

CRISE D'ÁGUA

Os impactos da seca na maior bacia hidrográfica do planeta

Manaus – A maior cidade da região, com 1,6 milhão de habitantes, pode enfrentar racionamento de água

Carapiranga – Na comunidade de Dominginho, onde vivem 30 famílias, as equipes levaram três dias para chegar a pé (de barco são sete horas)

Amazônia Oriental – A região, que inclui o Pará e o Amapá, também deve começar a sofrer com a seca nas próximas semanas

Boça do Acre – Além da seca, a cidade sofreu com as queimadas que castigaram o Estado vizinho

Santarém – Um navio cargueiro encalhou no Rio Tapajós. Só no Lago Grande Curuá, até 60 comunidades ficaram isoladas

Tabatinga – As comunidades ribeirinhas do Alto Solimões chegaram a ficar sem comunicação por barcos

Guajará – Os rios baixaram tanto que o auxílio teve de chegar pelo Acre, pela cidade vizinha de Cruzeiro do Sul

Números da calamidade

40 municípios decretaram estado de calamidade pública

100 mil famílias devem ser atendidas somente no Amazonas

25 mil pescadores estão sem trabalho

R\$ 30 milhões foram disponibilizados pelo governo federal para socorrer a população

4 aviões da FAB e **14** helicópteros estão distribuindo alimentos e remédios

Rios mais atingidos

Fontes: Defesa Civil Nacional, governo do Amazonas, Fapesca e Projeto Saúde e Alegria



Revista época – outubro de 2005

Saneamento hidrológico urbano: Águas urbanas – Principais problemas e exemplos de gestão

Prof. Demóstenes Ferreira da Silva Filho

dezembro de 2009

Problemas Globais

- Um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso a água tratada.
- Um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico.
- Diante desses dados, temos a triste constatação de que **dez milhões de pessoas** morrem anualmente em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água.



Para se ter uma idéia, um litro de óleo contamina cerca de **um milhão de litros de água**. Isso acontece porque apesar de o óleo vegetal se dispersar em uma camada muito fina sobre a água, é suficiente para prejudicar a transferência de Oxigênio na interfase ar-água.

Entretanto, devido a sua biodegradabilidade esse problema não é tão grave quando comparado aos óleos de origem fóssil, como o petróleo, que além de tudo é tóxico.

É bom lembrar que a biodegradabilidade do óleo vegetal, que o torna muito menos danoso que os demais, não ocorre instantaneamente, sobretudo nas metrópoles, com grande adensamento urbano.

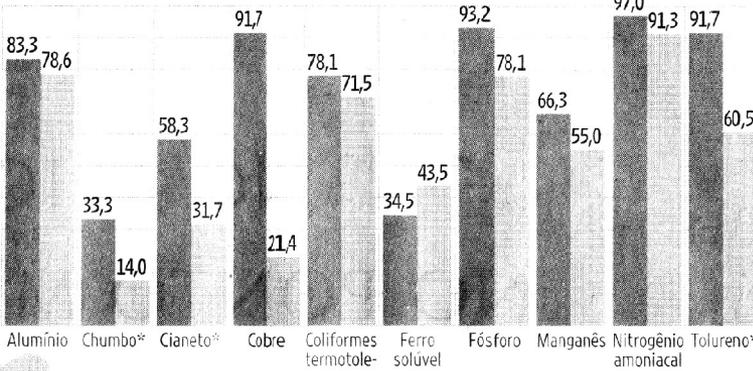
ENTENDA O PROCESSO DE FLOTAÇÃO

Governo paulista pretende bombear a água dos rios Pinheiros e Tietê para a represa Billings; a água passaria pelo processo de flotação

O QUE É FLOTAÇÃO
 Processo de tratamento que consiste na aplicação de agentes químicos coagulantes na água para levar as substâncias poluentes para a superfície



Amostras acima do permitido, em %
 ■ Antes da flotação ■ Depois da flotação



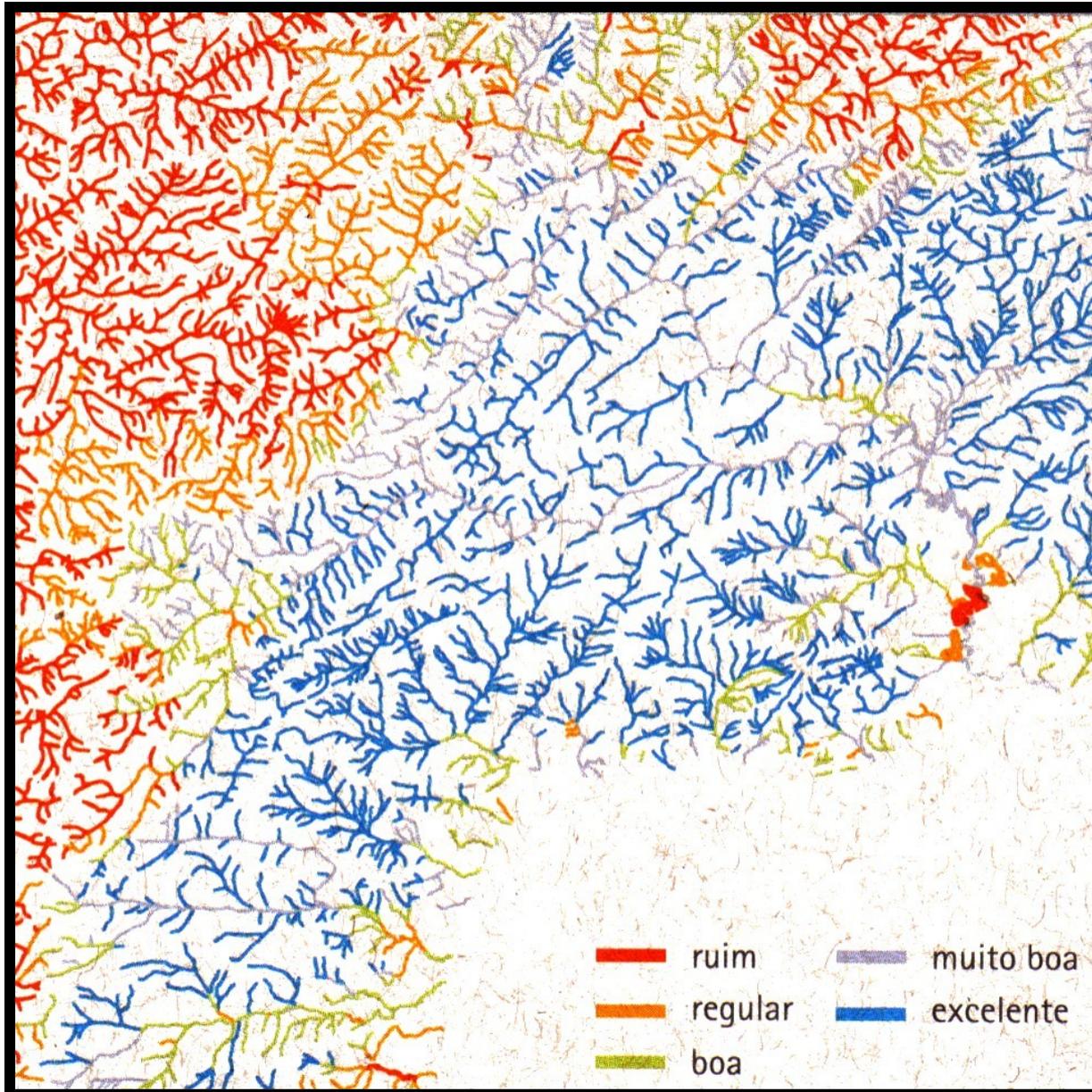
*substâncias com potencial tóxico

Folha de São Paulo, 7 de novembro de 2008

Bacias Hidrográficas e Qualidade das águas

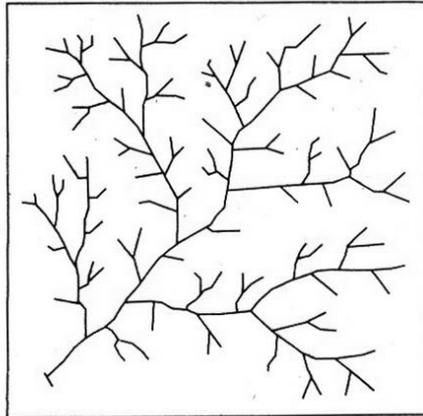
- Uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes.
- Seu conceito está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos de água hierarquizados e foz.
- Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, qualidade dos cursos de água e quantidade

Qualidade da água nos mananciais

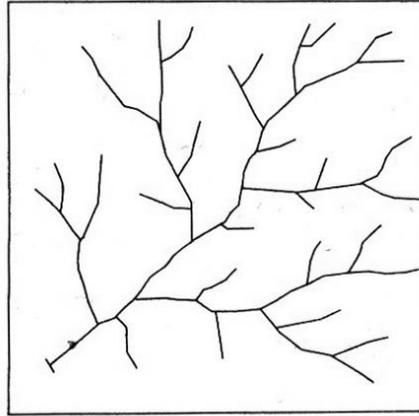


Santos (2004)

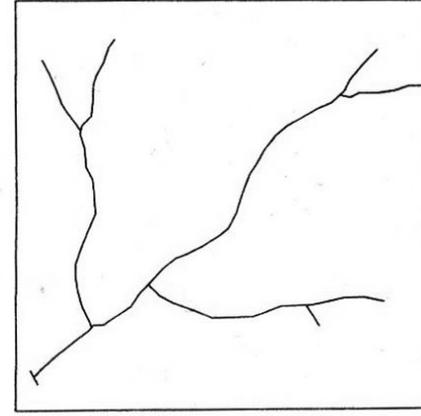
Classificação da rede hídrica



bacia de textura fina

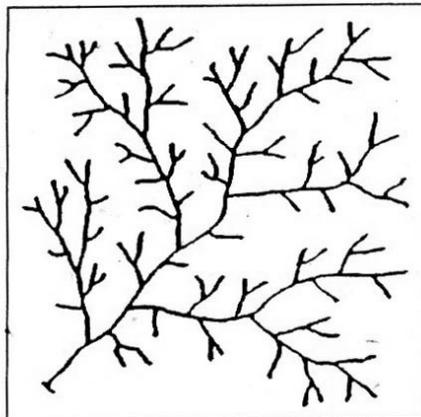


bacia de textura média

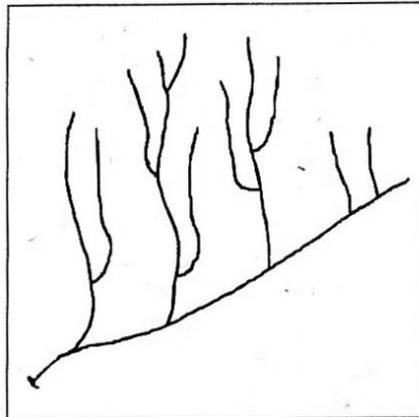


bacia de textura grossa

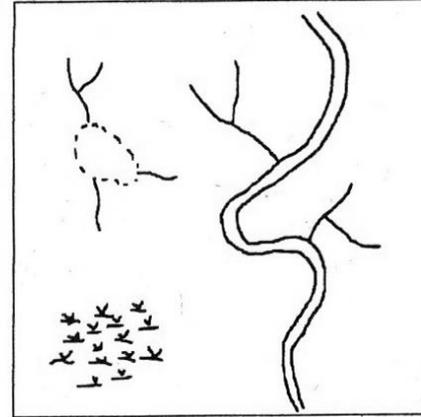
Classificação da rede hídrica pela textura. Fonte: Howard, 1945.



drenagem dendrítica

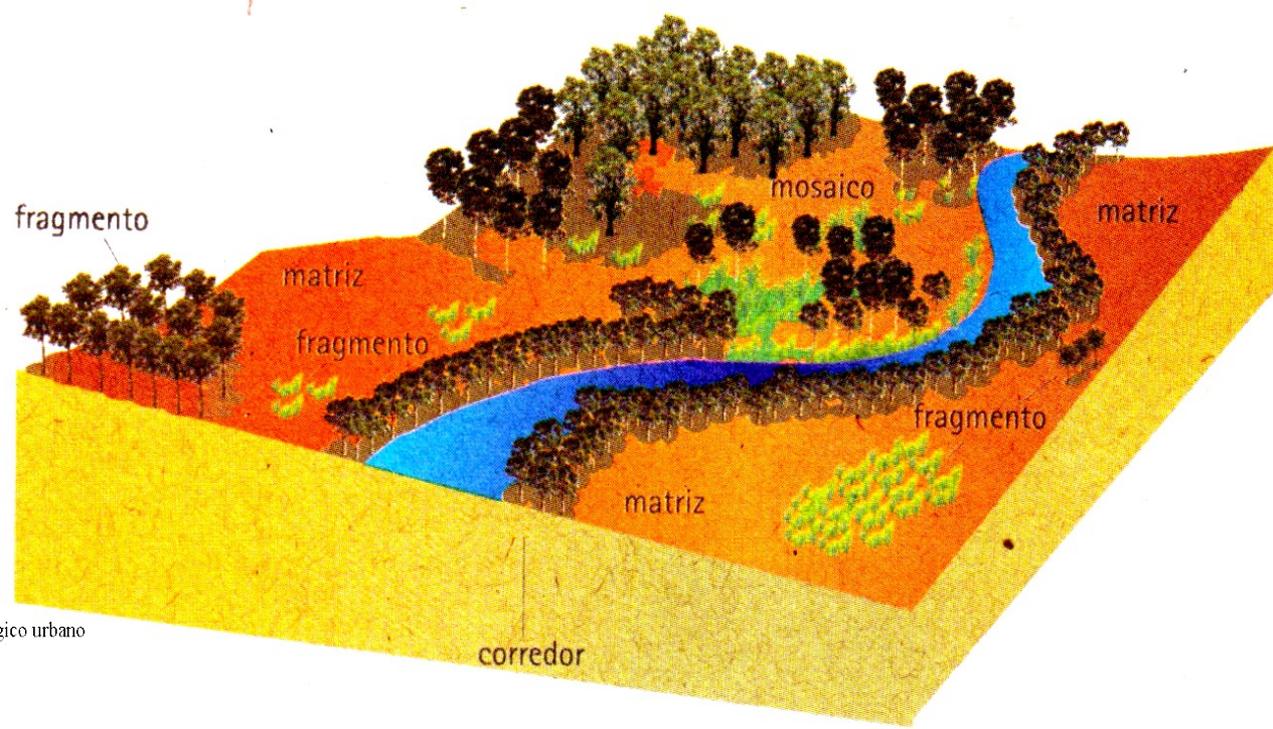


drenagem paralela

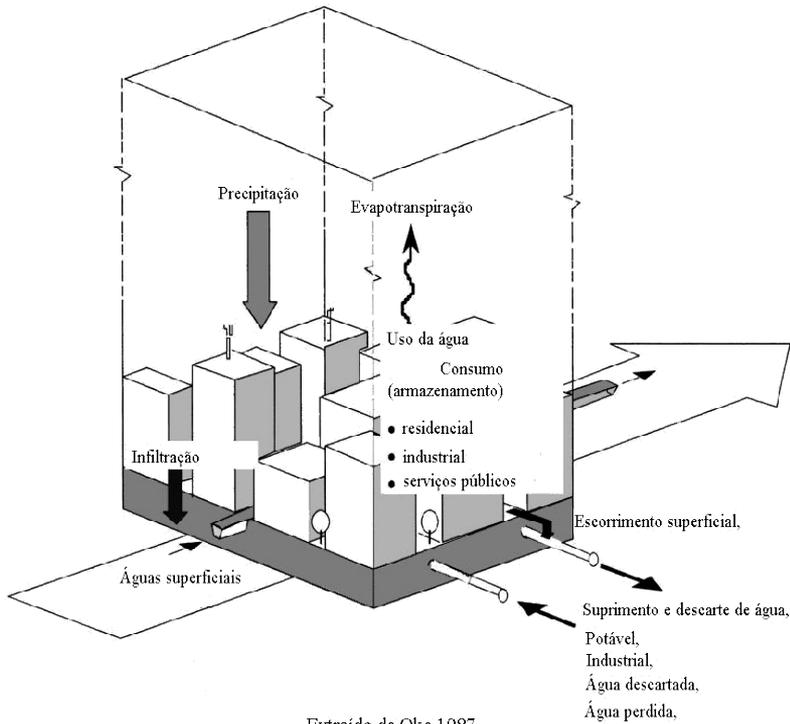


drenagem desordenada

Representação dos elementos da paisagem e características dos corredores fluviais

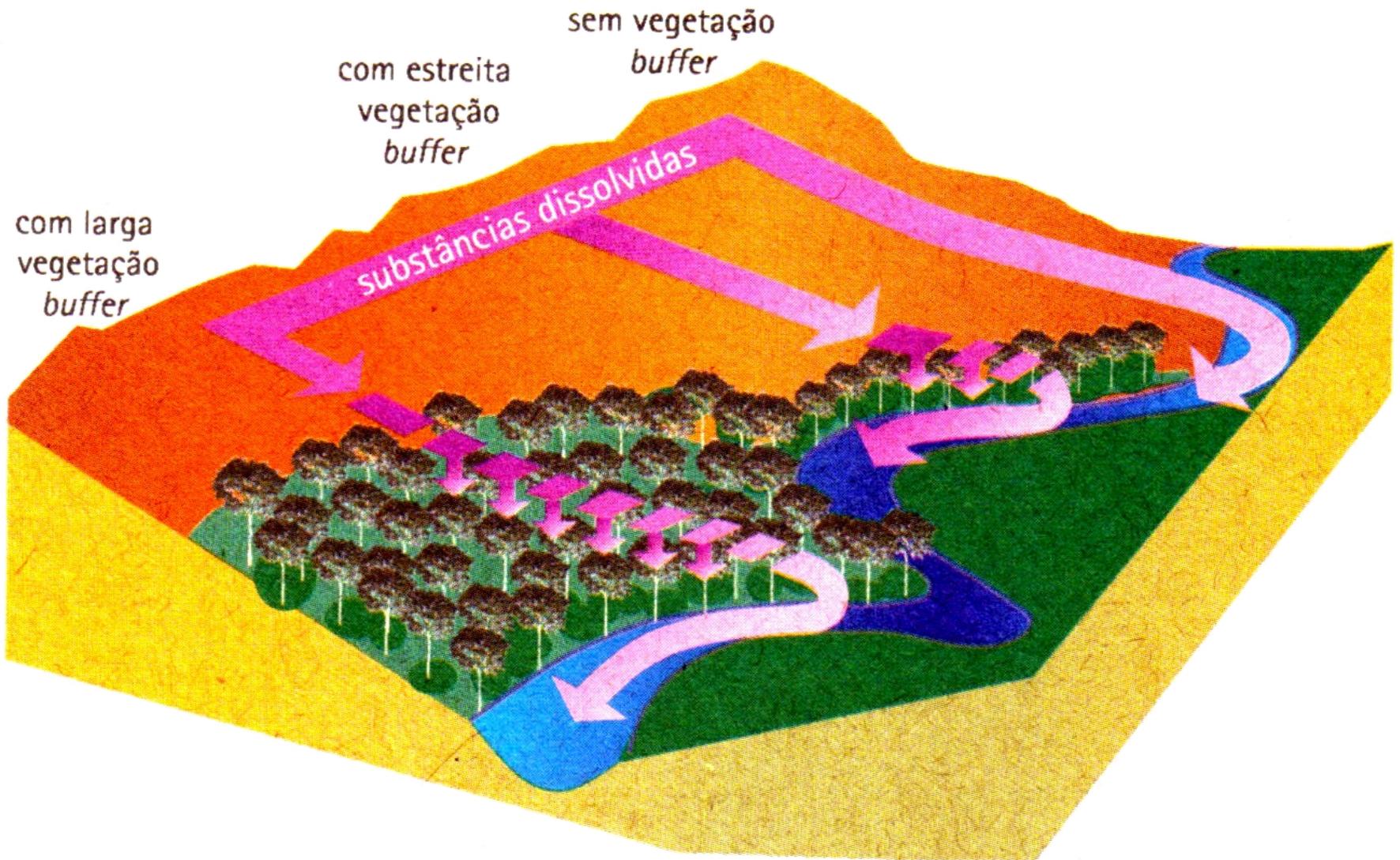


Componentes importantes do balanço hidrológico urbano



Extraído de Oke 1987

Santos (2004)



Águas urbanas

- O sistema urbano típico de uso da água apresenta hoje um ciclo **imperfeito**.
- A água é bombeada de uma fonte local, é tratada, utilizada e, após, retorna para o rio ou lago, para ser bombeada novamente.
- Mas a água que é devolvida raramente tem as mesmas qualidades que a água receptora (ou a água original, como foi extraída da natureza).
- Sais, matéria orgânica, calor e outros resíduos que caracterizam a poluição da água são agora encontrados.

Águas urbanas

- O desenvolvimento das cidades sem um correto planejamento ambiental resulta em prejuízos significativos para a sociedade.
- Uma das conseqüências do crescimento urbano foi o acréscimo da poluição doméstica e industrial,
- Condições ambientais inadequadas e propiciando o desenvolvimento de:
 - doenças,
 - poluição do ar e sonora,
 - aumento da temperatura,
 - contaminação da água subterrânea,
 - entre outros problemas.

Águas urbanas

- O desenvolvimento urbano brasileiro concentra-se em regiões metropolitanas, na capital dos estados e nas cidades pólos regionais.
- Os efeitos desta realidade fazem-se sentir sobre todo aparelhamento urbano relativo a recursos hídricos, ao abastecimento de água, ao transporte e ao tratamento de esgotos cloacal e pluvial.
- À medida que a cidade se urbaniza, geralmente ocorrem os seguintes impactos:

Águas urbanas

- Aumento das vazões máximas.
- Aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo). **CARGA DIFUSA.**
- Deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e a ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial. **CARGA DIFUSA.**

Águas urbanas

- Além destes impactos, ainda existem os causados pela forma desorganizada da implantação da infra-estrutura urbana:
- pontes e taludes de estradas que obstruem os escoamentos,
- redução da secção do escoamento de aterros,
- deposição e obstrução de rios, canais e condutos de lixos e **sedimentos**,
- projetos e obras de drenagem inadequados.

Águas urbanas

- As enchentes em áreas urbanas são causadas por dois processos (isolados ou de forma integrada):
- **Enchentes causadas pela urbanização** - O solo é ocupado com superfícies impermeáveis à rede de condutos de escoamento.
- **Enchentes em áreas ribeirinhas (naturais)** - O rio ocupa seu leito maior, de acordo com eventos extremos, com tempo de retorno, em média, de 2 anos.

Águas urbanas – Medidas de Controle

- As medidas de controle de inundações podem ser classificadas em **estruturais**, quando o homem modifica o rio:
 - obras hidráulicas, como barragens, diques e canalização;
- **Não estruturais**, quando o homem convive com o rio:
 - zoneamento de áreas de inundação,
 - sistema de alerta ligado à defesa civil e seguros.
 - No Brasil, **não existe nenhum programa sistemático de controle de enchentes que envolva seus diferentes aspectos**. O que se observam são ações isoladas por parte de algumas cidades.

