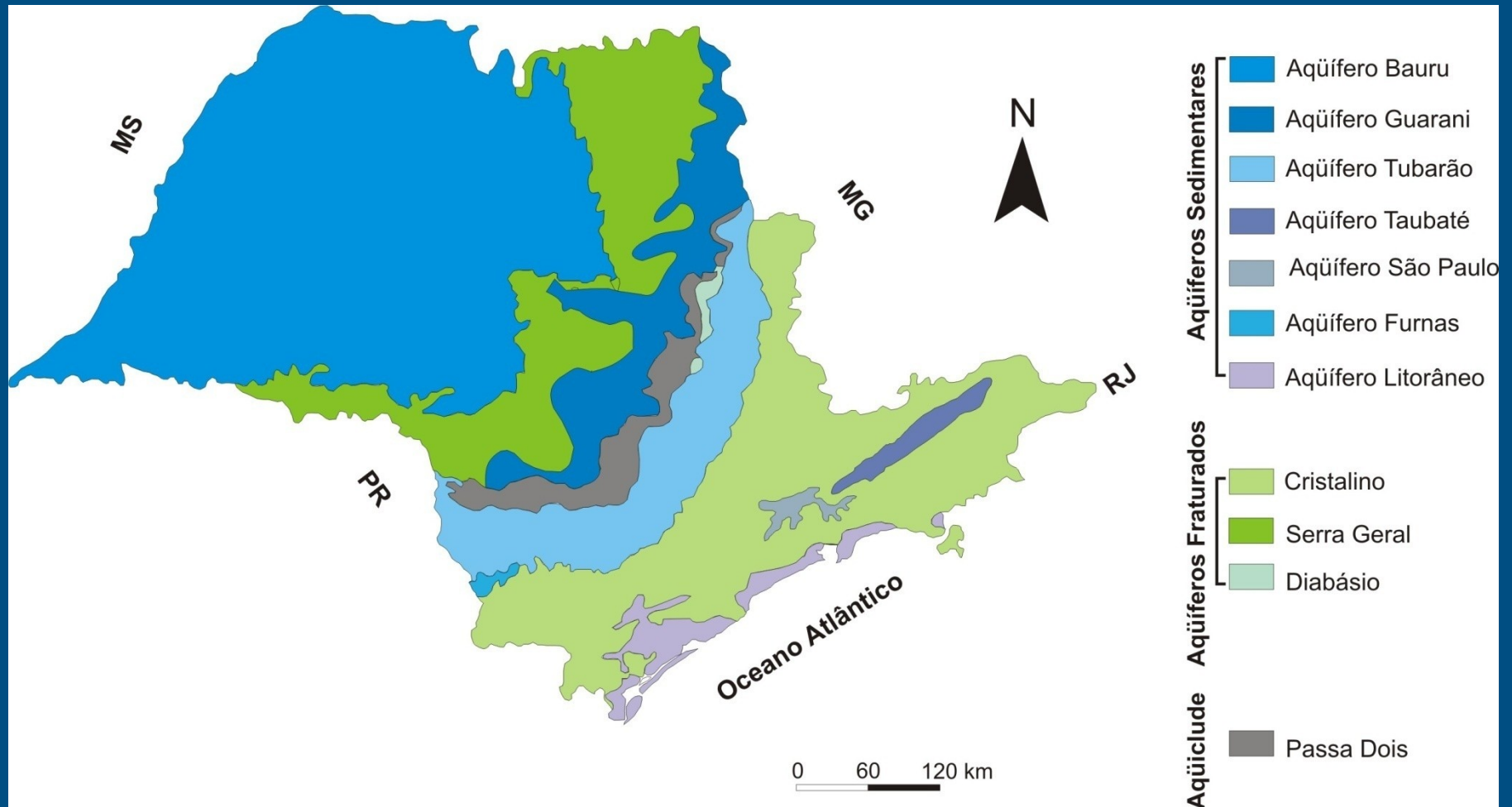


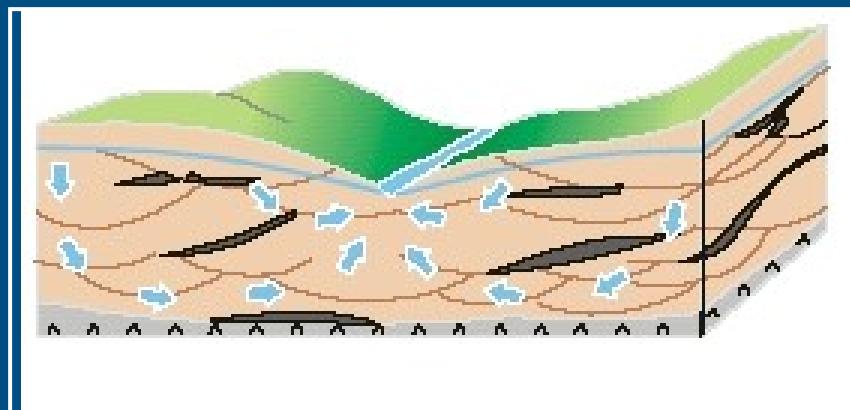
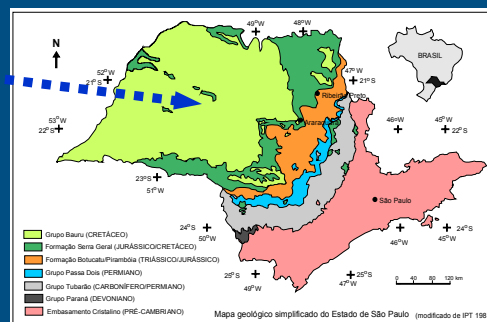
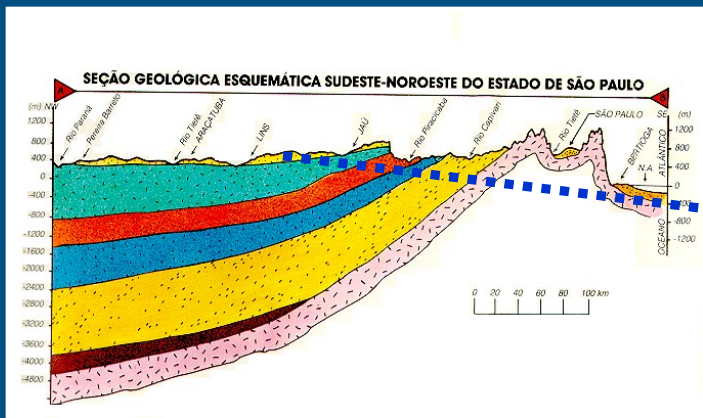
Estudos de caso de ocorrência de contaminação das águas subterrâneas por nitrato no Aquífero Bauru no Estado de São Paulo



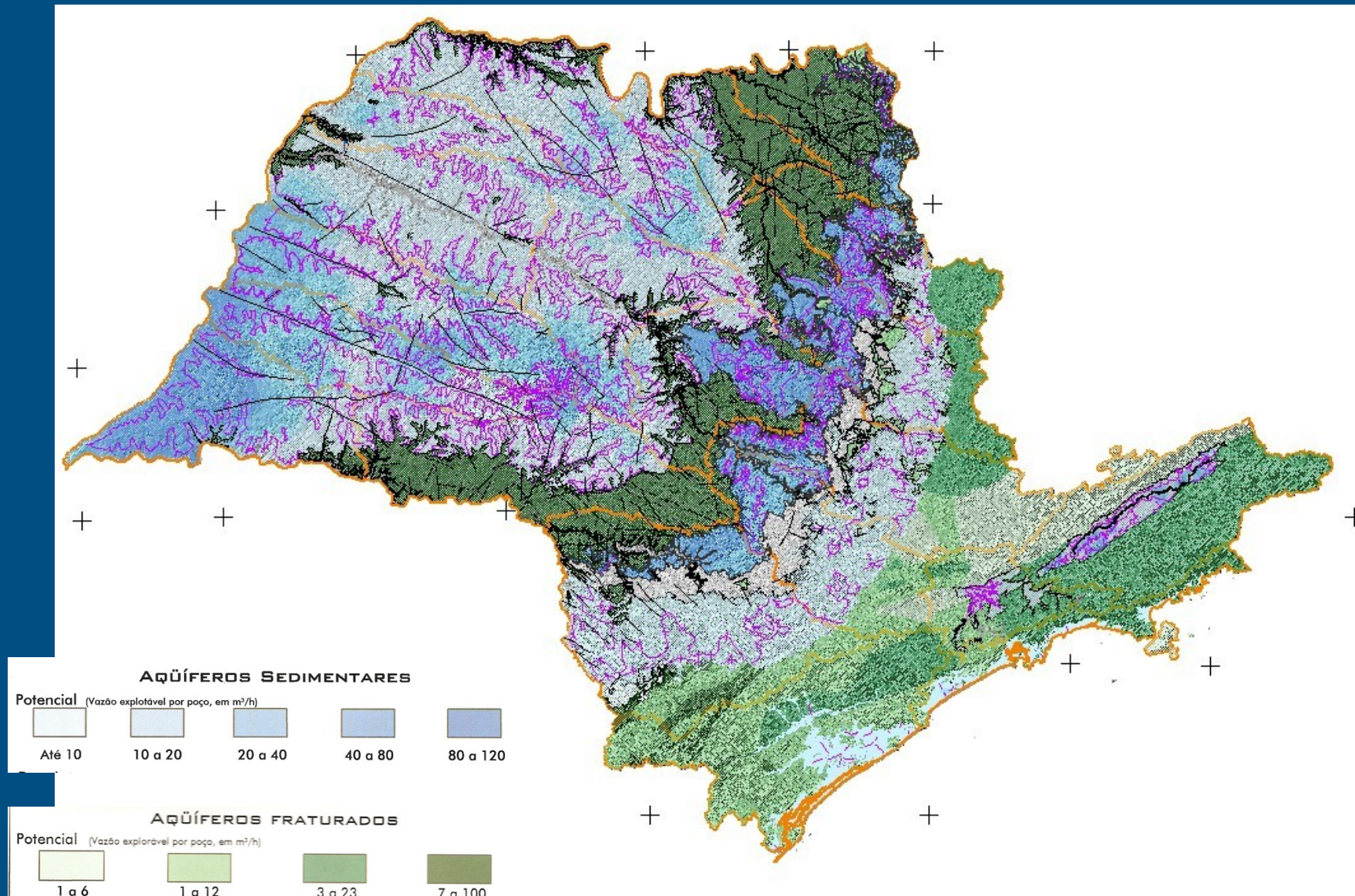
Relação entre unidades geológicas e aquíferos



