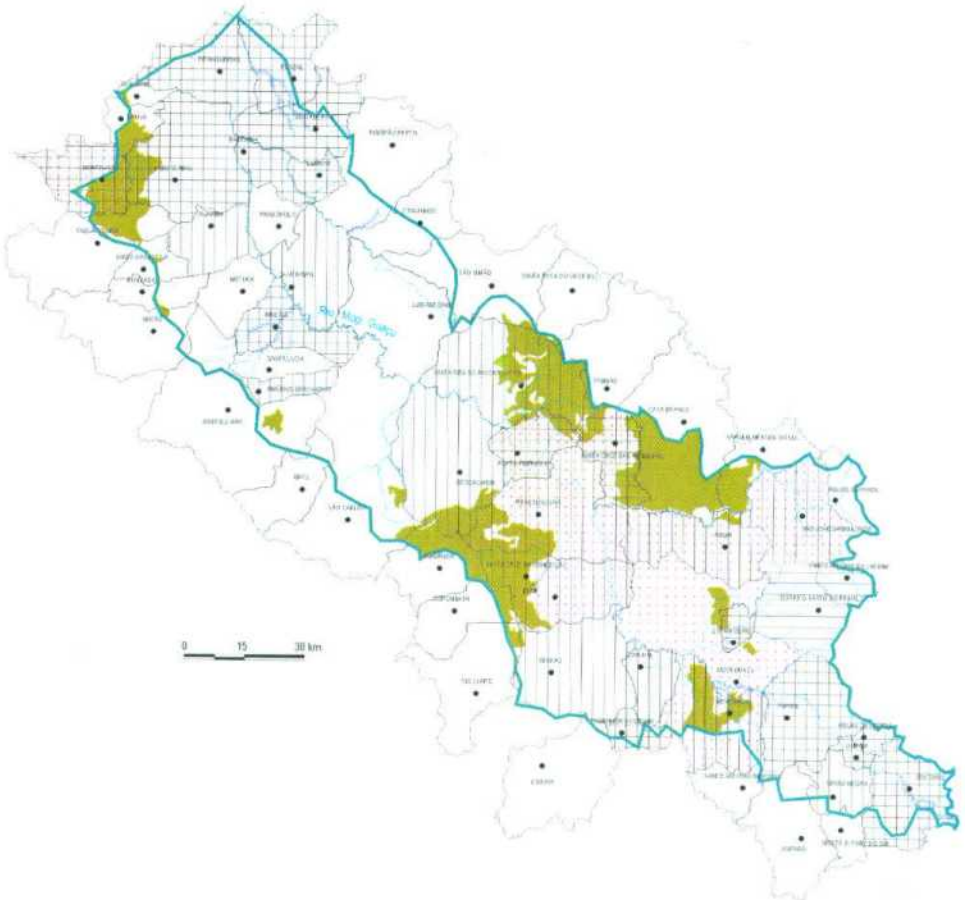
Em 1998, 43% dos municípios depositavam resíduos sólidos domiciliares em instalações inadequadas, 14% em condições controladas e 43% em condições adequadas.

A UGRHI apresenta baixo índice de remoção da carga orgânica de origem doméstica, 12%, em virtude de a maioria dos municípios não dispor de sistemas de tratamento. Somente cinco municípios tratam integralmente seus esgotos. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

Os setores críticos relacionados à erosão são pouco expressivos em área. Devem ser efetuados estudos mais detalhados para os municípios de Descalvado e Pirassununga.

Há média suscetibilidade a inundações ao longo do rio Mogi-Guaçu e alta suscetibilidade em alguns de seus afluentes em trechos urbanos.

Apesar de possuir sete Unidades de Conservação, apenas 5% de sua área está preservada por vegetação nativa.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite da UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Município com índice de abastecimento < 80%
Aguaí

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 10

TIETÊ / SOROCABA

Diagnóstico

UGRHI prejudicada pela péssima qualidade das águas provenientes da Região Metropolitana, agravada pela contribuição dos rios Jundiaí e Capivari, inviabilizando a utilização do rio Tietê para abastecimento, irrigação, pesca etc.

UGRHI crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial com demandas elevadas devido à irrigação, principalmente no Alto Sorocaba. Há conflitos de uso entre a irrigação e o setor industrial no Baixo Sorocaba/Tatuí. Uso consuntivo elevado. Também é crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas na área de recarga do sistema aqüífero Guarani, no município de Botucatu e arredores.

Cinco dos 34 municípios apresentam índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 23 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

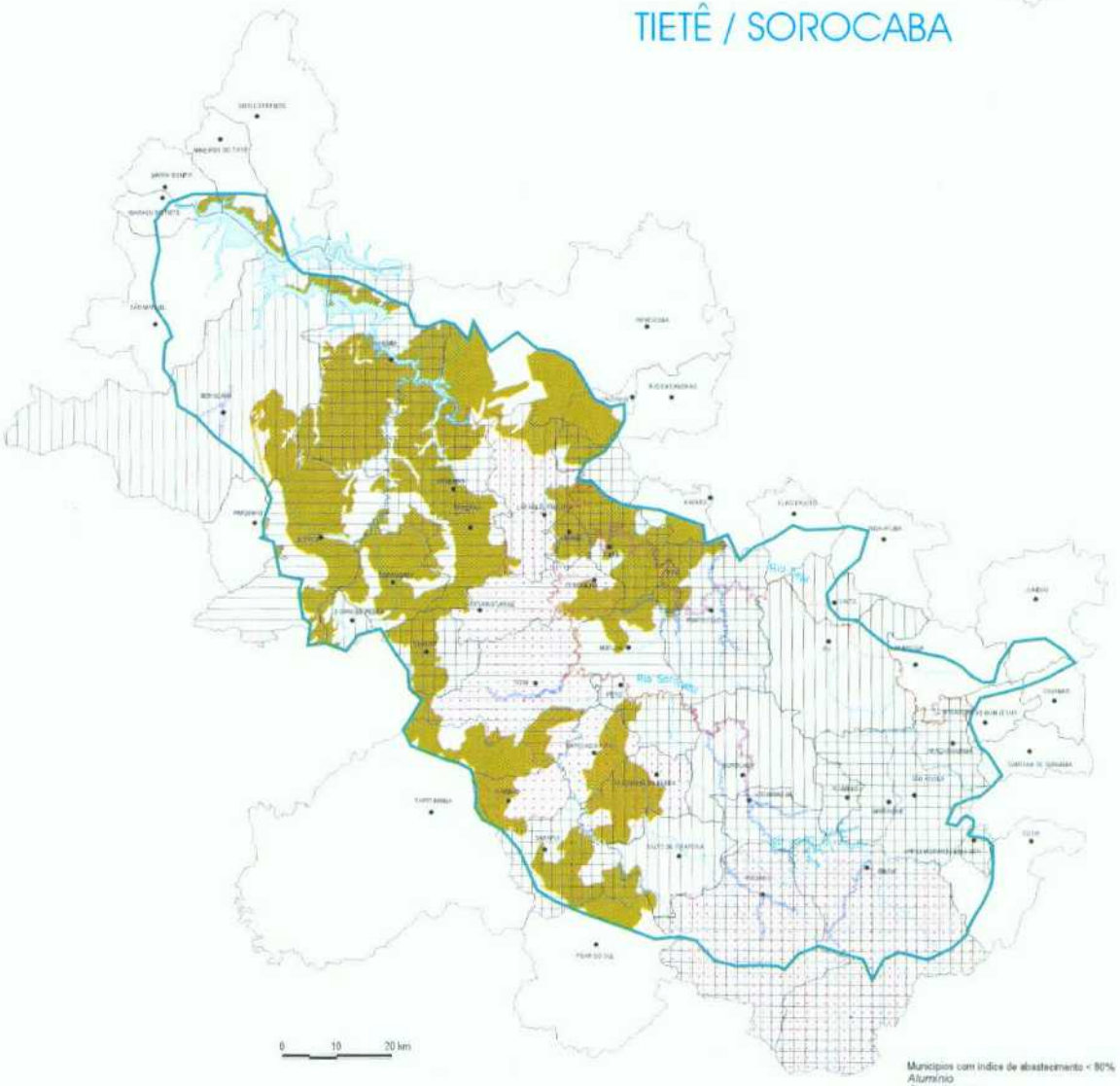
Nela se encontra o trecho de 130 Km da Hidrovia Tietê-Paraná, entre Conchas e a barragem de Barra Bonita.

Em 1998 foram geradas 583 t/dia de lixo domiciliar, sendo 32% dispostas em condições inadequadas e 68% em condições controladas.

Há na UGRHI, em média, 12% de taxa de remoção da carga orgânica de origem doméstica. Verifica-se elevado potencial de carga orgânica industrial devido principalmente ao setor sucro-alcooleiro.