Alterações Hidrológicas

- O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal, provocando vários efeitos que modificam os componentes do ciclo hidrológico natural.
- Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando as seguintes alterações no referido ciclo:
 - Redução da infiltração do solo.
 - Aumento do escoamento superficial.
 - Redução do escoamento subterrâneo.
 - Redução da evapotranspiração.

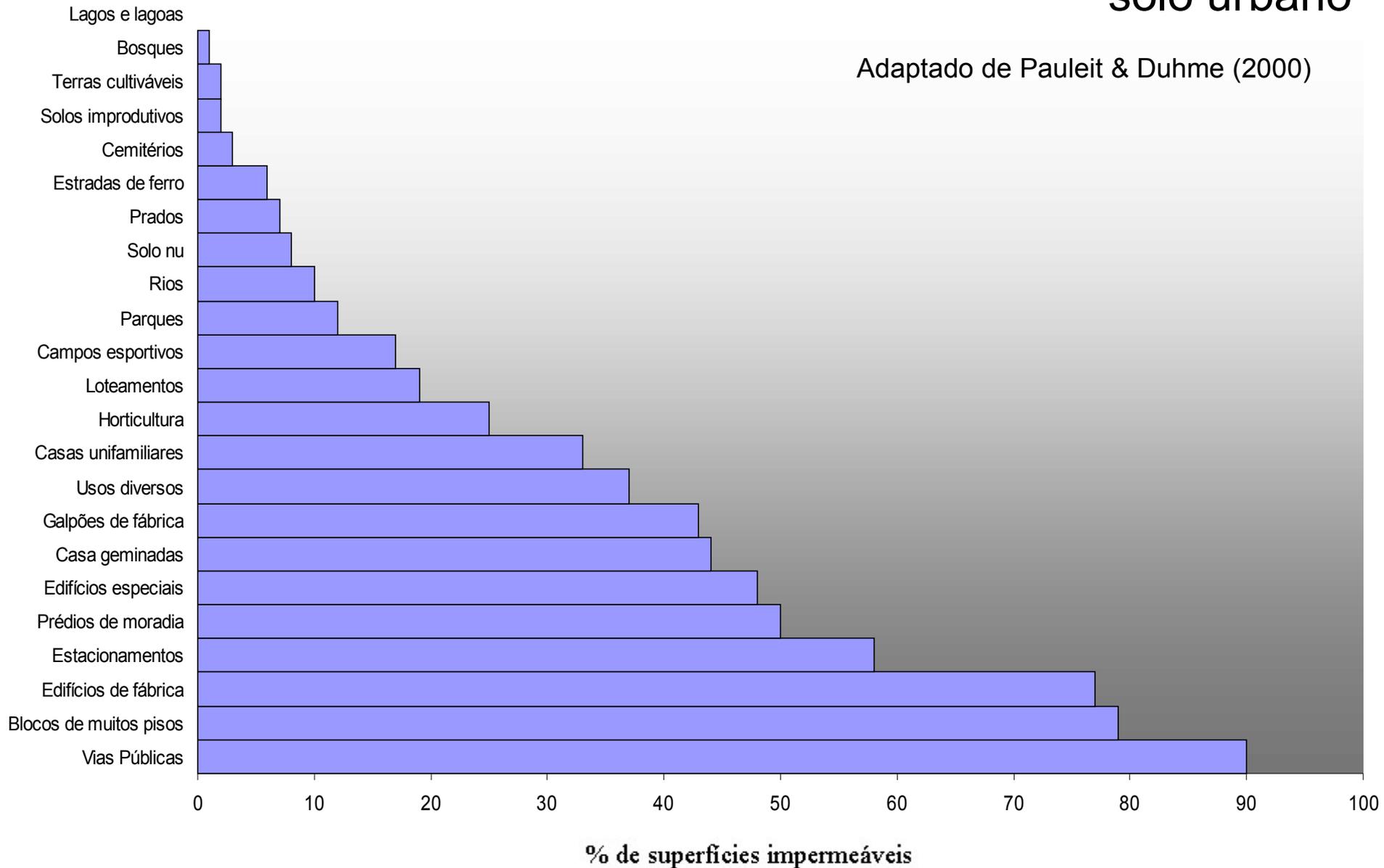
Alterações Hidrológicas – Impacto da urbanização

- O impacto da urbanização é mais significativo, para precipitações de maior frequência, onde o efeito da infiltração é mais importante.
- Para precipitações de baixa frequência, a relação entre as condições naturais e a urbanização é relativamente menor.

Impermeabilização por tipo de cobertura do solo urbano

Tipos de cobertura

Adaptado de Pauleit & Duhme (2000)



Escorrimento superficial por tipo de cobertura do solo urbano

Adaptado de Pauleit & Duhme (2000)

Tipos de cobertura

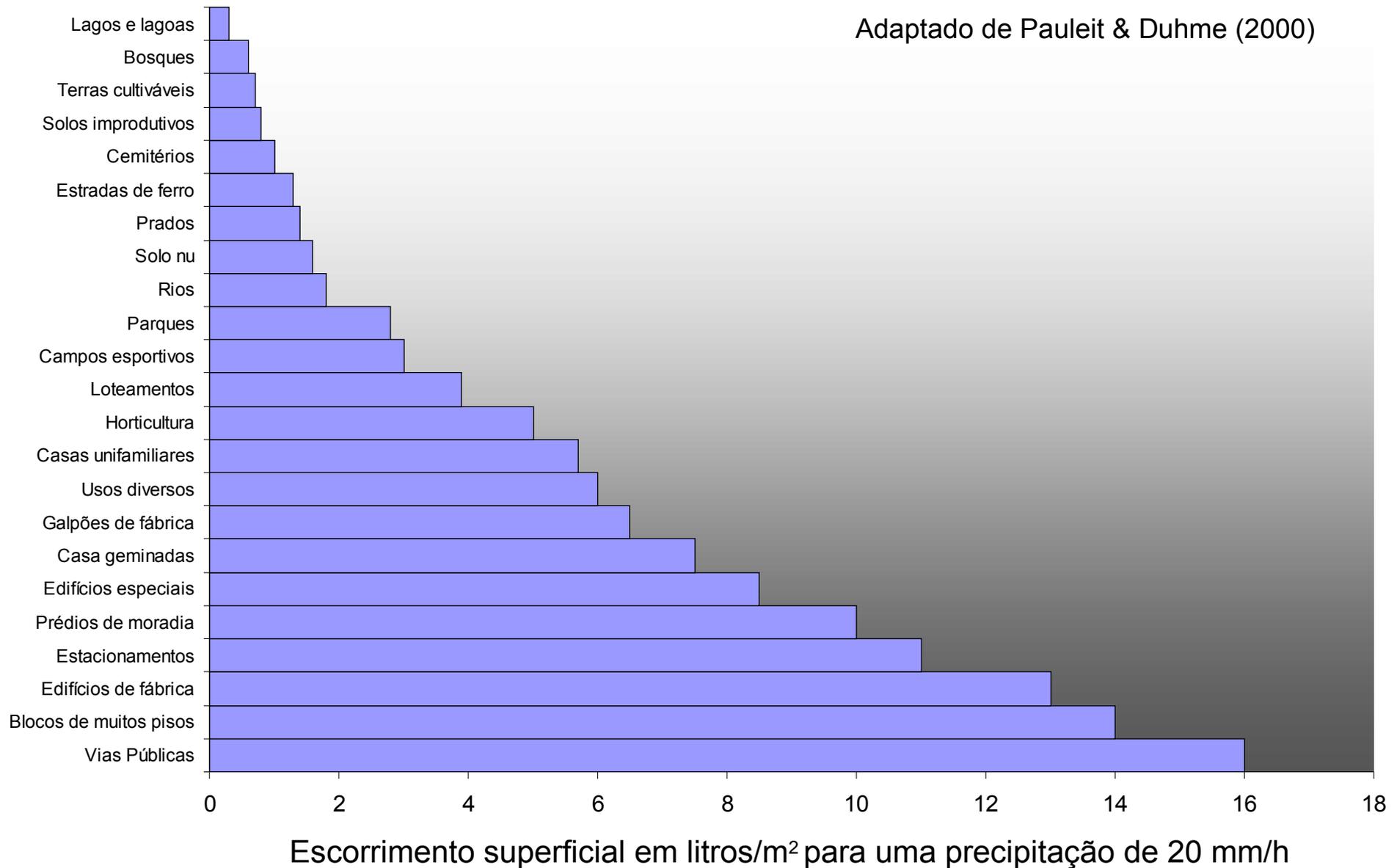


Table. Rainfall interception by dbh class for summer and winter events (m³, %)

Tree species	Interception	dbh classes (cm)											
		0–15.2		15.2–30.5		30.5–45.7		45.72–61.0		61.0–76.2		>76.2	
Camphor	Summer event	0.1	68.4	0.2	26.9	0.4	24.4	0.6	28.7	1.0	35.0	1.5	41.6
	Winter event	0.1	54.3	0.2	19.3	0.3	19.4	0.5	19.8	0.7	22.8	1.0	24.2
Sweetgum	Summer event	0.1	42.8	0.3	52.5	0.7	70.5	0.9	70.5	1.1	70.5	1.3	70.5
	Winter event	0.0	5.4	0.0	5.4	0.1	5.5	0.1	5.5	0.1	5.5	0.1	5.5



Quantificação de superfícies urbanas usando imagens multiespectrais, fotos, satélites imageadores, etc.

Sensoriamento Remoto e SIG



Classificação supervisionada



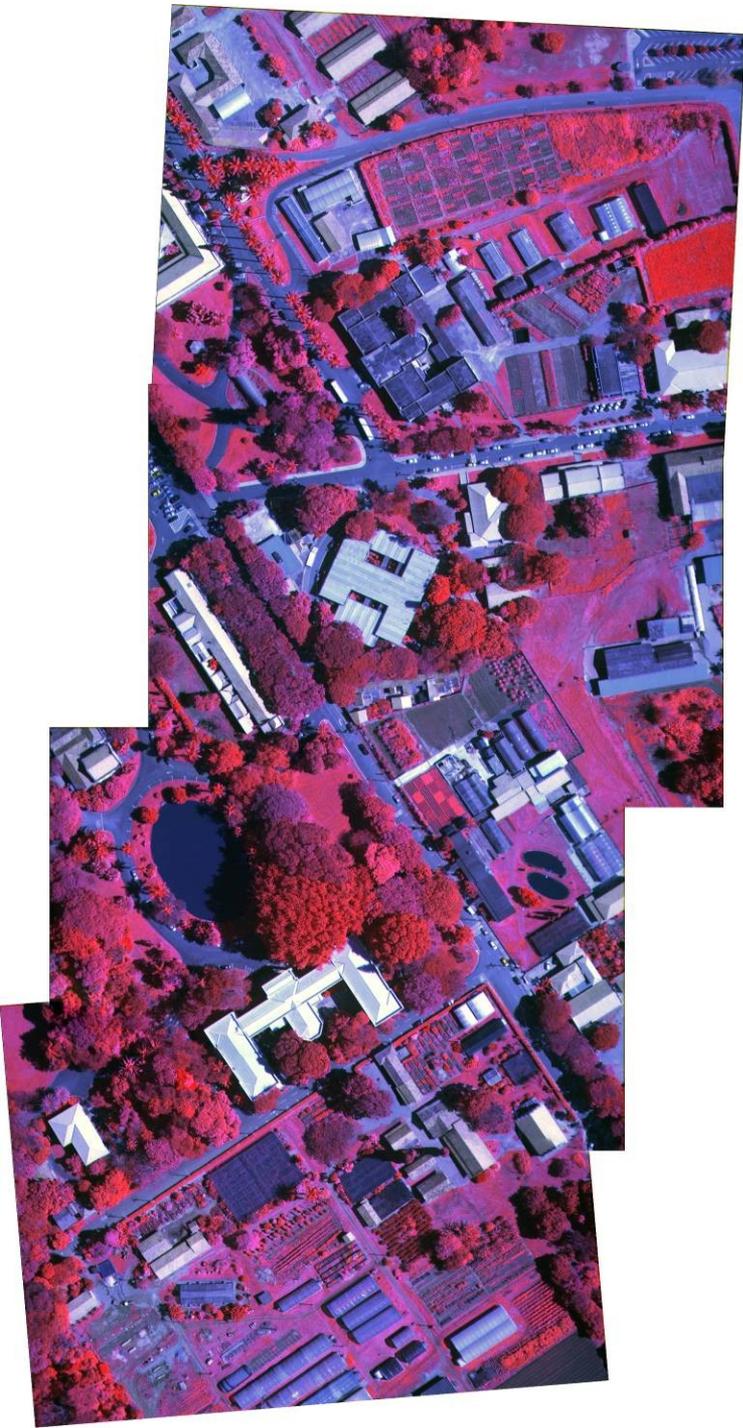
Cálculo da estimativa de escoamento por bairro ou microbacia urbana



Política Pública



Aplicação do dinheiro público nos locais mais necessários



Alterações Hidrológicas

- **Aumento de sedimentos e material sólido:** é extremamente significativo devido aos fatores:
 - limpeza de terrenos para novos loteamentos,
 - construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas.
- Contaminação de aquíferos
- Os aterros sanitários contaminam as águas subterrâneas pelo processo natural de precipitação e infiltração.

Alterações Hidrológicas

- Grande parte das cidades brasileiras utiliza **fossas sépticas** como destino final do esgoto. Este conjunto tende a contaminar uma parte superior do aquífero.
- A rede de condutos pluviais pode contaminar o solo por meio de perdas de volume no seu transporte e até por **entupimento de trechos da rede**, que pressionam a água contaminada para fora do sistema de condutos.

Problemas

- São fontes disponíveis de água determinados pelas condições locais, com os quais a população pode ser abastecida. Deve possuir quantidade e qualidade de água adequada ao uso.
- A **tendência do desenvolvimento urbano é contaminar a rede de escoamento superficial com despejo de esgotos cloacais e pluviais**, inviabilizando o manancial e exigindo novos projetos de captação de áreas mais distantes, não contaminadas.

Mananciais

- Os principais mananciais de suprimento de água de uma população são:
- Águas superficiais: são encontradas na rede de rios da bacia hidrográfica onde a população se desenvolve.
- Águas subterrâneas: são a maior reserva de água doce do globo.
- Os aquíferos, onde ficam os reservatórios, podem ser confinados (com pressão superior à atmosférica) ou não (a água não está sob pressão).

Poluição dos Mananciais

- **Das águas subterrâneas:**
- O uso da fossa séptica contamina o lençol freático.
- O lixo contamina o aquífero pela lixiviação dos períodos chuvosos.
- O vazamento da rede de esgotos cloacais e pluviais contamina o aquífero com o despejo dos poluentes.
- O uso de pesticidas e fertilizantes na agricultura.
- Despejo de resíduos de cargas industriais sobre áreas de recarga, para depuração de efluentes desse tipo, tende a contaminar águas subterrâneas.

Poluição dos Mananciais

- **Das águas superficiais:**
- Despejos de poluentes dos esgotos cloacais domésticos ou industriais.
- Despejos de esgotos pluviais agregados com lixo urbano.
- escoamento superficial que drena áreas agrícolas tratadas com pesticidas ou outros compostos.
- Água subterrânea contaminada que chega ao rio.

Classificação segundo normas do CONAMA

Classe	Uso
Especial	<p>Abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção.</p> <p>Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.</p>
Classe <u>1</u>	<p>Abastecimento doméstico após tratamento simplificado.</p> <p>Proteção das comunidades aquáticas.</p> <p>Recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho.</p> <p>Irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas, ou de frutas que se desenvolvem rente ao solo ou que sejam ingeridas cruas, sem remoção de películas.</p> <p>Criação natural e/ou intensiva (aquicultura de espécies destinadas à alimentação</p>

humana)

Classe 2

Abastecimento doméstico, após tratamento convencional.
Proteção das comunidades aquáticas.
Recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho.
Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.
Criação natural e/ou intensiva.

Classe 3

Abastecimento doméstico após tratamento convencional.
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.

Classe 4

Navegação.
Harmonia paisagística.
Usos menos exigentes.

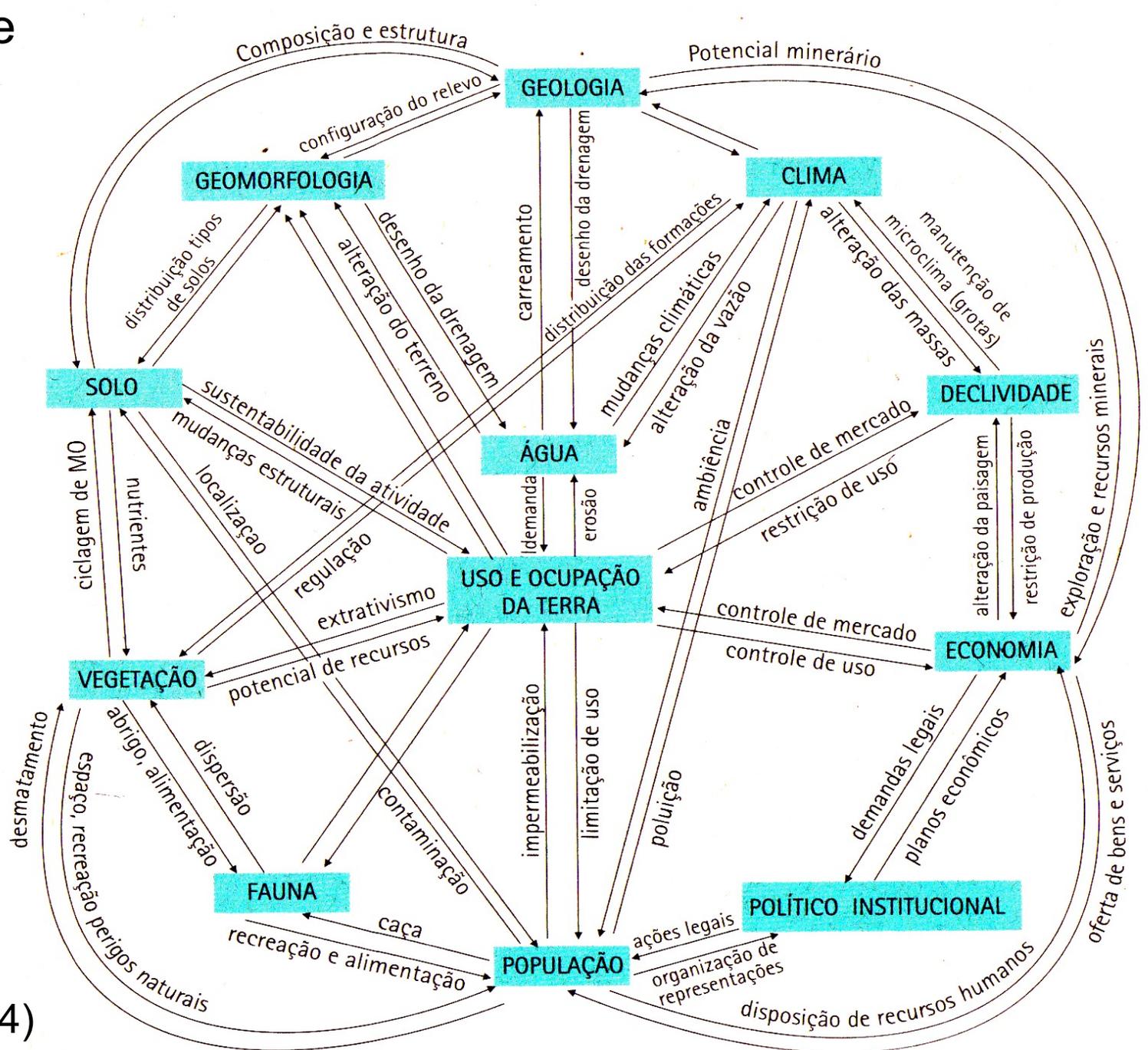
Ações

- Seleção de mananciais potenciais: bacias ou aquíferos, inseridos em bacias, considerando-se os custos dos aproveitamentos, a ocupação das bacias e a viabilidade de preservação.
- Avaliação da disponibilidade dos mananciais: são quantificados quanto ao atendimento da demanda atual e quanto a cenários futuros do desenvolvimento da comunidade.
- Ocupação da bacia e potenciais poluentes: identificação dos usos atuais e os propostos para as bacias dos mananciais, identificando-se fontes potenciais de poluentes com as cargas atuais e com as projetadas para os cenários.
- Ocupação da bacia e potenciais poluentes: identificação dos usos atuais e os propostos para as bacias dos mananciais, identificando fontes potenciais de poluentes com as cargas atuais e as projetadas para os cenários.

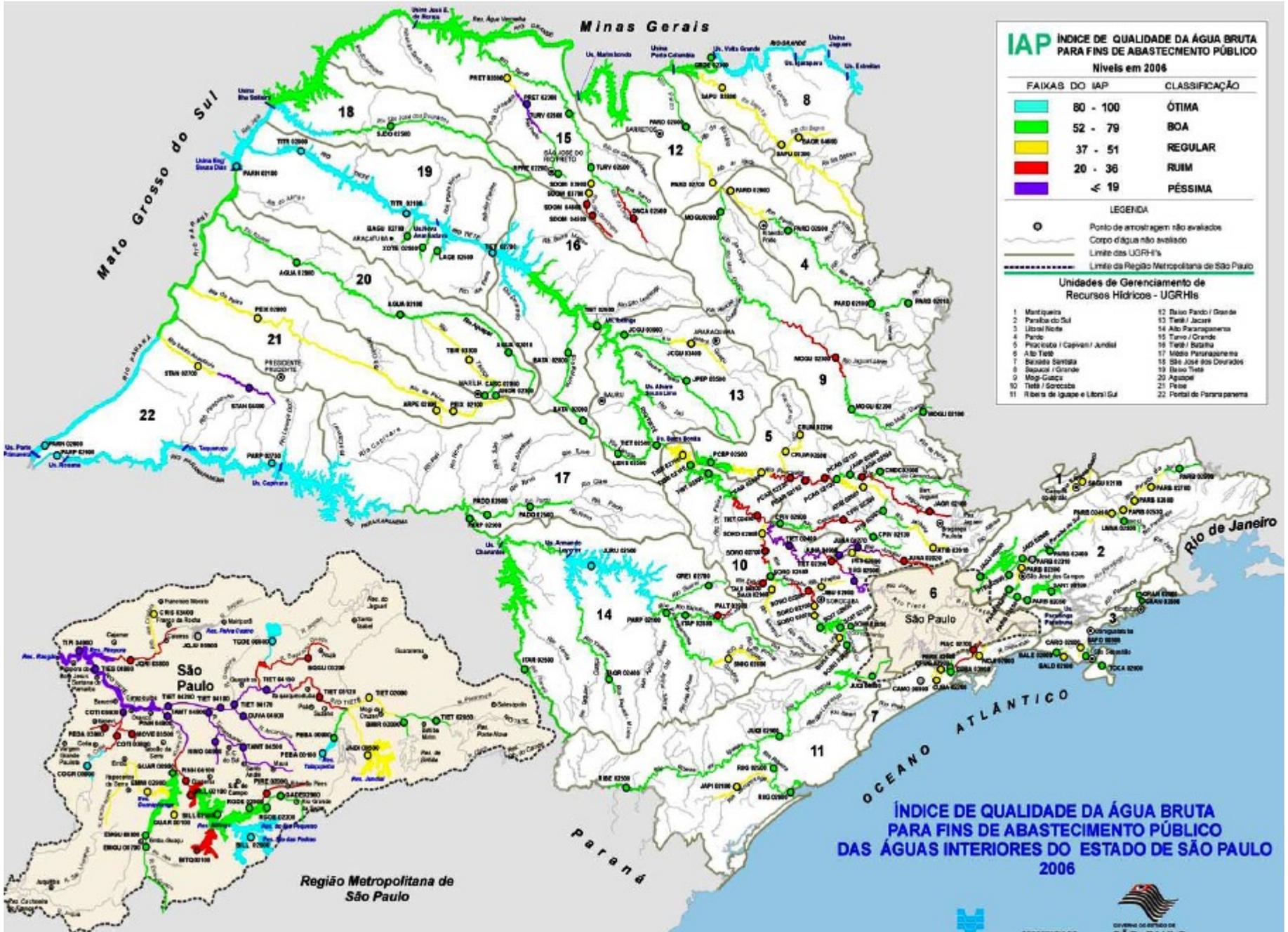
Ações

- Quantificação atual e potencial da qualidade da água dos mananciais.
- Seleção dos mananciais: baseada na qualidade potencial dos mananciais, no desenvolvimento urbano previsto, nos custos e na capacidade de controle da ocupação da bacia. Programa de controle do uso do espaço e preservação da bacia: visa preservar as condições de qualidade e quantidade da água como fonte de manancial.
- Projeto de aproveitamento da água: de acordo com o desenvolvimento e uso da comunidade.
- Programa sistemático de monitoramento da qualidade da água nos mananciais selecionados
- Mecanismos de controle institucionais da preservação das bacias mananciais.
- Controle do uso e ocupação do solo urbano: é essencial devido ao grande número de invasões e loteamentos clandestinos que ocorrem nas cidades brasileiras.