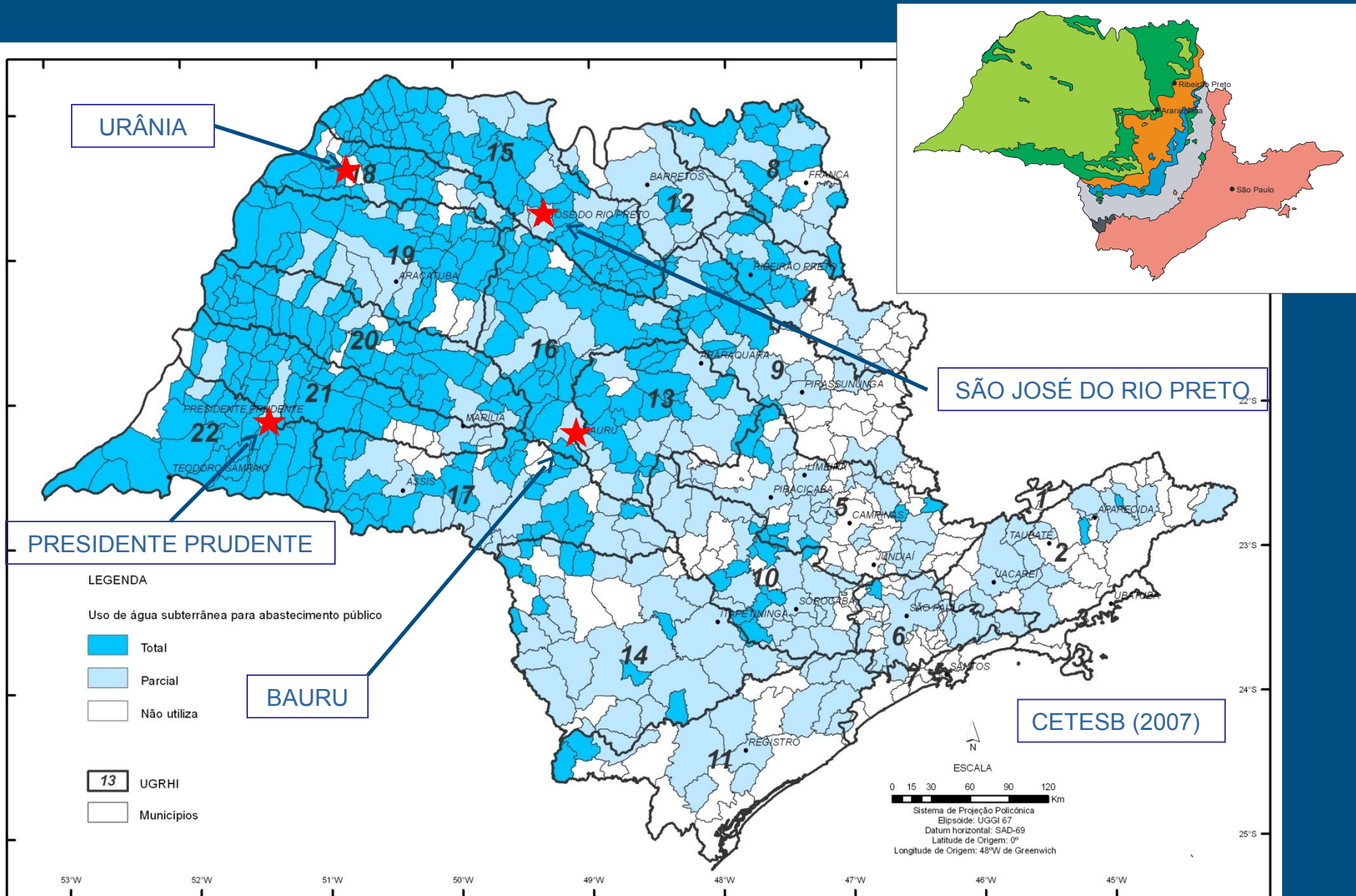
Sistema Aquífero Bauru

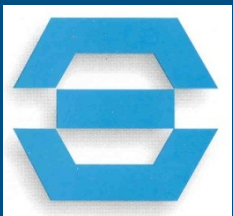


Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo



Uso da Água Subterrânea para o Abastecimento Público no Estado de São Paulo





DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

ESTUDOS REFERENTE AO NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE

- OSVALDO M. SUGUI
 - ROBERTO SANTOS CARDOSO
 - EMERSON S. BURNEIKO
- FONE: (18) 3221- 4350 (DAEE)
bppp@daee.sp.gov.br
www.daee.sp.gov.br

I. Introdução

- População de aproximadamente 203 mil habitantes, distribuída em uma área 550 km²
- Área urbana de 113 km² com uma população de 185 mil habitantes (IBGE – 2000)

II. Estudos das Águas Subterrâneas

- Praticamente todas as águas subterrâneas captadas na área urbana da cidade provêm do Aquífero Bauru.
- Quanto aos poços que contém análises de água (solicitação de outorga ao DAEE), foram estudados aqueles que apresentaram valores de Nitrato acima do máximo permitido pela Portaria 518.
- Dentro dos poços estudados, existem poços que estão em operação e tamponados.
- Existem poços em que os filtros foram instalados em porções mais profundas, para redução ou quase eliminação total do nitrato.

Poços Tamponados com Nitrato acima do VMP

T	NOME	Nitrato	Data Análise	Vazão	Profundidade	NE	ND
		mg/L		m3/h	m	m	m
1	Aruá Hotel Ltda. Poço 01	>10	?	8,00	130,00	48,00	72,00
2	A Congregação De S.Bento - Colégio Cristo Rei	>10	?	11,00	100,00	24,00	50,00
3	Condomínio Edifício Genebra Trevisan	>10	?	?	80,00	?	?
4	Condomínio Residencial Padre João Salgari	>10	?	?	~130,00	24,00	?
5	Brasão Palace Hotel Ltda	>10	?	?	~80,00	?	?
6	Auto Posto Santa Cruz Prudente Ltda	27,3	29/6/2006	1,40	40,00	8,00	19,00
7	Condomínio Edifício Julio Celeste Frasson Peruque	12,9	10/9/2007	10,70	118,00	50,00	65,00
8	Condomínio Edifício Gouveia De Oliveira	>10	?	?	~60,00	?	?
9	Hotel Chantily S/S Ltda - Me	?	?	?	~36,00	?	?
10	Condomínio Edifício Monte Carlo	?	?	5,00	100,00	26,00	76,00
11	Condomínio Edifício Dr. Abel Araújo De Freitas	?	?	4,00	120,00	36,00	68,00
12	Condomínio Edifício Residencial Marisa	22,5	4/12/1996	2,40	92,00	47,00	?
13	Colegio Braga Mello S/D Ltda	18	14/2/2007	5	141	?	?
14	J. Barbosa & Filho S/C Ltda(Palácio dos Pneus)	22	10/7/2007	?	18	16	?
15	Santa Casa De Misericórdia Poço 01	13,7	?	7	150		

Poços em funcionamento com Nitrato acima do VMP

P	NOME	Nitrato	Vazão	Profundidade	NE	ND
		mg/L	m3/h	m	m	m
1	Viação Motta Ltda	27,9	15,00	152,00	70,00	92,00
2	Posto Três Grandi Ltda	117	1,00	24,00	20,00	poço raso
3	Centro De Abastecimento Arco Íris Ltda	13,18	4,20	60,00	9,00	16,00
4	Posto Rio 400 Ltda	15,7	7,30	60,00	14,00	21,00
5	Lara E Lara Combustiveis Ltda	16	3,60	60,00	35,00	48,00
6	Mixamo Comércio De Combustíveis Ltda	23,9	4,00	80,00	34,00	40,00
7	Posto Abastece Meridional (Autos 9400994)	10,33	1,60	60,00	27,00	43,00
8	Sandro Carmelo De Luca	11,75	3,50	?	?	?
9	Empresa De Transportes Andorinha S/A	12,92	5,10	118,00	22,00	45,00
10	Restaurante H2 Ltda	20	1,20	80,00	37,00	58,00
11	Igreja universal	>10 (filtro)	0,62	60,00	36,00	54,00
12	Hotel Portal D'Oeste	>10 (filtro)	2,60	150,00	107,00	145,00
13	Alimentos Wilson Ltda	>10 (filtro)				
14	Jandaia Transportes E Turismo Ltda	25,93	8,00	80,00	25,00	56,00

II. Estudos das Águas Subterrâneas

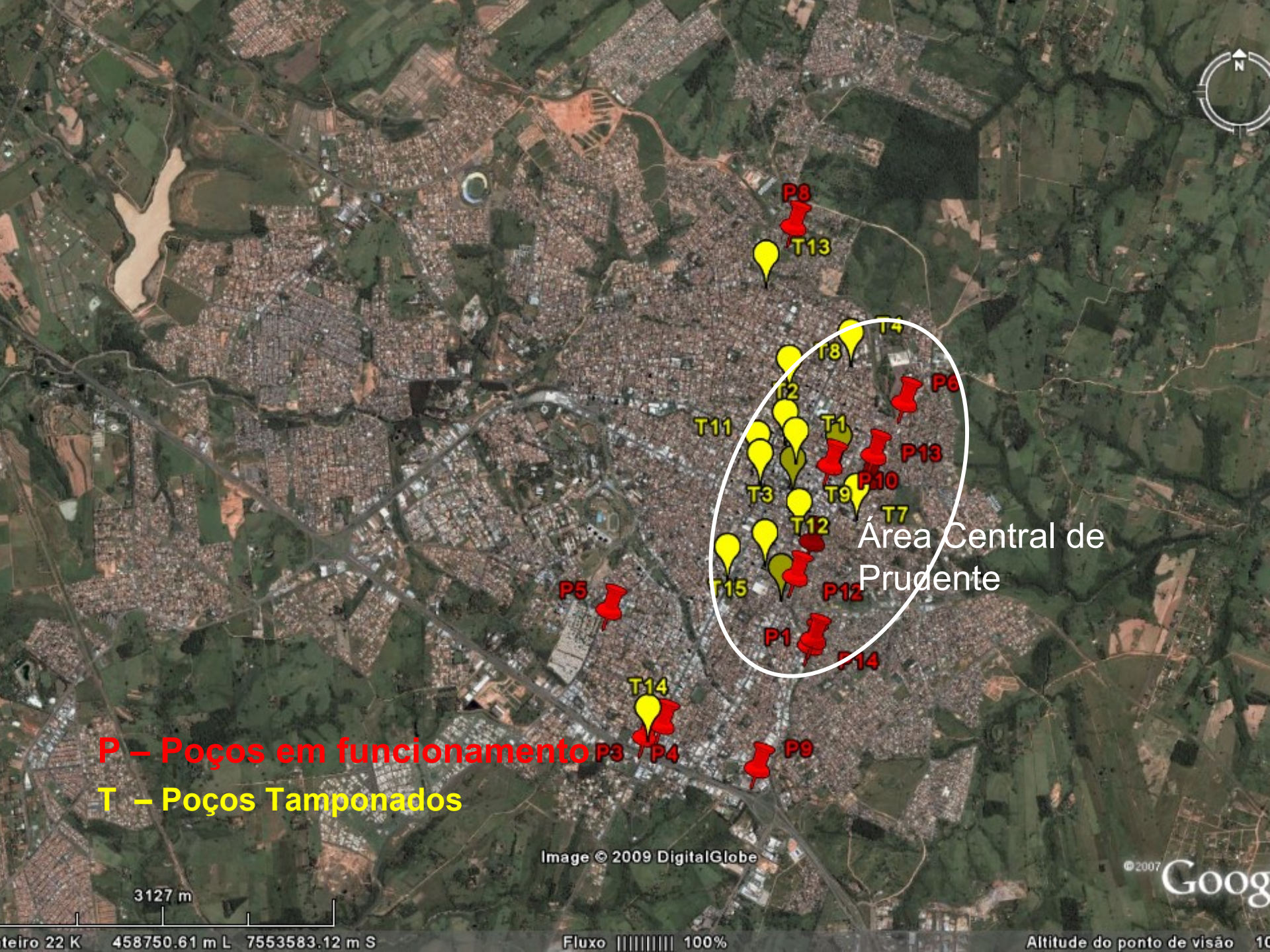
A localização dos poços com teores de Nitrato acima do máximo permitido pela Portaria 518 esta concentrada na região central da cidade que corresponde às zonas mais antigas de ocupação urbana

PROVÁVEIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO

Prováveis fontes de contaminação: vazamento de esgoto, a lixiviação de fossas e a lixiviação de resíduos sólidos (fossas, cemitérios, lixões desativados e o atual)

conforme: Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente”

Autores: Manoel Carlos Toledo Franco de Godoy; Marcos Norberto Boin; Daniele Cristina Sanaïotti e Joel Batista da Silva