Criada recentemente, a APA Itupararanga visa proteger as águas do reservatório do mesmo nome, usado também para abastecimento doméstico.

Há alta suscetibilidade a inundações em trechos dos rios Sorocaba e Tietê, e média a alta suscetibilidade em afluentes do rio Tietê, principalmente junto à áreas urbanas.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Municípios com índice de abastecimento < 80%
Alumínio
Araçariguama
Araçoiaba da Serra
Ibiúna
Vargem Grande Paulista

Acervo ISA

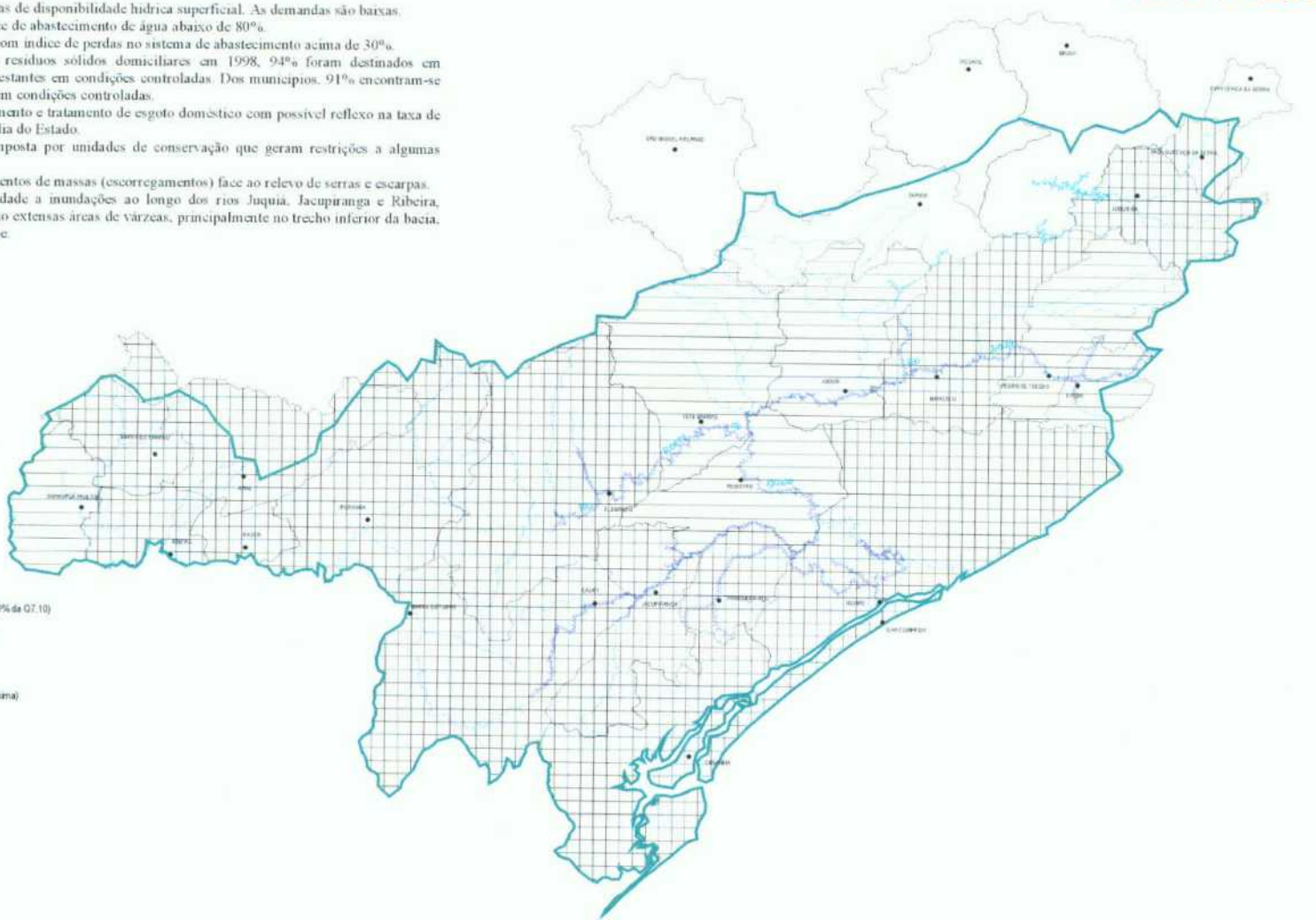
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 11

RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL

Diagnóstico

A UGRHI não apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial. As demandas são baixas.
Dois municípios apresentam índice de abastecimento de água abaixo de 80%.
A UGRHI possui 15 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.
Quanto à quantidade gerada de resíduos sólidos domiciliares em 1998, 94% foram destinados em condições inadequadas e os 6% restantes em condições controladas. Dos municípios, 91% encontram-se em condições inadequadas e 9% em condições controladas.
Apresenta baixo índice de esgotamento e tratamento de esgoto doméstico com possível reflexo na taxa de mortalidade infantil acima da média do Estado.
A maior parte da UGRHI é composta por unidades de conservação que geram restrições a algumas atividades econômicas.
A erosão processa-se por movimentos de massas (escorregamentos) face ao relevo de serras e escarpas.
É de média a alta a suscetibilidade a inundações ao longo dos rios Juquiá, Jacupiranga e Ribeira, atingindo tanto áreas urbanas como extensas áreas de várzeas, principalmente no trecho inferior da bacia, desde Eldorado e Juquiá até Iguape.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou pessima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Municípios com índice de abastecimento < 80%
Juquitiba
São Lourenço da Serra

Acervo ISA

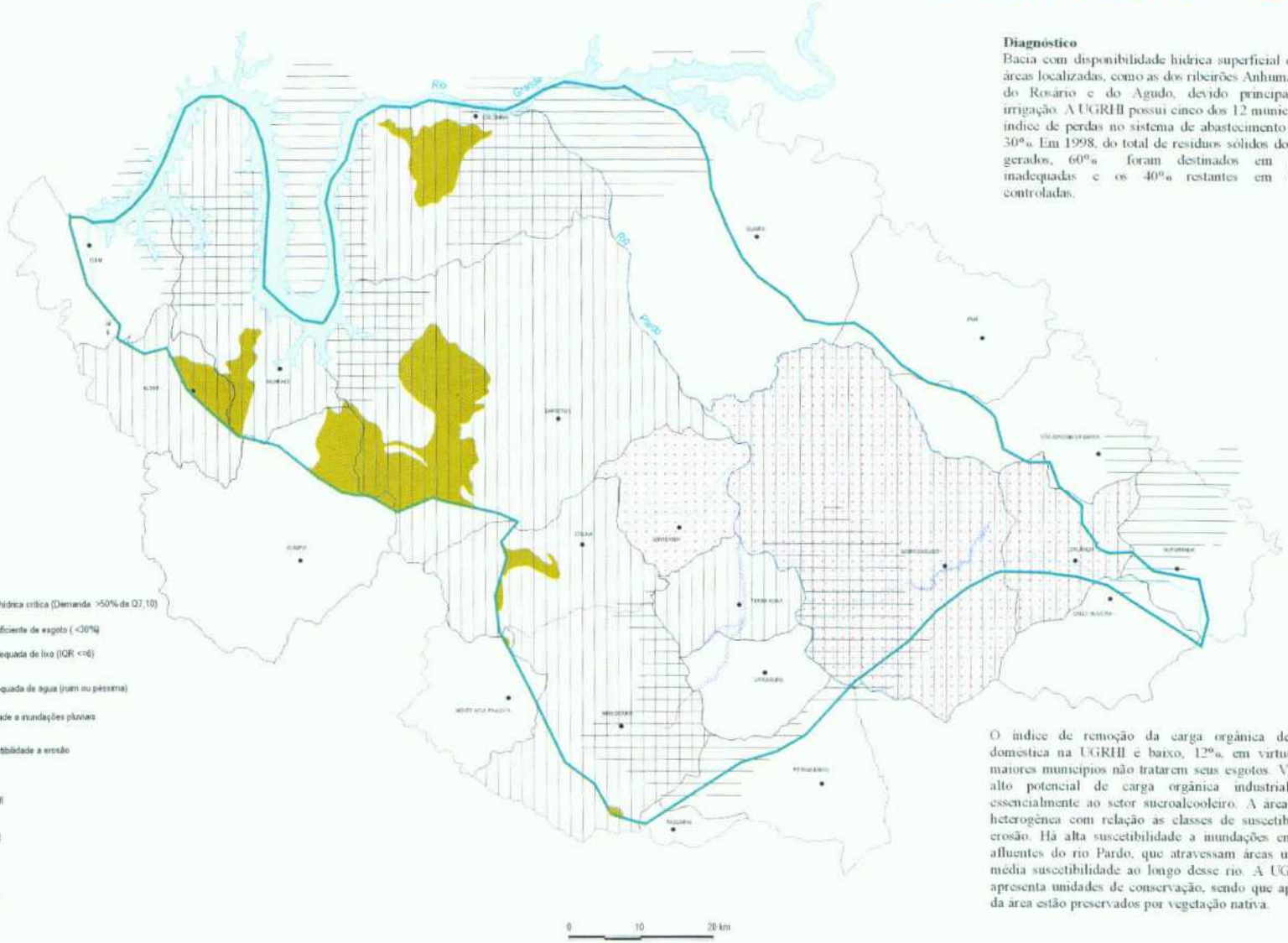
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 12

BAIXO PARDO / GRANDE

Diagnóstico

Bacia com disponibilidade hídrica superficial crítica em áreas localizadas, como as dos ribeirões Anhumas, Velho, do Rosário e do Agudo, devido principalmente à irrigação. A UGRHI possui cinco dos 12 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%. Em 1998, do total de resíduos sólidos domiciliares gerados, 60% foram destinados em condições inadequadas e os 40% restantes em condições controladas.