Integração de dados para adequada GESTÃO!



Santos (2004)



IAP ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Níveis em 2006

FAIXAS DO IAP	CLASSIFICAÇÃO
80 - 100	ÓTIMA
52 - 79	BOA
37 - 51	REGULAR
20 - 36	RUIM
≤ 19	PESSIMA

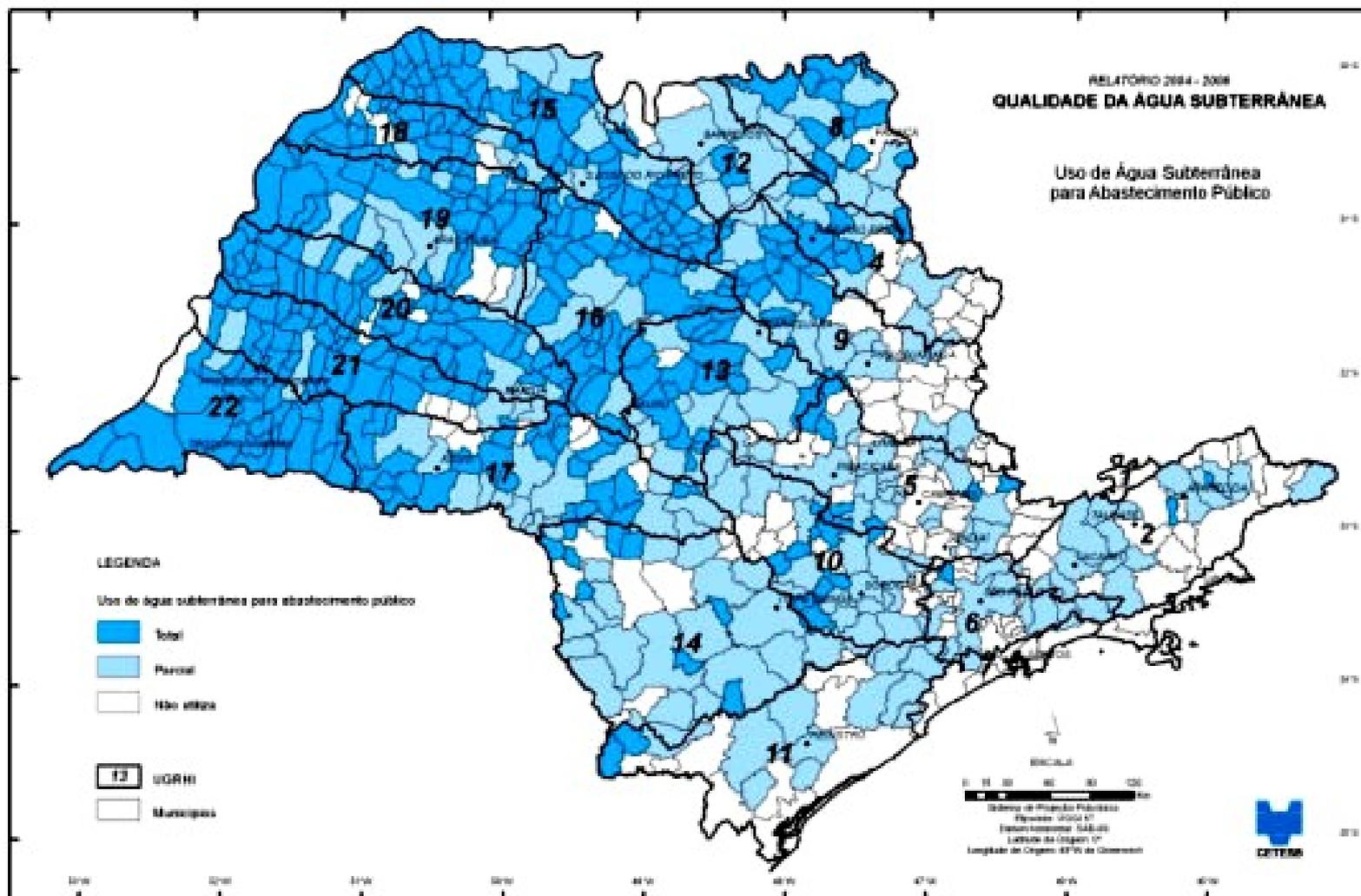
LEGENDA

- Ponto de amostragem não avaliados
- Corpo d'água não avaliados
- Limite das UGRH's
- Limite da Região Metropolitana de São Paulo

Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRH's

1 Mantiqueira	17 Baixo Paraíba / Grande
2 Paraíba do Sul	18 Tietê / Jacaré
3 Litoral Norte	19 Alto Parapanapanema
4 Paraíba	20 Tamoio / Grande
5 Pico das Neblinas / Capim / Andaraí	21 Tietê / Sorocaba
6 Alto Tietê	22 Médio Parapanapanema
7 Baixada Sorocaba	15 São José dos Devedores
8 Sorocaba / Grande	16 Baixo Tietê
9 Mogi-Guaçu	20 Agaçupé
10 Tietê / Sorocaba	21 Pádua
11 Ribeira de Iguape e Litoral Sul	22 Portal de Paranaíba

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DAS ÁGUAS INTERIORES DO ESTADO DE SÃO PAULO 2006

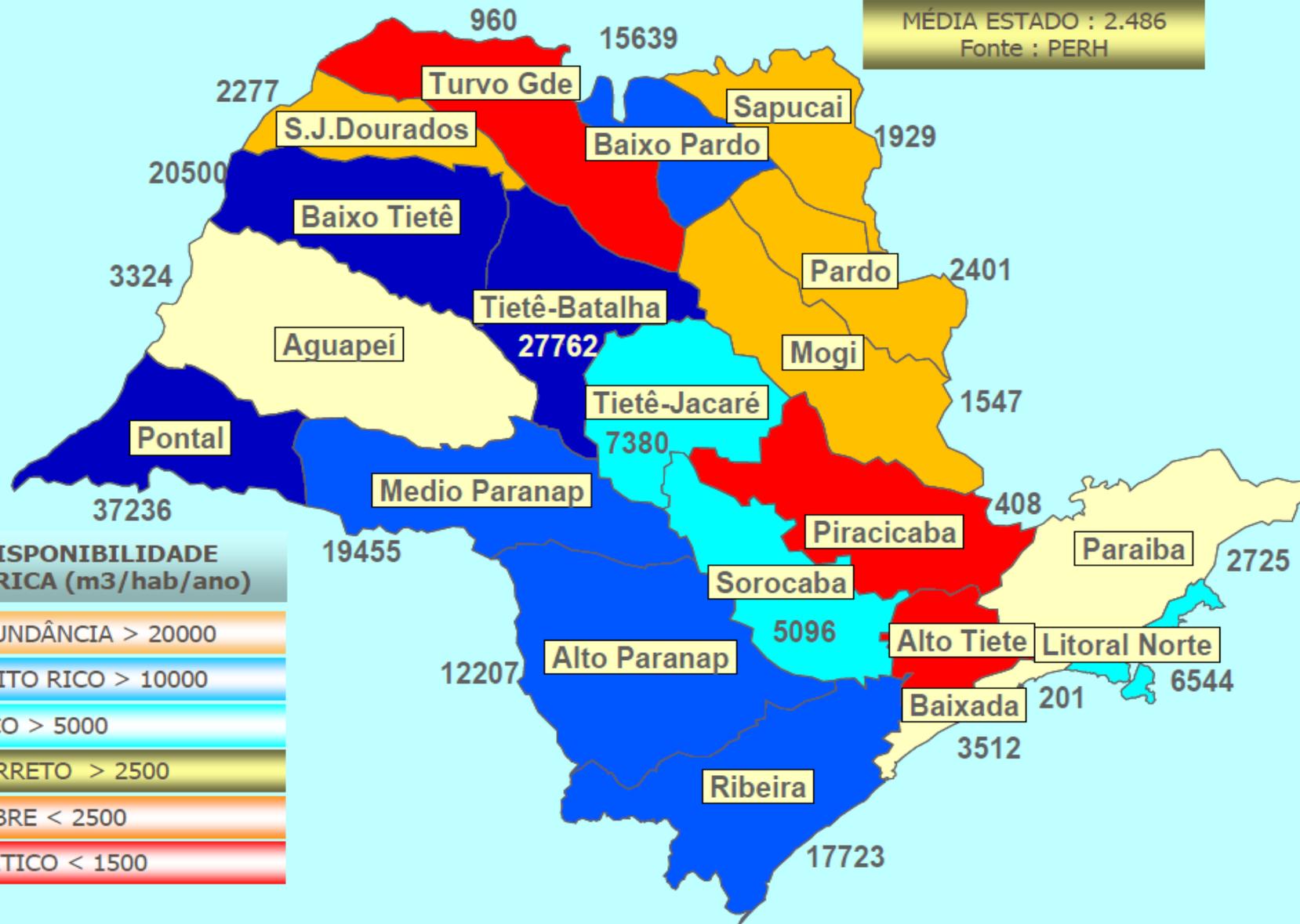


Extraído de:

www.sg-guarani.org/index/pdf/gestion_integrada_del_agua/foz/jue11-BR-DorothyPinattiCasarini.pps

DISPONIBILIDADE HÍDRICA NAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS PAULISTAS

MÉDIA ESTADO : 2.486
Fonte : PERH



DISPONIBILIDADE HÍDRICA (m³/hab/ano)

ABUNDÂNCIA > 20000

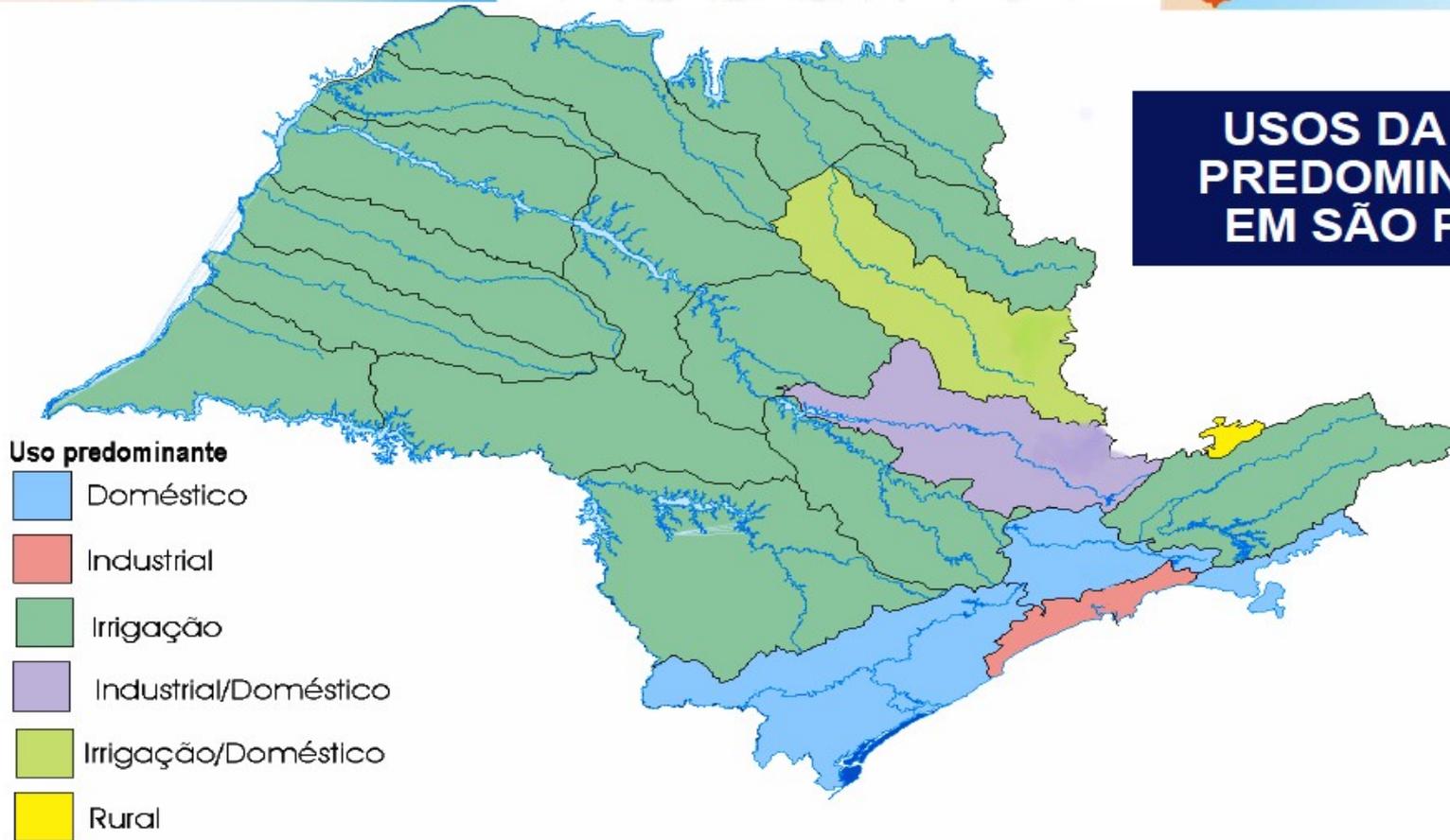
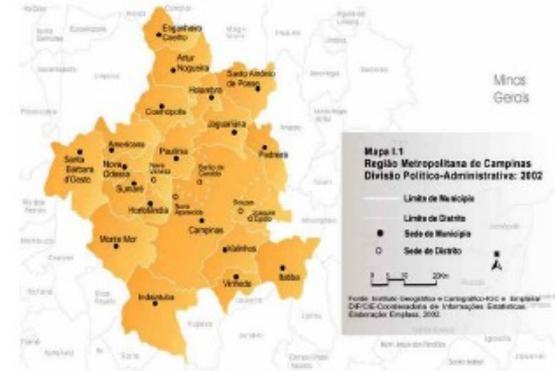
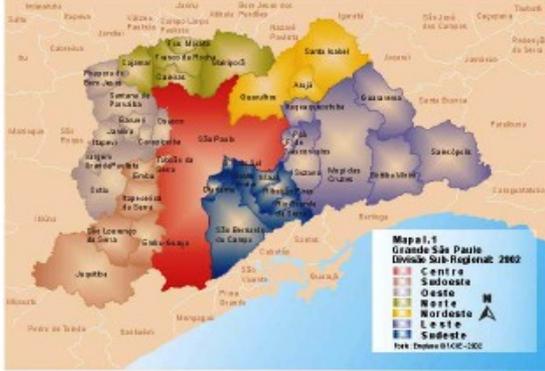
MUITO RICO > 10000

RICO > 5000

CORRETO > 2500

POBRE < 2500

CRÍTICO < 1500



**USOS DA ÁGUA
PREDOMINANTES
EM SÃO PAULO**

DISPUTA PELA ÁGUA

ABASTECIMENTO PÚBLICO: PERDAS E CONSUMO EXAGERADO
IRRIGAÇÃO X ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
USO INDUSTRIAL X ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
HIDROENERGIA X USOS MÚLTIPLOS
LANÇAMENTO DE ESGOTO BRUTO A MONTANTE DE CAPTAÇÕES
OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE MANANCIASIS

RESULTADO

- DESPERDÍCIO
- ESCASSEZ
- CONFLITOS ENTRE USUÁRIOS
- POLUIÇÃO DE RIOS E CÓRREGOS
 - EROÇÃO, ASSOREAMENTO
 - DESEQUILÍBRIO ECOLÓGICO
- RISCOS URBANOS

Extraído de:

SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

DESCENTRALIZAÇÃO

GESTÃO POR BACIA HIDROGRÁFICA (22 UNIDADES HIDROGRÁFICAS)

PARTICIPAÇÃO

ESTADO, MUNICÍPIOS, SOCIEDADE CIVIL (REPRESENTAÇÃO PARITÁRIA)



INTEGRAÇÃO

ÁGUAS SUPERFICIAIS (interior e costeiras) ↔ ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
QUANTIDADE ↔ QUALIDADE
USUÁRIOS ↔ PODER PÚBLICO ↔ ENTIDADES CIVIS

USO EFICIENTE DA ÁGUA

- **REÚSO : ÁGUA E EFLUENTES TRATADOS**
 - **IRRIGAÇÃO PAISAGÍSTICA E DE AGRICULTURA**
 - **USOS INDUSTRIAIS: CALDEIRAS, REFRIGERAÇÃO, PROCESSOS**
 - **RECARGA DE AQÜÍFEROS**
 - **USOS URBANOS NÃO POTÁVEIS: COMBATE A FOGO, DESCARGA DE VASOS SANITÁRIOS, ETC.**
 - **OUTROS USOS: AQÜICULTURA, CONSTRUÇÕES, CONTROLE DE POEIRA, ETC.**

USO EFICIENTE DA ÁGUA

- **CONTROLE DE PERDAS NA REDE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO**
- **MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO E DA PRODUÇÃO DE EFLUENTES**
 - TECNOLOGIAS POUPADORAS**
 - RECIRCULAÇÃO**
 - REVISÃO DE ROTINAS DOMÉSTICAS**

COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

- **INSTRUMENTO DA POLÍTICA DE RECURSO HÍDRICO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DO USUÁRIO COM RELAÇÃO À CAPTAÇÃO DE ÁGUA, CONSUMO E LANÇAMENTO DE EFLUENTES**

- **ATÉ 2010**
 - **SETORES URBANO E INDUSTRIAL**

- **APÓS 2010**
 - **SETOR RURAL**

- **ISENTOS**
 - **USOS INSIGNIFICANTES E TARIFA SOCIAL**

COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

➤ EXEMPLOS DE VALORES ADOTADOS NO PCJ

- CAPTAÇÃO: R\$ 0,01/m³
- CONSUMO: R\$ 0,02/m³
- CARGA POLUENTE: R\$ 0,10/Kg DBO

➤ VARIAÇÃO DO PREÇO POR PESSOA

- R\$ 0,02 / DIA
- R\$ 0,60 / MÊS

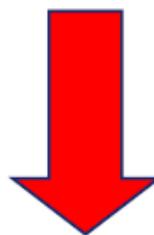
➤ VARIAÇÃO DO PREÇO POR SETOR INDUSTRIAL

SETOR	VARIAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA	VARIAÇÃO DO CUSTO TOTAL
ALIMENTOS E BEBIDAS	-13%	0,28%
TEXTIL	-5%	0,06%
PAPEL E CELULOSE	-12%	0,17%
METALURGIA	-10%	0,11%
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	-3%	0,00%
MÉDIA	-6,4%	0,11%

COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

PREVISÃO DE ARRECADAÇÃO EM 2010

➤	ESTADO DE SÃO PAULO	R\$ 70.000.000,00
➤	PCJ	R\$ 14.000.000,00
➤	ALTO TIETÊ	R\$ 22.000.000,00
➤	BAIXADA SANTISTA	R\$ 5.000.000,00



APLICAÇÃO NA PRÓPRIA BACIA

A IMPORTÂNCIA DA COBERTURA FLORESTAL PARA A PROTEÇÃO DAS ÁGUAS

➤ QUALIDADE E QUANTIDADE

- FILTRO
- PROTEÇÃO

➤ RETENÇÃO DE SEDIMENTOS

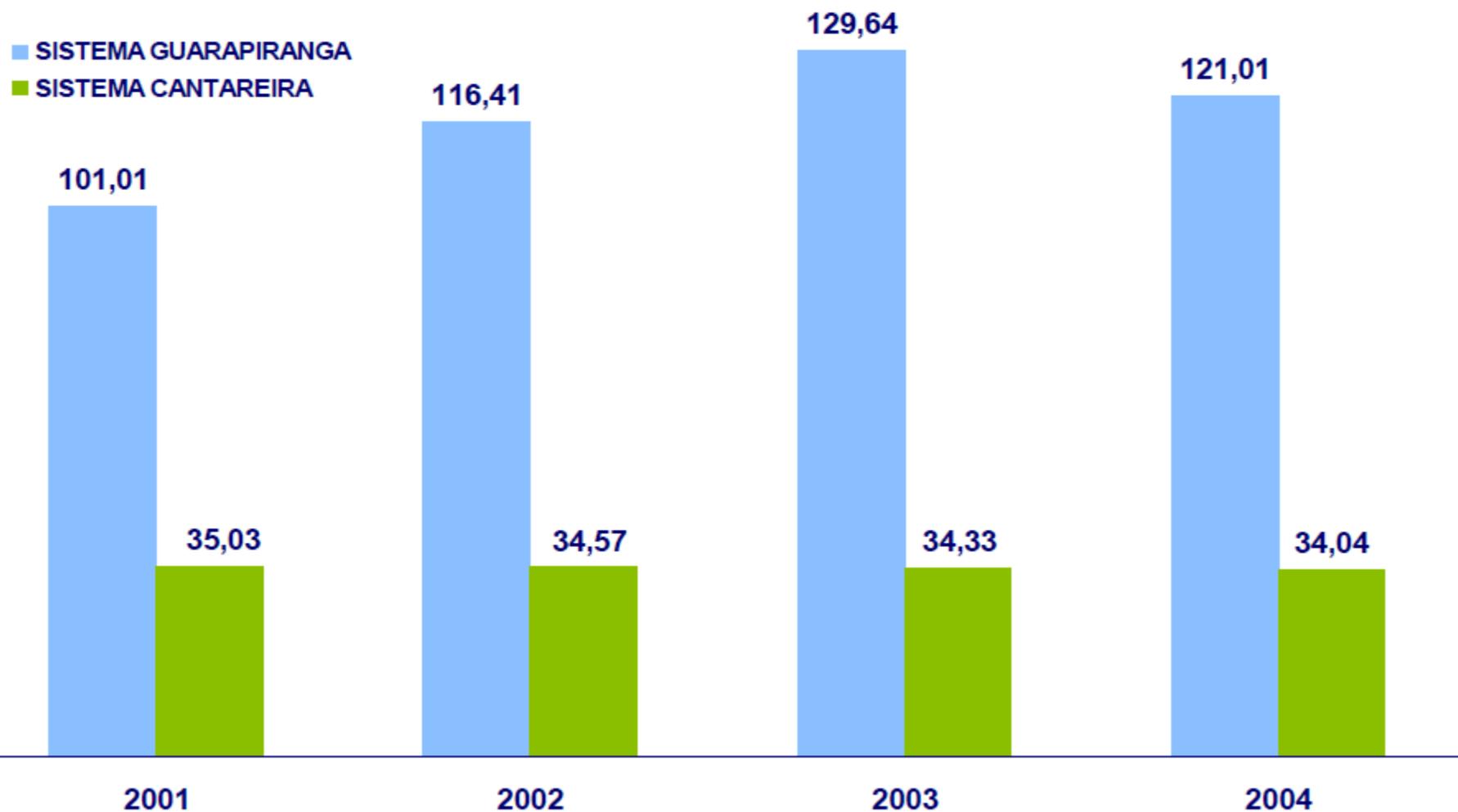
- EROSÃO
- ASSOREAMENTO

➤ MENOR QUANTIDADE DE POLUENTES

- CONTROLE DO USO DE ENTORNO

O PESO DA ÁGUA SUJA

REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO
QUANTIDADE DE PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS PARA TRATAR A ÁGUA
(em Kg/1.000 m³/s)