Marco Zero

P – Poços em funcionamento

T – Poços Tamponados

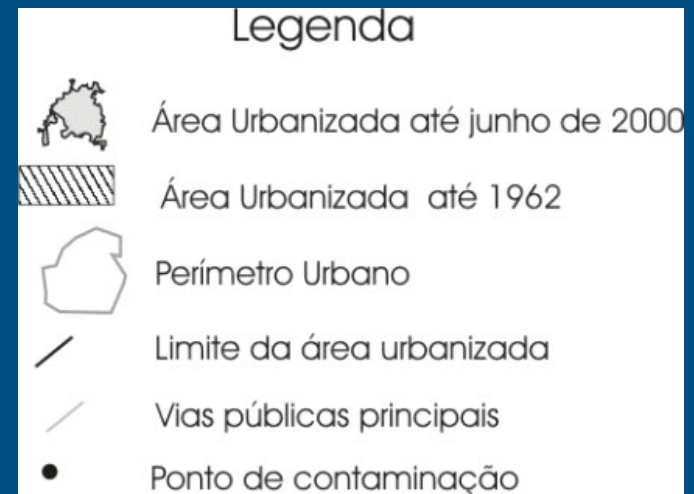
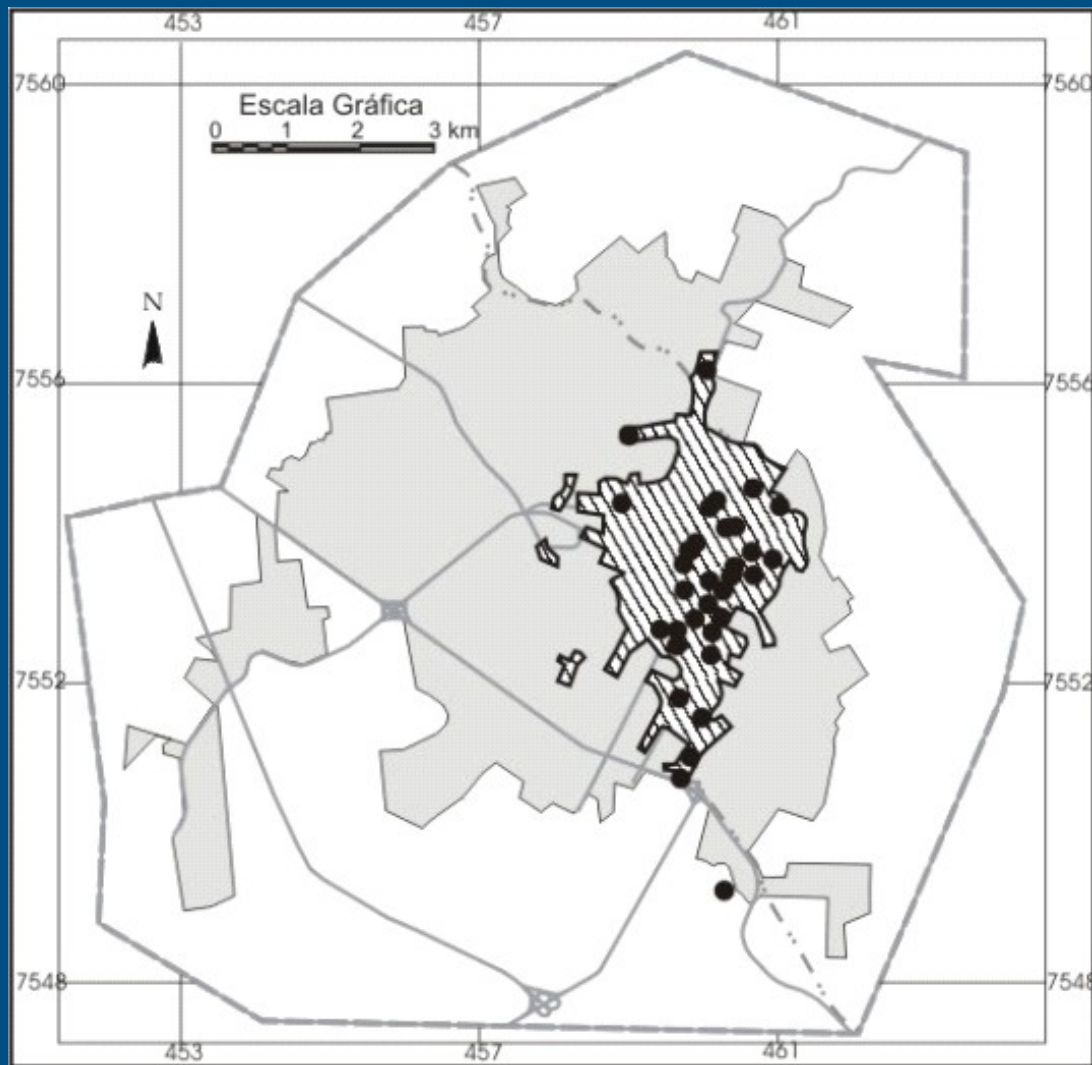
685m

eiro 22 K 460311.48 m L 7553287.09 m S

Fluxo 100%

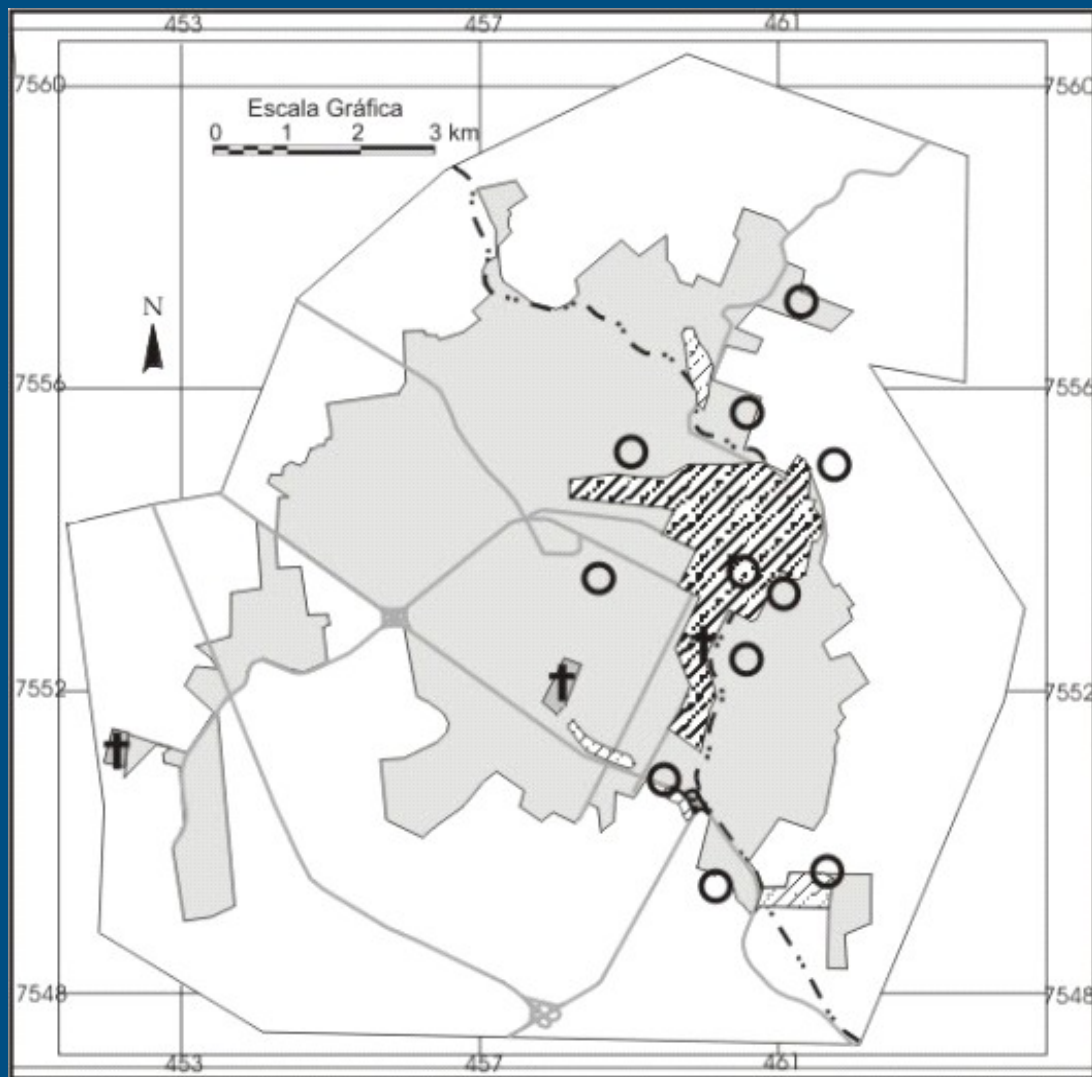
Altitude do ponto de visão 2.37

Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente (Godoy et al. 2004)



Locais com contaminação e área urbanizada até 1962

Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente (Godoy et al. 2004)

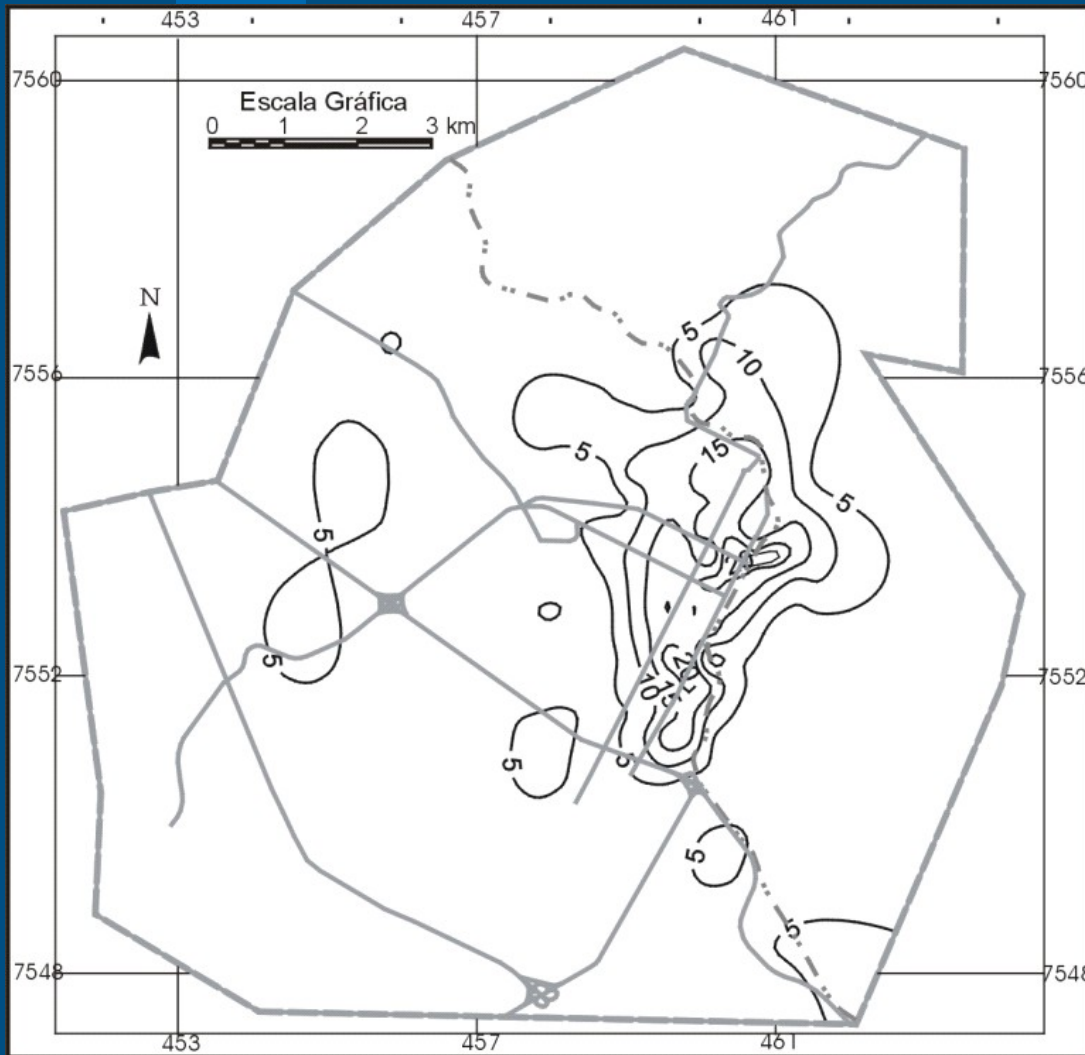


Legenda

†	Cemitérios
○	Lixões e entulhos
▨	Locais de uso prolongado de fossas
—	Perímetro Urbano
■	Área Urbanizada
—	Limite da área urbanizada
—	Vias públicas principais