O índice de remoção da carga orgânica de origem doméstica na UGRHI é baixo, 12%, em virtude de os maiores municípios não tratarem seus esgotos. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro. A área é muito heterogênea com relação às classes de suscetibilidade à erosão. Há alta suscetibilidade a inundações em poucos afluentes do rio Pardo, que atravessam áreas urbanas, e média suscetibilidade ao longo desse rio. A UGRHI não apresenta unidades de conservação, sendo que apenas 5% da área estão preservados por vegetação nativa.

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 13

TIETÊ / JACARÉ

Diagnóstico

Crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial, a UGRHI apresenta demandas elevadas, devido à irrigação e ao setor sucro-alcooleiro, notadamente nas bacias do médio Jacaré-Guaçu e Ribeirão dos Lençóis.

A bacia possui 19 dos 34 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

Há riscos de rebaixamento acentuado da superfície do lençol subterrâneo nas áreas urbanas de Bauru e Araraquara. Área crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas, na região de Bauru, Araraquara, Brotas e arredores.

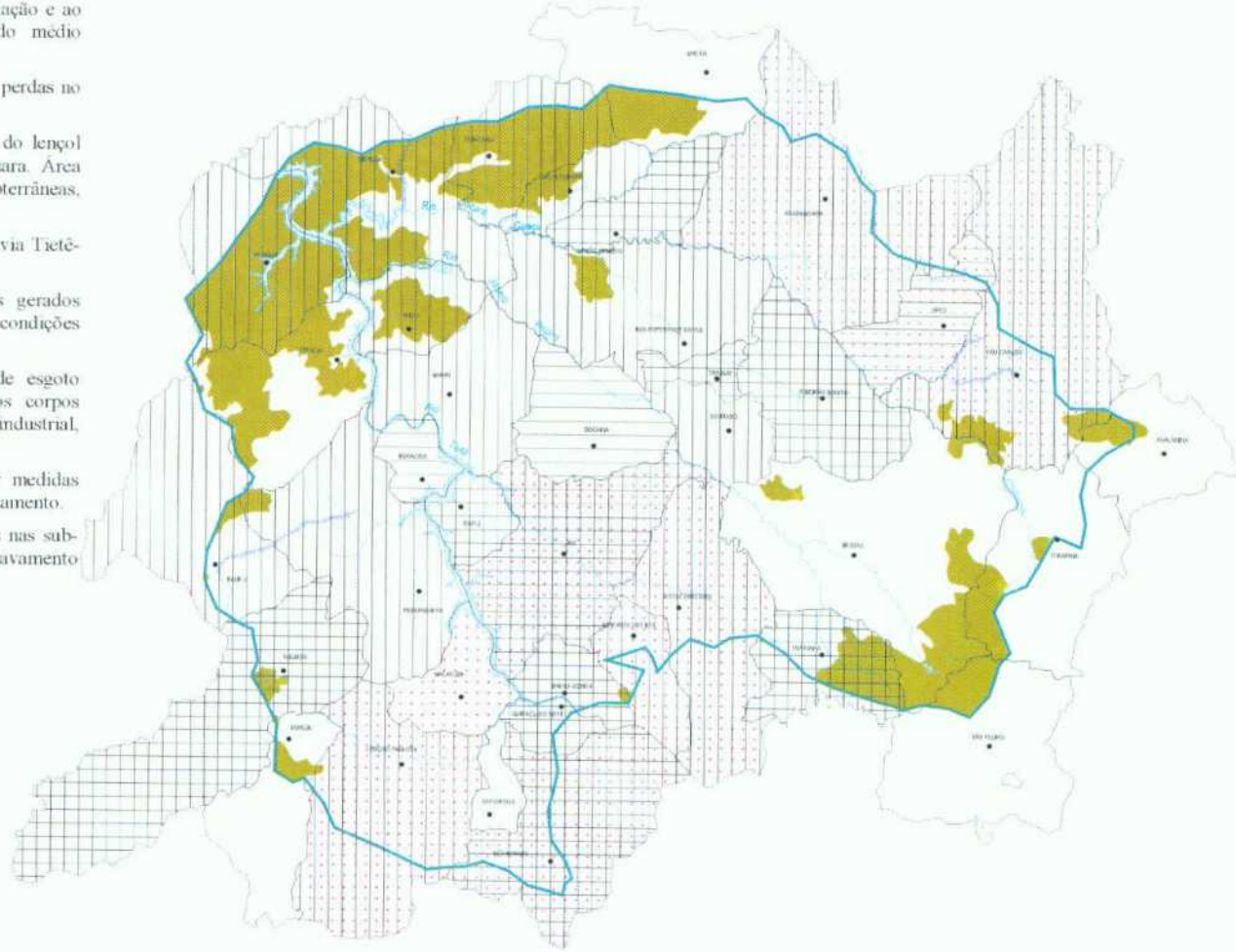
Na UGRHI encontra-se trecho de 140 Km da Hidrovia Tietê-Paraná, entre as barragens de Barra Bonita e Ibitinga.

Em 1998, 22% dos resíduos sólidos domiciliares gerados apresentavam condições inadequadas, 12% condições controladas e 66% condições adequadas.

A bacia apresenta baixo índice de tratamento de esgoto doméstico, 8%, com lançamentos "in natura" nos corpos d'água. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial, devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

A UGRHI é objeto de estudos visando a orientar medidas corretivas e preventivas de controle de erosão e assoreamento.

Apresenta média a alta suscetibilidade a inundações nas sub-bacias dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, com agravamento junto a áreas urbanizadas.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

0 10 20 km

Município com área urbana apresentando indícios de rebaixamento acentuado no lençol de água subterrânea
Bauru

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 14

ALTO PARANAPANEMA

Diagnóstico

A UGRHI não apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial em termos globais; contudo, existem áreas que podem ser consideradas críticas, como no Baixo Itapetininga e Alto Taquari, devido principalmente às altas demandas para irrigação.

A UGRHI possui 15 dos 35 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

Apresenta área crítica com relação ao risco de poluição das águas subterrâneas na área de recarga do sistema aqüífero Guarani, nos municípios de Angatuba, Paranapanema e arredores.

Em 1998, 87% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 11% apresentavam condições controladas e 2% condições adequadas.