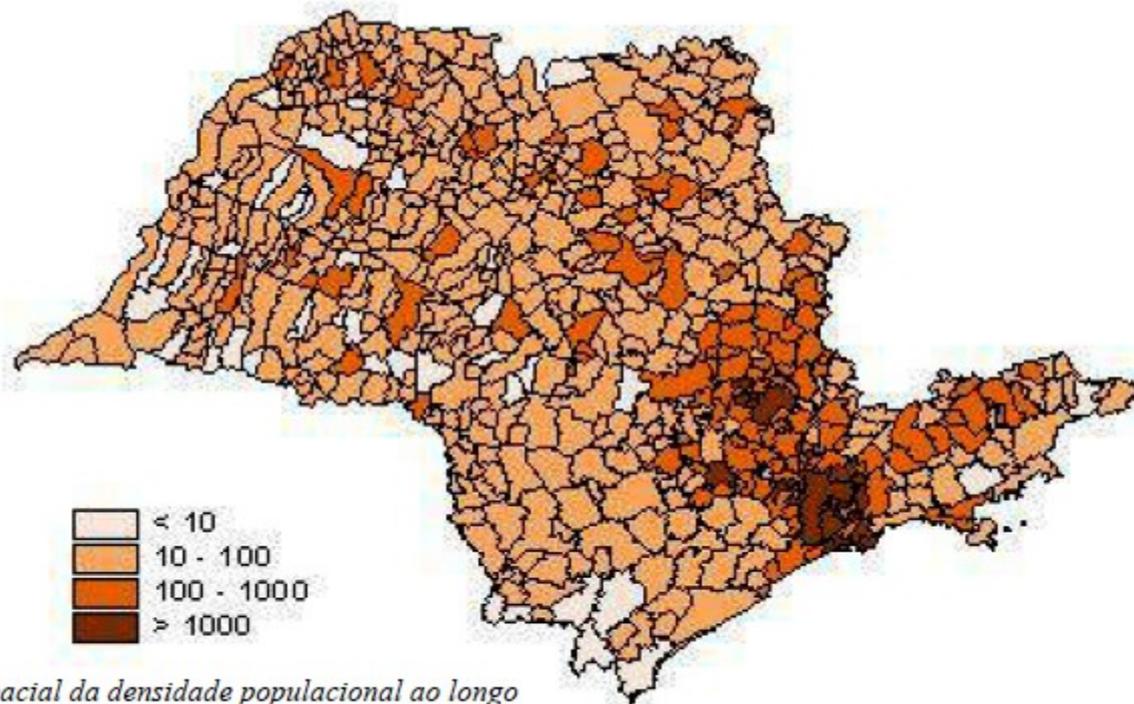


Figura 3b. Distribuição espacial da densidade populacional ao longo do estado de São Paulo.

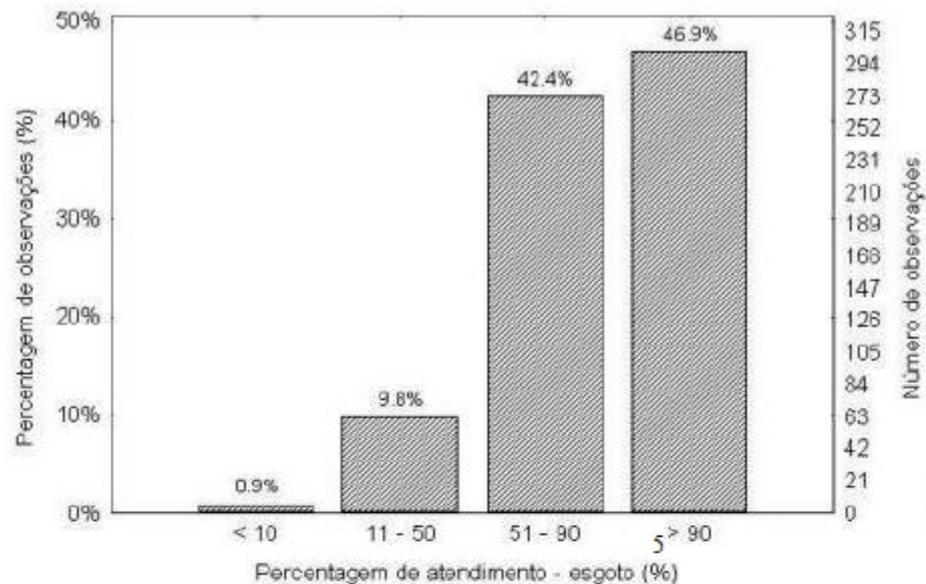


Figura 6. Relação percentual da população que é servida com rede de esgoto nos municípios

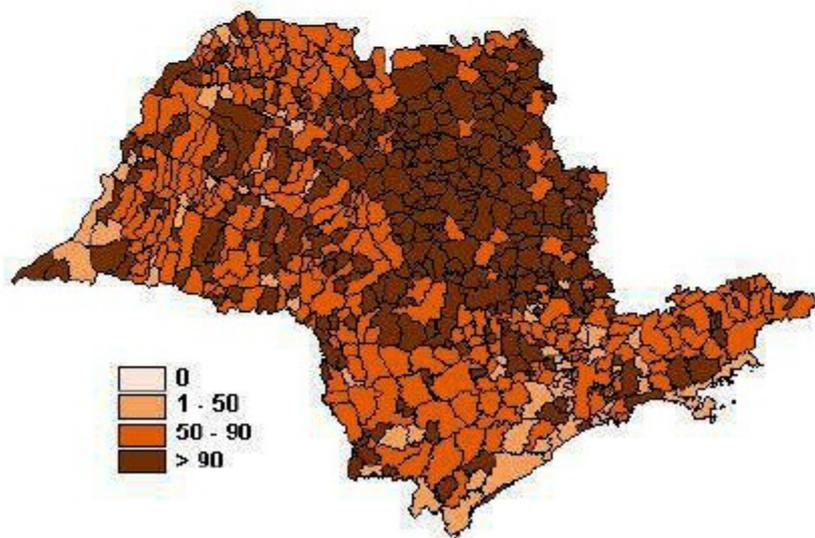


Figura 7a. Distribuição espacial da população que é servida com rede de esgoto nos municípios.

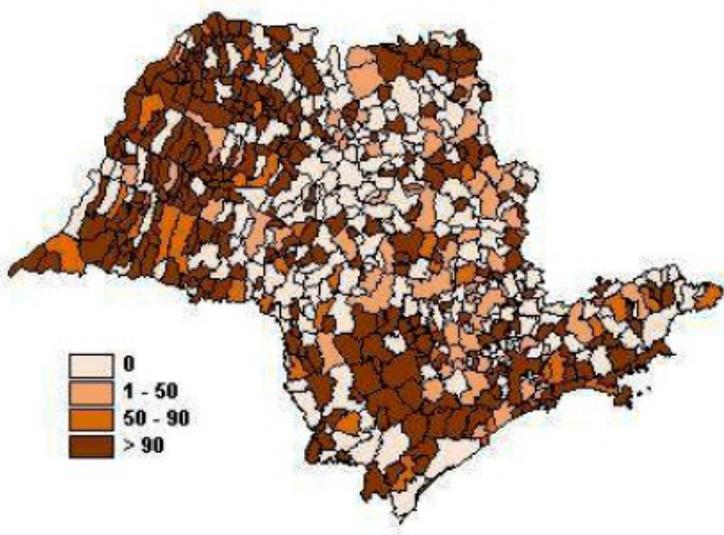


Figura 7b. Distribuição espacial da porcentagem de esgoto tratado nos municípios.

- ARACATUBA
- ARARAQUARA
- BARUERI
- BAURU
- CAMPINAS
- DIADEMA
- FRANCA
- GUARULHOS
- HORTOLANDIA
- INDAIATUBA
- JACAREI
- LIMEIRA
- MARILIA
- MAUA
- MOJI DAS CRUZES
- OSASCO
- PIRACICABA
- PRES PRUDENTE
- RIBEIRA O PRETO
- RIO CLARO
- S CAETANO DO SUL
- S. BERN DO CAMPO
- S. JOSE DO R. PR.
- S. JOSE DOS C
- SAO CARLOS
- SAO PAULO
- SOROCABA
- STA BARB D'OESTE
- STO ANDRE
- TAUBATE

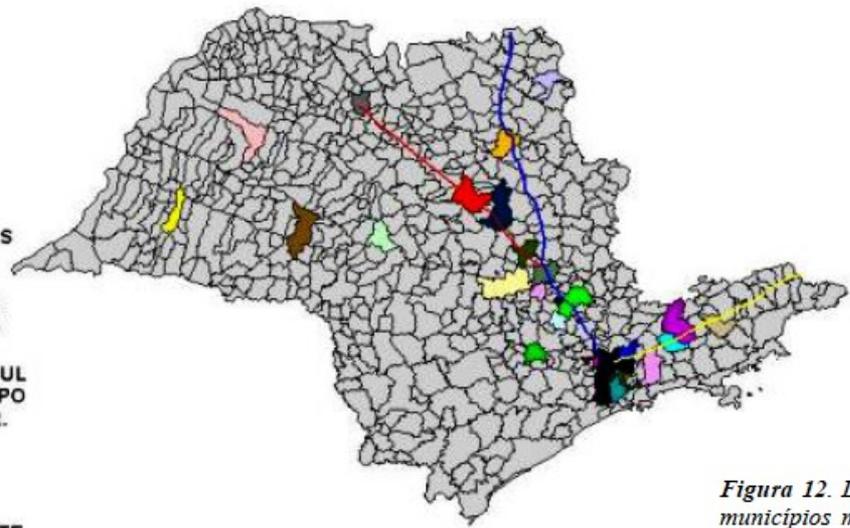


Figura 12. Listagem e respectiva localização dos 30 municípios mais poluidores do estado de São Paulo (em ordem alfabética) e também disposição de três das principais rodovias que cortam o estado.

Conceitos

- **Eficácia** é a capacidade de produzir o efeito desejado, o resultado previsto.
- **Eficiência** é a capacidade de utilizar os insumos adequadamente, de forma racional e econômica.
- **Efetividade** é a capacidade de produzir uma diferença positiva num dado contexto, de forma permanente.

GESTÃO INTEGRADA DE QUALIDADE E QUANTIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

- **FLUXOGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA**
- **LEGISLAÇÃO**
- **HIDROGEOLOGIA**
- **USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**
- **FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO E CONTROLE**
- **VULNERABILIDADE**
- **QUALIDADE, MONITORAMENTO E LICENÇA INSTALAÇÃO DE FONTES**
- **QUANTIDADE E OUTORGA**
- **NIVEIS DE RESTRIÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS**
- **PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO**
- **ÁREAS CONTAMINADAS**
- **GESTÃO INTEGRADA**

•AÇÕES EXECUTADAS E EM EXECUÇÃO: DELIBERAÇÕES CRH E RESOLUÇÕES DE SECRETARIAS

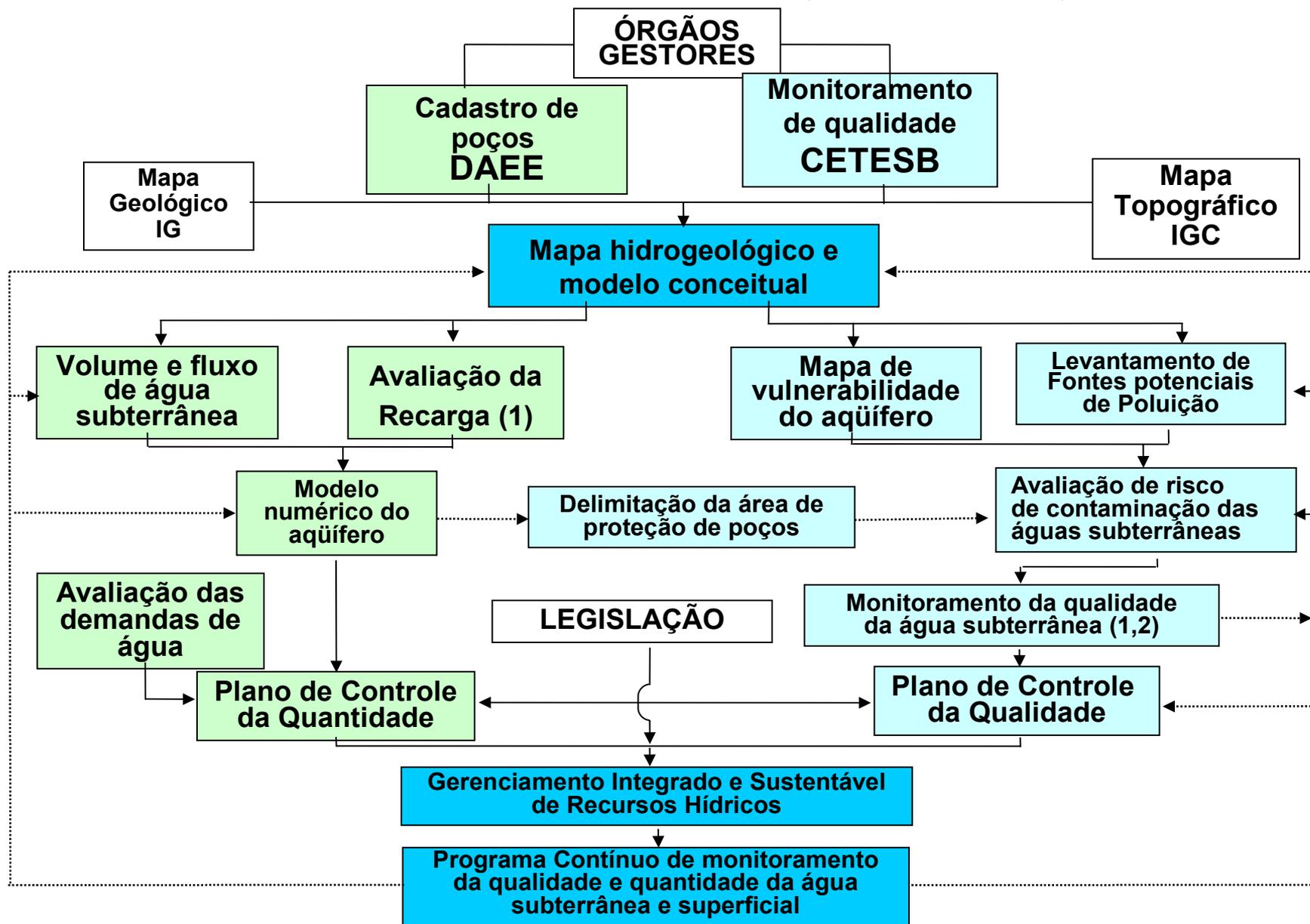
•DESAFIOS

•MONITORAMENTO INTEGRADO - QUANTIDADE/QUALIDADE SUPERFICIAL/SUBTERRÂNEA

Extraído de:

Slides 51 a 108

GERENCIAMENTO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS PARA QUANTIDADE E QUALIDADE



NOTAS

- (1): A interação entre a água superficial e subterrânea é um componente importante do estudo, considerando que as águas subterrâneas mantêm o fluxo de base do superficial.
- (2): Problemas por anomalias com fontes naturais de contaminação de águas subterrâneas podem também ser incluídos.

LEGISLAÇÃO do ESTADO de SÃO PAULO

CONSTITUIÇÃO 1989

Capítulo IV

Art 193. Define a política ambiental e a atribuição da CETESB com as seguintes metas:

Inc.XIV. Definir responsabilidades legais e econômicas ao poluidor.

Inc. XX. Controlar e supervisionar a prevenção e a remediação.

Art 206. As fontes de água subterrânea devem ter programas permanentes para prevenir e controlar a poluição.

Lei 997/76

Estabelece a Política de Controle de Poluição Ambiental para solos, água e ar.

Art 2. Define poluição

Art 3 Proíbe poluição.

Art 13. Autoriza a CETESB a estabelecer medidas.

Decreto 8468/76

Regulamento da Lei 997

Título I

Art 5 e 6. Define como atribuição da CETESB controlar a poluição dos solos e das águas.

Título IV

Art 51-56. Específico para poluição do solo.

Decretos

47397/02. Dispõe sobre #s tipos de licença e lic. renovável.

47400/02.

Estabelece a licença de encerramento.

LEGISLAÇÃO do ESTADO de SÃO PAULO

Lei 6134/88

Sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas.

Art 4. Define a CETESB como responsável pelo controle e proteção da qualidade dos aquíferos

Art 5. Estabelece penalidades ao poluidor.

Lei 7750/92

Estabelece a Política Estadual de Saneamento

Lei 7663/91

Estabelece a Política de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos

Lei 9034/94

Dispõe sobre o plano estadual de recurso hídrico. Aprova a divisão do Estado em 22 UGRHI's

Decreto 32.955/91

Atribuições :

art.7º DAEE: outorga - quantidade

Art.8º Cetesb:prevenir e controlar a poluição. licença - qualidade

Art9º S. Saúde: fiscalizar a potabilidade

art.10. IG: pesquisa de geologia e hidrogeol.

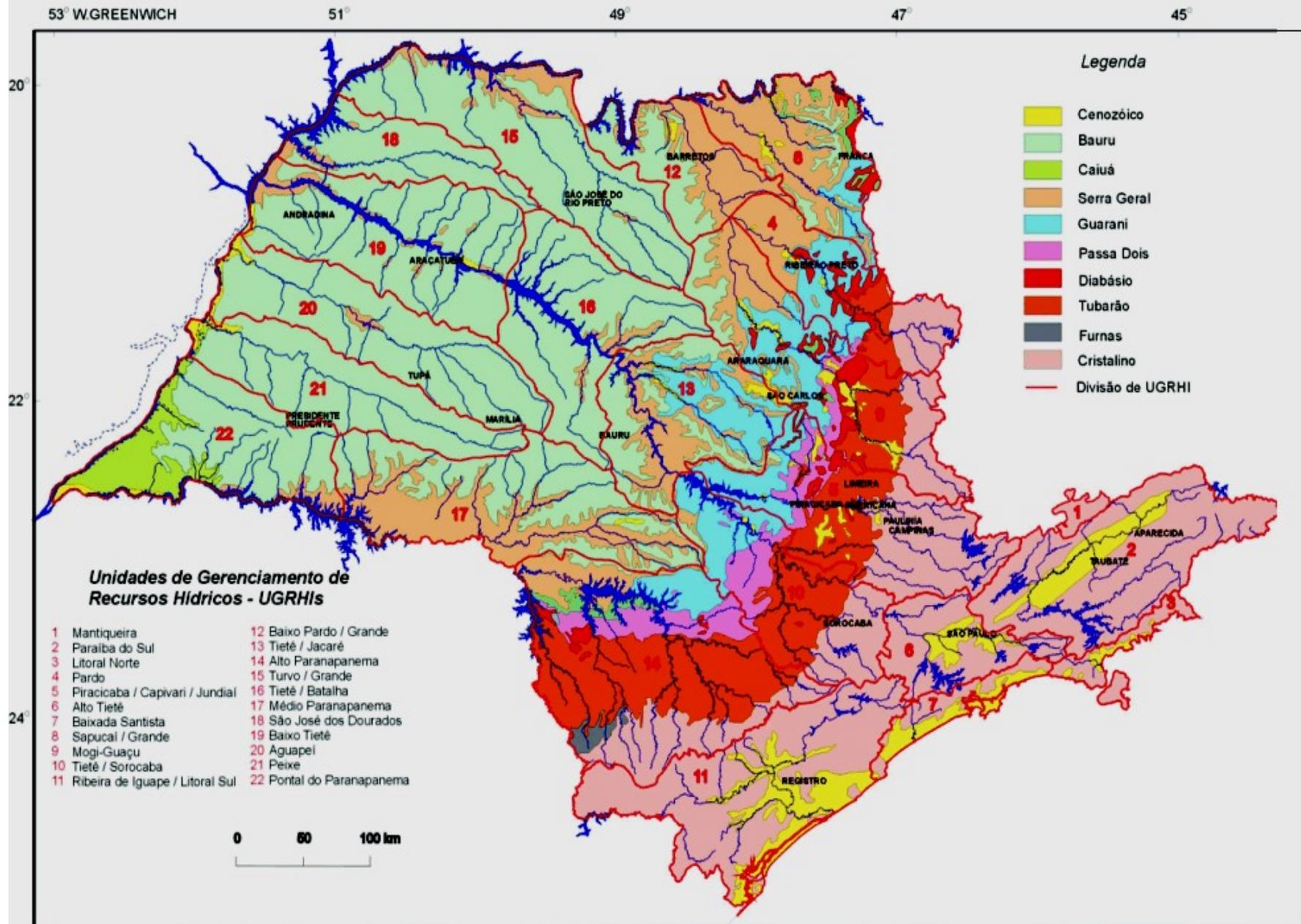
Art 20. Define as áreas de proteção de águas subterrâneas.