Localização de possíveis fontes de contaminação por NO_3^-

Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente (Godoy et al. 2004)



Mapa de isoconcentração de Nitrato (mg/L)

**AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO
MUNICÍPIO DE BAURU-SP.
CASOS DE CONTAMINAÇÃO POR NITRATO**

Giselda Passos Giafferis - DAE

HIDROESTRATIGRAFIA



Grupo Bauru → Sistema Aquífero Bauru



Formação Serra Geral → Aquífero Serra Geral

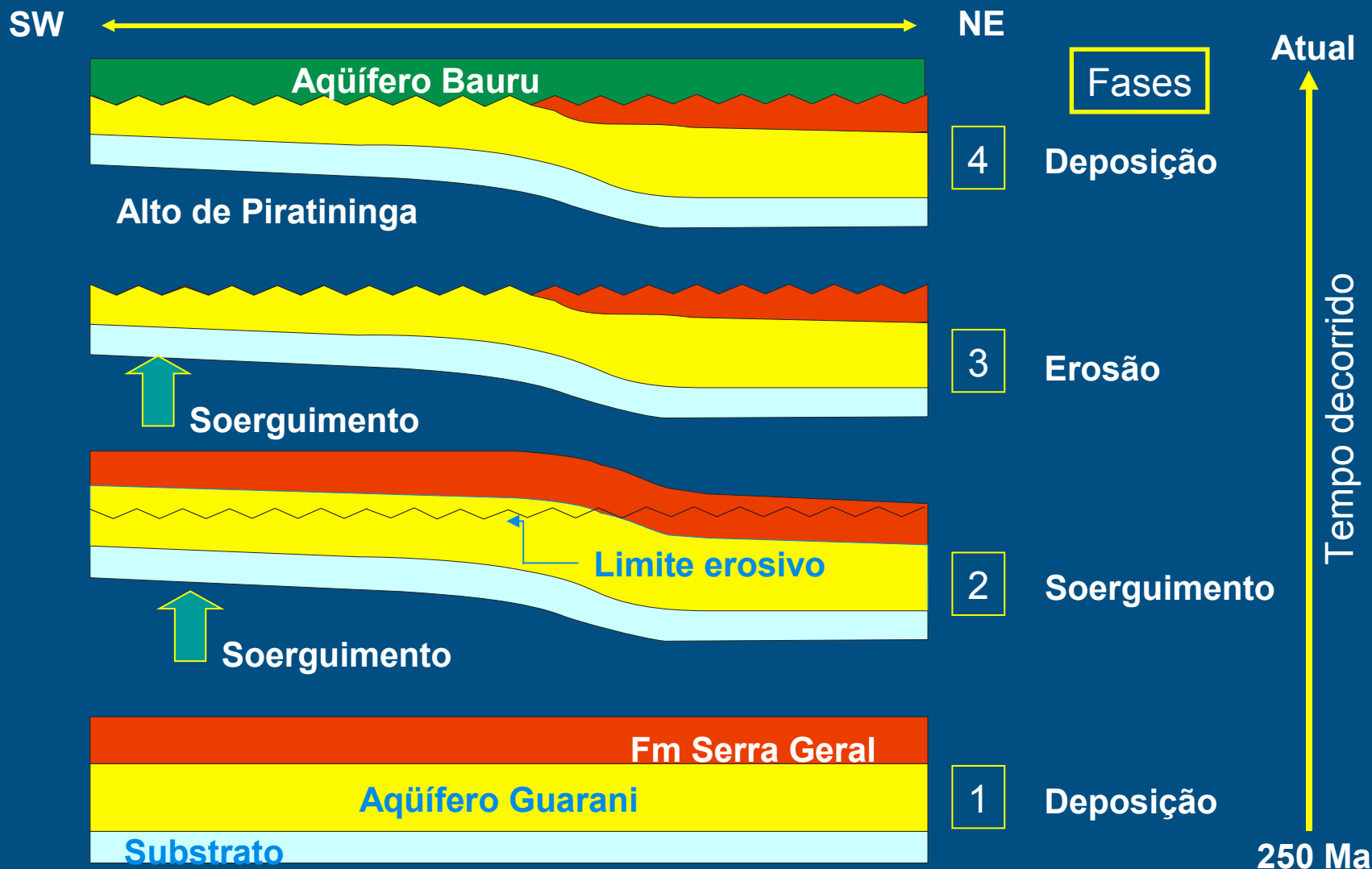


Formação Botucatu

Formação Pirambóia

→ Sistema Aquífero Guarani

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO DE BAURU



Abastecimento público de Bauru:

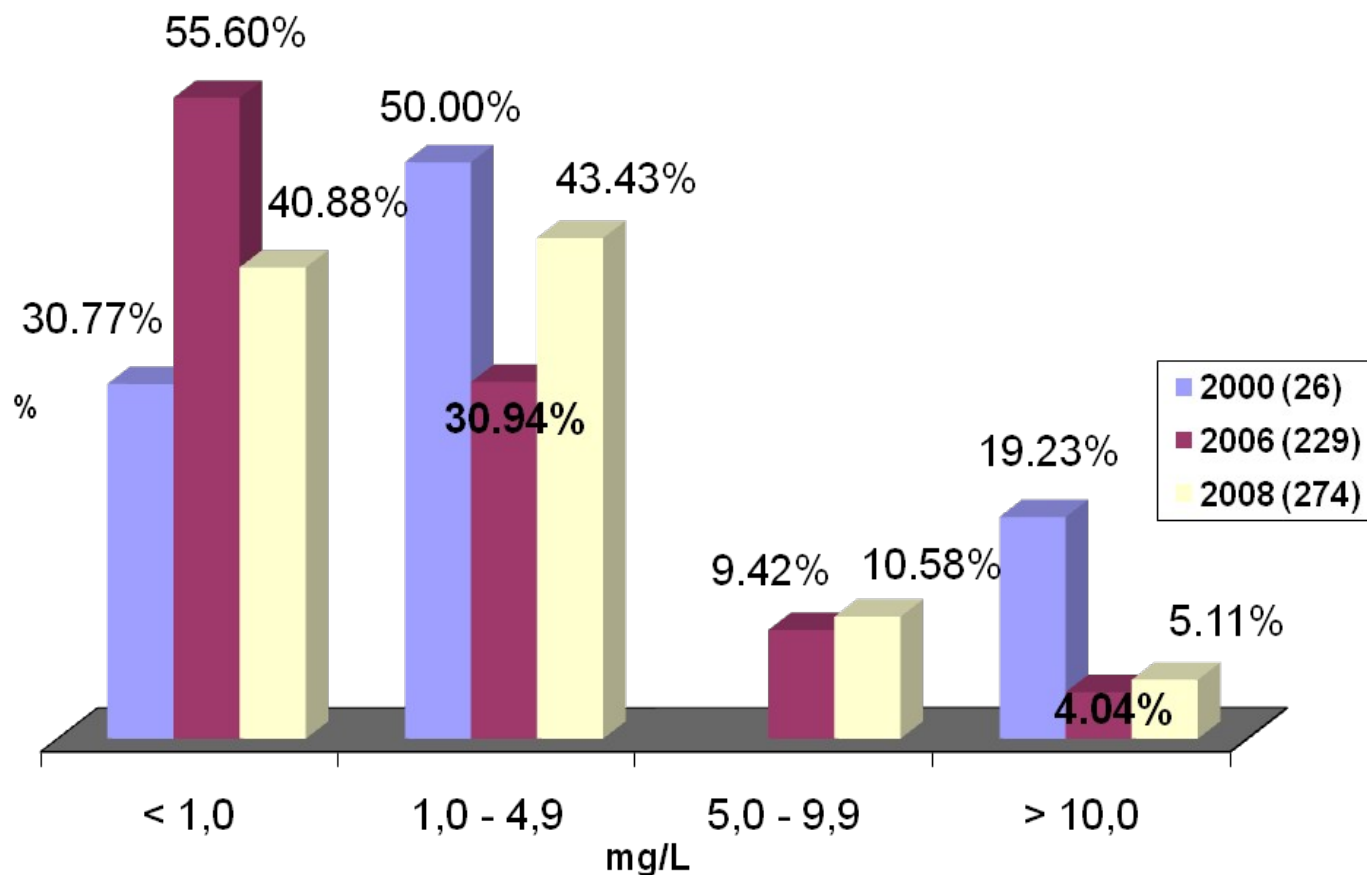
- ✓ 29 poços profundos no Aquífero Guarani.
- ✓ 1 poço no Aquífero Bauru – Distrito Tibiriçá.
- ✓ Produção média de 2.000.000 m³/mês.
- ✓ Atende 60% do abastecimento público de Bauru.
- ✓ Análises anuais pela Portaria 518/04 do MS.

Lei Municipal nº 4553/2000

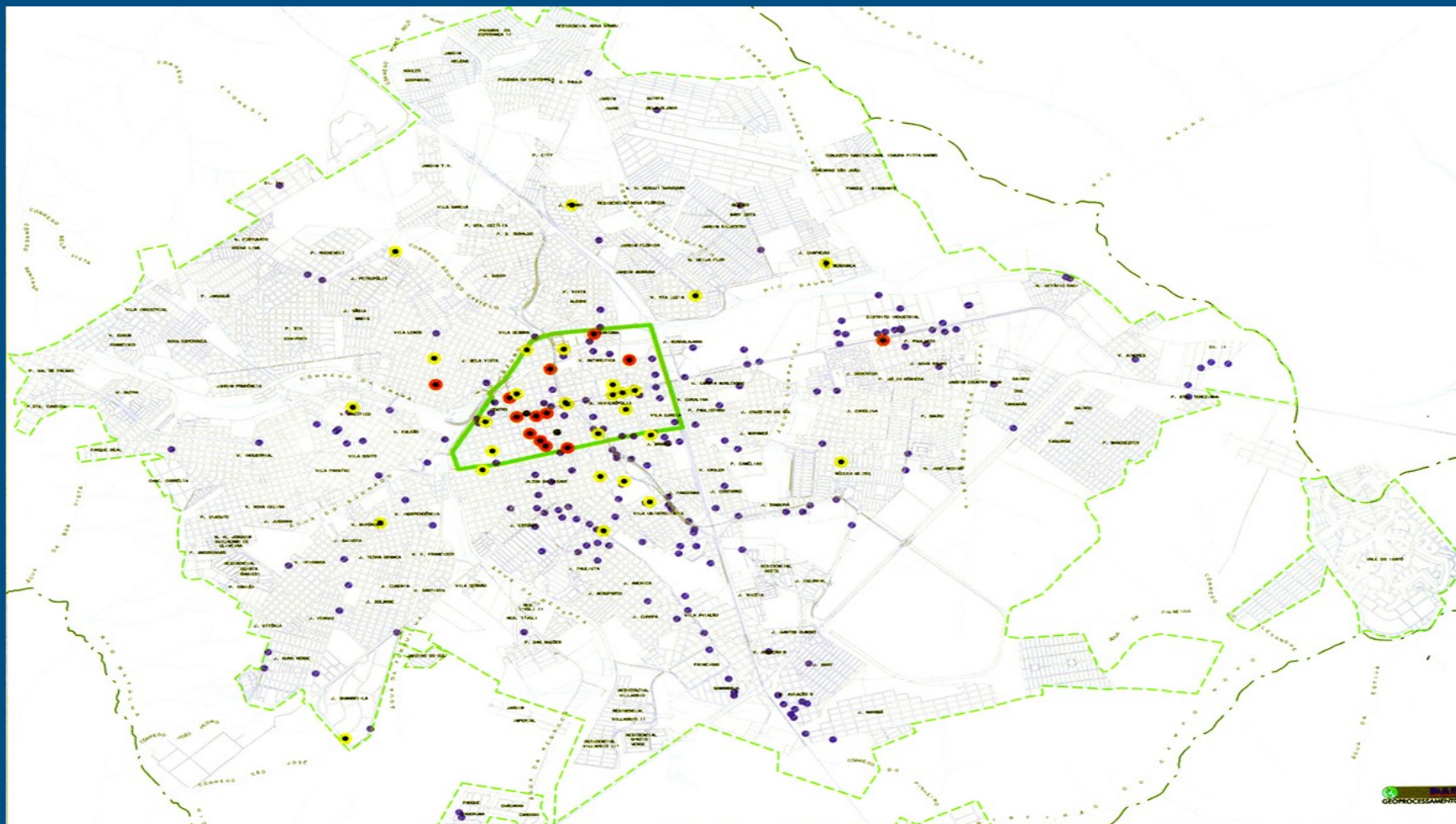
Permite ao DAE:

- ♦ Cadastrar poços particulares.
- ♦ Exigir licença de perfuração, outorga (DAEE).
- ♦ Exigir instalação de hidrômetro para acompanhamento da vazão explorada e cobrança do esgoto.
- ♦ Exigir análises da água anuais, Portaria 518/2004 para o controle da qualidade da água do aquífero.
- ♦ Aplicar multas

Comparativo dos resultados NO_3^- de 2000 a 2008



Mapeamento do Município de Bauru



Poços Particulares de Bauru	Situação / Nitrato (mg/l NO ₃ -N)	
1.089.030	Tamponado	16,0
1.219.520	Tamponado	11,8
1.271.550	Tamponado	16,5
5.242.375	Tamponado	9,0
4.257.250	Tamponado	17,8
1.108.311	Tamponado	13,0

Situação em 28/7/2008

Poços Particulares de Bauru	Situação / Nitrato (mg/l NO ₃ -N)
1.047.810	10.0
3.700.139	10.0
3.317.277	10.0
1.135.255	14.3
1.068.910	12.7
1.233.550	13.3
1.051.250	14.2
3.333.601	17.8
2.330.815	18.1
1.101.205	12.1
3.318.700	15.0

Situação em 28/7/2008

Poços Particulares de Bauru	Situação / Nitrato (mg/l NO ₃ -N)
2.189.150	9.7
3.396.110	9.1
3.390.650	9.8
3.804.985	9.1
1.061.140	9.0
4.540.133	9.4

Situação em 28/7/2008

Procedimentos adotados c/ poços contaminados:

- Parceria com DAEE, Vigilância Sanitária (Pró-Água).
- Solicitação ao DAEE providências para tamponamento dos poços $\text{NO}_3 \geq 10,0 \text{ mg/L}$.
- Acordos DAE, DAEE, Vigilância Sanitária X hospitais e escolas passaram ser atendidas pelo abastecimento público.

Conclusão:

Região central da cidade está com a aquífero Bauru contaminado por Nitrato.

- 30 poços com Nitrato $\geq 5,0$ mg/L na região c/ a pluma de contaminação.
- Levantamentos hidrogeológicos da área mapeada com a pluma de contaminação.
- Problemas de confiabilidade dos resultados das análises de água por diversos laboratórios particulares não credenciados.

Discussão:

- Definir se poços com Nitrato ≥ 10 mg/L serão tamponados independente do uso, para prevenção de futuras contaminações do Aquífero Guarani.

“Delimitação de áreas de restrição e controle de uso de água subterrânea em São José do Rio Preto”

Ocorrências de Nitrato na Água Subterrânea

Mateus Delatim Simonato

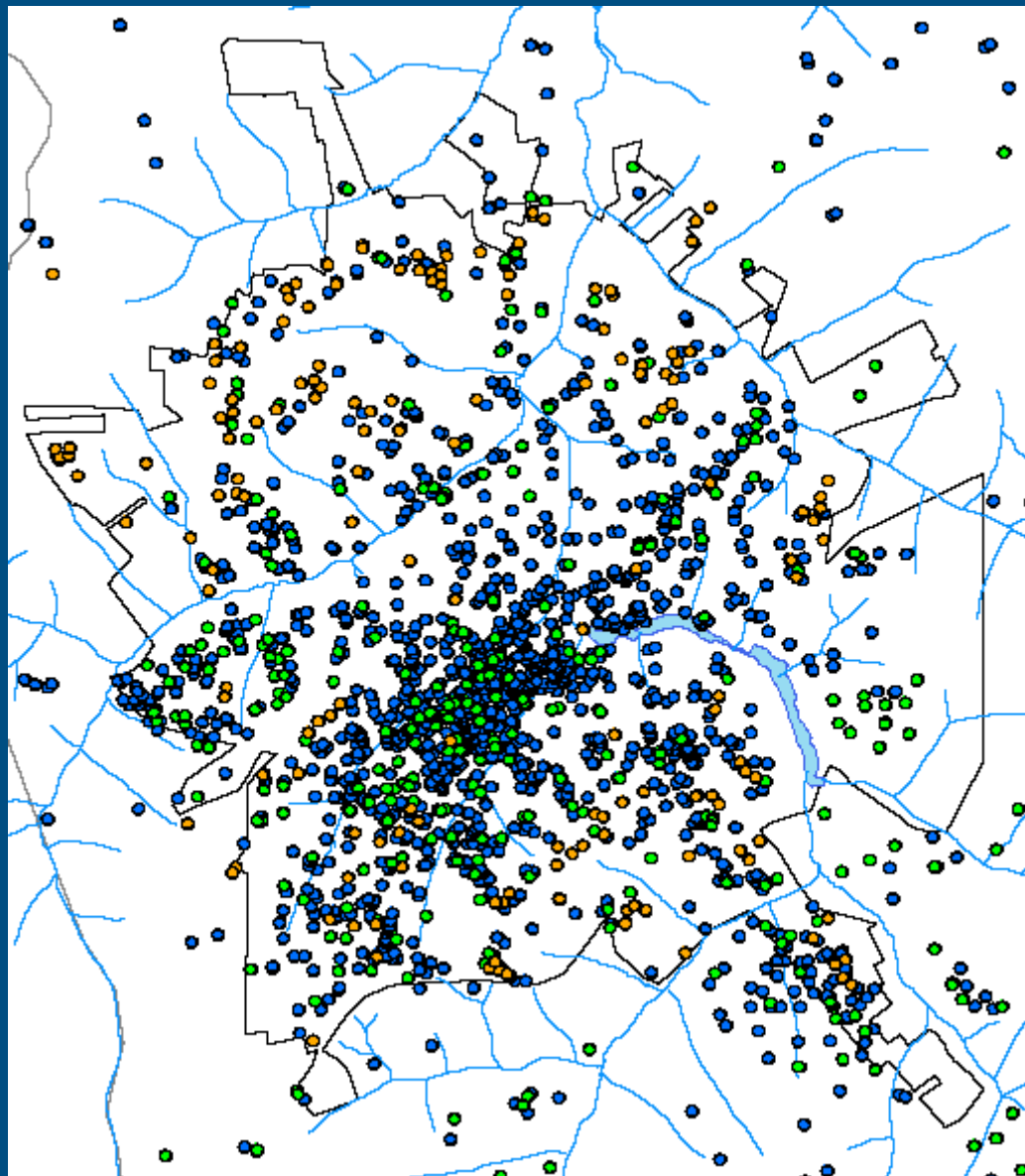
mateus.simonato@servmarambiental.com.br

Fone: 11 5070 6842

www.servmarambiental.com.br

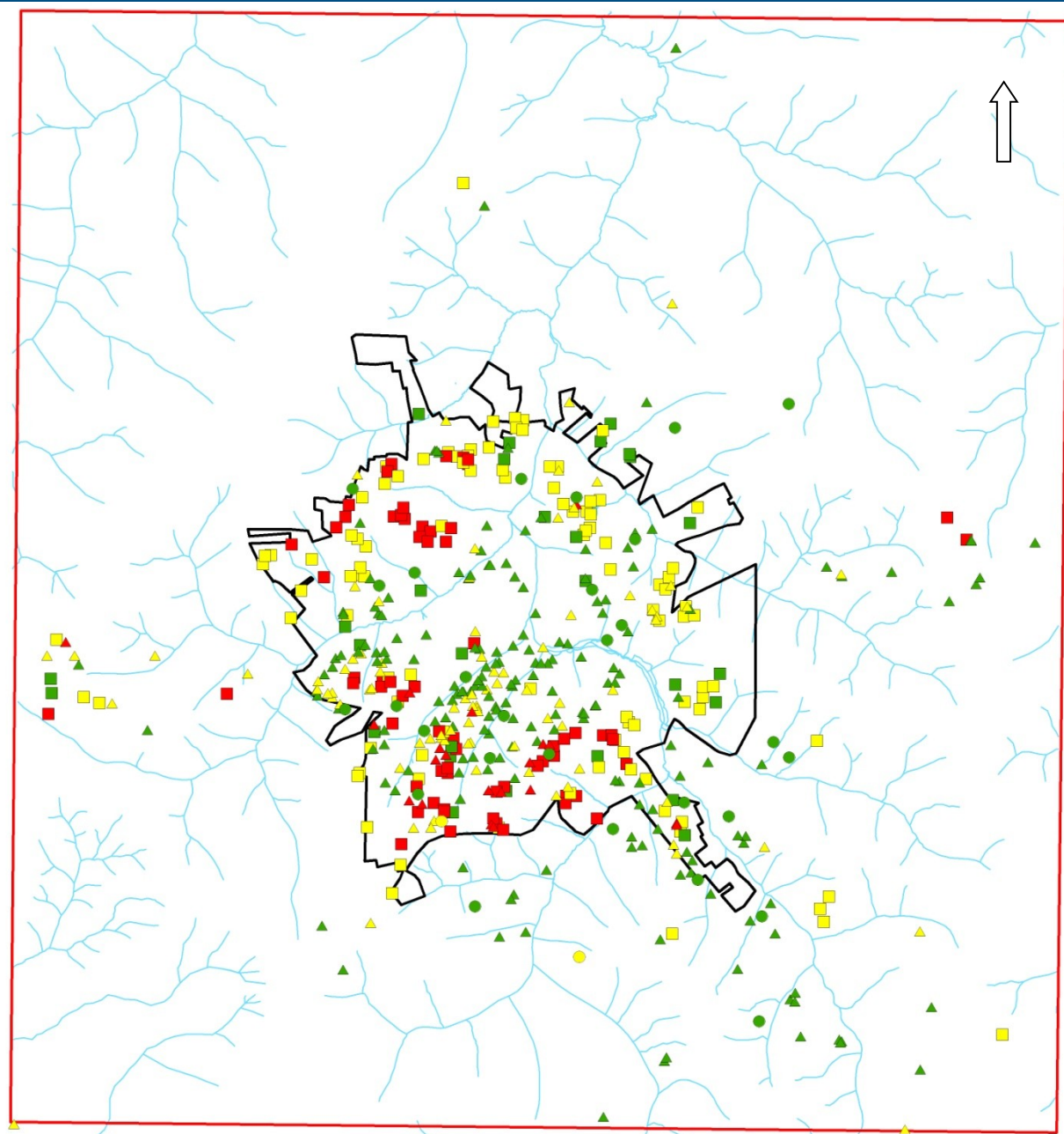


TOTAL DE POÇOS LEVANTADOS (2.011)



- Outorgado
- Abast. Público
- Não-outorgados

PROFUNDIDADE DOS POÇOS X NE



Profund. Poços (m)

● < 70

▲ 70 - 120

■ > 120

NE (m)

■ < 30

■ 30 - 50

■ > 50

AMOSTRAGENS E DETECÇÕES

265 resultados de análises

DAEE (131)

Cristiane Guiroto (08)

Silva, 2002 (96)

DAEE-Servmar (30)