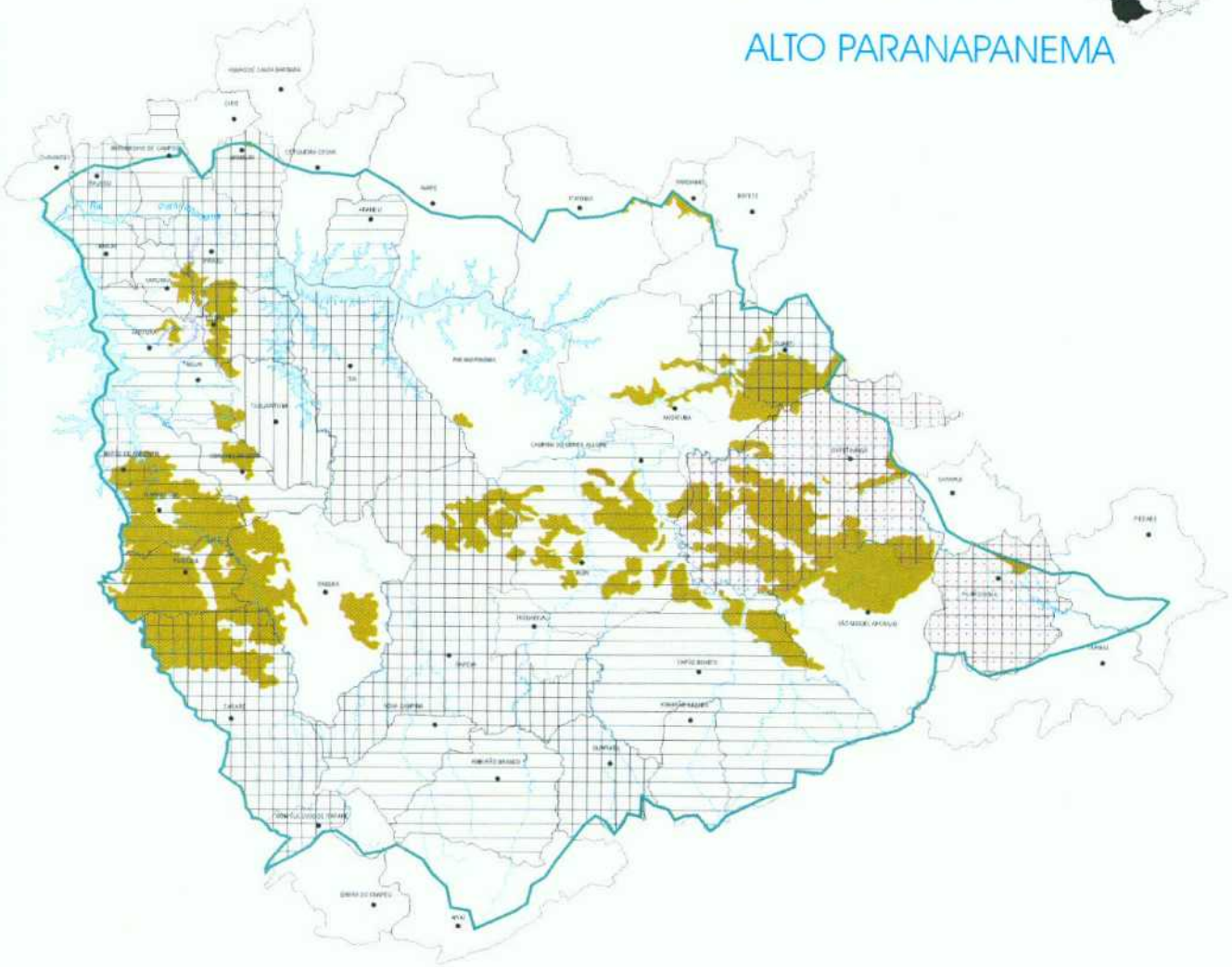
É baixo o índice de remoção da carga orgânica de origem doméstica, 30%. Os maiores municípios não tratam seus esgotos urbanos.

Na bacia do Alto Taquari, além do déficit hídrico, a qualidade é apenas aceitável, refletindo-se no IQA do rio Itararé. Há problemas de fenóis, com origem possivelmente nas indústrias do Estado do Paraná, refletindo no IQA.

O alto índice de mortalidade infantil, até o ano 1997, 1,64/1000, é reflexo da inexistência de saneamento básico em alguns municípios da UGRHI.

Apesar de ser a maior UGRHI do Estado, apresenta baixa concentração de erosão.

Há média suscetibilidade a inundações em trechos dos rios Itapetininga, Paranapa-nema e em alguns afluentes deste rio, e também em pontos localizados nas áreas urbanas das cabeceiras da bacia.



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite da UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Nota: As hachuras indicam área crítica ou problema no município.

0 10 20 km

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 15

TURVO / GRANDE

LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Diagnóstico

A UGRHI apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial localizados em áreas que podem ser consideradas críticas, como nos ribeirões Bonito/Patos e da Onça, nos córregos Jataí e Comprido e nos rios Cachoeirinha e Alto Turvo, devido principalmente às altas demandas para irrigação.

Dos 64 municípios da UGRHI, há apenas um com índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 21 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

Há riscos de rebaixamento acentuado da superfície do lençol subterrâneo na área urbana de São José do Rio Preto.

Em 1998, das quantidades geradas de resíduos sólidos domésticos, 37% continuavam em condições inadequadas, 57% apresentavam condições controladas e 6% condições adequadas.

Há, na UGRHI, baixo índice de remoção da carga orgânica de origem doméstica, 17%. Seus maiores municípios apresentam pouco ou nenhum tratamento de esgoto. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial, devido essencialmente ao setor sucro-alcooleiro.

Grande parte da área da UGRHI está comprometida pela erosão, concentrando-se principalmente nas áreas urbanas.

Com duas Estações Ecológicas, só 5% da área são protegidos por vegetação nativa.

Verifica-se alta suscetibilidade a inundações ao longo do rio São Domingos, na extensão do trecho urbano do córrego Rio Preto, e média suscetibilidade ao longo do rio Turvo.

Município com área urbana apresentando indícios de rebaixamento acentuado no lençol de água subterrânea
São José do Rio Preto

Município com índice de abastecimento < 80%
Olímpia

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 16
TIETÊ / BATALHA

Diagnóstico

A UGRHI não apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial. Contudo, existem áreas que podem ser consideradas críticas devido à irrigação, como no ribeirão dos Bagres, e ao uso industrial no ribeirão Três Pontes.

Dos 33 municípios da UGRHI, há apenas um com índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 12 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

Encontra-se na UGRHI o trecho da Hidrovia Tietê-Paraná, compreendido entre as barragens de Ibitinga e Promissão (130 km).

Em 1998, 29% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 54% apresentavam condições controladas e 17% condições adequadas.

A bacia revela índice baixo de remoção de carga orgânica de origem doméstica, 28%, e alto potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

Como grande parte de sua área está comprometida com processos erosivos, merece atenção especial o município de Bauru, com alto índice de voçorocas.

Da área da bacia somente 5% encontram-se preservados por vegetação nativa. A UGRHI possui apenas uma Terra Indígena e nenhum outro tipo de unidade de conservação.

Apresenta alta suscetibilidade a inundações em trechos urbanos de alguns afluentes do rio Tietê.

LEGENDA

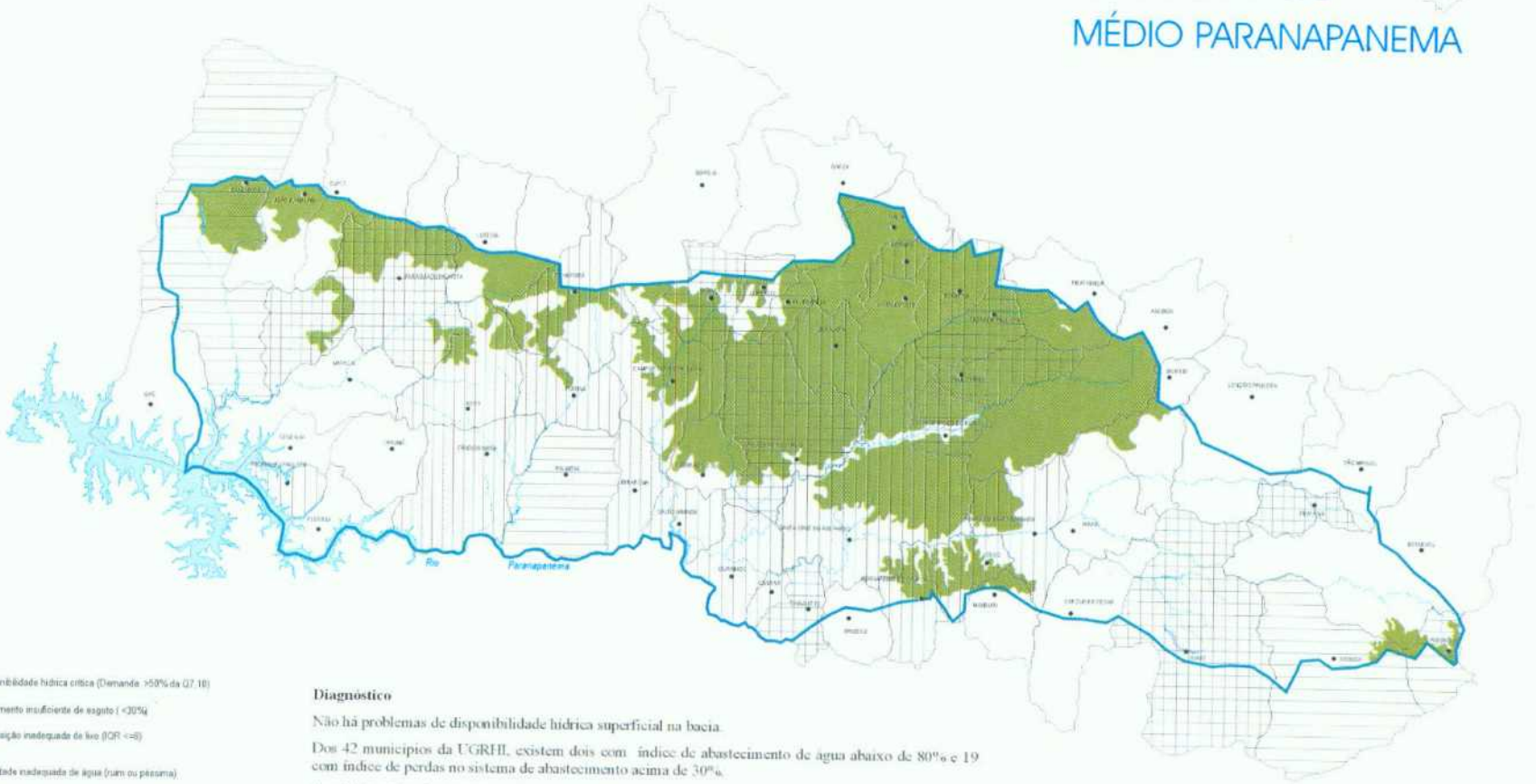
- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 17

MÉDIO PARANAPANEMA



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite da UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Diagnóstico

Não há problemas de disponibilidade hídrica superficial na bacia.