Resolução 18/89 SMA Plano de Recuperação para áreas de Mineração

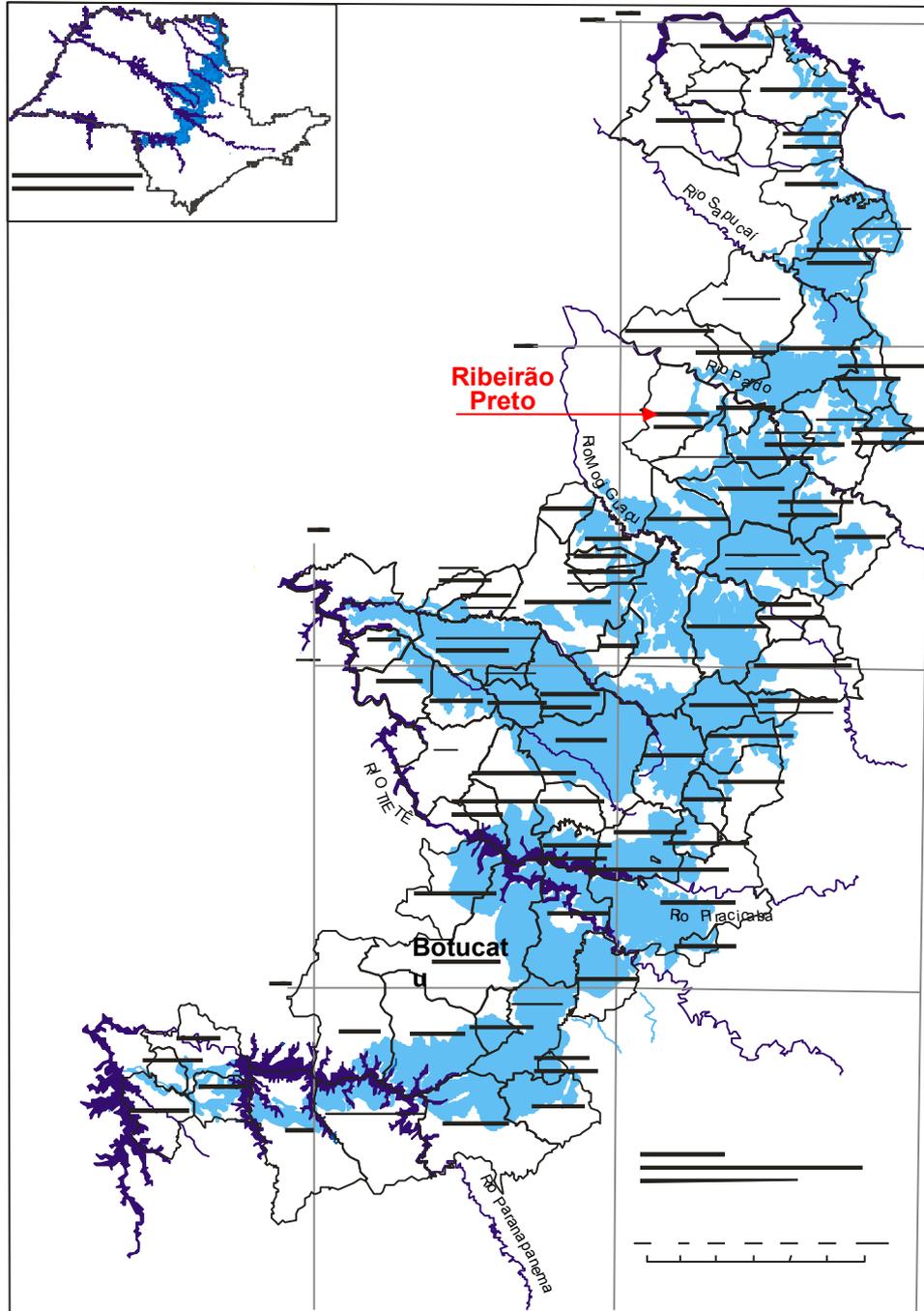
REGIONAIS E AGÊNCIAS AMBIENTAIS - CETESB
E
UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - UGRHI



Afloramento das Principais Unidades Aqüíferas



Afloramento do Aqüífero Guarani no Estado de São Paulo



CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DO SISTEMA AQUÍFEROS GUARANI – ESTADO SP

Área de afloramento	16.000 km ²
Espessura média	250 m (livre)
	500 m (confinado)
Vazão média por poço	10 a 100 m ³ /h (livre) 50 a 600 m ³ /h (confinado) 3 a 30 Tubarão 5 a 30 Cristalino 8 a 30 Bauru 5 a 70 Serra Geral 15 a 200 Taubaté
Vazão disponível	1250 m ³ /s - Aquif. todo 162 m ³ /s - Estado SP
Potencial de abastecimento no Estado	34 milhões de pessoas

- extensão regional, granular, grande parte confinado e homogêneo.

Apesar desse potencial, já são observados indícios de super exploração em Ribeirão Preto e Bauru

MUNICÍPIOS COM ÁREA DE AFLORAMENTO DO GUARANI MAIOR QUE 50%

UGRHI	MUNICÍPIO	ÁREA DE AFLORAMENTO NO MUNICÍPIO ¹ (%)	UGRHI	MUNICÍPIO	ÁREA DE AFLORAMENTO NO MUNICÍPIO ¹ (%)
8	Patrocínio Paulista	70	5, 9 E 13	ANALÂNDIA	81
4 e 8	Altinópolis	75	5 E 13	Itirapina	87
	Santo Antonio da Alegria	64		Boa Esperança do Sul	82
4	Cássia dos Coqueiros	63	13	Bocaina	84
	Santa Cruz da Esperança	78,5		Brotas	85
	Serra Azul	78		Dourado	61
	Santa Rosa Viterbo	52		Ribeirão Bonito	90
4 e 9	São Simão	87		Trabiju	100
9	Américo Brasiliense	51	5	São Pedro	87,4
	Descalvado	73,5		Santa Maria da Serra	75
	Luiz Antônio	67,5	5 E 10	Anhembi	78
	Rincão (*)	50		Saltinho	50
	Santa Rita Passa Quatro	78		Torre de Pedra	100
9 e 13	São Carlos (*)	72	10 E 14	Bofete	91
5 E 9	Corumbataí (*)	70		Pardinho	55
			14	Itatinga	60

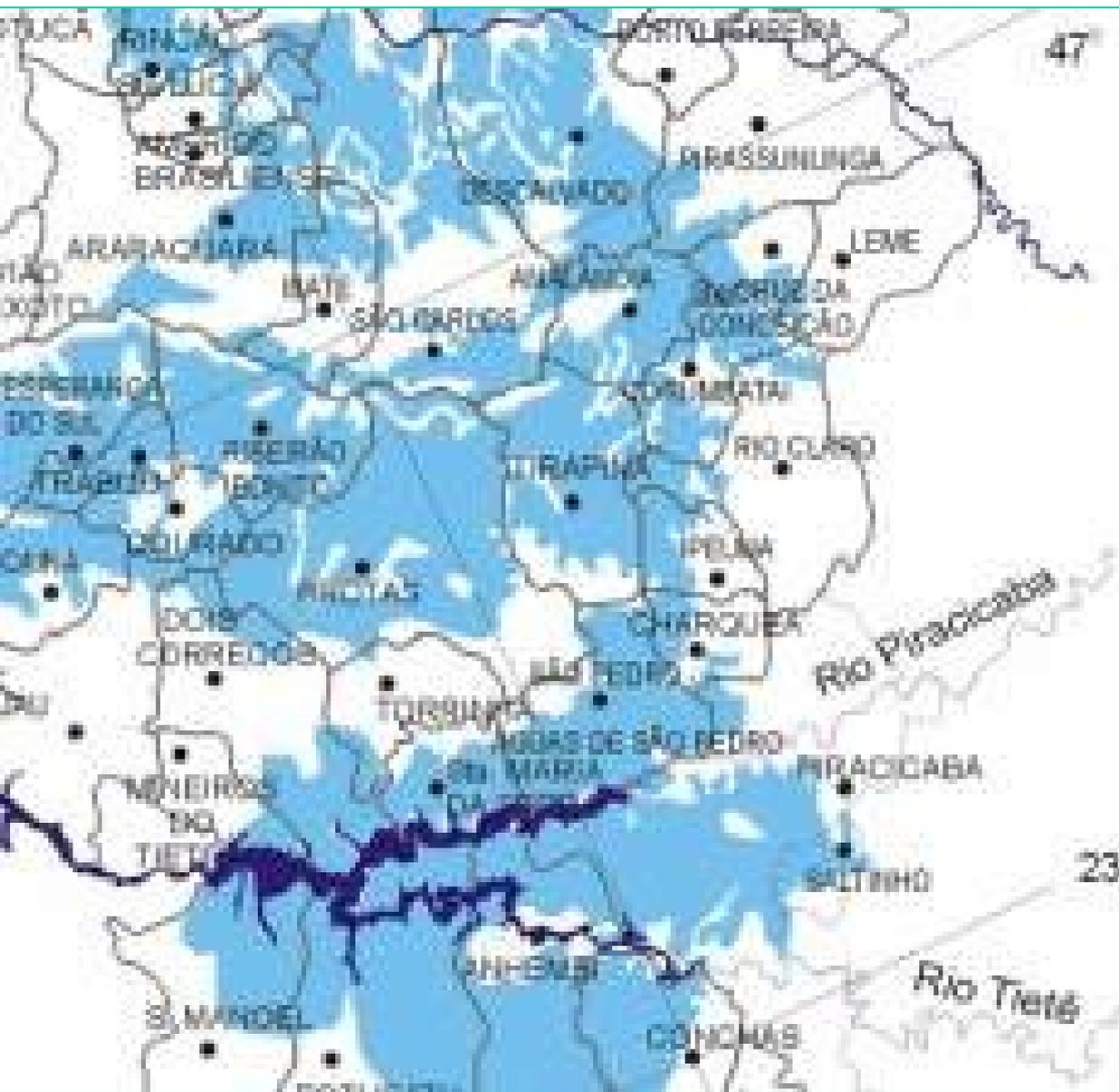
04 – Pardo 05 – Piracaba / Capivari / Jundai 08 – Sapucaí / Grande 09 – Mogi - Guaçu
 10 – Tietê / Sorocaba 13 – Tietê / Jacaré 14 – Alto Paranapanema

AFLORAMENTO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI: UGRHI 4, 8, 9



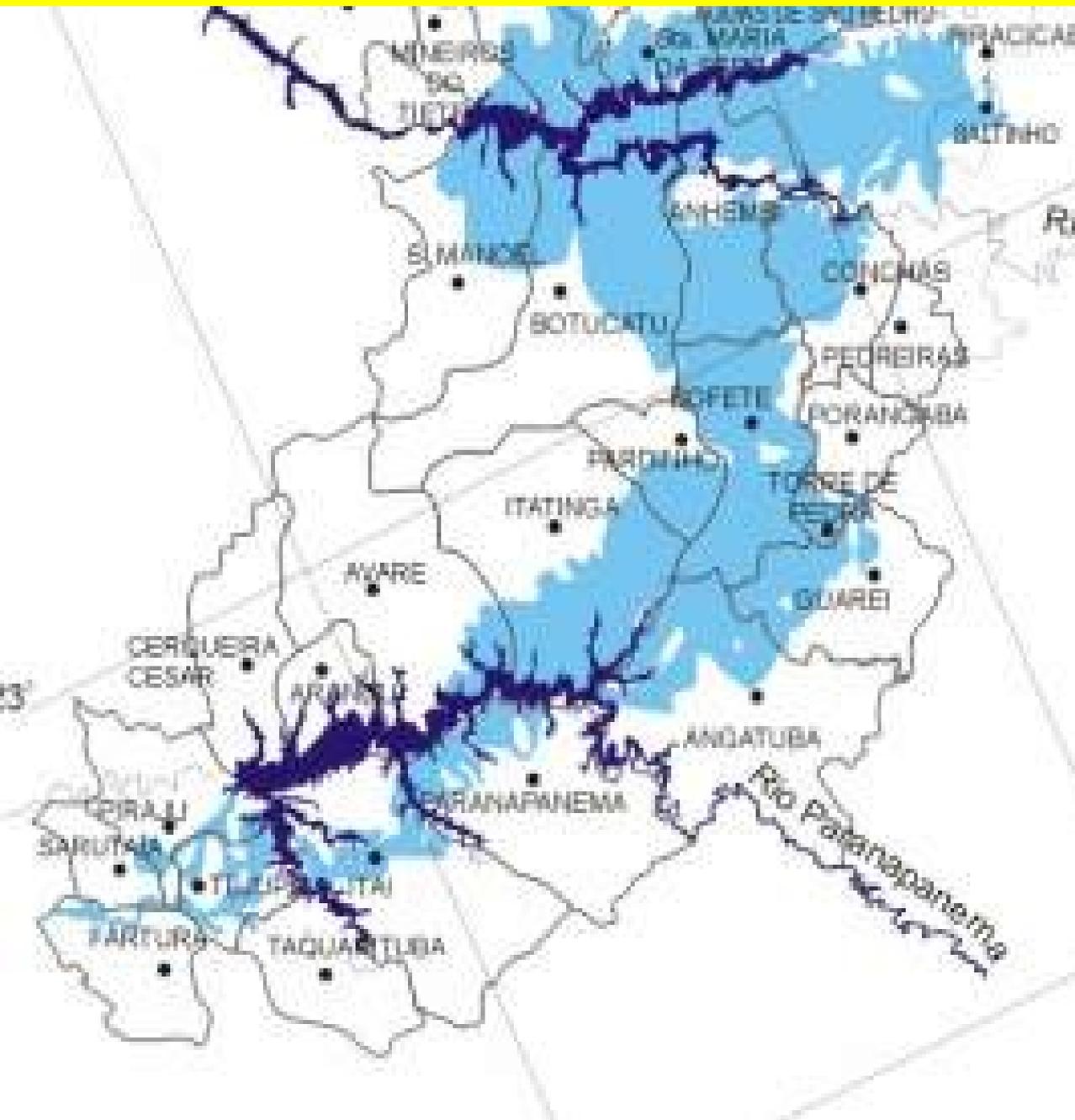
MUNICÍPIO	AFLORAMENTO NO MUNICÍPIO (%)	UGRHI
Cássia dos Coqueiros	63	4
Santa Cruz da Esperança	78,5	4
Serra Azul	78	4
Sta. Rosa Viterbo	52	4
Santo Antonio da Alegria	64	4 e 8
Altinópolis	75	4 e 8
São Simão	87	4 e 9
Patrocínio Paulista	70	8
Américo Brasiliense	51	9
Descalvado	73,5	9
Luiz Antônio	67,5	9
Rincão	50	9
Santa Rita Passa Quatro	78	9

AFLORAMENTO DO SISTEMA AQÜÍFERO GUARANI: UGRHI 5

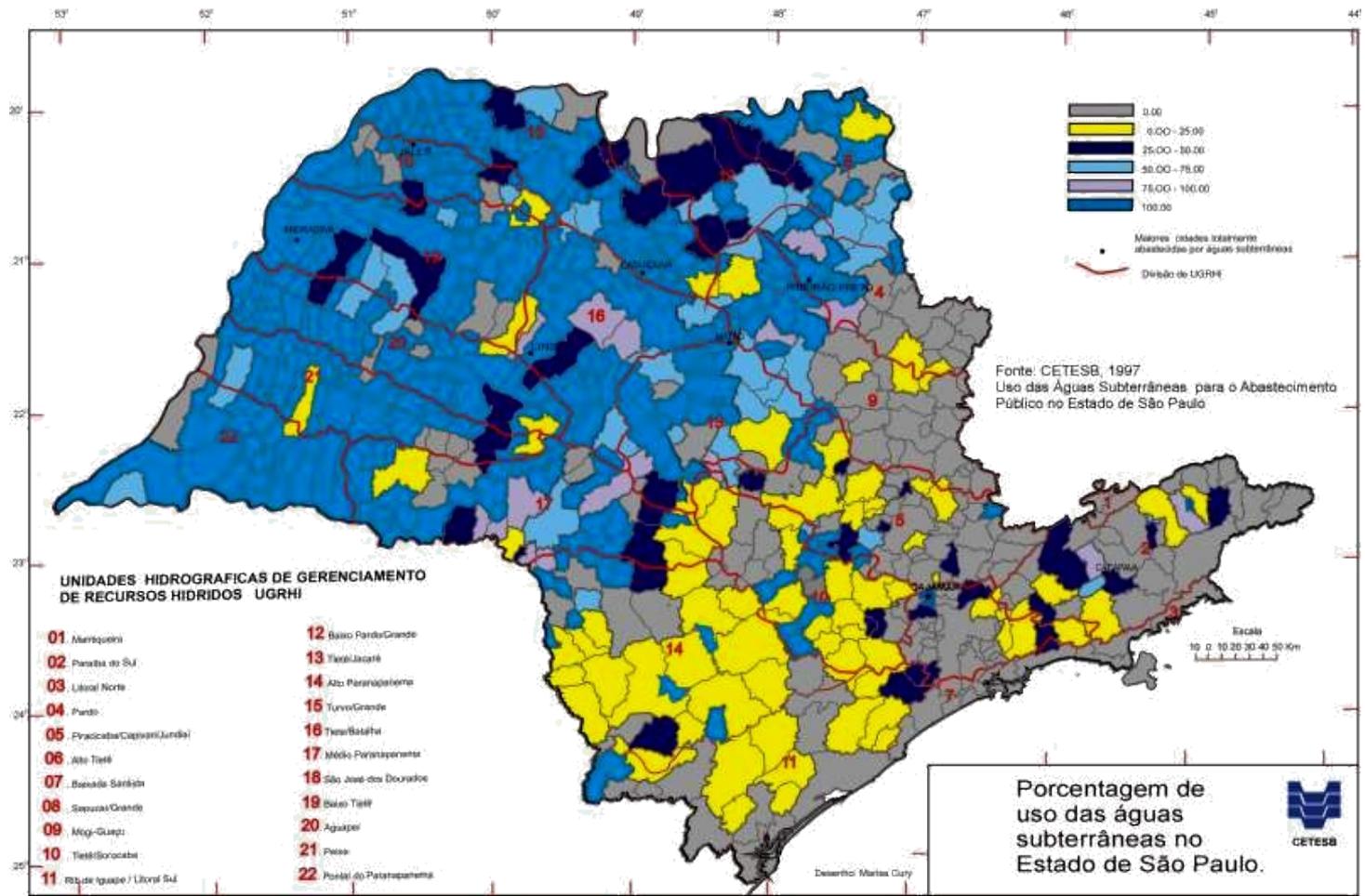


MUNICÍPIO	ÁREA (%)
Águas de São Pedro	100
Corumbatai	70
Charqueada	42
Piracicaba	46
Rio Claro	28,5
Saltinho	50
Santa Maria da Serra	75
São Pedro	87,4

AFLORAMENTO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI UGRHI's 10,



MUNICÍPIO	ÁREA (%)
Angatuba	27,5
Anhembi	78
Avaré	7
Bofete	91
Botucatu	32
Conchas	46
Fartura	5
Guareí	33
Itaí	15
Itatinga	60
Paranapanema	25,5
Pardinho	55
Piraju	14
Sarutaiá	6
Taquarituba	3
Tejupá	47
Torre de Pedra	100



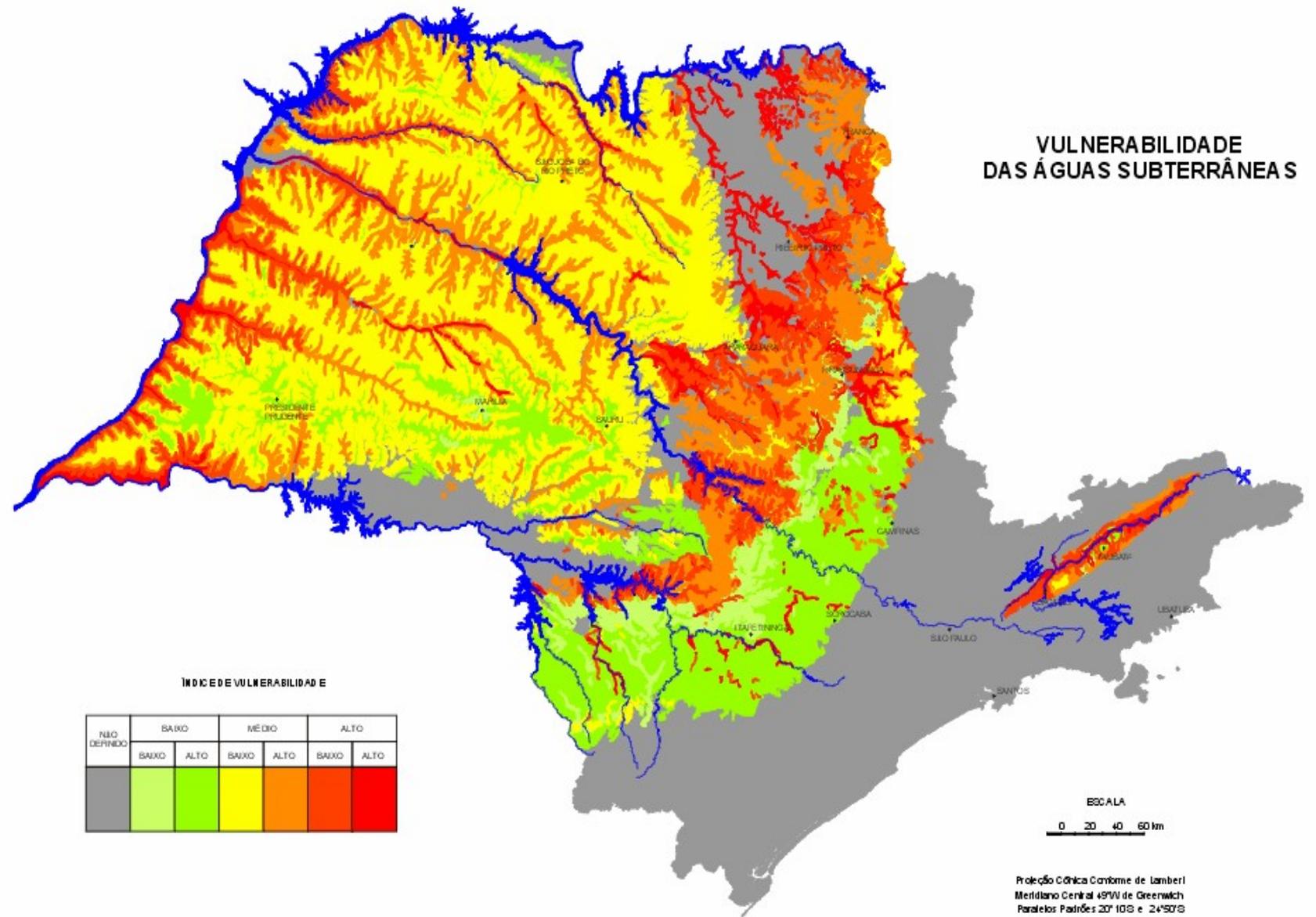
Porcentagem de uso das águas subterrâneas no Estado de São Paulo.



