

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Utilização e Proteção das Águas Subterrâneas

18 de Abril de 2011

Anfiteatro Augusto Ruschi – SMA/CETESB

Organização

Instituto Geológico - IG/SMA
Secretaria do Meio Ambiente - SMA
Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE
Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

Comissão Organizadora

Ana Maciel de Carvalho- IPT
Elaine Ruby - CETESB
Elzira Dea Barbour - CETESB
Gerônimo Albuquerque Rocha - SMA
José Eduardo Campos - DAEE
José Luiz Albuquerque Filho - IPT
Luciana Martin Rodrigues Ferreira – IG/SMA
Mara Akie Iritani – IG/SMA
Rosângela Pacini Modesto
Sibele Ezaki – IG/SMA

Equipe de Eventos do Instituto Geológico

Catherine Prado - Estagiária
Cristina Boggi da Silva Raffaelli
Daniel Rodrigues de França
Eduardo de Andrade
Katiane Suelen Moretto
Lilian Carolina Soares
Lucimara Maria Mendes de Lima
Marcia Vieira Silva
Maria de Lourdes F. Gomes
Monica Galdino da Silva
Rafael Galdino Siqueira Nunes
Roberto Ventura
Sandra Moni de Souza

Agradecimentos

A todos expositores e debatedores por aceitar o convite e participar do evento e, também, por ceder gentilmente as apresentações para divulgação; ao Coordenador da Coordenadoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, Sr. Walter Tesch pelo apoio e divulgação do evento; à Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, pela divulgação do evento; à Assessoria de Comunicação da CETESB/SMA, por ceder o anfiteatro para a realização do seminário, pela divulgação e impressão de certificados, além de apoio logístico, e a todas as demais entidades e pessoas que colaboram direta ou indiretamente para a realização do seminário.

Seminário “Utilização e proteção das águas subterrâneas”

SUMÁRIO

Introdução.....	4
1. Regionalização de diretrizes de utilização e proteção dos aquíferos.....	6
Expositor: Chang Hung Kiang – Laboratório de Estudos de Bacias - LEBAC/UNESP	
Debatedores: José Eduardo Campos – Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE/SSRH	
Jussara Lima Carvalho - Secretária de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Sorocaba	
2. Delimitação de áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas.....	40
Expositor: Ricardo Hirata – Instituto de Geociências - USP	
Debatedores: Everton Oliveira - Hidroplan	
Rodrigo Cesar de Araujo Cunha – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB/SMA	
3. Proteção do Sistema Aquífero Guarani.....	100
Expositor: José Luiz Albuquerque Filho – Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/SDECT	
Debatedores: Paulo Eduardo Alves Camargo-Cruz - Coordenadoria de Planejamento Ambiental - CPLA/SMA	
Marco Antonio Sanchez Artuzo – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB/SMA	
4. Roteiro para delimitação de área de proteção de poços.....	184
Expositor: Mara Akie Iritani – Instituto Geológico - IG/SMA	
Debatedores: Emílio Carlos Prandi - Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE/SSRH	
Fernando Willi Bastos Franco – SABESP/SSRH	
5. Monitoramento das águas subterrâneas.....	233
Expositor: Rosângela Pacini Modesto – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB/SMA	
Debatedores: Luis Sérgio Ozório Valentim – Centro de Vigilância Sanitária – CVS/SES	
Claudia Luciana Varnier – Instituto Geológico/SMA	

Introdução

O Instituto Geológico - IG e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (Secretaria do Meio Ambiente), o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia), realizaram no dia 18 de Abril de 2011, no Anfiteatro Augusto Ruschi da SMA/CETESB, em São Paulo, o Seminário **“Utilização e proteção das águas subterrâneas”**.

No seminário foram apresentados os principais projetos e ações realizadas no âmbito do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos – PAE Aquíferos (um dos 21 Projetos Ambientais Estratégicos coordenados pela Secretaria do Meio Ambiente), pelas diversas instituições parceiras no período de 2007 a 2010. O objetivo deste seminário foi divulgar para um público variado os trabalhos desenvolvidos, em andamento e os resultados obtidos nesses projetos e ações, assim como atividades futuras.

O evento contou com a presença de aproximadamente 200 pessoas, entre pesquisadores, professores universitários, técnicos de órgãos gestores de recursos hídricos, da vigilância sanitária estadual, de empresas de consultoria ambiental, de municípios (secretarias de meio ambiente e defesa civil), do ministério público, de organizações não governamentais, e alunos de nível superior.

Foram apresentadas 5 mesas com os temas: Regionalização de diretrizes de utilização e proteção dos aquíferos; Delimitação de áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas; Proteção do Sistema Aquífero Guarani; Roteiro para delimitação de área de proteção de poços, e Monitoramento das águas subterrâneas.

Além dos temas abordados, também foram lançados no evento 4 números correspondentes aos Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos:

- Caderno nº 2 - Roteiro Orientativo para delimitação de área de proteção de poço, destinado principalmente aos municípios, para auxiliar na delimitação dos perímetros de proteção de poços (PPP);
- Caderno nº 3 - Síntese das atividades do PAE Aquíferos no período 2007-2010, contendo as atividades realizadas no período citado assim como as ações futuras;
- Caderno nº 4 - Projeto São José do Rio Preto, apresentando diretrizes de restrição e controle de uso da água subterrânea para este município – publicação realizada em parceria da SMA (através do Instituto Geológico) com a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (através do DAEE), e
- Caderno nº 5 - Sistema Aquífero Guarani, apresentando os Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani no

Estado de São Paulo, realizado em parceria da SMA (através da CPLA) com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia (por meio do IPT).

Como resultado das discussões realizadas com os participantes do Seminário destacam-se alguns pontos, tais como:

- a importância de realizar eventos técnicos com maior frequência para divulgar os avanços no conhecimento dos aquíferos e discutir as ações propostas para a melhoria da proteção e gestão das águas subterrâneas;
- a continuidade das discussões entre os órgãos envolvidos e o público por meio de fóruns de comunicação;
- proposição de cursos de capacitação aos municípios para a proteção da água subterrânea, incluindo a implantação da área de proteção de poços; e
- a necessidade de garantir aporte de recursos financeiros e humanos para ampliação da rede de monitoramento integrado de qualidade e quantidade das águas subterrâneas.

REGIONALIZAÇÃO DE DIRETRIZES DE UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Bacias do Leste

Chang, H. Kiang



REGIONALIZAÇÃO DE DIRETRIZES DE UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS Bacias do Leste

Palestrante - Chang, H. Kiang
UNESP/LEBAC

18 de abril de 2011



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA



SECRETARIA DE SANEAMENTO
E RECURSOS HÍDRICOS



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



OBJETIVOS

- ☞ efetuar inventário dos poços tubulares e das quantidades de água extraída;
- ☞ efetuar, em cada UGRHI, a regionalização geográfica das potencialidades dos aquíferos, em comparação com a utilização atual das águas subterrâneas;
- ☞ efetuar o zoneamento de áreas críticas quanto ao grau de exploração e à vulnerabilidade à poluição;
- ☞ propor diretrizes regionalizadas de utilização e proteção das águas subterrâneas;
- ☞ desenvolver funcionalidades para cadastramento de poços, consultas, impressão de relatórios e de mapas

EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO GERAL



Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

Geólogo José Eduardo Campos

Engenheiro Blas Marçal Sanchez

Geólogo Gerônimo Albuquerque Rocha

EXECUÇÃO



Laboratório de Estudo de Bacias – LEBAC/UNESP

Geólogo Prof. Dr. Chang Hung Kiang

Geólogo Dr. Flávio de Paula e Silva

Geólogo Dr. Didier Gastmans

Geóloga Msc. Márcia Regina Stradioto

Geóloga Dra. Andresa Oliva

Geólogo Felipe Rodrigues Ferroni

Analista de Sistemas Msc. Sérgio Barbosa

COLABORADORES



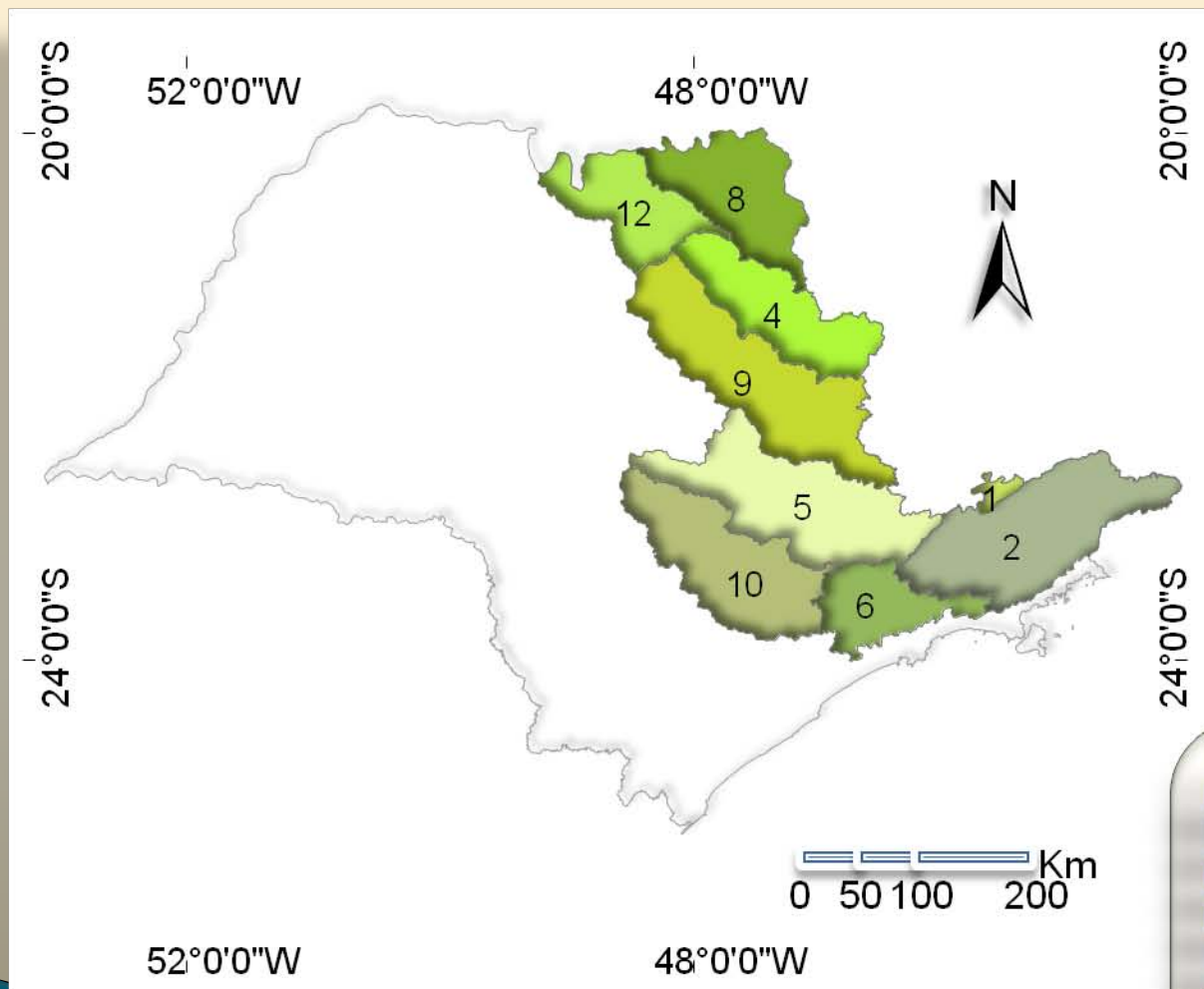
Instituto Geológico - IG

Geóloga Dra. Mara Akie Iritani

Geóloga Msc. Sibeles Ezaki

Geógrafa Dra. Luciana Martin R. Ferreira

ÁREA DE ESTUDO



9 UGRHI'S

87.000 km²

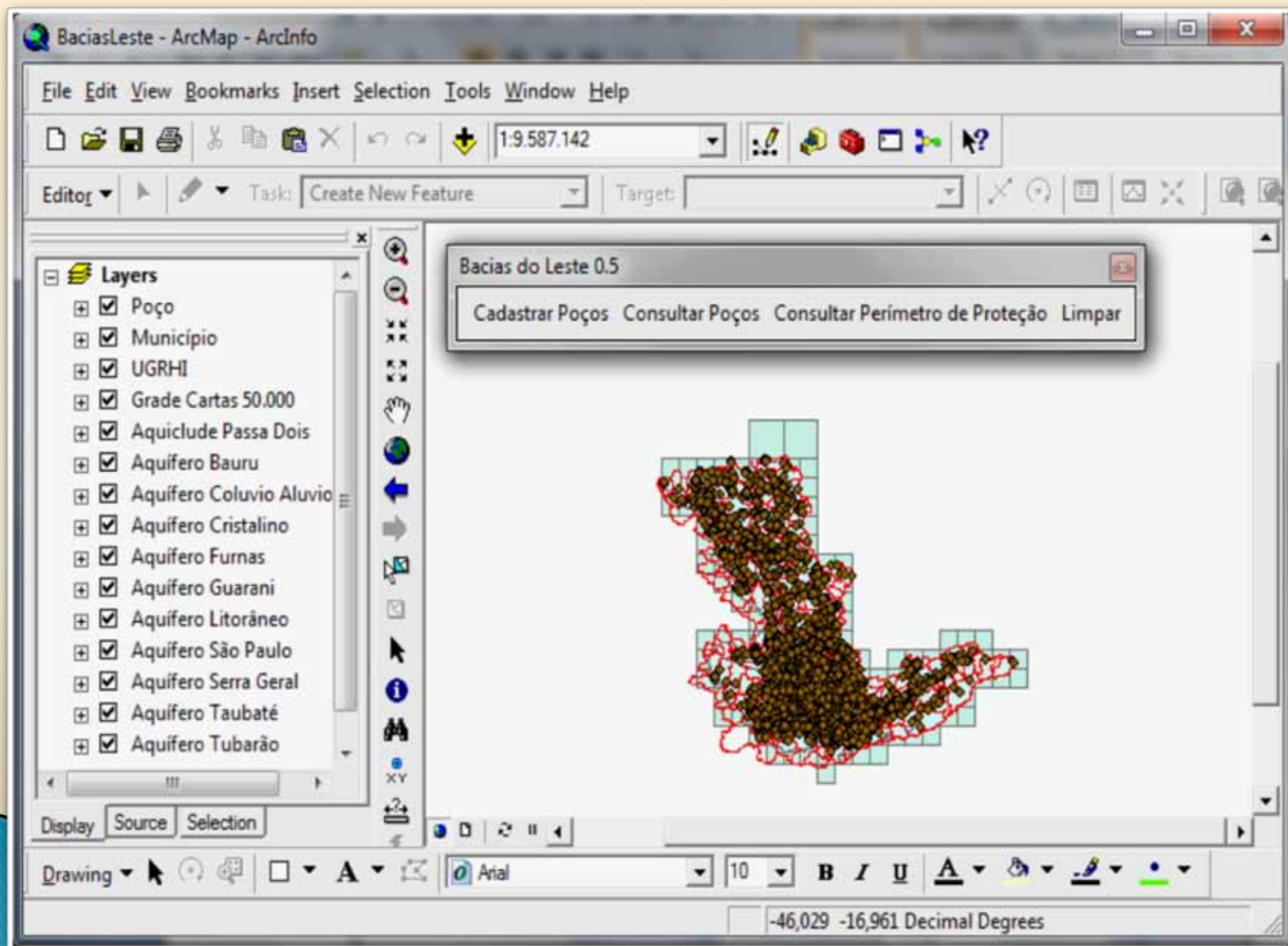
280 municípios

32 milhões de habitantes

UGRHI

- 01 - MANTIQUEIRA
- 02 - PARAÍBA DO SUL
- 04 - PARDO
- 05 - PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAÍ
- 06 - ALTO TIETÊ
- 08 - SAPUCAÍ/GRANDE
- 09 - MOGI-GUAÇU
- 10 - TIETÊ/SOROCABA
- 12 - BAIXO PARDO/GRANDE

SISTEMA BACIAS DO LESTE



TELA DO APLICATIVO



TELA DO APLICATIVO

Bacias do Leste 0.5 - Consultar Poços

Tipos de Consulta

☒ Espacial ☐ Atributos

 Selecionar por retângulo

 Selecionar por polígono irregular

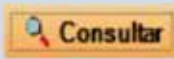
 Selecionar por feição

Vazão (m³/h)

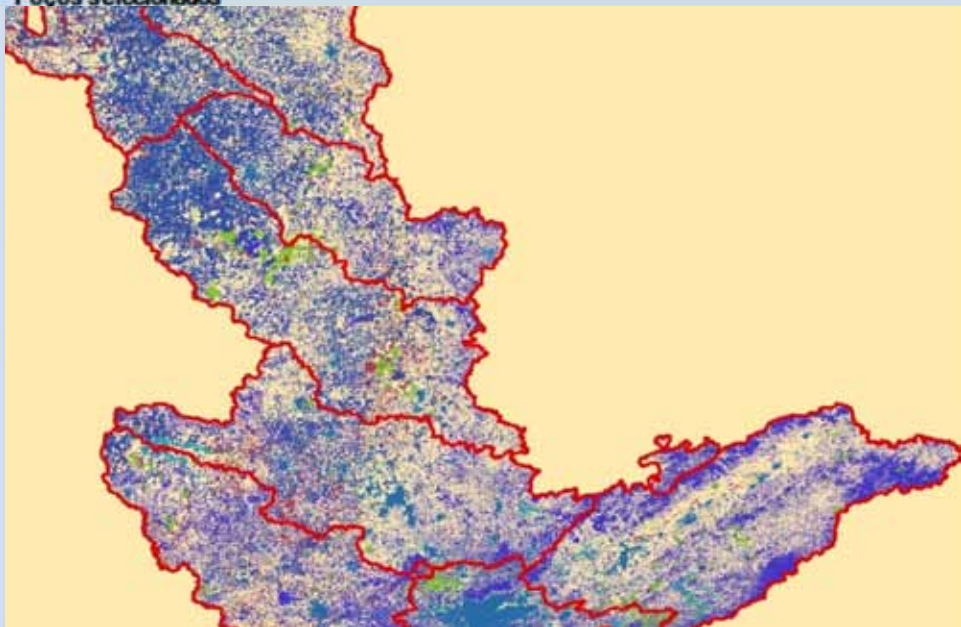
De até

Poços

☐ Ativos ☐ Inativos ☒ Todos



Poços selecionados



Finalidade / Qtde Poços / Vazão (m³/h)

Não Definida :	Exploração Petróleo:
Exploração Água :	Recarga Aquífero :
Piezômetro :	Outros :

 Imprimir Ficha  Relatorio  Visualizar  Excluir  Editar

 Calcular Perímetro de Proteção

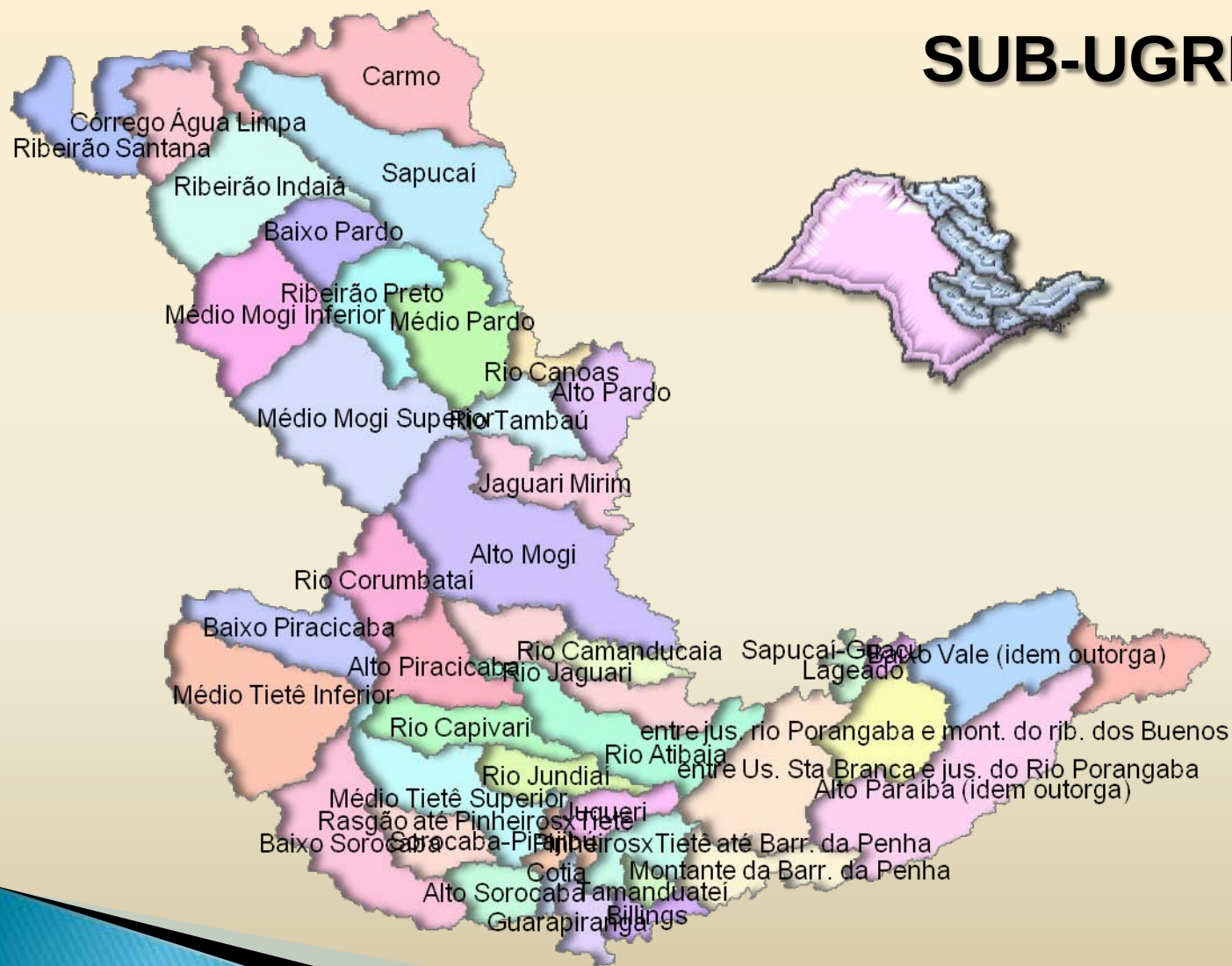
Mapas Básicos

- ü Divisão político-administrativa
- ü Articulação folhas topográficas IBGE
- ü Curvas de nível e de pontos cotados
- ü Hidrografia
- ü UGRHI's e subugrhi's
- ü Clima
- ü Chuva
- ü Rodovias
- ü **Distribuição de poços cadastrados**
- ü Uso e ocupação do solo
- ü Disp.hídricas superficiais ($Q_{7,10}$ e Q_{95})
- ü **Modelo Digital de Terreno – MDT**
- ü **Mapa geológico**
- ü Demanda pública municipal de recursos hídricos

Mapas Temáticos

- ü **Unidades aquíferas**
- ü **Potencialidade hídrica subterrânea**
- ü **Vulnerabilidade**
- ü **Reserva ativa subterrânea unitária**
- ü **Disp. hídricas subter. por município**
- ü **Demanda subterrânea x total**
- ü **Disponibilidade subterrânea x total**
- ü **Áreas declaradas contaminadas**
- ü **Índice de potencial poluente**
- ü **Distribuição e análise de água de poços amostrados (F^- , NO_3^- e Cl^-)**
- ü **Regionalização de diretrizes de utilização e proteção das águas subterrâneas**

SUB-UGRHI'S





CARTAS TOPOGRÁFICAS 1:50.000

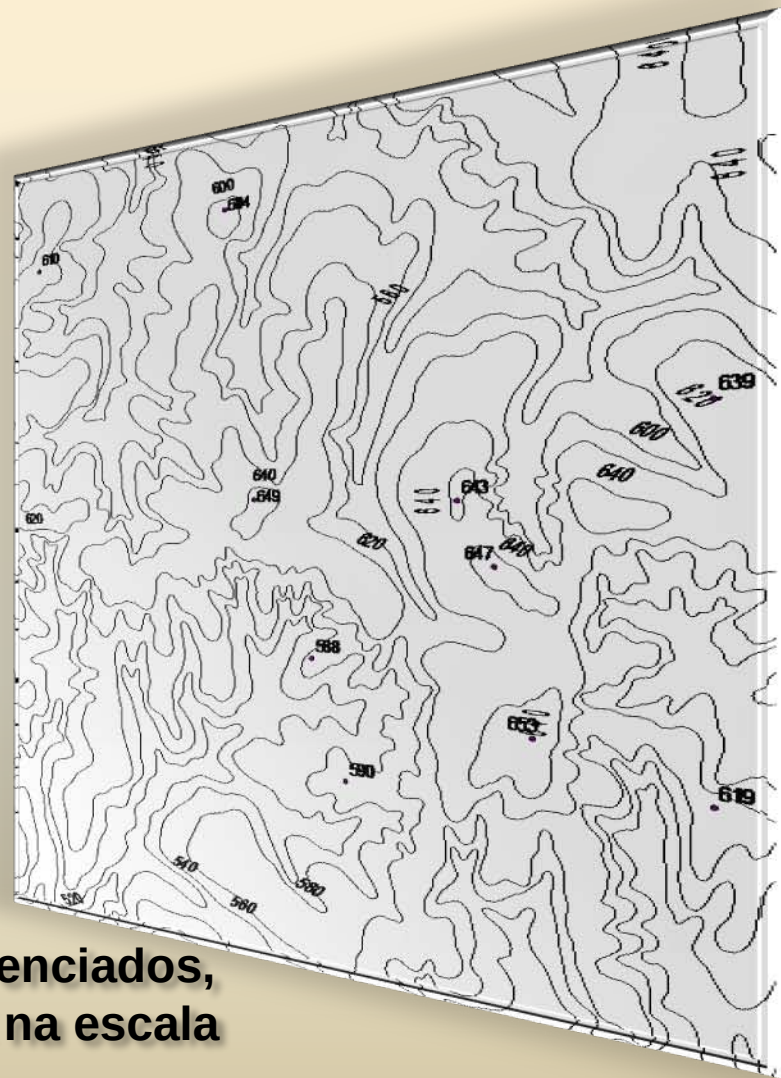
Instituto de Brasileiro de Geografia
e Estatística (IBGE)

171 CARTAS

Numeração DAEE

CURVAS DE NÍVEL

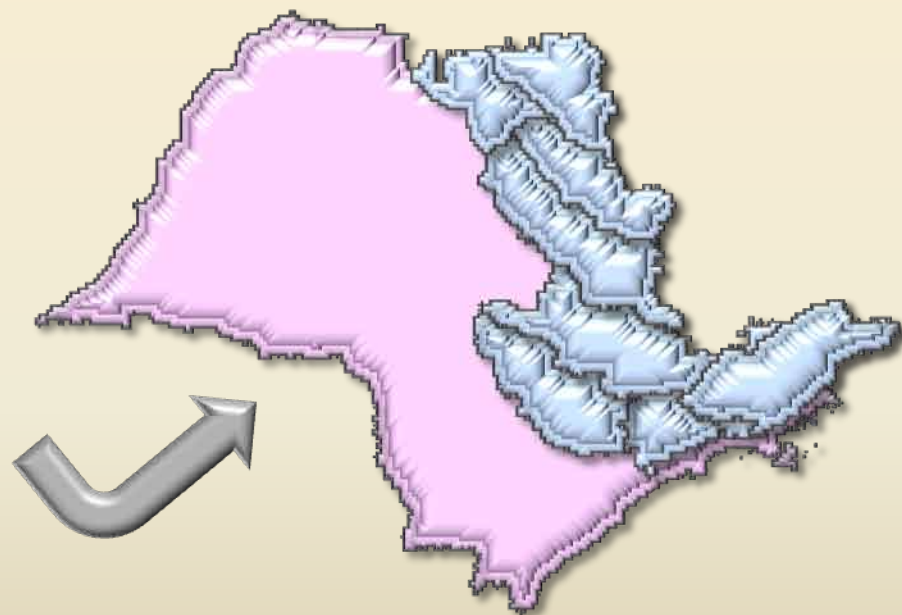
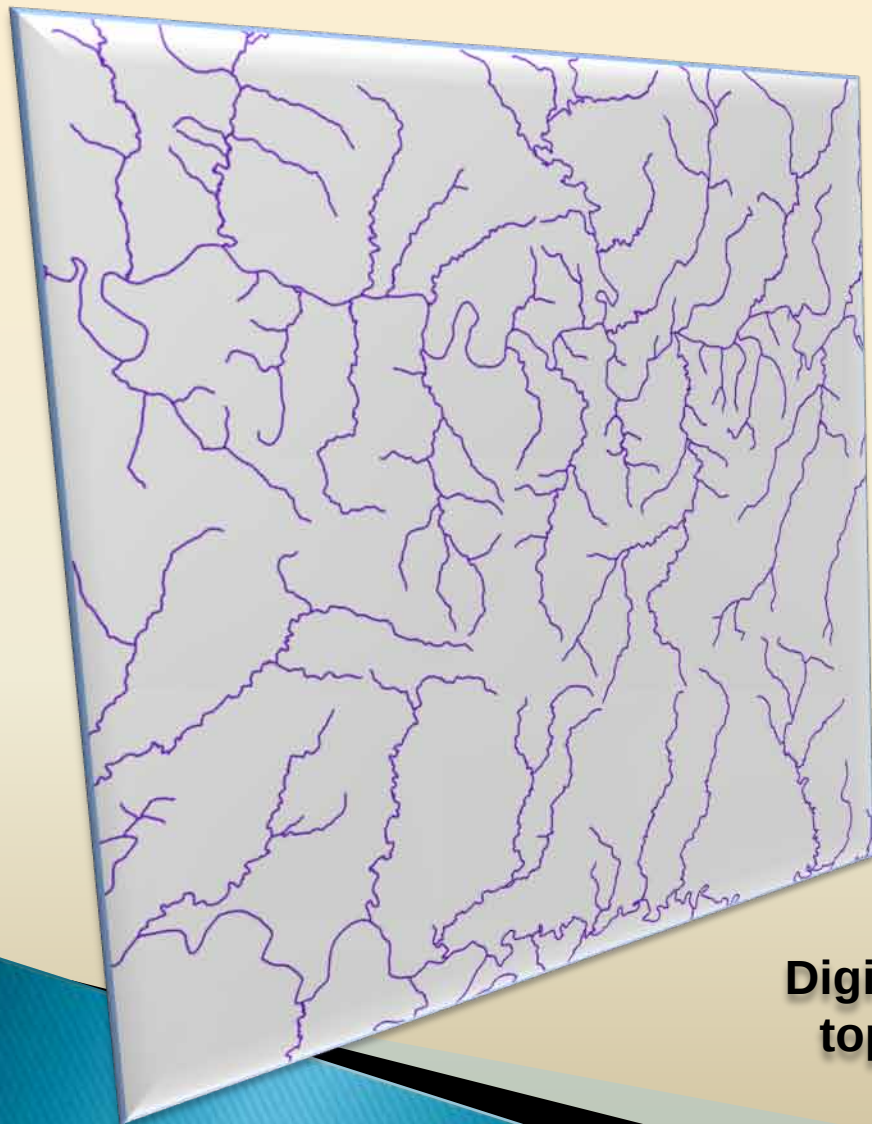
Equidistância 10m – 20m



**Pontos cotados, digitalizados e georreferenciados,
extraídos de cartas topográficas do IBGE na escala
1:50.000**

ELEMENTOS DE DRENAGEM

Rios, Córregos, Lagos ...



**Digitalizados e georreferenciados de cartas
topográficas do IBGE na escala 1:50.000**

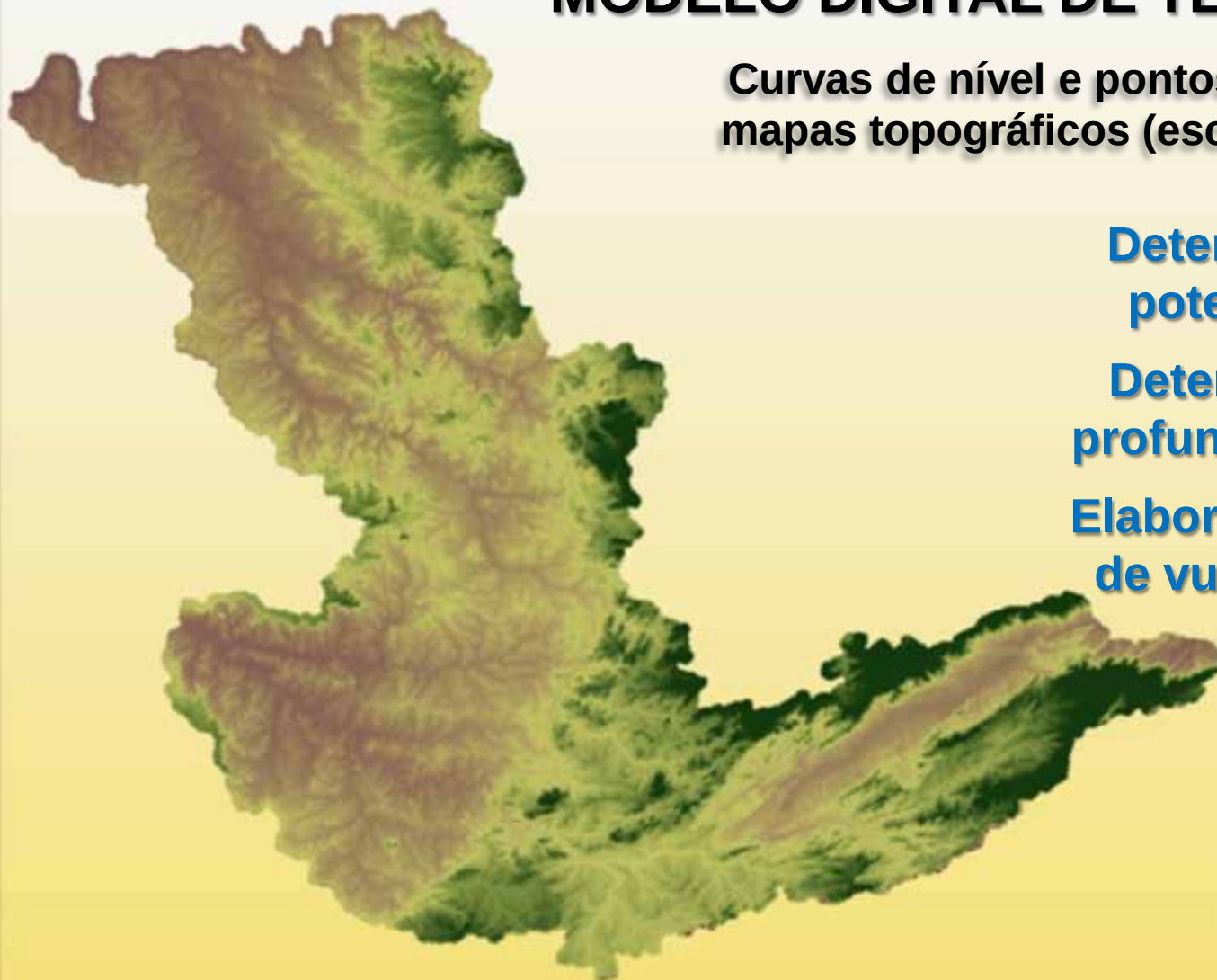
MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Curvas de nível e pontos cotados de mapas topográficos (escala 1:50.000)

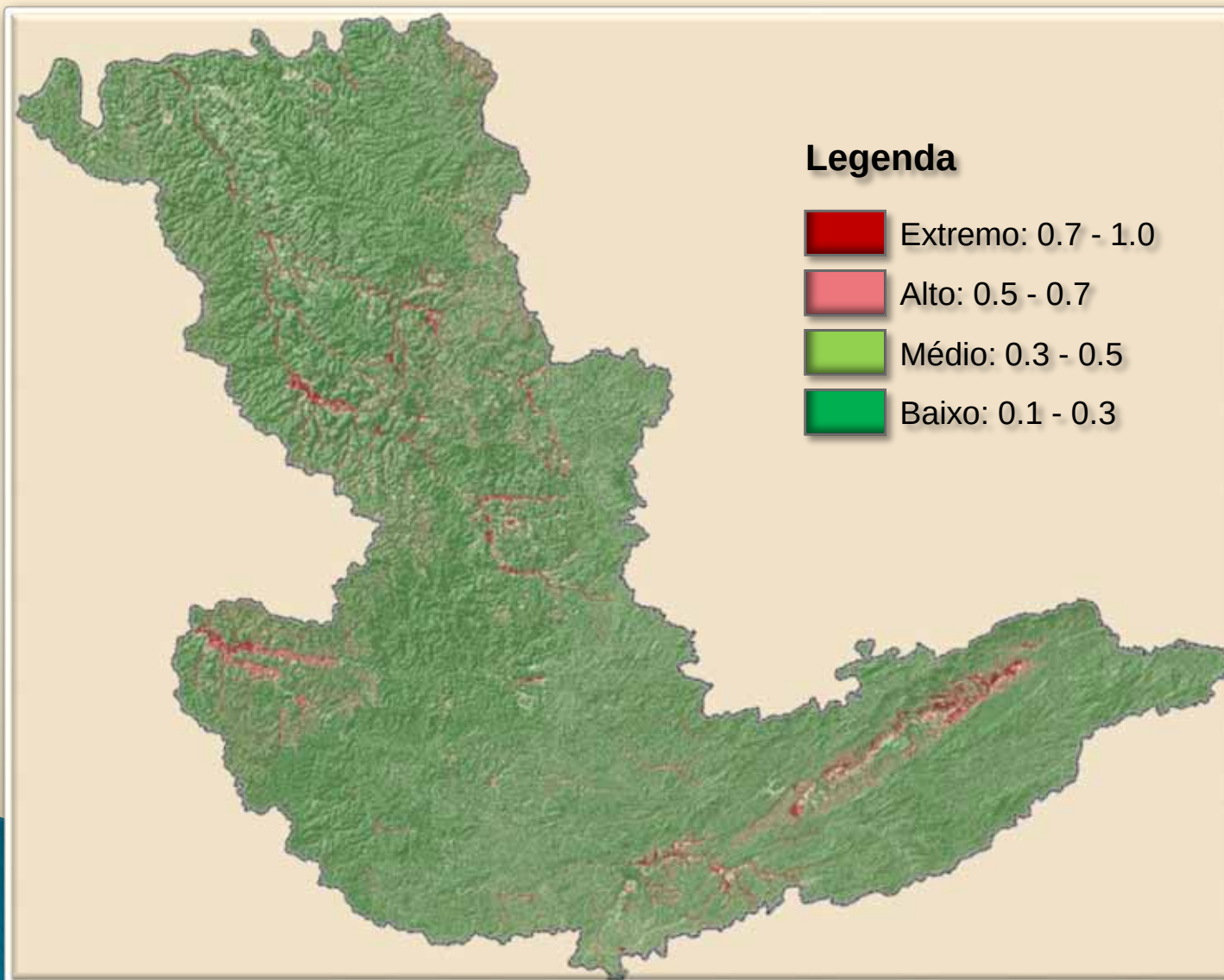
**Determinação da
potenciometria**

**Determinação da
profundidade do NA**

**Elaboração do mapa
de vulnerabilidade**



MAPA DE VULNERABILIDADE



Valoração dos índices baseada na publicação “Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – volume I” (IG, DAEE, CETESB –1997)

POÇOS CADASTRADOS NAS UGRHI'S (SIDAS)

7.800 poços cadastrados

Aquífero São Paulo = 519

Aquífero Taubaté = 385

Aquífero Bauru = 180

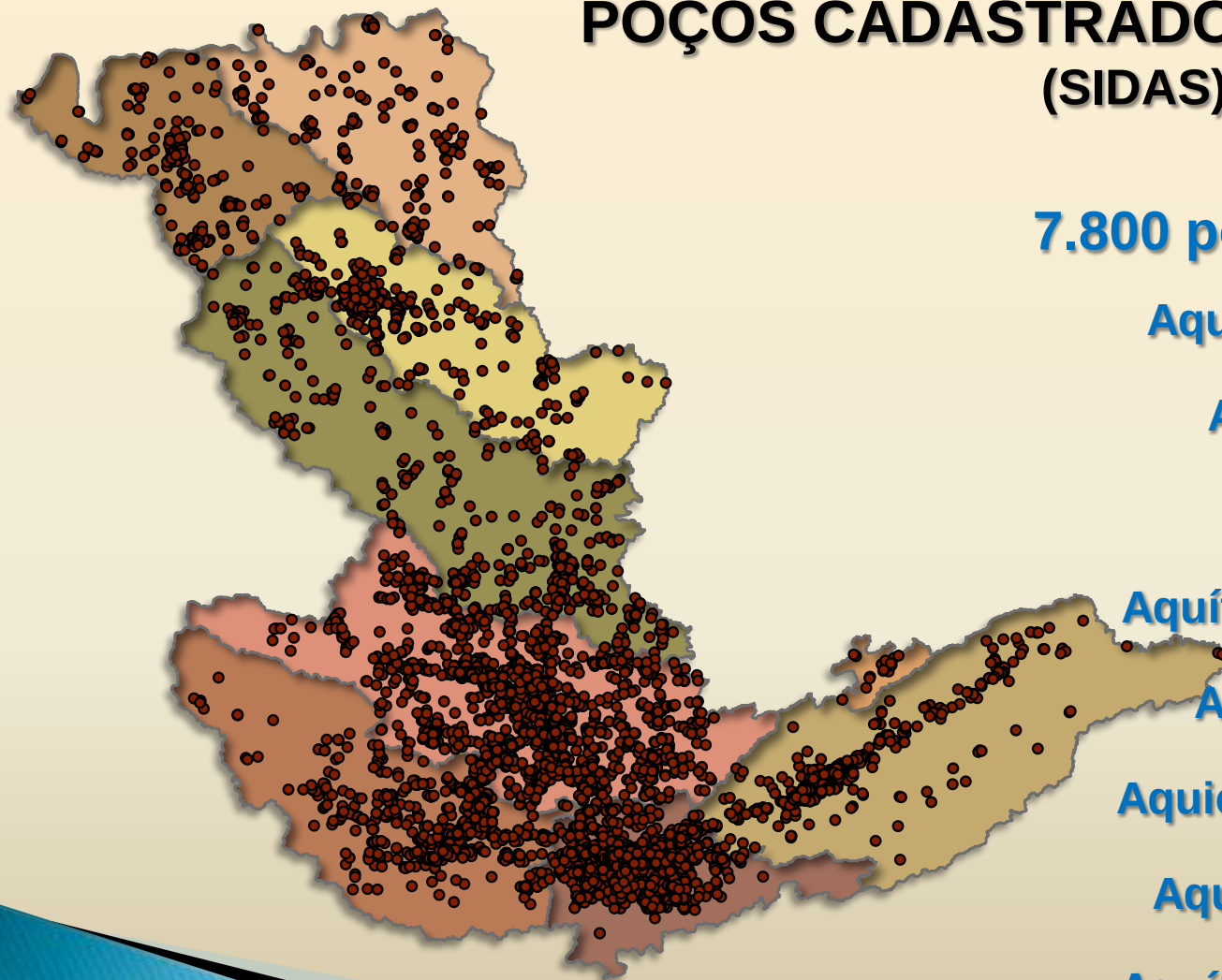
Aquífero Serra Geral = 439

Aquífero Guarani = 563

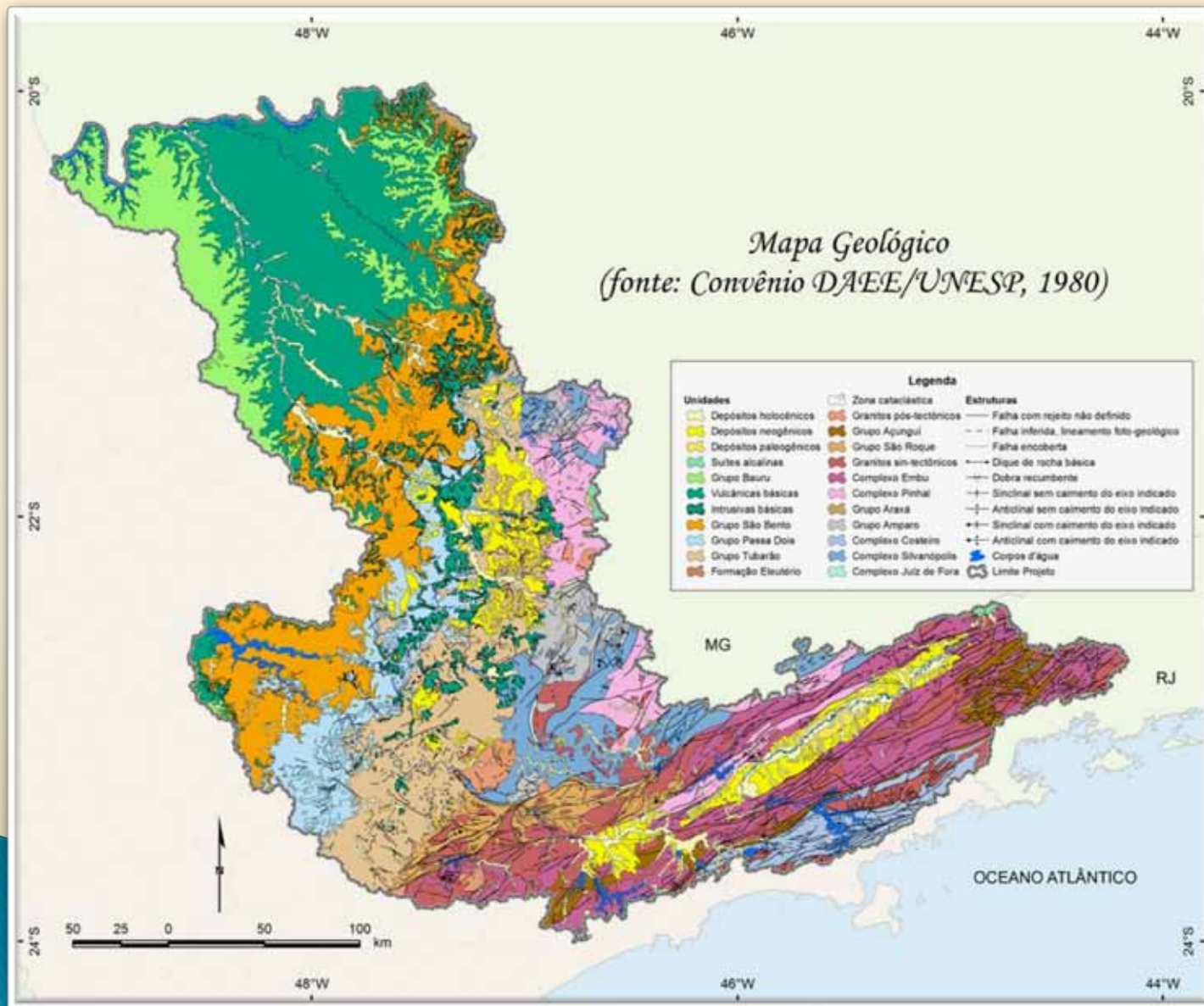
Aquiclude Passa Dois = 69

Aquífero Tubarão = 1.444

Aquífero Cristalino = 3.857



MAPA GEOLÓGICO – BACIAS DO LESTE

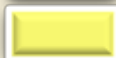


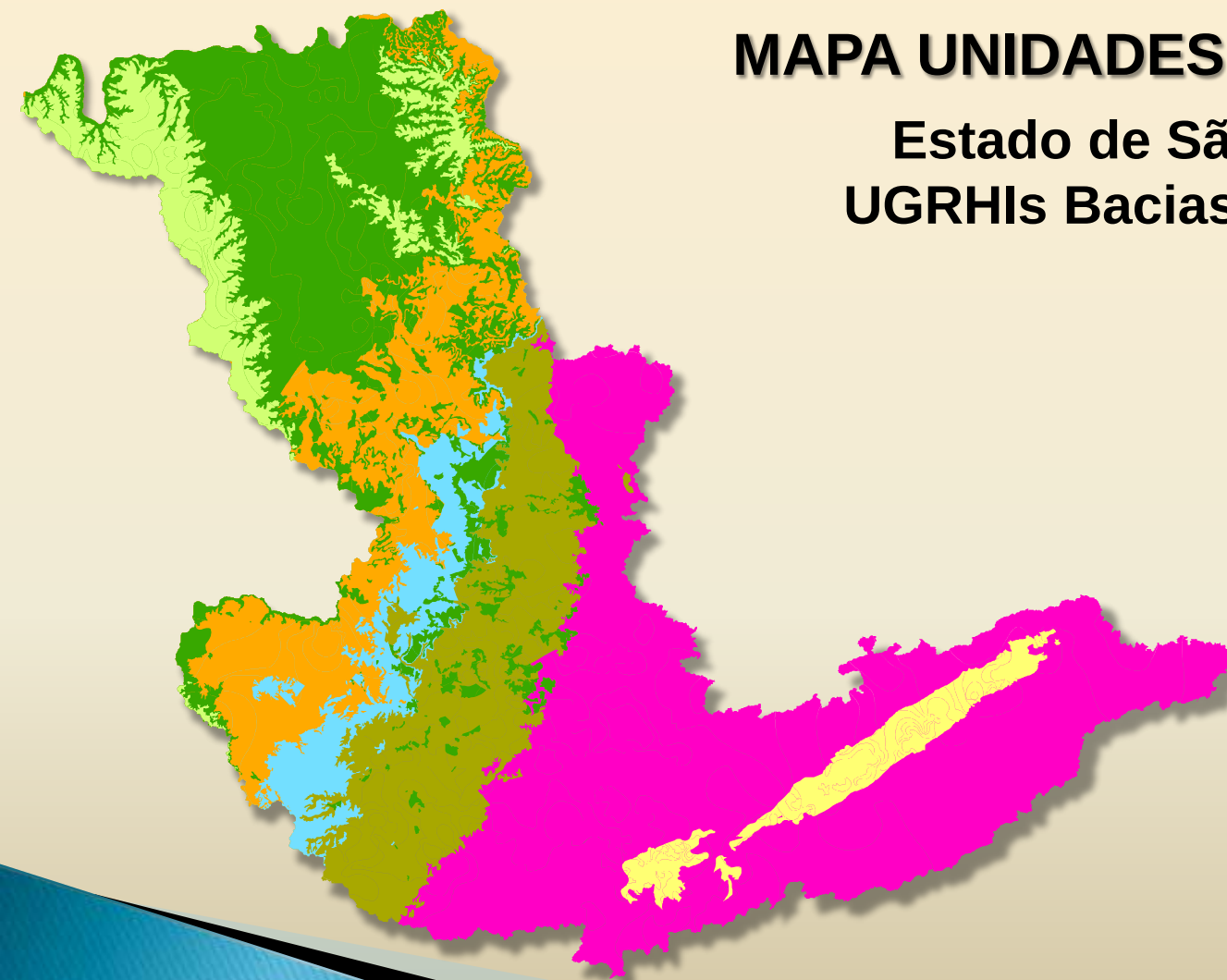
Elaborado a partir da escanerização, georreferenciamento e digitalização de Cartas Geológicas na Escala 1:250.000

MAPA UNIDADES AQUÍFERAS

Estado de São Paulo
UGRHs Bacias do Leste

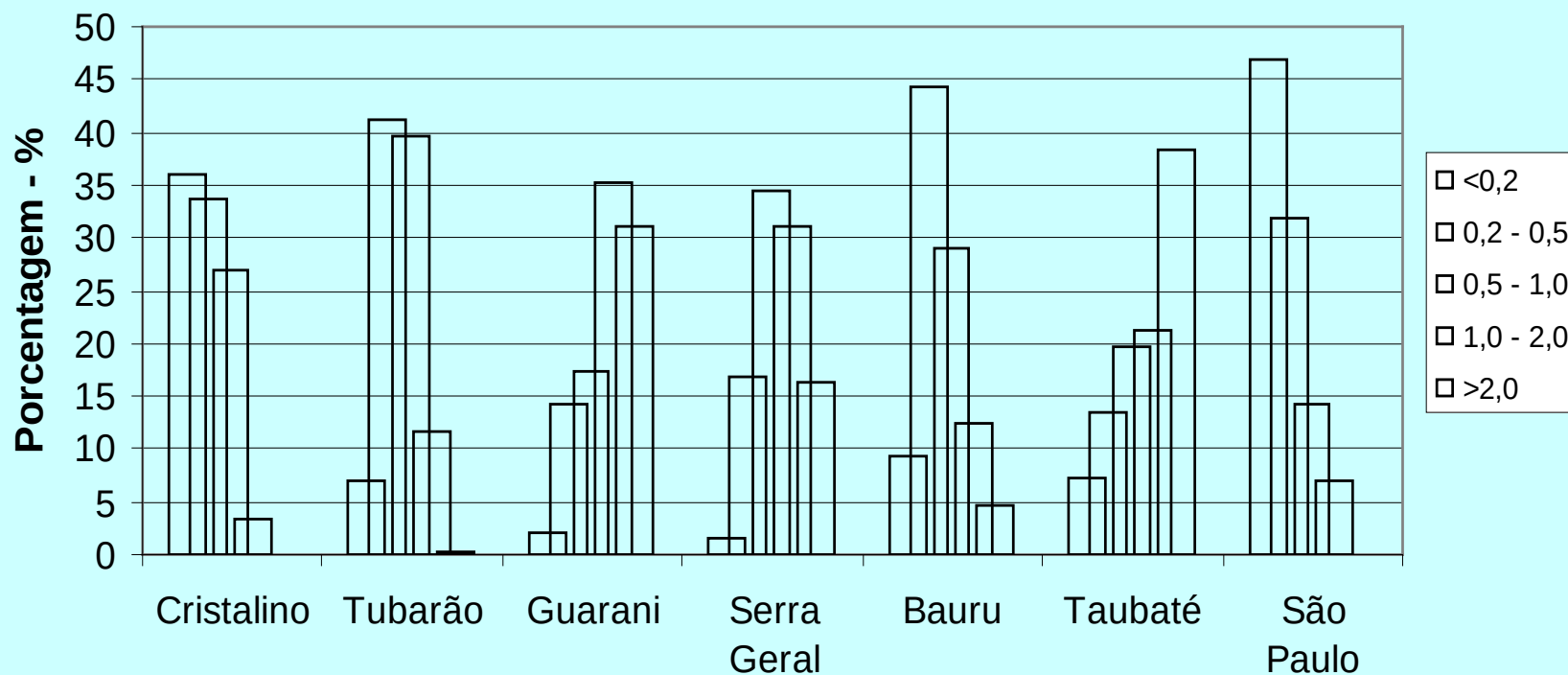
Legenda

-  Aquífero São Paulo
-  Aquífero Taubaté
-  Aquífero Bauru
-  Aquífero Serra Geral
-  Aquífero Guarani
-  Aquífero Passa Dois
-  Aquífero Tubarão
-  Aquífero Cristalino

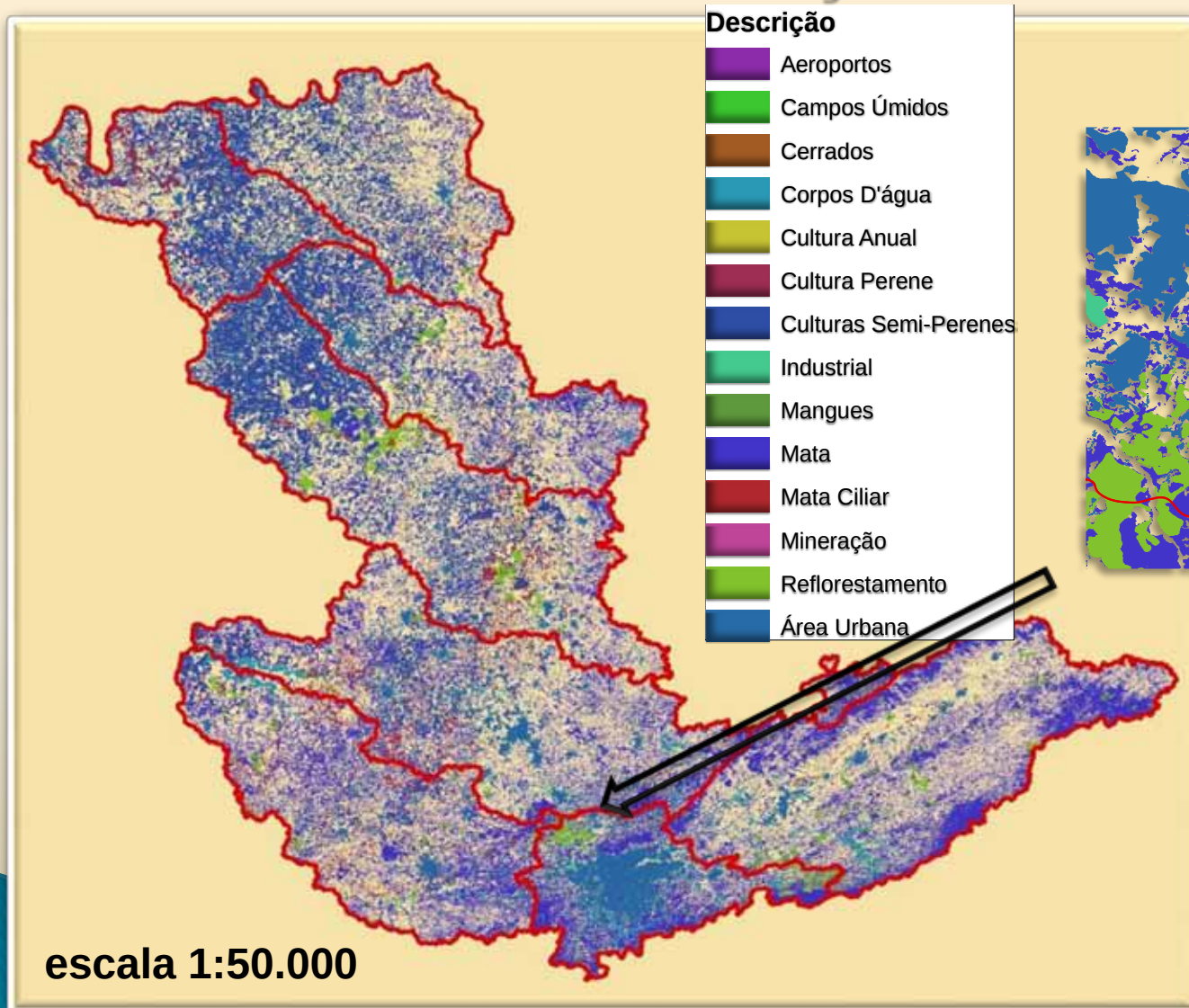


POTENCIALIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

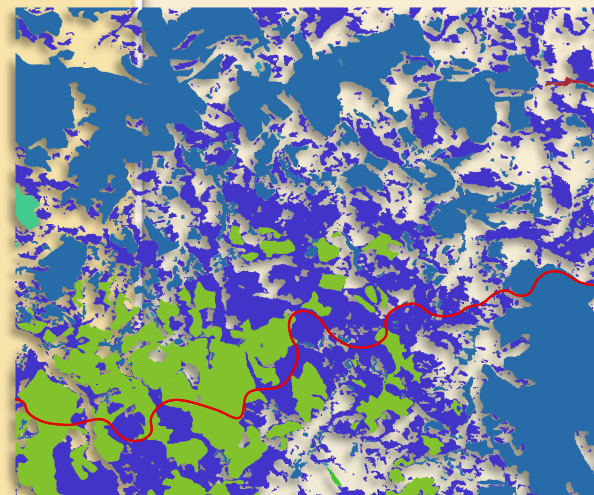
Distribuição de q/s ($m^3/h/m$) (%)



USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



Detalhe

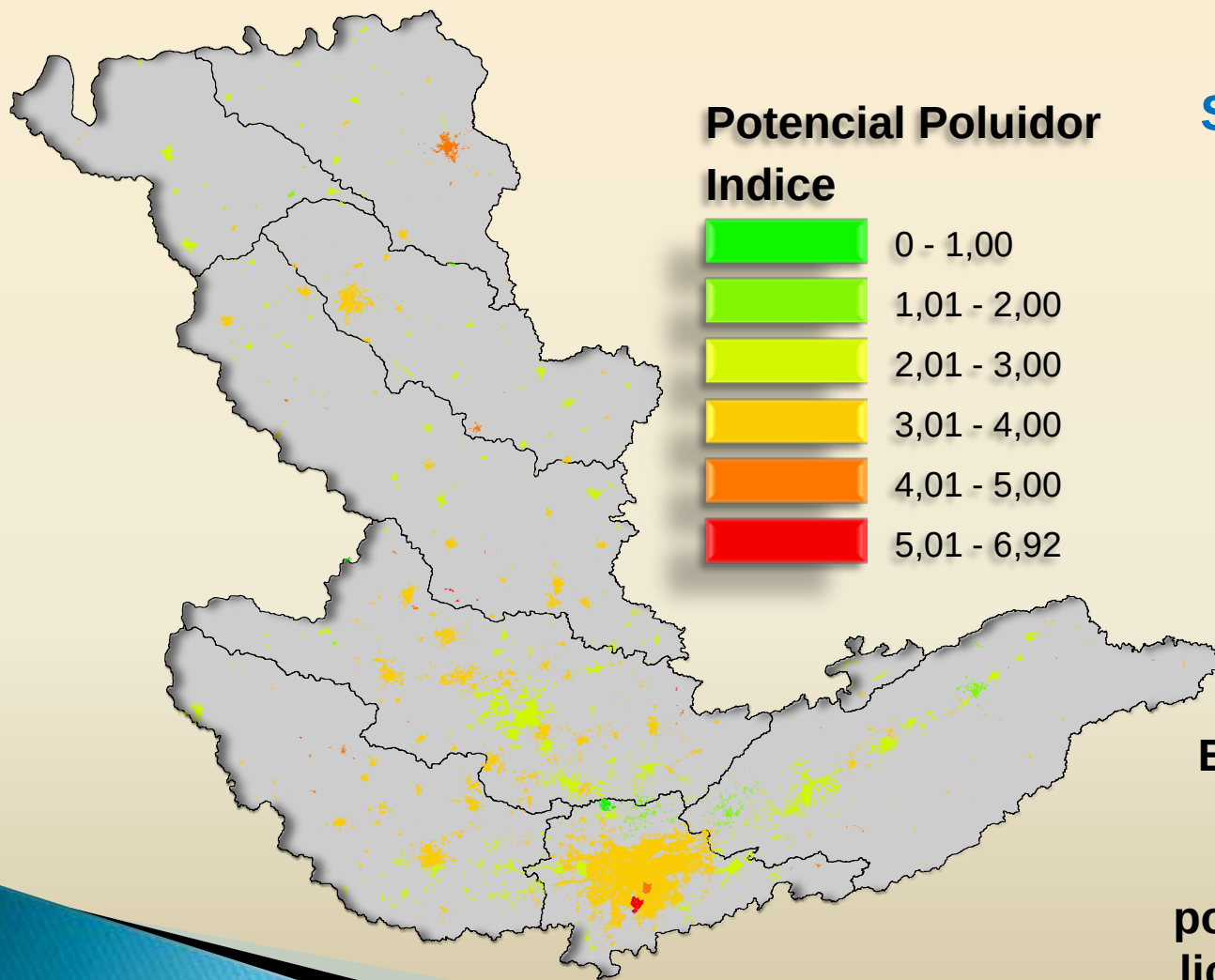


Fornecido pela Diretoria de Planejamento Ambiental Estratégico da Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

ÁREAS CONTAMINADAS

Número de áreas contaminadas por UGRHI's		
Número	Nome	Áreas contaminadas
1	Mantiqueira	8
2	Paraíba do Sul	144
4	Pardo	19
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	366
6	Alto Tietê	1260
8	Sapucaí/Grande	27
9	Mogi-Guaçu	34
10	Tietê/Sorocaba	93
12	Baixo Pardo/Grande	30
Total		1981

ÍNDICE DE POTENCIAL POLUENTE



**São Paulo destaca-se
com mais de 14.000
empreendimentos
licenciados**

**Franca com cerca de
2.100**

Diadema com 1.700

**Elaborado com base em
cadastro estadual de
empreendimentos
potencialmente poluentes
licenciados pela CETESB**

ANÁLISES DE ÁGUA

(183 poços)

Análises

Fluoreto (mg/L)



0,02 - 1,50

Apenas cinco análises de água apresentaram resultados de Fluoreto maior do que 1,5 mg/L, acima do valor máximo permitido pela Portaria MS 518.

Análises

Cloreto (mg/L)



0,02 - 10,00



10,01 - 20,00



20,01 - 30,00

Análises de Cloreto apresentaram resultados que variaram entre o mínimo de 0,02 mg/L e o máximo de 42,9 mg/L.

Análises de Nitrato apresentaram resultados que variaram entre o mínimo de 0,1 mg/L e o máximo de 44,5 mg/L, com todas as amostras dentro do limite máximo estabelecido pela Portaria 518.



11,21 - 22,30

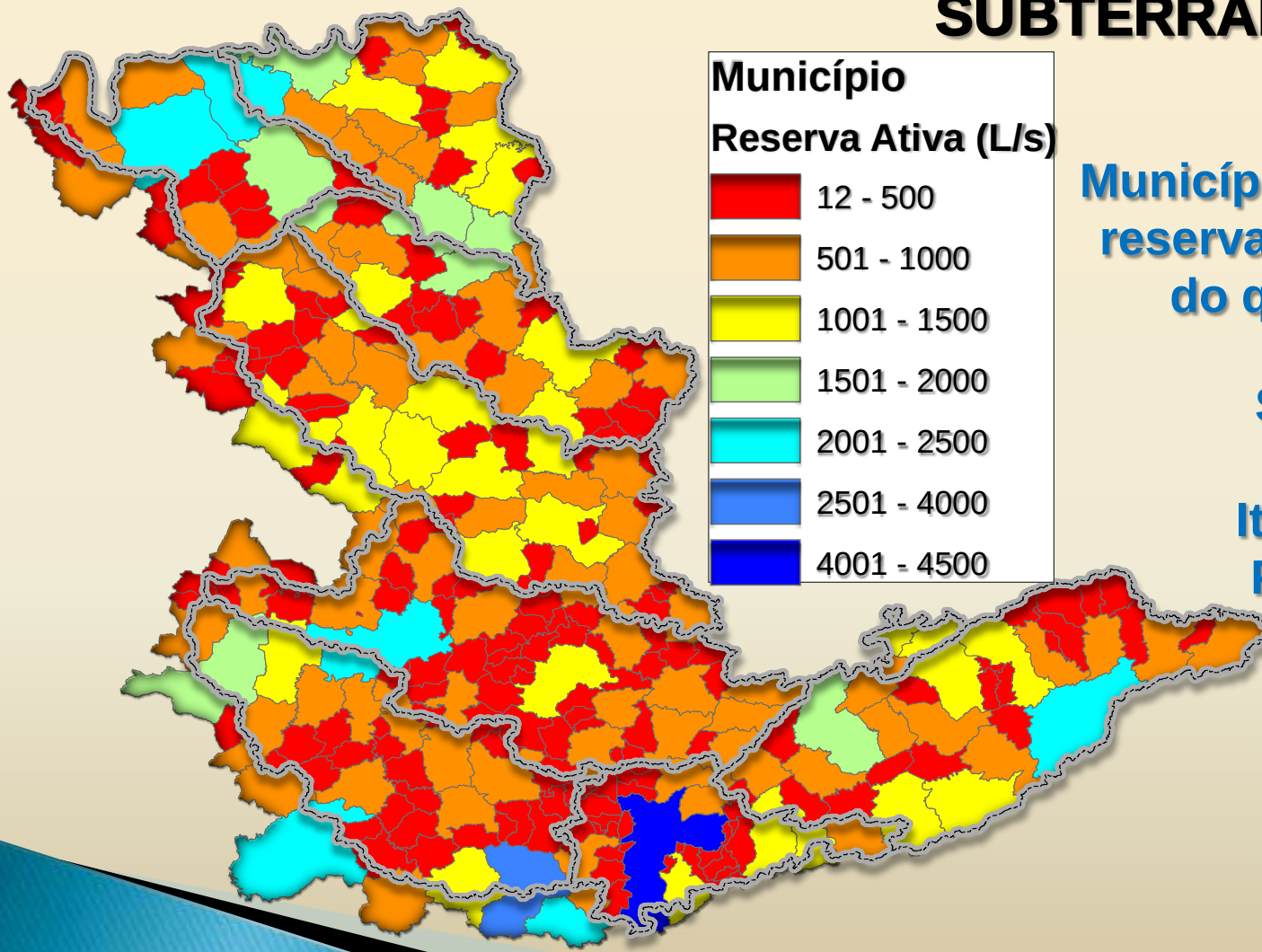


22,31 - 33,40



33,41 - 44,50

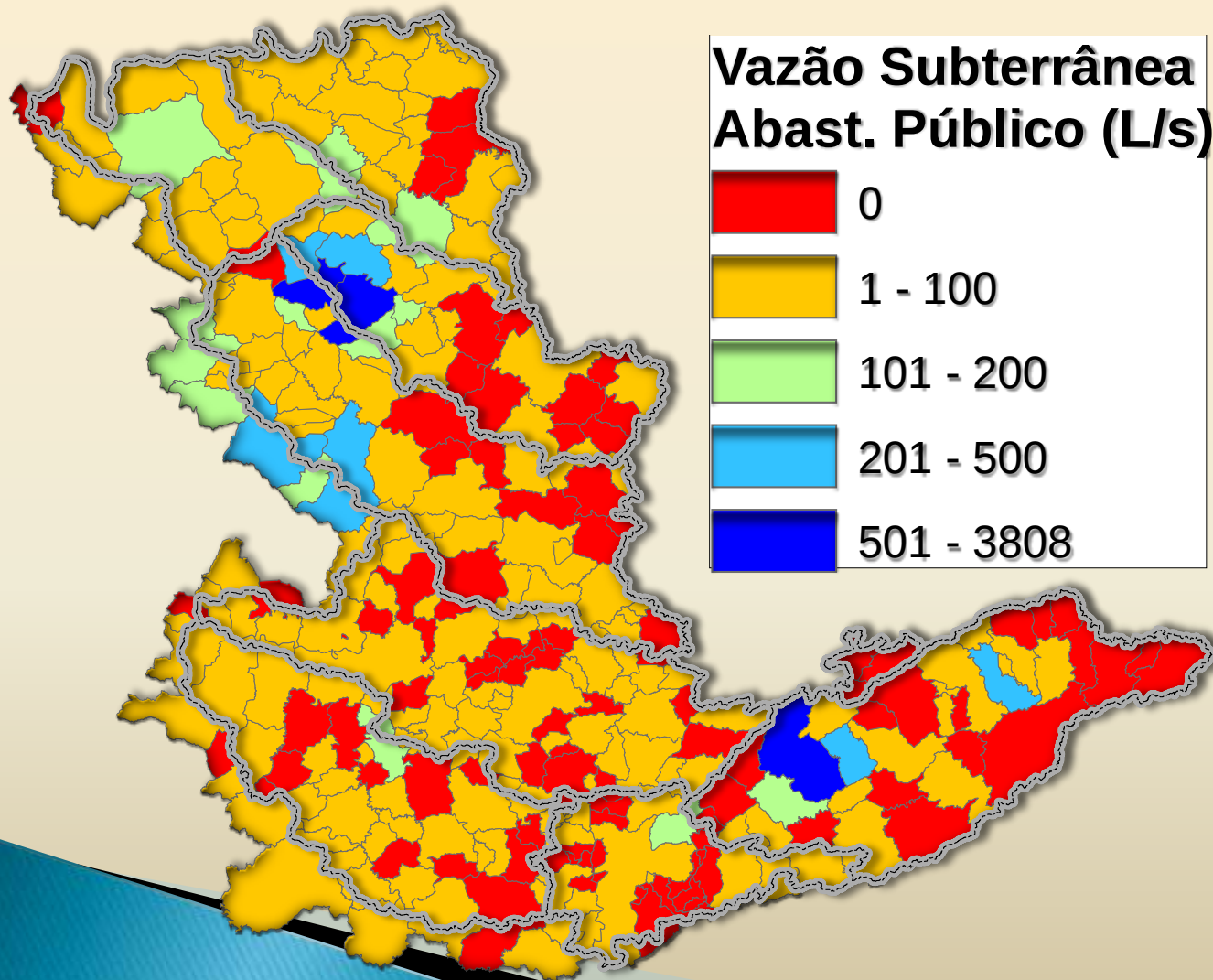
DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS



**Municípios portadores de
reservas ativas maiores
do que 2.000 L/s :**

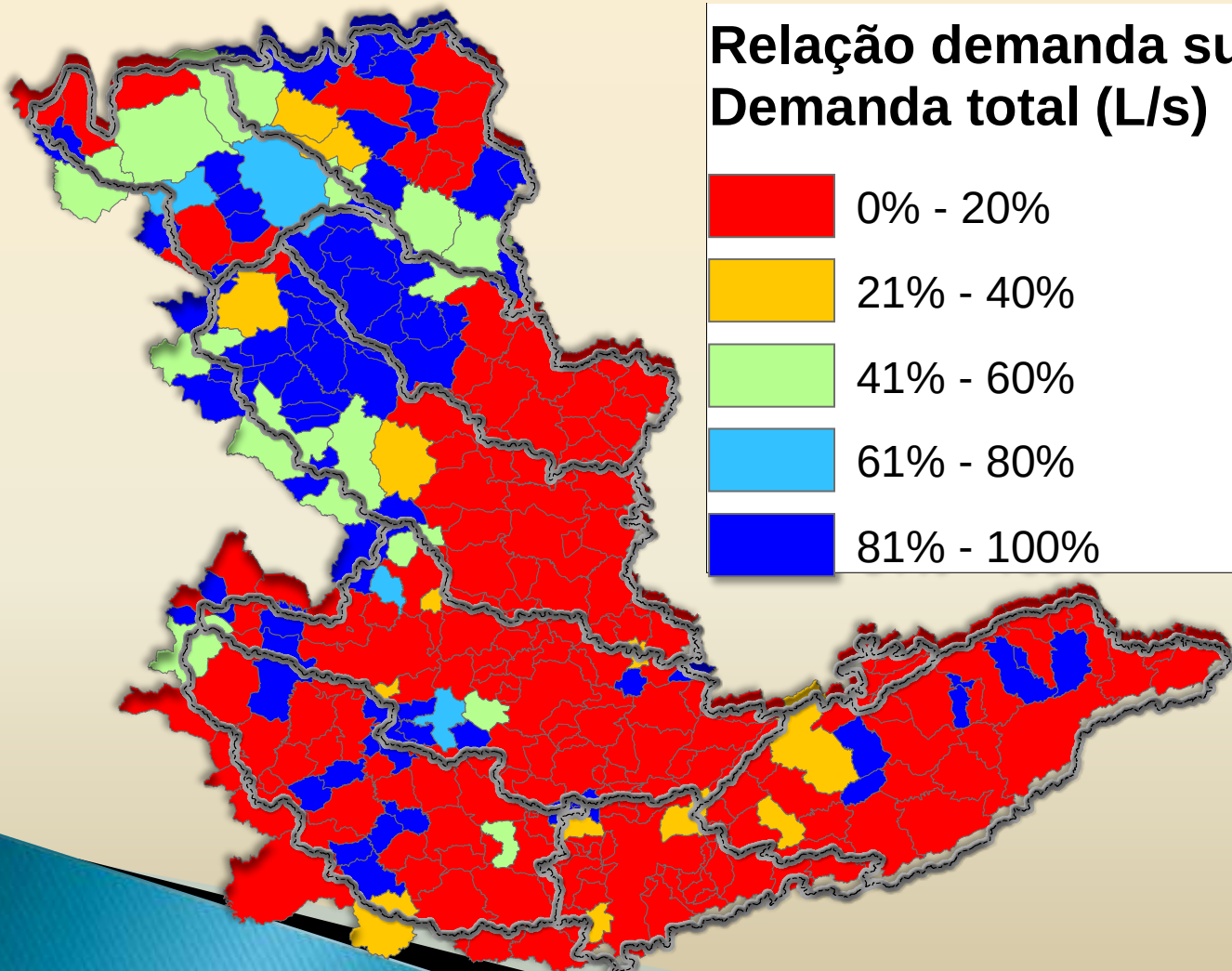
**São Paulo
Ibiúna
Itapetininga
Piracicaba
Cunha
Barretos
Juquitiba
Guaíra**

DEMANDA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO

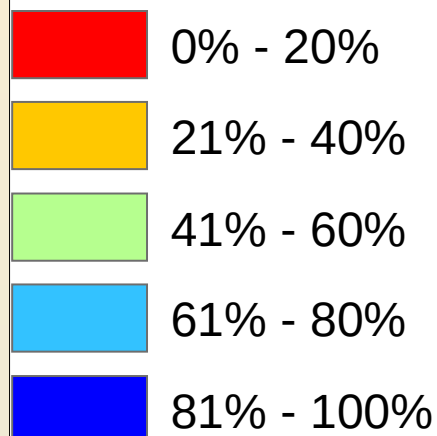


**Dentre os 280
municípios
pertencentes
parcial ou
totalmente às
UGRHs do leste,
64% fazem uso de
água subterrânea**

DEMANDA SUBTERRÂNEA X DEMANDA TOTAL



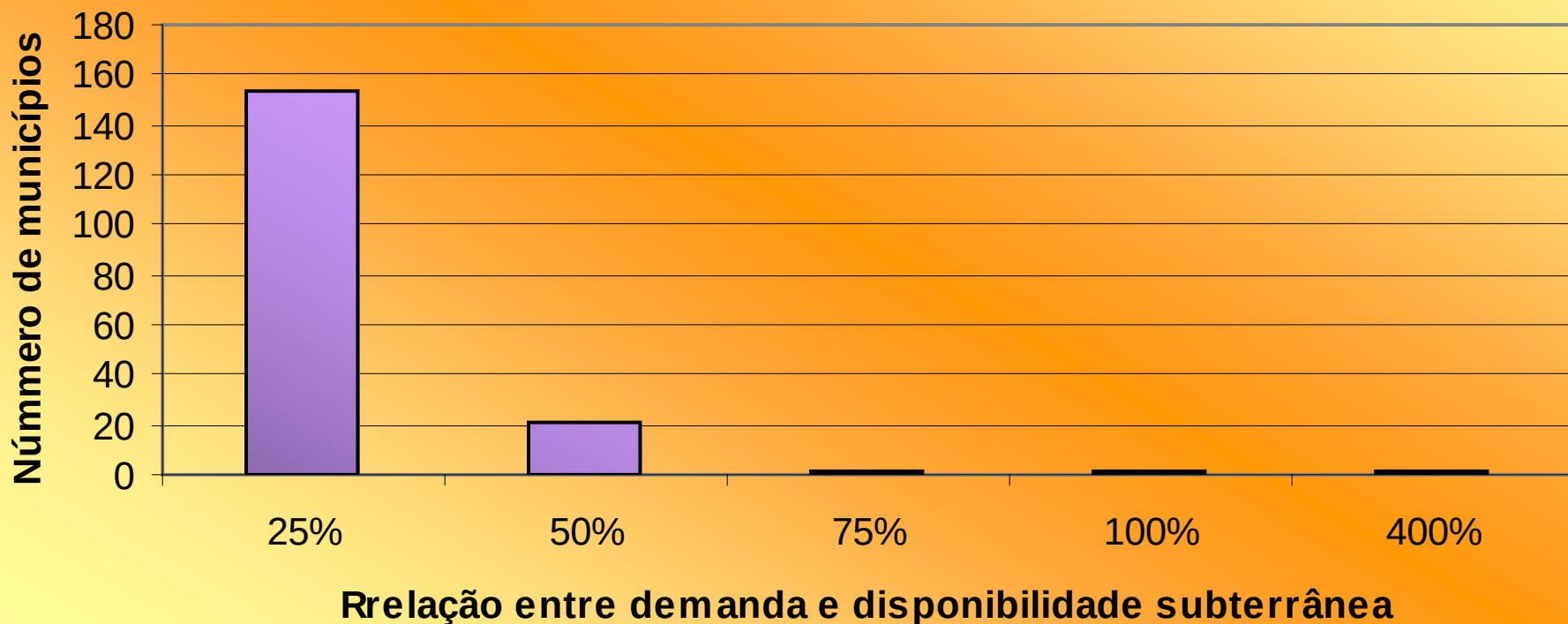
Relação demanda subterrânea /
Demanda total (L/s)



Concentração expressiva de municípios na porção norte das bacias do leste paulista, cuja demanda hídrica subterrânea supera 50% da demanda total para abastecimento público

DEMANDA SUBTERRÂNEA X DISPONIBILIDADE SUBTERRÂNEA

Número de municípios por percentual de relação entre demanda de água subterrânea para abastecimento público e disponibilidade





DAEE

Departamento de Águas e Energia Elétrica

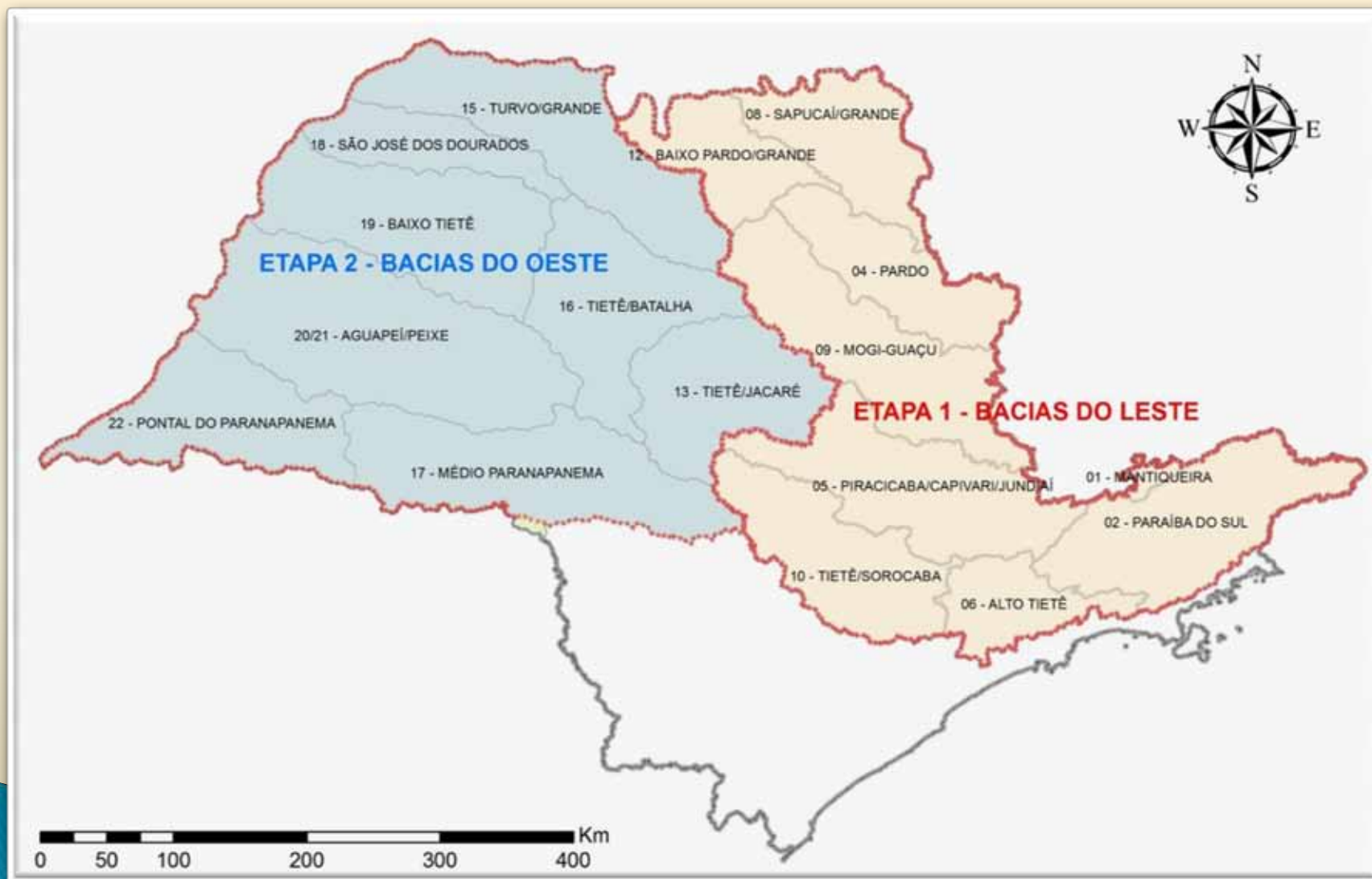


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

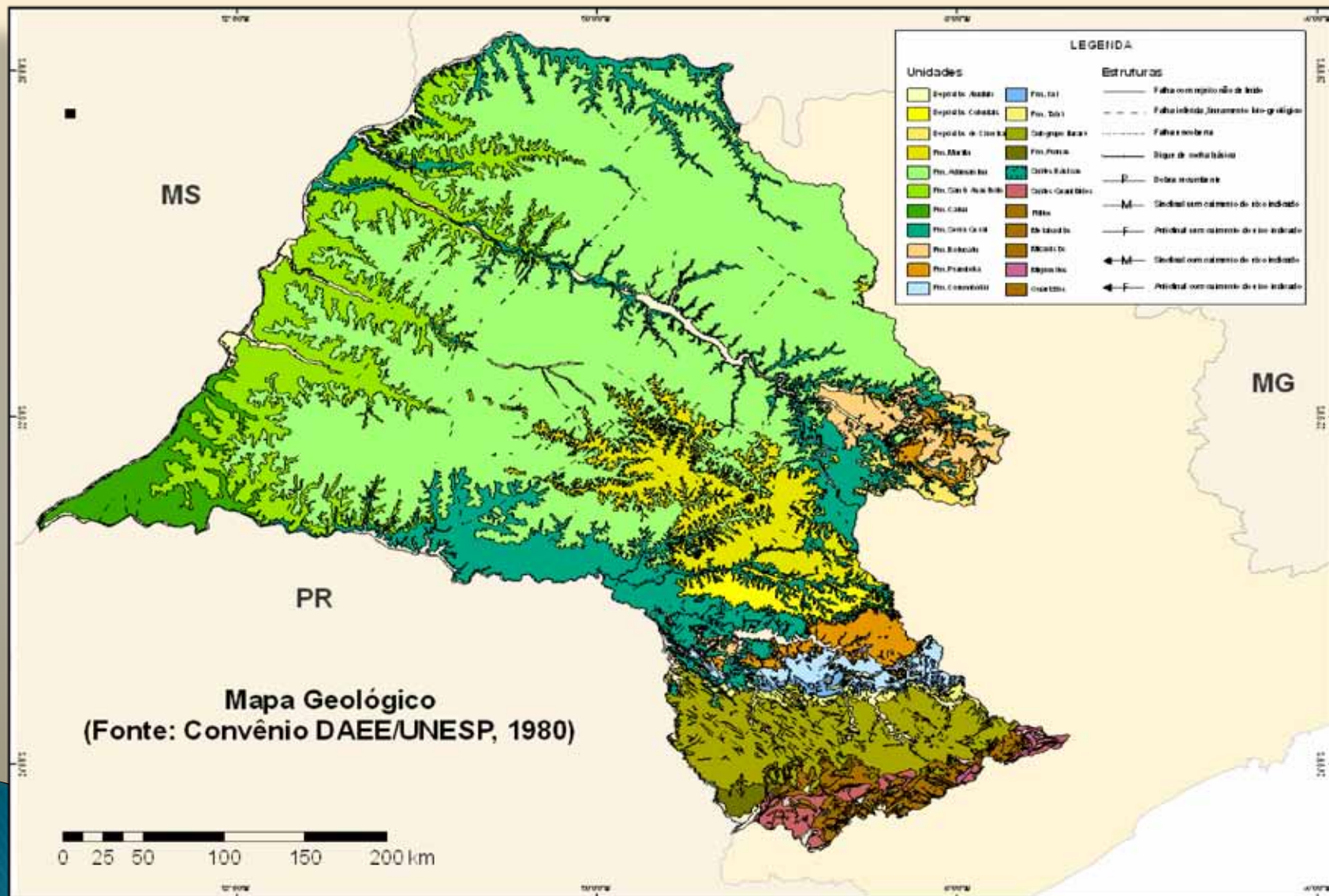
ÁREAS SEM RESTRIÇÃO

- ▶ **Implantar programa de capacitação técnica dos órgãos municipais e estaduais relacionados à produção e distribuição de água, gestão ambiental e planejamento.**
- ▶ **Promover campanhas de educação ambiental.**
- ▶ **Cadastrar, controlar e fiscalizar as captações e outorgas de uso da água subterrânea.**
- ▶ **Consolidar a participação dos municípios na gestão dos recursos hídricos e promover suas articulações com os órgãos gestores estaduais.**
- ▶ **Implantar rede de monitoramento de nível da água e de parâmetros indicadores de qualidade.**
- ▶ **Elaborar planejamento do uso da água subterrânea a curto e longo prazo.**

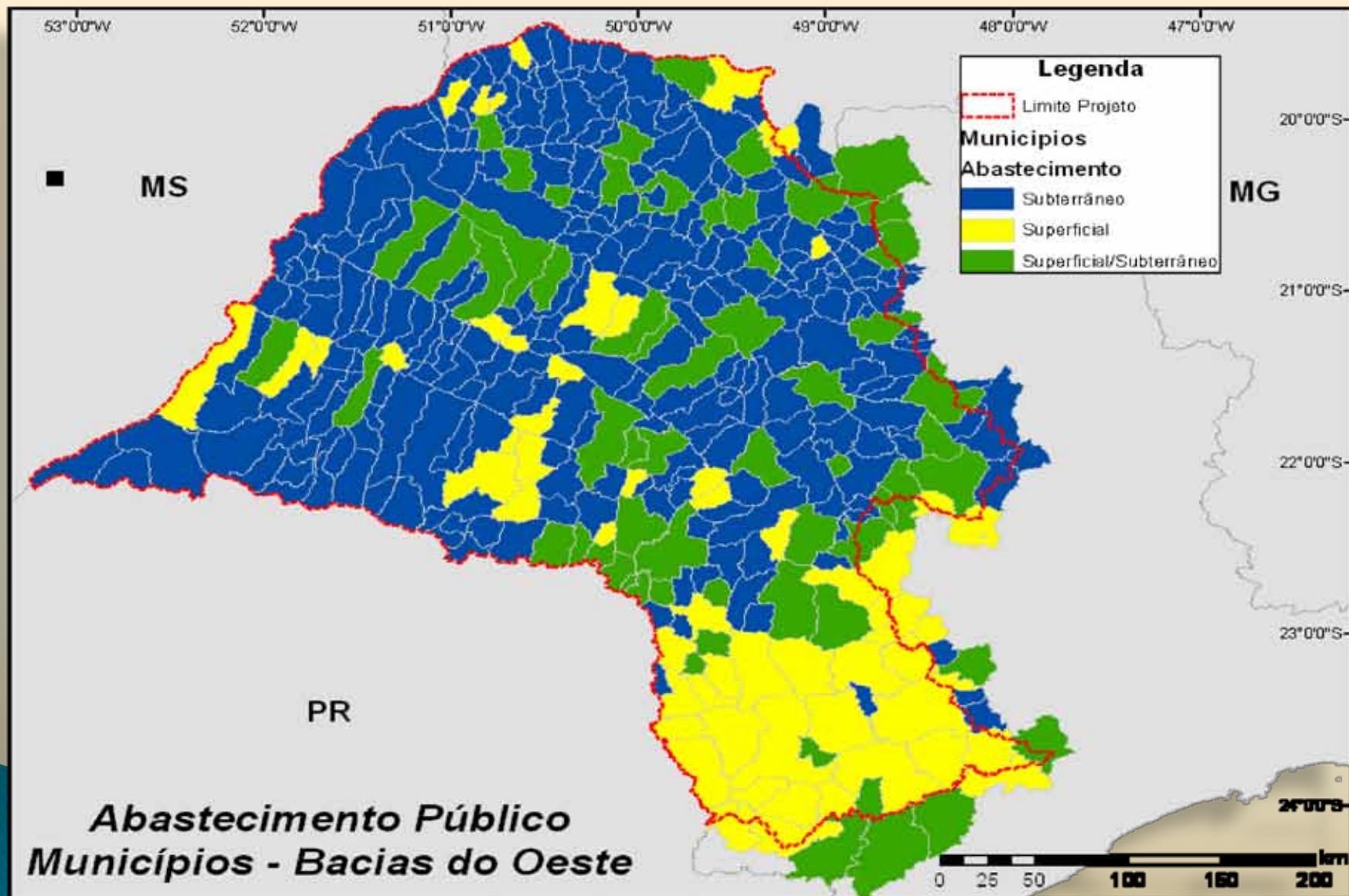
REGIONALIZAÇÕES DE DIRETRIZES ...- ETAPAS



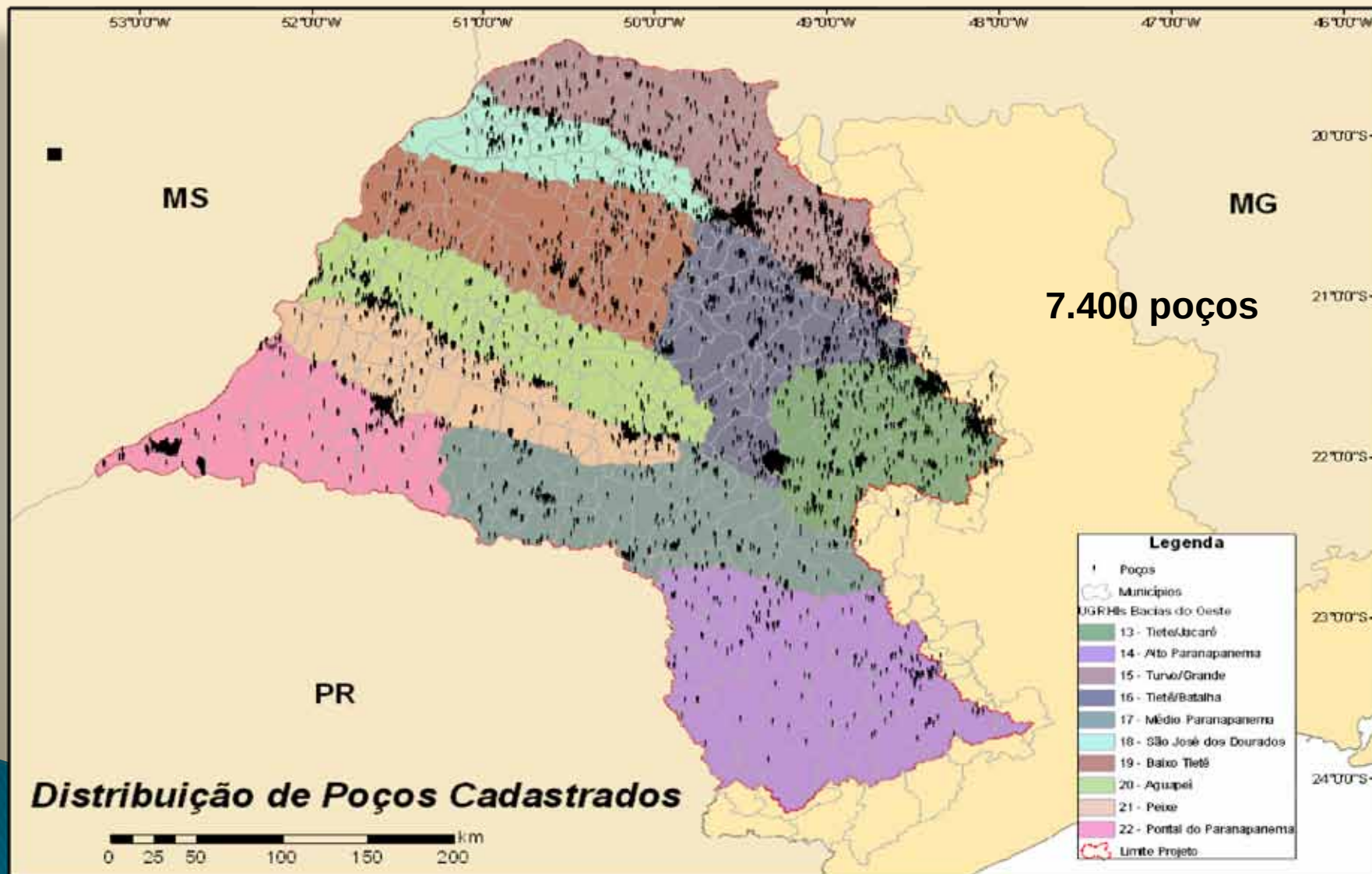
MAPA GEOLÓGICO – BACIAS DO OESTE



RECURSOS HÍDRICOS



POÇOS CADASTRADOS - SIDAS



PROGRAMA DE AMOSTRAGEM





Obrigado!

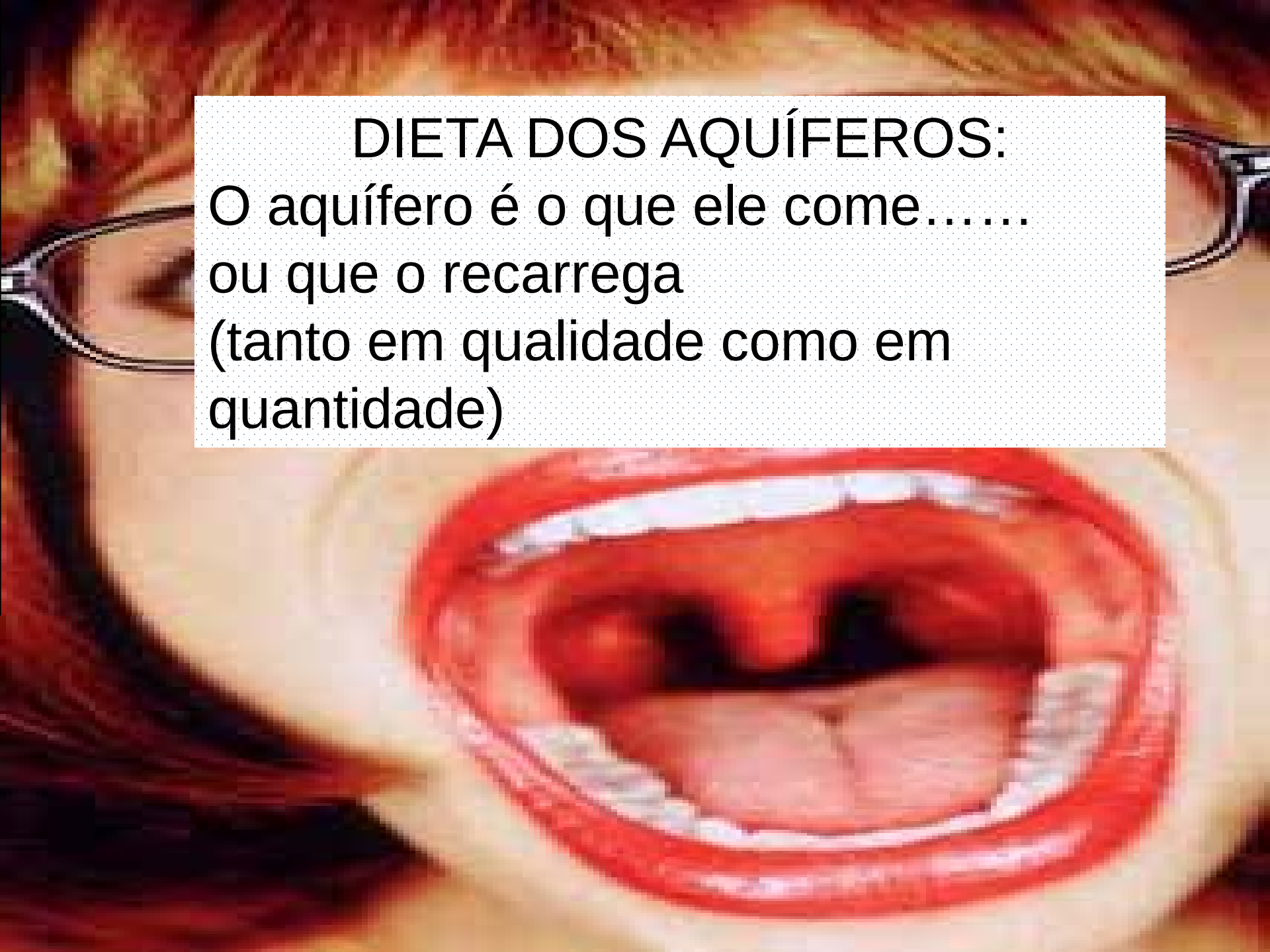
Delineação de áreas de restrição & controle de captação de água subterrânea

Ricardo Hirata

Delineação de áreas de restrição & controle de captação de água subterrânea

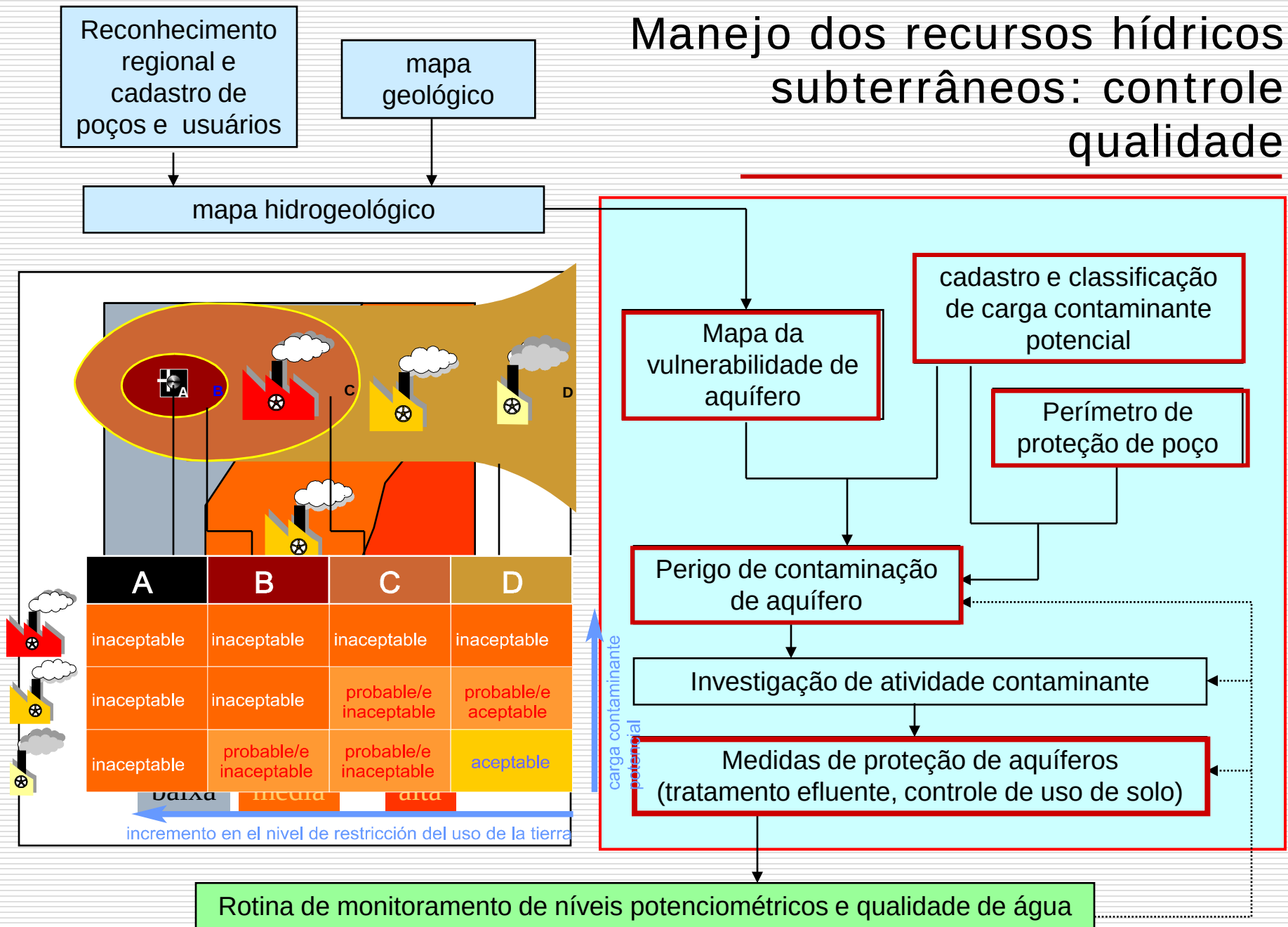


Dr. Ricardo Hirata
Diretor – CEPAS + IGc-USP
GWMATE
Geól. Ana Maciel
IPT – LAMO/CEPAS - USP

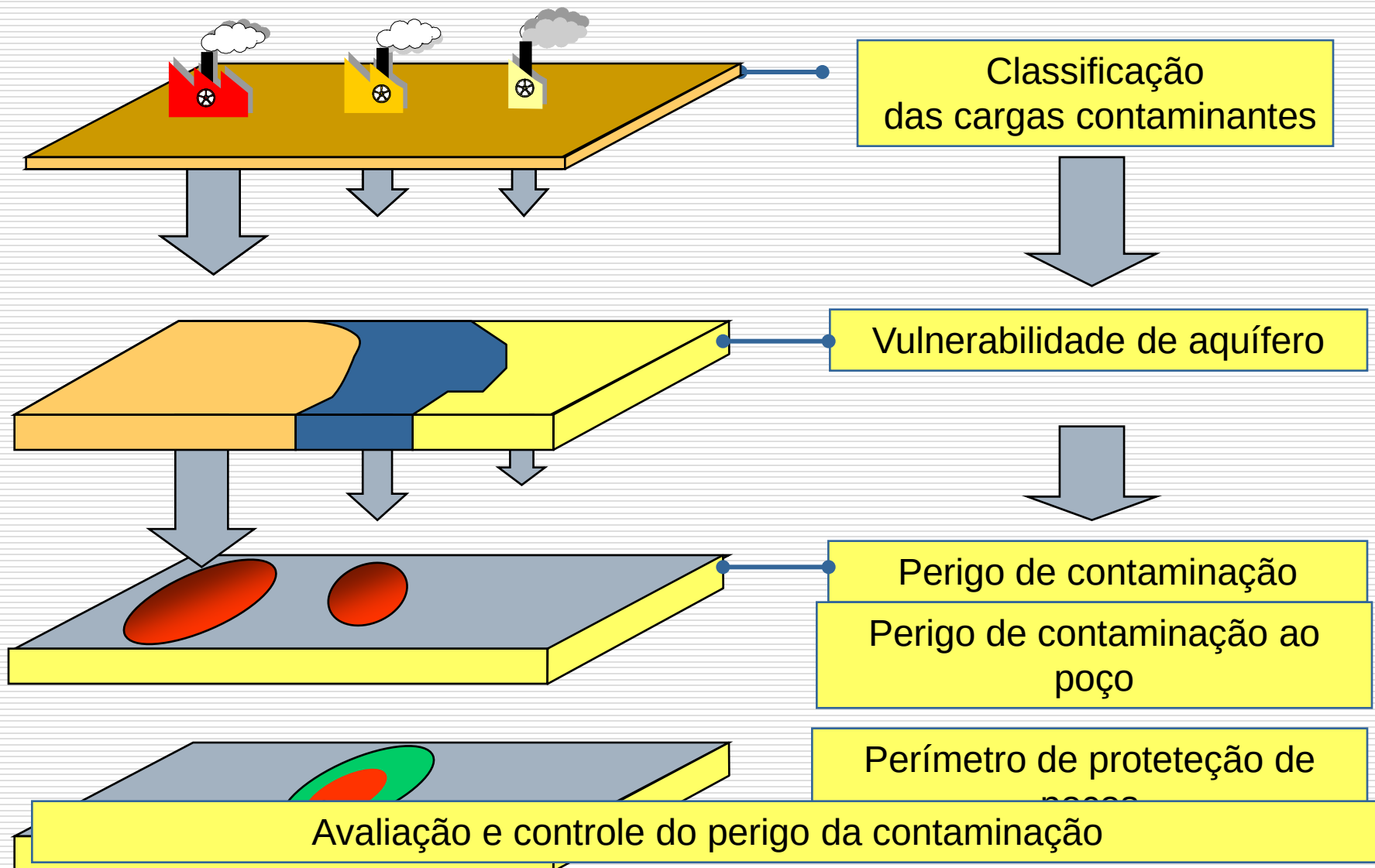


DIETA DOS AQUÍFEROS:
O aquífero é o que ele come.....
ou que o recarrega
(tanto em qualidade como em
quantidade)

Manejo dos recursos hídricos subterrâneos: controle qualidade

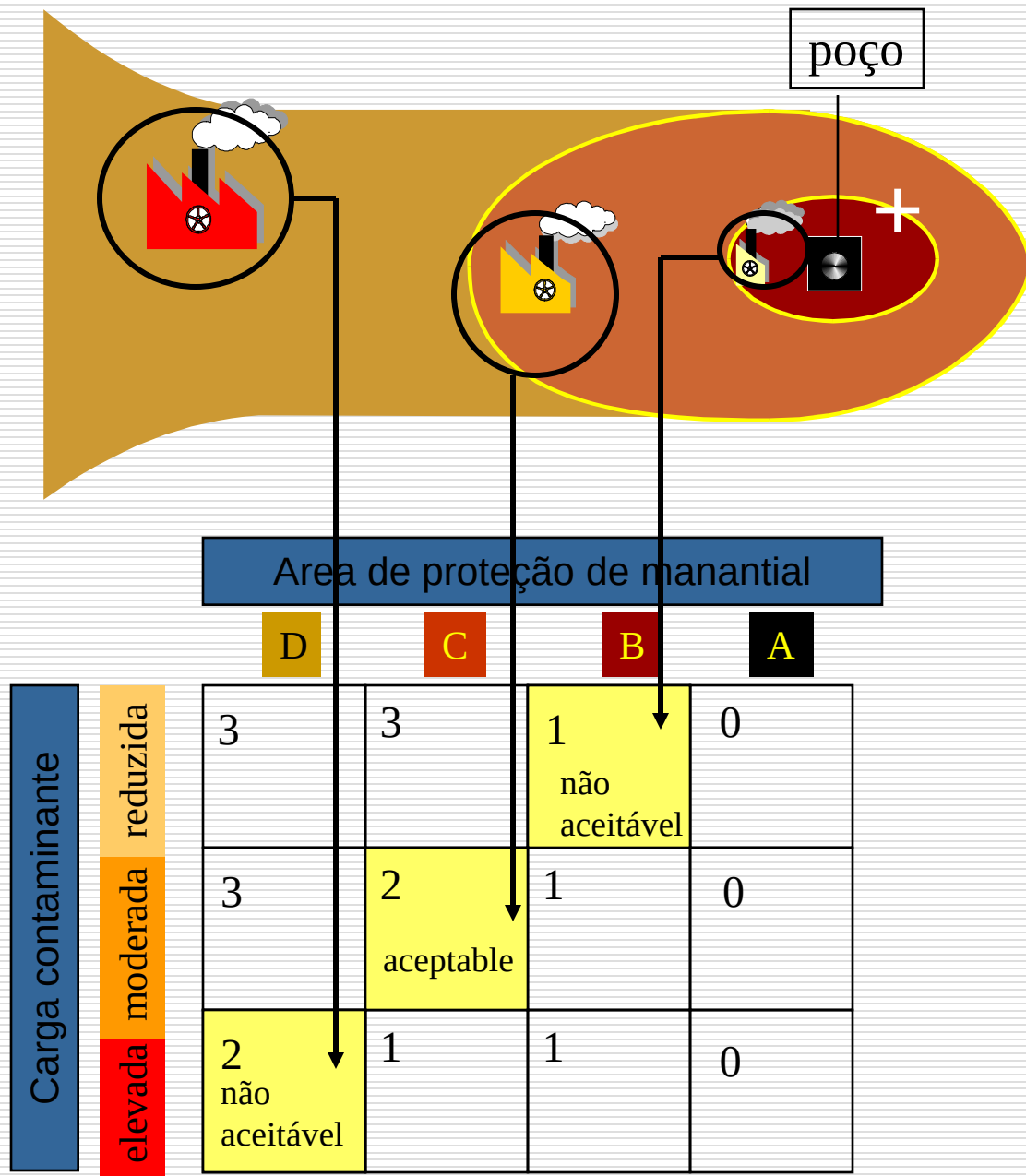


Proteção integral de aquífero e das fontes de água



Zona de captura de poço *versus* Perímetro de proteção de poço

Portanto, *Perímetro de proteção de poço*:
é uma **ferramenta administrativa** para
proteger mananciais
de abastecimento
público, através de
controle da terra

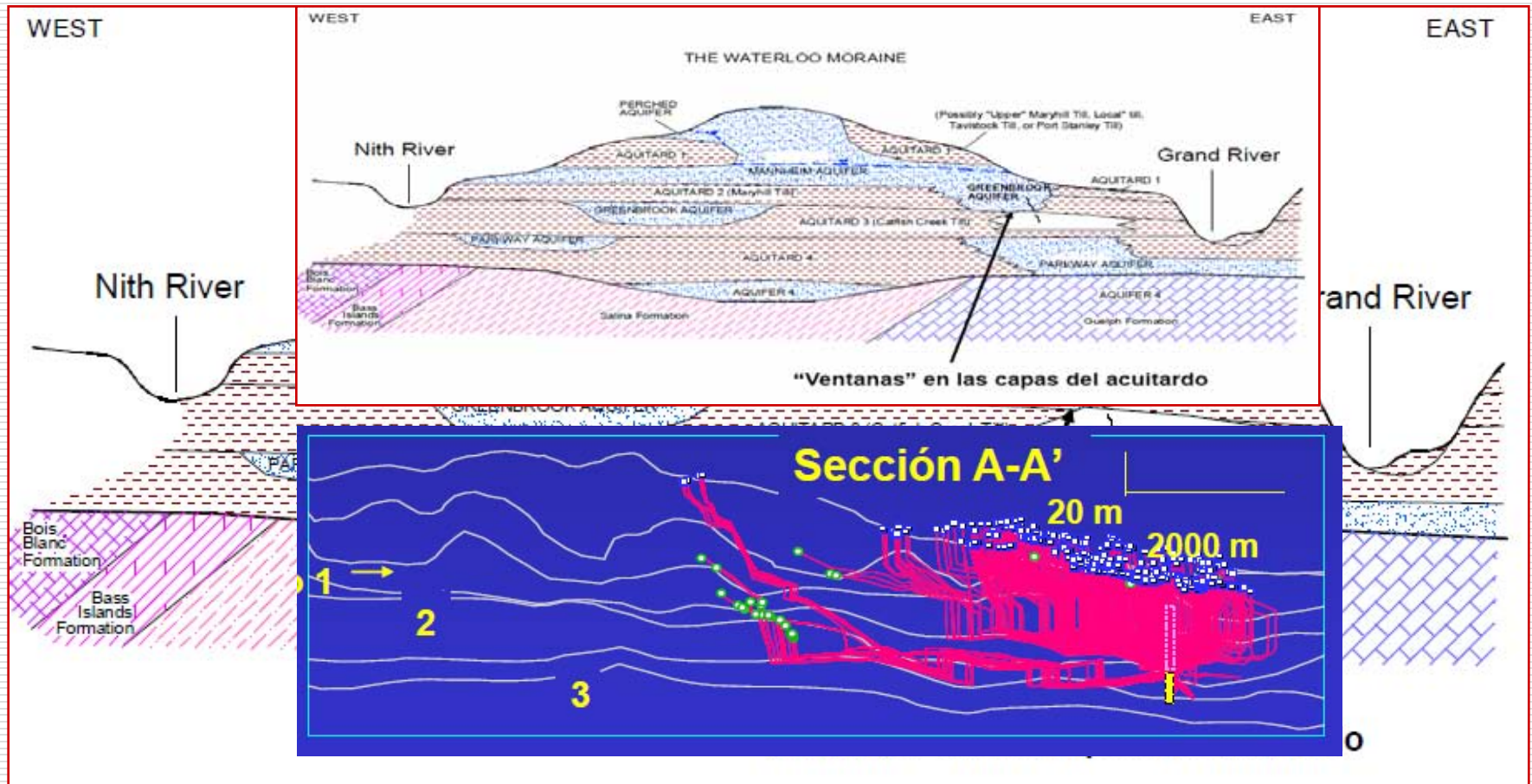


Restrições na aplicação de perímetros de proteção de poços

o Restrições técnicas (hidrogeológicas)

- *Complexidade hidrogeológica* (heterogeneidade do aquífero, geometria complexa, falta de informação)
- *Transiência na exploração do poço municipal e dos poços ao redor (inexistência de controle da exploração – outorga)*
- *Diferentes modelos geram diferentes ZOCs*
- *Relações hidrogeológicas e hidrológicas complexas*

Complexidade hidrogeológica



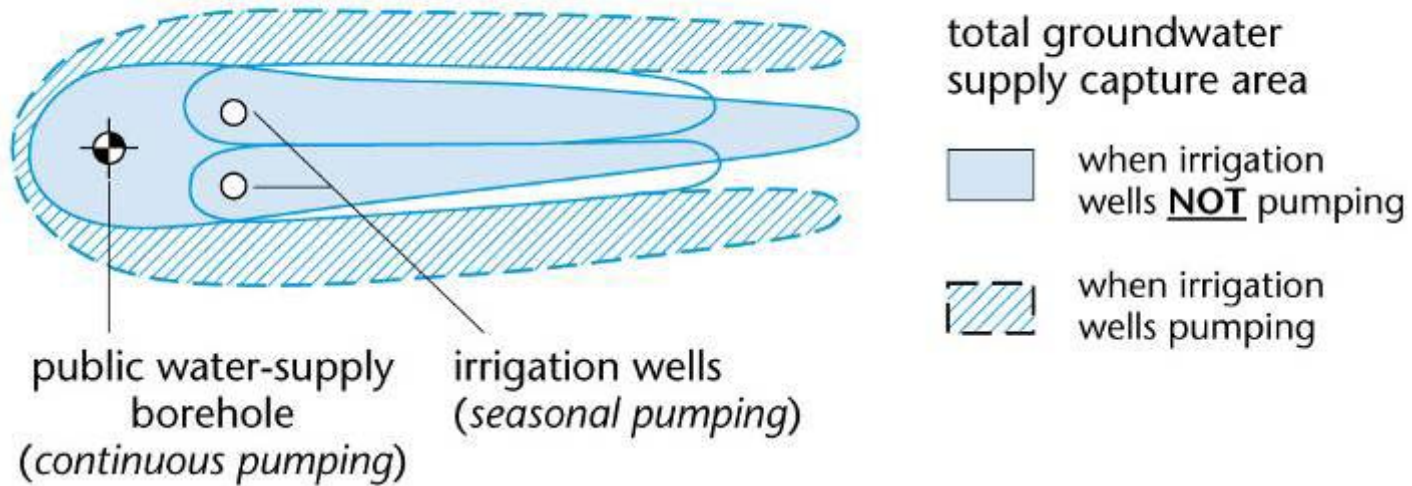
- o Hidrogeologia complexa de Waterloo (Ca) [Paul Martin]

Restrições na aplicação de perímetros de proteção de poços

o Restrições técnicas (hidrogeológicas)

- *Complexidade hidrogeológica*
(heterogeneidade do aquífero, geometria complexa, falta de informação)
- *Transiência na exploração* do poço municipal e dos poços ao redor (inexistência de controle da exploração – outorga)
- *Diferentes modelos* geram diferentes ZOCs
- *Relações hidrogeológicas e hidrológicas* complexas

(a) effect of intermittent abstraction

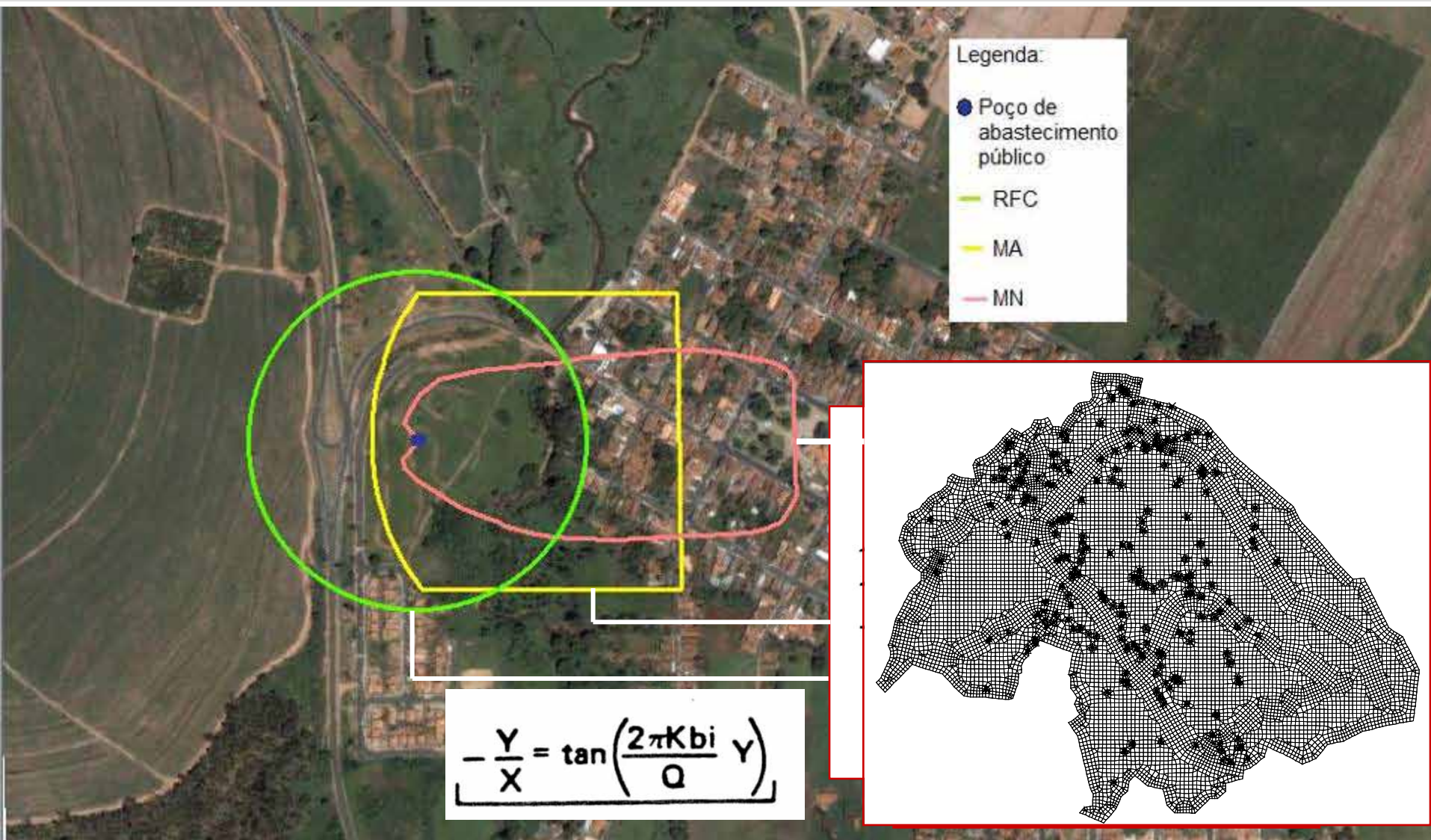


Efeito de vários tipos de interferências hidráulicas no formato e estabilidade das zonas de captura (ZOC):
bombeamento forte por irrigação agrícola ou outras atividades sazonais

Restrições na aplicação de perímetros de proteção de poços

o Restrições técnicas (hidrogeológicas)

- *Complexidade hidrogeológica* (heterogeneidade do aquífero, geometria complexa, falta de informação)
- *Transiência na exploração* do poço municipal e dos poços ao redor (inexistência de controle da exploração – outorga)
- *Diferentes modelos* geram diferentes ZOCs
- *Relações hidrogeológicas e hidrológicas* complexas



Comparação entre ZOCs delimitadas por diferentes métodos para o Sistema Aquífero Guarani para o Tempo de Trânsito de 5 anos.

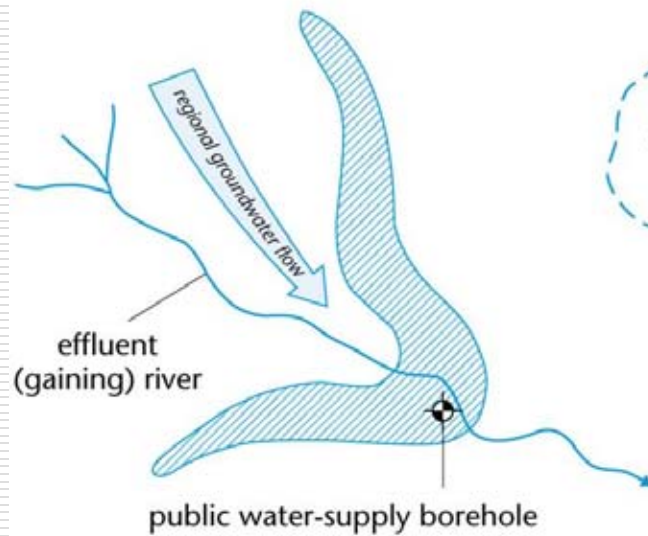
Restrições na aplicação de perímetros de proteção de poços

o Restrições técnicas (hidrogeológicas)

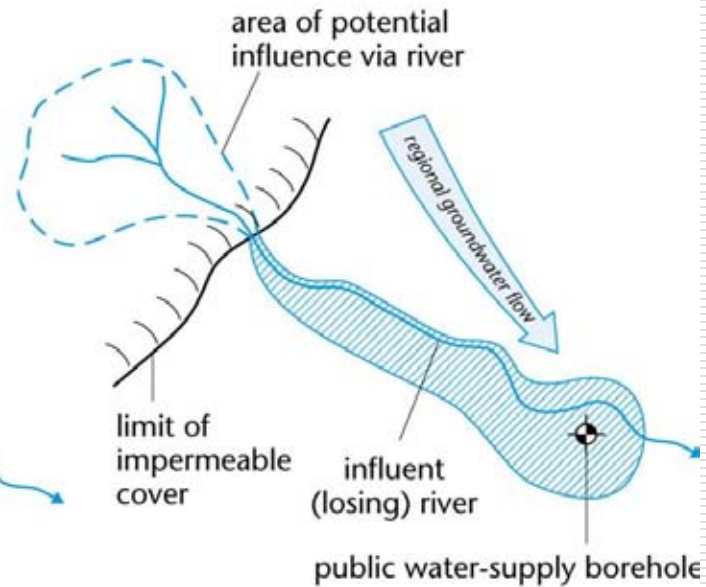
- *Complexidade hidrogeológica* (heterogeneidade do aquífero, geometria complexa, falta de informação)
- *Transiência na exploração* do poço municipal e dos poços ao redor (inexistência de controle da exploração – outorga)
- *Diferentes modelos* geram diferentes ZOCs
- *Relações hidrogeológicas e hidrológicas* complexas

Rio efluente e rio influente

(b) effect of effluent river



(c) effect of influent river



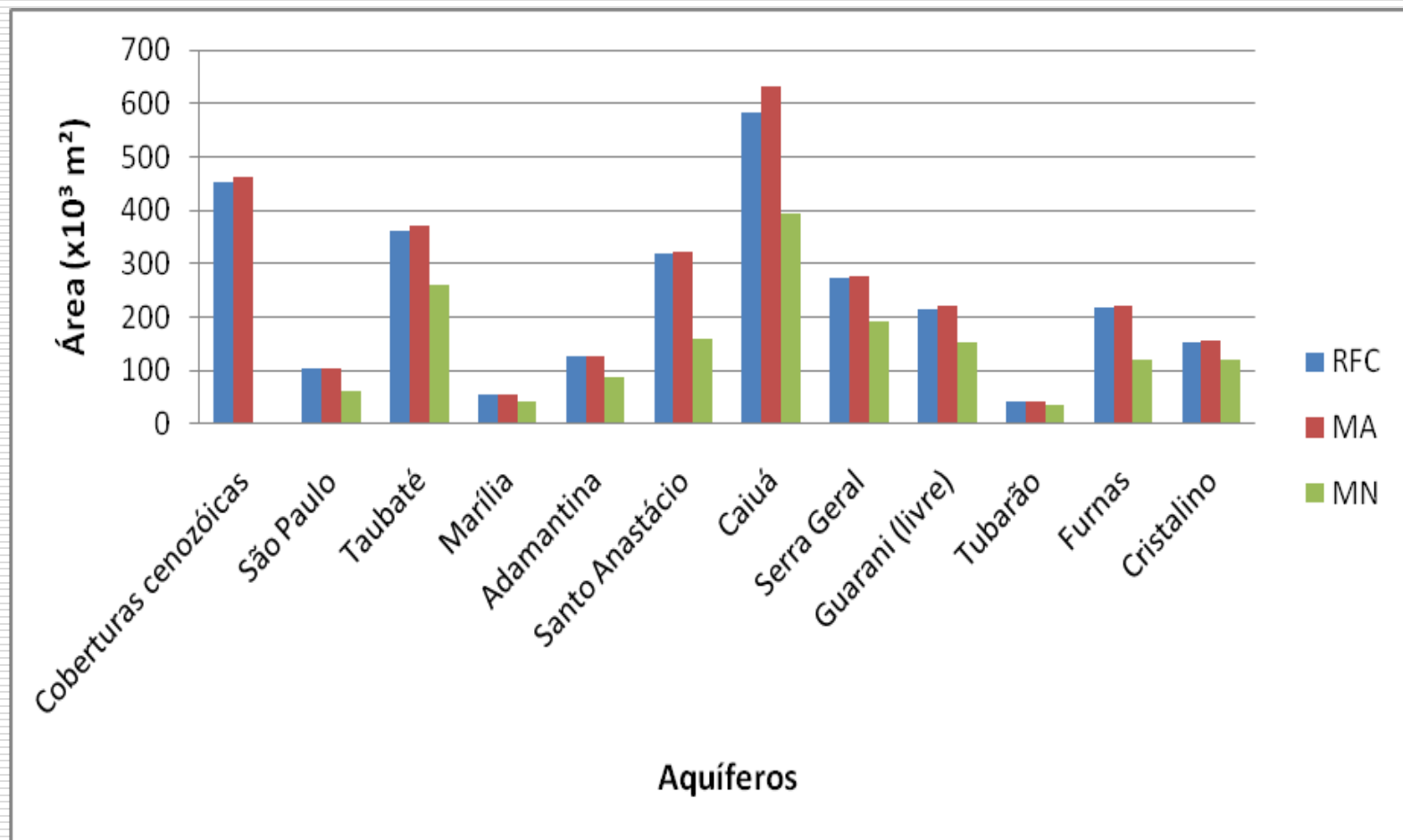
total groundwater supply capture area

Restrições na aplicação de perímetros de proteção de poços

o Restrições econômicas

- *Limitação na instalação* de atividades produtivas em áreas específicas
- Necessidade de *maior controle da atividade* potencialmente contaminante (contenções, tratamento de efluentes, etc)
- *Monitoramento de qualidade* das águas subterrâneas

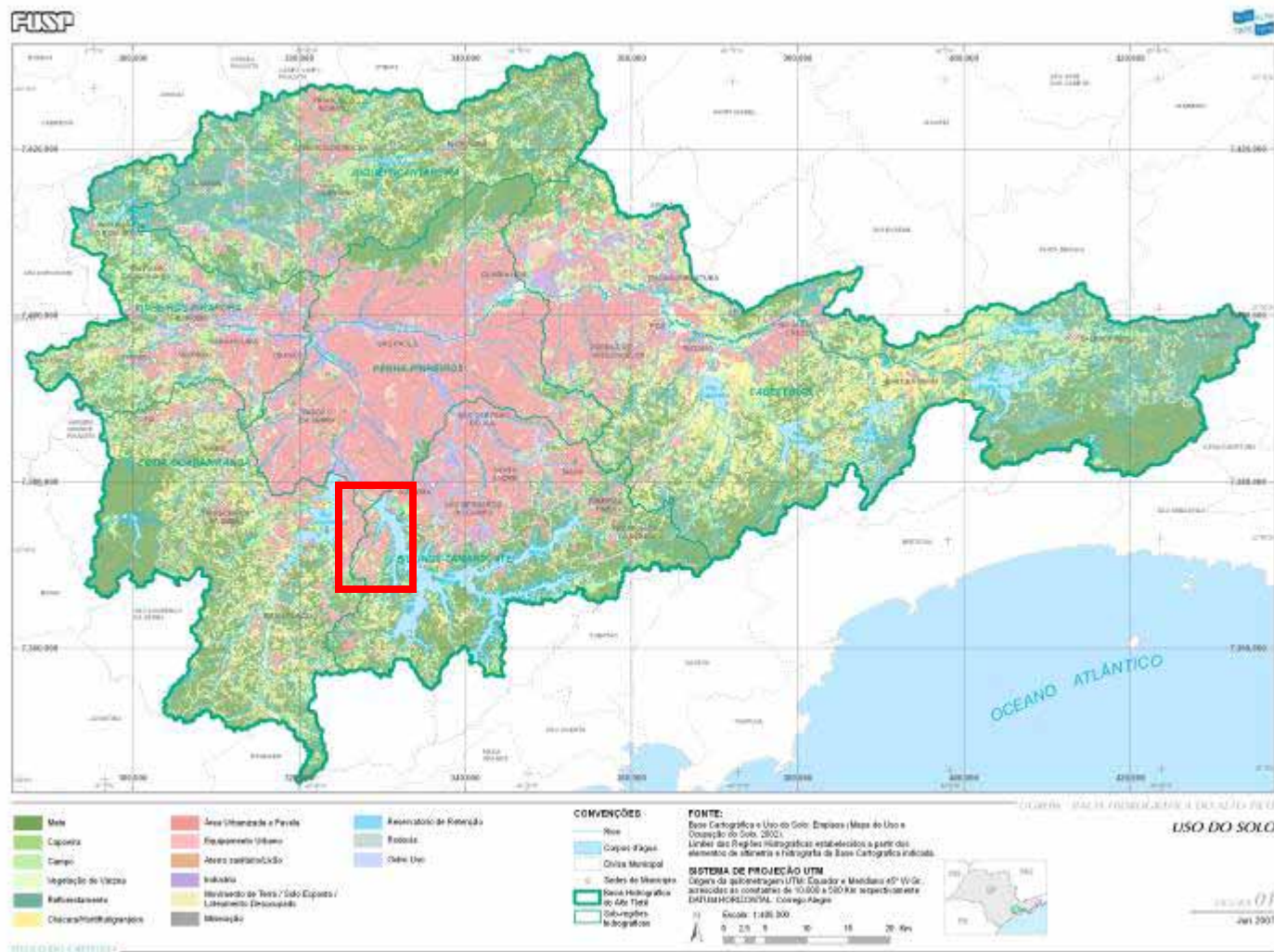
Quanto de área teremos que restringir para proteger as captações em São Paulo?



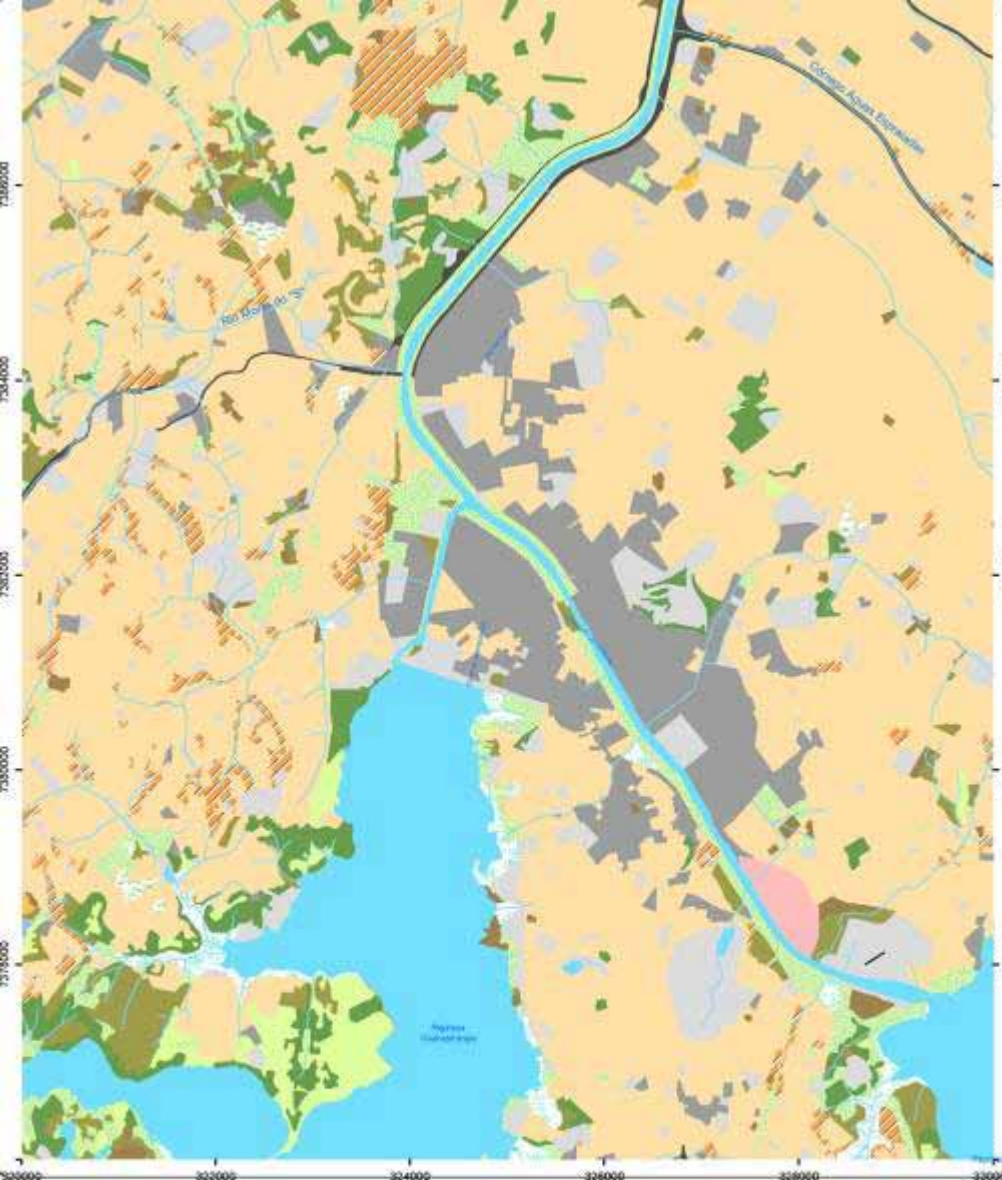
Restrições na aplicação de perímetros de proteção de poços

- o Restrições **políticas & administrativas**
 - Existência de **poços ilegais** (dificuldade da delimitação das ZOCs)
 - Abastecimento público e planejamento territorial sob responsabilidade do **poder municipal** e da contaminação de aquíferos, do **poder estadual**
 - Falta **sensibilidade do poder público** (gestor da água) e das cias. concessionárias da necessidade de estabelecer PPP (aquíferos não se contaminam: relação de causa efeito uso da terra x contaminação).

Áreas industriais em São Paulo



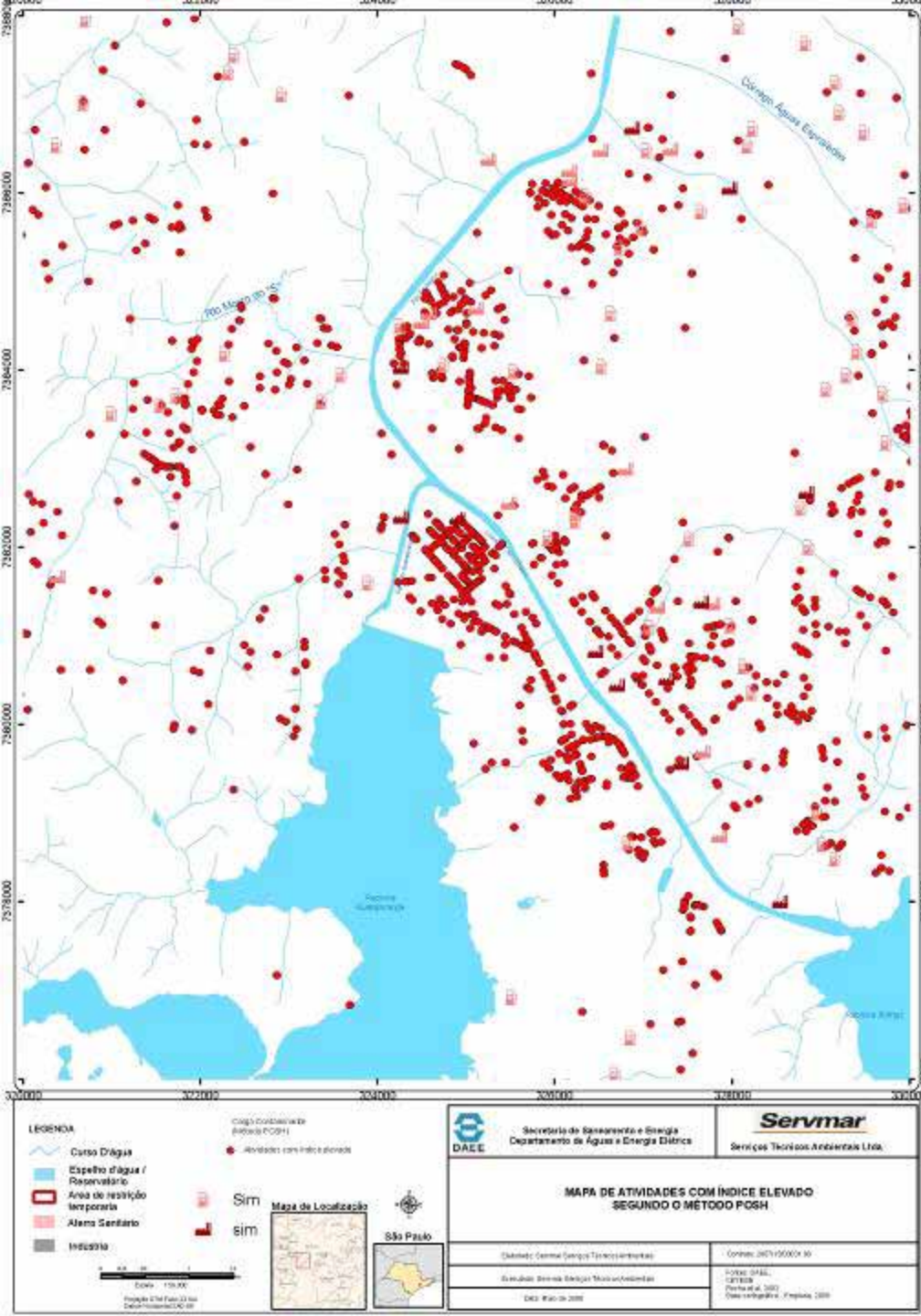
Uso do solo



LEGENDA		USO DO SOLO	
	Curso D'água		AREA_URBANIZADA
	Espelho d'água / Reservatório		ATERRO_SANITARIO
	Area de restrição temporária		CAMPO
	Aterro Sanitário		CAPOEIRA
	Indústria		CHACARA
	RODOVIA		EQUIPAMENTO URBANO
	INDUSTRIA		FAVELA
	LOTEAMENTO_DESOCUPADO		HORTIFRUTIGRANJEIRO
	MATA		
	MINERACAO		
	MOV_TERRA_SOLO_EXPOSTO		
	REFLORESTAMENTO		
	VEGETACAO_DE_VARZEA		
	RESERVATORIO_DE_RETENCAO		



Carga contaminante
potencial
com índice elevado
segundo método POSH
(Foster & Hirata 1988)
&
Áreas contaminadas
declaradas pela CETESB



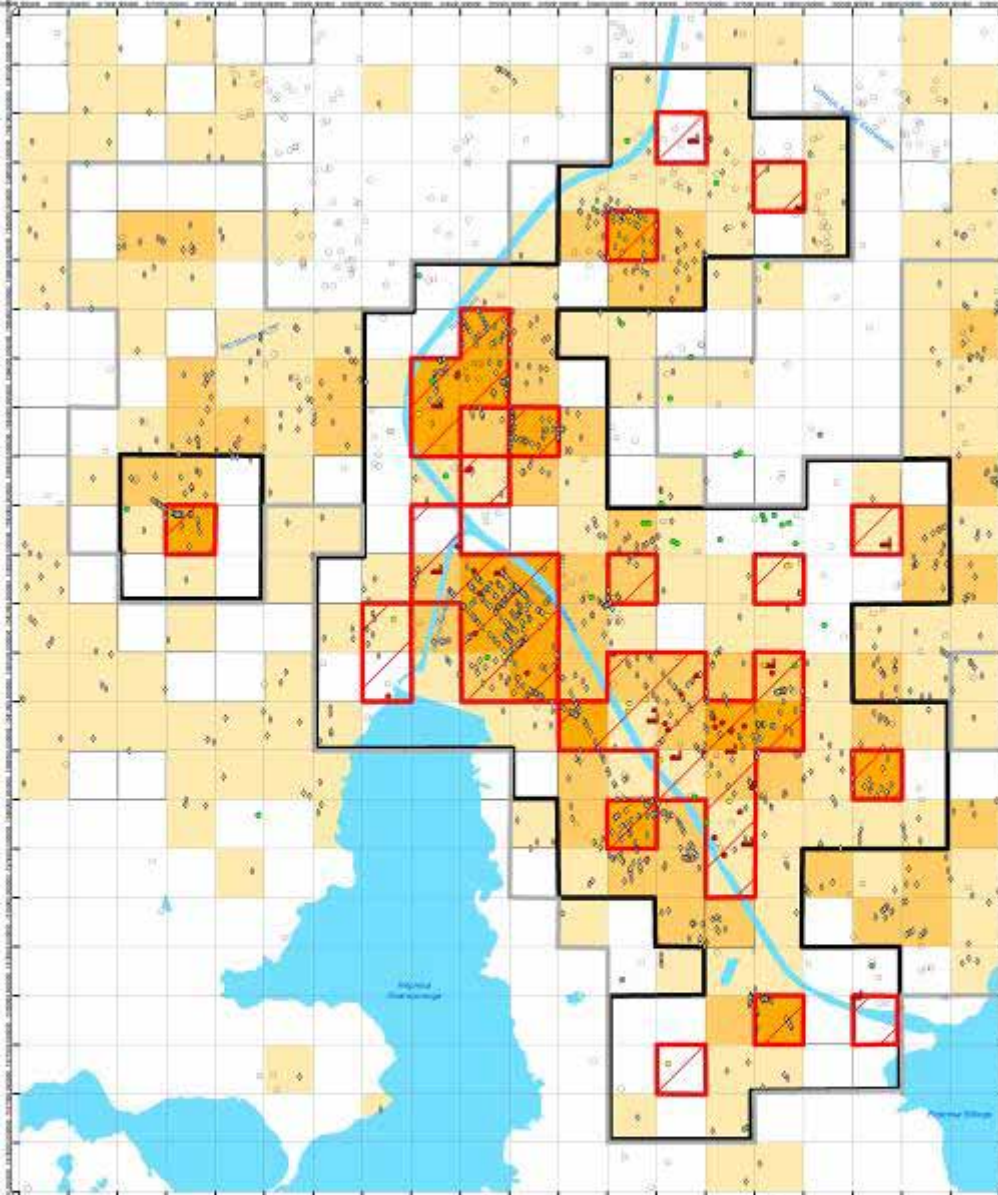
● Atividades com índice elevado

Indústria contaminada com organoclorado

Indústria

Posto de Combustível

Áreas de restrição do uso de água subterrânea



Densidade de atividades com índice elevado



○ Todos os poços



Indústria com organoclorado



Atividades com índice elevado (Método POSH)



Poços limpos



Poços com organoclorado abaixo dos Valores Orientadores de Intervenção



Poços com organoclorado acima dos Valores Orientadores de Intervenção

Área de restrição



Alta
Média
Baixa

LEGENDA



Secretaria de Saneamento e Energia
Departamento de Águas e Energia Saneamento

Servmar
Serviços Técnicos Ambientais Ltda.

MAPA DA ÁREA DE RESTRIÇÃO COM ATIVIDADES & ANÁLISES DOS POÇOS

Elaborado: Servmar - Serviços Técnicos Ambientais

Correção: 06/11/2009 - 01

Revisado: Servmar - Serviços Técnicos Ambientais

Primeira Data: 06/11/2009

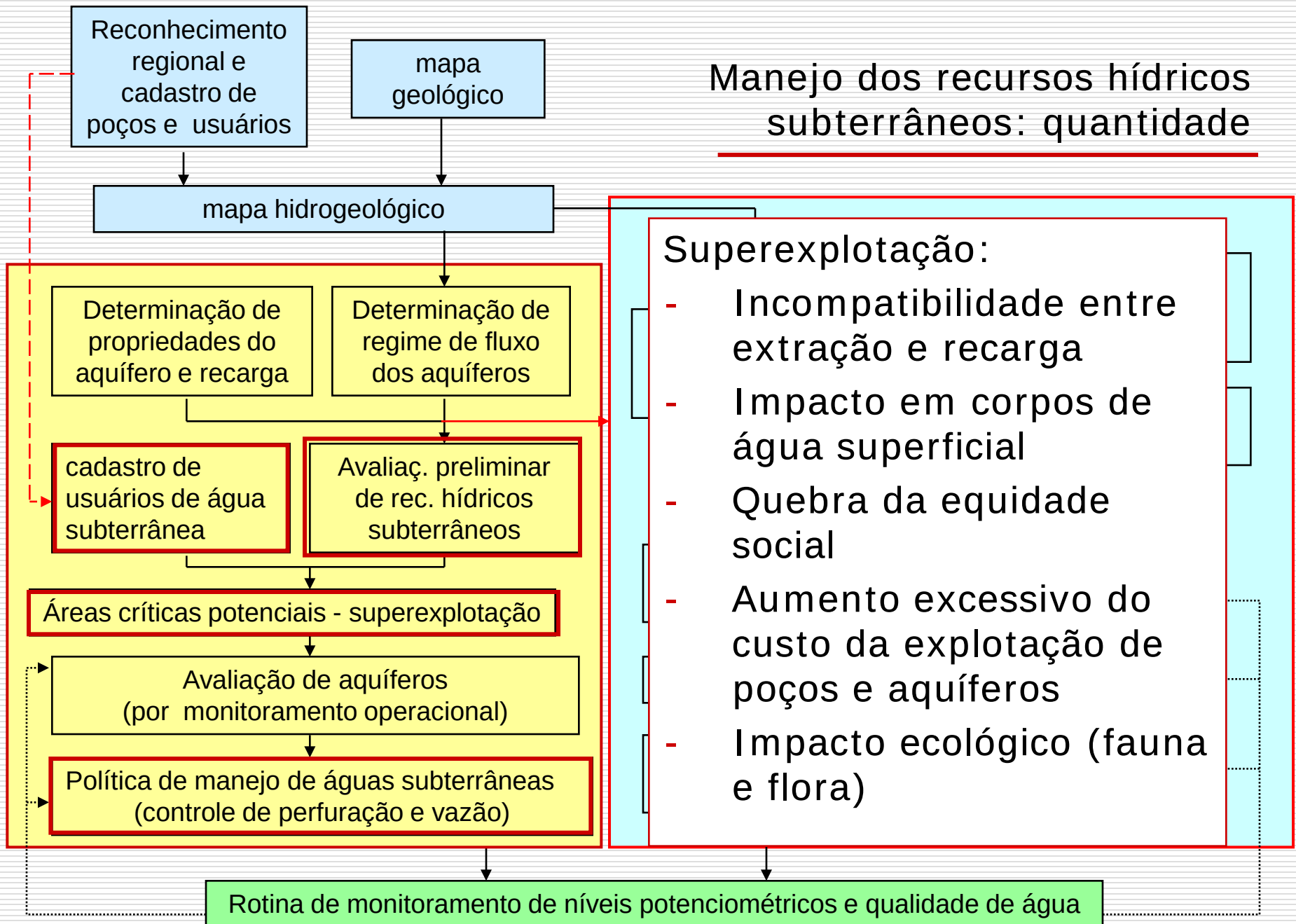
Data: Maio de 2008

Revisão: 06/11/2009
Revisão: 06/11/2009
Revisão: 06/11/2009

Proposta de restrição e controle de uso da água subterrânea

MEDIDAS DE RESTRIÇÕES E CONTROLE			
	RESTRIÇÃO		
poços atuais	ALTA (ARC - PR e CO)	MÉDIA (ARC - PO)	BAIXA (ARC - PO)
Com organoclorado (acima VOI)	Tamponar (opção NB e PM3)	Torna-se Alta Restrição	Torna-se Alta Restrição
Com organoclorado (abaixo VOI)	Tamponar (opção NB e PM3)	Torna-se Alta Restrição	Torna-se Alta Restrição
Sem organoclorado	AM3 e a DU (ECH)	AM3	AM6
Sem conhecimento de análise	AM3 e a DU (ECH)	AM3	AM6
Clandestinos	OBL e AM3 e a DU (ECH)	OBL / AM3	OBL / AM6
Abandonados	Tamponar	Tamponar	Tamponar
Poços futuros	Não permitido	Não permitido	Permitido

Manejo dos recursos hídricos subterrâneos: quantidade



Delineação de áreas de restrição e controle da água subterrânea em São José do Rio Preto (SP)

Chamada pública
do DAEE



Todos os
poços com
permissão
Sao José do
Rio Preto



Disponibilidade & demanda

	m3/ano	mm/ano
Vazão média de longo período ¹	253.497.600	495
Vazão média de longo período ²	124.220.304	242
Vazão mínima ($Q_{7,10}$) ³	26.048.736	51
Vazões exploradas pelos poços	39.000.000	76
Recarga induzida (perda pela rede à média de 2005 a 2008)	18.949.796	199
Recarga calculada	128.000.000	250
Recarga calculada – Área Urbana	725.000	50

1 – dados do posto fluviométrico 6B-011 (Ipiguá – Área da Sub-Bacia = 576km²)

2 – dados calculados no site do SIGRH (Regionalização hidrológica)

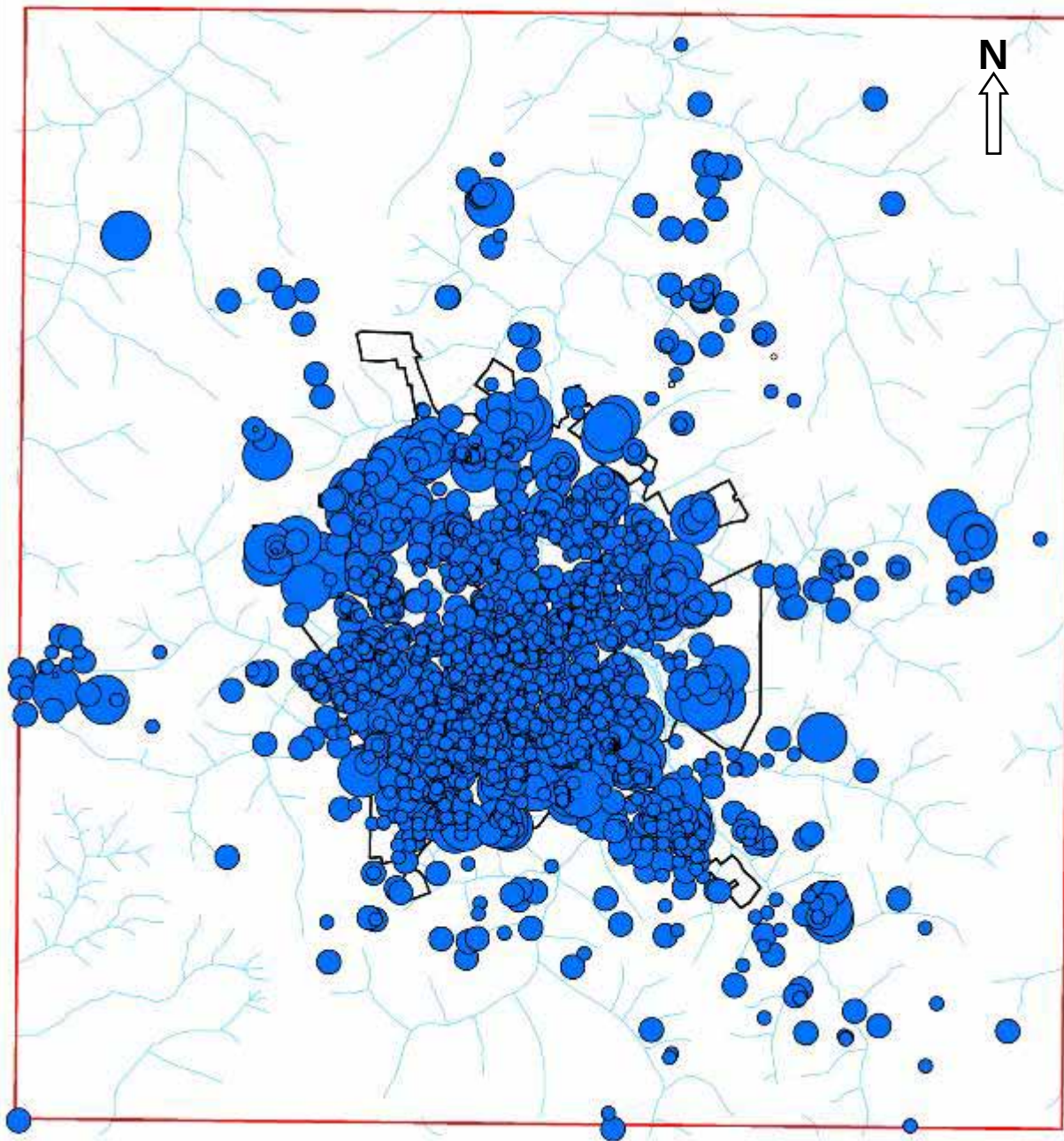
3 – regionalizado

Área urbana: 96,8 km²

Área verde (fundo de vale, praças, etc): 14,5 km²

Área da Sub-Bacia (Rio Preto): 512,0 km²

Classes de vazão dos poços



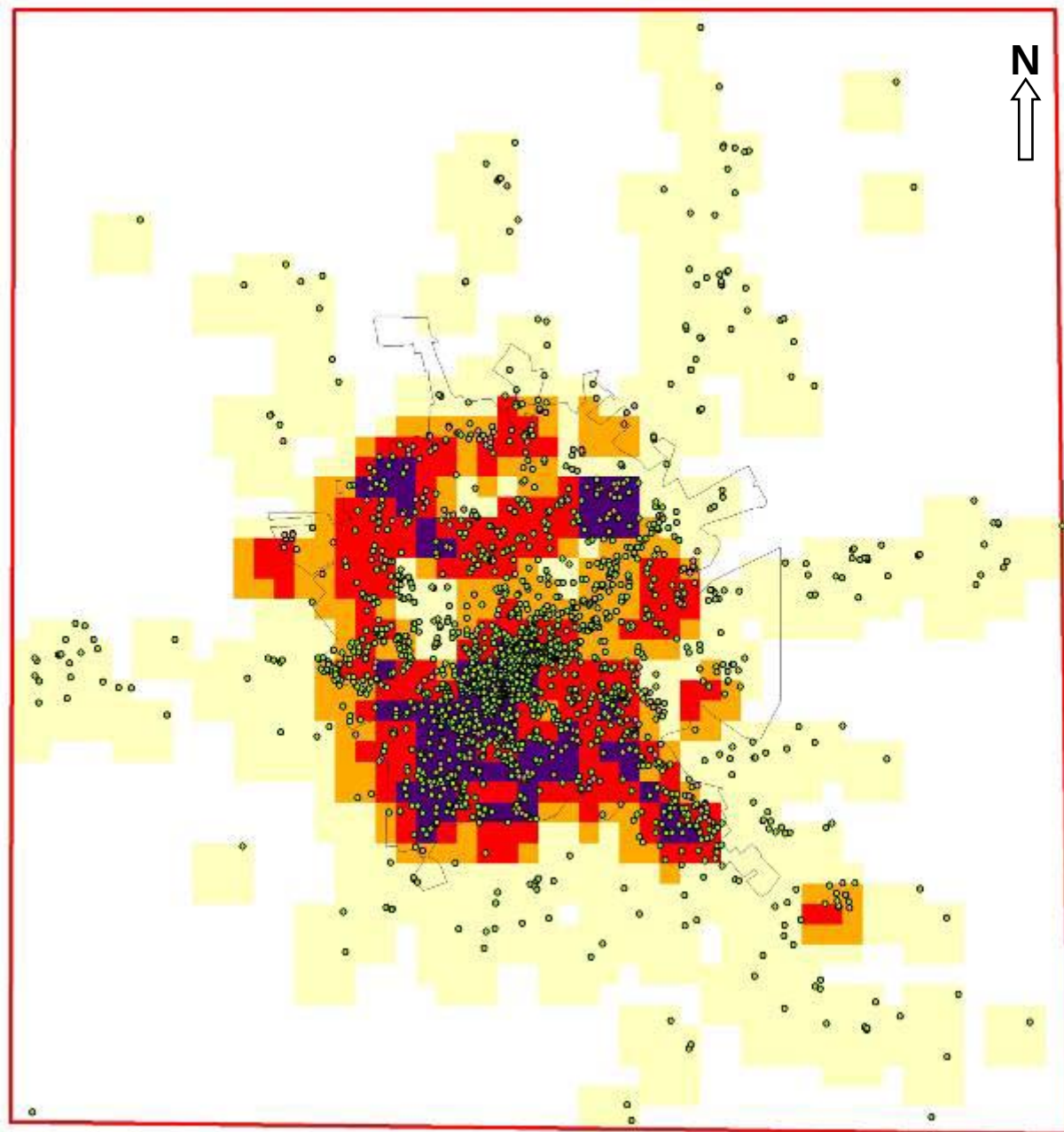
Vazão ($\text{m}^3/\text{mês}$)

● < 1.000

● 1.000 – 5.000

● > 5.000 (Máx. 24.783)

Áreas prioritárias de ação



Vazão por célula(m³/mês)

1 - 22.500

22.501 – 45.000

45.001 – 90.000

> 90.000

Abastecimento Público

Outros

Medidas de restrição e controle para os poços de captação de água subterrânea

SITUAÇÃO DOS POÇOS	RESTRIÇÃO		
	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Poços futuros	Não permitido exceto substituição de PAP	Não permitido exceto PAP	Permitido fora do raio de 600 m de PAP
Abandonados	Tamponar	Tamponar	Tamponar
Clandestinos	OBL, MC e AM6	OBL, MC e AM6	OBL e AM anual
Poços públicos outorgados	MC e AM6	MC e AM6	AM anual
Poços particulares outorgados fora de 600 m PAP	MC e AM6	MC e AM6	AM anual
Poços particulares outorgados dentro de 600 m PAP	MC, AM6 e AEI	MC, AM6 e AEI	AM anual e AEI
Contaminado Portaria 518	2 x AM3 / tamponar	2 x AM3 / tamponar	2 x AM3 / tamponar
Poços com vazão ou uso inadequados em relação à vizinhança de poços	RV definidas pelo DAEE	RV definidas pelo DAEE	RV definidas pelo DAEE

Obs.:

PAP: Poço de abastecimento Público

OBL: Obedecer a Lei, incluindo prazo estipulado para a solicitação de regularização com pedido de outorga, multa por fiscalização caso não outorgado no prazo e todas as demais exigências a poços outorgados similares.

MC: Medidas Condicionantes (instalações e medições)*

AM: Amostragem com monitoramento em intervalo semestral ou anual

AEI: Avaliação específica de interferências

RV: Readequação de vazões conforme quantidade e natureza de uso

Finalizando (para aquíferos paulistas)

- Identificação de áreas prioritárias: zonas de superexploração e zonas de contaminação (áreas de perigo de contaminação, na escala da bacia hidrográfica)
- Estabelecimento de ZOC e PPP em poços de abastecimento público (exigência entre poder municipal e estadual)
- Estudos de detalhe em áreas sob suspeita de superexploração
- Envolvimento da comunidade e do usuário em programas de gestão da água subterrânea

Finalizando (para aquíferos paulistas)

- o PPP & ZOC
 - n Estabelecer ZOC em vários cenários e definição da área mais ampla (maior zona)
 - n Caso existam fundos financeiros (ou seja imprescindível), estabelecer ZOC com modelação numérica transiente, caso contrário, trabalhar com ZOC definidas por método analítico (iniciar com o mais fácil e ir para o + complexo).
 - n Avaliar os custos e a importância no estabelecimento das ZOCs e PPP (quanto custa perder o poço e perder o aquífero?)

Finalizando (para aquíferos paulistas)

- o Academia:
 - n desenvolver métodos para estabelecer ZOCs
 - n estudar melhor os métodos de vulnerabilidade de aquíferos
 - n estudar melhor o conceito de superexploração à situação paulista



Conferência Internacional

"A Gestão do Sistema Aquífero Guaraní: Um Exemplo de Cooperação"

21 a 23 de setembro de 2011
São Paulo

Entidades apoiadoras:



Entidades organizadoras:



Centro de Pesquisas de
Águas Subterrâneas
Instituto de Geociências
Universidade de São Paulo

Secretaria do Meio Ambiente
do Estado de São Paulo



<http://www.igc.usp.br/?id=446>
cepas@usp.br

Ricardo Hirata

CEPAS-IGc+USP

Word Bank - GWMATE

rhirata@usp.br

Delimitação de áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas

Rodrigo Cunha



Delimitação de áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas

Comentários – Rodrigo Cunha

DELIBERAÇÃO CRH Nº 52, DE 15 DE ABRIL DE 2005

Artigo 4º - As Áreas de Restrição e Controle (ARCs) de captação e uso das águas subterrâneas serão classificadas conforme segue:

a. Áreas Potenciais de Restrição e Controle (ARC-PO), que são aquelas onde a densidade de poços tubulares e o volume de água extraído indicam superexploração ou aquelas onde estão sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras de solo e águas subterrâneas;

DELIBERAÇÃO CRH Nº 52, DE 15 DE ABRIL DE 2005

Artigo 4º - Áreas de Restrição e Controle (ARCs) :

b. Áreas Prováveis de Restrição e Controle (ARC-PR), que são aquelas onde são observados indícios de superexploração e interferência entre poços ou apresentam indícios de contaminação no solo e águas subterrâneas.

c. As Áreas Confirmadas de Restrição e Controle (ARC-CO), que são aquelas onde foi constatada a superexploração ou a contaminação das águas subterrâneas.

Tabela 3.3 Classificação e mapeamento das fontes de contaminação difusas segundo o sistema POSH

POTENCIAL DE CARGA CONTAMINANTE DE SUBSOLO	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
	saneamento <i>in situ</i>	práticas agrícolas
Elevado	cobertura da rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional superior a 100 pessoas/ha	culturas comerciais intensivas, geralmente monoculturas em solos bem drenados, em climas úmidos ou com baixa eficiência de irrigação, pasto intensivo em campos intensamente fertilizados
Moderado	intermediário entre elevado e reduzido	
Reduzido	cobertura da rede de esgoto superior a 75% e densidade populacional inferior a 50 pessoas/ha	rotação das culturas, terra para pasto extensivo, sistemas de cultivo ecológico, plantações com alta eficiência de irrigação em regiões áridas e semi-áridas

Table 3.4 Classificação e ranqueamento das fontes de contaminação pontuais segundo o sistema POSH

POTENCIAL DE GERAR CARGA CONTAMINANTE NO SUBSOLO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO				
	deposição de resíduos sólidos	áreas industriais*	lagoas de águas residuais	outras (urbanas)	mineração e exploração de petróleo
Elevado	resíduo industrial tipo 3, resíduo de origem desconhecida	indústria tipo 3 ou qualquer atividade que manuseie >100 kg/d de produtos químicos perigosos	todos os resíduos industriais tipo 3, qualquer efluente (exceto esgoto residencial) se a área >5 ha		operações em campos de petróleo, mineração de metais
Moderado	chuva >500 mm/a com resíduos residenciais/ agroindustriais/ industriais tipo 1, ou todos os demais casos	indústria tipo 2	esgoto residencial se a área >5 ha, demais casos não relacionados acima ou abaixo	postos de gasolina, vias de transporte com tráfego regular de produtos químicos perigosos	algumas atividades de mineração/ extração de materiais inertes
Reduzido	chuva <500 mm/a com resíduos residenciais/ agroindustriais/ industriais tipo 1	indústria tipo 1	águas residuais residenciais, mistas, urbanas, agroindustriais e de mineração de não metálicos	cemitérios	

* solos contaminados de indústrias abandonadas devem ter a mesma classificação que a da própria indústria

Indústrias Tipo 1: madeiras, manufaturas de alimentos e bebidas, destilarias de álcool e açúcar, processamento de materiais não metálicos

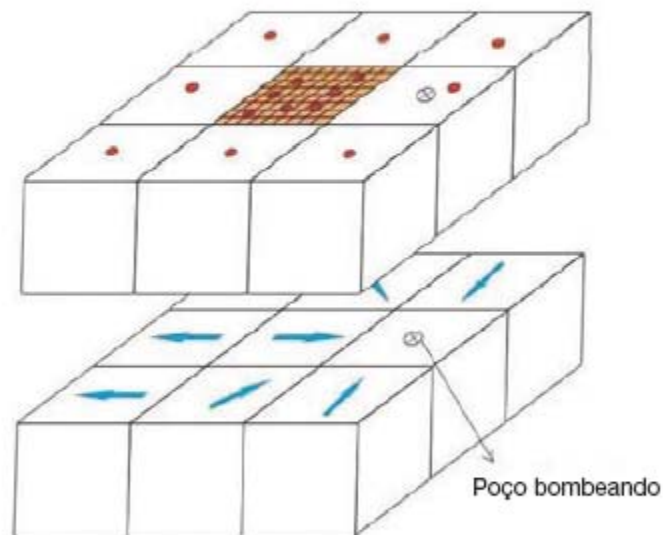
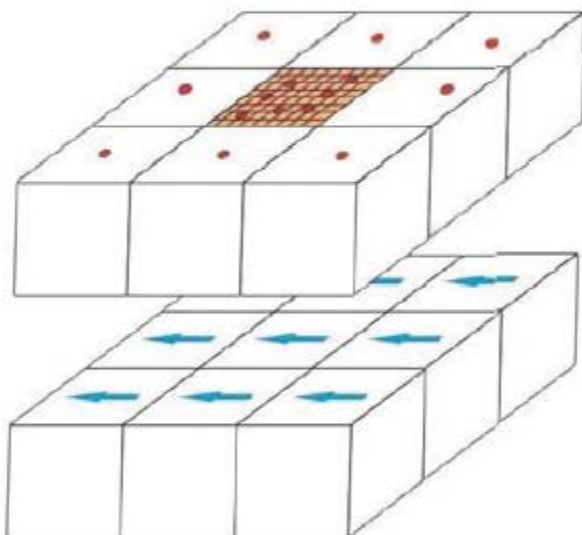
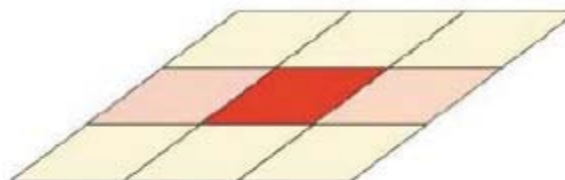
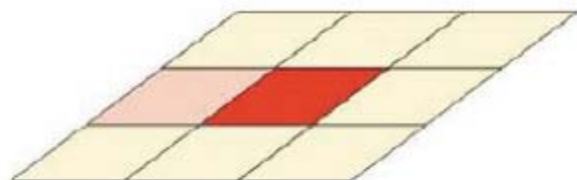
Indústrias Tipo 2: fábricas de borracha, fábricas de papel e celulose, indústrias têxteis, fábricas de fertilizantes, usinas elétricas, fábricas de detergente e sabão

Indústrias Tipo 3: oficinas de engenharia, refinarias de gás/petróleo, fábricas de produtos químicos/farmacêuticos/plásticos/pesticidas, curtumes, indústrias eletrônicas, processamento de metal

Proposta de Regulamento da Lei 13577

Artigo 70 – A compensação ambiental a que se refere o artigo anterior deverá ser recolhida pelo empreendedor ao Fundo Estadual para Prevenção e Remediação de Áreas Contaminadas – FEPRAC nos casos de licenciamento ambiental de empreendimento cuja atividade seja potencialmente passível de gerar área contaminada.

§1º - O Secretário Estadual de Meio Ambiente definirá, por meio de Resolução, as atividades potencialmente causadoras de poluição.