Dos 42 municípios da UGRHI, existem dois com índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 19 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

Em 1998, 38% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 31% apresentavam condições controladas e 31% condições adequadas.

A bacia apresenta baixo índice de remoção de carga orgânica de origem doméstica, 21%, sendo os municípios pequenos responsáveis pela maior parcela de remoção e verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial na UGRHI, devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

Registram-se vários problemas de erosão, merecendo atenção especial os rios Novo e Capivara.

A bacia apresenta alta suscetibilidade a inundações apenas no município de Avaré.

0 10 20 km

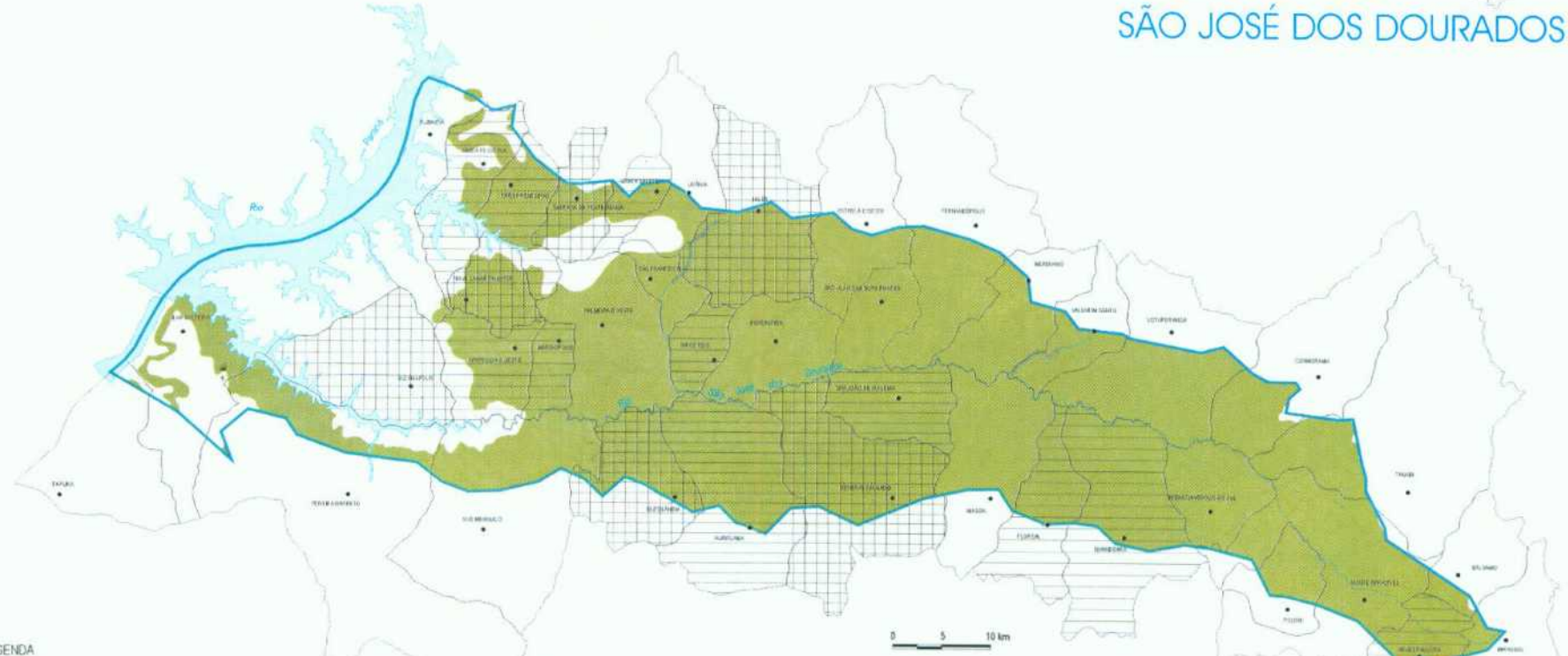
Municípios com índice de reabastecimento< 80%
Ourinhos
Paraguaçu Paulista

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 18

SÃO JOSÉ DOS DOURADOS



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Diagnóstico

Não há na bacia problemas de disponibilidade hídrica superficial em termos globais.

Dos 25 municípios da UGRHI, cinco possuem índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

A Hidrovia Tietê-Paraná tem na área uma extensão de 110 km, da foz do rio Grande até o Canal de Pereira Barreto.

Em 1998, 68% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 16% apresentavam condições controladas e 16% condições adequadas.

Apesar de a remoção da carga orgânica de origem doméstica ser superior à média estadual, 56%, o principal município da UGRHI ainda não trata seus efluentes.

Como uma das menores Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado revela uma concentração de erosão que gera impacto em toda a área da bacia.

Não apresenta unidades de conservação; apenas 2% de sua área estão preservados por vegetação nativa.

Há baixa incidência de inundações na bacia.

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 19

BAIXO TIETÊ

LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou pessima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

0 10 20 km

Diagnóstico

Bacia com sérios problemas quanto à disponibilidade hídrica superficial, com probabilidade de escassez no futuro devido à irrigação e já com 45% das sub-bacias com nível crítico notadamente entre Promissão e Araçatuba e próximo da foz do Tietê.

A UGRHI possui 14 dos 42 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

A Hidrovia Tietê-Paraná tem na UGRHI 310 km de extensão entre as barragens de Promissão, no rio Tietê, e Castilho, no rio Paraná.

Em 1998, 74% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 6% apresentavam condições controladas e 20% condições adequadas.

Apresenta um dos maiores índices de remoção de carga orgânica de origem doméstica do Estado, 45%. Algumas das maiores cidades ainda apresentam tratamento insignificante. Verifica-se na UGRHI alto potencial de carga orgânica industrial, devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

Aproximadamente metade da UGRHI possui alta suscetibilidade à erosão; entretanto, apresenta número reduzido de ocorrências.

Há alta suscetibilidade a inundações em alguns afluentes do rio Tietê.

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 20

AGUAPEÍ

Diagnóstico

A bacia não apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial, em termos globais. Dos 32 municípios da UGRHI, apenas um possui índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 16 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%. Na área da UGRHI, a Hidrovia Tietê-Paraná tem a extensão de 60 km entre Panorama e Castilho. Em 1998, 71% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 17% apresentavam condições controladas e 12% condições adequadas. A UGRHI 20 tem grande simbiose com a UGRHI-21, isso porque a maior parte das sedes municipais encontra-se sobre o divisor de águas dessas duas unidades hidrográficas. O índice de remoção de carga orgânica de origem doméstica é maior que a média estadual, porém não chega a 50%, em virtude de alguns de seus maiores municípios ainda não tratarem seus efluentes. Bacia com alto índice de criticidade, deve ser objeto de estudos pontuais visando a medidas corretivas e preventivas de controle de erosão e assoreamento. Apenas 4% da bacia são preservados por vegetação nativa. Em 1998 foi instituído um Parque Estadual. Há média suscetibilidade a inundações nos trechos médio e inferior do rio Aguapeí, e alta suscetibilidade às margens do rio Paraná.

LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=8)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

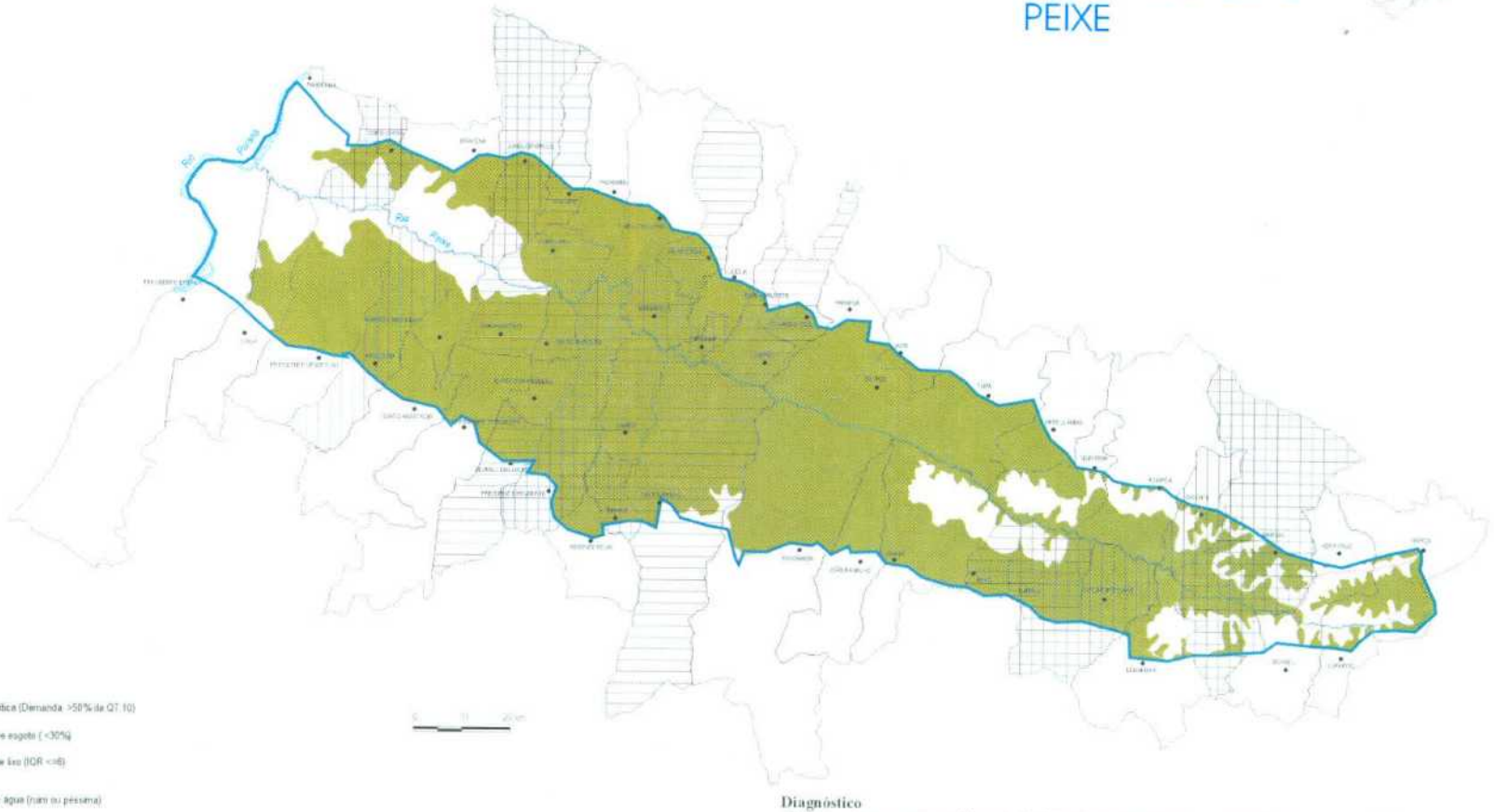
0 10 20 km

Município com índice de abastecimento < 80%
Panorama

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 21
PEIXE



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

Diagnóstico

A bacia não apresenta problemas de disponibilidade hídrica superficial, em termos globais. Dos 26 municípios da UGRHI, apenas um possui índice de abastecimento de água abaixo de 80% e 15 com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%. A Hidrovia Tietê-Paraná tem a extensão de 60 km entre Presidente Epitácio e Panorama na área da UGRHI. Em 1998, 91% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 1% apresentavam condições controladas e 8% condições adequadas. O índice de remoção de carga orgânica de origem doméstica é praticamente igual à média do Estado, 28%. A cabeceira do rio do Peixe apresenta IQA ruim, em virtude do lançamento de esgoto "in natura", o que se reflete por toda a sua extensão com IQA aceitável. A UGRHI tem alto índice de criticidade e deve ser objeto de estudos pontuais visando a medidas corretivas e preventivas de controle de erosão e assoreamento. Possui uma Reserva Estadual, mas só 3% de sua área estão preservados por vegetação nativa. Há média suscetibilidade a inundações no baixo trecho do rio do Peixe, junto à foz, e alta suscetibilidade às margens do rio Paraná.

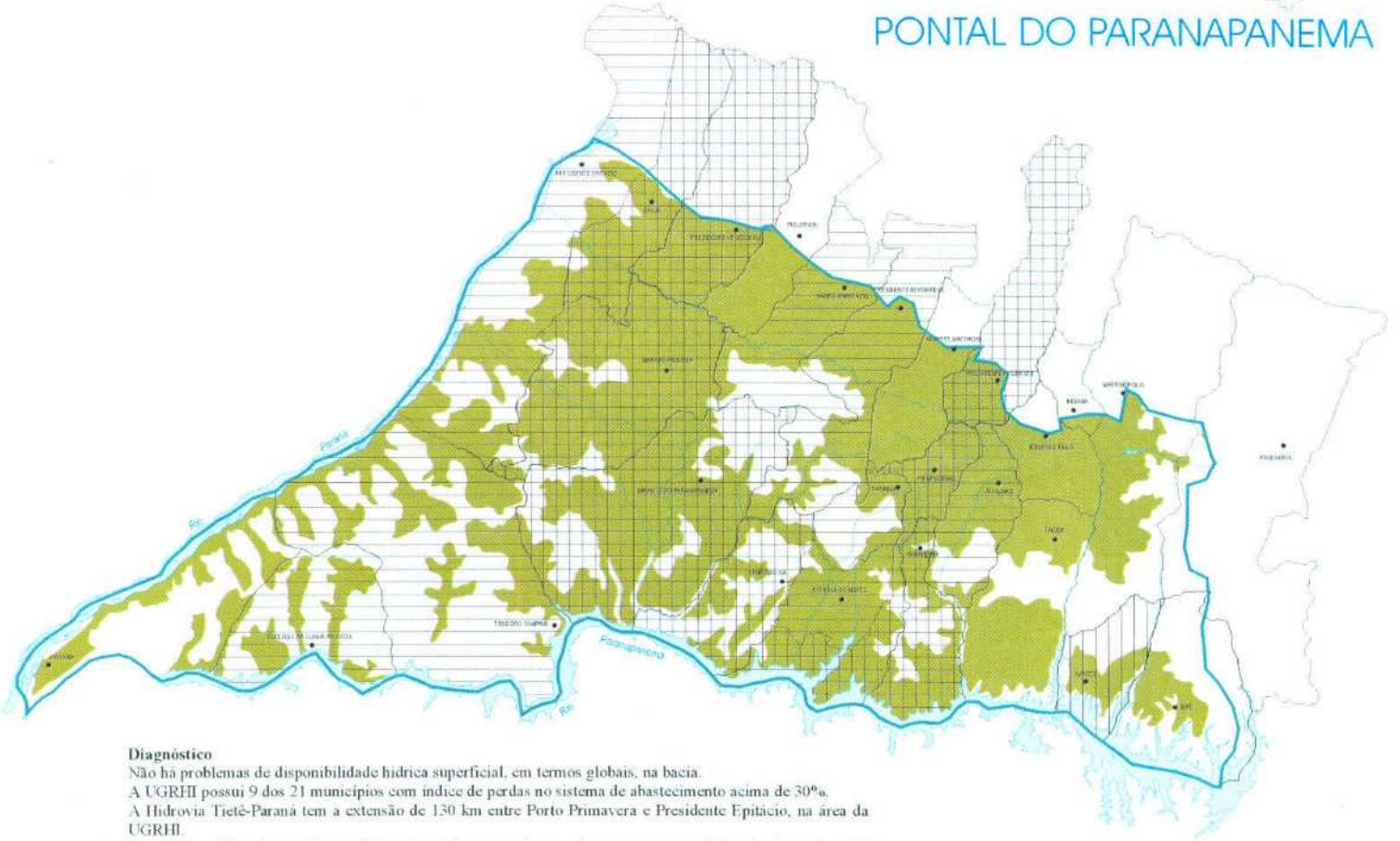
Município com índice de abastecimento < 80%
Martinópolis

Acervo ISA

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

UGRHI 22

PONTAL DO PARANAPANEMA



LEGENDA

- Disponibilidade hídrica crítica (Demanda >50% da Q7,10)
- Tratamento insuficiente de esgoto (<30%)
- Disposição inadequada de lixo (IQR <=6)
- Qualidade inadequada de água (ruim ou péssima)
- Alta suscetibilidade a inundações pluviais
- Muito alta suscetibilidade a erosão
- Limite de UGRHI
- Limite municipal
- Hidrografia
- Sede municipal

0 15 20 km

Diagnóstico

Não há problemas de disponibilidade hídrica superficial, em termos globais, na bacia.

A UGRHI possui 9 dos 21 municípios com índice de perdas no sistema de abastecimento acima de 30%.