Uso de águas subterrâneas para abastecimento público

UGRHI N°	Total de municípios	Responsabilidade dos serviços		Tipos de captação			Demanda estimada 2000 ³ (m ³ /s)	Contribuição sobre a demanda estimada (%)
		SABESP	Municipal	Sup	Sub	Mista		
1	3	3	0	3	0	0	148,9	0,15
2	34	21	13	21	3	10	4719,3	4,72
3	4	4	0	4	0	0	630,1	0,63
4	23	8	15	10	7	6	2607,2	2,61
5	57	21	36	31	8	18	11784,2	11,79
6	34	27	7	25	0	9	49084,8	49,13
7	9	9	0	9	0	0	4249,5	4,25
8	22	10	12	3	13	6	1653,9	1,66
9	38	7	31	22	12	4	3410,0	3,41
10	33	24	9	15	6	12	3923,6	3,93
11	23	23	0	12	1	10	677,4	0,68
12	12	5	7	3	3	6	837,8	0,84
13	35	10	25	4	20	11	3628,8	3,63
14	34	31	3	22	6	6	1476,4	1,48
15	64	35	29	1	57	6	2934,5	2,94
16	33	12	21	0	27	6	1185,9	1,19
17	41	27	14	6	25	10	1573,2	1,57
18	25	20	5	2	20	3	528,0	0,53
19	42	16	26	2	33	7	1790,0	1,79
20	32	16	16	1	29	2	854,0	0,85
21	26	19	7	3	22	1	1088,3	1,09
22	21	17	4	1	18	2	1125,0	1,13
TOTAL	645	365	280	200	310	135	99910,7	100,00

VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

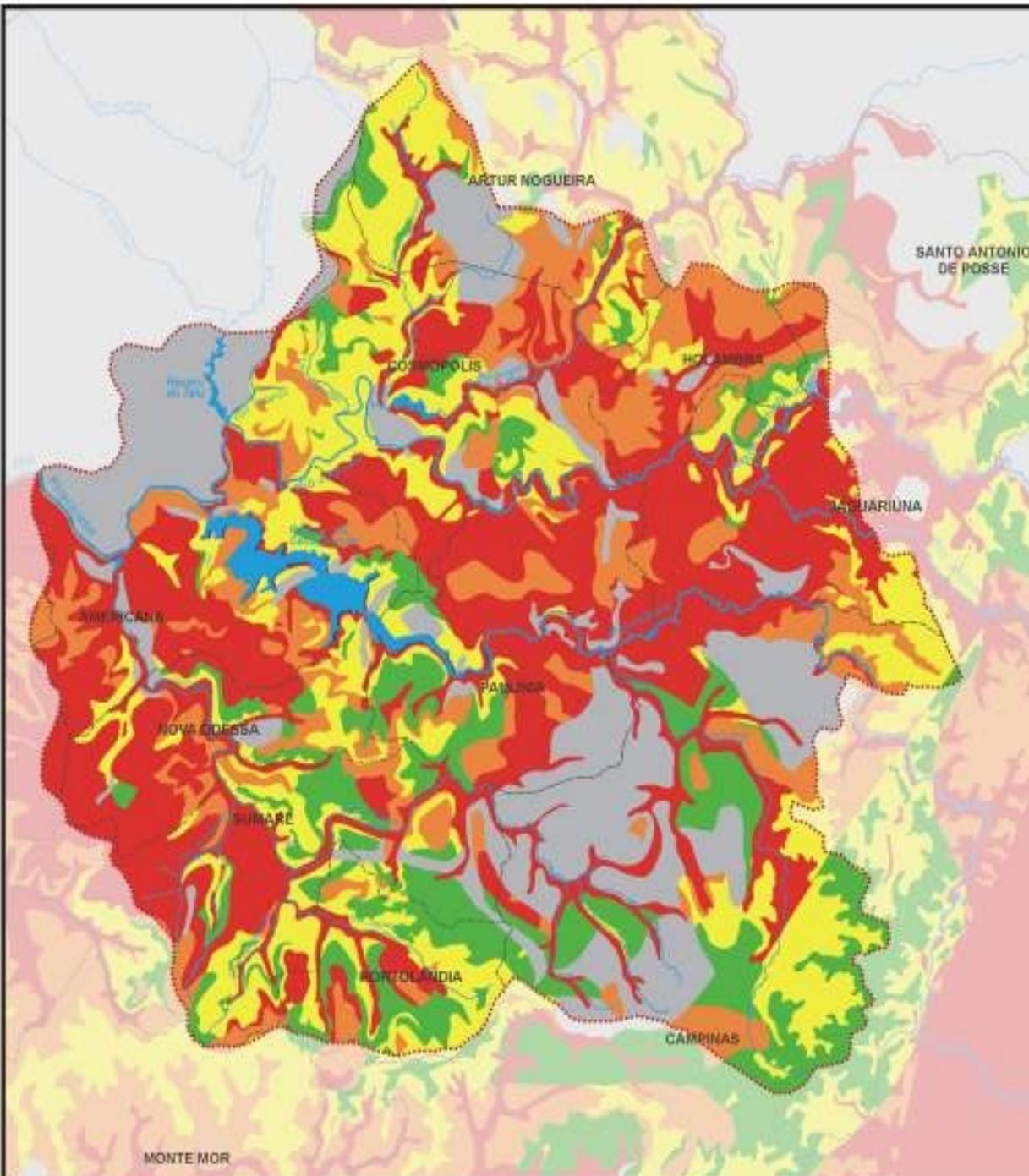


ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

NÃO DEFINIDO	BAIXO		MÉDIO		ALTO	
	BAIXO	ALTO	BAIXO	ALTO	BAIXO	ALTO

ESCALA
0 20 40 60 km

Projeção Cônica Conforme de Lambert
Meridiano Central 49°W de Greenwich
Paralelos Padrões 20° 10'S e 24° 50'S
Datum Córrego Alegre



DIAGNÓSTICO E NOVAS FORMAS
DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO DE PAULÍNIA

Figura 4.6

Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aqüíferos

- Alto
- Médio_alto
- Médio_baixo
- Baixo
- Não definido

- área do projeto
- limite municipal
- rio, ribeirão, córrego
- reservatório

Fontes:

INSTITUTO GEOLOGICO. Vulnerabilidade Natural dos Aqüíferos Protegidos: Pré-Contratante da Região Metropolitana de Campinas. São Paulo: IG-SMA, PEHIDRO, 2001. Mapa, escala 1:100.000 (formato interno).

INSTITUTO GEOLOGICO. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Avaliação da Vulnerabilidade e Risco da Poluição das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Campinas. São Paulo: SMA, 2001. Mapa, escala 1:100.000 (hoje preto).





DIAGNÓSTICO E NOVAS FORMAS
DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO DE PAULÍNIA

NIVEIS DE RESTRIÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS

NÍVEL DE RESTRIÇÃO

-  Alto
-  Médio - Alto
-  Médio - Baixo
-  Baixo
-  Necessidade de estudos específicos

**CONSIDERA A
VULNERABILIDADE
E AS ÁREAS DE
RECARGA**



0 2 4 6 8 10 km



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

**FONTES INDUSTRIAIS PRIORITÁRIAS
POTENCIALMENTE POLUIDORAS DO SOLO E ÁGUA
SUBTERRÂNEA PARA O MAPEAMENTO DA
VULNERABILIDADE AO RISCO DA POLUIÇÃO**

**QUÍMICAS,
FARMACÊUTICAS E VETERINÁRIA,
TÊXTEIS,
METALÚRGICAS,
PROCESSADORAS DE CHUMBO,
GALVANOPLASTIAS
PAPEL E CELULOSE,**

FONTES NÃO INDUSTRIAIS PRIORITÁRIAS POTENCIALMENTE POLUIDORAS DO SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA O MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AO RISCO DA POLUIÇÃO

- **POSTOS DE SERVIÇOS E BASES DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS,**
- **MINERAÇÕES,**
- **ATERROS DOMICILIARES E INDUSTRIAIS,**
- **CEMITÉRIOS,**
- **INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO E DE REPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS,**
- **LANDFARMING,**
- **LAGOAS, POÇOS E VALAS DE INFILTRAÇÃO DE EFLUENTES**

ÁREAS MINERADAS

- **ÁREAS ABANDONADAS - USO INADEQUADO**
- **NECESSIDADE DE CONHECIMENTO DO CONTROLE DE ÁREAS E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.**

ATERROS e CEMITÉRIOS

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO LOCAL

LEVANTAMENTO DO USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ENTORNO

- **MONITORAMENTOS DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO FREÁTICO - PADRÕES DE POTABILIDADE 1469/00 MS.**
- **OBS: Laboratórios com sistema de qualidade implantado**

FONTES DIFUSAS PRIORITÁRIAS POTENCIALMENTE POLUIDORAS DO SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA:

AGRICULTURA

**APLICAÇÃO DE LODOS, EFLUENTES (VINHAÇA E IND.
CÍTRICAS)**

FERTILIZANTES E AGROTÓXICOS

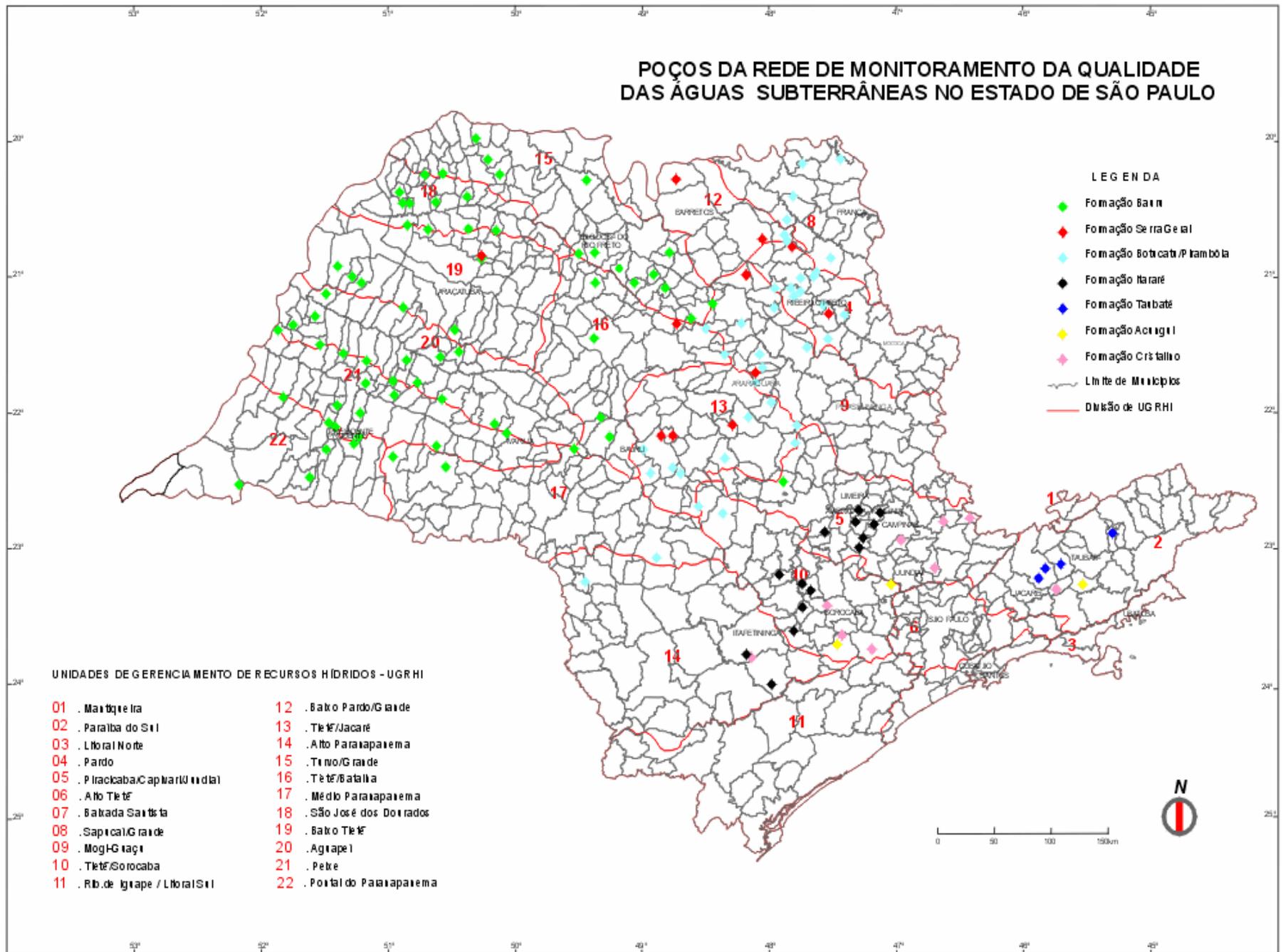
- **SANEAMENTO IN SITU**

LOTEAMENTOS SEM REDE COLETORA DE ESGOTOS

CONTROLE DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES NO SOLO

- **NECESSIDADE DE PROJETO ESPECÍFICO DETALHADO PARA APLICAÇÃO** - elevado risco potencial de poluição das águas subterrâneas e salinização do solo
 - Características da área
 - Caracterização do resíduo a ser disposto (orgânicos e inorgânicos)- frequência de caracterização
 - profundidade do aquífero livre
 - proximidade de rios e matas
 - monitoramento do solo e das águas subterrâneas
- **APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**
 - Norma CETESB P 4.230 - Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação - em revisão para adequar aos valores de alerta.

POÇOS DA REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO



LEGENDA

- ◆ Formação Barro
- ◆ Formação Serra Geral
- ◆ Formação Botucatu/Pirambóia
- ◆ Formação Itararé
- ◆ Formação Taubaté
- ◆ Formação Acaçuí
- ◆ Formação Cristália
- Limite de Municípios
- Divisão de UGRHI

UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - UGRHI

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| 01 . Matão da Ilha | 12 . Baixo Pardo/Grande |
| 02 . Paraíba do Sul | 13 . Tietê/Jacaré |
| 03 . Litoral Norte | 14 . Alto Paraiparema |
| 04 . Pardo | 15 . Tietê/Grande |
| 05 . Piracicaba/Capivari/Itupeva | 16 . Tietê/Batalha |
| 06 . Alto Tietê | 17 . Médio Paraiparema |
| 07 . Baixada Santista | 18 . São José dos Dorados |
| 08 . Sapucaia/Grande | 19 . Baixo Tietê |
| 09 . Mogi-Guaçu | 20 . Aguaçu |
| 10 . Tietê/Sorocaba | 21 . Petrópolis |
| 11 . Rb. de Itaipava / Litoral Sul | 22 . Pórtal do Paraiparema |

REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DESDE 1990

Em atendimento ao Decreto nº 32.955/91 que regulamenta a Lei Estadual 6.134/88 - dispõe sobre a preservação de depósitos de águas subterrâneas no Estado de S. Paulo

POÇOS MONITORADOS NO SISTEMA Aqüífero GUARANI	
AGÊNCIA AMBIENTAL	Nº DE POÇOS
Franca	5
Ribeirão Preto	16
Araraquara	9
Bauru	6
Sorocaba	3
TOTAL	39

RESULTADOS DO MONITORAMENTO 1998 - 2000

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÃO POTABILIDADE 1469/00-MS	SISTEMA AQUÍFERO			
			GUARANI	SERRA GERAL	BAURU	EMBASA-MENTO CRISTALINO
Carbono Org. Dissolvido	mg/l C	--	11	13	16	19
Cloreto	mg/l Cl	250	1,5	1,5	6,5	3,7
Cromo Total	mg/l Cr	0,05	0,0028	0,0030	0,04	0,0006
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	500	62	56	111	82
Fluoretos	mg/l F	0,6-1,7	0,20	0,18	0,30	0,70
Nitrogênio Nitrato	mg/l N	10	0,23	0,30	1,14	0,21
Potássio	mg/l K	--	4,0	2,5	5,0	3,0
Resíduo Seco 180°C	mg/l	--	121	135	193	180
Sódio Total	mg/l Na	--	7,0	17,5	15,0	16
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	1000	115	139	201	195
Condutividade Elétrica	μ S/cm		153	159	238	251
pH		6,5-8,5	7,6	8,0	7,7	7,9
Temperatura	°C	--	28	26	26	24
Contagem Bactérias	UFC/ml	--	21	25	38	20
Coliforme Total	NMP/100 ml	0	0	0	0	0
Coliforme Fecal	NMP/100 ml	0	0	0	0	0

42 PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICOS



Cadastro de Pontos de Monitoramento de Águas Subterrâneas



Tipo do Sistema	0	águas naturais superficiais e subter
Espécie do Sistema	4	Água Subt. Abast. Público
UF	SP	SÃO PAULO
UGRHI	5	PIRAC/CAPIV/JUN
MUNICIPIO	165	AMERICANA
Sistema Aquífero:	FOIT	Form Itararé
Classe	21	Boa Qualidade ou Vulnerabilidade Média
Profundidade (em m)	290	

Endereço	Rua Ibirica 449 EEPL Dr. Joao de Castro - Bairro Conserv		
Referência	Entrar em contato com a Sra. Irene, Fátima ou Rosane Tele		
Descrição Ponto	Coletar a água na torneira que está dentro da caixa de con		
Proprietário	Pref	Prefeitura Municipal	
Bacia:	14	PIRACICABA	
Sub Bacia:	141	ATIBAIA	
Tipo de Aquífero:	MC	Multi-camadas	
Sist. Híd. Integ.			ATIB/FOIT
Regional	34	CRAM	Americana

Latitude (UTM)	7482,31
Longitude (UTM)	260,83
Cota (m)	573

Dados da Perfuração do Poço	Nível Dinâmico (m)	235,7
Data Perfuração	Vazão de Teste (m3/h)	0,42
Profundid. Bomba (m)	Tempo de bombeamento (h)	24
Nível de água estático	Vazão específica (m3/h/m)	0,035

Perfil Litológico

Litologia	Início (em m) cota de topo	Final (em m) cota de base
argilito - siltito	0	10
lamito - arenito	10	60

Posição dos Filtros

Número	Início (m)	Final (m)	Diâmetro (mm)
0	0	0	Falta Cadastrar
1	59	81	152,4
2	162	182	152,4



MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



Ponto

(Cetesb)

Município

Data da Coleta

UGRHI

Dados de Campo

Temperatura °C pH Vazão m3/h

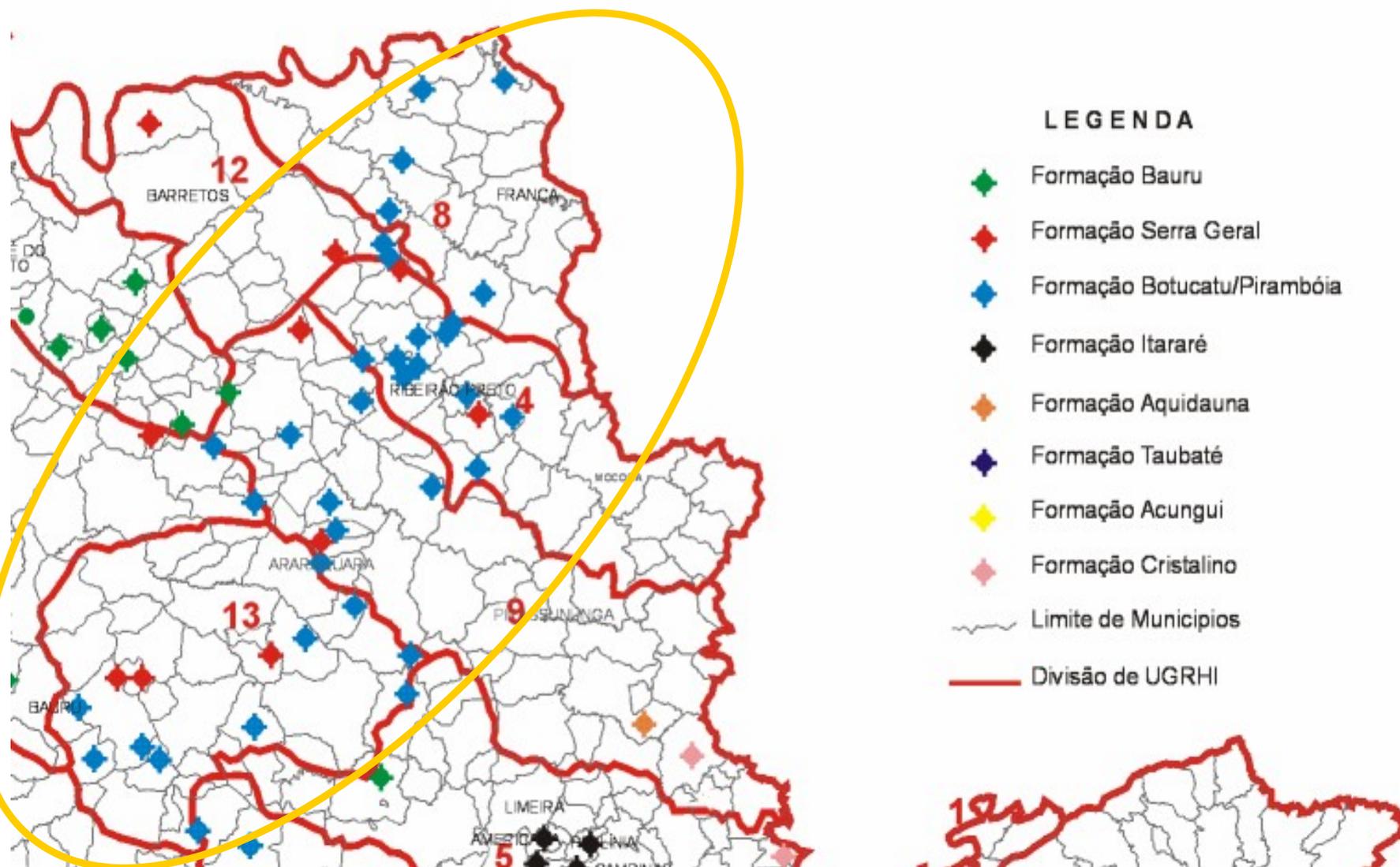
Tempo Bomb. h/dia Condutividade Elétrica uS/cm

	Sinal	Valor		Sinal	Valor	
Alcal. Bicarbonato	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Ferro total	<input type="text"/>	mg/l
Alcal. Carbonato	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Fluoreto	<input type="text"/>	mg/l
Alcal. Hidróxido	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Magnésio	<input type="text"/>	mg/L
Alumínio total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Manganês total	<input type="text"/>	mg/L
Arsênio total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Mercúrio total	<input type="text"/>	mg/L
Bário total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Nitrogênio Amoniacal	<input type="text"/>	mg/l
Cádmio total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Nitrogênio Nitrato	<input type="text"/>	mg/l
Cálcio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/l	Nitrogênio Kjeldahl Total	<input type="text"/>	mg/l
Carbono Org. Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Oxigênio Consumido	<input type="text"/>	mg/l
Chumbo total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Potássio total	<input type="text"/>	mg/l
Cloreto	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/l	Resíduo Filtrável total	<input type="text"/>	mg/l
Condutividade ele.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	uS/cm	Resíduo Seco 180oC	<input type="text"/>	mg/L
Cromo Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/l	Sódio total	<input type="text"/>	mg/L
Dureza Cálcio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Sulfato	<input type="text"/>	mg/L
Dureza Magnésio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/L	Bactérias heterotróficas	<input type="text"/>	U.F.C/ml
Dureza Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mg/l	Coliformes Totais	<input type="text"/>	N.C.MF/100ml
				Coliformes Fecais	<input type="text"/>	N.C.MF/100ml