141 poços amostrados

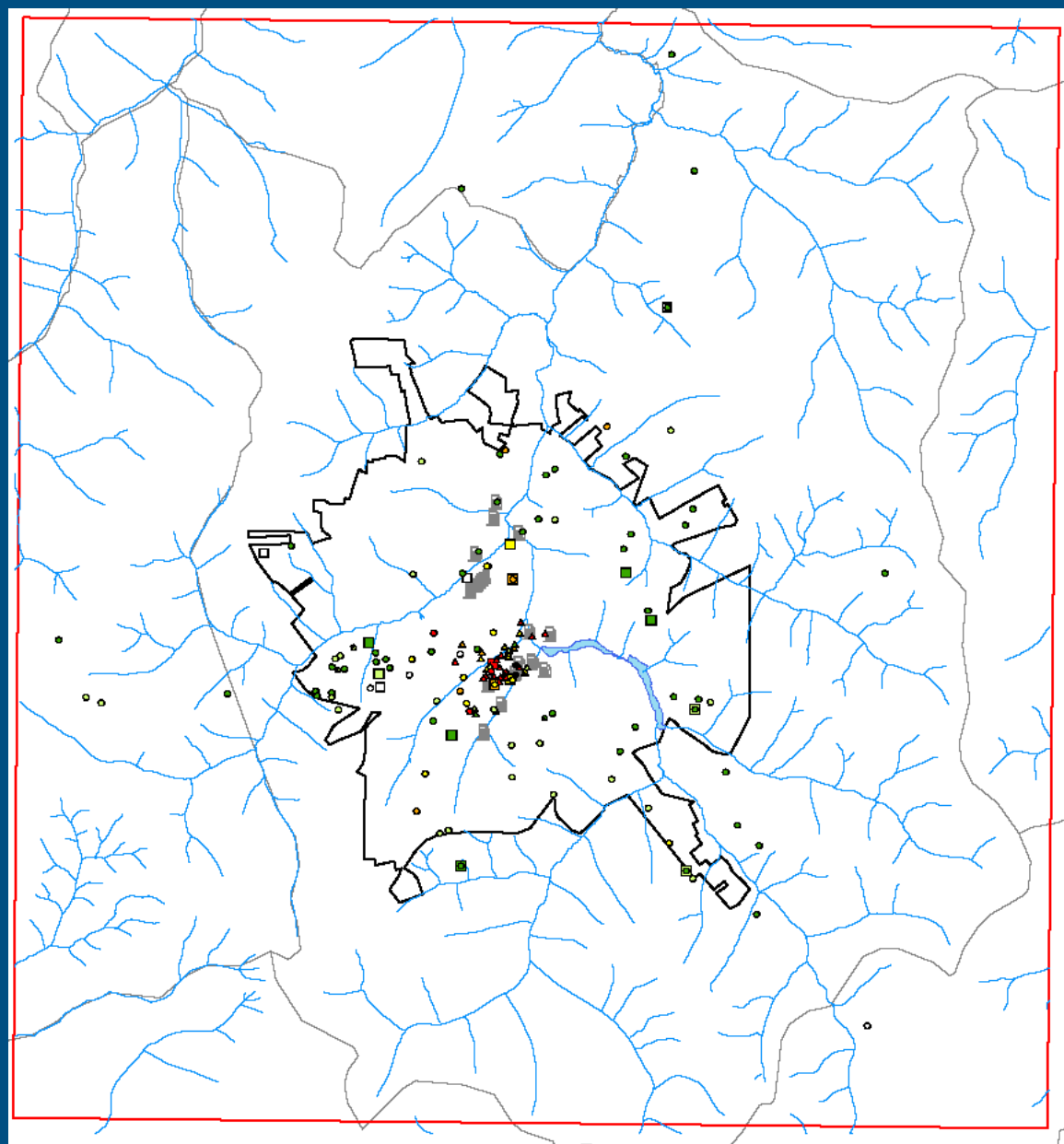
133 poços detectados

022 poços acima dos limites de referência

[] média entre detectados 6 mg/L

[] máxima 19 mg/L

OCORRÊNCIAS DE NITRATO



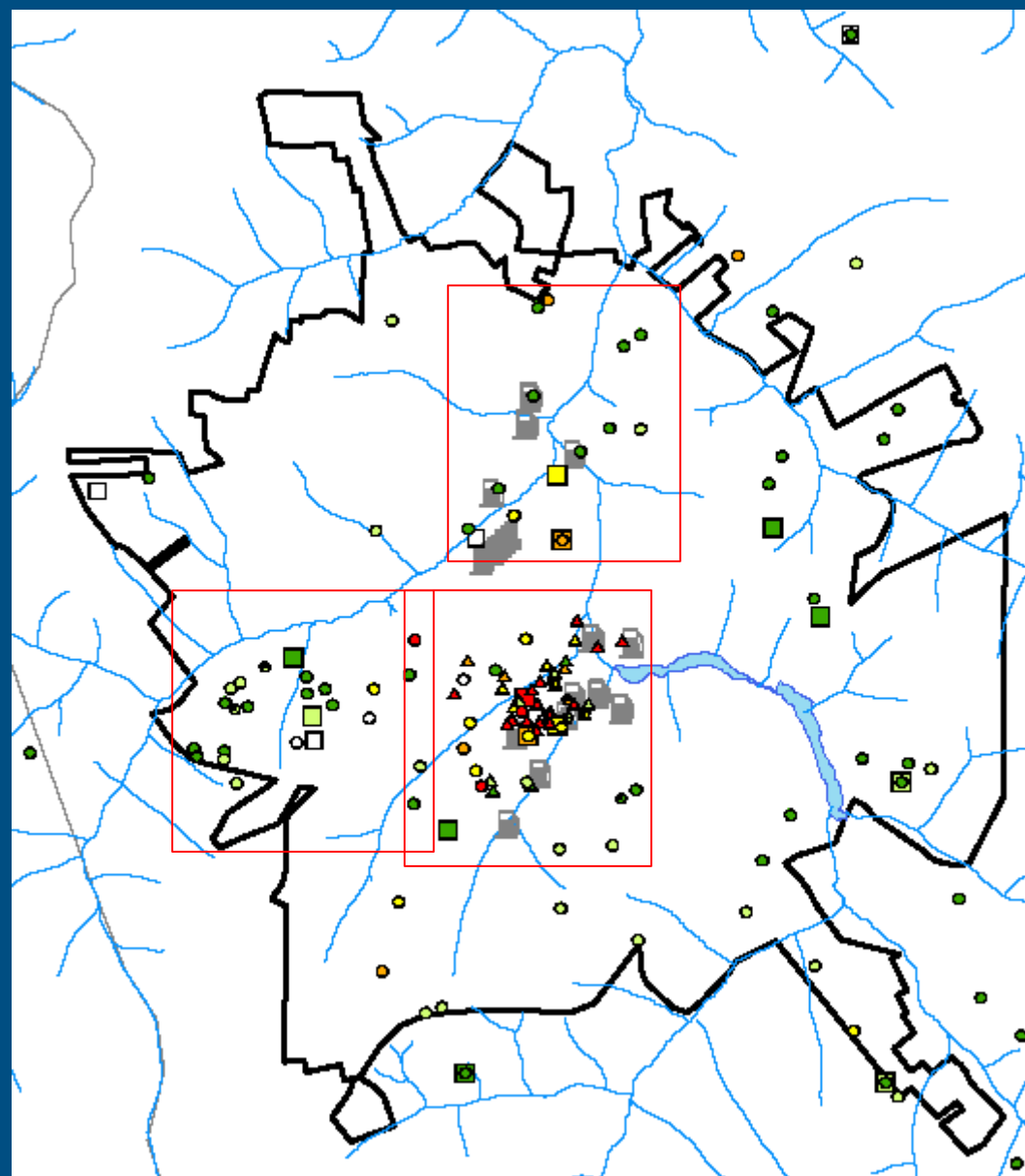
Fontes

- DAEE
(mín. 0,02 - máx. 11,90)
- ⬠ Cristiane Guiroto
(mín. 1,70 - máx. 10,00)
- Servmar
(mín. 0,97 - máx. 15,43)
- △ Silva (2002)
(mín. 1,0 - máx. 18,5)

Concentração (mg/L)

- < 2,50
- 2,50 a 4,99
- 5,00 a 7,99
- 8,00 a 9,99
- ≥ 10,00
- Abaixo do limite de detecção

OCORRÊNCIAS DE NITRATO



Fontes

- DAEE
(mín. 0,02 - máx. 11,90)
- ⬢ Cristiane Guiroto
(mín. 1,70 - máx. 10,00)
- Servmar
(mín. 0,97 - máx. 15,43)
- △ Silva (2002)
(mín. 1,0 - máx. 18,5)

Concentração (mg/L)

- < 2,50
- 2,50 a 4,99
- 5,00 a 7,99
- 8,00 a 9,99
- ≥ 10,00
- Abaixo do limite de detecção

0 0,5 1 2 3 4 Km

Projeção UTM Fuso 22 Sul
Datum Horizontal SAD 69

CONCLUSÕES

- Potencial de contaminação por Nitrato
- Correlações obtidas entre ocupação e contaminação de Nitrato
- Níveis dinâmicos, interferência entre poços e rebaixamentos e a influência na migração de contaminantes
- Correlação entre qualidade construtiva de poços e contaminação por nitrato
- Os resultados apontam para a necessidades de estudos complementares, específicos à contaminação por nitrato
- Os dados facilitam a definição de escopo de trabalho para uma avaliação específica sobre a contaminação de nitrato

Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru em Urânia (SP)

Claudia Varnier



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



RELEVÂNCIA DO TEMA

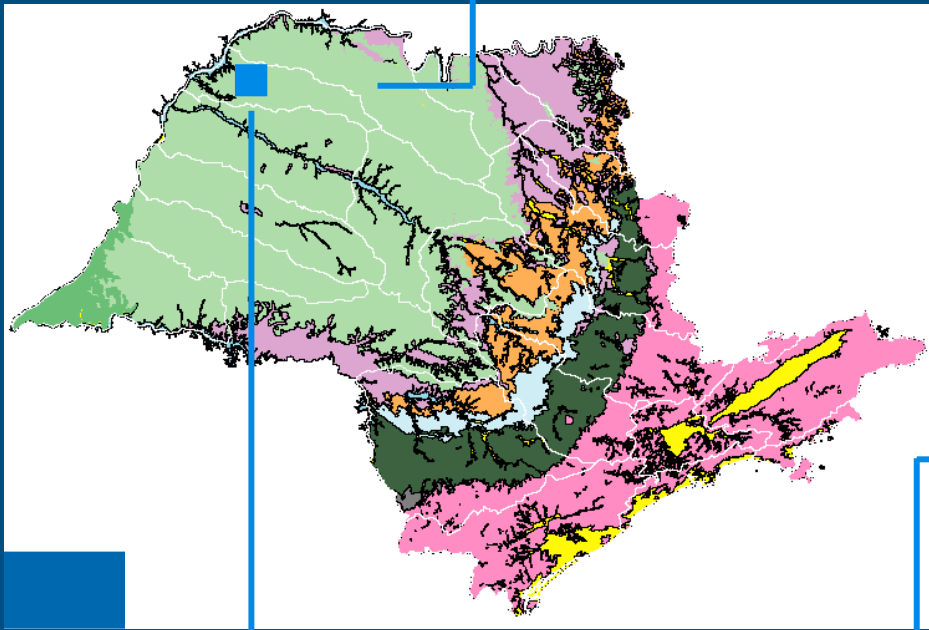
1. Por que o nitrato é um contaminante tão problemático?
2. Como evolui o problema do nitrato em aquíferos?
3. Quais são as soluções para o problema do nitrato em aquíferos?

POR QUE O NITRATO É UM CONTAMINANTE TÃO PROBLEMÁTICO?

Combina 3 características que o tornam um problema aos gestores do recurso hídrico:

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

NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



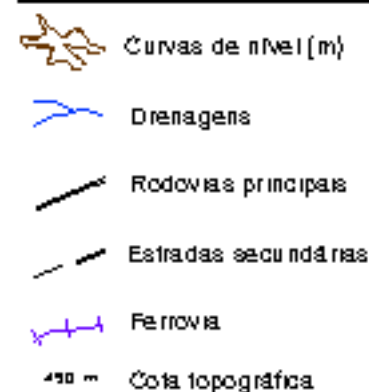
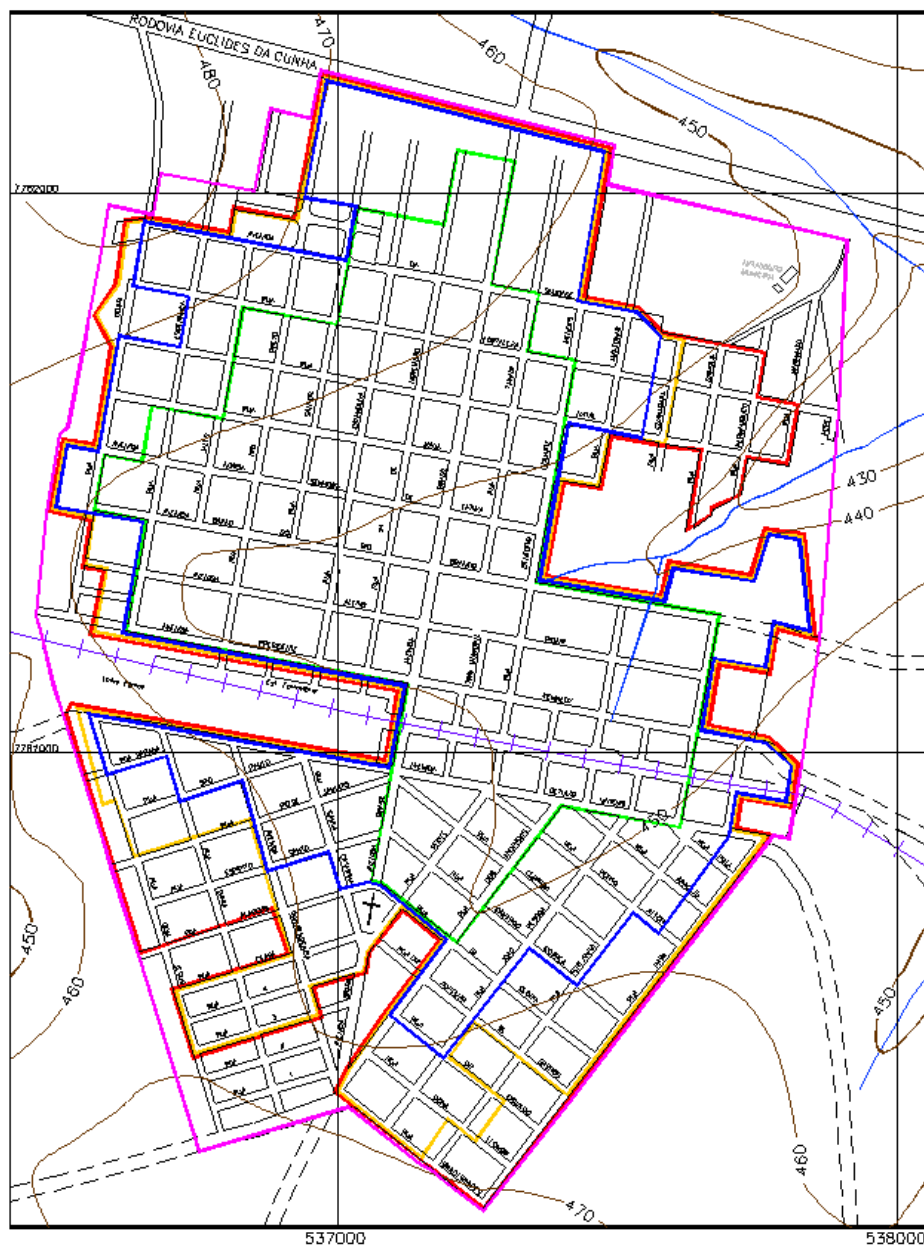
✓ Sistema Aquífero Bauru ➡

maior unidade do Estado de São Paulo (104.000 km²)

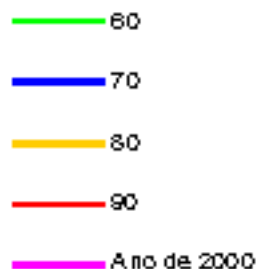
✓ [NO₃⁻] acima do padrão de potabilidade ➡ poços tubulares e cacimbas em **Urânia** (NW do Estado de SP)

✓ Antes de 1970 ➡ efluente era lançado *in natura* no solo através de fossas negras

Município de Urânia (SP): evolução do uso territorial



Área urbana de Urânia nas décadas de:



ZONA RASA

ZONA INTERMEDIÁRIA

Área com rede de esgoto desde 1970

Área sem rede de esgoto
Esgotamento por fossas negras



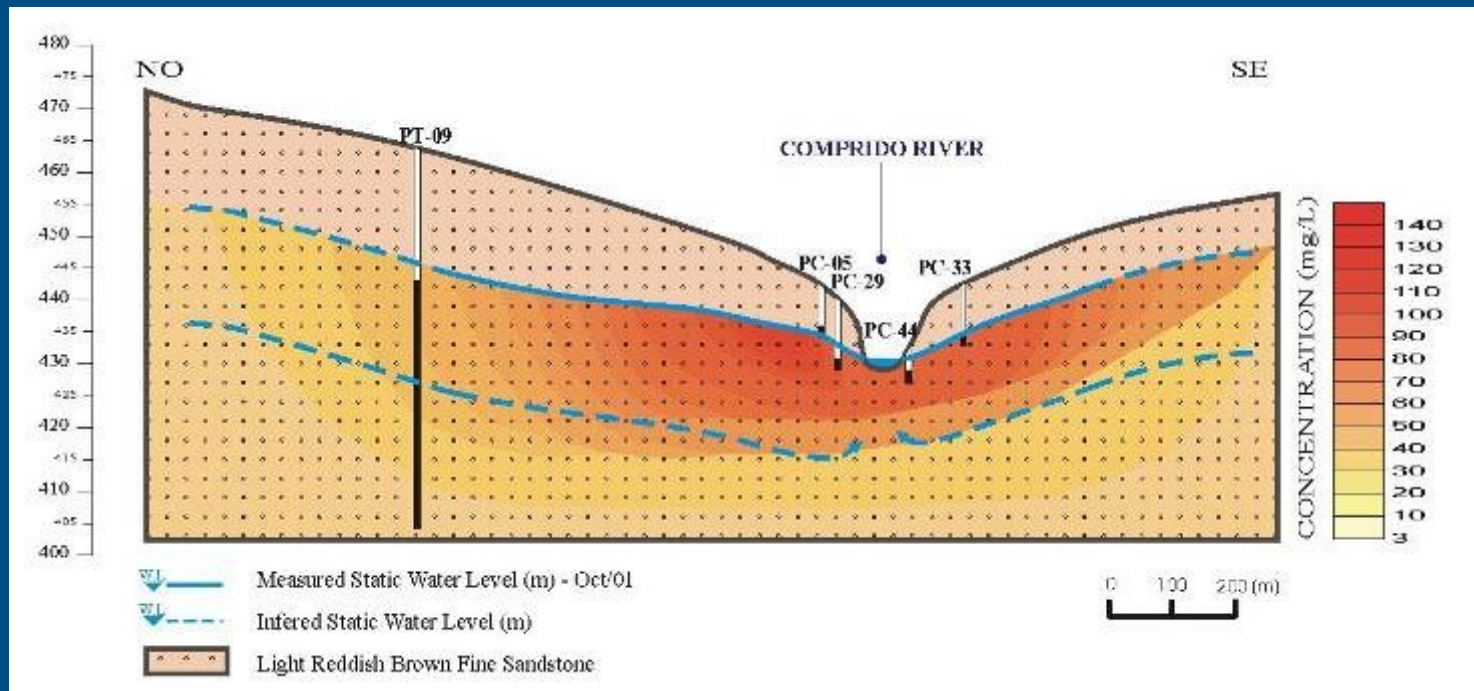
- Curvas de nível (m)
- Drenagens
- Rodovias principais
- Estradas secundárias
- Ferrovias
- Poço cecimba
- Poço tubular
- Área agrícola com uso de fertilizantes orgânicos
- Área agrícola com uso de fertilizantes inorgânicos
- Fossa ativa
- Fossa insativa

Concentração de nitrato (mg/L)

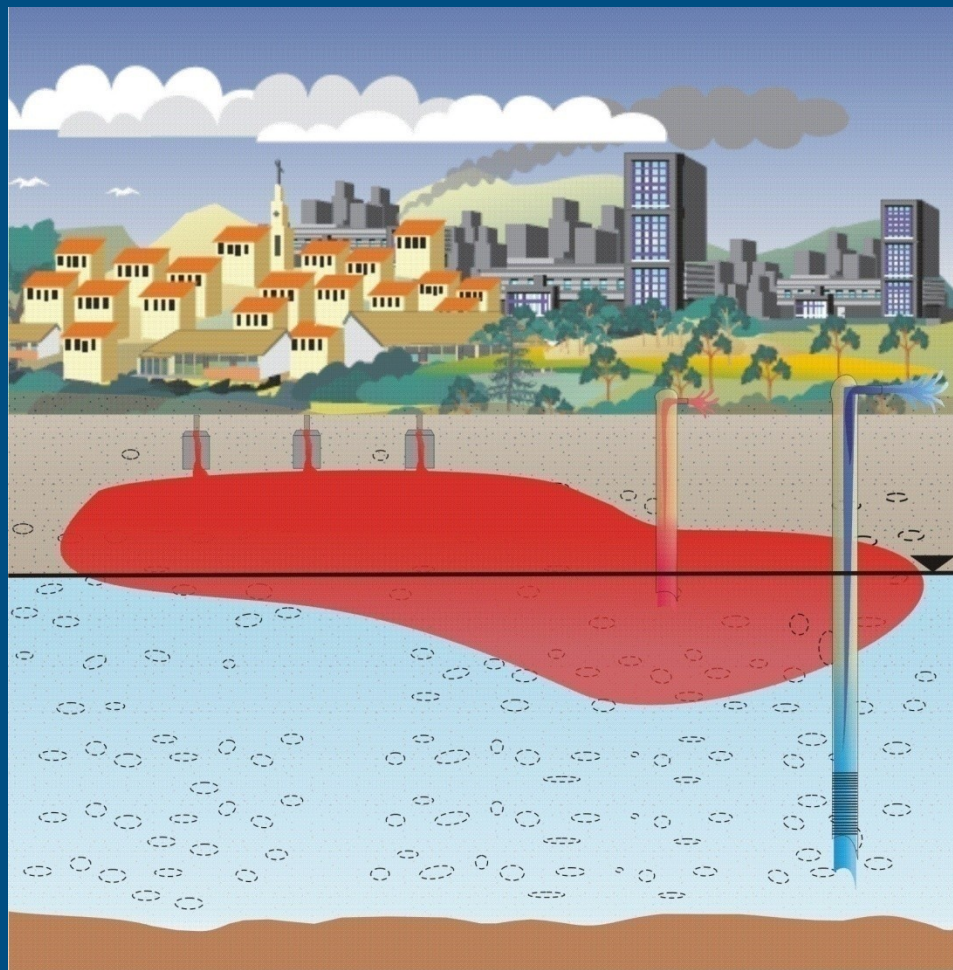


0 50 100 150 200 250 300m
ESCALA 1:10.000

Contaminação estratificada

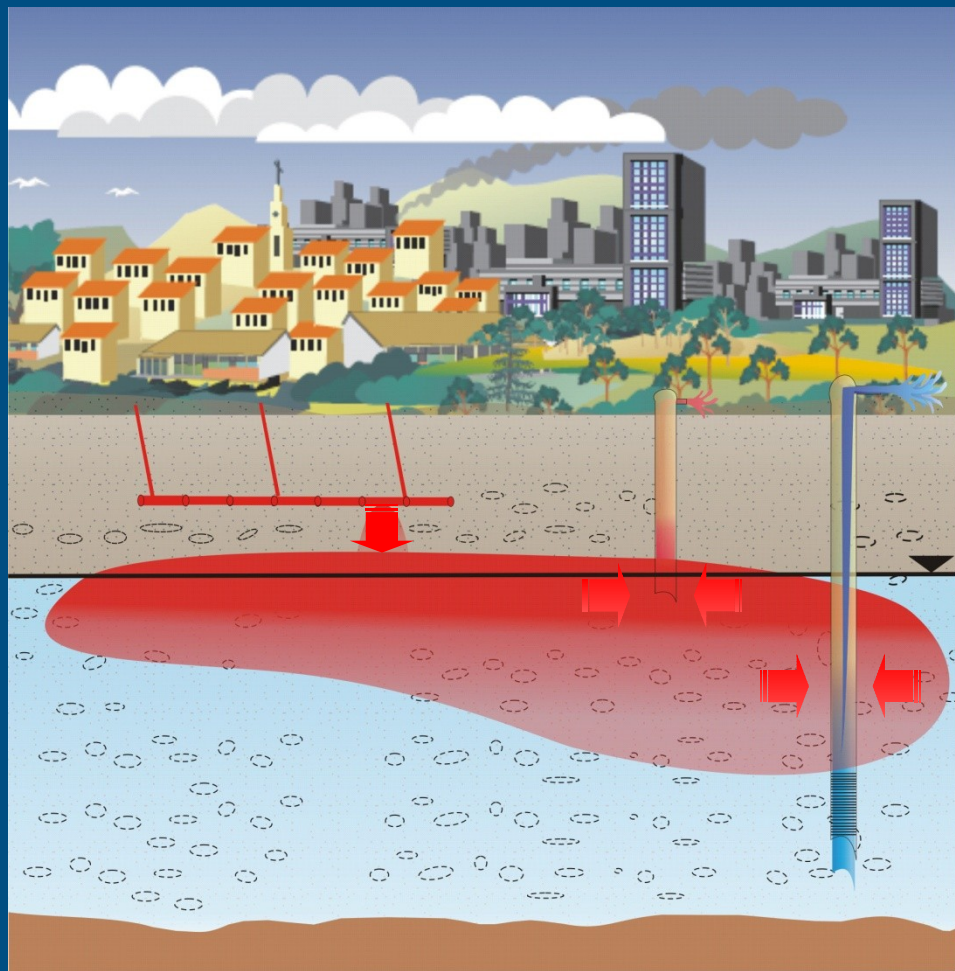


POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO EM URÂNIA E EM OUTRAS CIDADES DO INTERIOR PAULISTA



✓ Antes de 1970 ➡ porção rasa do aquífero foi contaminada por sistemas de saneamento *in situ*

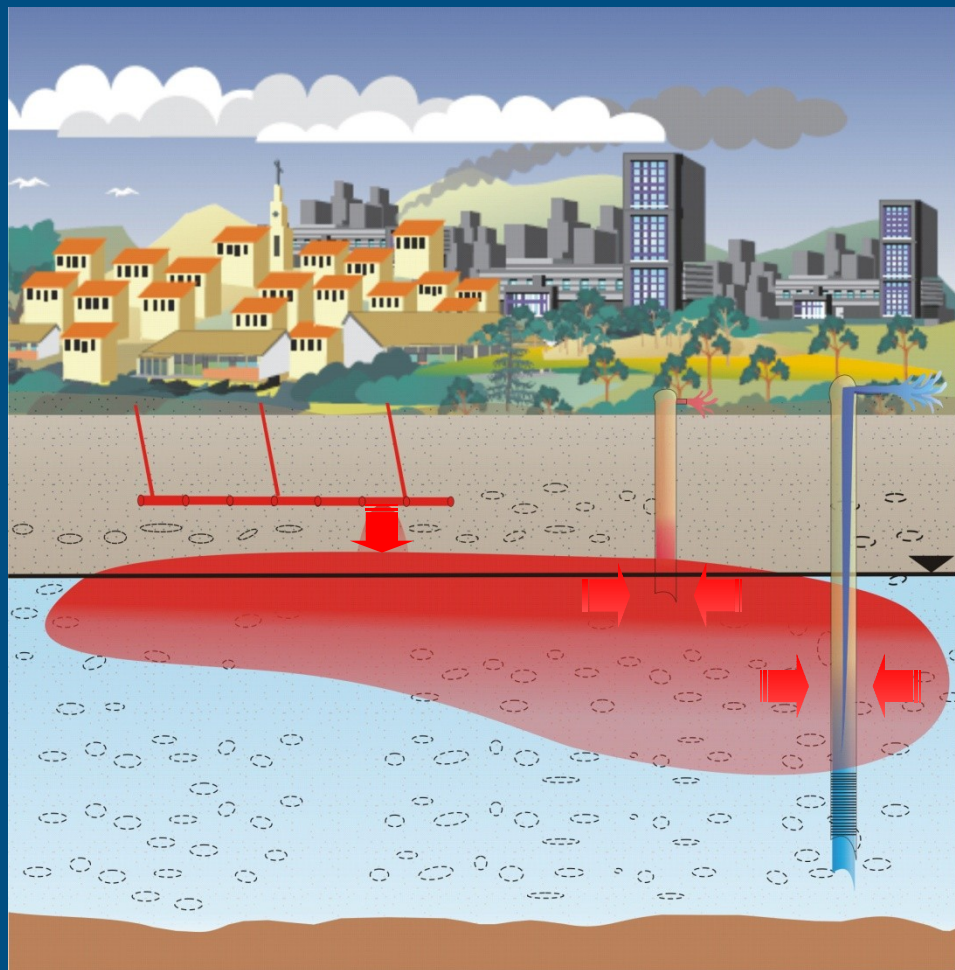
POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO EM URÂNIA E EM OUTRAS CIDADES DO INTERIOR PAULISTA



✓ Antes de 1970 ➡ 1.250 fossas/km² e densidade populacional de 5.000 hab/km²

✓ Atualmente ➡ rede de esgoto cobre 96% da cidade

POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO EM URÂNIA E EM OUTRAS CIDADES DO INTERIOR PAULISTA

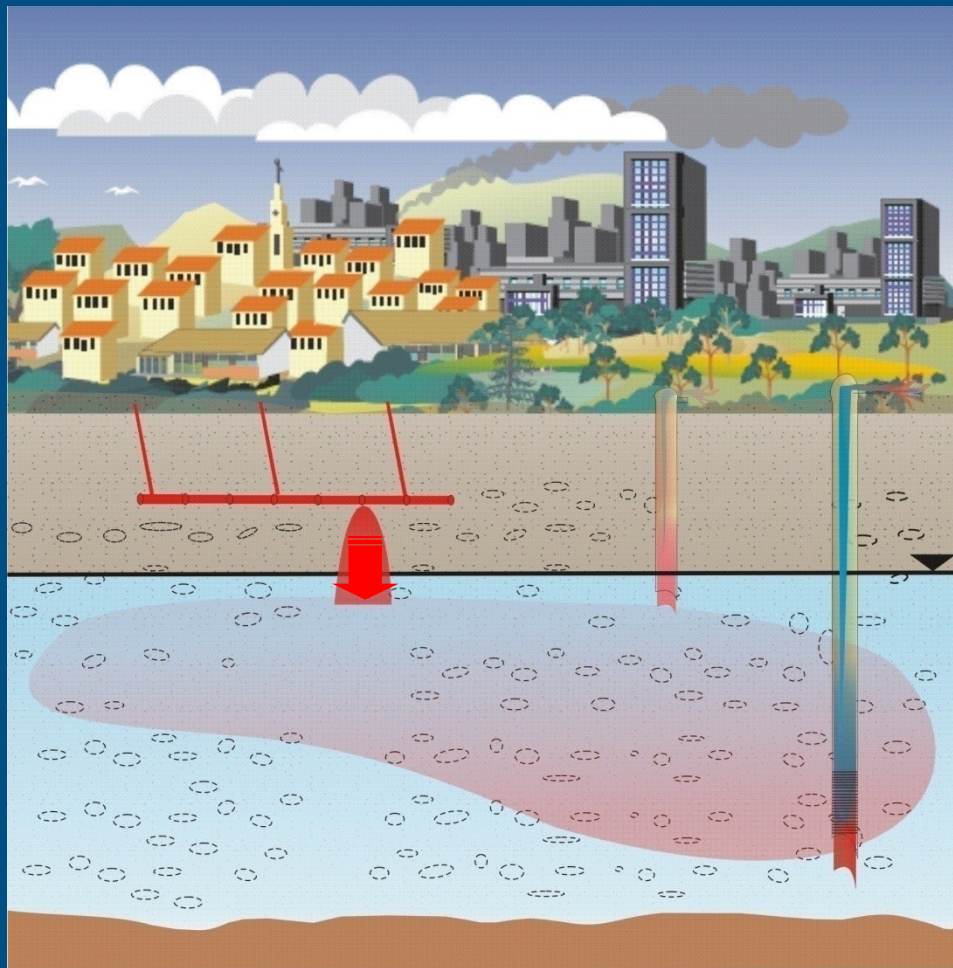


✓ Antes de 1970 ➡ 1.250 fossas/km² e densidade populacional de 5.000 hab/km²

✓ Atualmente ➡ rede de esgoto cobre 96% da cidade

✓ Apesar da rede de esgoto ter **>30 anos** ➡ grande volume de nitrogênio remanescente nas ZNS e ZS

POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO EM URÂNIA E EM OUTRAS CIDADES DO INTERIOR PAULISTA



GRANDES PERGUNTAS:

- ✓ Mesmo cessando a fonte, a pluma poderá atingir o resto do aquífero?
- ✓ Ou somente a diluição resolverá o problema?
- ✓ Qual a evolução do N na ZNS?

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE UMA FOSSA NEGRA DESATIVADA NO AQUÍFERO ADAMANTINA EM URÂNIA



✓ Investigar os impactos causados por uma fossa negra desativada nas ZNS e ZS baseados em:

- dados químicos (íons maiores, menores, série nitrogenada)
- isótopos estáveis ($^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$, $^{15}\text{N}_{\text{N}_2\text{O}}$, $^{18}\text{O}_{\text{NO}_2}$, $^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$, $^{18}\text{O}_{\text{O}_2}$, $^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$)
- gases (O_2 , CO_2 , N_2O e CH_4)

Lições aprendidas do campo...

1. A fossa séptica continua a liberar nitrogênio (principalmente NH_4^+ e NO_3^-), mesmo depois de vários anos de abandono da fossa;
2. Complexidade das reações de conversão de nitrogênio (nitrogênio orgânico a nitrato ou a gás N_2O) e reações simultâneas;
3. Uso combinado de informações hidrogeológicas, isotópicas e geoquímicas \Rightarrow identificação de processos controladores do N no solo e águas subterrâneas.

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

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

✓ Reduzir emissão

- Estender a rede pública de esgoto;
- Manter a rede de esgoto, evitando vazamentos;
- Instalar sistemas sépticos melhorados.

✓ Melhorar abastecimento

- Campo de poços (abastecimento fora da cidade);
- Mesclar águas contaminadas com águas de outras origens (superficiais e subterrâneas);
- Mas o abandono de todos os poços urbanos é quase impossível: o sistema público não dá conta da demanda e sem os poços privados o sistema colapsaria.

✓ Remediar

- Tratar a água (função do custo)
- Remediar o aquífero (pouco provável, devido a enormes custos envolvidos)

Sugestões CT-AS CRH

Enfrentamento do problema em dois níveis:

Imediato:

- adoção de medidas técnico-administrativas pelo poder público (profundidade mínima de cimentação de 30 m)

Longo Prazo:

- controle da qualidade – poços com concentração superior a 10 mg/L devem ser tamponados
- poços captem água das porções mais profundas do aquífero.