A Hidrovia Tietê-Paraná tem a extensão de 130 km entre Porto Primavera e Presidente Epitácio, na área da UGRHI.

Em 1998, 92% dos resíduos sólidos domésticos gerados continuavam em condições inadequadas, 6% apresentavam condições controladas e 2% condições adequadas.

O índice de remoção de carga orgânica de origem doméstica é baixo, 26%, e está na média de Estado. A bacia do rio Santo Anastácio apresenta IQA *somente aceitável* em virtude de lançamento de esgotos "in natura" porque alguns de seus maiores municípios não tratam os efluentes. Verifica-se alto potencial de carga orgânica industrial devido essencialmente ao setor sucroalcooleiro.

A UGRHI tem alto índice de criticidade e deve ser objeto de estudos pontuais visando a medidas corretivas e preventivas de controle de erosão e assoreamento.

Com duas Reservas Estaduais e um Parque Estadual, possui apenas 6% de sua área preservados por vegetação nativa.

Há média suscetibilidade a inundações em trechos urbanos de alguns afluentes do rio Paranapanema.

Acervo ISA

7 CONCLUSÕES

Mesmo sendo insuficientes e imprecisos, os dados e as informações disponíveis sobre o uso dos recursos hídricos, foi possível estabelecer um diagnóstico preliminar da situação atual.

De modo geral, no Estado de São Paulo, é cada vez maior a importância das demandas de água para a irrigação, atividade que mais utiliza e, de longe, a que mais consome água . O ordenamento e o uso racional da água na irrigação como no uso urbano e industrial são considerados indispensáveis para evitar graves conflitos entre usos.

A concentração urbano-industrial reflete-se na distribuição das cargas poluidoras e, portanto, na qualidade das águas. É fundamental manter os níveis aceitáveis das cargas poluidoras urbanas, industriais e agrícolas compatibilizando-as com os potenciais de assimilação dos corpos d'água, a fim de manter os recursos hídricos em padrões de qualidade compatíveis com seus usos preponderantes. Há necessidade de orientar e ordenar o crescimento industrial e urbano e conciliar essas atividades com a preservação, a conservação e a recuperação da bacia hidrográfica e de seus recursos, visando sua sustentabilidade. É preciso também estabelecer estratégias para a implantação de sistemas de tratamento de esgotos domésticos e a destinação adequada dos resíduos sólidos gerados pelos municípios, além da manutenção do controle da poluição industrial já alcançado. Essas medidas são essenciais para a gestão da qualidade das águas.

Quanto à prevenção e ao controle de inundações foram detectadas áreas críticas que indicam a necessidade de medidas estruturais e não-estruturais que procurem harmonizar o uso e a ocupação do solo com as cheias dos corpos d'água, evitando a ocupação de áreas inundáveis e a excessiva impermeabilização do solo.

Do mesmo modo, o controle da erosão requer medidas corretivas e não-estruturais e o estabelecimento de normas de conservação do solo em áreas agrícolas e urbanas. Faz-se necessário avaliar as áreas de preservação permanente quanto à cobertura vegetal existente e ao uso do solo atual a fim de estabelecer estratégias e obter meios para reflorestá-las.

De forma geral recomenda-se: o aumento do atendimento do abastecimento público de água e da coleta de esgotos domésticos, onde os índices forem inferiores a 100% e 90% respectivamente; a redução das perdas no abastecimento público para localidades com índices superiores a 30%; o aumento do tratamento de esgotos domésticos para locais com índices abaixo de 75%; a melhoria das condições de disposição e tratamento de resíduos sólidos residenciais das localidades com IQR menor que 6; monitoramento e controle das águas subterrâneas onde seu uso for predominante.

São altamente prioritárias as seguinte ações: o cadastramento, a caracterização e os estudos sobre as demandas de água para o abastecimento doméstico, industrial e a irrigação; o monitoramento dos recursos hídricos nos aspectos quantitativo e qualitativo; o incentivo e auxílio aos municípios na criação de leis e planos diretores que contenham questões relacionadas com recursos hídricos; a elaboração de planos de macrodrenagem, notadamente nos municípios com população superior a 50.000 habitantes; a análise e a divulgação sistemática de dados coletados essenciais para o uso racional, o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

É importante a difusão de informações, incluindo os programas de educação e comunicação social, visando promover o envolvimento da população nas questões da água. Igualmente importante é aumentar o envolvimento dos municípios nas discussões sobre os recursos hídricos, a melhor informar sobre os problemas da bacia hidrográfica onde eles se inserem. Deve-se dar prosseguimento às discussões sobre a cobrança pelo uso da água e os impactos que poderá causar nas atividades econômicas, e o agravamento da situação atual dos recursos hídricos se não for adotada.

Deve-se buscar o aprimoramento dos dados e das informações dos relatórios "Zero", antes de sua publicação, com a finalidade de obter maior precisão e segurança na formulação das metas e dos cenários alternativos para o Plano Estadual de Recursos Hídricos.

7.1 Comparação com o Plano 90

A evolução da Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo pode ser medida, em termos comparativos, entre o Plano Estadual de 1990 e o Relatório da Situação Atual. Mesmo não fazendo parte integrante do relatório de situação é aqui inserido em caráter ilustrativo.

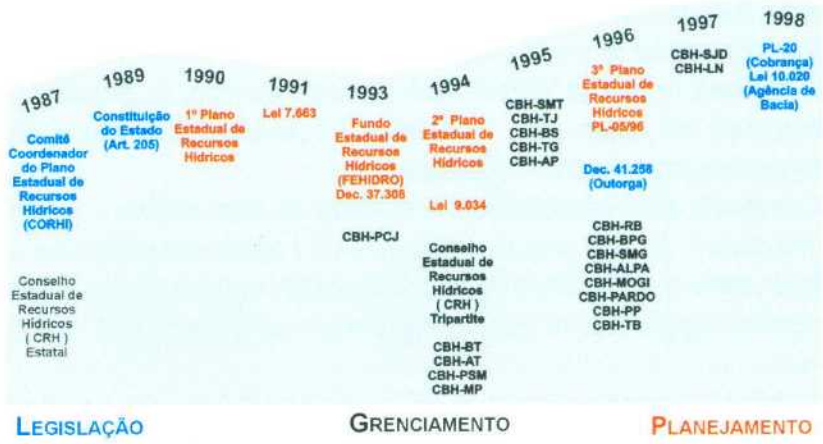
O Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1990 constitui-se no marco referencial da Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo.

No seu escopo foram apresentadas a caracterização dos recursos hídricos, as diretrizes iniciais, os programas anuais e plurianuais de estudos, projetos, serviços e obras, tendo em vista o controle, a recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos.

De uma população cerca de 31 milhões de habitantes em 1990 para mais de 34 milhões em 1996, o Estado viu consolidar,praticamente, nos últimos 10 anos uma sedimentação dos objetivos da Lei 7.663/91 e do processo evolutivo do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos idealizado no Plano 90, Figura 12.

Acervo ISA

Figura 12 - Evolução do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos

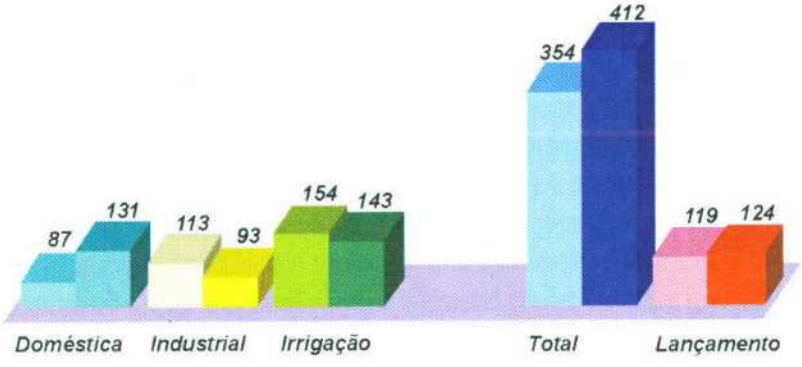


Dos dados levantados no Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1990, Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1999 e de diversas fontes com informações entre 1989 e 1991, temos:

Usos da água

*Houve uma ligeira redução da demanda total, **Figura 13**, notadamente no setor industrial provavelmente creditado a uma maior racionalização do uso das águas, ao processo recessivo da econômia nacional e de uma melhoria das informações do setor. Na irrigação, a queda pode ser justificada por uma melhor estimativa das áreas irrigadas, que na situação atual são baseadas no Censo Agrícola 95/96.*

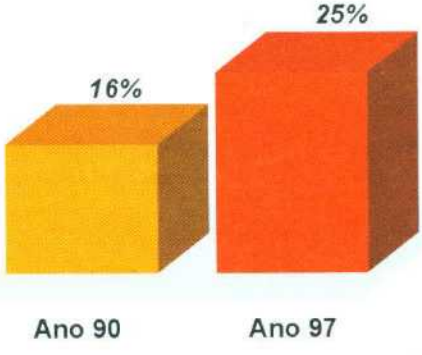
Figura 13 - Evolução das demandas de água 1990 e 1998 em m^3/s



Qualidade

Houve sensível aumento da redução das cargas orgânicas urbanas, Figura 14, ainda não nos níveis desejados mas que mostram todo o esforço do governo nesta área, com aumento do tratamento dos esgotos urbanos, Figura 15.
No tocante às cargas orgânicas industriais, os níveis continuam cescentes, Figura 16, mostrando uma notável evolução no contrôle das fontes poluidoras industriais da água.