Registro: de 11

Modo formulário

POÇOS DA REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO



A REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

AGÊNCIA	AQUÍFERO	MUNICÍPIO	
RIBEIRÃO PRETO Total = 18	GUARANI (14)	BRODÓSQUI	
		CRAVINHOS	
		DUMONT	
		GUARIBA	
		JARDINÓPOLIS	
		LUIZ ANTONIO	
		ORLÂNDIA	
		RIBEIRÃO PRETO (3)	
		SERRANA	
		SÃO SIMÃO	
		STA CRUZ DA ESPERANÇA	
		SERTÃOZINHO	
		BAURU (1)	MONTE ALTO
		SERRA GERAL (3)	PITANGUEIRAS
	SALES DE OLIVEIRA		
	SERRA AZUL		

Substância	VALORES ORIENTADORES								
	Solos (mg kg ⁻¹)					Águas Subterrâneas (µg L ⁻¹)			
	Referência	Alerta	Intervenção			Referência		Intervenção	
			Agrícola AP Max	Residencial	Industrial	Água Livre e Semi-Confinedo	Água Confinado		
					Turbid.	Dutos (1)			
METAIS									
Alumínio	—	—	—	—	—	<10	50	30	200(1)
Antimônio	<0,5	2,0	5,0	10,0	25	—	—	—	5(1)
Arsênio	3,90	15	25	50	100	3	<2	<2	10(1)
Bário	75	150	300	400	700	<400	<400	<400	700(1)
Cádmio	<0,5	3	10	15	40	0,35	0,4	<0,1	5(1)
Chumbo	17	100	200	350	1200	<2	<2	<2	10(1)
Cobalto	13	25	40	80	100	—	—	—	30(1)
Cobre	35	80	100	500	700	—	—	—	2000(1)
Cromo	40	75	300	700	1000	10	3(2)	<3	50(1)
Ferro	—	—	—	—	—	290	<120	120	300(1)
Manganês	—	—	—	—	—	75	<9	<9	100(1)
Mercurio	0,05	0,5	2,5	5	25	<0,3	<0,3	<0,3	1(1)
Molibdênio	<25	30	50	100	120	—	—	—	250(1)
Níquel	13	30	50	200	300	—	—	—	50(1)
Prata	0,25	2	25	50	100	—	—	—	50(1)
Selênio	0,25	5	—	—	—	—	—	—	10(1)
Vanádio	275	—	—	—	—	—	—	—	—
Zinco	60	300	500	1000	1500	—	—	—	5000(1)
ORGÂNICOS									
Benzeno	0,25	—	0,6	1,5	3,0	—	2,5	—	5(1)
Tolueno	0,25	—	30	40	140	—	2,5	—	170(1)
Xileno	0,25	—	3,0	6,0	15	—	2,5	—	300(1)
Estireno	0,05	—	15	35	80	—	2,5	—	20(1)
Naftaleno	0,20	—	15	60	90	—	—	—	100(1)
Diclorobenzeno	0,02	—	2,0	7,0	10,0	—	—	—	40(1)
Hexaclorobenzeno	0,0025	—	0,1	1,0	1,5	—	0,002	—	1(1)
Tetracloretileno	0,10	—	1,0	1,0	10	—	2,5	—	40(1)
Tricloretileno	0,10	—	5,0	10	30	—	2,5	—	70(1)
1,1,1 Tricloroetano	0,01	—	8,0	20	50	—	—	—	600(1)
1,2 Dicloroetano	2,00	—	0,5	1,0	2,0	—	2,5	—	10(1)
Cloro de Vinila	0,05	—	0,1	0,2	0,7	—	—	—	5(1)
Pentaclorobenol	0,01	—	2,0	5,0	15,0	—	0,1	—	9(1)
Triclorofenol	0,2	—	1,0	5,0	8,0	—	0,2	—	200(1)
Fenol	0,3	—	5,0	10,0	15,0	—	—	—	0,1(1)
Aldrin e Dieldrin	0,00125	—	0,5	1,0	5,0	—	0,005	—	0,03(1)
DDT	0,0025	—	0,5	1,0	5,0	—	0,01	—	2(1)
Endrin	0,00375	—	0,5	1,0	5,0	—	0,015	—	0,6(1)
Lindano (γ-BHC)	0,00125	—	0,5	1,0	5,0	—	0,005	—	2(1)

ÁREAS CONTAMINADAS COM IMPACTOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

**CADASTRO DE ÁREAS CONTAMINADAS DA CETESB
PUBLICADO EM 2003**

**O ESTADO DE SÃO PAULO POSSUE 727 ÁREAS
CLASSIFICADAS COMO CONTAMINADAS SOB INVESTIGAÇÃO**

SITE: WWW.CETESB.GOV.SP.BR

ÁREAS CONTAMINADAS SOBRE O AFLORAMENTO DO GUARANÁ NO ESTADO DE SÃO PAULO

MUNICÍPIO	ESTIMATIVA DA ÁREA DE AFLORAMENTO NO MUNICÍPIO (%)	LOCALIZAÇÃO DO AFLORAMENTO NA UGRHI	Nº DE ÁREAS CONTAMINADAS
Batatais	3	4	1
Ribeirão Preto	14	4 e 9	2
Águas de São Pedro	100	5	1
Rio Claro	28,5	5 e 9	4
Piracicaba	46	5 e 10	2
Leme	10	9	1
São Carlos	72	9 e 13	1
Total			12

ANTIPROJETO DE LEI EM DISCUÇÃO NO CONSEMA SOBRE: PROTEÇÃO DO SOLO E GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS.

OBJETIVOS:

- **Proteção da qualidade do solo contra alterações nocivas, afim de manter a qualidade das águas subterrâneas.**
- **Gerenciamento de áreas contaminadas: responsabilidade, identificação, cadastro e remediação de AC's.**
- **Instrumento econômico: FEPRAC.**
- **Infrações e Penalidades**

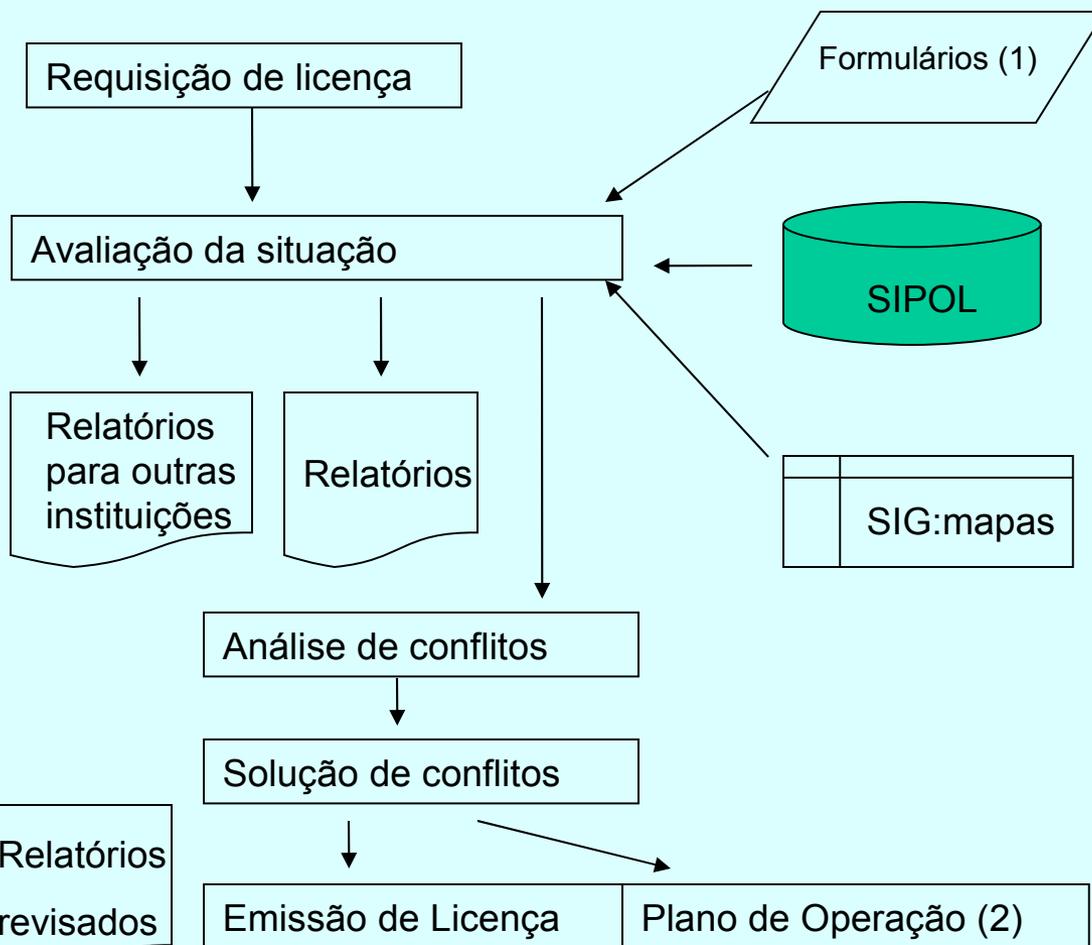
PROJETO DE COOPERAÇÃO SMA/BAVIERA - 12/2001 A 07/2003.

OBJETIVOS:

- CONSTRUIR UM SISTEMA PILOTO DE INFORMAÇÃO A FIM DE PROMOVER UMA EFETIVA PROTEÇÃO DO AQUÍFERO GUARANI.**
- DESENVOLVER METODOLOGIAS PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO DE POÇOS E CÁLCULO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA.**
- DEFINIR DIRETRIZES PARA O CONTROLE AMBIENTAL E RESTRIÇÕES DE USO DO SOLO NAS ÁREAS DE PROTEÇÃO.**
- CAPACITAÇÃO TÉCNICA DOS INTEGRANTES DO PROJETO E TROCA DE CONHECIMENTOS.**

PROJETO DE COOPERAÇÃO SMA/BAVIERA

LICENÇA PARA NOVOS EMPREENDIMENTOS



(1) verificação de:

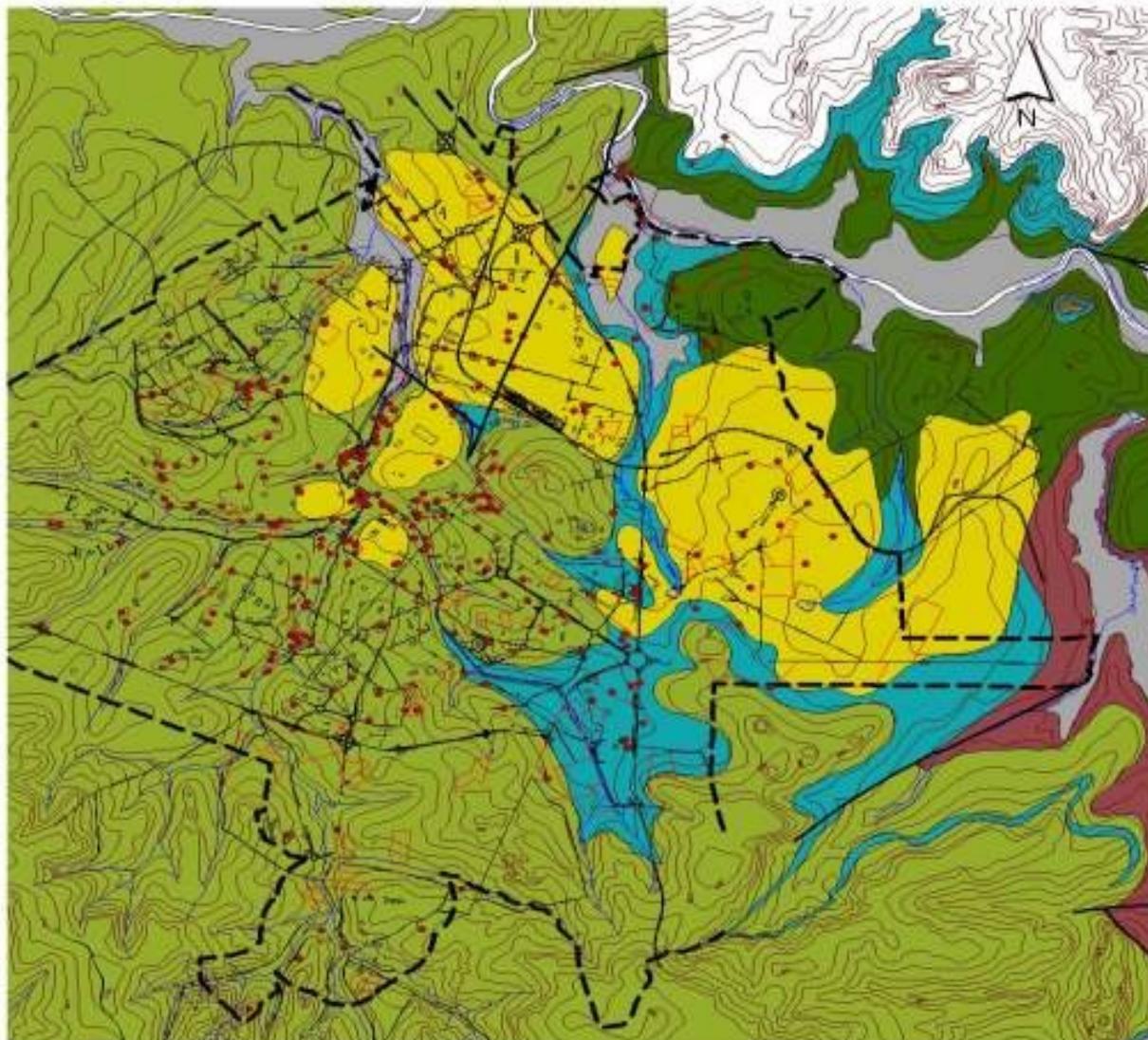
- Características hidrogeológicas
- uso das águas subterrâneas
- Uso e ocupação do solo
- Poços tubulares e cacimba
- Áreas de Proteção

Geológicos, hidrogeológicos, pedologia, vulnerabilidade.

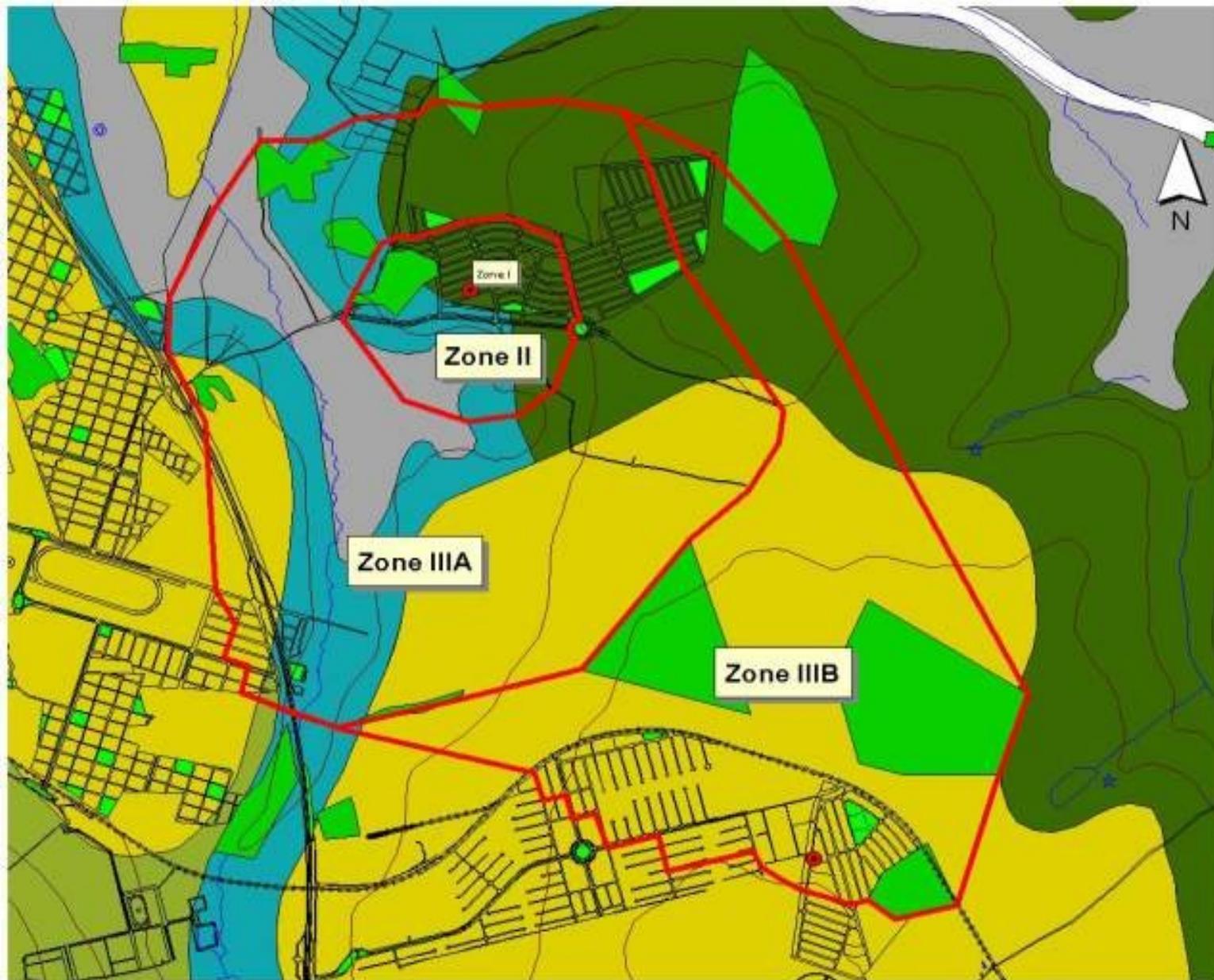
(2) Definição de:

- planos de monitoramento de qualidade de águas subterrâneas

Poços Tubulares no Município de Ribeirão Preto, SP



Delimitação de Áreas de Proteção de Poços



Prevenção e controle de Poluição

NORMAS ABNT/CETESB

Solo

NBR 10.703	- Degradação do Solo - Terminologia
CETESB - L10.101	- Resíduos Sólidos Industriais/Tratamento no Solo - Procedimento
NBR 13.894	- Tratamento do Solo (Landfarming)
CETESB	- Apresentação de Projeto de Tratamento por Infiltração no Solo e Landfarming
NBR 14.283/99	- Resíduos em Solo pela Determinação da Biodegradação pelo Método Respirométrico (antiga PNB 1.603.06-007)
CETESB-P4.230	- Aplicação de Lodos de Sistemas de Tratamento Biológico em Áreas Agrícolas - Critérios para Projeto e Operação (Manual Técnico)
CETESB-P4.233	- Lodos de Curtumes - Critérios para o Uso em Áreas Agrícolas e Procedimentos para Apresentação de Projetos (Manual Técnico)

Prevenção e controle de Poluição

NORMAS ABNT/CETESB

Águas Subterrâneas

NBR 13.895	- Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem
CETESB L1.040/99	- Implantação e Operação de Cemitérios
NBR 13786	- Seleção de Equipamentos e Sistemas para Instalações Subterrâneas de Combustíveis em Postos de Serviço
NBR 13784	- Detecção de Vazamento em Postos de Serviços
NB 12212/92	- Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea
NBR 12244/92	- Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea
NBR 12211	- Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água
CETESB 06010/88	- Construção de Poços de Monitoramento de Aquífero Freático
NBR 7229/82	- Construção e Instalação de Fossas Sépticas e Disposição dos Efluentes Finais

Prevenção e controle de Poluição

NORMAS ABNT/CETESB

Resíduos Gerais

NBR 10.004	- Resíduos Sólidos - Classificação
NBR 10.005	- Lixiviação de Resíduos
NBR 10.006	- Solubilização de Resíduos
NBR 10.007	- Amostragem de Resíduos
NBR 12.988	- Líquidos Livres – Verificação em Amostra de Resíduo

Prevenção e controle de Poluição

NORMAS ABNT/CETESB

Aterros Sanitários

NBR 8418	- Apresentação de Projetos de Aterros de Resíduos Industriais Perigosos
NBR 8419	- Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos
NBR 10.157	- Aterros de Resíduos Perigosos - Critérios para Projeto, Construção e Operação
CETESB - P4.240	- Apresentação de Projetos de Aterros Industriais
CETESB - L1.030	- Membranas Impermeabilizantes e Resíduos Determinação da Compatibilidade - Métodos de Ensaio
NBR 13.896	- Aterros de Resíduos Não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação

Prevenção e Controle Poluição e Super exploração

Restrições de licenças e outorga com base :

MAPAS DE VULNERABILIDADE DOS AQÜÍFEROS

**ESTUDOS ESPECÍFICOS DE HIDROGEOLOGIA NA ESCOLHA DE LOCAIS
PARA INSTALAÇÃO DE FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO.**

- **NÍVEL D'ÁGUA DO AQÜÍFERO FREÁTICO**
- **TIPO DE AQÜÍFERO - LIVRE, SEMI CONFINADO E CONFINADO**
- **ÁREAS DE RECARGA**

Prevenção e Controle Poluição e Super exploração

Restrições de outorgas e licenças com base

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DE EMPREENDIMENTOS
POTENCIALMENTE POLUIDORES - CONFLITOS**

- INSTALAÇÃO DE ATIVIDADES PRIORITÁRIAS DE POLUIÇÃO DE SOLO E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ZONAS DE TRANSPORTE OU CAPTURA DOS POÇOS DE ABASTECIMENTO OU EM ÁREAS DE USO AGRÍCOLA (HORTIFRUTI);**
- INSTALAÇÃO DE CEMITÉRIOS NO ENTORNO DE POÇOS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO OU DE ÁGUAS MINERAIS.**

NECESSIDADE DE DADOS GEOREFERENCIADOS

Prevenção e Controle Poluição e Exploração

Exigências específicas para licenciamento de empreendimentos abastecidos por águas subterrâneas:

- APRESENTAR A **OUTORGA** DOS POÇOS TUBULARES, CONCEDIDA PELO DAEE.
- CONSTRUIR O POÇO ATENDENDO ÀS **NORMAS DE CONSTRUÇÃO** DE POÇOS
- LOCALIZAR O POÇO **A MONTANTE DAS FONTES** POTENCIAIS DE POLUIÇÃO
- CUMPRIR O DECRETO 32.955/91 NO QUE SE REFERE AO **PERÍMETRO IMEDIATO DE PROTEÇÃO** (10 METROS) E **ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DO POÇO**
- **MONITORAR** A QUALIDADE DAS ÁGUAS UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO.
- **TAMPONAR POÇOS DESATIVADOS** EVITANDO QUE SE TORNEM CAMINHOS PREFERENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

Prevenção e Controle Poluição e Exploração

- **Participação efetiva órgãos gestores (DAEE e CETESB) nos Comitês de Bacia:**
 - **PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE USO RACIONAL E INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS.**
 - **DELIMITAR ÁREAS DE RECARGA, ZONA DE CAPTURA E DE PROTEÇÃO DE POÇOS (DECRETO 32.955. ESSAS ÁREAS SÃO CONSIDERADAS PRIORITÁRIAS PARA A FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DAS FONTES POTENCIALMENTE POLUIDORAS.**
 - **RESTRICÇÕES DE PERFURAÇÃO DE POÇOS DE ABASTECIMENTO EM ÁREAS CONTAMINADAS, VÁRZEAS DOS RIOS QUE RECEBEM ESGOTO NÃO TRATADOS E ÁREAS DE SUPER EXPLOTAÇÃO.**

Gestão Integrada Ações Executadas

Deliberação CRH nº18/ abril 98 :

INSTITUI **ÁREAS DE PROTEÇÃO MÁXIMA** PREVISTAS NO DECRETO 32.955/91 PARA O AFLORAMENTO E NA FAIXA LÍMITROFE DE 1 KM DO Aqüífero GUARANI DA BACIA MÉDIO MOGI, MÉDIO PARDO E TODO O RIO DO PEIXE.

INSTITUI **ÁREA DE RESTRIÇÃO E CONTROLE** PREVISTAS NO DECRETO 32.955/91 PORÇÕES DO ALTO MOGI E ALTO PARDO.



SMA - Secretaria do Meio Ambiente

NATA - Núcleo de Pesquisas em Tecnologia Avançada
para Monitoramento e Proteção Ambiental



Água Mineral

GESTÃO INTEGRADA

- AÇÕES EM EXECUÇÃO

- MINUTA DE DELIBERAÇÃO CRH SOBRE ÁREAS DE RESTRIÇÃO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS .



SECRETARIA DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO
 CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CRH
 DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Câmara Técnica de Águas Subterrâneas- CTAS

Rua Butantã 285, 4º andar - São Paulo/SP - CEP 05424-140 - Tel (0xx11) 3814-1766/9011 ramal 2184

GT/Águas Subterrâneas – Pré Seleção de áreas-alvo para estudos

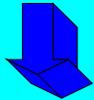
UGRH	Área	nº folhas	Poços/ * município	Vazões/ município (m³/h)	Usos predominantes	Escoamento básico (m³/s)	Aqüífero	Vulnerabilidade natural	Áreas Contaminadas
6-Alto Tietê	Bacia sedimentar S. Paulo	[6]	500 – 1.500	> 10.000	Indústria/ sanitário	30	Cenozóico Cristalino	Alta	>80
2-Paraíba do sul	São José dos Campos	[2]	100 – 500	1.000-10.000	Abastecimento	96	Cenozóico	Alta	>4
13-Tietê/Jacaré	Bauru	[1]	100 - 500	1.000-10.000	Abastecimento	53	Guarani	"Média"	1 – 2
4-Pardo	Ribeirão Preto	[4]	100 - 500	1.000-10.000	Abastecimento	44	Basalto/Guarani	Alta	S/inf
5-Piracicaba	Campinas/Sumaré	[4]	100 – 500	1.000 – 10.000	Abastecimento Indústria	65	Tubarão Cristalino	Baixo	>4
15-Turvo/Grande	Catanduva/São José do Rio Preto	[2]	100 – 500	1.000 – 10.000	Abastecimento	43	Bauru/Guarani	Médio	1 – 2

* cadastro DAEE

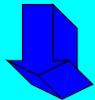
maio/2003

Etapas de identificação de ARC

Identificação de áreas potenciais



Avaliação preliminar



Investigação confirmatória



ADOÇÃO DE MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE

CLASSES

APO

APR

ARC

Exclusão

Classificação 1

Priorização 1

Exclusão

Classificação 2

Priorização 2

Exclusão

Classificação 3

Priorização 3

ETAPAS NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE PARA CAPTAÇÃO E USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

APO- áreas Potenciais de Restrição e Controle

APR- áreas Prováveis de Restrição e Controle

ARC- áreas de Restrição e Controle

Etapa de identificação de ARC

Identificação de áreas potenciais

CLASSE

Exclusão

Classificação 1

APO

Priorização 1

A identificação será feita com base parâmetros: densidade de poços, vazão explotada, escoamento básico e específico, vulnerabilidade natural, qualidade da água, denúncias e cadastro de fontes de poluição.

Devem respeitar os limites de bacias hidrográficas ou de sub-bacias hidrográficas.

Devem ser listadas em ordem de prioridade para ações das etapas seguintes

APO-Áreas potenciais de restrição e controle: são aquelas onde a densidade de poços tubulares e o volume de água extraído indicam super-explotação ou aquelas onde estão sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente poluidoras de solo e águas subterrâneas

Etapa de identificação de ARC

Avaliação preliminar

Exclusão

Classificação 2

CLASSE

APR

Priorização 2

Terá como base, dados e estudos hidrogeológicos, em especial os de rebaixamento dos níveis d'água, interferência entre poços, mapa potenciométrico, indícios de contaminação e estudos hidrogeoquímicos de anomalias naturais da qualidade da água subterrânea.

Caso haja indícios de super exploração ou contaminação, a APO será classificada como área provável de restrição e controle (APR) tendo como limites bacias hidrogeológicas

APR- Áreas prováveis de restrição e controle: são aquelas onde foram observados indícios ou constatação de super-exploração e interferência entre poços ou constam como área suspeita da presença de contaminantes no solo e nas águas subterrâneas

Etapa de identificação de ARC



A investigação confirmatória com relação à quantidade será expressa pela relação entre os fatores consumo (C) e disponibilidade (Q).

A investigação confirmatória com relação à qualidade das águas subterrâneas terá como base os padrões de potabilidade da Portaria 1469/00 do Ministério da Saúde e suas alterações e os dados disponíveis no cadastro de áreas contaminadas do órgão ambiental.

ARC- Áreas de restrição e controle: são aquelas onde há comprovadamente super-exploração ou contaminação da água subterrânea ou estão próximas de atividades de extrema periculosidade; ou então enquadram-se em áreas legais de proteção de mananciais ou constituem zonas de proteção de captação para o abastecimento público

ADOÇÃO DE MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE

A declaração de Áreas de Restrição e Controle (ARC) será antecedida de audiências públicas e de aprovação pelo Comitê da bacia hidrográfica em que estiver situada. O ato declaratório deverá ser submetido ao Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CRH).

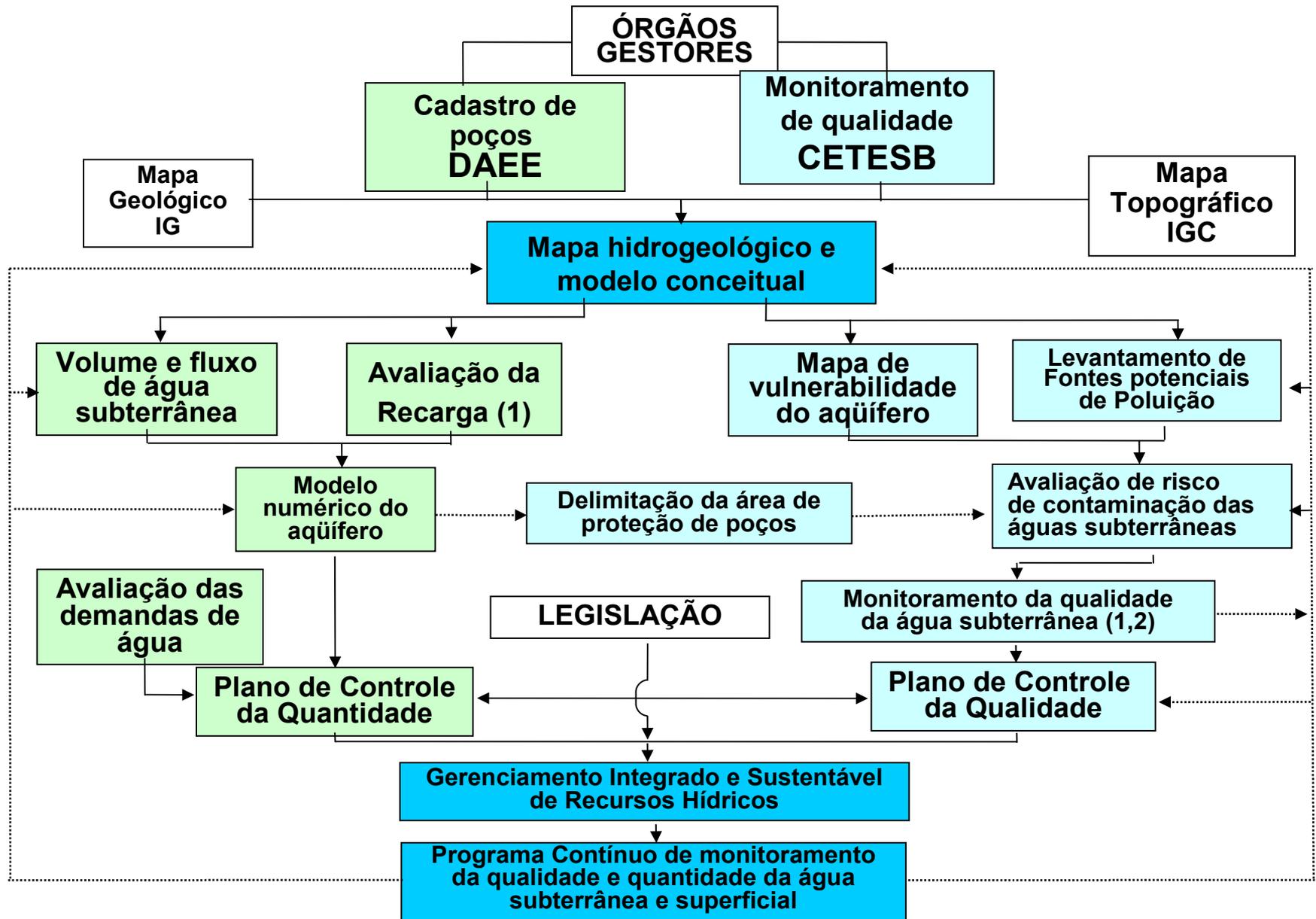
Nas áreas de restrição e controle, os órgãos responsáveis de acordo com as respectivas atribuições poderão:

- I – proibir novas captações até que o aquífero se recupere ou seja superado o fato que determinou a restrição de água;**
- II – restringir e regular a captação de água subterrânea, estabelecendo o volume máximo a ser extraído e o regime de operação;**
- III - Cancelar a outorga do direito de uso;**
- IV – controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de monitoramento; e**
- V – restringir a implantação de novas atividades potencialmente poluidoras.**

GESTÃO INTEGRADA AÇÕES EM EXECUÇÃO

- **MINUTA DE RESOLUÇÃO INTERSECRETARIAS:**
- **SECRETARIAS DA SAÚDE, RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE**
- **PUBLICAR RESOLUÇÃO AFIM DE IMPLEMENTAR A PORTARIA MS 1469 NO QUE SE REFERE AS FONTES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO**
- **ESSAS FONTES QUE SÃO PRINCIPALMENTE POÇOS TUBULARES SERÃO OUTORGADOS PELO DAEE, LICENCIADOS PELA CETESB E MONITORADOS PELO CVS- SECRETARIA DA SAÚDE.**
- **PUBLICAÇÃO EM FEVEREIRO DE 2004**

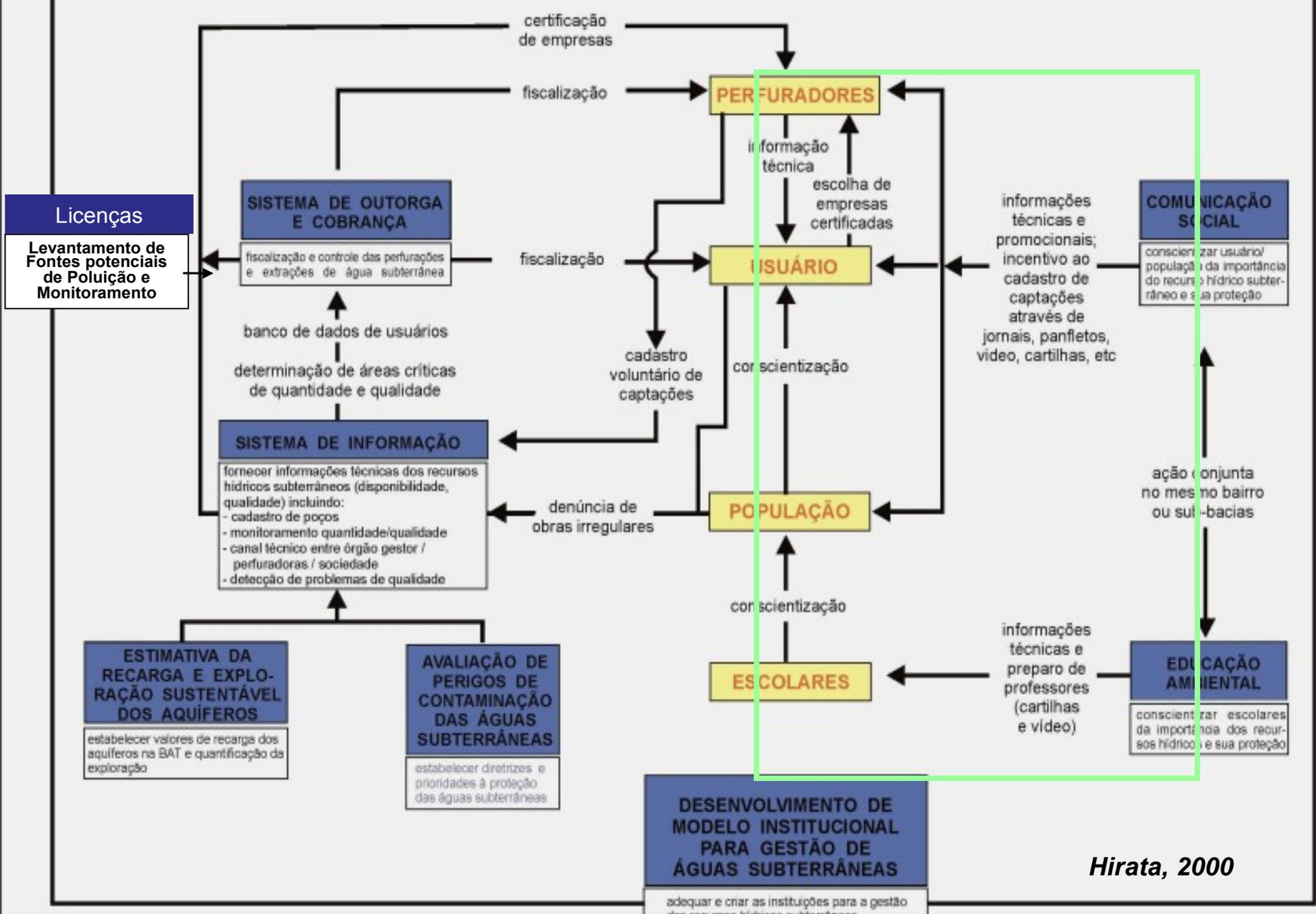
GERENCIAMENTO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS PARA QUANTIDADE E QUALIDADE



NOTAS

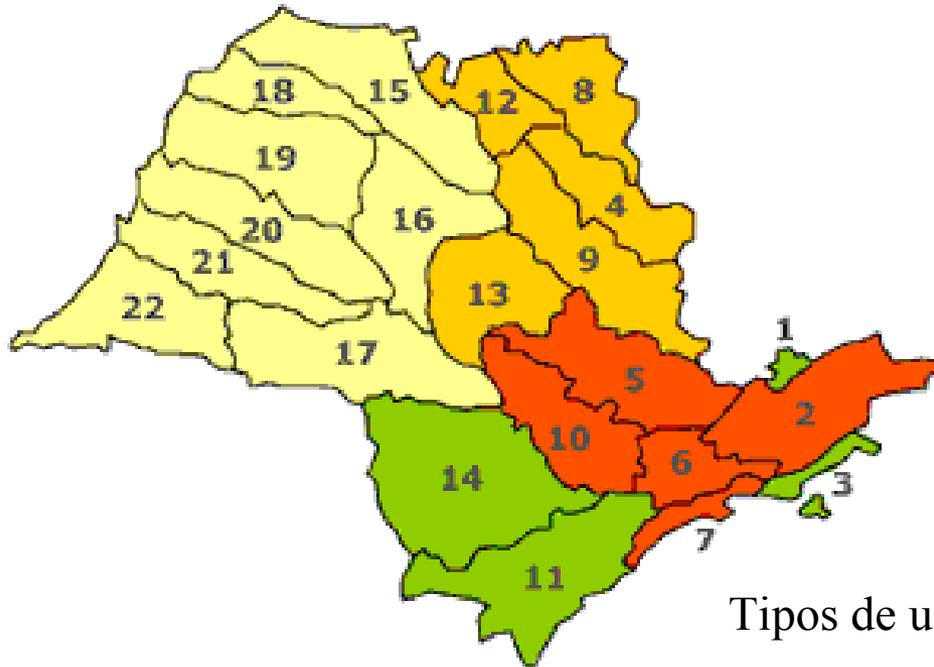
- (1): A interação entre a água superficial e subterrânea é um componente importante do estudo, considerando que as águas subterrâneas mantêm o fluxo de base do superficial.
- (2): Problemas por anomalias com fontes naturais de contaminação de águas subterrâneas podem também ser incluídos.

MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA



Hirata, 2000

Monitoramento - HOJE



Tipos de uso



UGRHs

- 01 - [Mantiqueira](#)
- 02 - [Paraíba do Sul](#)
- 03 - [Litoral Norte](#)
- 04 - [Pardo](#)
- 05 - [Capivari, Jundiá e Piracicaba](#)
- 06 - [Alto Tietê](#)
- 07 - [Baixada Santista](#)
- 08 - [Sapucaí / Grande](#)
- 09 - [Mogi-Guaçu](#)
- 10 - [Médio Tietê / Sorocaba](#)
- 11 - [Rib. de Iguape / Litoral Sul](#)
- 12 - [Baixo Pardo / Grande](#)
- 13 - [Tietê / Jacaré](#)
- 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](#)

Em 2006 os programas de monitoramento de qualidade dos rios e reservatórios totalizaram 356 pontos de amostragem, conforme apresentado a seguir:

- Rede Básica - 163 pontos de amostragem de água;
- Monitoramento Regional - 124 pontos de amostragem de água;
- Monitoramento Automático – 13 pontos de amostragem de água;
- Balneabilidade de Reservatórios e Rios – 33 praias e
- Rede de Sedimento – 23 pontos de amostragem.

UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Redurso Hídrico/Tipo	AREA em Km ² (PERH)	POP. TOTAL 2006 SEADE	Dens. Pop. 2006	Rede Básica	Monit. Reg.	Monit. Autom.	Baln. Águas Doces	Mon. Tot. Água	Rede Sedim.	Monit. Total	Dens. Pontos Água(*)	Dens. Mon. Total(*)
15	Turvo / Grande	15.925	1.215.571	76,33	7	3	0	0	10	1	11	0,63	0,69
16	Tietê / Batalha	13.149	501.139	38,11	2	1	0	0	3	0	3	0,23	0,23
17	Médio Paranapanema	16.749	672.422	40,15	2	1	0	0	3	1	4	0,18	0,24
18	São José dos Dourado	6.783	223.720	32,98	1	0	0	0	1	0	1	0,15	0,15
19	Baixo Tietê	15.588	726.001	46,57	4	3	0	0	7	1	8	0,45	0,51
20	Aguapeí	13.196	359.695	27,26	2	4	0	0	6	0	6	0,45	0,45
21	Peixe	10.769	448.802	41,68	2	1	0	0	3	0	3	0,28	0,28
22	Pontal do Paranapanema	12.395	482.628	38,94	5	0	0	0	5	0	5	0,40	0,40
UGHRIs Agropecuárias (08)		104.554	4.629.978	44,28	25	13	0	0	38	3	41	0,36	0,39
01	Mantiqueira	675	67.501	100,00	1	0	0	0	1	0	1	1,48	1,48
03	Litoral Norte	1.948	278.480	142,96	4	3	0	0	7	0	7	3,59	3,59
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	17.068	396.684	23,24	6	0	0	0	6	2	8	0,35	0,47
14	Alto Paranapanema	22.689	737.547	32,51	6	2	0	0	8	0	8	0,35	0,35
UGHRIs Conservação (04)		42.380	1.480.212	34,93	17	5	0	0	22	2	24	0,52	0,57
04	Pardo	8.993	1.056.658	117,50	4	0	0	0	4	0	4	0,44	0,44
08	Sapucaí / Grande	9.125	672.965	73,75	4	7	0	0	11	1	12	1,21	1,32
09	Mogi-Guaçu	15.004	1.418.427	94,54	4	35	0	2	41	0	41	2,73	2,73
12	Baixo Pardo / Grande	7.239	334.286	46,18	2	0	0	0	2	1	3	0,28	0,41
13	Tietê / Jacaré	11.779	1.458.324	123,81	4	1	0	1	6	1	7	0,51	0,59
UGHRIs em Industrialização (05)		52.140	4.940.660	94,76	18	43	0	3	64	3	67	1,23	1,29
02	Paraíba do Sul	14.444	1.947.374	134,82	16	0	0	0	16	1	17	1,11	1,18
05	Piracicaba, Capivari e Jundiá	14.178	4.841.248	341,46	22	57	1	6	86	6	92	6,07	6,49
06	Alto Tietê	5.868	19.190.390	3270,65	43	0	10	22	75	6	81	12,78	13,80
07	Baixada Santista	2.818	1.653.736	586,85	7	0	0	0	7	1	8	2,48	2,84
10	Sorocaba / Médio Tietê	11.829	1.798.463	152,04	15	6	2	2	25	1	26	2,11	2,20
UGHRIs Industrial (05)		49.137	29.431.211	598,96	103	63	13	30	209	15	224	4,25	4,56
22 UGRHIs		248.209	40.482.061	163,1	163	124	13	33	333	23	356	1,34	1,43

Referências e Figuras

CRUCIANI, D.E.; MACHADO, R.E.; SENTELHAS, P.C. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p.76-82, 2002.

MANCINI, R.M. Urban Age: Gestão de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo. São Paulo, 2008. 32 p.

MOTA, S. Preservação e Conservação de Recursos Hídricos. 2^a ed. Rio de Janeiro, ABES, 1995. 200 p.

MOTA, S. Planejamento urbano e Preservação Ambiental. Fortaleza, UFC, 1981. 242 p.

PAULEIT, S., DUHME, F. Assessing the Environmental Performance of Land Cover Types for Urban Planning. Journal of Landscape and Urban Planning 52 (1): 2000.

<http://www.map21ltd.com/COSTC11/Mun-eco.htm>

Revista Época, outubro de 2005.

SANTOS, R.F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo, Oficina de textos, 2004. 184 p.

XIAO, Q., & McPHERSON, EG. 2003. Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. Urban Ecosystems, 6: 291-302. 2002.

www.sg-guarani.org/index/pdf/gestion_integrada_del_agua/foz/jue11-BR-DorothyPinattiCasarini.pps

<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/monitoramento.asp>

Estudo dirigido:

- 1) O reuso de água urbana é inevitável? Explique baseado no texto da revista SANEAS (2006).
- 2) Segundo o mesmo artigo, quais são os problemas do reuso de águas do esgoto doméstico?
- 3) O que é eficiência de gestão e o que é eficácia? Dê exemplo de acordo com o texto de Ogera & Philippi Jr. (2005).
- 4) Como os autores Ogera & Philippi Jr. (2005) avaliaram os serviços de água e esgoto dos municípios estudados? Quais os melhores resultados?