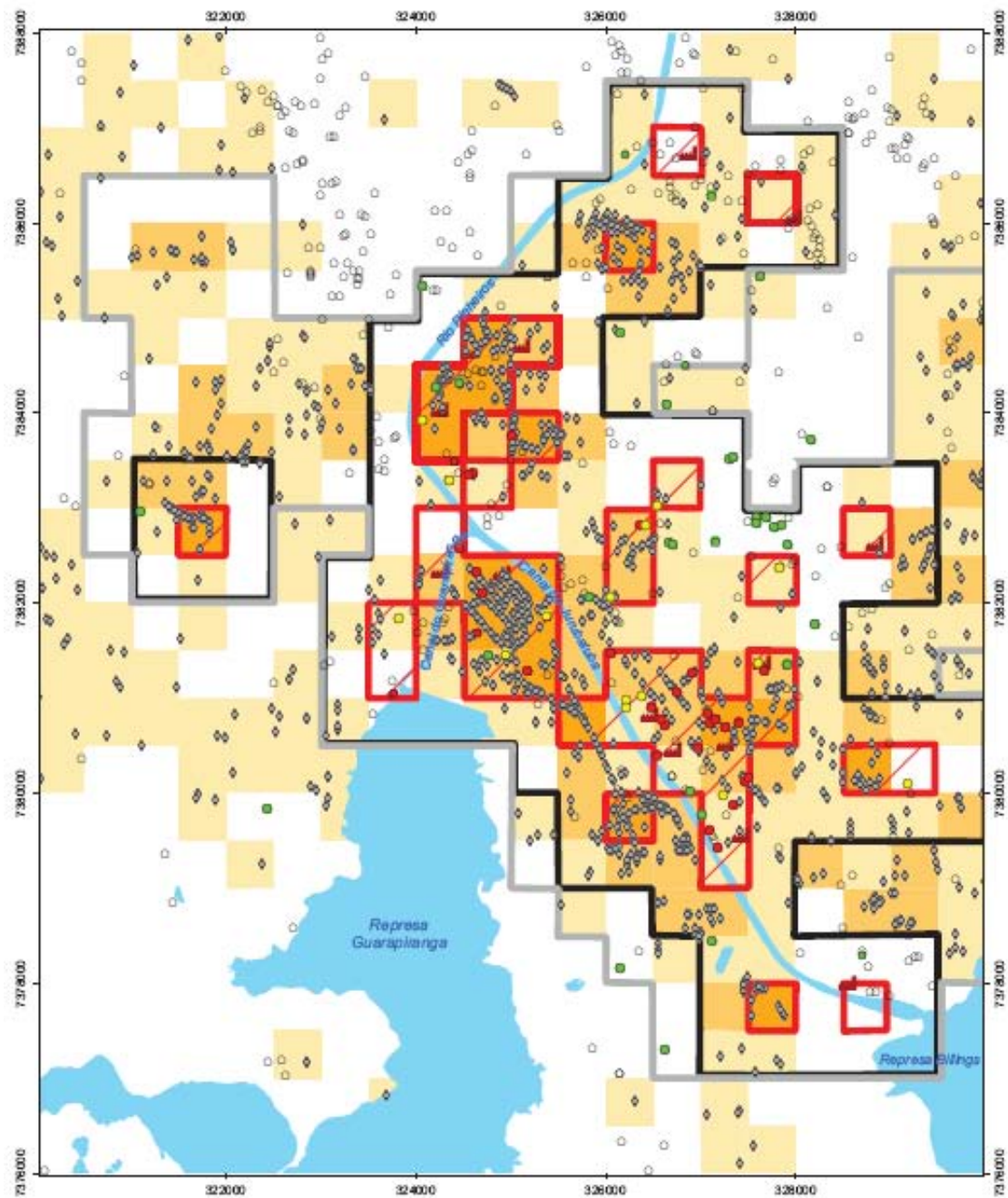


 Célula com poço e ou área declarada contaminada, com elevada densidade de atividade potencialmente contaminante. (Área de maior restrição)

 Célula a ser protegida devido à proximidade de área contaminada, em decorrência do transporte de contaminante por advecção. (Área de restrição secundária)

 Fluxo regional de água subterrânea

Poço bombeando







CORHI

***Mapeamento de áreas potencialmente
críticas para restrição e controle de
captação e uso de águas subterrâneas***

2010-CORHI-118

Mapeamento de áreas potencialmente críticas para restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas

Objetivos

- delimitação de áreas de restrição e controle de uso das águas subterrâneas em função da existência de áreas contaminadas ou com potencial de contaminação
- construir e implantar banco de dados associado a sistema geográfico de informações (SIG) destinado à gestão de recursos hídricos e de áreas contaminadas, possibilitando a comunicação automática e troca de informações entre DAEE, CETESB e Centro de Vigilância Sanitária.

Mapeamento de áreas potencialmente críticas para restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas

Obtenção de dados relativos à área de abrangência do projeto e estabelecimento de áreas de restrição e controle do uso das águas subterrâneas (ARC)

1. Identificação de áreas com concentração de atividades com potencial de contaminação
2. Caracterização do uso e ocupação do solo (histórico da ocupação)
3. Identificação das atividades com potencial poluidor e das áreas contaminadas
4. Caracterização da geologia e da hidrogeologia
5. Levantamento de dados dos poços de abastecimento

Mapeamento de áreas potencialmente críticas para restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas

6. Caracterização e cartografia da vulnerabilidade natural dos aquíferos à contaminação
7. Elaboração de modelo geológico-estrutural
8. Elaboração de modelo conceitual de fluxo no aquífero para cada área delimitada
9. Cartografia das áreas declaradas contaminadas
10. Definição de critério para estabelecimento de área de restrição e controle do uso das águas subterrâneas (ARC)
11. Delimitação das áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas.

CETESB, DAEE, Centro de Vigilância Sanitária, Instituto de Geociências da USP, Instituto Geológico, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Unesp.

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Delimitação de Áreas de Restrição e Controle de Captação e Uso de Águas Subterrâneas

Everton de Oliveira



HIDROPLAN

solo & águas subterrâneas

HIDROPLAN



HIDROPLAN



ABAS

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

solo & águas subterrâneas

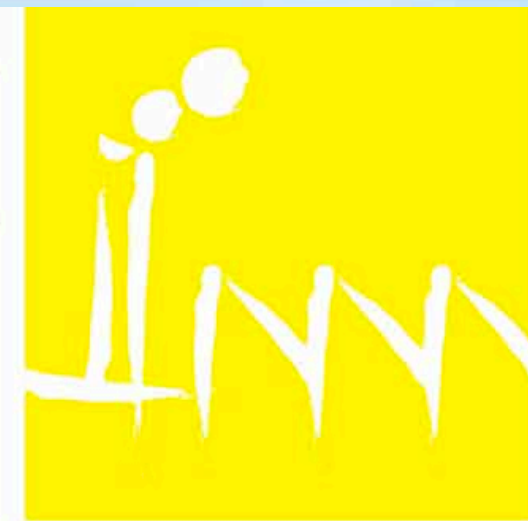


HIDROPLAN



ABAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



II Congresso Internacional de **MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO**

solo & águas sub

4 A 6 DE OUTUBRO DE 2011 · SÃO PAULO · BRASIL



unesp



solo & águas subterrâneas

HIDROPLAN



11 Congresso Internacional de
MEIO AMBIENTE
SUBTERRÂNEO

4 A 6 DE OUTUBRO DE 2011 · SÃO PAULO · BRASIL



Leia o blog **Era da Água** <http://eradaagua.wordpress.com>

Leia o blog **Era da Água** <http://eradaagua.wordpress.com>



Everton de Oliveira

debatedor

everton@hidroplan.com.br

Área de Restrição

- u Geometria simples
- u Relação com produção dos poços
- u Relação com modelo de fluxo moderada
- u Controle hidráulico moderado



Área de Restrição

- u Levantamento limitado pelos poucos poços regularizados!
- u Geometrias baseadas no fluxo?
- u Delimitação com áreas de proteção?



Área de Restrição

- u Previsão do fluxo após a restrição
- u Custos associados à restrição
- u Prejuízos diretos e indiretos
- u Compensação?





Everton de Oliveira

everton@hidroplan.com.br

Leia o blog **Era da Água** <http://eradaagua.wordpress.com>

Leia o blog **Era da Água** <http://eradaagua.wordpress.com>

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Proteção do Aquífero Guarani

José Luiz Albuquerque Filho



Seminário “Utilização e proteção das águas subterrâneas”
18 de abril de 2011
São Paulo

MESA REDONDA

PROTEÇÃO DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI

JOSÉ LUIZ ALBUQUERQUE FILHO
(albuzelu@ipt.br)

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas - CETAE
Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental - Labgeo

PROJETO AMBIENTAL ESTRATÉGICO AQUÍFEROS

PAE AQUÍFEROS

AÇÃO DESENVOLVIDA:

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE SUBSÍDIOS PARA O PLANO
DE DESENVOLVIMENTO E PROTEÇÃO AMBIENTAL DA ZONA DE
AFLORAMENTO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI NO ESTADO
DE SÃO PAULO – PDPA-SAG

Seminário “Utilização e proteção das águas subterrâneas”
18 de abril de 2011
São Paulo

Execução

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

Colaboração Em Atividades na Execução

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

IG – Instituto Geológico (SMA/SP)

Financiamento

Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO (SP)

Tomador dos Recursos Financeiros

Secretaria de Estado Meio Ambiente – SMA (SP)

Coordenadoria de Planejamento Ambiental - CPLA

Acompanhamento:

**Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT
(SMA/CPLA, CRHi/SMA, IG, CETESB, DAEE)**

Agente Técnico FEHIDRO - CETESB

LEI ESTADUAL Nº 9.866/97: UMA **NOVA** LEI DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
E...
MUITOS PASSOS A CUMPRIR



POR QUÊ?

1. DESDE FINAL DA DÉCADA DE 70: TENTATIVAS DE MUDANÇAS EM LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO >> BUSCA POR EFETIVIDADE NA PROTEÇÃO MANANCIAIS
2. FALTAVA ARTICULAÇÃO ENTRE POLITICAS E AGENTES LOCAIS
3. TENDENCIAS DE ADENSAMENTO DE OCUPAÇÃO DAS CIDADES DE PORTE MÉDIO
4. DIMENSÕES UGRHIs: CRIAÇÃO ÁREAS MENORES >> CONJUNTO SUB-BACIAS>>DESCENTRALIZAÇÃO >>> APRMs
5. PROPOSTA DE SUBSTITUIR UMA LEI ESTADUAL DE USO DO SOLO POR ZONEAMENTO QUE CONSIDERE REALIDADES LOCAIS >> ÁREAS DE INTERVENÇÃO
6. ADOÇÃO DE PLANO DE DESENVOLVIMENTO E PROTEÇÃO AMBIENTAL (PDPA)>>>BUSCA DE EQUILÍBRIO ENTRE PROTEÇÃO E OS USOS E AS ATIVIDADES

PRESSUPOSTOS

- 1) A área de afloramento do SAG é uma região vulnerável à contaminação
- 2) O SAG é o maior reservatório de águas subterrâneas do Estado de São Paulo
- 3) Crescente utilização da água subterrânea para o abastecimento público



LEI ESTADUAL Nº 9.866/97

Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências.



Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental do SAG PDPA-SAG

Projeto

Diagnóstico ambiental para subsídio ao plano de desenvolvimento e proteção ambiental da área de afloramento do sistema aquífero guarani no estado de São Paulo – PDPA-SAG

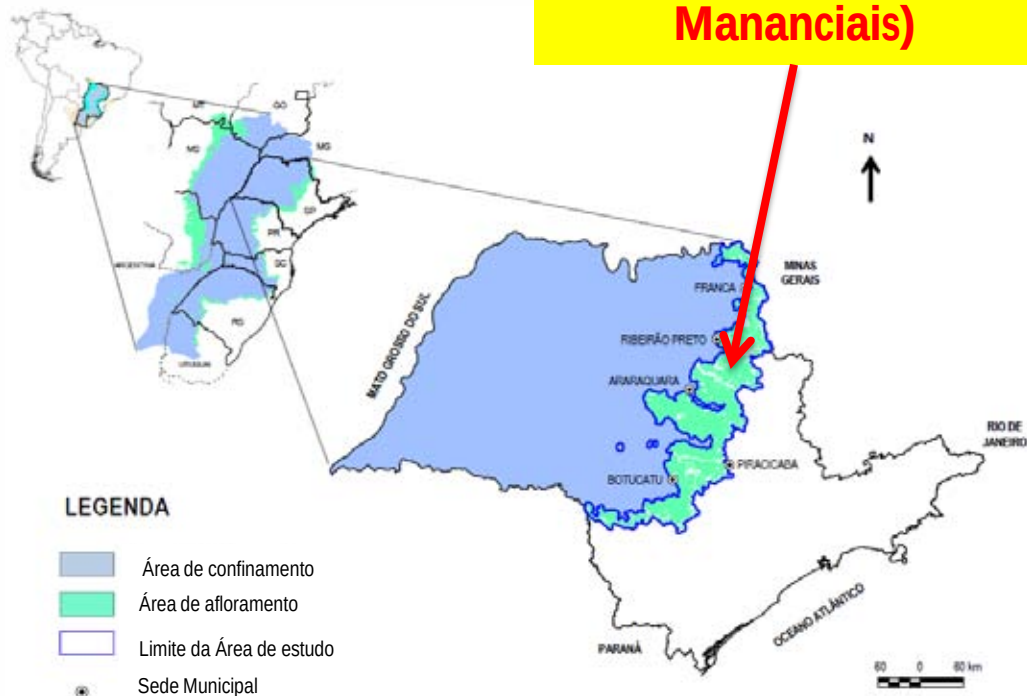
Objetivos

1. Preservar, conservar e recuperar o SAG
2. Compatibilizar as ações de preservação e proteção com o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento socioeconômico
3. Promover a gestão participativa
4. Descentralizar o planejamento e a gestão do SAG
5. Integrar os programas e políticas habitacionais à preservação do meio ambiente

ÁREA DE ESTUDO

Breve “Ficha Técnica” do SAG (importância):

- Ø Um dos maiores do mundo
(4 países: 1.087.879 km²);
- Ø No Brasil: oito estados (839.800 km²);
- Ø É o maior do Estado de São Paulo
(143.000 km²);
- Ø Em SP maior porção é confinada e
15.000 km² é livre;
- Ø Crescente utilização para usos urbanos
e agrícolas;
- Ø Mais de 100 municípios usam sua água
(Rib.Preto, S.J.R.Preto, etc).



**Área de Estudo = APRM
(Área de Proteção e
Recuperação de
Mananciais)**

- Ø Área de Estudo (Proposta de APRM): 26.100 km²
- Ø Inclui área de 105 municípios (total ou parcial de cada)
- Ø 7 UGRHIs (unidades de gestão paulistas - rec. Hídricos)

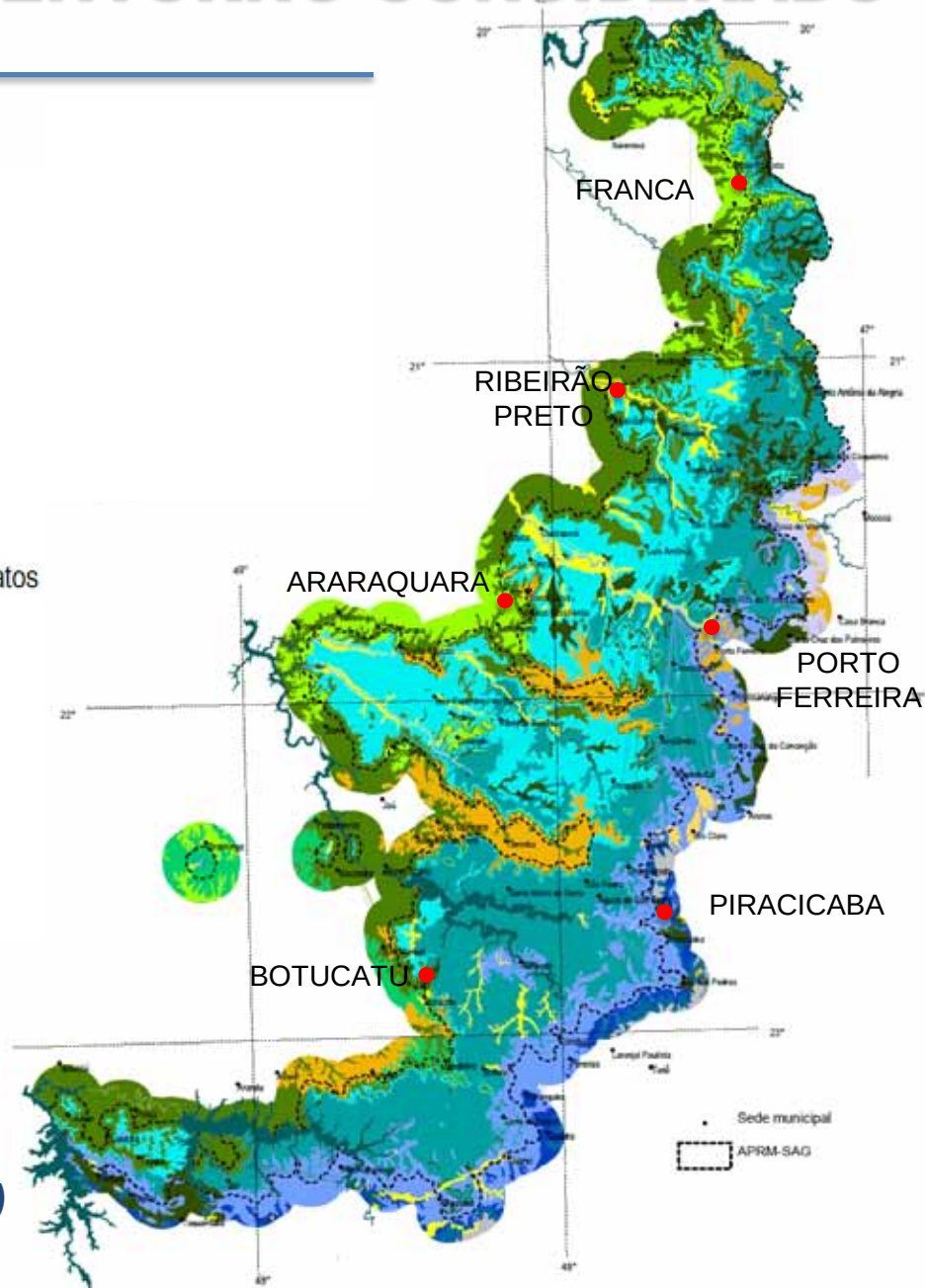
Área de estudo: *buffer* de 2,0 km no entorno da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG)
no Estado de São Paulo

A ÁREA COM ENTORNO CONSIDERADO

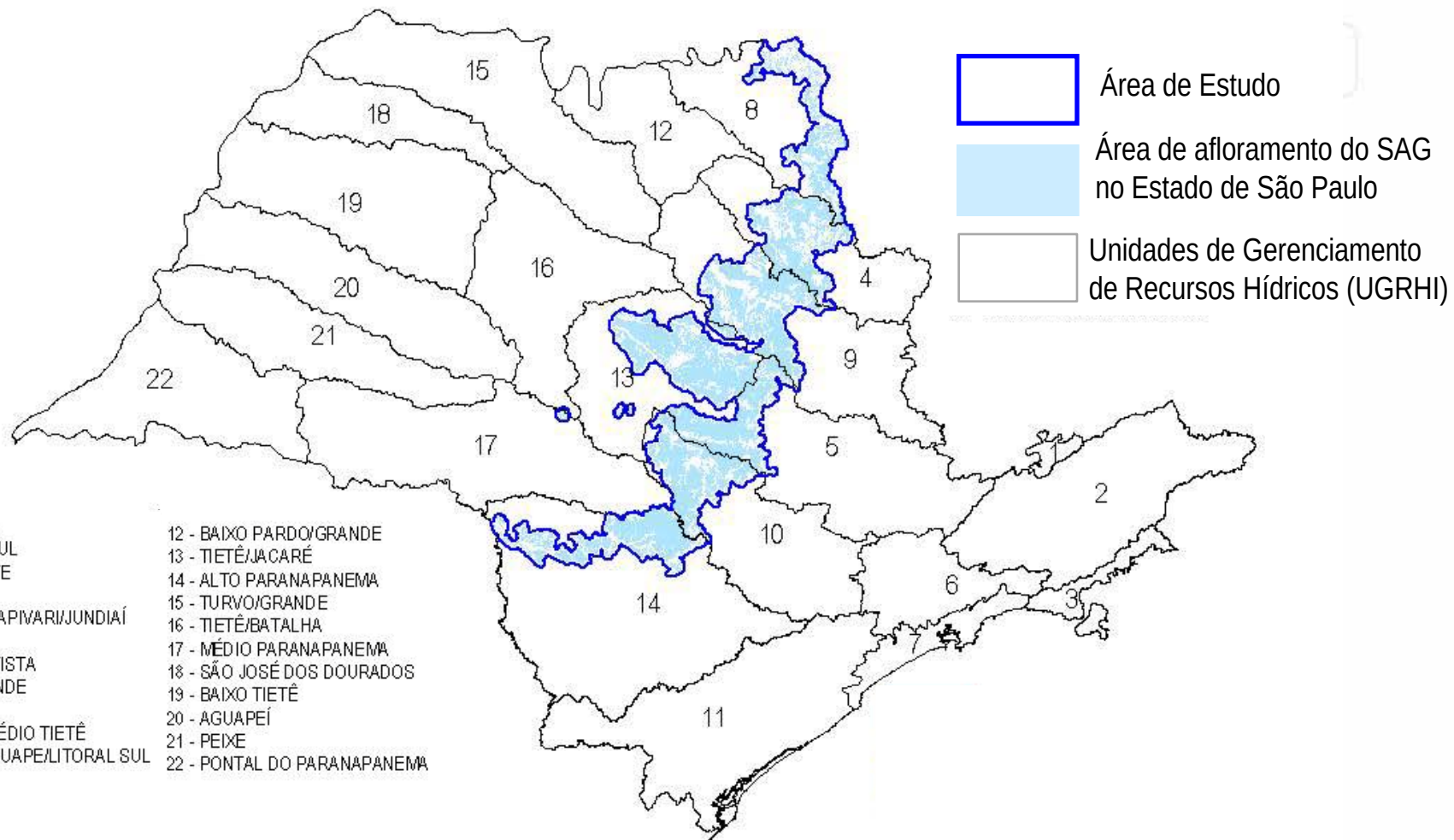
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS (UNESP - 1:250 000)

	Depósitos aluviais
	Depósitos colúvio-eluvionares
	Formação Adamantina
	Formação Aquidauana
	Formação Botucatu
	Formação Corumbatai
	Formação Itati
	Formação Itaqueri e sedimentos correlatos
	Formação Marília
	Formação Pirambóia
	Formação Rio Claro
	Formação Serra Geral
	Formação Tatui
	Grupo Canastra Indiviso
	Subgrupo Itararé
	Suites básicas

- **Mapa Geológico**
- **Escala 1:250.000**
- **Fonte: Modificado de DAEE/Unesp (1980) (convenio)**



ABRANGÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO NAS UGRHIS DO SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PAULISTA



Área de estudo: *buffer* de 2,0 km no entorno da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Estado de São Paulo.

ÁREA DE ESTUDO



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

MEIO FÍSICO	MEIO SOCIOECONÔMICO	ÁREAS PROTEGIDAS
-------------	---------------------	------------------



BANCO DE POÇOS TUBULARES

CONSULTA	CADASTRO EM CAMPO	ACCESS / SIG
----------	-------------------	--------------



AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE E QUALIDADE

DISPONIBILIDADE	QUALIDADE
-----------------	-----------



AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI

ZONEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO
--	---



IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FRÁGEIS E VULNERÁVEIS

DIRETRIZES GERAIS PARA A PROTEÇÃO DA ÁREA	PROGRAMAS INTEGRADOS
---	----------------------

ANÁLISE

RESULTADOS

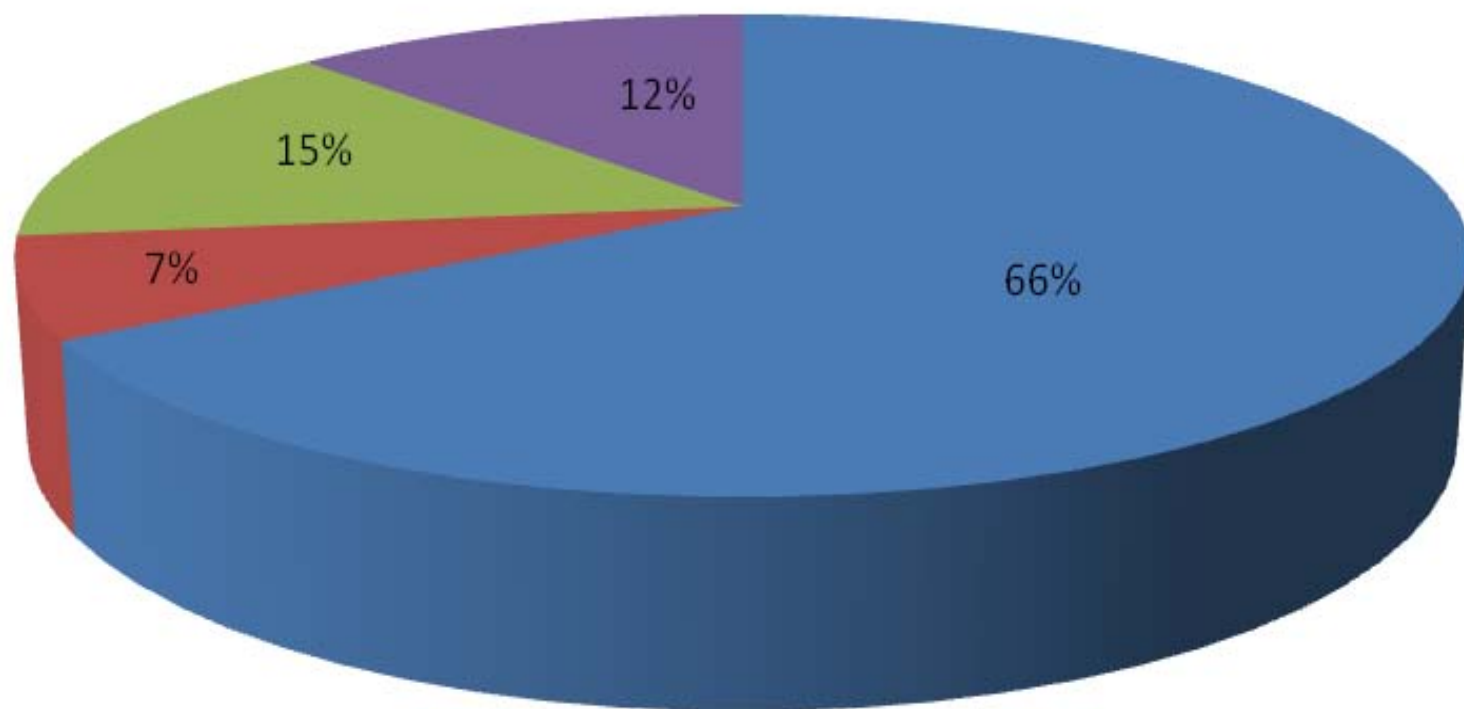
P
D
P
A
S
A
G

POPULAÇÃO



60 0 60 km
1:6 000 000

SANEAMENTO: ABASTECIMENTO URBANO ÁGUA 2007

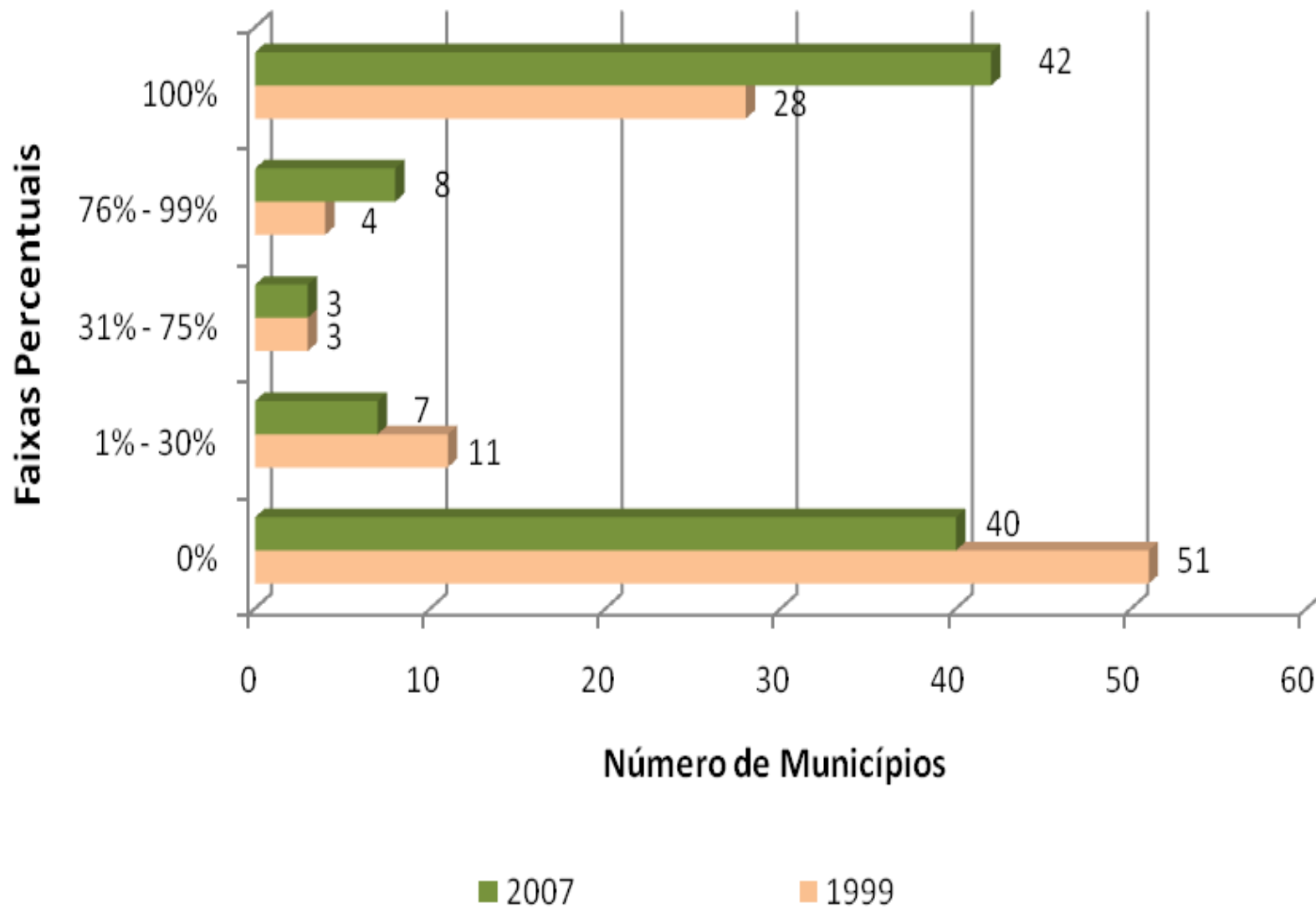


■ 100,0%

■ 98,0% a 99,9%

■ 90,0% a 97,9%

■ > 90,0%



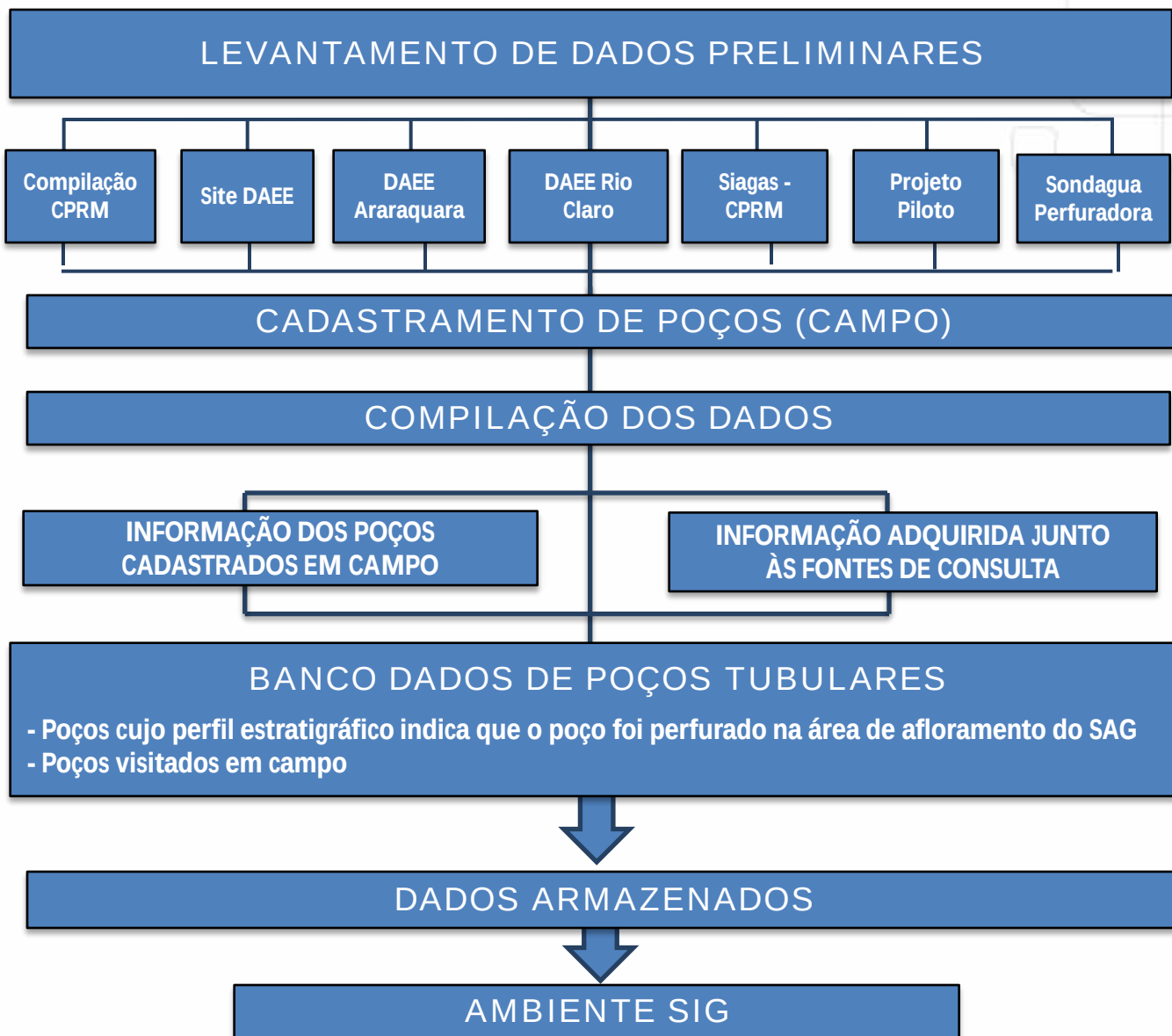


Limite da Área de estudo

Ø **Mapa** na escala 1:50.000
(CPLA/SMA, 2009).

Ø **Elaboração** a partir de
imagens de satélite.

BANCO DE DADOS DE POÇOS TUBULARES

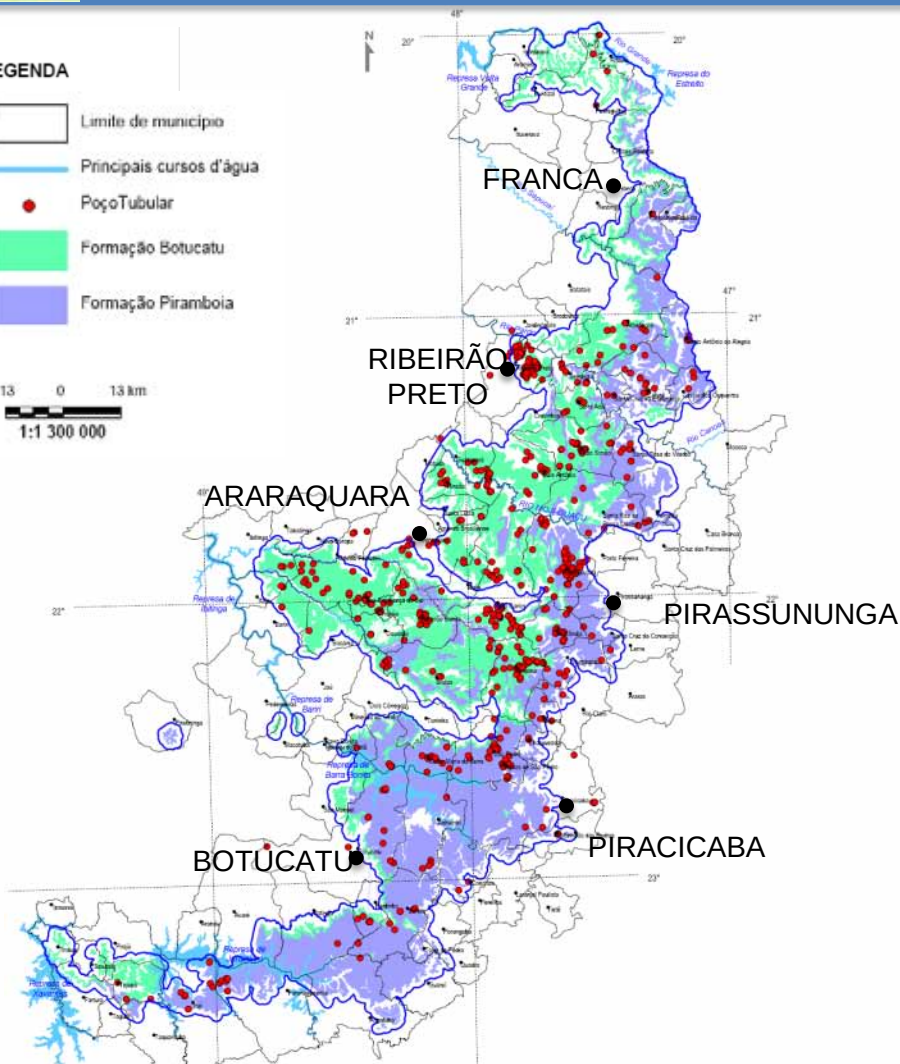


POÇOS TUBULARES

LEGENDA

-  Limite de município
-  Principais cursos d'água
-  Poço Tubular
-  Formação Botucatu
-  Formação Piramboia

13 0 13 km
1:1 300 000

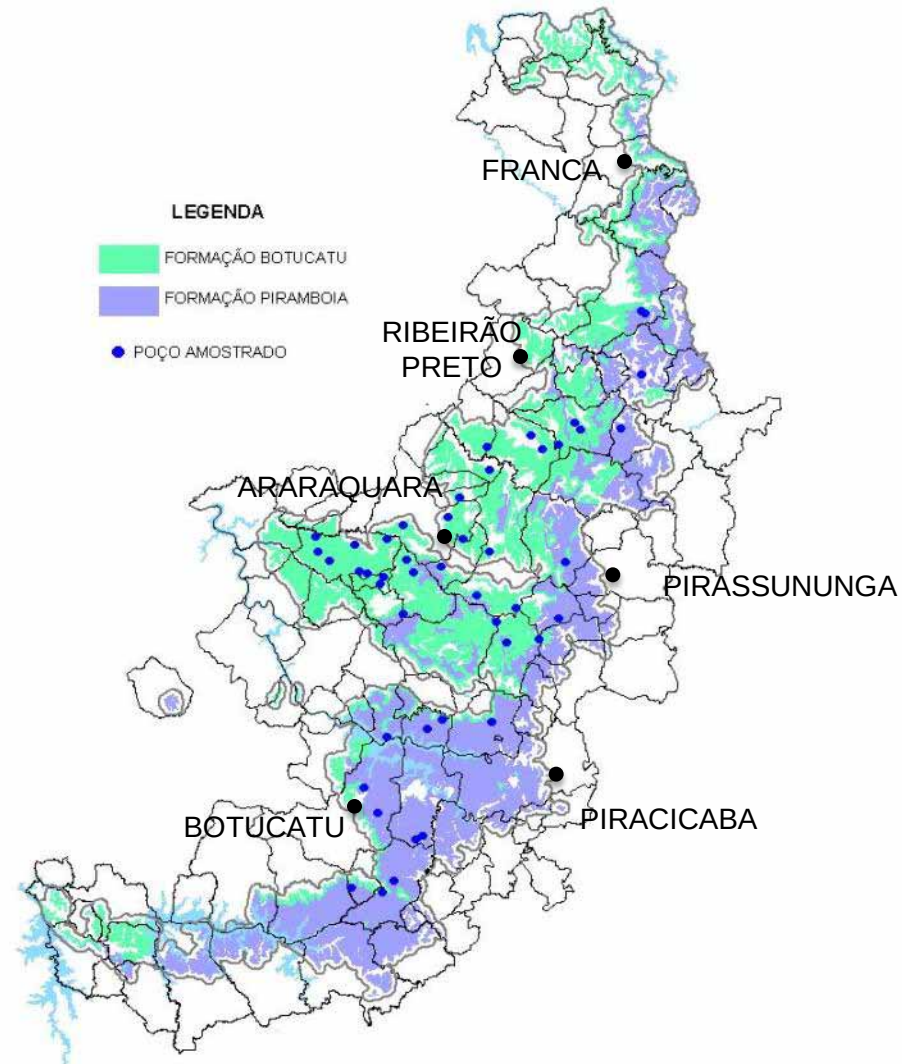


610 poços tubulares
344 poços visitados

Regiões sem registro de poços
Poços antigos, sem informações completas

LEGENDA

-  FORMAÇÃO BOTUCATU
-  FORMAÇÃO PIRAMBOIA
-  POÇO AMOSTRADO



49 poços amostrados (+ 01 branco)

Situação geral: atende aos padrões de potabilidade
Alguns parâmetros anômalos: coliformes, ferro
Nova campanha de amostragem de nitrato (50 poços)



MÉTODO GOD

Desenvolvido por FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988, *apud* FOSTER *et al.*, 2006)

MAPAS BASE PARA ZONEAMENTO DA VULNERABILIDADE

Ø Mapa Geológico do Estado de São Paulo:
elaborado na escala 1: 250.000 (Convênio DAEE/Unesp, 1980) -
informação de melhor detalhe disponível.

Ø Folhas topográficas do IBGE 1:250.000 e 1:50.000 (Digitalizadas e
parcialmente atualizadas/corrigidas/adequadas no Projeto GISAT-DAEE)

MÉTODO GOD

**GRAU DE
CONFINAMENTO
DA ÁGUA
SUBTERRÂNEA**

nenhum	Fluxo ascendente jorrante	confinado	semi confinado	não confinado (coberto)	não confinado
--------	------------------------------	-----------	----------------	----------------------------	---------------

0 0-2 0-4 0-6 1,0

**OCCORRÊNCIA DE
ESTRATOS DE
COBERTURA**

argila lacustrina/ estuarina	solos residuais	siltite, loess, till glacial	areia eólica	areia aluvial e fluvioglacial	cascalho de leques aluviais	NÃO CONSOLIDADA (sedimentos)
------------------------------------	--------------------	---------------------------------	-----------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

Lamito xisto	siltito tufo vulcânico	arenito	calcário, calcarenito	CONSOLIDADA (sedimentos)
-----------------	---------------------------	---------	--------------------------	-----------------------------

formações magmáticas/ metamórficas vulcânicas mais antigas	lava vulcânica recente	calcrete + calcário cárstico	CONSOLIDADA (rochas duras)
--	------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

(x) 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0

**DISTÂNCIA ATÉ O LENÇOL
FREÁTICO OU O TETO
DO AQUIFERO
CONFINADO**

> 50	20 - 50 m	5 - 20 m	< 5 m
------	-----------	----------	-------

Todas as
profundidades

(x) 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0

0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0

INSIGNIFICANTE	BAIXA	MÉDIA	ALTA	EXTREMA
----------------	-------	-------	------	---------

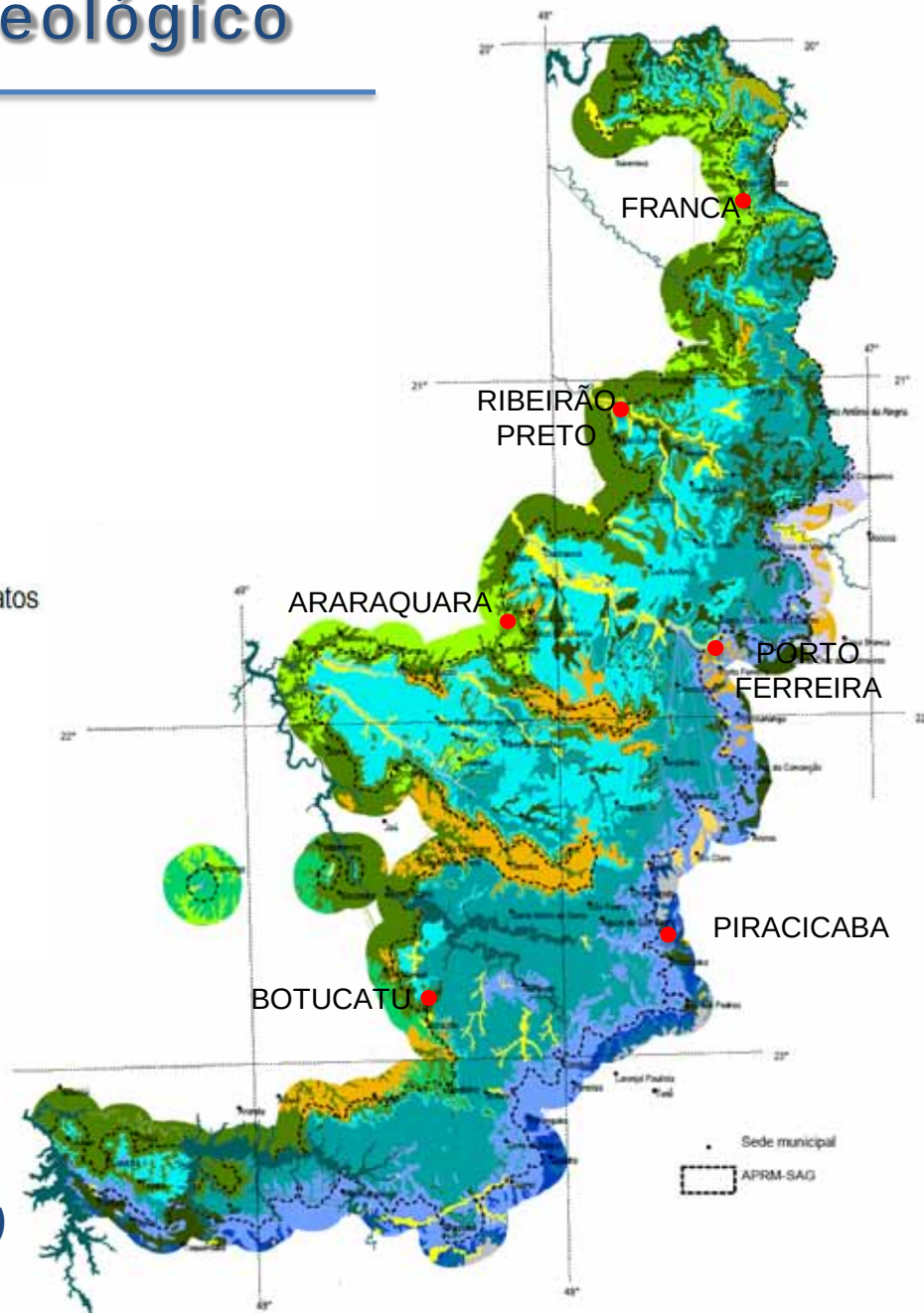
**CLASSES DE
VULNERABILIDADE
DO AQUIFERO À
CONTAMINAÇÃO**

Mapa base: Geológico

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS (UNESP - 1:250 000)

	Depósitos aluviais
	Depósitos colúvio-eluvionares
	Formação Adamantina
	Formação Aquidauana
	Formação Botucatu
	Formação Corumbatai
	Formação Itati
	Formação Itaqueri e sedimentos correlatos
	Formação Marília
	Formação Pirambóia
	Formação Rio Claro
	Formação Serra Geral
	Formação Tatui
	Grupo Canastra Indiviso
	Subgrupo Itararé
	Suites básicas

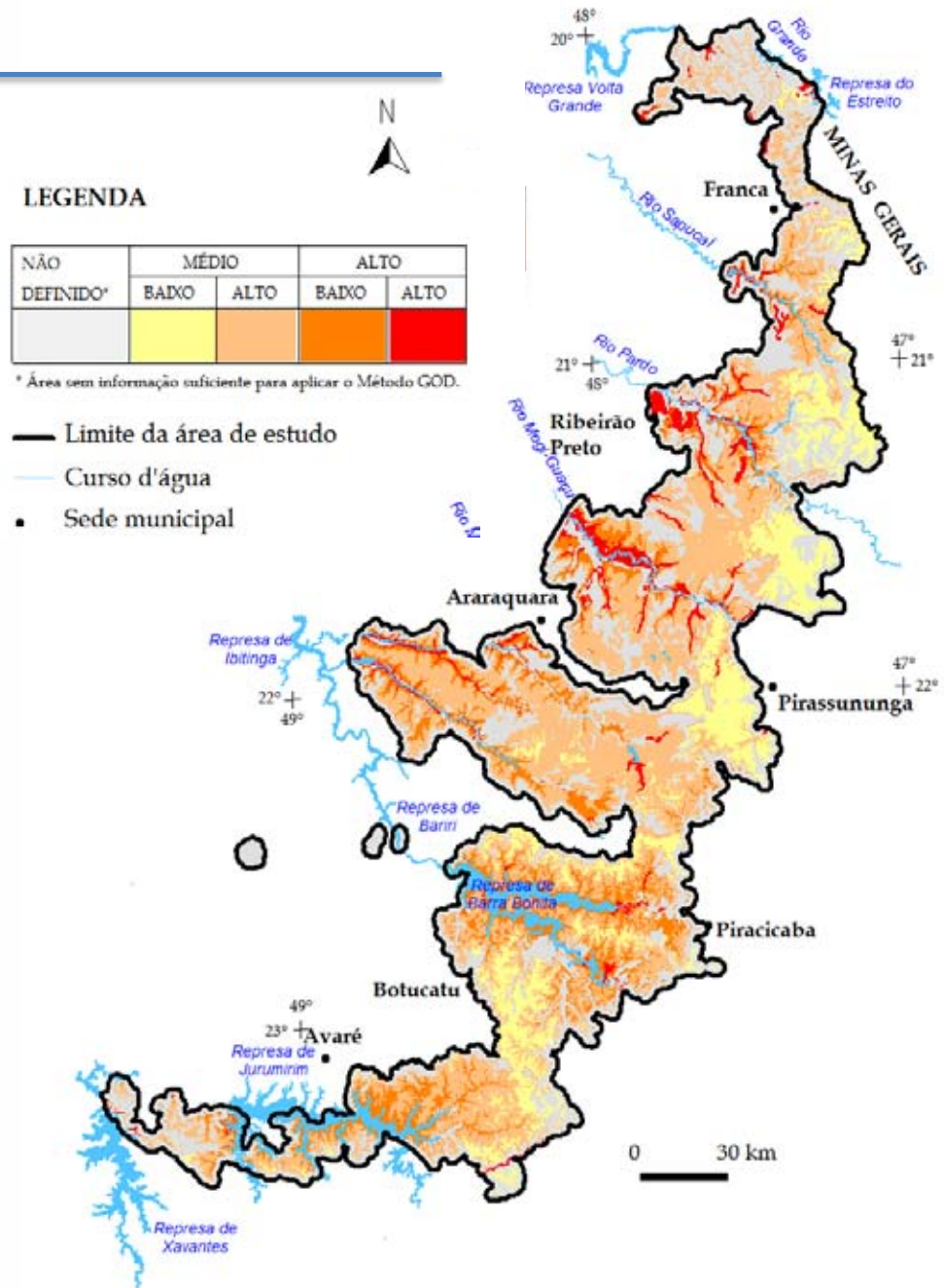
- **Mapa Geológico**
- **Escala 1:250.000**
- **Fonte: Modificado de DAEE/Unesp (1980) (convênio)**



MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO SAG

MÉTODO GOD

Unidades	Classificação	Área (km²)
SAG e depósitos aluvionares	Alto-alto	988
	Alto-baixo	2.849
	Médio-alto	8.927
	Médio-baixo	3.066
	TOTAL	15.830
Outras formações	Não definido	10.270
TOTAL		26.100



UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO

AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SAG

Probabilidade de que a água subterrânea atinja níveis
inaceitáveis de contaminação

$$\begin{array}{c} \text{MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL} \\ + \\ \text{CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO} \\ = \\ \text{MAPEAMENTO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SAG} \end{array}$$

OBSERVAÇÃO:

O termo “**perigo de contaminação da água subterrânea**” tem o mesmo significado que “**risco de contaminação da água subterrânea**” comumente utilizado por vários outros autores. Foi proposta por Foster *et. al.* (2006) a mudança de terminologia para adequar-se àquela utilizada por outras áreas de avaliação de riscos a ecossistemas e à saúde humana e animal, onde “risco” é definido como o produto de “perigo vezes escala do impacto”.

Método POSH:

Ø Desenvolvido por FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988, *apud* FOSTER *et al.*, 2006)

Ø Cada atividade é associada a tipos específicos de contaminantes, representando, portanto, uma maior ou menor ameaça às águas subterrâneas.

CLASSIFICAÇÃO DE FONTES PONTUAIS

Potencial de carga contaminante	Fonte Pontual de Contaminação		
	Deposição de resíduos sólidos*	Outras (urbanas)	Áreas Industriais **
Elevado	Lixões, aterros controlados e locais de disposição de resíduos sólidos de origem desconhecida	-	Processamento de metais; engenharia mecânica; refinarias de gás e petróleo; produtos plásticos; produtos químicos orgânicos e inorgânicos; farmacêuticos; curtume; pesticidas e elétricos e eletrônicos.
Moderado	Aterro Sanitário e aterros em vala	Postos de gasolina	Ferro e aço; metais não-ferrosos; artefatos de borracha; papel e celulose; sabão e detergente; têxteis; fertilizantes; açúcar e álcool e usina termoeletrônica.
Reduzido	Aterro de resíduos inertes	-	Minerais não metálicos; madeira e alimentos e bebidas.

* Critérios definidos pelo IPT e pelo GAT

** Método POSH (Fonte: FOSTER *et al.*, 2006)

Método para a classificação das fontes pontuais de contaminação.

PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SAG

AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

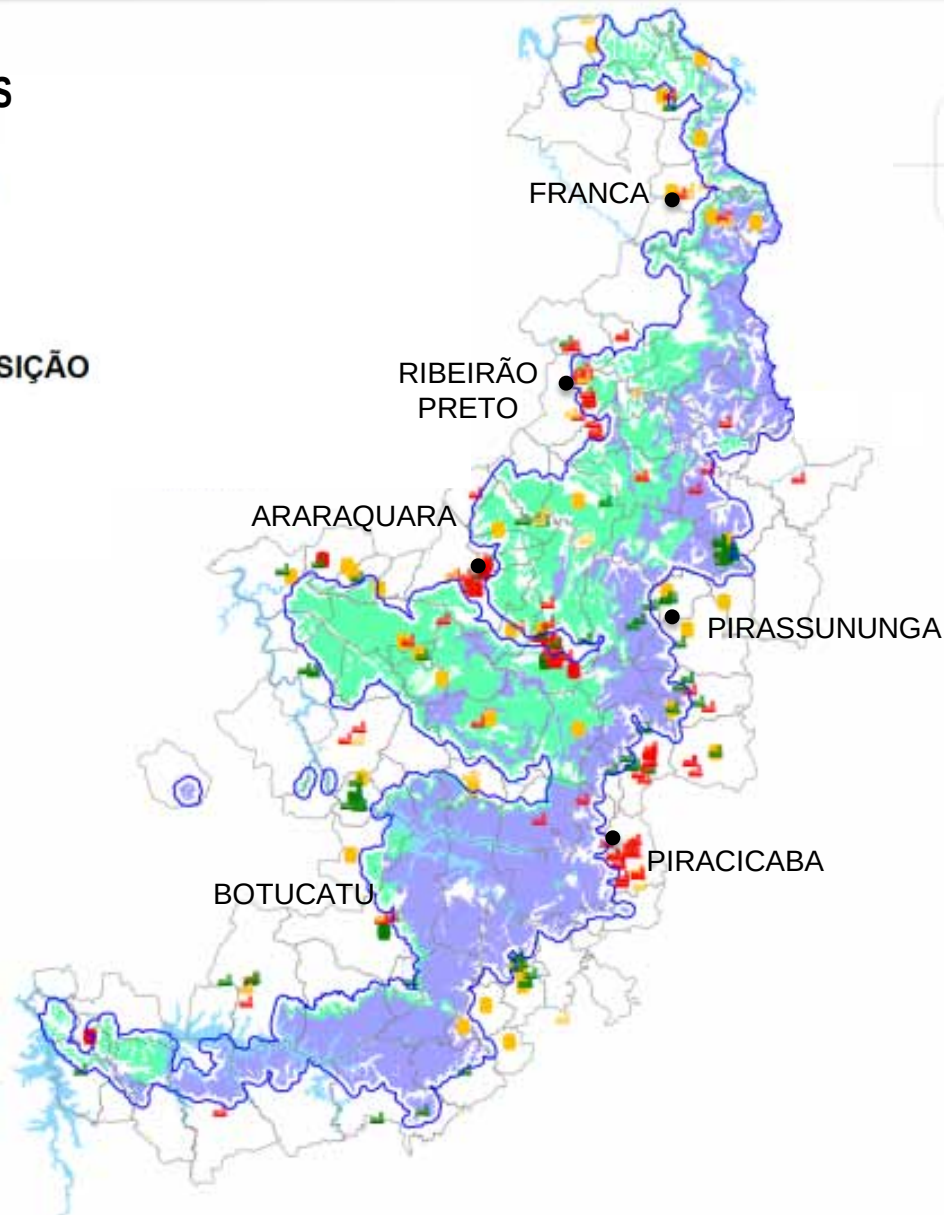
FONTES PONTUAIS

INDÚSTRIA

-  ELEVADO
-  MODERADO
-  REDUZIDO

LOCAIS DE DISPOSIÇÃO DE LIXO

-  ELEVADO
-  MODERADO
-  REDUZIDO

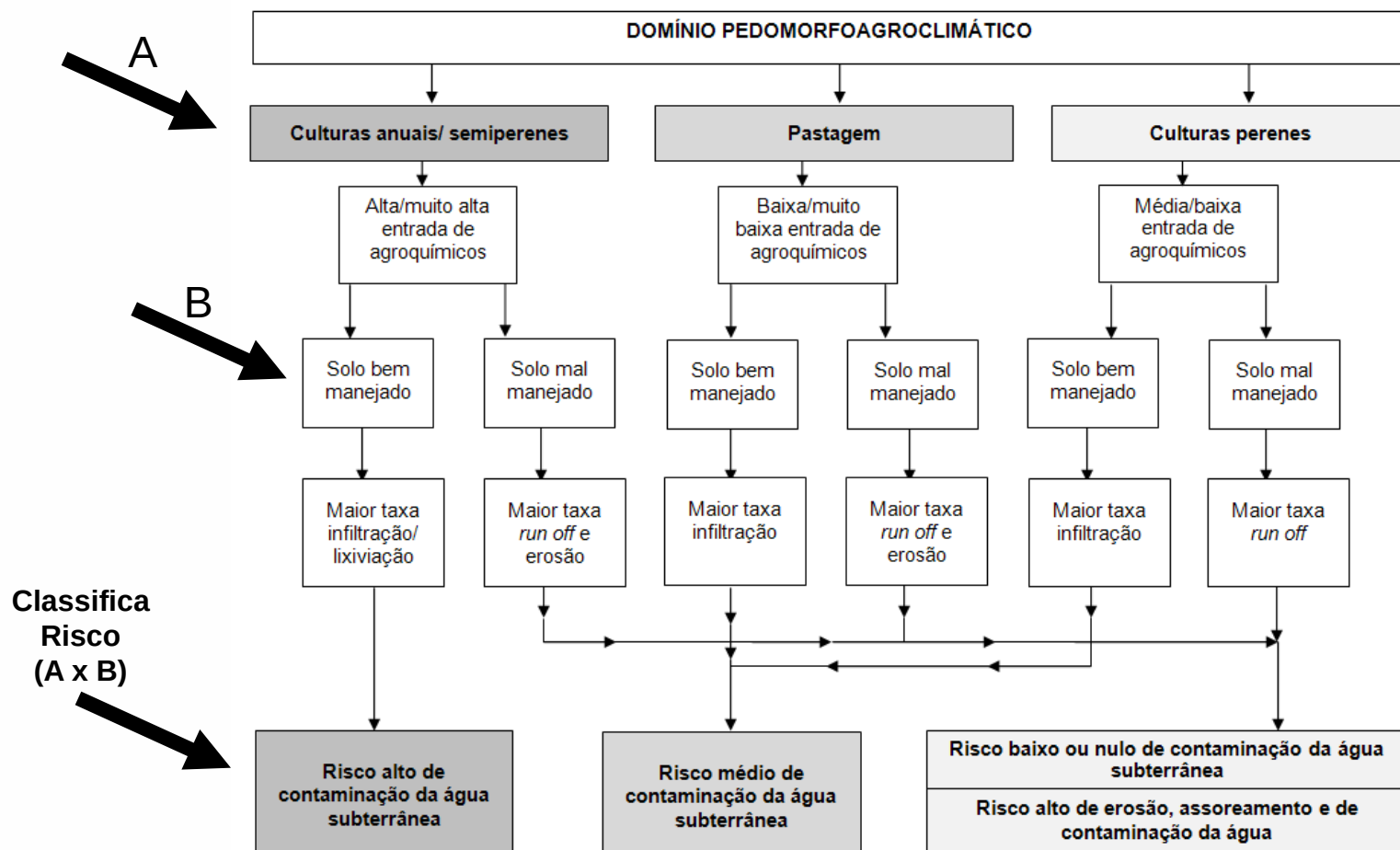


CLASSIFICAÇÃO DE FONTES DIFUSAS (POSH)

Potencial de carga contaminante de subsolo	Saneamento <i>in situ</i>	Fonte de Contaminação
		Práticas agrícolas
Elevado	Cobertura da rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional superior a 100 habitantes/ha	Culturas comerciais intensivas, geralmente monoculturas em solos bem drenados, em climas úmidos ou com baixa eficiência de irrigação, pasto intensivo em campos intensamente fertilizados.
Moderado	Cobertura da rede de esgoto entre 25% a 75% e densidade entre 100 a 550 habitantes /ha	Intermediário entre elevado e reduzido.
Reduzido	Cobertura da rede de esgoto superior a 75% e densidade inferior a 550 habitantes /ha	Rotação das culturas, terra para pasto extensivo, sistemas de cultivo ecológico, plantações com alta eficiência de irrigação em regiões áridas e semi-áridas.

Fonte: FOSTER *et al.*, 2006

CARACTERIZAÇÃO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - FONTES DIFUSAS - CULTURAS



Fonte: Gomes (2008).

CLASSIFICAÇÃO DE FONTES DIFUSAS PROPOSTA PARA A ÁREA DE ESTUDOS

Fonte Difusa de Contaminação		Potencial de carga contaminante
Saneamento <i>in situ</i> *	Práticas agrícolas **	
Cobertura da rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional superior a 100 habitantes/ha	Culturas anuais e Culturas semi-perenes	Elevado
Cobertura da rede de esgoto entre 25% a 75% e densidade entre 100 a 550 habitantes /ha	Culturas perenes	Moderado
Cobertura da rede de esgoto superior a 75% e densidade inferior a 550 habitantes /ha	-	Reduzido

*Método POSH (Fonte: FOSTER *et al.*, 2006)

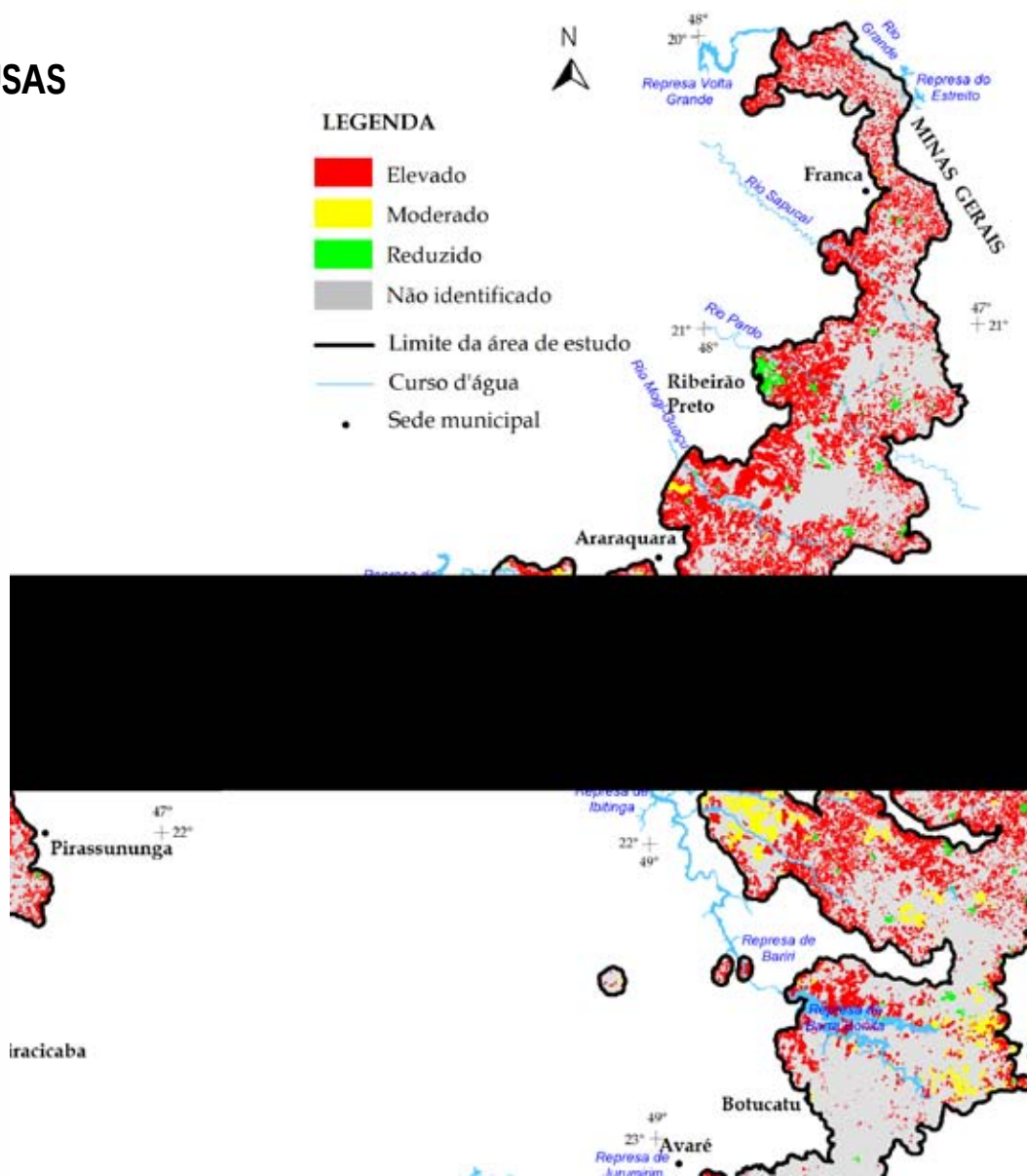
** Classificação dos riscos por Domínio Pedomorfoagroclimático (Fonte: GOMES, 2008)

Método para a classificação das fontes difusas de contaminação

PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SAG

AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

FONTES DIFUSAS



CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO

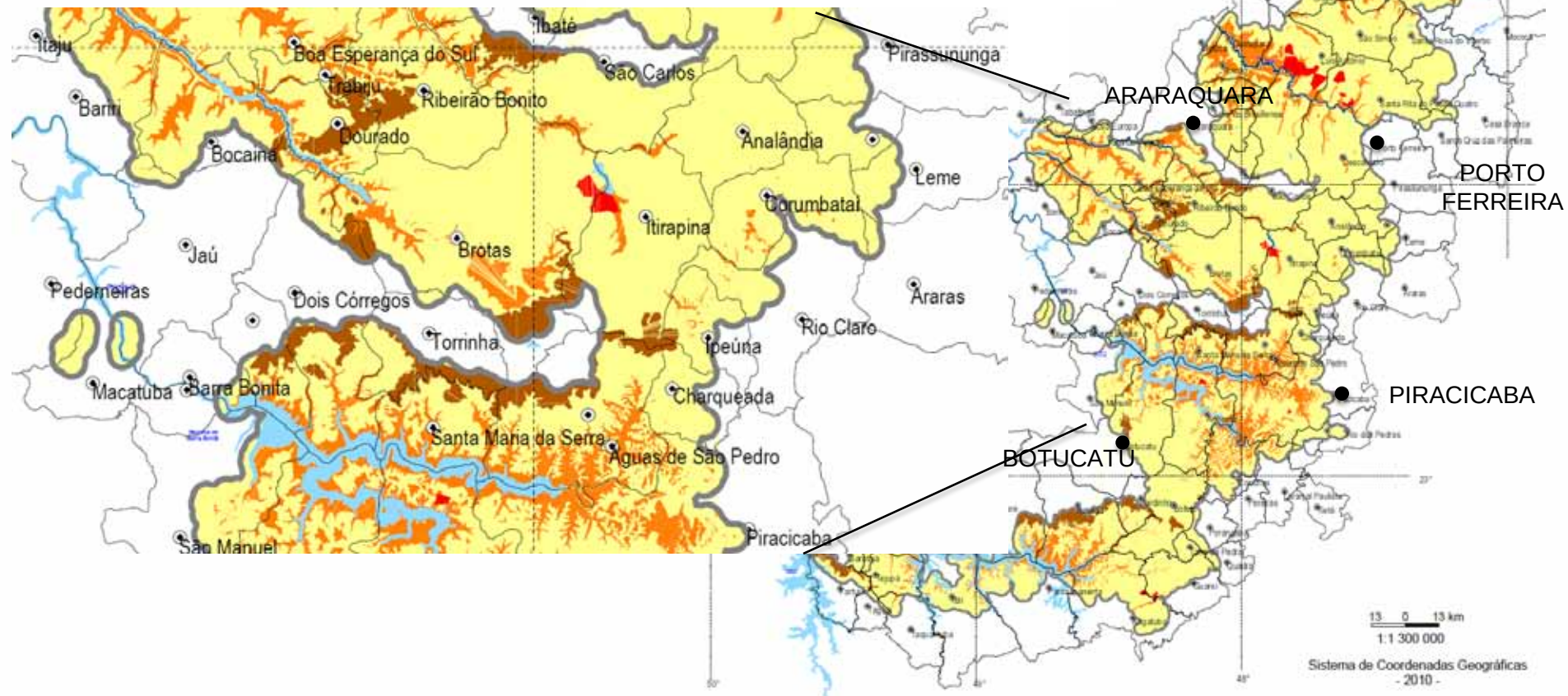
Índice de Vulnerabilidade Natural	Potencial de Contaminação				Perigo de contaminação
	Elevado	Moderado	Reduzido	Outras fontes	
Alto-alto	Alto	Alto	Moderado	Não determinado	
Alto-baixo					
Médio-Alto	Alto	Moderado	Baixo	Não determinado	
Médio-baixo					
Não Definido (unidades não mapeadas)	Não determinado	Não determinado	Não determinado	Não determinado	

LEGENDA

-

CARTA DE ÁREAS DE INTERVENÇÃO

- ÁREA DE RESTRIÇÃO À OCUPAÇÃO - ARO
- ÁREA DE OCUPAÇÃO DIRIGIDA - AOD
- Subárea de cuevas
- Subárea de proteção especial
- Subárea de ocupação controlada



ÁREAS DE INTERVENÇÃO

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	DEFINIÇÃO	SUBÁREAS
ÁREA DE RESTRIÇÃO À OCUPAÇÃO (ARO)	São aquelas consideradas como de essencial interesse para a proteção dos recursos hídricos destinados ao abastecimento público e à preservação, conservação, recuperação dos recursos naturais, e valorização das características cênico-paisagísticas	Não foram definidas
ÁREA DE OCUPAÇÃO DIRIGIDA (AOD)	São aquelas de interesse para a consolidação ou implantação de usos urbanos ou rurais, condicionados a critérios que os compatibilizem com a necessária proteção das áreas vulneráveis e com a manutenção da recarga natural direta do Sistema Aquífero Guarani	Subárea de <i>cuestas</i>
		Subárea de proteção especial
		Subárea de ocupação controlada
ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL (ARA) *	São aquelas cujos usos e ocupações sejam incompatíveis com a proteção da área de afloramento do SAG e comprometam a quantidade ou a qualidade hídrica, exigindo intervenções de caráter corretivo	Não foram definidas

* áreas não representadas na escala do mapeamento realizado.

DIRETRIZES DO PDPA-SAG

DIRETRIZES PARA A PROTEÇÃO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI

Proteção das Águas Subterrâneas / Garantia da disponibilidade hídrica

**Saneamento
ambiental
nas áreas
urbanas e
rurais**

**Manutenção e
preservação
dos
remanescentes
de vegetação**

**Garantia da
disponibilida
de hídrica**

**Prevenção
dos
processos de
dinâmica
superficial**

**Disciplinamento
das atividades
com potencial de
contaminação**

**Orientação
para boas
práticas
agrícolas**

CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	SUBÁREAS	COMPREENDE	
ÁREA DE RESTRIÇÃO À OCUPAÇÃO (ARO)	Não foram definidas	- áreas de preservação permanente e de reserva legal nos termos disciplinados pela legislação pertinente * - Unidades de Conservação conforme categorias de proteção integral definidas pela do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC - outras áreas declaradas pelo Poder Público como de especial interesse para a preservação ambiental e dos recursos hídricos	

CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	SUBÁREAS	COMPREENDE	
ÁREA DE OCUPAÇÃO DIRIGIDA (AOD)	Subárea de cuestas	faixa de escarpas das cuestas basálticas	
	Subárea de proteção especial	áreas consideradas altamente vulneráveis à contaminação e destinadas à proteção e conservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos	
	Subárea de ocupação controlada	demais áreas da categorias da AOD	

CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	SUBÁREAS	COMPREENDE	
ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL (ARA) *	Não foram definidas	- áreas-fonte de sedimento; - aglomerações suburbanas (favelas); - lixões; - áreas degradadas por processos do meio físico (erosão, escorregamento, assoreamento, inundação), entre outras	

* áreas não representadas na escala do mapeamento realizado.

DIRETRIZES PARA AS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

Diretrizes para as Áreas de Intervenção

ARO	São admitidos nas AROs somente: - atividades de recreação e lazer, educação ambiental e pesquisa científica - saneamento ambiental - intervenções de interesse social - manejo sustentável da vegetação	
AOD	SUBÁREA DE CUESTAS	I - impedir a ocupação ou continuidade de práticas que resultem na supressão da vegetação, notadamente nos locais de relevo acentuado II - Impedir ocupações que promovam processos de movimentação de massa
	SUBÁREA DE PROTEÇÃO ESPECIAL	I - proibir a implantação de indústrias de alto risco ambiental e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou de extrema periculosidade II - proibir as atividades agrícolas que utilizem produtos tóxicos de grande mobilidade e que possam colocar em risco as águas subterrâneas III - adotar medidas restritivas para garantir a qualidade das águas do SAG
	SUBÁREA DE OCUPAÇÃO CONTROLADA	- Atender as diretrizes gerais e, quando for o caso, atender as diretrizes mais restritivas
ARA	Deve ser realizada a recuperação urbana e ambiental das áreas com uso incompatível ao estabelecido no PDPA	

CONSIDERAÇÕES FINAIS: AS CONCLUSÕES

1. O Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (PDPA-SAG) será o **primeiro PDPA** desenvolvido no Estado de São Paulo visando à proteção de um manancial subterrâneo;
2. O PDPA buscará contribuir para um **novo modelo de gestão coordenada**, que se baseia no fortalecimento da articulação entre as ações do Estado, dos Municípios e dos Comitês de Bacia Hidrográfica inseridos na área de afloramento do SAG no Estado de São Paulo, assim como com o CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos;

CONSIDERAÇÕES FINAIS: AS CONCLUSÕES

3. O mapeamento da **vulnerabilidade** à contaminação do SAG e do **perigo de contaminação** do SAG, assim como o mapa das **áreas de intervenção** são importantes ferramentas de gestão;
4. A experiência do mapeamento da vulnerabilidade na área de afloramento do SAG no Estado de São Paulo **representa apenas parte da área de afloramento** do SAG no Brasil, devendo auxiliar os mapeamentos nas demais áreas;
5. Os referidos mapeamentos **devem servir de suporte para a tomada de decisão dos gestores** ambientais, dos recursos hídricos e do planejamento territorial e urbano, visando à prevenção da contaminação em áreas vulneráveis do SAG e auxiliando o direcionamento da ocupação territorial;

6. **A caracterização do perigo de contaminação** demanda melhorias e avanços quanto a caracterização/mapeamento das fontes potenciais de contaminação (pontuais e difusas);
7. **Necessidade** de realização de **estudos detalhados** (ex: mapeamento geológico e hidrogeológico, estudos das propriedades e características físicas dos materiais que compõem o SAG, das propriedades hidrodinâmicas do aquífero, monitoramento da qualidade da água subterrânea, etc.);
8. **Necessidade** de se aprimorar os métodos de avaliação dos riscos/perigos de contaminação de fontes agrícolas, considerando-se variáveis pedológicas (classe, fase e textura Horizonte A; CTC; declividades; etc – Projeto Embrapa);
9. **Necessidade** de se discutir e implementar estratégias que possibilitem ampliar a quantidade de informações diretas de poços existentes na área de interesse.

GRATO PELA ATENÇÃO!!!

JOSÉ LUIZ ALBUQUERQUE FILHO

PESQUISADOR III, HIDROGEOLOGO, DR.

CETAE – CENTRO DE TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E ENERGÉTICAS

LABGEO – LABORATÓRIO DE RECURSOS HÍDRICOS E AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL

Fones: 11. 3767-4362 (direto) e 11.3767-4938 (secretária)

albuzelu@ipt.br

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DA APRM – SAG

Paulo Eduardo Alves
Camargo-Cruz

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DA APRM – SAG

Seminário “Utilização e Proteção das Águas
Subterrâneas”

São Paulo, 18 de abril de 2011.

**Coordenadoria de
Planejamento Ambiental**



**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE**



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**



Para a concretização do projeto da lei específica da APRM (Área de Proteção e Recuperação do Manancial) do Sistema Aquífero Guarani, dois desafios se apresentaram: 1) o uso da Lei nº 9866/97 (Lei de Proteção aos Mananciais) para um manancial de água subterrânea e; 2) a área a ser abrangida - que se apresenta como extremamente heterogênea - com esta lei, compreendendo 9 UGRHI, 105 municípios e população de mais de 4 milhões.



O projeto da lei específica foi construído pelo Grupo de Acompanhamento Técnico, formado por técnicos do IG, CETESB, DAEE e SMA. Sua implantação demandará articulação regional, junto aos Comitês de Bacia Hidrográfica, e integração nas suas dinâmicas políticas, técnicas e administrativas.



A proteção e recuperação do SAG no estado de São Paulo é o que norteia o projeto da lei específica. Os instrumentos de planejamento e gestão da APRM-SAG são considerados eficazes para a realização dos objetivos presentes. Entre eles destacamos: O Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA), desenvolvido conforme os princípios da Lei nº 9.866/97; O estabelecimento de Áreas de Intervenção com normas, diretrizes e procedimentos para planejamento e gestão; e a necessidade de Licenciamento e Compensação - urbanística, sanitária e ambiental – para quaisquer empreendimentos, obras, usos e atividades na APRM-SAG.



Os outros instrumentos previstos no projeto de lei específica da APRM-SAG auxiliarão igualmente na manutenção, planejamento e proteção da zona de afloramento do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo.



Áreas de Intervenção: No projeto de lei da APRM-SAG está prevista a instituição de Áreas de Restrição à Ocupação (ARO), Áreas de Ocupação Dirigida (AOD) e Áreas de Recuperação Ambiental (ARA).



Áreas de Restrição à Ocupação (ARO): Consideradas de especial interesse para a proteção dos recursos hídricos destinados ao abastecimento público e à preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais.



Áreas de Ocupação Dirigida (AOD): aquelas de interesse para consolidação ou a implantação de usos urbanos ou rurais, condicionados a critérios que compatibilizem a proteção das águas em situação de vulnerabilidade e a manutenção da recarga natural. Foi dividida em três categorias:

Área de Ocupação Dirigida	Descrição	Área Total (Km ²)	% na APRM-SAG
I – Subárea de Cuestas	Compreende a faixa de escarpas das cuestas basálticas presentes na área da APRM-SAG.	1.296,90	4,86
II – Subárea de Proteção Especial	Compreende as áreas consideradas altamente vulneráveis à contaminação e destinadas à proteção e conservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.	3.754,93	14,38
III – Subárea de Ocupação Controlada	Compreende as demais áreas da categoria AOD.	20.901,00	80,08



Áreas de Recuperação Ambiental (ARA): compreende o grupo de áreas com ocupação em condições incompatíveis com a proteção da APRM-SAG, comprometendo a quantidade e/ou a qualidade hídrica das suas águas, exigindo intervenções de caráter corretivo.



O Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) da APRM-SAG englobará vários aspectos ambientais e sociais, especificados nas suas diretrizes gerais visando o planejamento das ações na área de afloramento. A obrigatoriedade da sua revisão a cada quatro anos é fundamental e possibilitará uma oportunidade única para tornar concretas as ações de proteção e conservação do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo.



Paulo Eduardo A. Camargo-Cruz

(11) 3133-4161 pauloeacc@ambiente.sp.gov.br

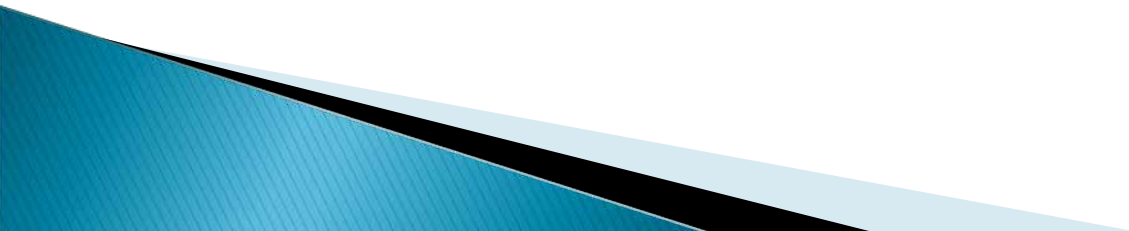
Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Zona de Uso Especial do Aquífero Guarani – Ribeirão Preto

Marco Antonio Sanchez
Artuzo

Seminário “Utilização e proteção das águas subterrâneas”



1 - Apresentação

O presente relatório visa orientar o andamento do Inquérito Civil nº 744/08, do GAEMA – Grupo de Atuação Especial de Defesa do Meio Ambiente – Núcleo Pardo, do Ministério Público do Estado de São Paulo, bem como o andamento de outros procedimentos no âmbito do MP-SP que versam sobre a matéria aqui tratada. O relatório foi produzido pelo Grupo de Trabalho da Zona de Uso Especial – GT ZUE, cuja composição e atribuições foram determinadas no âmbito do referido Inquérito Civil.

Conforme a exposição e a orientação proferida pelo Promotor de Justiça que preside o inquérito civil, Dr. Marcelo Pedroso Goulart, no início do ciclo de reuniões técnicas, trata-se aqui da necessidade de estabelecer normas e procedimentos relacionados ao uso e a ocupação do solo na ZUE de Ribeirão

1 - Apresentação

Preto (Zona Leste), região que corresponde à zona de recarga do aquífero Guarani, bem de interesse difuso e intergeracional, do qual se extrai toda a água para o abastecimento de Ribeirão Preto.

O GT ZUE é composto por técnicos de órgãos ambientais estaduais (Cetesb – Agência Ambiental Estadual e DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica), técnicos de diferentes secretarias da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, técnicos do DAERP (autarquia municipal responsável pela gestão da água e do esgoto), pesquisadores do IPT – Instituto de Pesquisas e Tecnologia, do IG/USP, do Instituto Geológico da Universidade de São Paulo – IG/USP, da Escola de Engenharia da USP de São Carlos, e representantes do SINDUSCON – Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Estado de São Paulo – Regional Ribeirão Preto, da AEAARP - Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de RP, da ACI – Associação Comercial e Industrial de Rib. Preto, da FIESP/ CIESP/ SindusCon/ SENAI, da Associação Cultural e Ecológica “Pau-Brasil”, do Instituto Práxis de Políticas Públicas e Cidadania e do Núcleo de Estudos de Política Ambiental da FFCL-RP, da Universidade de São Paulo.

1. Apresentação

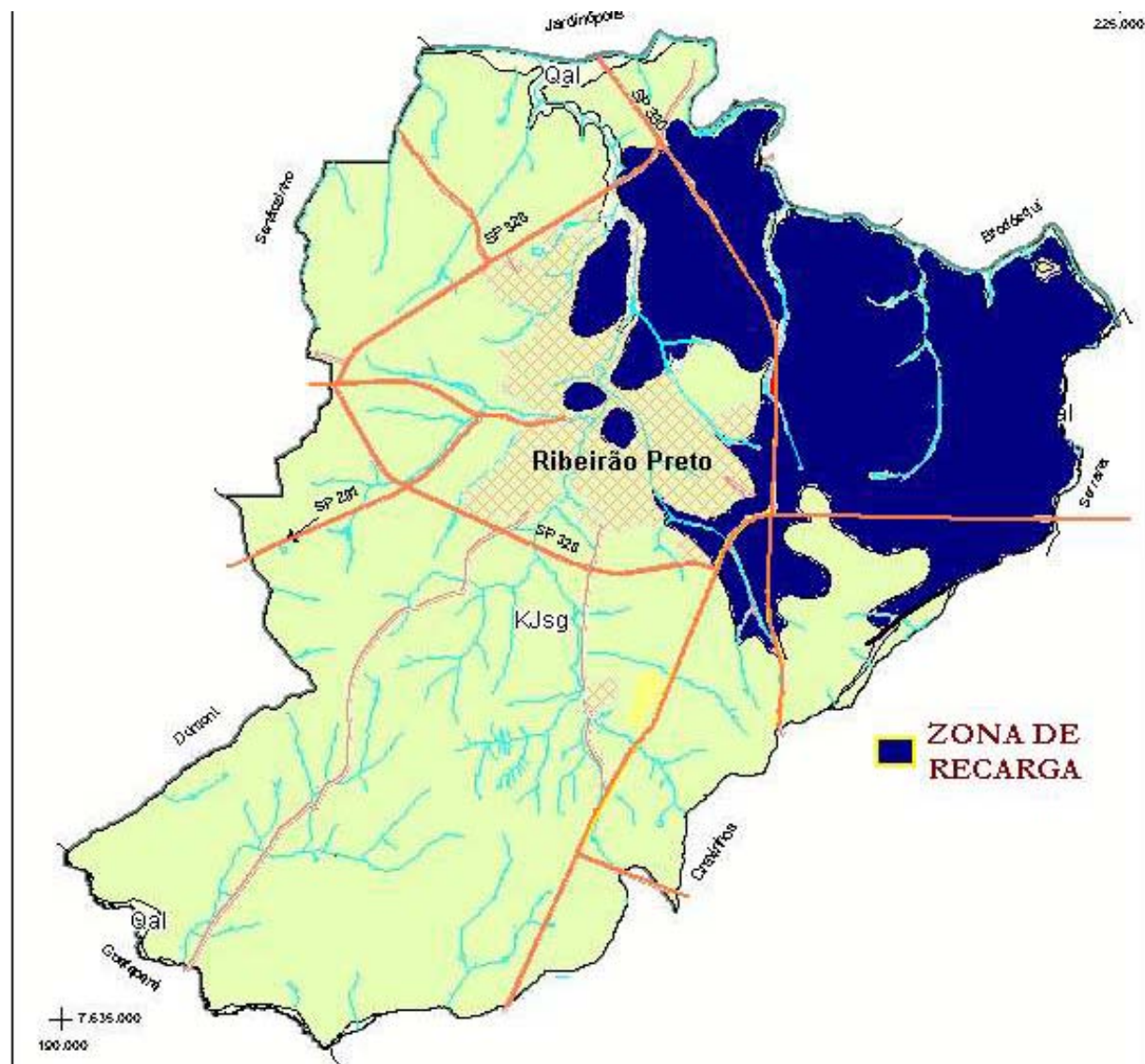


Fig. 1 – Área de recarga do Aquífero Guarani em Ribeirão Preto
(Fonte: Sistema de Informações para o Gerenciamento Ambiental da Área de Recarga do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo – adaptado de Sinelli, 1973).

2 - Diagnóstico

Tabela 1 – Passivo ambiental e urbanístico da ZUE	
2.1. Lixões	2.1.1 Lixão de Serrana 2.1.2 Lixão do Jardim Juliana 2.1.3 Lixão do Jardim das Margaridas
2.2. Esgoto - saneamento básico inexistente	2.2.1 Recreio Internacional 2.2.2 Condomínio Chácaras Internacional 2.2.3. Portal dos Ipês 2.2.4. Chácaras Hípica 2.2.5. Recreio Itanhangá
2.3. Esgoto - problemas nos sistemas de coleta e afastamento	2.3.1. Sub-dimensionamento e/ou deficiência na manutenção do afastamento dos núcleos urbanos dotados de rede de coleta, tais como: 2.3.1.1 Região localizada na estrada do Piripau (do Jd. Juliana até o Interlagos) 2.3.1.2. No trecho compreendido entre o Pq. dos Servidores e a Via Anhanguera especialmente entre o Pq. dos Lagos e a Via Anhanguera 2.3.1.3 Rede de esgotos na av. Henry Nestle o Jd. Helena e o Jd. Interlagos 2.3.1.4. Rua Pedro Barbieri 2.3.2. Deficiência operacional na EEE Parque dos Servidores 2.3.3. Interligações irregulares em bairros como o Jd. Cândido Portinari, o Pq. Dos Servidores e o Complexo Ribeirão Verde 2.3.4. Interceptor de esgotos do córrego Tanquinho comprometido
2.4. Resíduos sólidos	2.4.1. Grandes depósitos irregulares de resíduos sólidos (entulho, lixo doméstico, industrial, carga orgânica, etc) 2.4.1.1. Vila Hípica / Av. Mogiana, 2.4.1.2. Projeto Jardim das Margaridas 2.4.1.3. Av. Costa e Silva (Quintino II) 2.4.2 Poluição difusa por deposição irregular de resíduos sólidos em diferentes pontos em toda a ZUE.
2.5. Drenagem urbana	2.5.1. Trechos inundáveis de vias públicas, tais como: 2.5.1.1 estrada do Piripau (trecho da bacia endorreica) 2.5.1.2 av. Henry Nestlé (trecho Anhanguera) 2.5.1.3 rua Pedro Barbieri
2.6. Malha viária	2.6.1. Viaduto de transposição da Via Anhanguera (Av. Guadalajara ↔ Av. Henry Nestle) 2.6.2. Dispositivo de entroncamento da Rodovia Anhanguera; Abraão Assed, Antonio Machado Sant'ana e Avenida Castelo Branco 2.6.3. Duplicação da av. Henry Nestle entre a via Anhanguera e o Jd. Juliana 2.6.4. Duplicação e adequação da estrada do Piripau entre o Jd. Palmeiras II e o Jd. Interlagos 2.6.5. Regularização da estrada Antônia Mugnatto Marincek (Estrada das Palmeiras / trecho Anhanguera ↔ Rib. Verde) 2.6.6. Adequação da rua Pedro Barbieri (Vila Abranches ↔ Hípica) 2.6.7. Complementação da malha viária necessária para a implementação do novo plano de urbanização. 2.6.8 Via de ligação dos núcleos urbanos separadas pela Fazenda da Barra, com 33 metros de largura, ao longo da faixa de alta tensão que separam o assentamento Índio Gaudino e a mata que compõem a reserva legal do imóvel rural.

3 - Divisão ou setorização da ZUE

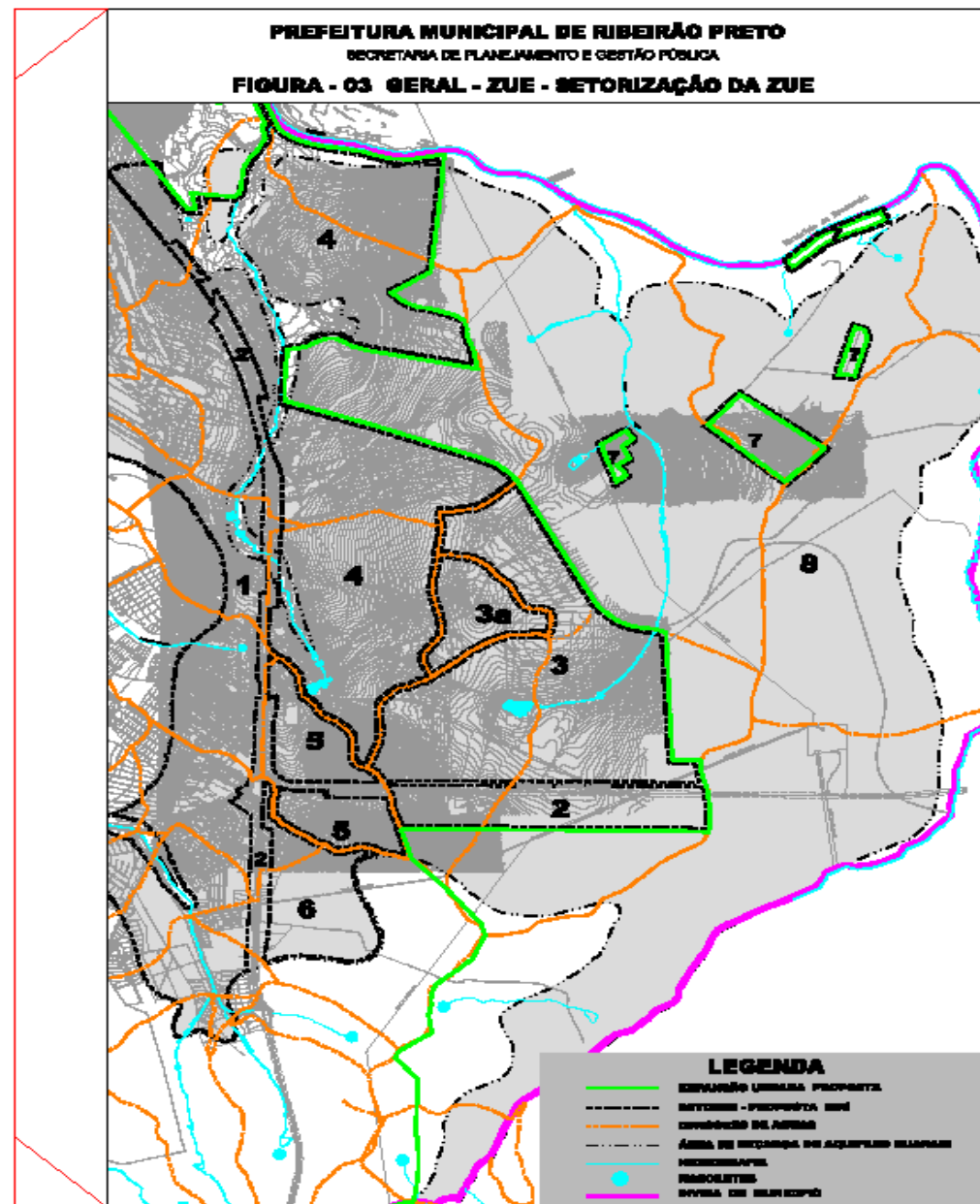


Figura 3 – Setores que compõem a ZUE

Fonte: Departamento de Planejamento e Gestão Pública da PMRP.

3 - Divisão ou setorização da ZUE

Tabela 2 – Descrição dos setores da ZUE	
Setor 1	Corresponde a área de ZUE interna à rodovia Anhanguera. Abrange regiões sem limitações para a urbanização, uma vez que atendidas por rede de coleta e afastamento de esgotos.
Setor 2	Corresponde a uma faixa de 100 metros ao longo das margens, direita e esquerda da Rodovia Anhanguera e, a uma faixa de 100 metros, ao longo da margem esquerda, e de 500 metros ao longo da margem direita da Rodovia Abraão Assed, sentido Ribeirão-Serrana, faixa esta limitada aos divisores de bacia do córrego Palmeiras I e do córrego Palmeiras II.
Setor 3	Corresponde ao trecho da microbacia Palmeiras II com urbanização consolidada, limitado pelo traçado da linha férrea (Recreio Internacional, Condomínio Chácaras Internacional, Portal dos Ipês, Recreio Itanhangá e Chácaras Hípica).
Setor 3-A	Área inundável da bacia endorreica localizada entre o Recreio Itanhangá e o Jardim Helena, cortada pela estrada do Piripau. Apresenta limitação para a urbanização na porção inundável (parte mais baixa que inclui ainda um trecho da estrada Piripau)
Setor 4	Área externa à rodovia Anhanguera e Anel Viário, situada na microbacia do córrego Palmeiras I e parte da microbacia que drena diretamente para o rio Pardo no trecho situado entre a ultima rua dos loteamentos Divá Tarlá e Antônio Palloci.
Setor 5	Área externa à rodovia Anhanguera e Anel Viário, situada na parte da microbacia do córrego Tanquinho externa ao Anel Viário.
Setor 6	Área de ZUE externa à Rodovia Anhanguera e Anel Viário, situada na microbacia do Retiro Saudoso.
Setor 7	Ihas isoladas de urbanização, constituída pelos condomínios Mil Pássaros, Patrimonial Campestre, condomínio Ouro Verde e outros.
Setor 8	Zona Rural, situada em área externa ao limite de expansão urbana, incluindo trechos não urbanizados das microbacias Palmeiras I e II até o rio Pardo.

4 - Diretrizes

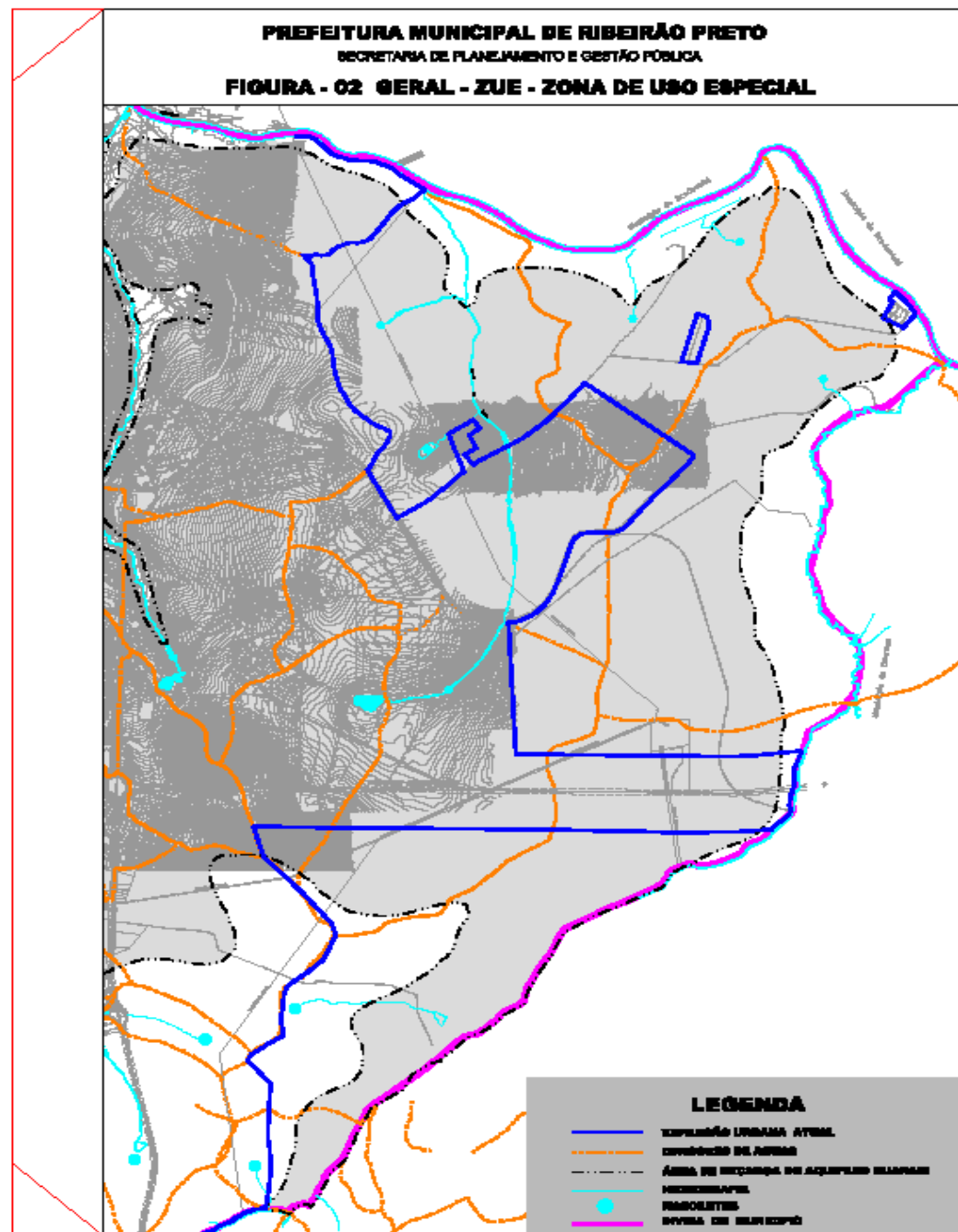
Considerando a vulnerabilidade da região e a deficiência de infra-estrutura urbana, premissas relacionadas no item 2.2, bem como a análise das sugestões apresentadas pelos técnicos da Prefeitura Municipal, o GT ZUE estabeleceu as diretrizes abaixo relacionadas como condições necessárias para a implantação de novos parcelamentos ou empreendimentos

4.1 - Diretrizes - Revisão e Definição do Perímetro Urbano

- } O limite da Zona de Expansão Urbana deve ser revisto no trecho localizado entre o rio Pardo e a rodovia Abraão Assed, sendo dela excluída a porção não urbanizada do córrego das Palmeiras II, mantendo-se as ilhas isoladas de urbanização existentes que compõem o Setor 7.

Expansão Urbana Atual

Figura 2 – Zona de Expansão Urbana atual
Fonte: Departamento de Planejamento e Gestão Pública da PMRP.



Expansão Urbana Propo

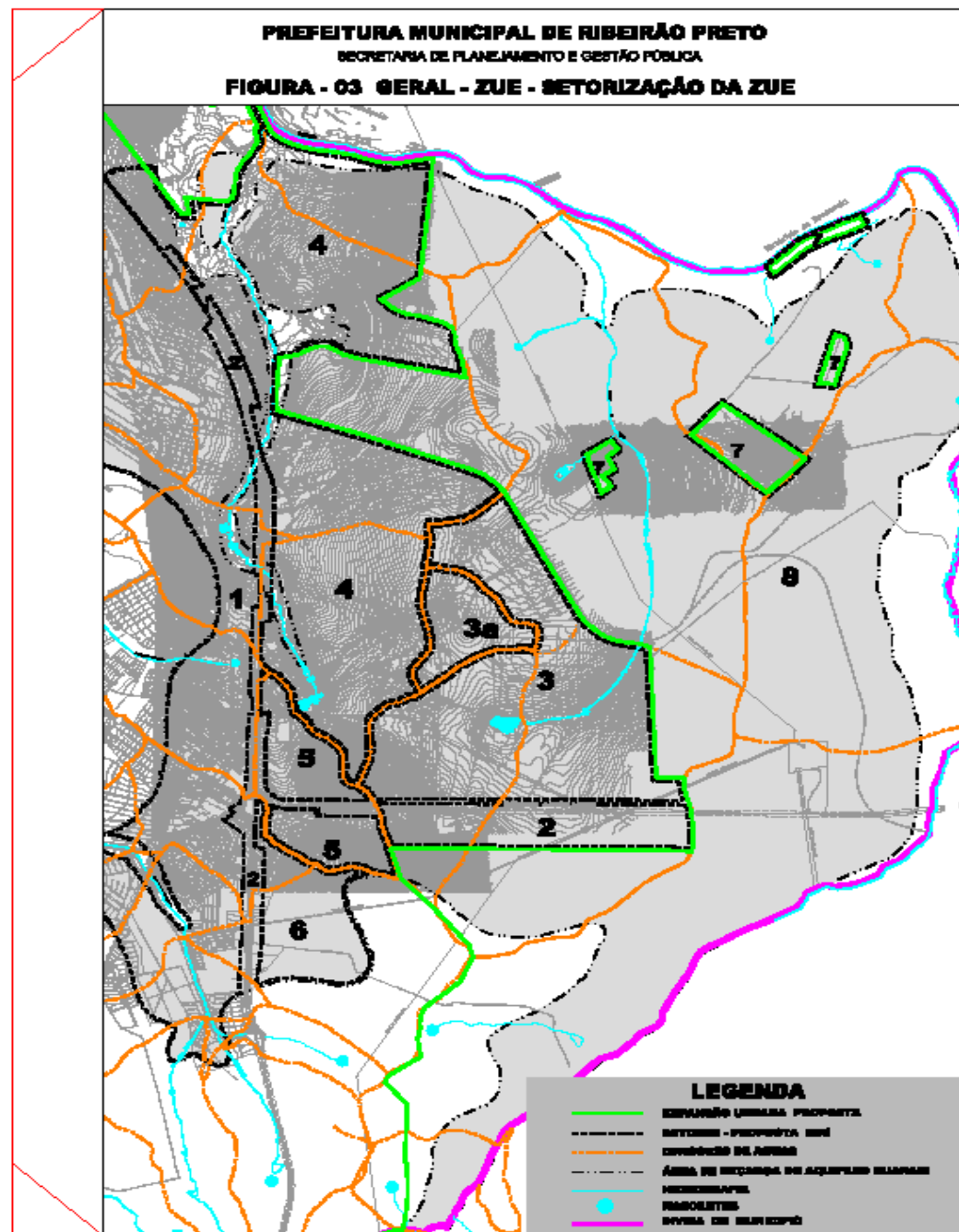


Figura 3 – Setores que compõem a ZUE
Fonte: Departamento de Planejamento e Gestão
Pública da PMRP

4 - Diretrizes

} 4.2 – Diretrizes gerais

} Consideradas as premissas relacionadas no item 2.2 e após análise e ampla discussão das propostas apresentadas pelos técnicos da Prefeitura Municipal, o GT ZUE estabeleceu as diretrizes abaixo relacionadas como condições necessárias para a implantação de novos loteamentos ou empreendimentos.

} **4.2.1.** Os novos empreendimentos deverão estar interligados obrigatoriamente ao sistema público de abastecimento de água, ao sistema público de coleta, afastamento e tratamento de esgotos sanitário e serão servidos pelo sistema público de coleta de lixo. A ocupação por atividades urbanas estará restrita às áreas das microbacias atendidas pela ETE Caiçara (Palmeiras I e parte do Palmeiras II) e ETE Ribeirão Preto (microbacia do Retiro Saudoso e Tanquinho).

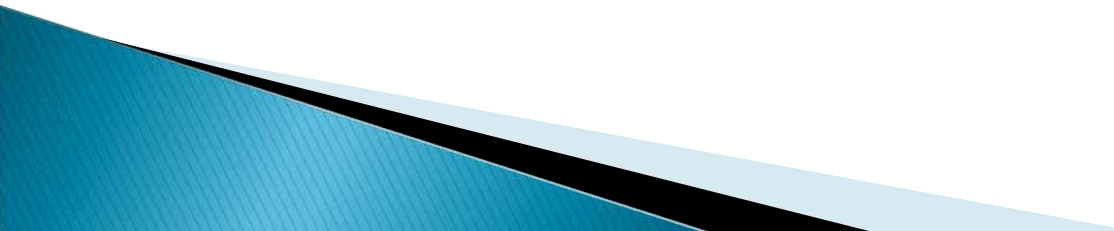
} **4.2.2** A instalação de estações elevatórias de esgotos são admitidas apenas para solucionar os passivos ambientais de esgotos domésticos existentes nos Setores 3 e 3-a (tabela 1) e para a urbanização prevista, neste documento, nos Setores 2 e 3 (tabela 2).

4 - Diretrizes

4.2 – Diretrizes gerais

- } 4.2.3 A coordenação da solução dos passivos ambientais de esgotos domésticos existentes nos Setores 3 e 3-a será de responsabilidade do Daerp.
- } 4.2.4 Deverão ser respeitadas as faixas de drenagem (talvegues naturais) indicadas no mapa anexo, conforme artigo 277 da LC 1.616/2004 (Código Municipal do Meio Ambiente).
 - } 4.2.4.1 As faixas de drenagem deverão ser dimensionadas conforme o plano de macrodrenagem.
 - } 4.2.4.2 As faixas de drenagem deverão estar associadas a dispositivos de retenção e infiltração de água.

4 - Diretrizes

- } **4.2.5** O município deverá promover a realização dos estudos de macrodrenagem da ZUE, cujos resultados devem definir: o dimensionamento das faixas de drenagem, a demanda por reservação e outros parâmetros. Nenhum empreendimento poderá ser aprovado na região sem que estes parâmetros sejam definidos pelo **plano de macrodrenagem**.
 - } **4.2.6** Até a aprovação do plano de macrodrenagem e das novas diretrizes que regularão o uso e a ocupação do solo na Zona Leste, a Prefeitura Municipal exigirá de todo e qualquer empreendimento de parcelamento do solo a apresentação de um Estudo de Impacto Ambiental, haja vista o risco significativo de impactos na zona de recarga do aquífero Guarani.
 - } **4.2.7** Até que sejam finalizados os estudos previstos no item 6 (áreas de exclusão), não poderá ser ocupada a área correspondente à faixa de 30 metros no entorno dos depósitos de lixo.
- 

4 - Diretrizes

- } **4.2.8** As medidas de mitigação de possíveis efeitos danosos dos antigos depósitos de lixo urbano ficam sujeitas ao licenciamento ambiental do município cujos estudos deverão estar em conformidade com os critérios da CETESB.
- } **4.2.9.** São de observância obrigatória os critérios urbanísticos estabelecidos pela Lei Complementar 2157/2007 e 2158/2007 para a Zona de Urbanização Restrita quanto a dimensões mínimas dos lotes.
- } **4.2.10** Será permitida a implantação de empreendimentos que ultrapassem o gabarito básico, desde que observada a restrição quanto à densidade populacional líquida de 650 hab/ha e os demais parâmetros da legislação em vigor, limitando-se o gabarito a 21 metros de piso a piso

4 - Diretrizes

- } 4.2.11. Para os futuros parcelamentos ou empreendimentos, deverá ser priorizada pela Prefeitura Municipal a formação de grandes sistemas de lazer contemplativos e/ou recreativos (sistema de áreas verdes) visando-se otimizar a infiltração da água no solo.
- } 4.2.12. Como requisito mínimo para a implantação dos sistemas de áreas verdes deverão ser preservadas, em qualquer empreendimento, as áreas de várzeas, APPs e remanescentes de vegetação natural.
- } 4.2.13. Na análise e aprovação de qualquer novo parcelamento ou empreendimento será priorizada a implantação de áreas verdes que promovam a interligação entre os parques lineares e os fragmentos florestais remanescentes.
- } 4.2.14 Para a implantação de novos parcelamentos ou empreendimentos será exigida a reserva e proteção de áreas verdes conforme especificado no artigo 155 (reserva de 35% da gleba a ser destinado ao Sistema de Áreas Verdes) e artigo 168 (proteção dos remanescentes de vegetação natural) da LC 1616/2004 e artigo 83, inciso III, da LC 2157/2007

Fonte: Departamento de Planejamento e Gestão Pública da PMRP.

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.1 – Diretrizes para o Setor 1

- } Não há diretrizes adicionais para o Setor 1, no qual é bastante a aplicação da legislação vigente.

}

} 4.3.2 – Diretrizes para o Setor 2

}

- } Considerada a vocação exclusivamente comercial e de prestação de serviço desse setor:

- } 4.3.2.1 admitir-se-á atividades com Índice de Risco Ambiental (IRA) até 1,5 na faixa com 100 metros de largura ao longo das rodovias;
- } 4.3.2.1.1 essa faixa será estendida para 500 metros na margem direita da rodovia Abraão Assed, sentido Ribeirão Preto-Serrana;
- } 4.3.2.2 as atividades industriais instaladas limitar-se-ão àquelas que não geram efluentes ou poluentes e àquelas que não utilizam e/ou geram grandes volumes de água;
- } 4.3.2.3 todo e qualquer empreendimento implantado ou a ser implantado deve reservar faixa permeável na confrontação com o Setor 3, com pelo menos 20 metros de largura, a ser totalmente arborizada (artigo 95 da LC 2157/07);

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.3 – Diretrizes para o Setor 3

}

} Considerando o passivo ambiental existente nesse Setor (Tabela 1) a urbanização deve contemplar, no mínimo, os itens abaixo relacionados:

}

} **4.3.3.1** Desativação da Estação Elevatória de Esgotos - EEE do Parque dos Servidores com o afastamento dos esgotos até uma EEE, que atenda aos requisitos previstos no item 4.3.3.1.1.

}

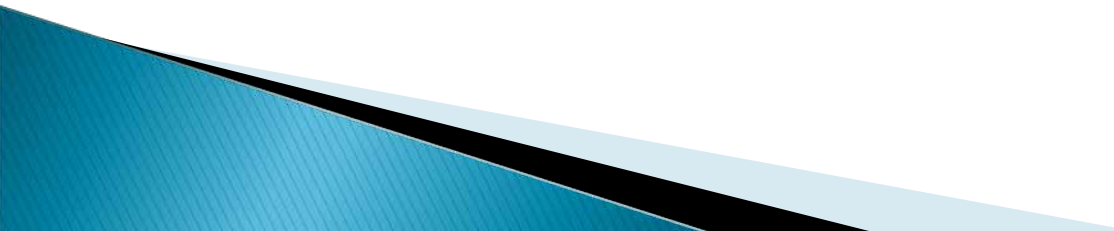
} **4.3.3.1.1** A EEE prevista no item 4.3.3.1 deverá:

} atender à demanda dos setores 2 e 3, em áreas já ocupadas;

} atender aos empreendimentos da Bacia do Palmeiras II na área de ocupação urbana definida neste documento;

} atender exclusivamente ao estabelecido no item 4.2.2;

} ser licenciada por meio das licenças prévia, de instalação e de operação.



4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.3 – Diretrizes para o Setor 3

- } 4.3.3.2 Implantação das redes coletoras de esgoto nos parcelamentos denominados Recreio Internacional, Portal dos Ipês, Chácaras Internacional, Recreio Itanhangá e Chácaras Hípica, nos limites das respectivas áreas, com afastamento até a rede pública (sistema referido no item 4.3.3.1.)
- } 4.3.3.2.1 Na impossibilidade técnica de implantação da rede coletora, admitir-se-á outra solução, a ser aprovada pela CETESB e que atenda às premissas estabelecidas neste documento.
- } 4.3.3.3 A responsabilidade do Daerp pela coordenação da solução dos passivos ambientais de esgotos domésticos existentes nos Setores 3 e 3-a.
- } 4.3.3.4 O Poder Público deverá delimitar e gerenciar as áreas dos antigos depósitos de lixo, bem como adotar as normas de ocupação do seu entorno de acordo com o item “Áreas de Exclusão”.
- } 4.3.3.5 Implantação, pelo condomínio Portal dos Ipês, das medidas estruturais determinadas no plano de macrodrenagem, demolição das edificações situadas nas áreas de preservação permanente e sua recomposição arbórea.
- } 4.3.3.6 Implantação de um macrossistema de áreas verdes que deverá incluir parte das áreas de exclusão do lixão do Jardim Juliana, parte das áreas de drenagem e áreas lindeiras.

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

- } **4.3.4 – Diretrizes e exigências para o Setor 3-A**
- } Na área da microbacia endorreica, delimitada pelos seus divisores de água (figuras 3, 4 e 5) e cortada pela estrada do Piripau, devem ser observadas as exigências e diretrizes que seguem:
- } 4.3.4.1 O Poder Público Municipal deverá atuar, estimular e coordenar ações imediatas para:
 - } a solução dos problemas relacionados à drenagem pluvial,
 - } a coleta e afastamento de esgotos,
 - } a adequação do trajeto da estrada do Piripau no trecho inundável.
- } 4.3.4.2. Não será permitida a implantação de novos parcelamentos do solo na área da bacia endorréica, conservando-se e preservando-se a sua condição de permeabilidade visando a recarga do aquífero Guarani, admitindo-se a sua destinação para compensações florestais, tais como parques e sistemas de áreas verdes.
- } 4.3.4.3 Os limites da bacia endorréica serão definidos por levantamento topográfico detalhado a constar do plano de macrodrenagem.

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.5 – Diretrizes para o Setor 4

- } 4.3.5.1 Todo e qualquer projeto de urbanização ou ocupação deste setor deverá prever a interligação dos esgotos ou outros efluentes à rede pública de esgotos.
- } 4.3.5.2 Deverá ser projetado e implementado o Parque Linear do córrego das Palmeiras, constituído pela várzea e área de preservação permanente (APP) desse curso d'água.
- } 4.3.5.3 Deverá ser recomposta com espécies nativas regionais a área de preservação permanente da lagoa do Saibro, interligando -a aos remanescentes de vegetação nativa a montante, estendendo -se até o Jardim Juliana.
- } 4.3.5.4 A PMRP deverá realizar o levantamento topográfico, no âmbito do estudo de macrodrenagem, para definir com exatidão a dimensão da várzea do córrego das Palmeiras I e do rio Pardo. Para tanto, a Prefeitura Municipal deverá incluir essa demanda do Plano de Macrodrenagem.
- } 4.3.5.5 A PMRP deverá definir e dimensionar as faixas de drenagem, bem como definir os mecanismos para disciplinar a vazão nessas faixas.
- } 4.3.5.6 Os diferentes bairros já existentes no Setor devem ser interligados com o restante da cidade, mediante a construção de transposições e acessos na rodovia Anhanguera, observadas as diretrizes viárias e ambientais.
- } 4.3.5.7 A fazenda da Barra, já efetivamente destinada para assentamentos da reforma agrária, deverá ser integralmente incluída na zona rural do município, garantindo -se a interligação dos núcleos urbanos por ela cortados mediante a implantação de via pública, com 33 metros de largura, ao longo da faixa de alta tensão que separa o assentamento Índio Galdino da mata que compõe a reserva legal daquele imóvel rural. Essa via pública deverá ser transferida para a titularidade do município.

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.6 – Diretrizes para o Setor 5

}

} 4.3.6.1 A faixa de drenagem existente nesse setor deve ser conservada e seu escoamento deve ser compatibilizado com o sistema público de drenagem na microbacia.

}

} 4.3.6.2 O esgoto sanitário coletado nesse Setor deverá ser afastado para a ETE Ribeirão Preto, fazendo-se para tanto necessária a transposição da via Anhanguera com dimensionamento adequado para atender a urbanização prevista.

}

} 4.3.6.3 Tendo em vista que o setor corresponde à cabeceira da microbacia do córrego Retiro Saudoso, que já registra ocorrência de alagamentos e inundações a jusante, a exigência de retenção do deflúvio pelos empreendimentos deve ser calculada de forma a resultar em vazão inferior àquela natural.

}

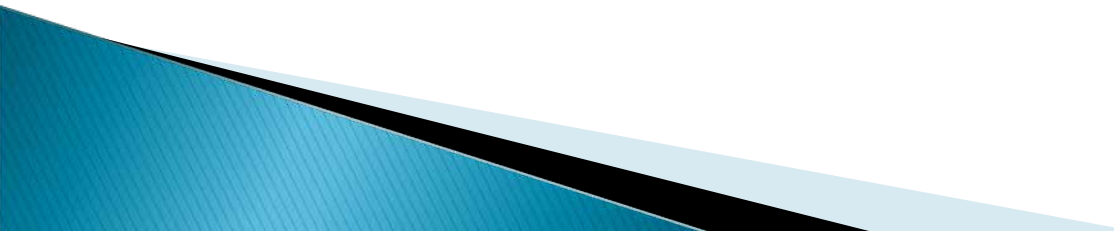
} 4.3.6.4 A grande demanda viária do setor exige a execução da transposição da via Anhanguera ligando a av. Henry Nestlé à av. Guadalajara, conforme a tabela de passivos (Tabela I).

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.7 – Diretrizes para o Setor 6

- } 4.3.7.1 A faixa de drenagem existente nesse setor deve ser conservada e seu escoamento deve ser compatibilizado com o sistema público de drenagem na microbacia do córrego do Retiro Saudoso, observadas as propostas inclusas no Plano de Macrodrenagem.
- } 4.3.7.2 O esgoto sanitário coletado nesse Setor deverá ser afastado para a ETE Ribeirão Preto, com a necessária transposição da via Anhanguera, observado o dimensionamento adequado para atender a urbanização prevista.
- } 4.3.7.1 Tendo em vista que o setor corresponde à cabeceira da microbacia do córrego do Retiro Saudoso, que já registra ocorrência de alagamentos e inundações a jusante, a exigência de retenção do deflúvio pelos empreendimentos deve ser calculada de forma a resultar em vazão inferior àquela natural.

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

- } **4.3.8 – Diretrizes para o Setor 7 (Ilhas de urbanização consolidada)**
 - } 4.3.8.1 A inclusão dos parcelamentos irregulares existentes na área rural (deste setor) não implica reconhecimento da sua regularização.
 - } 4.3.8.2 Esses parcelamentos não poderão ser ampliados e devem apresentar sistemas isolados de tratamento de esgotos de acordo com as normas técnicas vigentes, bem como sistema adequado de coleta e destinação de resíduos sólidos urbanos e sistema coletivo de abastecimento de água.
 - } 4.3.8.3 Os poços tubulares profundos ou do tipo cacimba ou cisterna deverão ser regularizados junto ao órgão ambiental competente (DAEE).
 - } 4.3.8.4 As edificações existentes em áreas de preservação permanente deverão ser demolidas visando a recomposição da vegetação natural.
- 

4.3 – Diretrizes adicionais para os diferentes setores

} 4.3.9 – Diretrizes para o Setor 8

- } O Setor 8 abrange a zona rural do município de Ribeirão Preto e, em razão dessa condição, as diretrizes serão estabelecidas em outro fórum, a ser convocado oportunamente.

5 - APA Municipal – Captação e tratamento de água

- } 5 – Reserva de áreas para captação e tratamento de água
- } Em parte da bacia do córrego Palmeiras II e em parte da várzea do rio Pardo recomenda-se a realização de estudos para definição e criação de uma área de proteção ambiental destinada a prevenir a ocorrência de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, além de preservar as condições ideais para a implantação de “sítios de água” e um sistema de captação superficial e tratamento de água para o abastecimento público.
- } No entorno dos fragmentos de vegetação natural deve ser mantida uma faixa permeável destinada à implantação de poços tubulares profundos visando o abastecimento público (sítios d'água).

6. Áreas de Exclusão

- } Para os fins delineados no presente relatório entende-se por áreas de exclusão aquelas que apresentam características ou peculiaridades que impedem ou tornam não recomendável a sua urbanização ou exigem a adoção de diretrizes específicas. Dentre essas características ou peculiaridades foram consideradas a proximidade a fontes de contaminação (ETE, EEEs, antigos lixões, etc) e a proximidade a poços artesianos, dentre outras.
- } As restrições que se aplicam para as áreas de exclusão sobrepõem-se às normas de todos os setores onde elas ocorrem

6. Áreas de Exclusão

- } **6.1. São consideradas áreas de exclusão:**
- } 6.1.1. as áreas ocupadas pelo lixão de Serrana, lixão do Jardim Juliana e lixão da fazenda Santa Margarida e seus respectivos entornos;
- } 6.1.2. o entorno das estações elevatórias de esgotos – EEEs;
- } 6.1.3. as áreas aterradas ou soterradas com resíduos sólidos (entulho + lixo) nos termos da LF 6.766/79;

6. 2. Diretrizes para Áreas de Exclusão

} 6.2.1 – Lixões

- } Nas áreas de exclusão localizadas no entorno dos lixões de Serrana e do Jardim Juliana e projeto Jardim Margaridas, Jardim das Palmeiras I e II e Parque dos Servidores serão observadas as diretrizes abaixo relacionadas:
- } 6.2.1.1. promoção, pelo Município, de estudos e ações de gerenciamento objetivando as efetivas mitigações e delimitações destas áreas em conformidade com a legislação pertinente;
- } 6.2.1.2. licenciamento ambiental de atividades nestas áreas, exigindo-se a apresentação da análise de risco de áreas contaminadas e de contaminação da água subterrânea, observado, no que for aplicável, o disposto na Resolução CRH 52/2005.
- } 6.2.1.3. proibição da perfuração de novos poços tubulares profundos a menos de 1 km dos lixões, até definição de estudos técnicos de distância segura (princípio da precaução).

6. 2. Diretrizes para Áreas de Exclusão

} 6.2.2 – Estações Elevatórias de Esgotos - EEEs

} Nas áreas de exclusão correspondentes ao entorno das estações elevatórias de esgotos serão observadas as diretrizes abaixo relacionadas:

} 6.2.2.1 Deverá ser definido, por meio de estudos de licenciamento ambiental, um afastamento mínimo de 50 metros para a execução de operações de manutenção e prevenção de riscos de transbordamentos e vazamentos.

} 6.2.2.2 As EEEs deverão ser obrigatoriamente dotadas de sistemas autônomos de geração de energia.

ROTEIRO ORIENTATIVO PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PROTEÇÃO DE POÇO

Mara Akie Iritani



Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos

ROTEIRO ORIENTATIVO PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PROTEÇÃO DE POÇO

Seminário “Utilização e proteção das águas subterrâneas”

São Paulo, 18 de abril de 2011

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO GEOLÓGICO

CADERNOS DO PROJETO AMBIENTAL ESTRATÉGICO AQUIFEROS

Número 2

ROTEIRO ORIENTATIVO PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE
PROTEÇÃO DE POÇO



São Paulo 2010

Objetivo:

Auxiliar os Municípios na
implementação da área de
proteção de poços

Contéudo:

- conceitos básicos
- parâmetros hidrogeológicos
- proposta de Perímetro de Alerta

Elaboração do Texto:

IG/SMA – Mara Akie Iritani
Sibele Ezaki

Colaboração:

CETESB – Cláudio L. Dias
IGc/USP – Ricardo Hirata
IPT – Ana Maciel Carvalho

Participantes das discussões nas reuniões do Projeto Aquíferos:

- * **CETESB** - Elzira D. Barbour; Rosângela P. Modesto
- * **CPLA** - André Kovacs
- * **CPRM** - Armando T. Takahashi
- * **CRHi/SMA** - Gerônimo A. Rocha; Célia A. Surita
- * **CVS** - Luis Sérgio O. Valentim
- * **EESC/USP** - Heraldo Campos
- * **DAEE** - José Eduardo Campos; Osmar José Gualdi
- * **IG/SMA** - Amélia J. Fernandes; Claudia L. Varnier; Carla Veiga da Silva,
Geraldo H. Oda ; Luciana M. R. Ferreira
- * **IGCE/UNESP** - Márcia R. Stradioto
- * **IPT** - José Luiz Albuquerque Filho
- * **PROCAM/USP** - Pilar Carolina Villar
- * **SMA** - Maria Ribeiro G. de Assumpção ; Marta T. Deucher

Área de Proteção de Poço

- * **Concepção:** surgiu com programas governamentais da Europa e Estados Unidos
- * **Limite:** considera um perímetro no entorno da captação que delimita as águas de recarga do aquífero que contribuem diretamente para o poço
- * **Princípio:** baseia-se no controle e restrição do uso e ocupação do solo e da água na área de proteção do poço



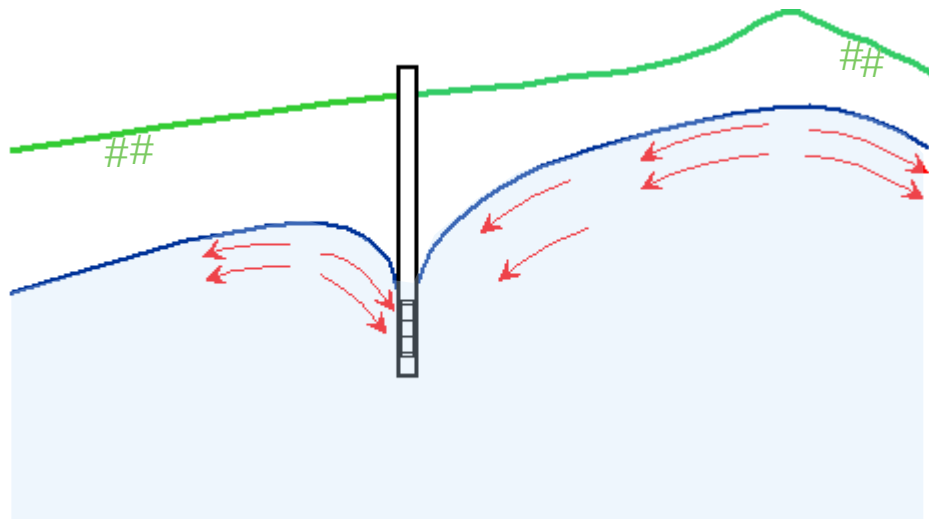
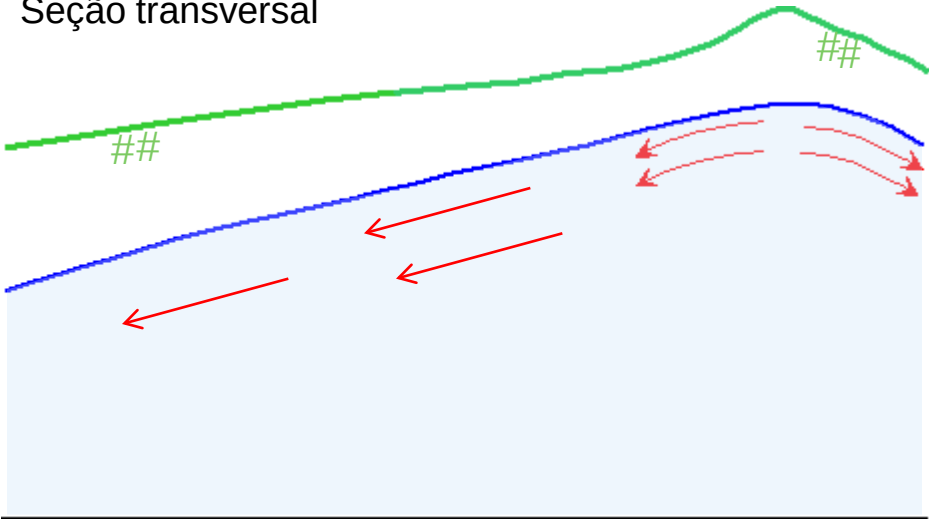
Exemplos em outros países

País	Perímetros de Proteção			
Alemanha	<u>Zona I</u> Raio de 20 m	<u>Zona II</u> Tempo de trânsito de 50 dias	<u>Zona IIIA</u> Distância de 2 km	<u>Zona IIIB</u> Zona de Captura
França	<u>Perímetro Imediato</u> 10 a 20 m	<u>Perímetro Próximo</u> 1 a 10 hectares ou 50 dias de tempo de trânsito	<u>Perímetro Afastado</u> 0,2 a 15 km ou critério técnico	
Reino Unido	<u>Zona I – Proteção interior</u> 50 m ou 50 dias de tempo de trânsito	<u>Zona II – Proteção exterior</u> 25% da ZC ou 400 dias de tempo de trânsito	<u>Zona III – Captação Total</u> Zona de Captura	<u>Zona Z de Proteção Especial</u> Área sensível externa à ZC
Holanda	<u>Área de Captação</u> 50 ou 60 dias de tempo de trânsito	<u>Área de Proteção I</u> 10 anos de tempo de trânsito	<u>Área de Proteção II</u> 25 anos de tempo de trânsito	<u>Área de Recarga</u> 50 a 100 anos de tempo de trânsito

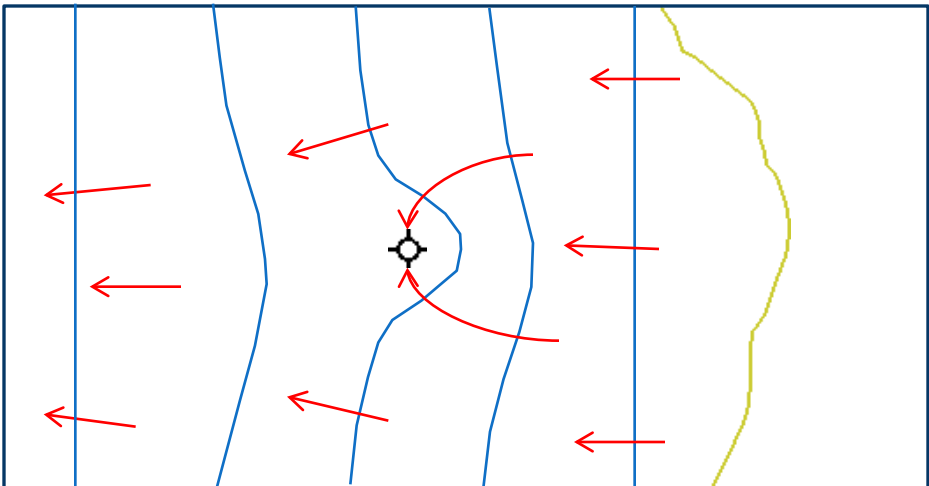
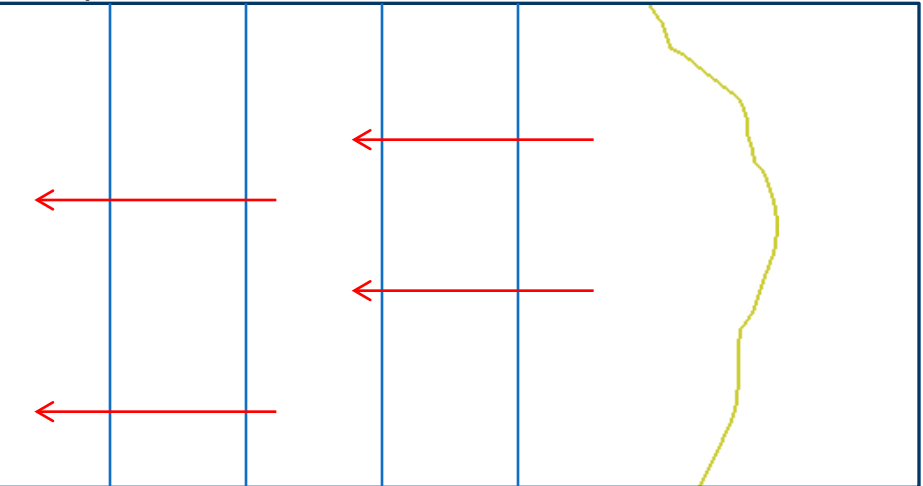
(baseado em Navarrete & Garcia 2003)

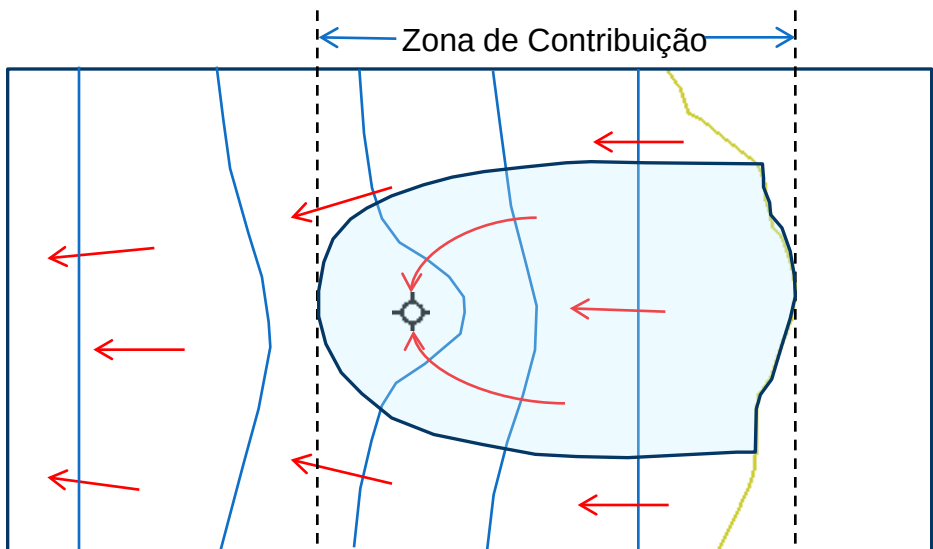
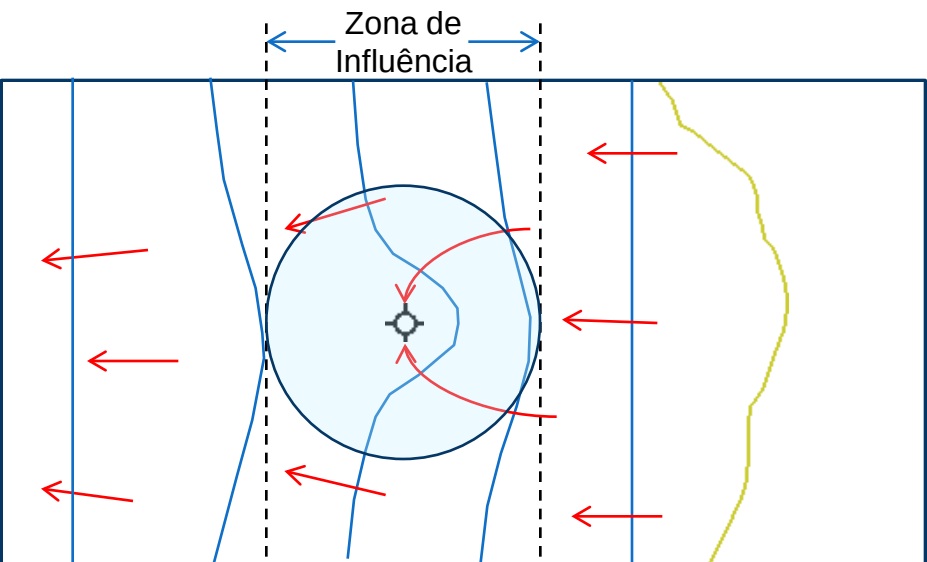
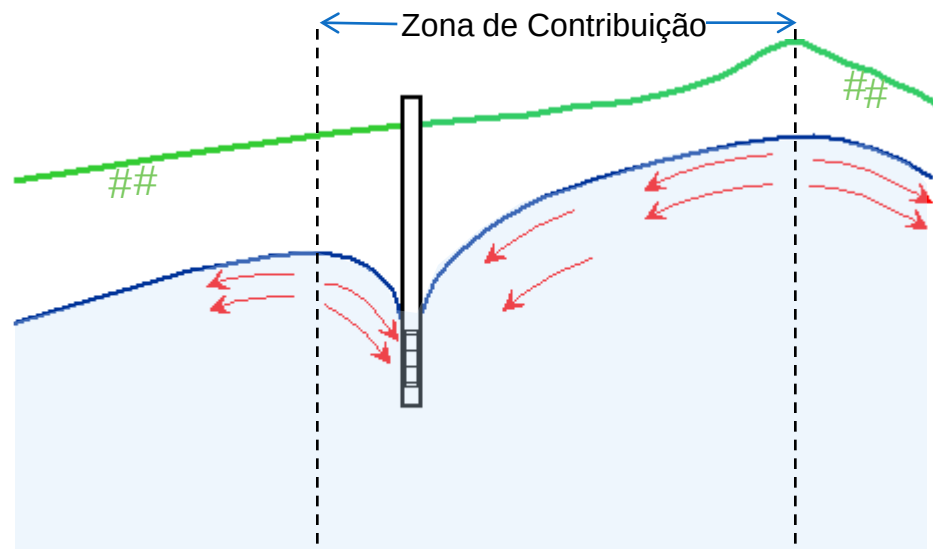
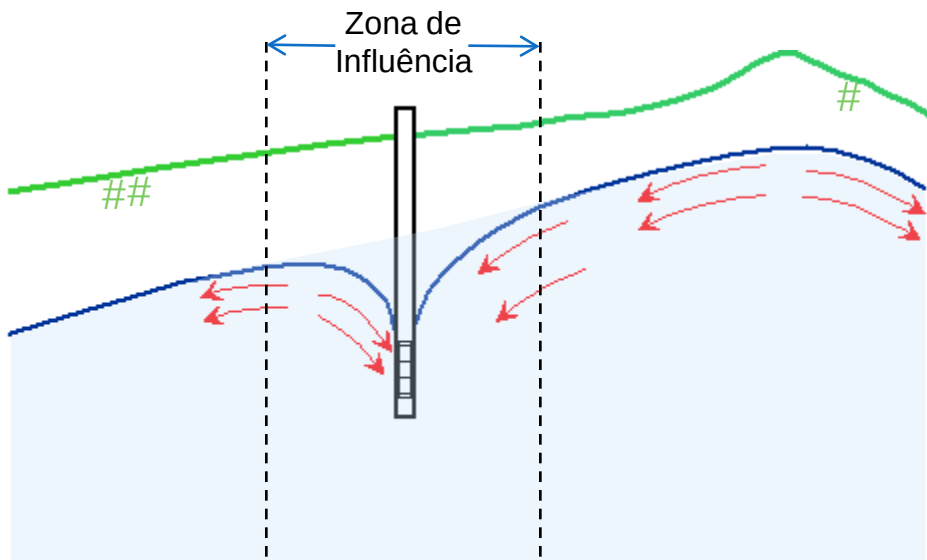


Seção transversal

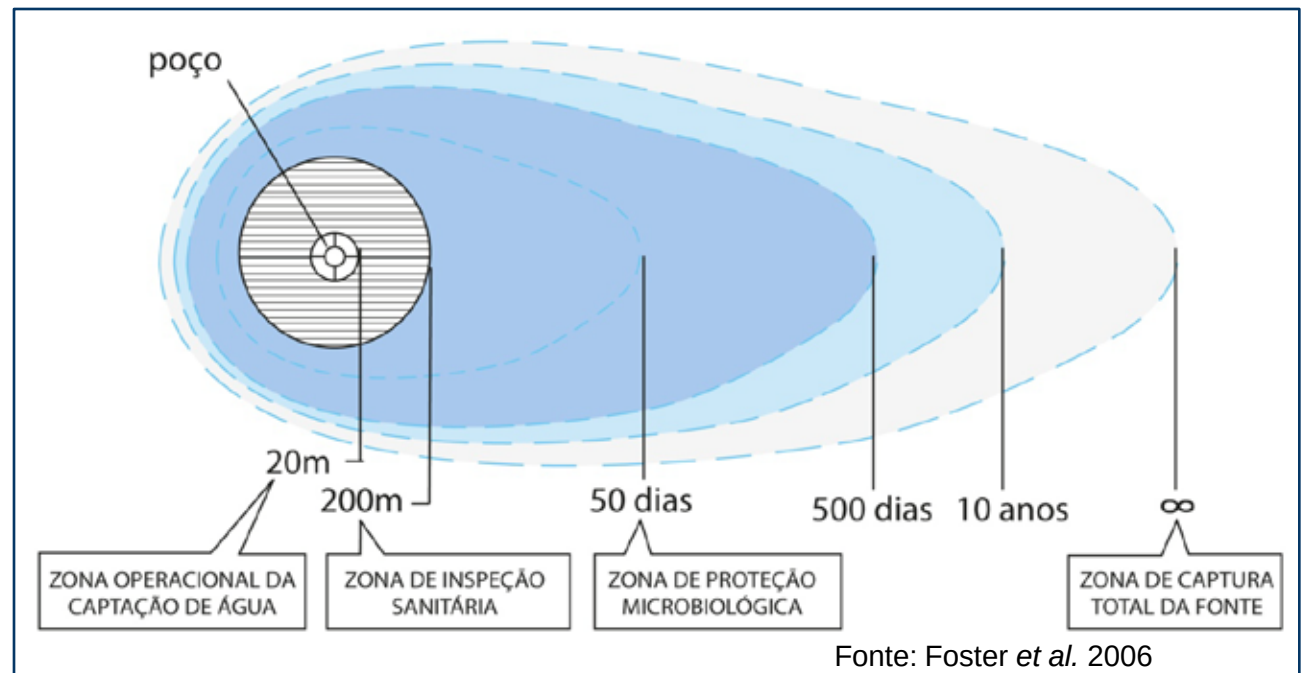
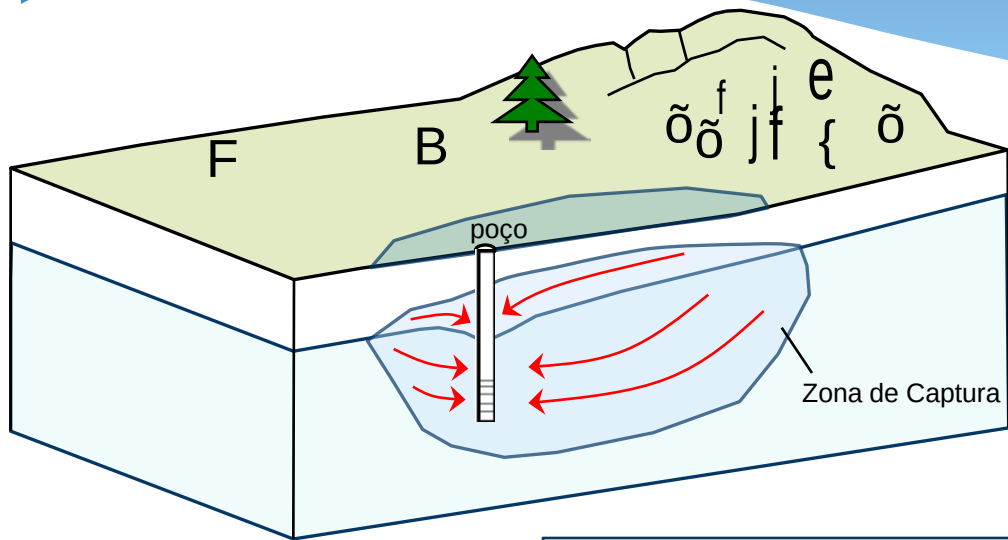


Em planta

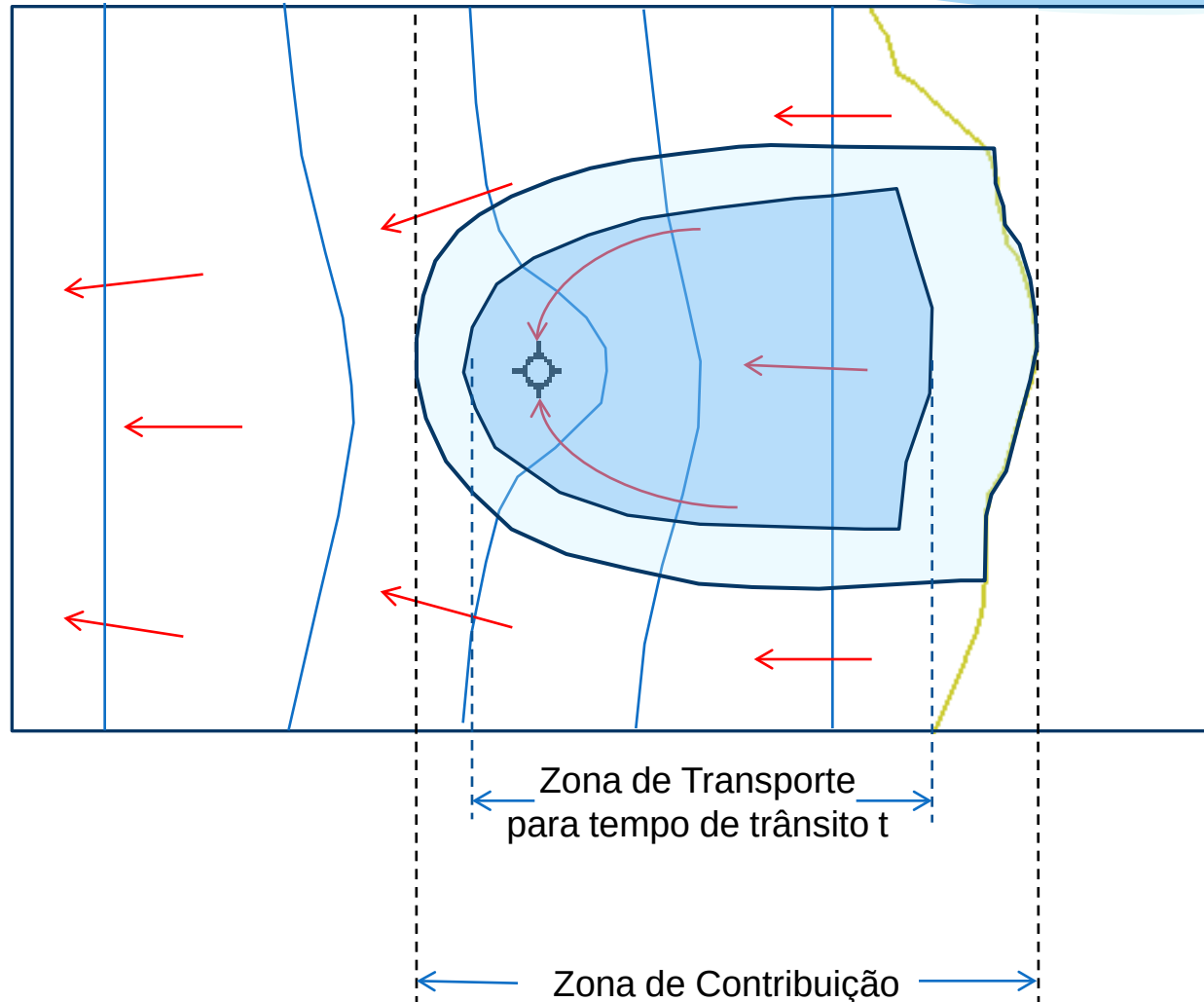




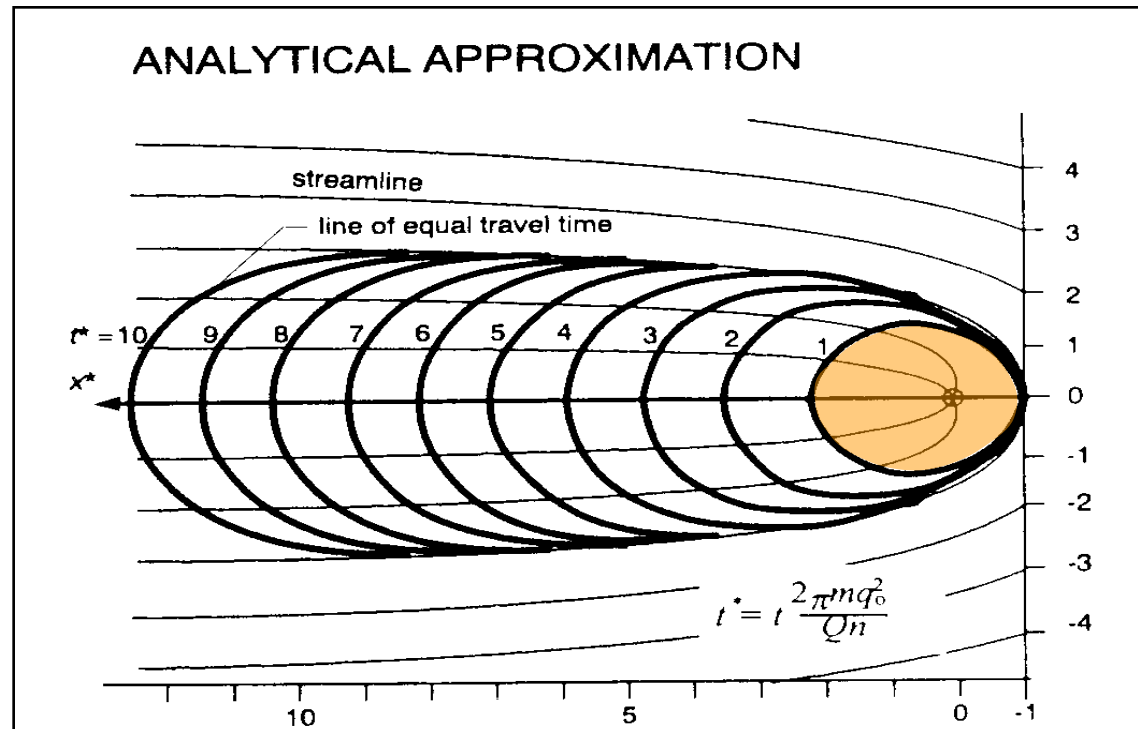
Área de Proteção de Poço



Zona de Contribuição e Zona de Transporte

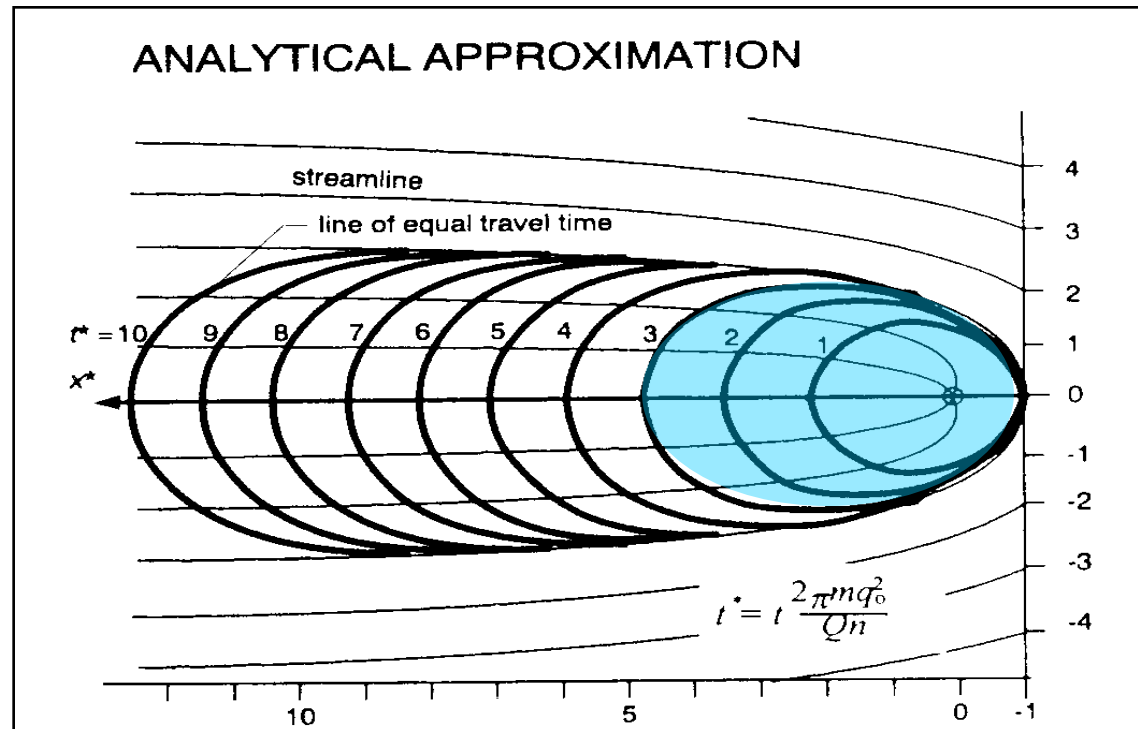


Zona de Transporte de 1 ano



(Spits & Moreno 1996)

Zona de Transporte de 3 anos



(Spits & Moreno 1996)

Lei Estadual nº 6.134/88

- * **Artigo 4º** - As águas subterrâneas deverão ter programa permanente de preservação e conservação, visando ao seu melhor aproveitamento.
- * §1º - A preservação e conservação dessas águas implicam em uso racional, aplicação de medidas contra a sua poluição e manutenção do seu equilíbrio físico, químico e biológico em relação aos demais recursos naturais.
- * §2º - Os órgãos estaduais competentes manterão serviços indispensáveis à avaliação dos recursos hídricos do subsolo, fiscalização sua exploração e adotarão medidas contra a contaminação dos aquíferos e deterioração das águas subterrâneas.
- * **Artigo 9º** - sempre que necessário o Poder Público instituirá áreas de proteção aos locais de extração de águas subterrâneas, a fim de possibilitar a preservação e conservação dos recursos hídricos subterrâneos.

Decreto Estadual nº 32.955/91

- * **Artigo 19** – Sempre que, no interesse da conservação, proteção e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços de abastecimento de água , ou por motivos geotécnicos ou geológicos, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas, o DAEE e a CETESB proporão ao CRH a delimitação de áreas destinadas a seu controle.
- * §2º - As áreas de proteção serão estabelecidas com base em estudos hidrogeológicos pertinentes, ouvidos os municípios e demais organismos interessados.

Decreto Estadual nº 32.955/91

Classificação das Áreas de Proteção (Artigo 20)

- * Área de Proteção Máxima: compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituam em depósitos de águas essenciais para abastecimento público
- * Área de Restrição e Controle: caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações, pelo controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e por restrições a novas atividades potencialmente poluidoras
- * Área de Proteção de Poços e outras Captações: incluindo a distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção

Decreto Estadual nº 32.955/91

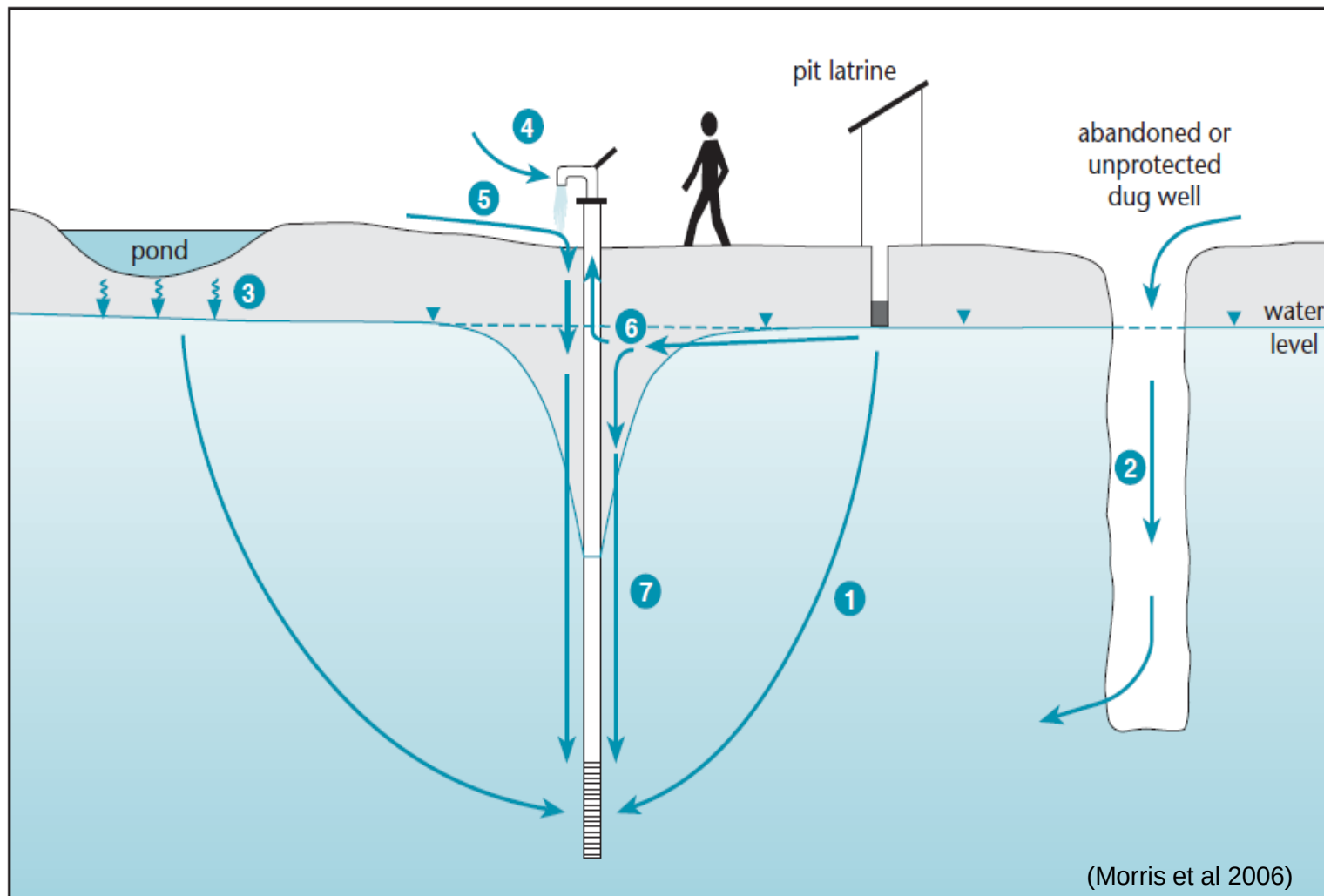
Área de Proteção de Poços e outras Captações (Artigos 24 e 25)

- * Perímetro Imediato de Proteção Sanitária: abrange um **raio de dez metros** a partir da captação
- * Perímetro de Alerta: contra poluição por poluente não conservativo e **toma por base um tempo de trânsito de 50 dias** no sentido montante de fluxo a partir da captação

Exemplos em outros países

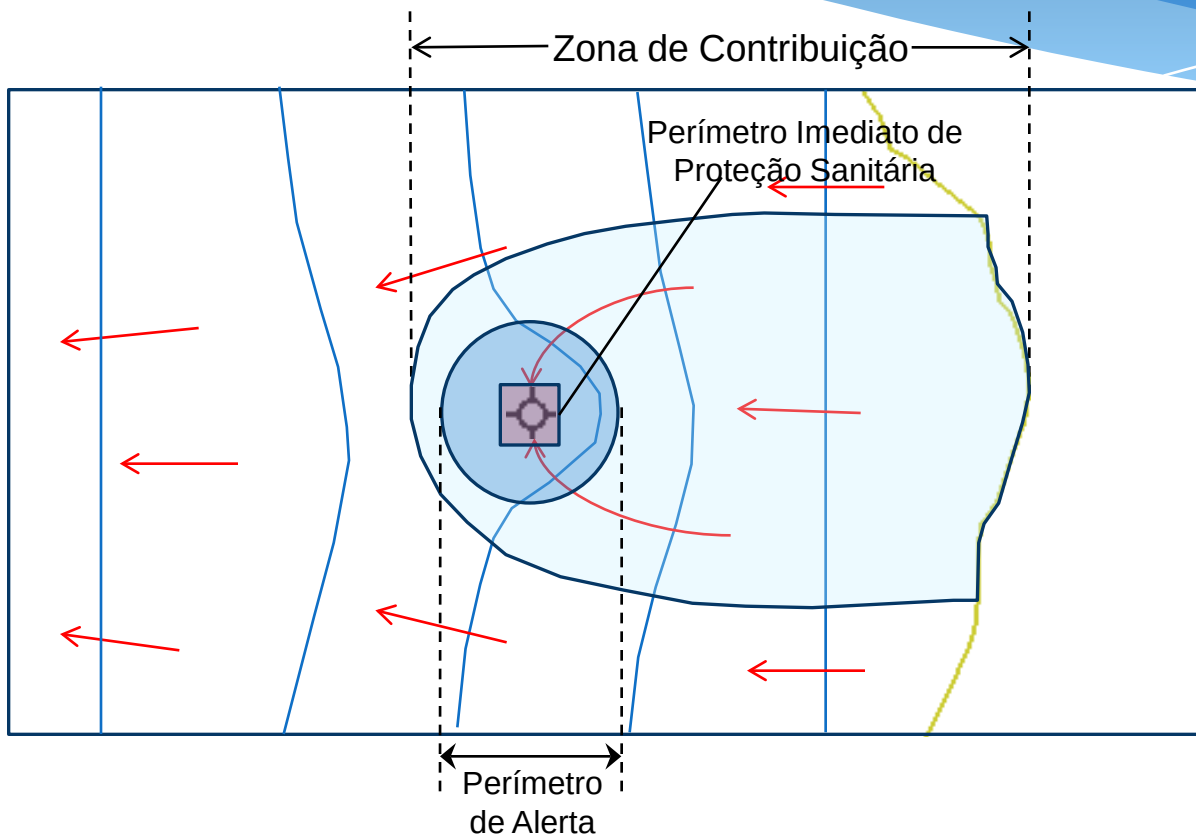
País	Perímetros de Proteção			
Alemanha	<u>Zona I</u> Raio de 20 m	<u>Zona II</u> Tempo de trânsito de 50 dias	<u>Zona IIIA</u> Distância de 2 km	<u>Zona IIIB</u> Zona de Captura
França	<u>Perímetro Imediato</u> 10 a 20 m	<u>Perímetro Próximo</u> 1 a 10 hectares ou 50 dias de tempo de trânsito	<u>Perímetro Afastado</u> 0,2 a 15 km ou critério técnico	
Reino Unido	<u>Zona I – Proteção interior</u> 50 m ou 50 dias de tempo de trânsito	<u>Zona II – Proteção exterior</u> 25% da ZC ou 400 dias de tempo de trânsito	<u>Zona III – Captação Total</u> Zona de Captura	<u>Zona Z de Proteção Especial</u> Área sensível externa à ZC
Holanda	<u>Área de Captação</u> 50 ou 60 dias de tempo de trânsito	<u>Área de Proteção I</u> 10 anos de tempo de trânsito	<u>Área de Proteção II</u> 25 anos de tempo de trânsito	<u>Área de Recarga</u> 50 a 100 anos de tempo de trânsito
Estado de São Paulo – Decreto nº 32.955/91	<u>Perímetro Imediato de Proteção Sanitária (PIPS)</u> Raio de 10 m	<u>Perímetro de Alerta (PA)</u> 50 dias de tempo de trânsito		

Área de Proteção de Poços e outras Captações (Artigos 24 e 25)



Área de Restrição e Controle

(Artigo 20 do Decreto nº 32.955/91 e Deliberação CRH nº 52/2005)



Deliberação CRH nº 52/2005

Artigo 14 - Áreas de Restrição e Controle (ARCs) de uso das águas subterrâneas poderão ser delimitadas, ainda, em função:

II- da necessidade de proteção de captações de água subterrânea para o abastecimento público, devendo ser consideradas as áreas de proteção definidas no Decreto nº 32.955, de 30 de dezembro de 1991 e a zona de contribuição, delimitada pelo tempo de trânsito do fluxo da água subterrânea para o poço;

Decreto Estadual nº 32.955/91

(Artigos 24 e 25)

Restrições no Perímetro Imediato de Proteção Sanitária

- * limite deve ser cercado
- * proibida a entrada ou penetração de qualquer poluente

Restrições no Perímetro de Alerta

- disciplina das extrações
- controle das fontes poluidoras existentes
- restrições a novas atividades potencialmente poluidoras

Diretrizes para controle de empreendimentos em área de proteção de poços - Exemplo

Potencial poluidor da atividade antrópica	Perímetros de proteção definidos de acordo com a legislação vigente ou pelo órgão competente			
	Perímetro Imediato	Perímetro de Alerta	Perímetro Intermediário	Zona de Captura
Elevado	N	N	N	N
Moderado	N	N	N ou PN	PN ou PP
Reduzido	N	PN	PP	P

N – não permitido em quase todos os casos; PN – provavelmente não permitido, exceto em alguns casos autorizados pelo órgão ambiental; PP – provavelmente permitido, desde que obedeça as exigências específicas do órgão ambiental; P – permitido se atender exigências do órgão ambiental, caso seja solicitado.

Classificação das atividades antrópicas quanto ao seu potencial poluidor - Exemplo

Tipo de atividade	Tipologia	Classificação		
		Elevado	Moderado	Reduzido
Indústria de transformação	Metalurgia Básica - Processamento de metais	Indústria metalúrgica, em especial para produção de ferro e aço; fundição, galvânica	Produção de artefatos metálicos de serralheria	
	Celulose e Papel		Fabricação de: celulose, pasta mecânica, polpa de madeira, papel, papelão e cartolina	Produção de artefatos de papel
	Couros e Peles	Preparação de Couros; secagem, salga, curtimento e outras preparações de couros e peles, inclusive subprodutos	Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos de Viagem e Calçados	
	Química	Fabricação e manuseio de produtos químicos, petroquímicos e agroquímicos. Recuperadoras de solventes e óleos	Fabricação de fertilizantes	
Resíduos e efluentes	Disposição e tratamento de resíduos e efluentes	Lixão, queima ao ar livre, aterro controlado, aterro industrial	Aterro sanitário e em valas	Aterro de resíduos inertes
Comércio e Serviços	Cemitérios			Cemitérios
	Comércio de combustíveis e produtos químicos	Bases de distribuição, TRR (transportadores revendedores retalhistas), pontos de abastecimento, depósito ou comércio de produtos químicos	Postos revendedores (postos de combustíveis)	
	Lavanderia	Lavanderias a seco		

Zona de Contribuição - Métodos

Método	Tipo de Aquífero	Limitações	Dados Necessários									
			Q	i	K	b	n _e	S	N	T	V _e	Outros dados
Raio Fixo Calculado. Equação Volumétrica	P	Fluxo bidimensional. Poço com alta capacidade de bombeamento	X			X	X					
Método de Wyssling	P	Aquífero homogêneo nas proximidades da captação. Gradiente regional uniforme	X	X	X	X	X				X	Direção de fluxo e linhas potenciométricas
Solução Analítica Simples	P	Aquífero homogêneo nas proximidades da captação	X	X	X	X	X					Direção de fluxo e linhas potenciométricas
Mapa Hidrogeológico	P,C,F	Proporciona área única para o perímetro de proteção. Esta não depende do tempo de trânsito										Limites do aquífero captado. Cartografia hidrogeológica. Direção de fluxo e linhas potenciométricas. Relação Rio-Aquífero
Modelo Matemático, ex: MODFLOW e MODPATH	P	Considera a componente de advecção de transporte de solutos, mas não considera a difusão e dispersão	Limites hidrogeológicos da área a modelar. Condições de contorno (recarga, características dos rios e drenagens). Geometria e tipo de aquífero. Potenciometria. Valores dos parâmetros hidráulicos em cada célula (K _x , K _y , K _z , S, n _e), Q e regime de bombeamento em cada captação									

LEGENDA:

Tipo de aquífero:

P: Porosidade intergranular

C: Cárstico

F: Fissural

Dados Necessários:

Q: Vazão bombeada

i: Gradiente hidráulico

K: Condutividade hidráulica

S: Coeficiente de Armazenamento

b: Espessura saturada

T: Transmissividade

V_e: Velocidade efetiva

N: Recarga

n_e: Porosidade efetiva

(baseado em Navarrete & García, 2003)

Raio Fixo Calculado

$$r = \sqrt{\frac{Q t}{p n_e b}}$$

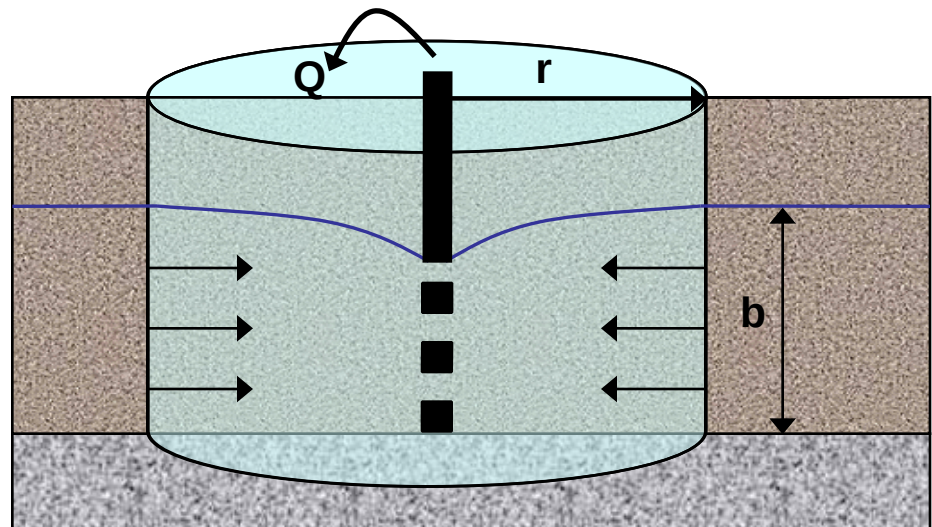
r = raio do perímetro de proteção (m)

Q = vazão de exploração (m^3/dia)

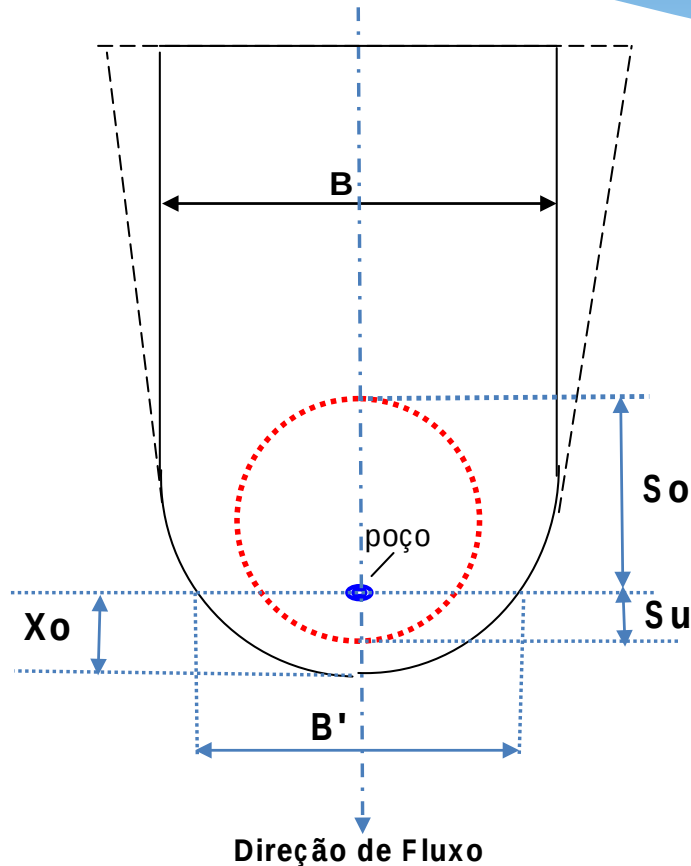
t = tempo de trânsito (dias)

n_e = porosidade efetiva

b = espessura saturada (m)



Fluxo Uniforme – Método de Wyssling



K = condutividade hidráulica

i = gradiente hidráulico

Q = vazão

(Navarrete&Garcia 2003)

$$B = \frac{Q}{Kbi}$$

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2Kbi}$$

$$X_o = \frac{Q}{2\pi Kbi}$$

$$S_o = \frac{+l + \sqrt{l(l + 8X_o)}}{2}$$

$$S_u = \frac{-l + \sqrt{l(l + 8X_o)}}{2}$$

Características gerais dos aquíferos do Estado de São Paulo

Sistema Aquífero	Aquífero	Espessura média	Vazão média	Capacidade Específica	Transmis-sividade	Permea-bilidade aparente	Coefic. de armaze-namento	Porosidade Efetiva / Total	Conduti-vidade Hidráulica	Gradiente Hidráulico
		(m)	(m³/h)	(m³/h/m)	(m²/d)	(m/d)			(m/d)	
	Coberturas Cenozóicas	30	1 – 30	0,1 – 5,0	-	-	-	10 ⁻³ – 0,1	0,01 – 4,66	
	Litorâneo	100	3 – 20	0,1 – 3,0	1 – 200	-	-			
	São Paulo	300	9 – 15	0,5 – 1,0	15 – 70	-	0,06	0,15 (total)		
	Taubaté	500	15 – 200	0,01 – 2,0	0,5 – 100	0,01 – 1,0	1x10 ⁻⁴ – 1,0	-	0,01 – 1,0	
Bauru	Marília	180	5 – 10	-	-	-	-		2x10 ⁻³ – 3,66	8 – 10 (montante) 3 – 5 (jusante)
	Adamantina	190	8 – 30	0,5 – 1,0	30 – 50	0,1 – 0,3	1x10 ⁻⁴ – 0,01	1x10 ⁻³ – 0,15	0,1 – 0,3	
	Santo Anastácio	80	20 – 50	1,0 – 2,0	50 – 100	0,3 – 1,0		0,1 – 0,25	0,3 – 1,0	
	Caiuá	200	50 – 150	2,0 – 5,0	100 – 200	<3,0	1x10 ⁻⁴ – 0,15	0,1 – 0,15	<3,0	
	Serra Geral	150	5 – 70	0,01 – 10,0	1 – 700 ou 10 ⁻⁵ – 8x10 ⁻³ m²/s	-	-	0,01 – 0,05	Horizontal: 4,3x10 ⁻² – 4,3 Vertical: 0,86 – 8,6	-
Guarani	Botucatu/Pirambóia (livre)	250	10 – 100	0,03 – 17,0		0,2 – 4,0	1x10 ⁻³ – 0,2	0,2 – 0,25 (total)	3,0	3 – 8
	Botucatu/Pirambóia (confinado)	500	50 – 600	0,01 – 26,0	70 – 1300	0,5 – 4,6	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁴	0,16 – 0,24 (total)	2,6	1
Tubarão	Aquidauana	1000	3 – 30	5x10 ⁻³ – 8,5	0,3 – 200	2x10 ⁻³ – 0,7	1x10 ⁻⁴ – 0,05	10 ⁻⁴ – 0,05	2x10 ⁻³ – 0,7	
	Itararé							0,15 (total)		
	Cristalino	200	5 – 30	1x10 ³ – 7,0	0,1 – 200	-	-	0,15	0,84 – 0,0084	

(baseado em Carvalho 2007)

Distâncias radiais calculadas para o tempo de trânsito de 50 dias aplicando o método do Raio Fixo Calculado (RFC)

Unidade Hidrogeológica	Q (m³/h)	Q (m³/d)	b (m)	n _e	r (m)
Sistema Aquífero Cristalino	15	360	200	0,05	23,94
	50	1200	200	0,05	43,70
Aquífero Furnas	30	720	100	0,12	30,90
Sistema Aquífero Tubarão	40	960	350	0,1	20,89
Sistema Aquífero Guarani (<i>porção livre, aflorante e porção confinada com até de espessura de basalto</i>)	40	960	150	0,15	26,06
	120	2880	150	0,15	45,14
Aquífero Serra Geral	30	720	150	0,08	30,90
	120	2880	150	0,08	61,80
Sistema Aquífero Bauru	20	480	120	0,12	23,03
	100	2400	120	0,12	51,50
Aquífero Taubaté	40	960	200	0,13	24,24
	120	2880	200	0,13	41,99
Aquífero São Paulo	20	480	100	0,1	27,64
	50	1200	100	0,1	43,70
Aquífero Litorâneo	15	360	75	0,08	30,90
Coberturas Cenozóicas	20	480	30	0,1	50,46

Obs: Q (vazão), b (espessura saturada), n_e (porosidade efetiva), R (raio calculado)

Distâncias radiais calculada para o tempo de trânsito de 50 dias aplicando o método de Wyssling

Unidade Hidrogeológica	Q (m³/h)	i	K (m/d)	b (m)	n _e	So (m)	Su (m)
Sistema Aquífero Cristalino	15	0,04	0,3	200	0,05	30,7	18,7
	50	0,04	0,3	200	0,05	50,1	38,1
Aquífero Furnas	30	0,02	1,5	100	0,12	37,8	25,3
Sistema Aquífero Tubarão	40	0,04	0,3	350	0,1	24,1	18,1
Sistema Aquífero Guarani (<i>porção livre, aflorante e porção confinada com até de espessura de basalto</i>)	40	0,01	2,5	150	0,15	30,6	22,2
	120	0,01	2,5	150	0,15	49,5	41,2
Aquífero Serra Geral	30	0,03	1,0	150	0,08	41,7	22,9
	120	0,03	1,0	150	0,08	71,9	53,1
Sistema Aquífero Bauru	20	0,02	1,5	120	0,12	30,1	17,6
	100	0,02	1,5	120	0,12	58,1	45,6
Aquífero Taubaté	40	0,02	1,5	200	0,13	30,7	19,1
	120	0,02	1,5	200	0,13	48,2	36,6
Aquífero São Paulo	20	0,03	1,0	100	0,1	36,1	21,1
	50	0,03	1,0	100	0,1	51,8	36,8
Aquífero Litorâneo	15	0,01	0,5	75	0,08	31,7	30,1
Coberturas Cenozóicas	20	0,03	1,0	30	0,1	58,5	43,5

Obs: Q (vazão), i (gradiente hidráulico), K (condutividade hidráulica), b (espessura saturada), n_e (porosidade efetiva), B (largura da zona de captura), B' (largura da zona de captura na altura do poço), X_o (distância da zona de captura a jusante do poço), Vê (velocidade real da água), l (distância percorrida pela água em 50 dias), So (distância radial a montante do poço correspondente a um tempo de 50 dias), Su (distância radial a jusante do poço correspondente a um tempo de 50 dias)

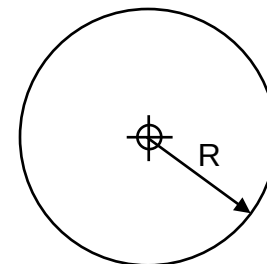
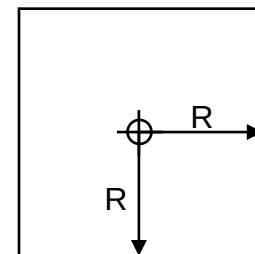
Comparação dos métodos do Raio Fixo Calculado (RFC) e de Wyssling para o tempo de trânsito de 50 dias

Unidade Hidrogeológica	Vazão	Método			Proposta do Roteiro Orientativo sobre PPP
		RFC	Wyssling		Perímetro de Alerta (m)
		R (m)	So(m)	Su(m)	
Sistema Aquífero Cristalino	Q < 15 m ³ /h	23,94	30,68	18,68	30
	Q > 15 m ³ /h	43,70	50,11	38,11	50
	Cárstico	-	-	-	100
Aquífero Furnas		30,90	37,78	25,28	40
Sistema Aquífero Tubarão		20,89	24,11	18,11	25
Sistema Aquífero Guarani <i>(porção livre, aflorante e porção confinada com até de espessura de basalto)</i>	Q < 40 m ³ /h	26,06	30,56	22,22	30
	Q > 40 m ³ /h	45,14	49,49	41,16	50
Aquífero Serra Geral	Q < 30 m ³ /h	30,90	41,67	22,92	40
	Q > 30 m ³ /h	61,80	71,89	53,14	70
Sistema Aquífero Bauru	Q < 20 m ³ /h	23,03	30,12	17,62	30
	Q > 20 m ³ /h	51,50	58,13	45,63	60
Aquífero Taubaté	Q < 40 m ³ /h	24,24	30,69	19,15	30
	Q > 40 m ³ /h	41,99	48,15	36,61	50
Aquífero São Paulo	Q < 20 m ³ /h	27,64	36,14	21,14	30
	Q > 20 m ³ /h	43,70	51,84	36,84	50
Aquífero Litorâneo		30,90	31,69	30,13	30
Coberturas Cenozóicas		50,46	58,52	43,52	60

Distância radial (R) proposta para o Perímetro de Alerta

Unidade Hidrogeológica	Vazão do poço	Distância radial (R) proposta para Perímetro de Alerta
Aquífero Furnas		40 m
Sistema Aquífero Guarani (porção livre, aflorante e porção confinada com até 50 metros de espessura de basalto)	Até 40 m ³ /h	30 m
	Acima de 40 m ³ /h	50 m
Sistema Aquífero Bauru	Até 20 m ³ /h	30 m
	Acima de 20 m ³ /h	60 m
Aquífero Taubaté	Até 40 m ³ /h	30 m
	Acima de 40 m ³ /h	50 m
Aquífero São Paulo	Até 20 m ³ /h	30 m
	Acima de 20 m ³ /h	50 m
Aquífero Litorâneo		30 m
Coberturas Cenozóicas		60 m
Sistema Aquífero Serra Geral e Diabásio	Até 30 m ³ /h	40 m
	Acima de 30 m ³ /h	70 m
Sistema Aquífero Cristalino	Até 15 m ³ /h	30 m
	Acima de 15 m ³ /h	50 m
	Cárstico	100 m

Aplicação da Distância Radial R na Delimitação do Perímetro de Alerta



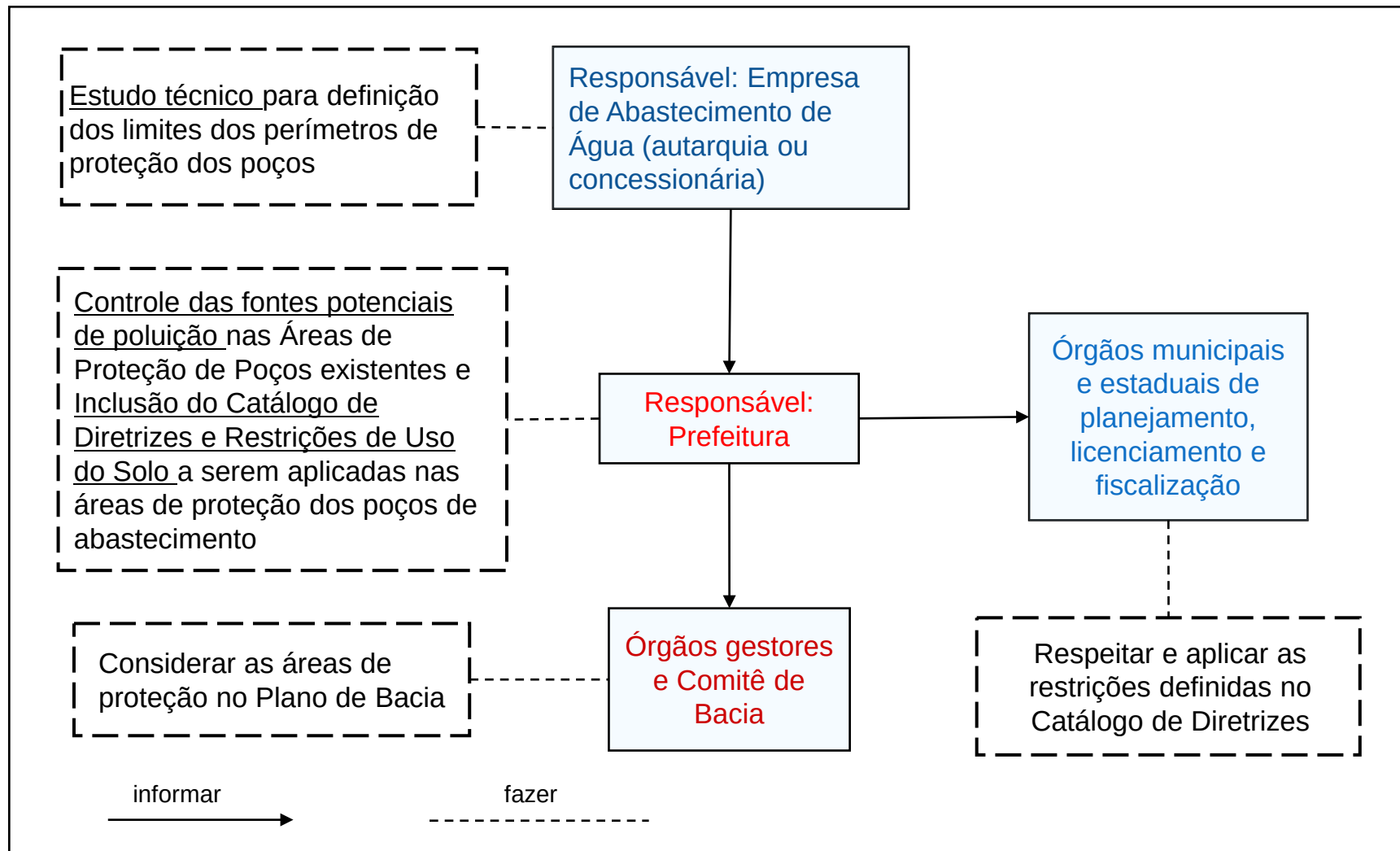
Exemplo de cálculo do Perímetro de Alerta para Poços no Afloramento do Sistema Aquífero Guarani

Cálculo com dados específicos do poço

		Poço A	Poço B	Poço C
Parâmetros adotados ou estimados	Q (m ³ /h)	61	25	183
	Q (m ³ /d)	1464	600	4392
	i	0,020	0,020	0,012
	K (m/d)	1	1	1
	b (m)	135	230	262,2
	n _e	0,15	0,15	0,15
		Raios calculados para o tempo de trânsito de 50 dias		
Método RFC	r (m)	33,9	16,6	42,2
Método de Wyssling	So (m)	37,4	20,3	44,2
	Su (m)	30,8	13,6	40,2
Perímetro de Alerta (m)		Raios sugeridos para implantação do Perímetro de Alerta		
		37	20	44

Implementação da Área de Proteção de Poço

Proposição



Recomendação

Envolvimento da esfera municipal na proteção da água subterrânea

- Planejamento:

- implantar rotina manutenção e monitoramento dos poços do sistema público de abastecimento
- definir e proteger áreas de para futuras perfurações
- considerar a área de proteção como um elemento na construção do poço

- Capacitação:

- contratação de profissionais capacitados
- capacitação da equipe técnica existente

Obrigada pela atenção !



Proteger para não faltar !

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS

Delimitação de Área de Proteção de Poços

Emílio Carlos Prandi



DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PROTEÇÃO DE POÇOS

Agradecimentos:

DPO, DPO Araraquara e todas as
Diretorias de Bacias envolvidas com
Outorga



“Lá em casa tem um **poço**.
Mas a **água** é muito **limpa...**”

Há Tempos

LEGIÃO URBANA

Composição : Dado Villa-Lobos/Renato Russo/Marcelo Bonfá



Como atuam os órgãos gestores na aplicação de áreas de proteção de poços:

DECRETO nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991
Regulamenta a Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988



- **Art. 24 - Perímetro Imediato de Proteção Sanitária:**
raio de dez metros, a partir do ponto de captação, cercado e protegido com telas, devendo o seu interior ficar resguardado da entrada ou penetração de poluentes.
- **Art. 25 - Perímetro de Alerta**
área de proteção interna destinada à proteção contra a contaminação microbiológica;
a uma distância a partir do ponto de captação, coaxial ao sentido do fluxo, equivalente ao tempo de trânsito de cinquenta dias das águas no aquífero, no caso de poluentes não conservativos;
no interior deste perímetro deverá haver disciplina das extrações de água, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

PPP
Ideal





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Outorga
provisória





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Indeferimento
para ajustamento





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

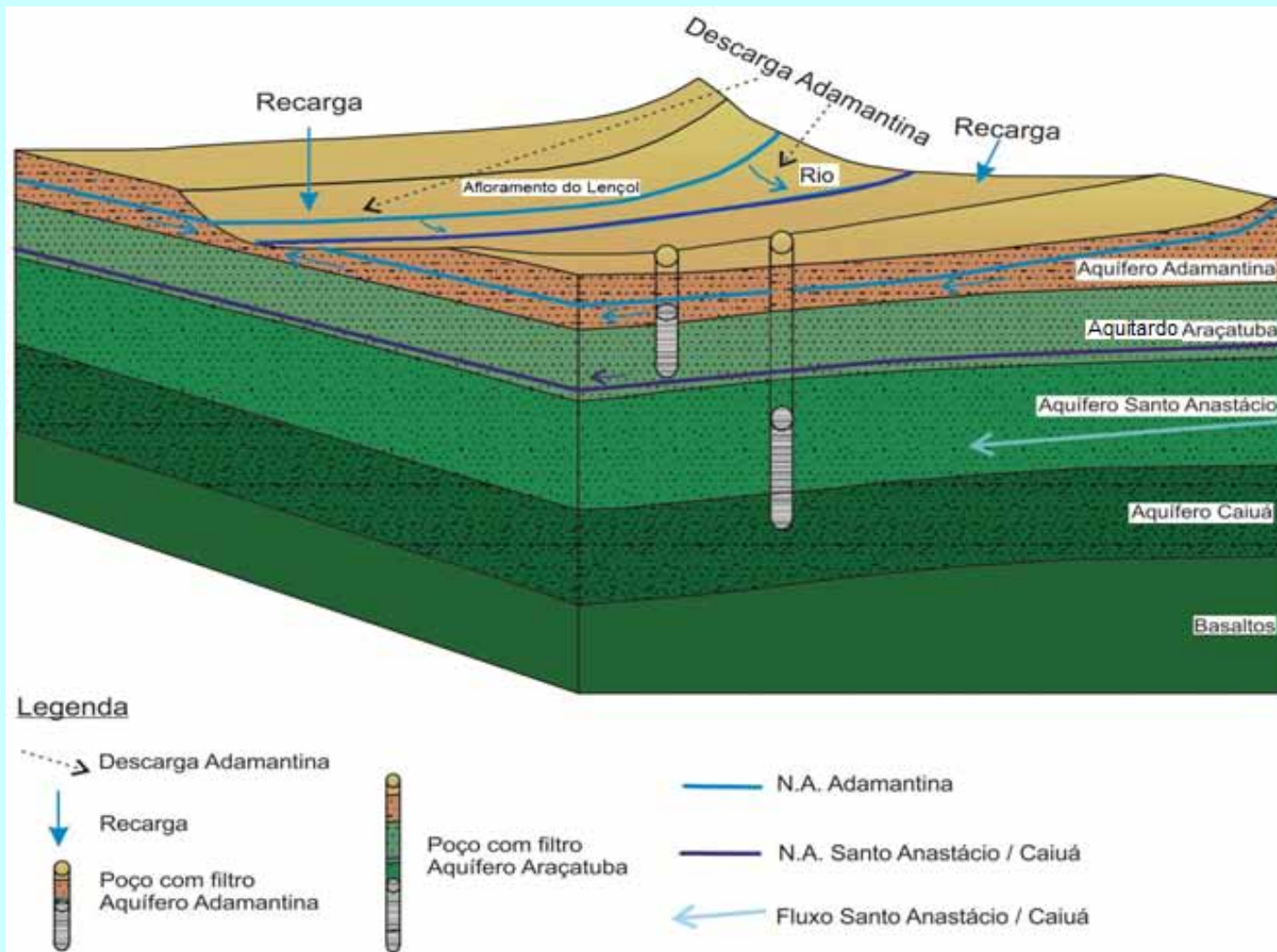


Indeferimento,
sem condicionantes



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

PPP em Aquíferos Multi camadas





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

DAEE – Mais de 30.000 poços cadastrados.
Talvez 25% dos poços do Estado de São Paulo.

Cada poço deve ter mais de 300 m² de área de proteção imediata
(média das áreas dos terrenos urbanos)

Nove milhões de metros quadrados (9 Km²)

O Estado de São Paulo possui 248 209,4 Km²



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO



Data das imagens: 1 de Ago de 2010

22 K 474773.19 m L 7547545.12 m S elev 447 m

Altitude do ponto de visão 1.30 km

P1	Poço 1	474,742 E	7547,658 N
P2	Poço 2	474,733 E	7547,598 N
P3	Poço 3	474,728 E	7547,492 N
P4	Poço 4	474,806 E	7547,652 N

Campo de poços no
Município de Indiana

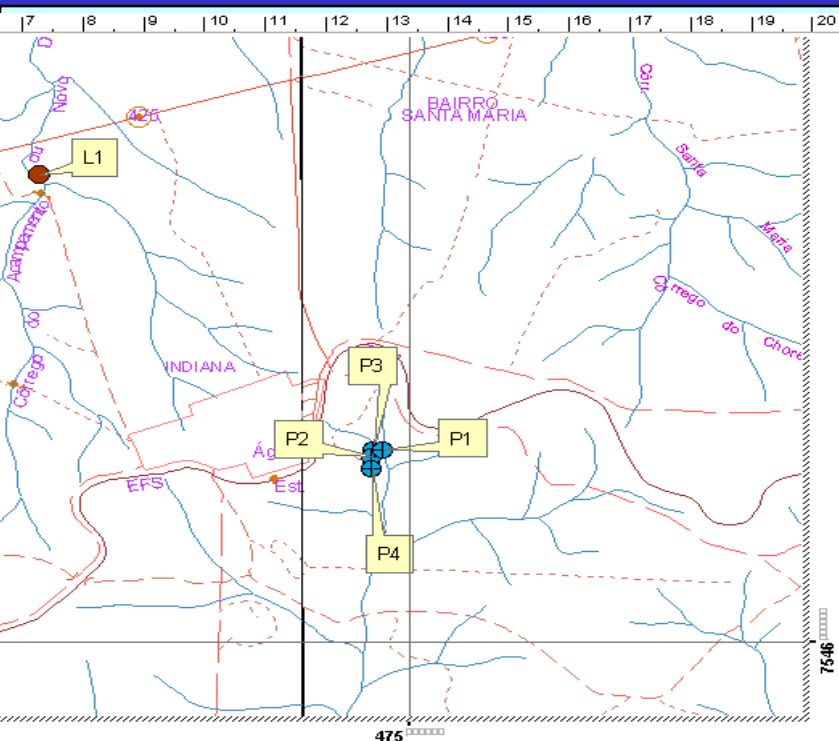


DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

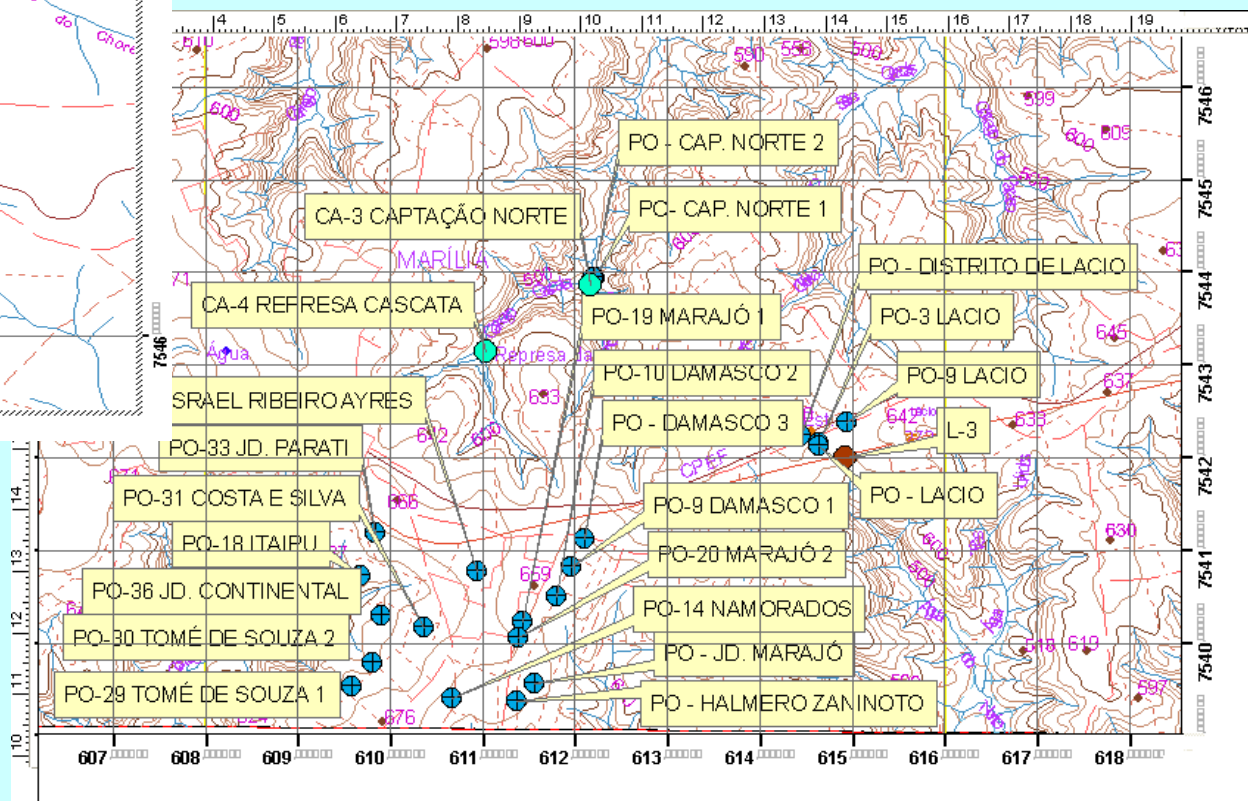
BPP - Diretoria da Bacia do Peixe Paranapanema / Recursos Hídricos



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO



Marília



Indiana



DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

BPP - Diretoria da Bacia do Peixe Paranapanema / Recursos Hídricos



QUESTÕES

A perfuração sem adoção de técnicas adequadas potencializam a vulnerabilidade. Como promover a informação voltada para questões de águas subterrâneas?

Ocupação do solo atribuição constitucional do Município. Como promover a integração?

Necessidade de maiores investimentos para pesquisa em águas subterrâneas. Como disponibilizar mais recursos.



PROPOSTA

Para poços em aquíferos confinados,
áreas de proteção nas zonas de recarga

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Monitoramento das Águas Subterrâneas

Rosângela Pacini Modesto



MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Geóg. Rosângela Pacini Modesto

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
TQAA - Setor das Águas Subterrâneas e do Solo

MONITORAMENTO REGIONAL

n Rede de Monitoramento de Qualidade

- u poços tubulares utilizados para abastecimento público e exploração de águas minerais e nascentes
- u início em 1990

n Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade

- u poços dedicados
- u início em 2009

LEGISLAÇÃO

DECRETO ESTADUAL 32.955/91, que regulamenta a LEI 6.134/88, dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas e estabelece que, para o gerenciamento das águas subterrâneas, são necessárias ações correspondentes à **avaliação**, planejamento e conservação do uso dos recursos hídricos subterrâneos

- Art. 7º - **DAEE** - administração: pesquisa, captação, fiscalização, extração, e interação com águas superficiais e ciclo hidrológico - QUANTIDADE
- Art. 8º - **CETESB** - prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas - QUALIDADE
- Art. 9º - **Secretaria da Saúde** - fiscalização para consumo humano - potabilidade - QUALIDADE
- Art. 10 - **Instituto Geológico** - pesquisa, estudos e arquivo das informações

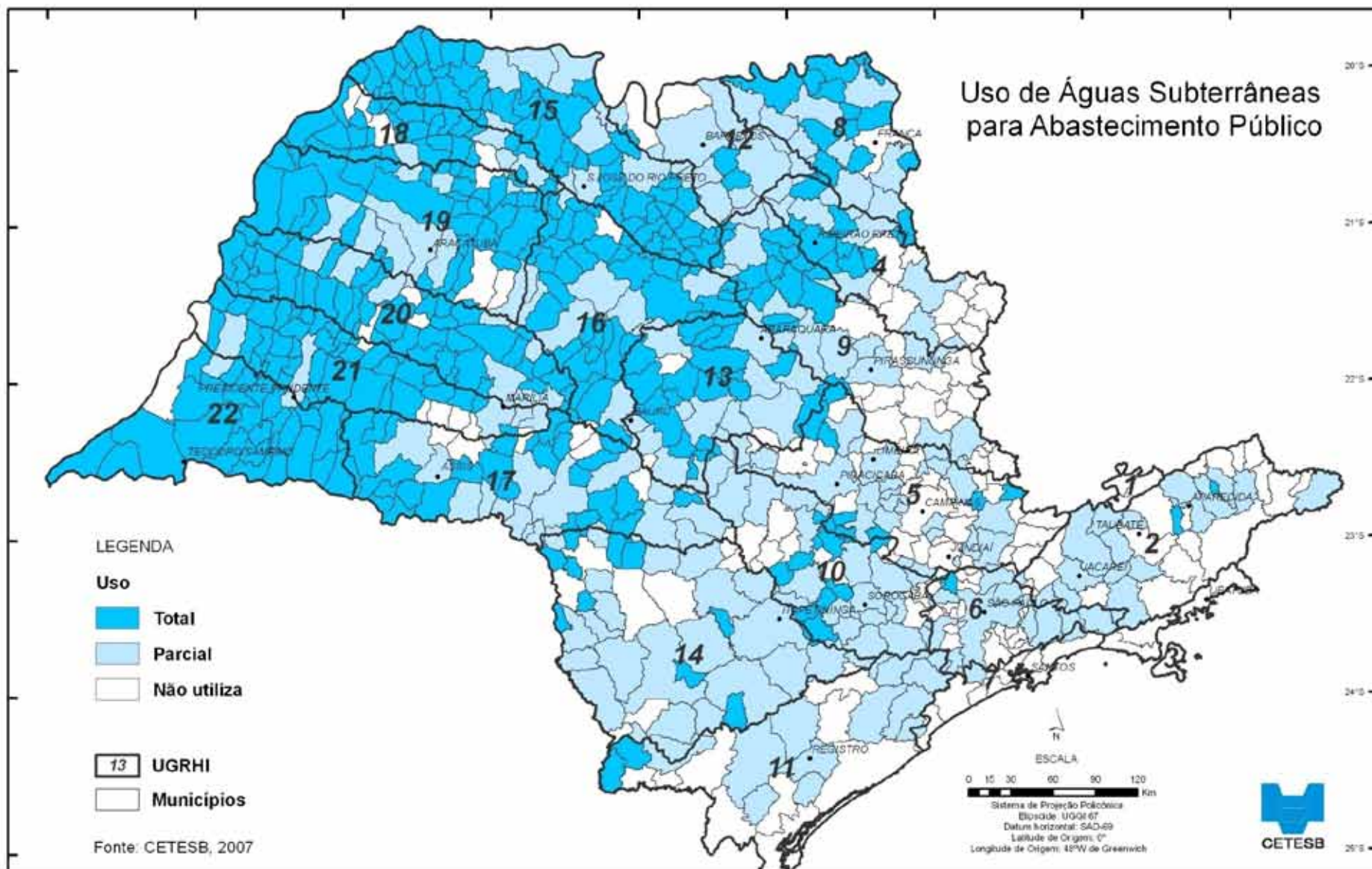
IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO

- n A água subterrânea é o recurso estratégico para abastecimento humano; representa 97,5% da água doce do planeta;
- n 80% dos municípios do Estado de São Paulo dependem deste recurso para abastecimento público; e captação privada complementa abastecimento público em todos os municípios;
- n É ferramenta essencial da **gestão integrada dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais**;
- n Ampliação do conhecimento sobre recarga dos aquíferos, características hidrogeoquímicas e tendências de superexploração e alteração qualidade.
- n O monitoramento quali-quantitativo é um dos instrumentos de suporte a estratégias e políticas de uso, proteção e conservação do recurso hídrico subterrâneo;
- n As informações obtidas subsidiam o gerenciamento da disponibilidade e qualidade do recurso de forma a garantir suas funções social, econômica e ecológica;

USOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA



IMPORTÂNCIA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO



REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE

REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE

- n Década de 80 - elaboração de proposta de monitoramento de águas subterrâneas com objetivo de controle da poluição das águas subterrâneas
- n Década de 90 - início da implementação da rede de monitoramento de São Paulo, sendo os primeiros pontos no Aquífero Bauru e no afloramento do Aquífero Guarani.

OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DE QUALIDADE

- n Caracterizar a qualidade natural das águas subterrâneas brutas;
- n Estabelecer valores de referência de qualidade – VRQ para cada substância de interesse, por aquífero;
- n Avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas;
- n Identificar áreas com alterações de qualidade;
- n Subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição do solo e da água subterrânea, junto às Agências Ambientais;
- n Avaliar a eficácia dessas ações a longo termo;
- n Subsidiar a formulação de ações de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo junto aos CBHs; e
- n Subsidiar a classificação para o enquadramento e cobrança das águas subterrâneas a fim de efetuar sua proteção.

REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE

COORDENAÇÃO:

- n CETESB: Setor das Águas Subterrâneas e do Solo - TQAA

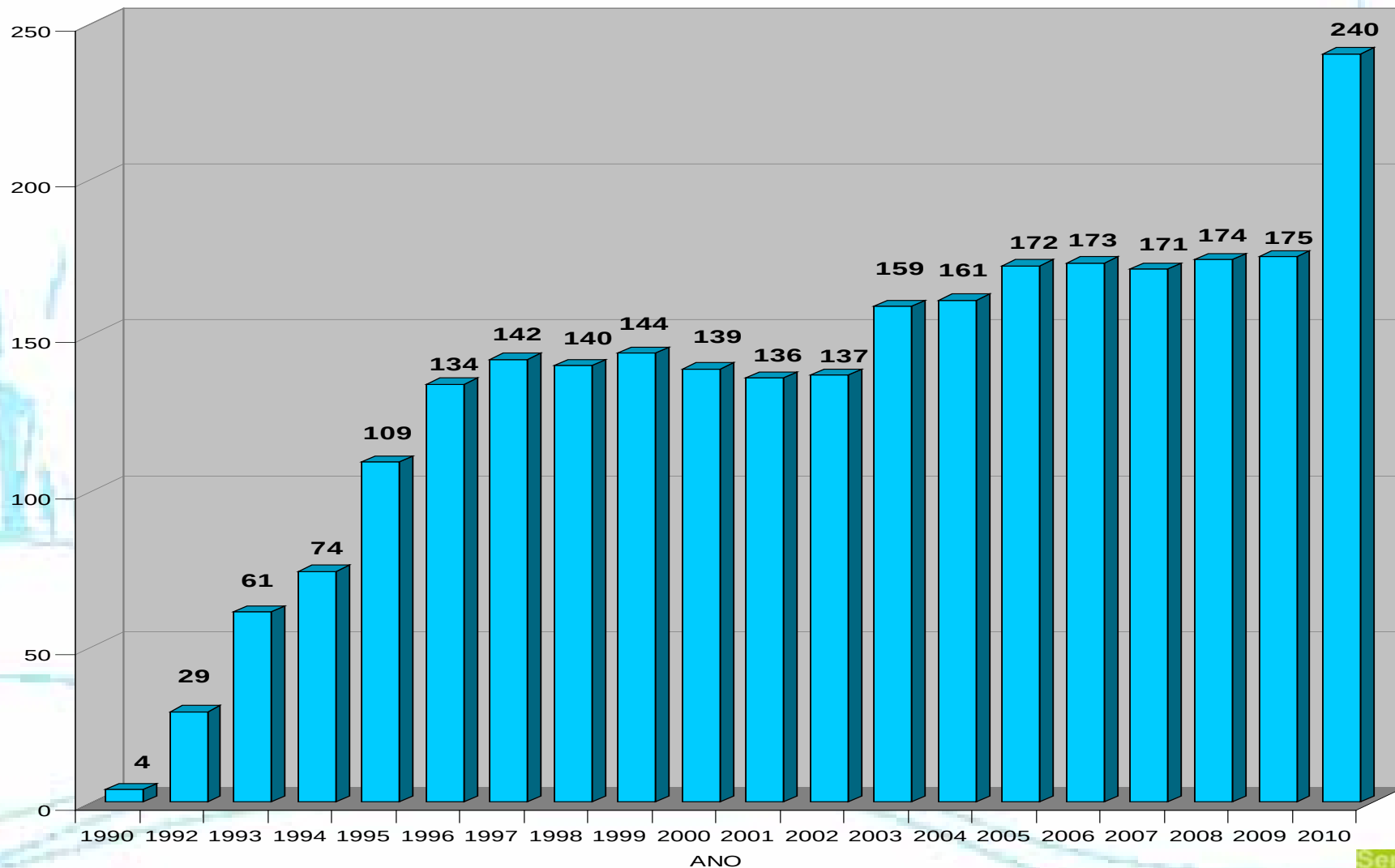
EXECUÇÃO:

- n Laboratórios CETESB - amostragem e análises químicas (4 Sede ; 7 descentralizados)
- n Agências Ambientais (14) - amostragem
- n Setor das Águas Subterrâneas e do Solo

LOGÍSTICA:

- n Transporte para amostragem - próprio
- n Transporte de amostras entre laboratórios - contratado

EVOLUÇÃO ANUAL DE PONTOS MONITORADOS



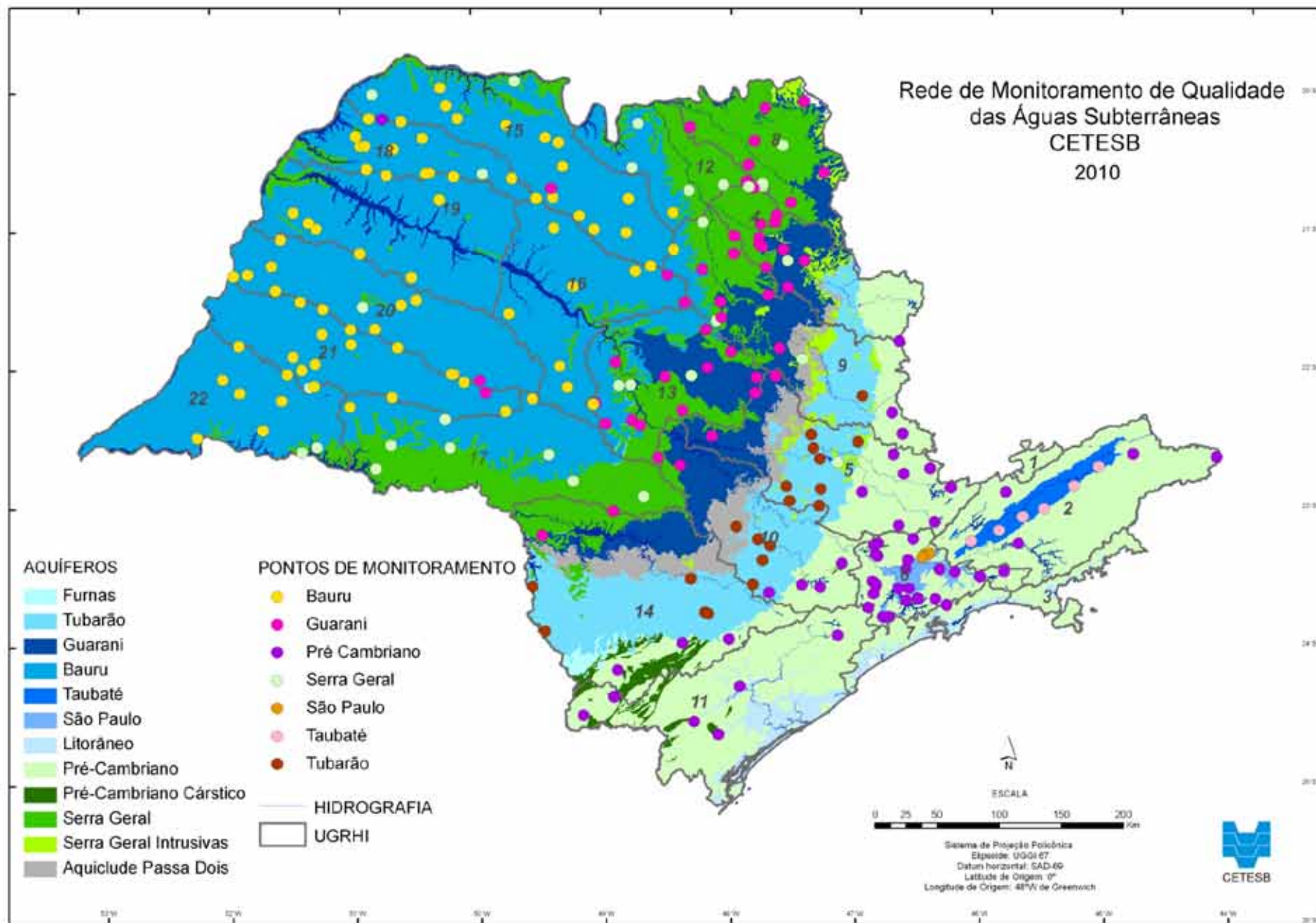
PONTOS DE MONITORAMENTO

- n poços tubulares utilizados para abastecimento público e exploração de águas minerais, construídos de acordo com as Normas ABNT NBR 12.244/92 e NBR 12.212/92
- n nascentes
- n captação de água em um único Sistema Aquífero

PONTO DE MONITORAMENTO



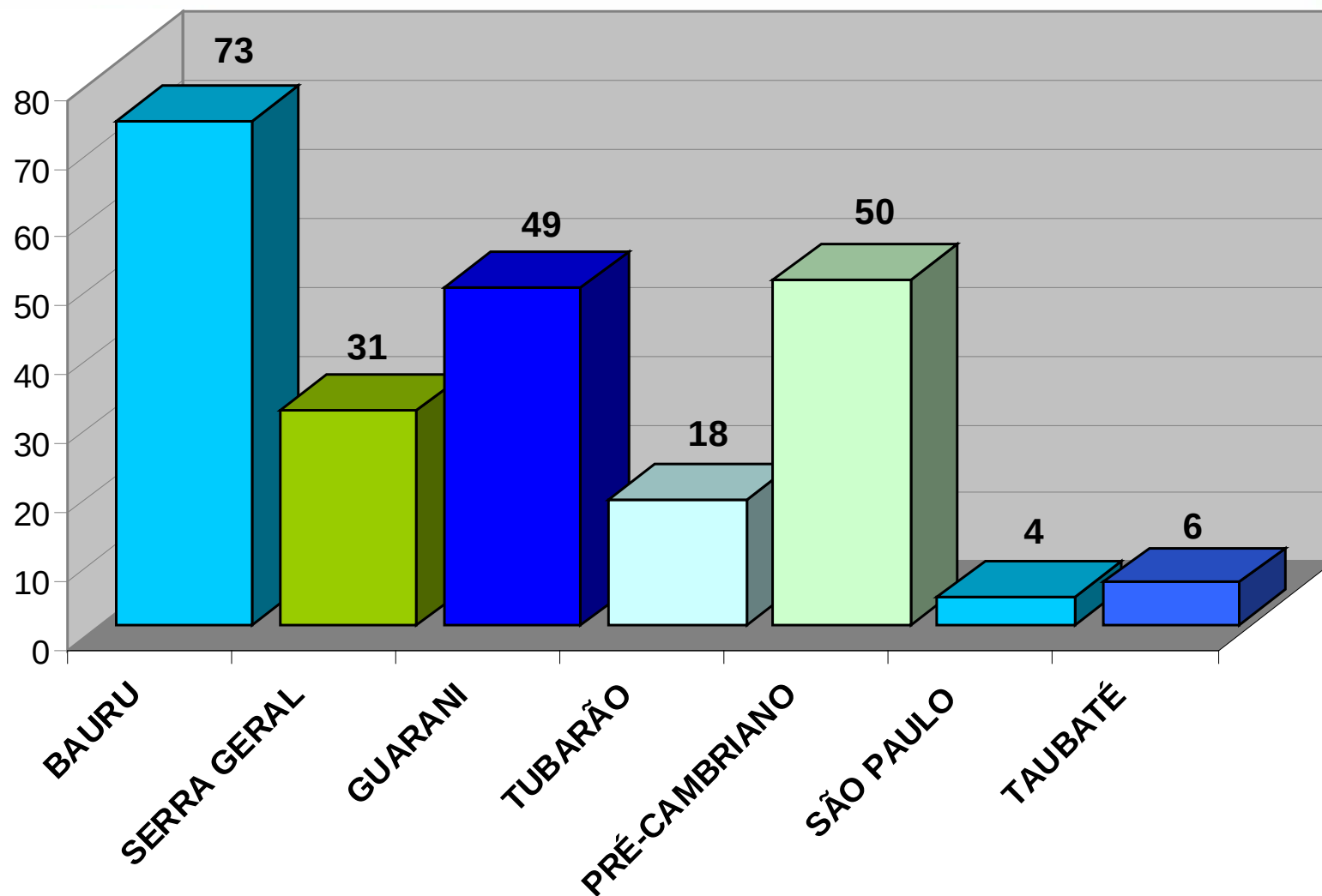
REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE



REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE

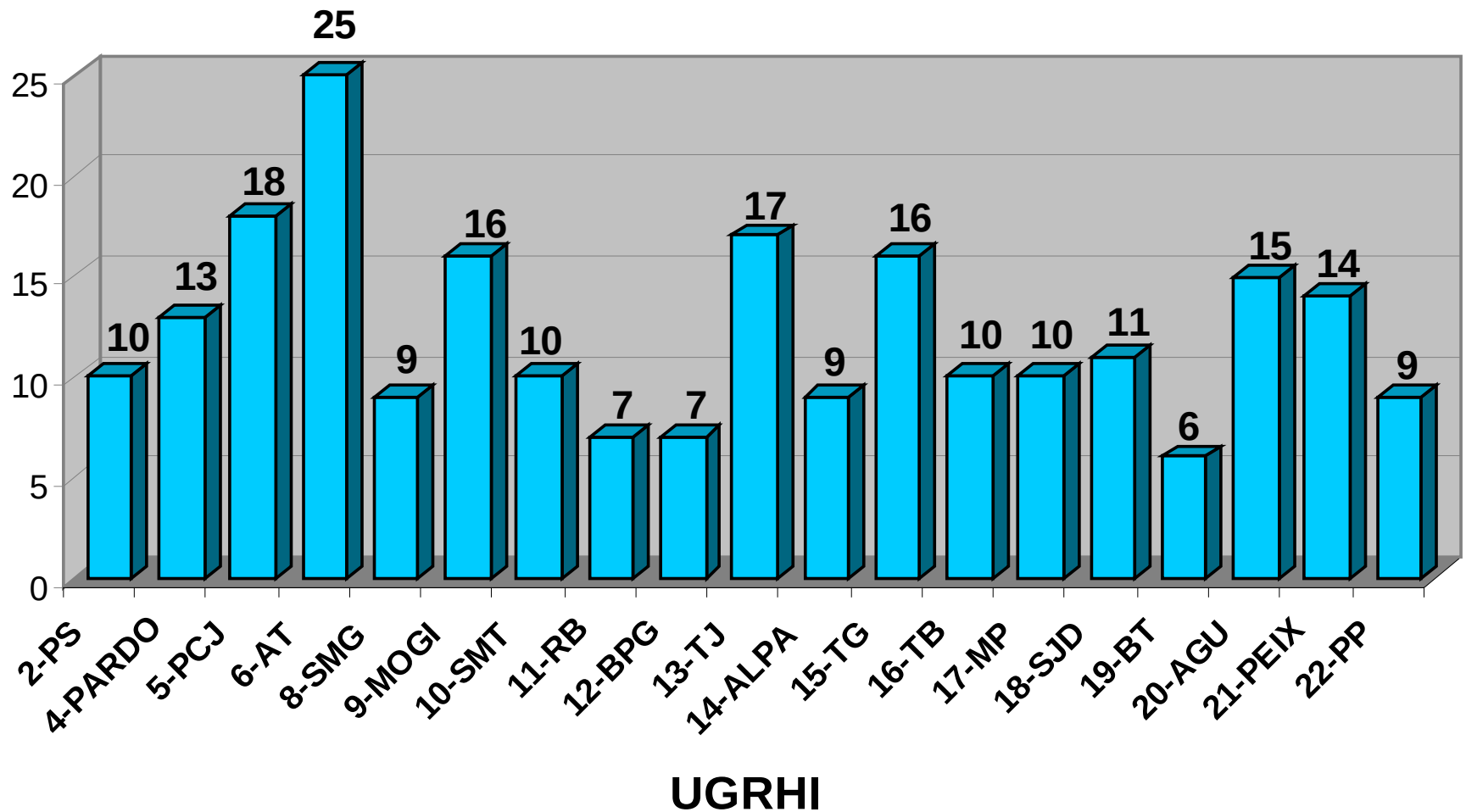
- n 240 pontos monitorados
- n 07 aquíferos monitorados
- n 221 municípios
- n 19 UGRHIs
- n 40 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos;
- n Frequência de amostragem: semestral

PONTOS POR SISTEMA AQUÍFERO - 2010



PONTOS DE MONITORAMENTO POR UGRHI

2010



PARÂMETROS MONITORADOS

MEDIÇÃO DE CAMPO	ÍONS MAIORES E INDICADORES		NUTRIENTES
• pH • Condutividade elétrica • Temperatura da água • Coordenadas geográficas	• Cálcio • Magnésio • Sódio • Potássio • Sulfato • Cloreto	• Alcalinidade • Dureza total • Carbono orgânico dissolvido • Sólidos totais • Sólidos dissolvidos totais	• Nitrato (em N) • Nitrito (em N) • Amônia (em N) • Nitrogênio Kjeldhal
ELEMENTOS TRAÇOS		INDICADORES MICROBIOLÓGICOS	COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS
• Alumínio • Antimônio • Arsênio • Bário • Boro • Berílio • Cádmio (3 anos) • Chumbo • Cobalto (3 anos) • Cobre	• Cromo • Estrôncio • Ferro • Manganês • Mercúrio (3 anos) • Níquel (3 anos) • Selênio (3 anos) • Vanádio (3 anos) • Zinco	• Bactérias heterotróficas • Coliformes totais • <i>Escherichia coli</i> • Bacteriófagos F-específicos	• 1,2 Dicloroetano • Tetracloroetileno • Cloreto de vinila • Clorofórmio • Benzeno RMSP, Paulínia

RESULTADOS

- n Caracterização da qualidade natural das águas subterrâneas brutas;
- n Valores de referência de qualidade – VRQ;
- n Classificação hidroquímica das águas
- n Tendências das concentrações das substâncias monitoradas;
- n Identificação de áreas com alterações de qualidade;

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOQUÍMICAS

SÍNTESE DOS RESULTADOS DO AQUIFERO BAURU - 2007 A 2009

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru (61 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ²	5	10	7	7,3
Temperatura	°C	--	21	30,4	25	26
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$	--	28	548	206	253
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L^{-1}	1000 ²	8	438	149	186
Sólidos Totais	mg L^{-1}	--	<10	472	163	202
Dureza Total	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	500 ²	1,67	285	67,4	100
Alcalinidade Bicarbonato	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	--	<2	249	82,7	111,5
Alcalinidade Carbonato	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	--	0	106	0	0
Alcalinidade Hidróxido	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	--	0	<2	0	0
Carbono Orgânico Dissolvido	$\text{mg L}^{-1} \text{C}$	--	<1	18,6	2,17	4,45
Nitrogênio Nitrato	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	10 ¹	<0,1	20	2,08	4,99
Cloreto	$\text{mg L}^{-1} \text{Cl}$	250 ²	<0,1	39	2,5	5,2
Fluoreto	$\text{mg L}^{-1} \text{F}$	1,5 ¹	<0,02	1,28	0,14	0,2
Alumínio	$\text{mg L}^{-1} \text{Al}$	0,2 ¹	<0,01	0,65	<0,02	<0,02
Bário	$\text{mg L}^{-1} \text{Ba}$	0,7 ¹	0,005	0,988	0,165	0,262
Cálcio	$\text{mg L}^{-1} \text{Ca}$	--	0,67	82,8	18	27,75
Crômio	$\text{mg L}^{-1} \text{Cr}$	0,05 ¹	<0,0005	0,102	0,02	0,03
Ferro	$\text{mg L}^{-1} \text{Fe}$	0,3 ¹	<0,008	0,4	<0,01	<0,01
Boro	$\text{mg L}^{-1} \text{B}$	0,5 ¹	<0,01	0,07	<0,03	0,03
Manganês	$\text{mg L}^{-1} \text{Mn}$	0,4 ¹	<0,0003	0,0323	<0,005	<0,005

VMP – (1) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB ; (2) Padrão de Potabilidade da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (3) Resolução CONAMA 420/09 e (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOQUÍMICAS

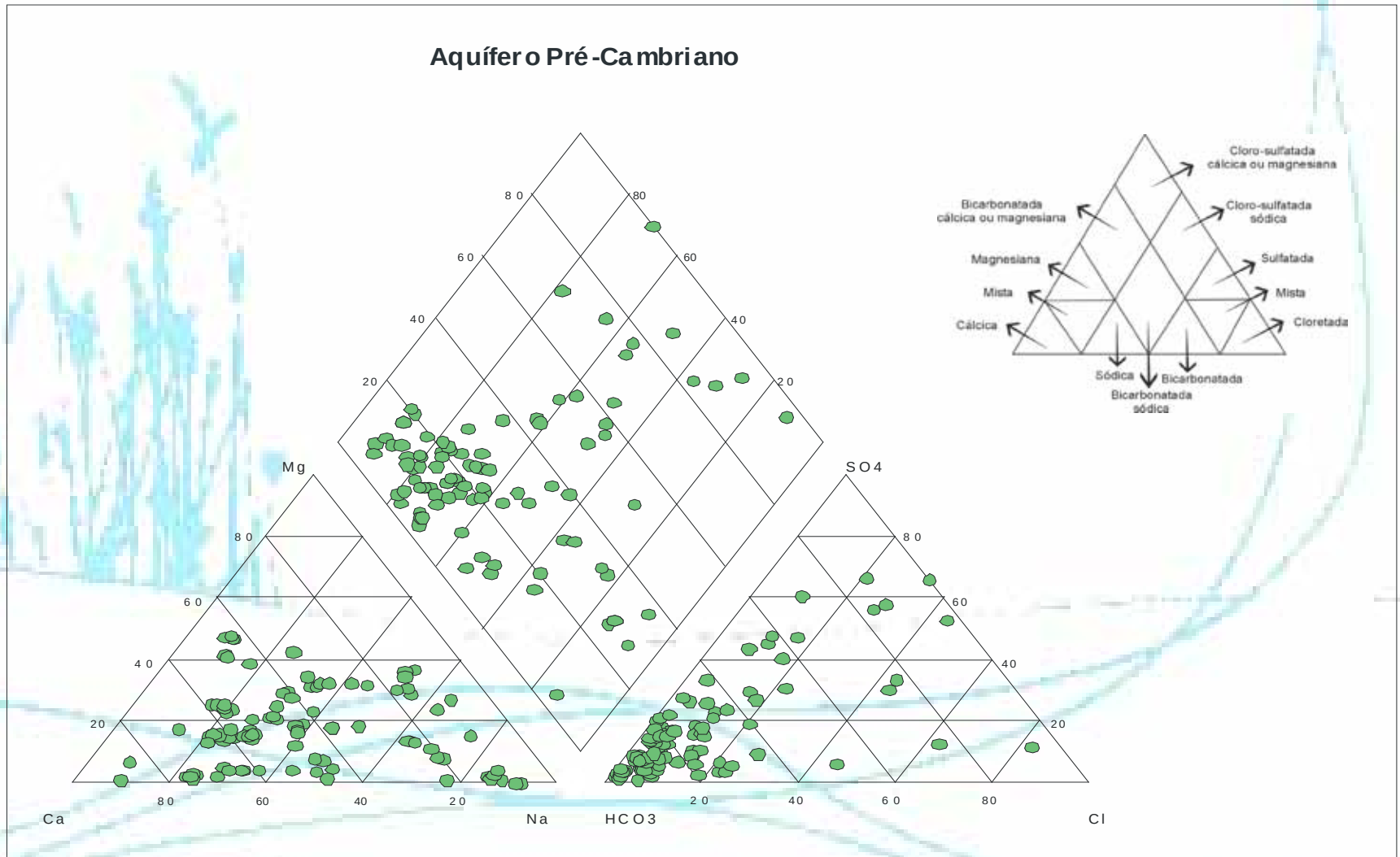
SÍNTESE DOS RESULTADOS DO AQUÍFERO GUARANI - 2007 A 2009

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani (41 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ²	4,37	10,3	6,5	7,1
Temperatura	°C	--	16,1	47	26	29
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$	--	10,4	469	116,5	160,5
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L^{-1}	1000 ²	<50	382	94	113
Sólidos Totais	mg L^{-1}	--	<50	410	100	129
Dureza Total	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	500 ²	<0,2	120	30,5	58,4
Alcalinidade Bicarbonato	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	--	0	176	55	77
Carbono Orgânico Dissolvido	$\text{mg L}^{-1} \text{C}$	--	<1	52,3	1,88	3,54
Alumínio	$\text{mg L}^{-1} \text{Al}$	0,2 ¹	<0,01	0,4	<0,02	0,03
Arsênio	$\text{mg L}^{-1} \text{As}$	0,005 ¹	<0,0002	<0,002	0,0005	0,0007
Bário	$\text{mg L}^{-1} \text{Ba}$	0,7 ¹	<0,001	0,63	0,025	0,05
Berílio	$\text{mg L}^{-1} \text{Be}$	4 ⁴	<0,0001	<0,005	0,0034	<0,005
Boro	$\text{mg L}^{-1} \text{B}$	0,5 ¹	<0,01	0,08	<0,03	<0,03
Chumbo	$\text{mg L}^{-1} \text{Pb}$	0,01 ¹	<0,002	0,008	<0,002	<0,004
Cloreto	$\text{mg L}^{-1} \text{Cl}$	250 ²	0,1	20	<1,2	1,2
Cobre	$\text{mg L}^{-1} \text{Cu}$	2 ¹	<0,002	0,06	<0,01	<0,01
Crômio	$\text{mg L}^{-1} \text{Cr}$	0,05 ¹	<0,0005	0,04	0,002	0,003
Estrôncio	$\text{mg L}^{-1} \text{Sr}$	--	<0,0002	0,735	0,0587	0,112
Ferro	$\text{mg L}^{-1} \text{Fe}$	0,3 ¹	<0,005	0,55	<0,01	0,01
Fluoreto	$\text{mg L}^{-1} \text{F}$	1,5 ¹	<0,02	0,56	0,1	0,16
Magnésio	$\text{mg L}^{-1} \text{Mg}$	--	<0,02	5,61	1,83	2,81
Manganês	$\text{mg L}^{-1} \text{Mn}$	0,4 ¹	<0,0003	0,31	<0,005	0,005
Nitrogênio Nitrato	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	10 ¹	<0,1	13,7	<0,2	0,31
Nitrogênio Nitrito	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	1 ²	<0,001	<0,1	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	1,5 ²	<0,03	4,77	<0,1	<0,1

VMP – (1) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB ; (2) Padrão de Potabilidade da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (3) Resolução CONAMA 420/09 e (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08.

CLASSIFICAÇÃO HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS

AQUÍFERO PRÉ-CAMBRIANO



VALORES DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE - VRQ

Parâmetro		Bauru	Guarani	Tubarão	Taubaté	Serra Geral	Pré-Cambriano
pH	-	7,50	7,50	9,00	7,00	8,00	7,50
Condutividade	$\mu\text{S cm}^{-1}$	240	160	410	145	170	240
Sólidos Dissolvidos	mg L^{-1}	200	120	375	155	145	190
Sólidos Totais	mg L^{-1}	215	135	360	165	170	200
Dureza	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	100	60,0	60,0	40,0	55,0	90,0
Alcal. Bicarb.	$\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$	110	80,0	150	70,0	75,0	105
Carb.Org.Diss.	$\text{mg L}^{-1} \text{C}$	8,50	5,50	6,50	5,00	6,00	4,50
Alumínio	$\text{mg L}^{-1} \text{Al}$	0,05	0,03	0,04	<0,15	0,04	0,07
Antimônio	$\text{mg L}^{-1} \text{Sb}$	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsênio	$\text{mg L}^{-1} \text{As}$	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário	$\text{mg L}^{-1} \text{Ba}$	0,25	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08
Boro	$\text{mg L}^{-1} \text{B}$	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	<0,03	<0,03
Cádmio	$\text{mg L}^{-1} \text{Cd}$	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	<0,0001	<0,0001
Cálcio	$\text{mg L}^{-1} \text{Ca}$	25,0	18,5	18,5	8,00	15,5	28,5
Chumbo	$\text{mg L}^{-1} \text{Pb}$	<0,002	<0,002	<0,002	--	<0,002	<0,002
Cloreto	$\text{mg L}^{-1} \text{Cl}$	5,00	1,50	10,0	1,50	1,50	5,00
Crômio	$\text{mg L}^{-1} \text{Cr}$	0,04	0,003	<0,001	<0,005	0,002	0,002
Ferro	$\text{mg L}^{-1} \text{Fe}$	0,04	0,09	0,12	0,12	0,04	0,12
Fluoreto	$\text{mg L}^{-1} \text{F}$	0,30	0,20	0,60	0,30	0,20	0,60
Manganês	$\text{mg L}^{-1} \text{Mn}$	<0,005	0,01	0,02	0,03	<0,005	0,03
Mercúrio	$\text{mg L}^{-1} \text{Hg}$	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Nitrog. Nitrato	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	1,50	0,30	0,20	0,02	0,50	0,40
Nitrog. Nitrito	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	<0,002	0,005	0,005	<0,001	<0,002	0,005
Nitrog. Amoniacal	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	0,04	0,005	0,07	0,05	0,05	0,06
Nitrog. Kjeldhal	$\text{mg L}^{-1} \text{N}$	0,10	0,20	0,40	0,20	0,10	0,40
Potássio	$\text{mg L}^{-1} \text{K}$	4,50	4,00	2,00	5,00	2,00	2,50
Sódio	$\text{mg L}^{-1} \text{Na}$	15,0	7,00	25,0	20,0	14,5	14,5
Zinco	$\text{mg L}^{-1} \text{Zn}$	0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01

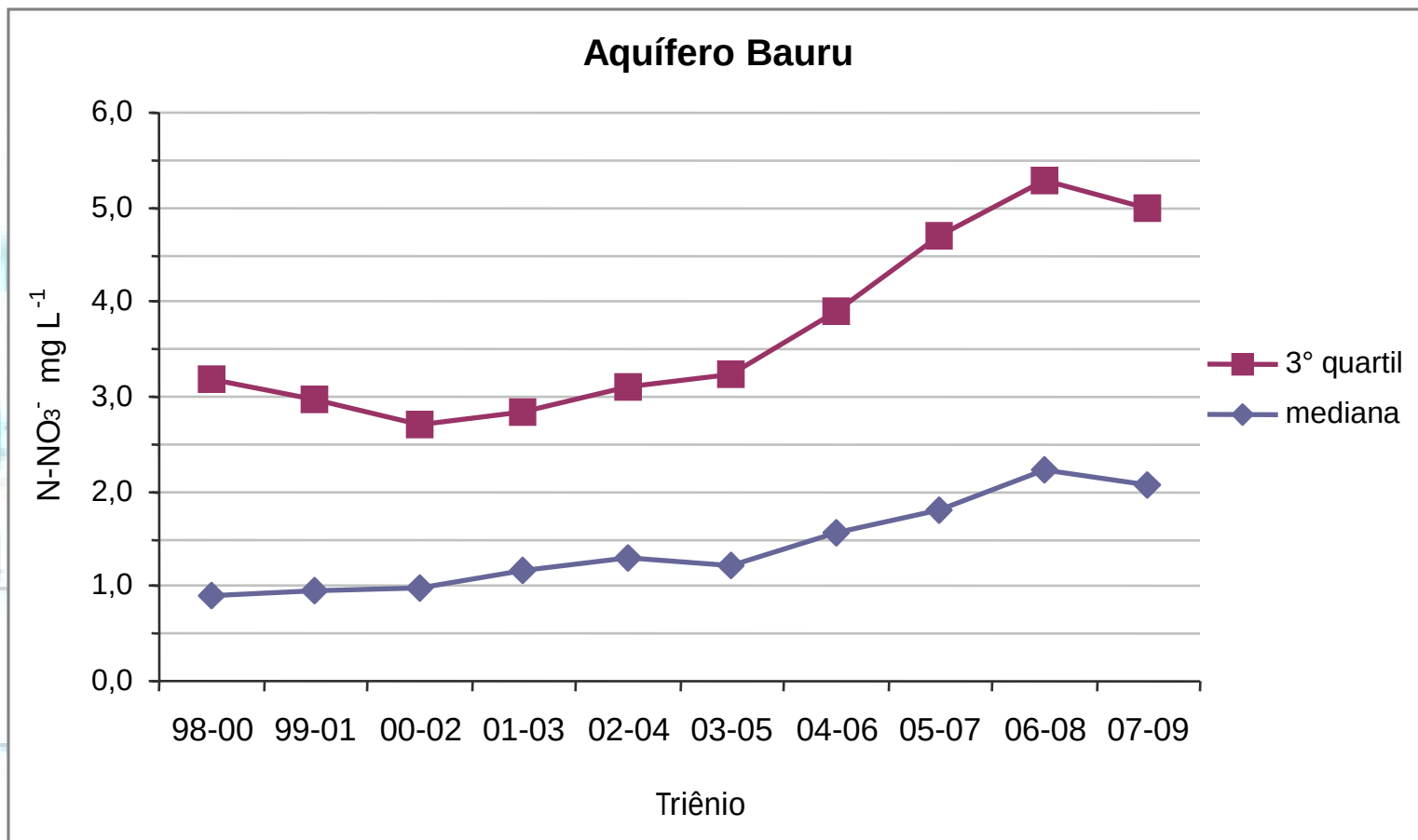
AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS

3º QUARTIL NO PERÍODO DE 1998 A 2009, POR TRIÊNIO

Parâmetro	Unidade	Bauru				Guarani			
		98-00	01-03	04-06	07-09	98-00	01-03	04-06	07-09
pH	-	7,80	7,80	7,60	7,30	7,60	7,00	7,40	7,10
Temperatura	° C	26,0	25,0	26,0	26,0	28,0	28,2	28,0	29,0
Condutividade Elétrica	uS cm ⁻¹	235	244	252	253	153	160	164	161
Sólidos Dissolv. Totais	mg L ⁻¹	193	196	202	187	113	118	125	113
Dureza	mg L ⁻¹ CaCO ₃	104	97	100	100	62,0	56,0	63,0	58,0
Alcalinidade Bicarbonato	mg L ⁻¹ CaCO ₃	116	107	112	112	88,0	78,0	79,0	77,0
Carbono Org. Diss.	mg L ⁻¹ C	15,2	7,80	3,40	4,50	11,0	3,40	2,50	3,50
Alumínio	mg L ⁻¹ Al	0,05	0,04	0,06	<0,02	0,03	0,02	0,05	0,03
Antimônio	mg L ⁻¹ Sb	--	--	<0,002	--	--	--	<0,002	--
Arsênio	mg L ⁻¹ As	<0,002	<0,002	--	0,0003	<0,002	<0,002	--	0,0007
Bário	mg L ⁻¹ Ba	<0,40	0,24	0,24	0,26	<0,40	0,08	0,05	0,05
Boro	mg L ⁻¹ B	--	<0,03	<0,03	0,03	--	<0,03	<0,03	<0,03
Cádmio	mg L ⁻¹ Cd	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--
Cálcio	mg L ⁻¹ Ca	27,4	27,1	24,4	27,8	18,8	17,6	18,3	18,8
Chumbo	mg L ⁻¹ Pb	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004
Cloreto	mg L ⁻¹ Cl	6,00	4,50	4,70	5,20	1,50	1,00	1,20	1,20
Crômio	mg L ⁻¹ Cr	0,04	0,04	0,03	0,03	0,003	0,004	0,003	0,003
Ferro	mg L ⁻¹ Fe	<0,12	<0,03	<0,01	<0,01	<0,12	<0,02	0,01	0,01
Fluoreto	mg L ⁻¹ F	0,31	0,28	0,28	0,20	0,20	0,24	0,16	0,16
Magnésio	mg L ⁻¹ Mg	9,60	8,30	6,80	7,60	4,20	4,00	2,73	2,80
Manganês	mg L ⁻¹ Mn	<0,009	<0,006	<0,005	<0,005	<0,009	<0,006	0,005	0,005
Nitrog. Nitrato	mg L⁻¹ N	3,20	2,83	3,91	4,99	0,30	0,30	0,30	0,31
Nitrog. Nitrito	mg L ⁻¹ N	<0,005	<0,002	<0,004	0,01	<0,005	<0,003	0,004	<0,01
Nitrog. Amoniacal	mg L ⁻¹ N	0,02	0,05	0,05	<0,10	0,02	<0,05	0,05	<0,10
Nitrog. Kjeldhal	mg L ⁻¹ N	0,06	0,15	0,15	<0,50	0,08	0,15	0,20	<0,50
Potássio	mg L ⁻¹ K	4,80	4,50	4,30	4,50	4,00	4,20	4,00	4,10
Sódio	mg L ⁻¹ Na	14,2	15,0	16,2	14,0	7,00	7,90	7,20	6,50

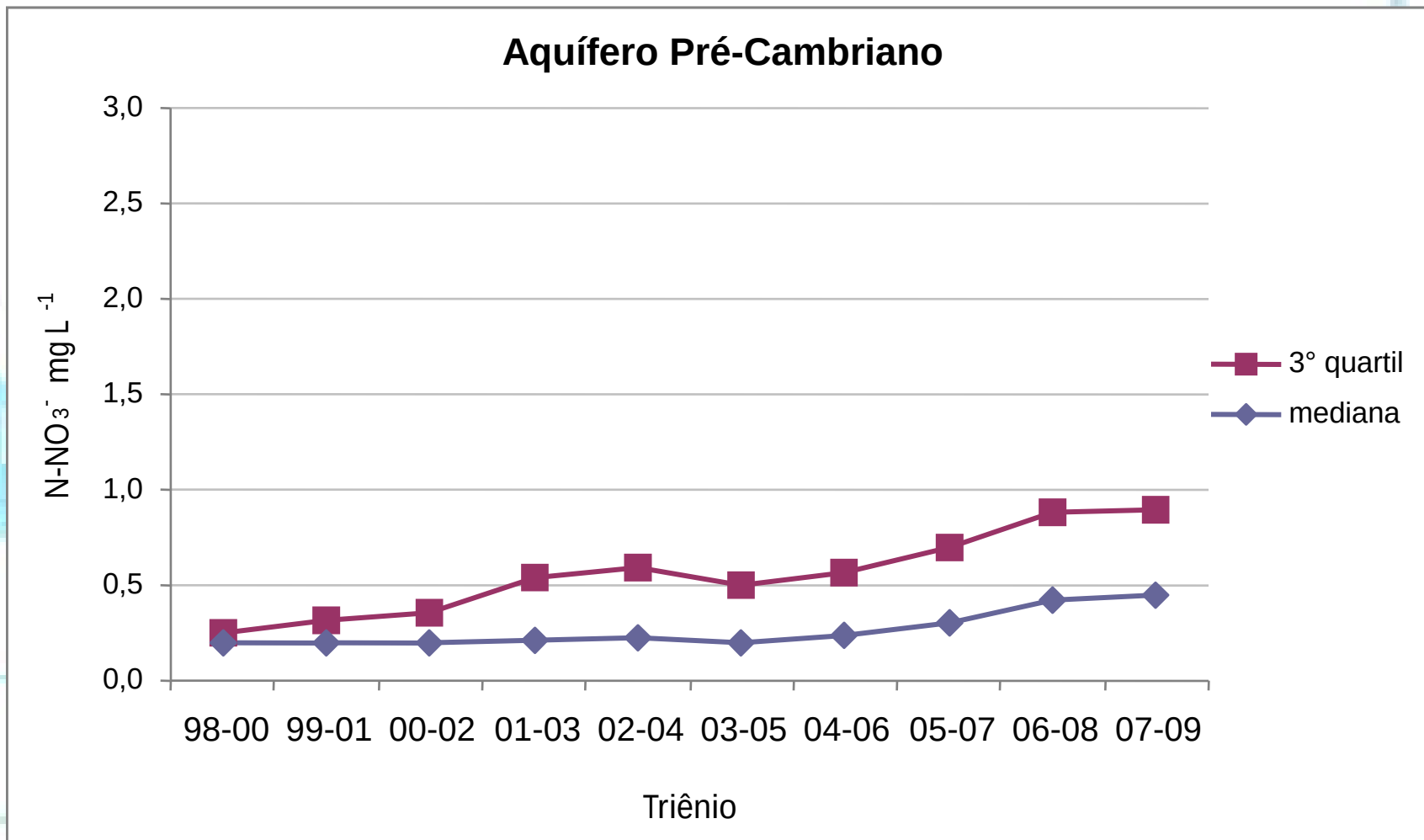
AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS

Nitrogênio Nitrato - 1998 a 2009



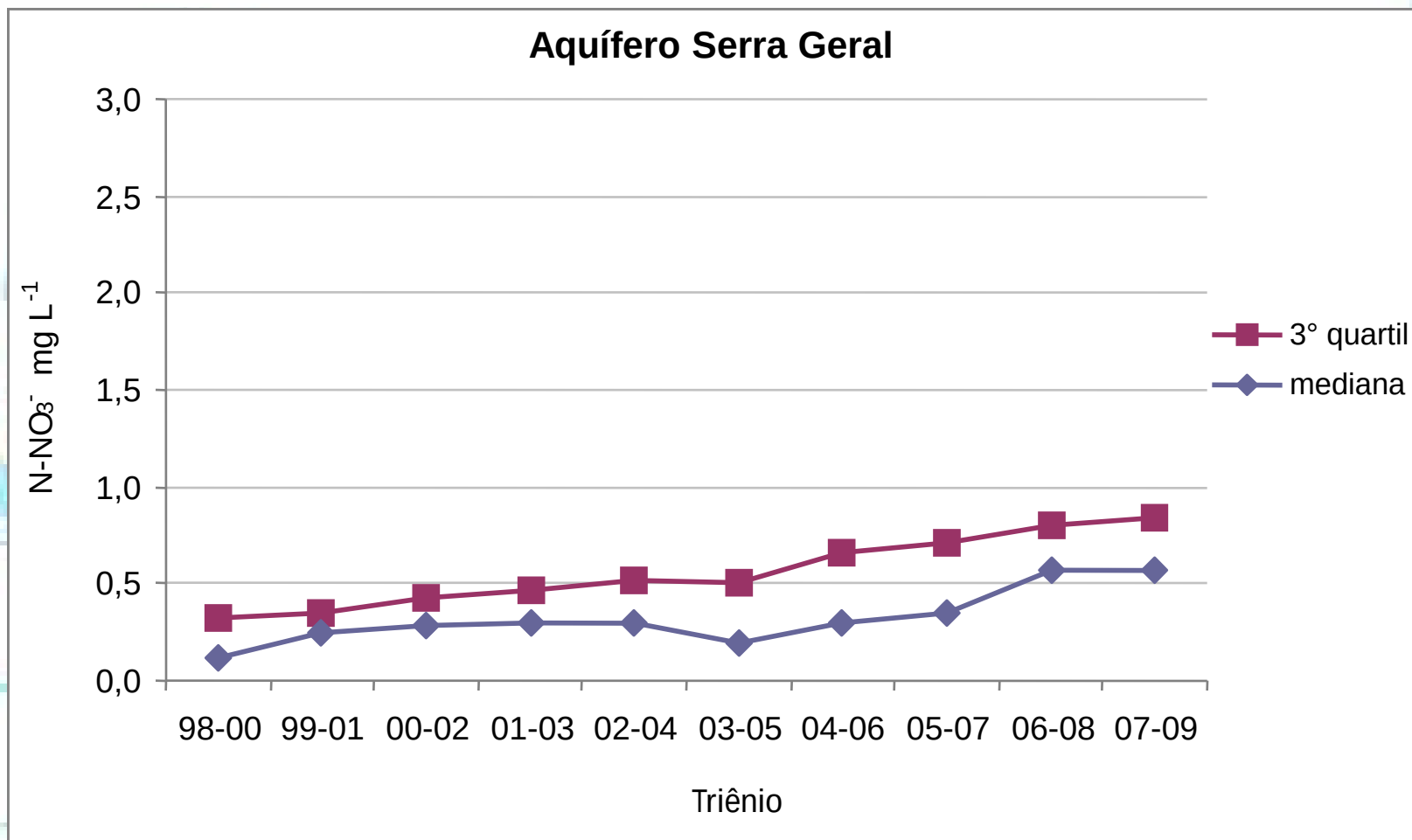
AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS

Nitrogênio Nitrato - 1998 a 2009

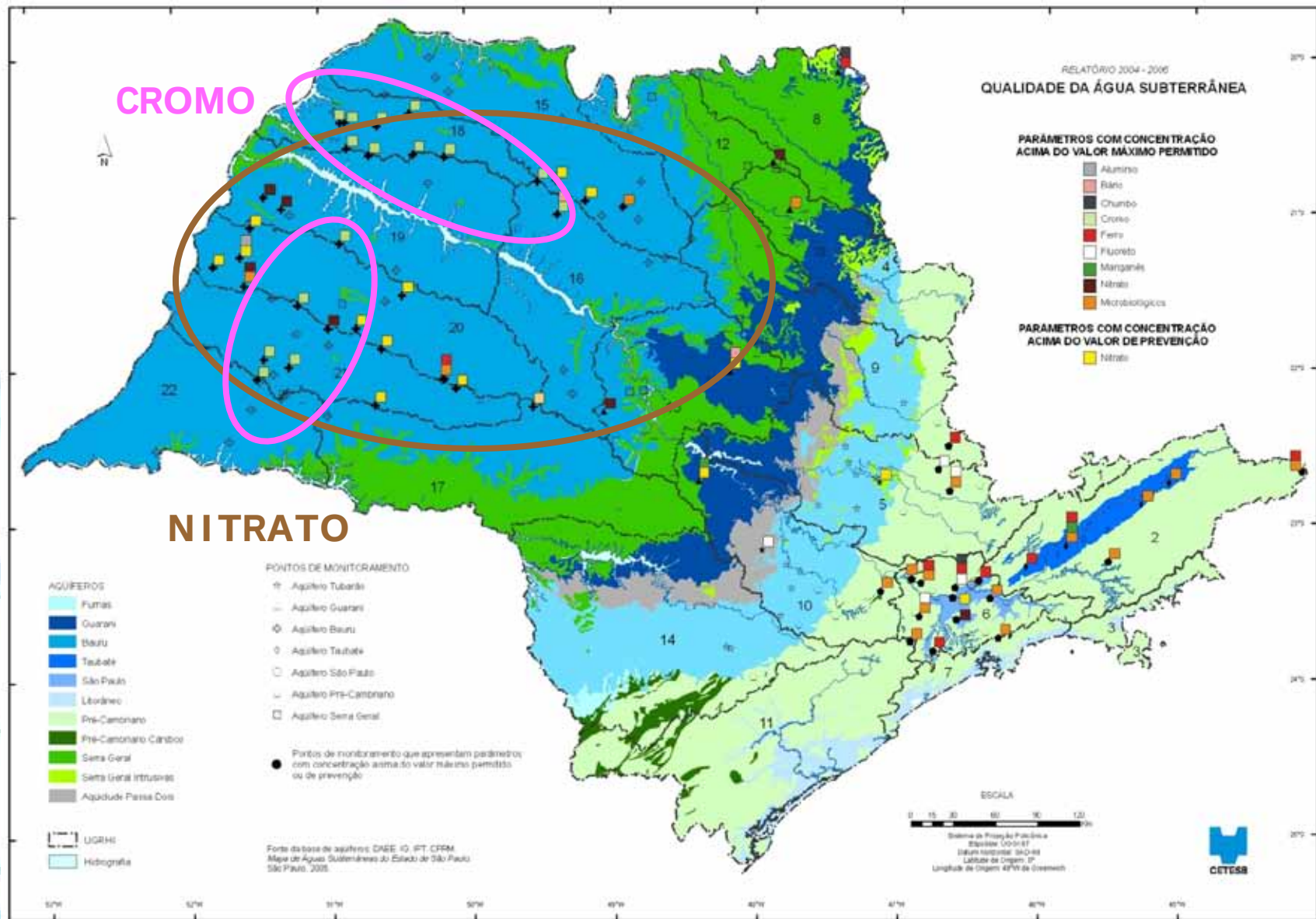


AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS

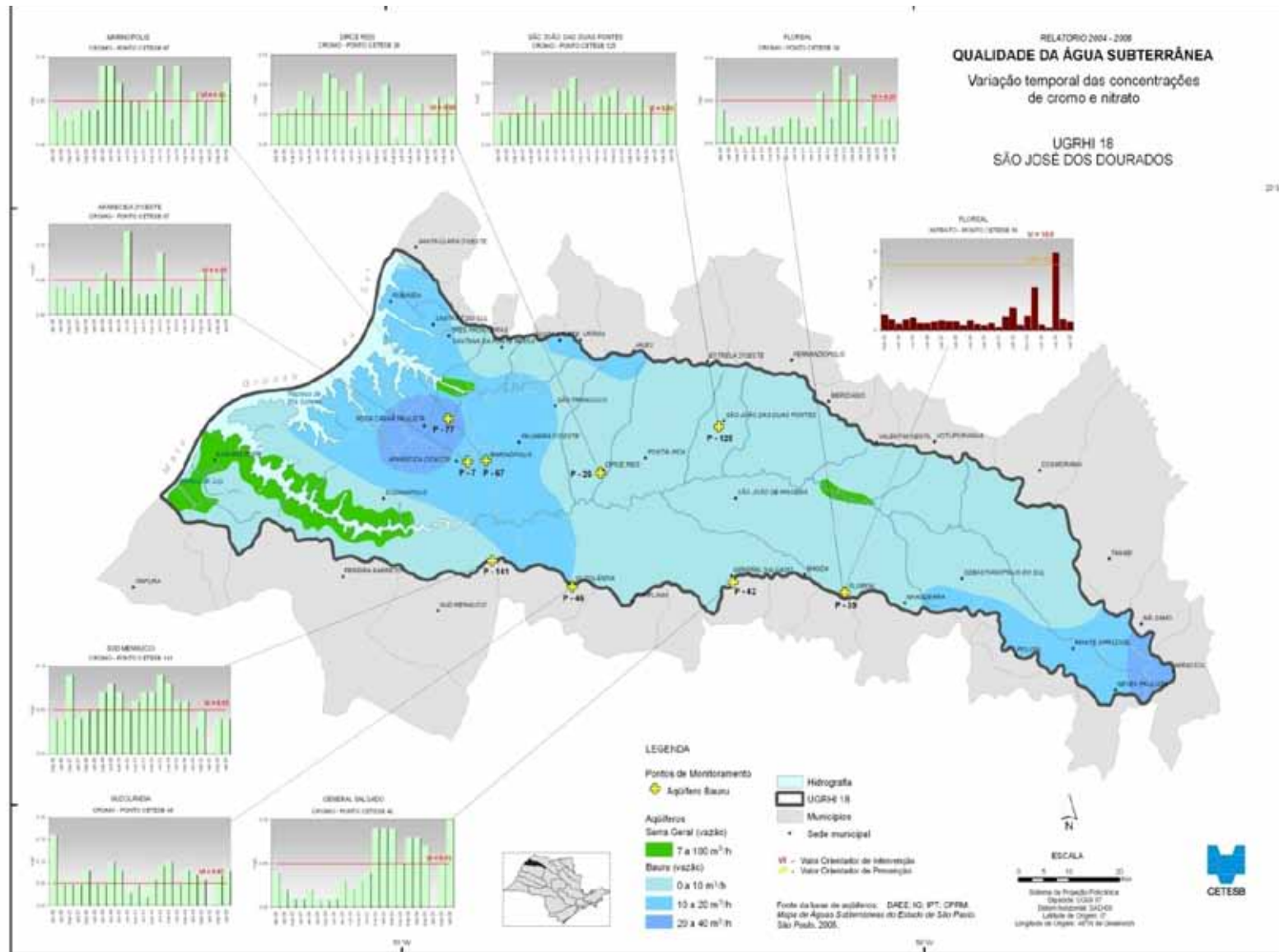
Nitrogênio Nitrato - 1998 a 2009



IDENTIFICAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE QUALIDADE



IDENTIFICAÇÃO DA ALTERAÇÃO DE QUALIDADE POR UGRHI



INDICADOR DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - IPAS

UGRHI	2009		2010	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
2	62,5	Ferro, manganês, bactérias hetrotróficas, coliformes totais	60,0	Ferro, manganês, <i>E. coli</i> , coliformes totais
4	90,9	Alumínio, manganês	95,8	Alumínio, manganês
5	75,0	Fluoreto, manganês, coliformes totais	66,7	Fluoreto, manganês, ferro, chumbo, coliformes totais, bactérias heterotróficas
6	79,5	Alumínio, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais	76,0	Ferro, fluoreto, manganês, nitrato, selênio, bactérias heterotróficas
8	91,7	Bactérias heterotróficas	94,4	Bactérias heterotróficas
9	87,5	Bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>E. coli</i>	87,5	Fluoreto, ferro, coliformes totais
10	65,0	Arsênio, ferro, fluoreto, manganês, sódio, bactérias heterotróficas	85,0	Ferro, sódio, fluoreto, arsênio
11	-	-	71,4	Ferro, manganês
12	87,5	Bactérias heterotróficas	100,0	-
13	85,7	Bactérias heterotróficas	97,0	Nitrato
14	100,0	-	88,9	Ferro, coliformes totais
15	100,0	-	90,6	Mercúrio, Crômio
16	75,0	Crômio, ferro, nitrato	55,6	Selênio, crômio, mercúrio
17	100,0	-	95,0	Selênio
18	62,5	Crômio, <i>E. coli</i>	63,6	Crômio, coliformes totais, bactérias heterotróficas
19	58,3	Nitrato, coliformes totais	83,3	Nitrato, coliformes totais
20	81,5	Bário, nitrato, coliformes totais	82,1	Selênio, nitrato
21	65,4	Crômio, nitrato, bactérias hetrotróficas	63,0	Selênio, crômio, nitrato
22	100,0	-	100,0	-
Estado de São Paulo	80,1		81,4	

Qualidade: ■ Ruim (0-33%) ■ Regular (33,1%-67%) ■ Boa (67,1%-100%)

REDE DE MONITORAMENTO INTEGRADO DE QUALIDADE E QUANTIDADE

REDE DE MONITORAMENTO INTEGRADO DE QUALIDADE E QUANTIDADE

COORDENAÇÃO:

- n DAEE e CETESB

OPERAÇÃO:

- n DAEE - medição diária do nível estático
- n CETESB - amostragem e determinações analíticas semestrais

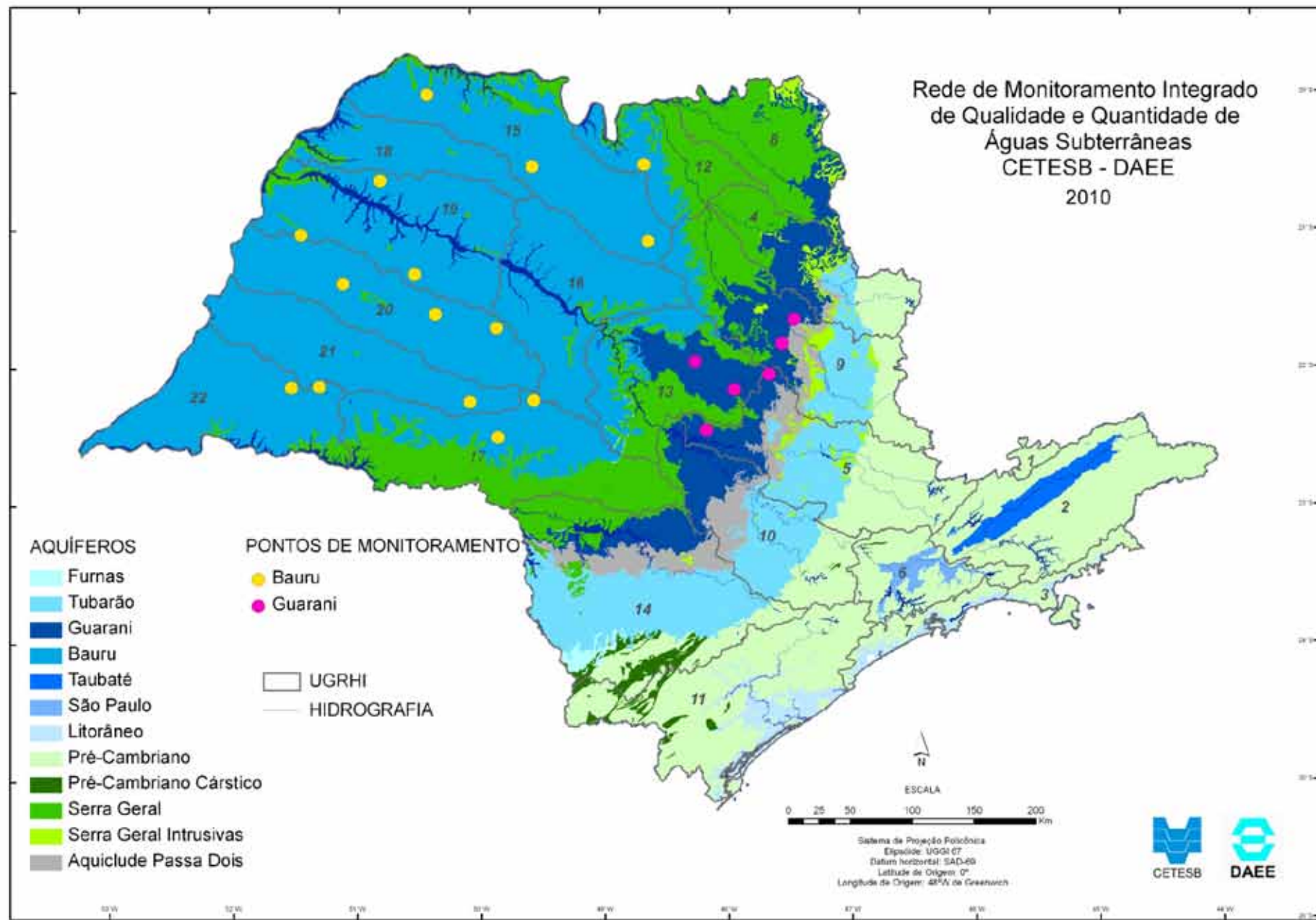
PONTOS DE MONITORAMENTO

- n poços dedicados ao monitoramento
- n construídos próximos a estações hidrometeorológicas (fluviométricos, pluviométricos)
- n profundidade média 40 metros
- n instalados em uma única Unidade Aquífera

PONTO DE MONITORAMENTO



REDE QUALIDADE - QUANTIDADE



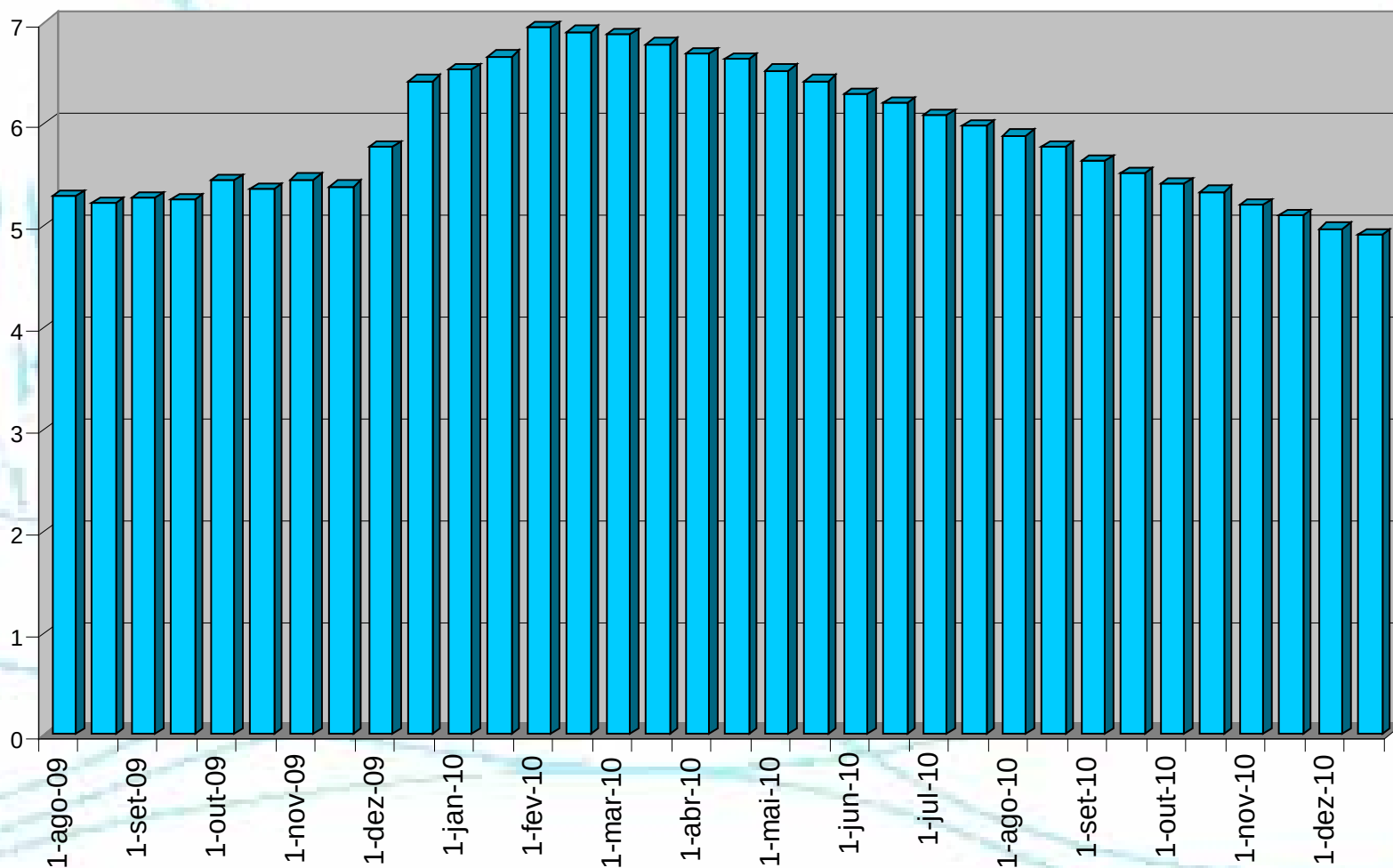
REDE QUALIDADE - QUANTIDADE

- n 02 sistemas aquíferos monitorados (Bauru e Guarani)
- n 21 poços construídos pelo DAEE com recursos FEHIDRO
- n 21 municípios
- n 10 UGRHIs
- n Parâmetro de Quantidade: nível d'água
- n Parâmetros de Qualidade: 40 (Rede Qualidade)
- n Frequência de amostragem: diária (Quanti) e semestral (Quali)

RESULTADOS

VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA - GÁLIA - SP

Cota arbitrária da boca do poço : 10,00 m



ARTICULAÇÃO COM REDE NACIONAL

Cooperação com CPRM /ANA para implantação da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo (Res. CNRH 107/10):

- n critérios de localização e perfuração de poços (2010-2011)
- n parâmetros de qualidade (frequência quinquenal)

Obrigada!

rosangelam@cetesbnet.sp.gov.br

Seminário

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

PROÁGUA

Luis Sérgio Ozório
Valentim



SEMINÁRIO UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

São Paulo, 18 de abril de 2011

PROÁGUA

Programa de Qualidade da Água para Consumo Humano no Estado de São Paulo

Sérgio Valentim

Diretor de Meio Ambiente do Centro de Vigilância Sanitária



SECRETARIA
DA SAÚDE



CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – MEIO AMBIENTE

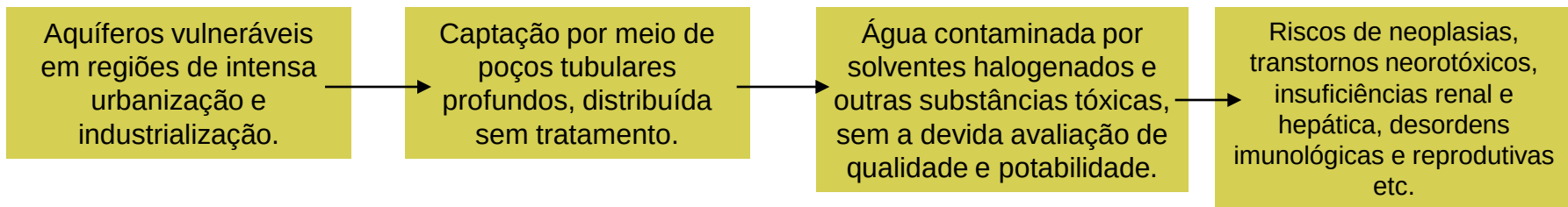
desenvolver ações no campo da saúde pública visando **prevenir e intervir em situações de riscos à saúde** associadas à exposição humana a condições adversas do meio ambiente.

PROÁGUA- PROGRAMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

O Proágua tem por objetivo principal colaborar na promoção e proteção da saúde da população por meio da **garantia da potabilidade da água destinada ao consumo humano no Estado de São Paulo.**

Com este propósito, o Programa desenvolve **ações contínuas para assegurar a qualidade dos sistemas e soluções alternativas de abastecimento**, identificando e intervindo em situações de risco à saúde dos consumidores.

Isto implica em **atuação integrada e abrangente no contexto da produção e consumo da água**, englobando desde a gestão dos recursos hídricos até os impactos à saúde dos consumidores.



Mananciais

Boas práticas de produção

Qualidade

Saúde/Doença

Uso e ocupação do solo
Qualidade da água bruta
Relação
disponibilidade/demanda

Captação
Adução
Tratamento
Reservação
Distribuição

Padrões de potabilidade

Doenças de transmissão
hídrica

Promoção

proteção

recuperação da saúde



SEMINÁRIO

UTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

ENFRENTAMENTO DA

CONTAMINAÇÃO POR NITRATO

NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Claudia Varnier



INSTITUTO GEOLÓGICO
Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo



Instituto Geológico

ENFRENTAMENTO DA CONTAMINAÇÃO POR NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



Dra. Claudia Varnier
Instituto Geológico (IG/SMA)

RELEVÂNCIA DO TEMA

1. Por que o nitrato é um contaminante tão problemático?
2. Quais são as origens do nitrato nas águas subterrâneas?
3. Como evolui o problema do nitrato em aquíferos?
4. Quais são as soluções para o problema do nitrato em aquíferos?

RELEVÂNCIA DO TEMA

1. Por que o nitrato é um contaminante tão problemático?
2. Quais são as origens do nitrato nas águas subterrâneas?
3. Como evolui o problema do nitrato em aquíferos?
4. Quais são as soluções para o problema do nitrato em aquíferos?

RELEVÂNCIA DO TEMA

Três características que o tornam um problema aos gestores do recurso hídrico:

- ü **Muito móvel**, atingindo grandes áreas e volume do aquífero;
- ü Várias origens associadas às atividades humanas;
- ü As reações de conversão de nitrogênio são **rápidas e com forte tendência à oxidação** em aquíferos livres.

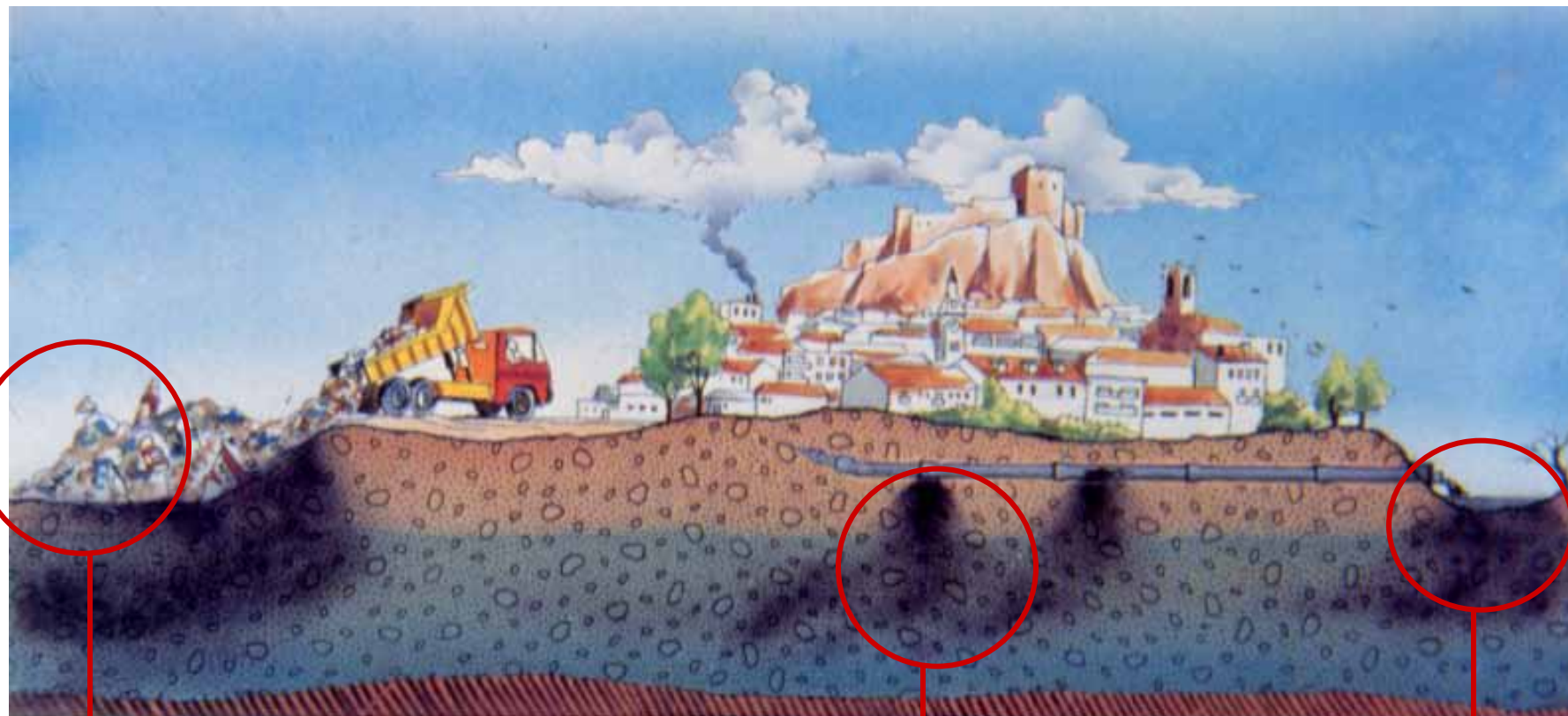
RELEVÂNCIA DO TEMA

1. Por que o nitrato é um contaminante tão problemático?
2. Quais são as origens do nitrato nas águas subterrâneas?
3. Como evolui o problema do nitrato em aquíferos?
4. Quais são as soluções para o problema do nitrato em aquíferos?



Contaminação de aquíferos na zona rural pela aplicação inadequada de fertilizantes nitrogenados

Contaminação das águas subterrâneas em áreas urbanas



lixão

vazamento
rede de esgoto

lagoa de
tratamento

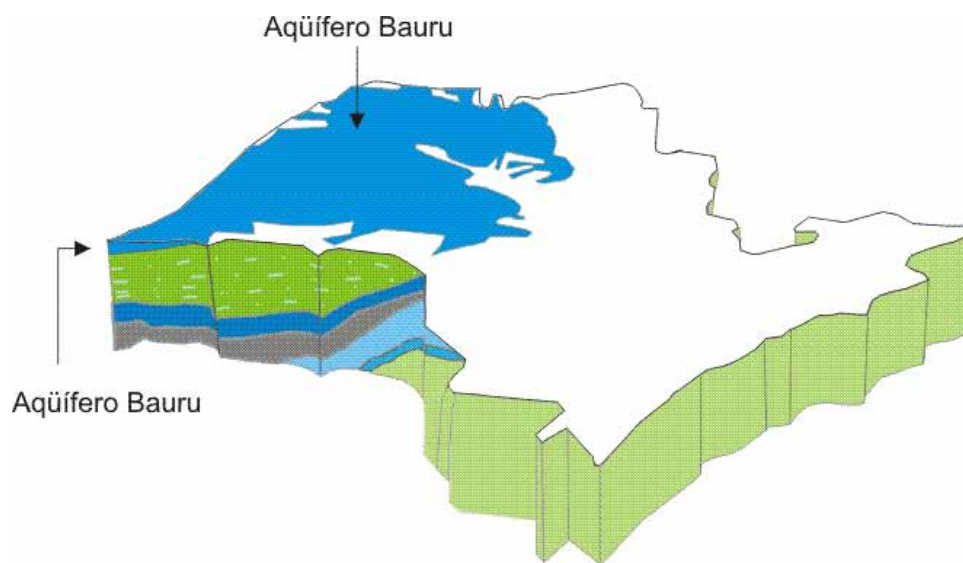
Ou em área sem rede de esgoto: fossas sépticas e negras



RELEVÂNCIA DO TEMA

1. Por que o nitrato é um contaminante tão problemático?
2. Quais são as origens do nitrato nas águas subterrâneas?
3. **Como evolui o problema do nitrato em aquíferos?**
4. Quais são as soluções para o problema do nitrato em aquíferos?

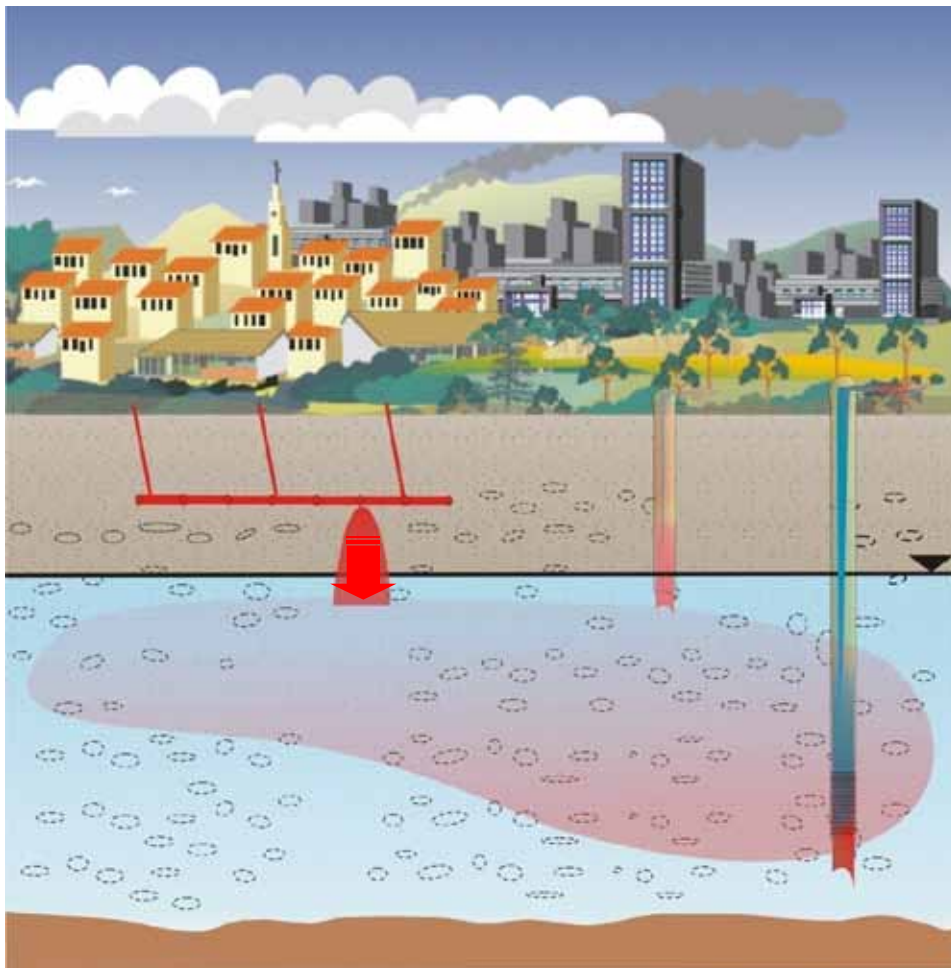
NITRATO E O SISTEMA AQUÍFERO BAURU



ü **Sistema Aquífero Bauru:**
maior unidade do Estado de
São Paulo ($\sim 100.000 \text{ km}^2$)

ü $[\text{NO}_3^-]$ acima do padrão de
potabilidade: poços tubulares
e cacimbas nos municípios a
NW e W do Estado

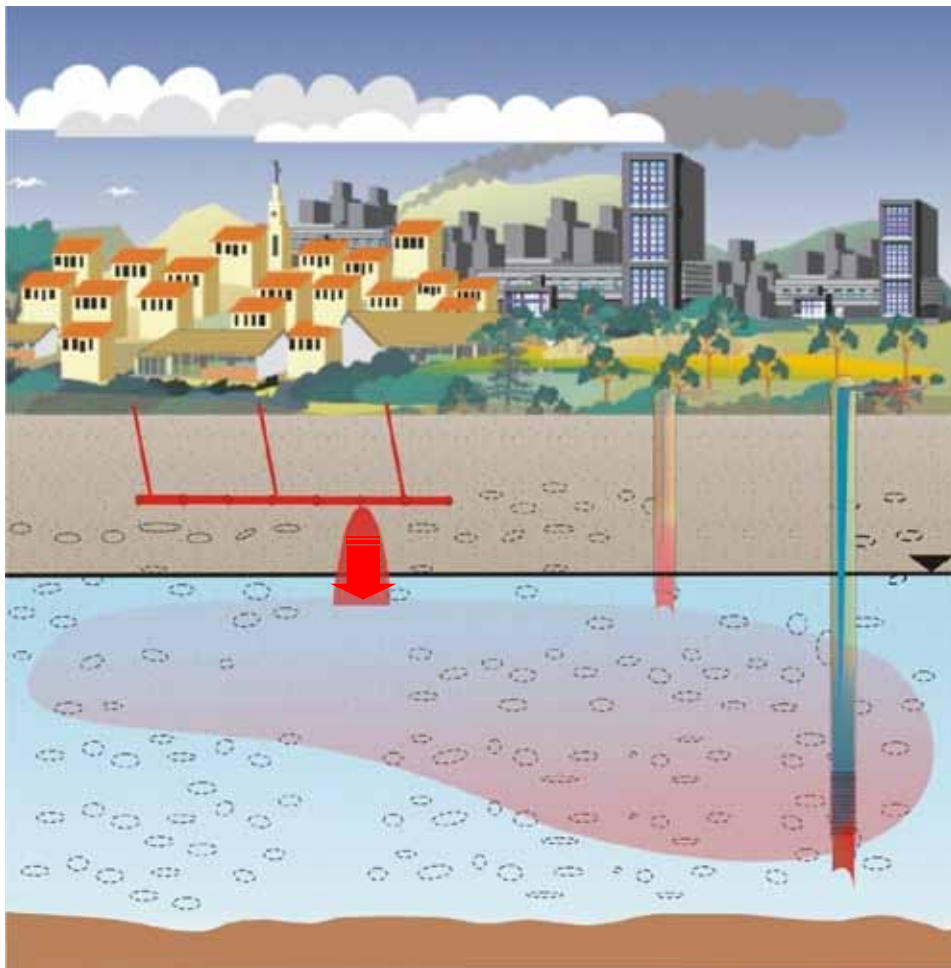
POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO NAS CIDADES DO INTERIOR PAULISTA



GRANDES PERGUNTAS:

- ü Carga de nitrogênio lançada através do saneamento e agricultura?
- ü Relação entre urbanização e a evolução do nitrato no aquífero?

POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO NAS CIDADES DO INTERIOR PAULISTA



GRANDES PERGUNTAS:

- ü Otimização da quantidade de fertilizante aplicada?
- ü Evolução desse problema no tempo e os impactos nos sistemas públicos de abastecimento?

RELEVÂNCIA DO TEMA

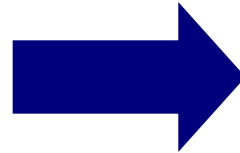
1. Por que o nitrato é um contaminante tão problemático?
2. Quais são as origens do nitrato nas águas subterrâneas?
3. Como evolui o problema do nitrato em aquíferos?
4. Quais são as soluções para o problema do nitrato em aquíferos?



Possíveis soluções para o problema do nitrato nas águas subterrâneas...

GRUPO DE TRABALHO

IG/SMA; IGc-USP; IPT;
DAEE; CETESB; CVS;
CRHi



PLANO DE AÇÃO

*“Enfrentamento da
Contaminação por Nitrato
nas Águas Subterrâneas
do Sistema Aquífero
Bauru”*



Metas de Curto Prazo

Problema	Ação	Produto
a) Poços mal construídos	· Profundidade de cimentação para proteção sanitária (~ 30 m) e seção filtrante na porção inferior do aquífero	· Norma/portaria que especifique tais profundidades e revisão periódica futuras
	· Pesquisas detalhadas sobre NO_3^- nas águas subterrâneas	· Projeto "Padrões de Ocupação e Contaminação por Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru Centro-Oeste do Estado de São Paulo"
	· Orientação técnica para proteção sanitária de novos poços · Orientação à norma ABNT para o Estado de São Paulo	· Folheto explicativo: construção e manutenção adequada dos poços e problema do nitrato nas águas subterrâneas
b) Contaminação dos poços por nitrato	· Automonitoramento dos poços	· Revisão da Resolução SS 65 · Obedecimento dos artigos 29 a 31 da Portaria MS 518/04 ($>10 \text{ mg/L}$ de NO_3^- -N)

Metas de Curto Prazo

Problema	Ação	Produto
c) Má cobertura da rede de esgoto	· Orientação para preservação, manutenção e melhoria da qualidade da água subterrânea	· Folheto orientativo aos municípios junto ao PAE Pesquisa Ambiental e Município Verde
		· Documento sobre implantação da rede de esgoto em áreas de expansão urbana
d) Falta de informação quanto à carga de nitrogênio lançada pelas fontes	· Cadastro das fontes de contaminação	· Delimitação das zonas potenciais de contaminação

Metas de Médio Prazo

Problema	Ação	Produto
a) Desconhecimento do usuário da água subterrânea	· Cursos educativos e de comunicação social	· Cartilha aos usuários de água subterrânea
		· Formação de multiplicadores nos municípios abastecidos por água do SAB
b) Insuficiência de estudos de caso sobre o nitrato nos aquíferos do Estado de São Paulo	· Levantamento de publicações/projetos sobre nitrato e fontes associadas	· <i>Site</i> com informações sobre nitrato no Estado de São Paulo onde (projetos, publicações, etc)
	· Definição das linhas de pesquisa prioritárias · Viabilização dos projetos	· Estabelecimento de Projetos de Pesquisa

Metas de Médio Prazo

Problema	Ação	Produto
c) Abastecimento público em áreas potencialmente críticas	· Delimitação das zonas potenciais de contaminação por nitrato em áreas urbanas e agrícolas	· Elaboração de mapas de zonas potenciais de contaminação do centro-oeste e noroeste do Estado de São Paulo
	· Definição das ZOCs e estabelecimento dos riscos associados	· Estabelecimento das áreas de proteção das fontes de abastecimento de água subterrânea
	· Campos de poços situados fora do perímetro urbano dos municípios	· Critérios para estabelecimento dos perímetros de proteção de poços
		· Resolução específica para proteção de poços



Projetos de Pesquisa em Andamento e/ou Elaboração...

PADRÕES DE OCUPAÇÃO URBANA E CONTAMINAÇÃO POR NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU, CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



- Estradas
- Cidades
- Drenagem





Dra. Claudia Varnier

Instituto Geológico

claudia.varnier@igeologico.sp.gov.br

www.igeologico.sp.gov.br