Figura 14 - Redução da carga urbana



Acervo ISA

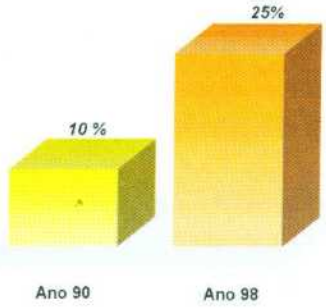


Figura 15 - Tratamento de esgotos domésticos

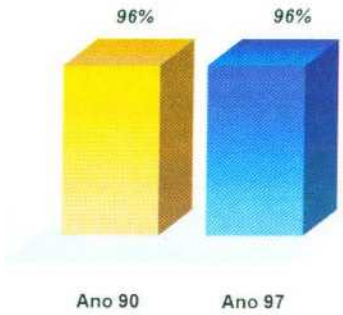


Figura 16 - Redução da carga orgânica industrial

Energia elétrica

Quanto à questão energética quase a totalidade do potencial já é aproveitado através das usinas hidroelétricas em operação. No período 1990/1998 houve um acréscimo de 4.300 MW, (Figura 17), devido principalmente à conclusão das usinas hidrelétricas de Porto Primavera, Rosana, Taquaraçu e Três Irmãos, encerrando, no Estado, o ciclo de construção dos grandes aproveitamento para geração de energia elétrica. Do potencial hidrelétrico remanescente no Estado, cerca de 1.230MW, já foram objeto de algum tipo de estudo, constituindo-se em sua maioria por aproveitamentos de médio (10 a 50 MW) e pequeno porte.

Figura 17 - Situação das Usinas Hidrelétricas no Estado de São Paulo - Potencias em MW

Navegação

No transporte hidroviário, com a conclusão das obras de regualrização do rio Tietê e do rio Paraná., houve um acréscimo de cerca de 280 km na rede hidroviária integrada(Figura 18). Incluindo-se as extensões navegáveis fora do Estado essa rede alcança por volta de 1.700 km, possibilitando a navegação desde Conchas ao reservatório de Três Irmãos, no Estado de São Paulo, e a São Simão no rio Paranaíba.

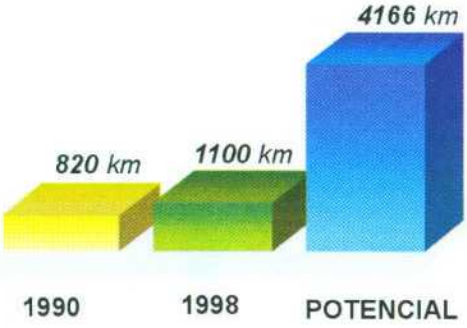


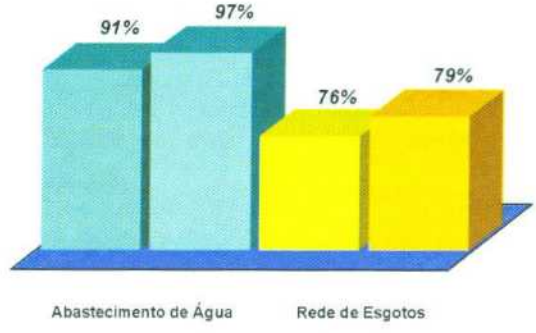
Figura 18 - Hidrovias no Estado de São Paulo Extensão em km

Acervo ISA

Saneamento

Em termos de saneamento ocorreram aumentos no abastecimento de água e na coleta dos esgotos domésticos, Figura 19, mas ainda se observa municípios com índices de abastecimento abaixo de 80 % e de cobertura por rede coletora de esgotos inferiores a 60 %.

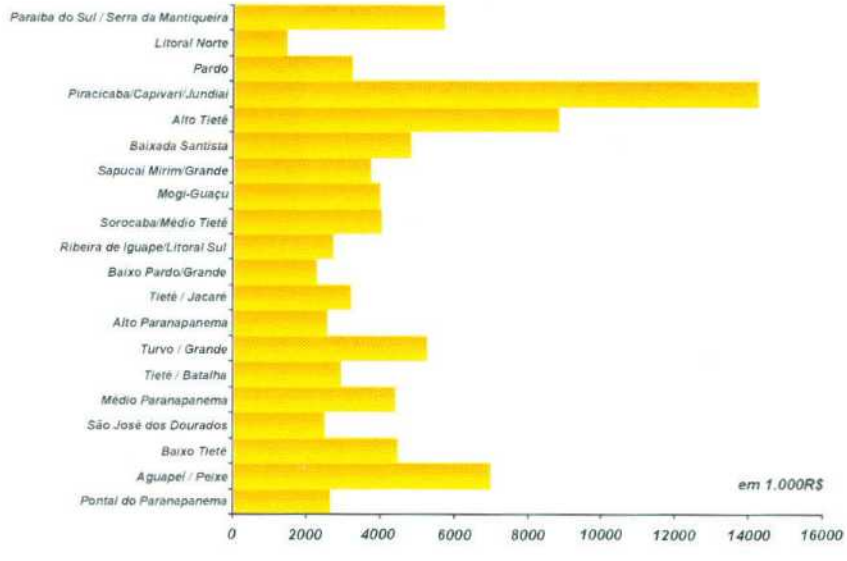
Figura 19 - Evolução dos Índices de Abastecimento e Esgotamento no Estado de São Paulo - em 1981 e 1998



Programas de Duração Continuada - PDCs

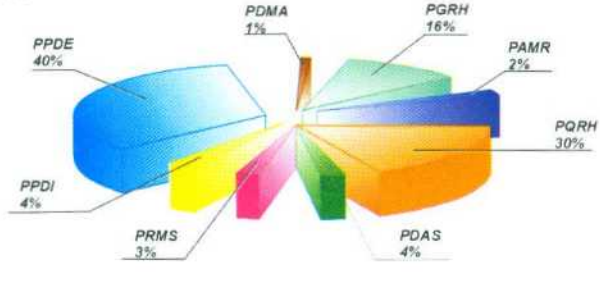
Desde o início efetivo de aplicações de recursos do FEHIDRO, foram disponibilizados cerca de R$ 90 milhões para os Comitês de Bacias Hidrográficas deliberarem em que Programas de Duração Continuada aplicar. Os Comitês que têm as maiores verbas acumuladas são os do Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Alto Tietê e Aguapeí/Peixe, como visualizados pela Figura 20.

Figura 20 - Valores destinados aos Comitês de Bacia Hidrográfica até 1999



Dos recursos já aplicados verifica-se que as maiores distribuições estão voltadas para os Programas de Prevenção e Defesa Contra a erosão do Solo e o Assoreamento dos Corpos de Água - PPDE (40%), Programa de Serviços e Obras de Conservação, Proteção e Recuperação da Qualidade dos Recursos Hídricos - PQRH (30%) e Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos - PGRH (16%), (Figura 21).

Figura 21 - Desembolso do FEHIDRO por Programa de Duração Continuada



Acervo ISA

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo, dados relativos a 1990 São Paulo: CETESB, 1990.

_____. Diagnóstico da poluição ambiental no interior do estado de São Paulo, São Paulo: 1990.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Planilhas de índices de abastecimento de águas, coleta de esgoto e tratamento de esgoto dos municípios do interior e da região metropolitana do estado de São Paulo, São Paulo: 1989.

_____. Planilhas de índices de evolução trimestral do abastecimento de águas, coleta de esgoto dos municípios do litoral do estado de São Paulo para o DAEE, São Paulo: 1991.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Plano estadual de recursos hídricos. São Paulo: DAEE,1990. 137p.

SÃO PAULO. Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. CORHI, 1999. Obs.: qualquer citação que não conste nesta síntese encontra-se neste relatório.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Atlas das unidades de conservação do estado de São Paulo. São Paulo: Metalivros, 1998. 2 v. Parte I: Litoral, Parte II: Interior.

_____. Perfil ambiental no estado de São Paulo, São Paulo: Fundação SEADE,1990, 1 CD ROM.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Gestão das águas: 6 anos de percurso. São Paulo: 1997

Acervo ISA

DAEE

CRH

CORHI

SECRETARIA DE
RECURSOS HÍDRICOS
SANEAMENTO E OBRAS

GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO