

# USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NO ESTADO DE SÃO PAULO

**Maria de Fátima B. da Silva<sup>1</sup>, Aimar Nicoletti<sup>2</sup>, Alfredo C. C. Rocca<sup>3</sup> e Dorothy C. P. Casarini<sup>1</sup>**

**Resumo** - O presente trabalho apresenta o panorama da situação do uso das águas subterrâneas para abastecimento público, bem como a qualidade das águas subterrâneas dos principais Sistemas Aqüíferos do Estado de São Paulo. Em relação ao uso, ficou demonstrado que dos 645 municípios, 462 (71,6%) são abastecidos total ou parcialmente com águas subterrâneas, sendo que 308 (47,7%) são municípios totalmente abastecidos por este recurso hídrico. Em relação a qualidade das águas subterrâneas, observa-se que a qualidade física e química dos principais sistemas aqüíferos do estado é ainda excelente. Em alguns poços foi detectada a presença de indícios de contaminação para os parâmetros nitrato, cromo total, coliformes totais e fecais.

**Palavras-chave** - águas subterrâneas, abastecimento público, qualidade.

## INTRODUÇÃO

O uso da água subterrânea vem crescendo gradativamente no Estado a partir da década de 80, em virtude da deterioração da qualidade das águas superficiais, que exige elevados investimentos para captação e tratamento, assim como pela

---

<sup>1</sup> Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) - Setor de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas (EQSS).

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05489-900 - São Paulo-SP, Fone: (011) 3030-6028 - FAX: 6067 - e-mail: mfatimas@cetesb.br

<sup>2</sup> Geólogo - Estagiário do Setor EQSS.

<sup>3</sup> Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) - Divisão de Qualidade de Solos, Águas Subterrâneas e Vegetação (EQS)

descontinuidade do seu fornecimento. Nas áreas urbanas, em indústrias, hospitais, clubes, escolas e condomínios, assim como em áreas rurais, em fazendas e loteamentos de veraneio, a fonte preferencial de abastecimento tem sido as águas subterrâneas.

Considerando a situação do saneamento ambiental no Estado de São Paulo, onde a cada dia, são maiores as dificuldades para o abastecimento por água superficial de boa qualidade, as águas subterrâneas tornam-se uma alternativa simples, confiável, eficiente, de baixo custo e com alta disponibilidade.

A CETESB diagnosticou a necessidade de se efetuar um levantamento do uso das águas subterrâneas para o abastecimento público, com o objetivo de retratar a importância deste recurso hídrico no Estado de São Paulo, bem como, de informar, conscientizar e alertar as autoridades e a opinião pública, sobre a necessidade de promover políticas e metas de prevenção da poluição, no âmbito do gerenciamento integrado de recursos hídricos do Estado.

A Lei Estadual 7663/91 (SÃO PAULO, 1994), estabeleceu diretrizes e instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento das Águas Superficiais e Subterrâneas. A Lei Estadual 9034/94 (SÃO PAULO, 1995) estabelece as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's) e os Programas de Duração Continuada (PDC). Destaca-se o PDC4, que trata do Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas. Visando atingir esta meta, a CETESB executa o monitoramento contínuo da qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo.

## **OBJETIVOS**

Caracterizar e avaliar o uso e a qualidade das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo, bem como, fornecer subsídios para a prevenção e controle do ponto de vista qualitativo, visando atender a Lei 6134 de 02/06/88, regulamentada pelo Decreto nº 32.955 de 07/02/91.

## **METODOLOGIA**

O levantamento da porcentagem de **Uso das Águas Subterrâneas** para abastecimento público no Estado de São Paulo (CETESB, 1997), foi realizado pelas unidades descentralizadas da CETESB, no período de março a junho de 1997, com base em formulário, onde foram levantados os seguintes dados: empresa de

fornecimento de água, número de poços e porcentagem da população total abastecida por águas subterrâneas.

Os dados de população utilizados foram obtidos da FIBGE (1996). O valor do volume explotado foi estimado, considerando-se que cada indivíduo consome, em média, 200 litros de água por dia em suas atividades.

O **Monitoramento Contínuo da Qualidade das Águas Subterrâneas** (CETESB, 1996) iniciou-se em julho de 1990, quando foram selecionados os primeiros poços tubulares profundos para compor a rede de monitoramento, com base nas informações existentes nos cadastros do DAEE e SABESP, e priorizando-se o conceito de vulnerabilidade, índice de suscetibilidade à poluição (IG, CETESB, DAEE, 1997). Esta rede de monitoramento vem sendo constantemente revista e ampliada.

Além do critério básico de vulnerabilidade, outros critérios foram relevantes na seleção dos poços, tais como: o poço selecionado deve estar bem construído e ter perfil geológico confiável, é necessário o poço estar em funcionamento durante as campanhas de amostragens e, de preferência, devem ser amostrados poços com contribuição de águas de apenas uma Formação Aqüífera.

Atualmente, a Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas está constituída por 137 poços tubulares profundos, localizados nos Sistemas Aqüíferos Botucatu, Pirambóia, Bauru, Serra Geral, Taubaté, Tubarão, Açungui e Embasamento Cristalino.

As análises de água são realizadas com freqüência semestral, sendo que a tomada de amostras deve ser efetuada diretamente na saída do poço e com a bomba em funcionamento.

Os parâmetros analisados, indicadores da qualidade de água são: cloreto, potássio, ferro total, cálcio, dureza total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio kjeldahl total, sólidos totais dissolvidos, oxigênio consumido, fluoreto, cromo total, bactérias heterotróficas, coliformes totais e fecais, condutividade, temperatura e pH.

## **RESULTADOS**

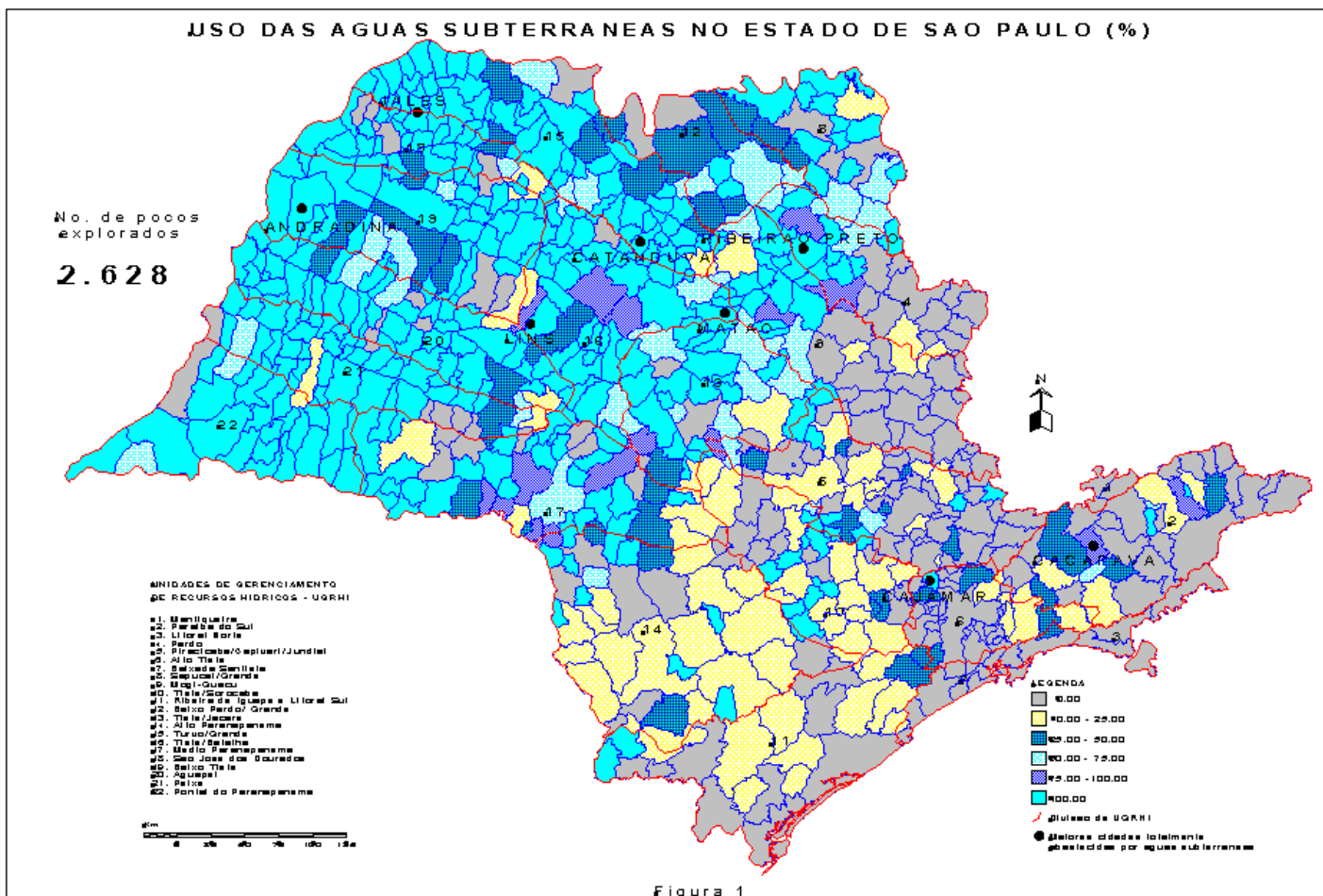
Os principais resultados do levantamento da porcentagem de **Uso das Águas Subterrâneas** estão apresentados na Figura 1, onde mostra que o Estado de São Paulo, com 645 municípios, possui 462 (71,6%) abastecidos total ou parcialmente

com águas subterrâneas, sendo que deste total, 308 (47,7%) são municípios totalmente abastecidos pelo recurso hídrico subterrâneo.

Destaca-se que, dos municípios totalmente abastecidos pelo recurso hídrico subterrâneo, 223 (34,6%) possuem menos de 10.000 habitantes.

O volume total de água subterrânea explorado diariamente, somente para abastecimento público no Estado, é da ordem de 1.105.067 m<sup>3</sup>, com um total de 2.628 poços explorados. No interior do Estado de São Paulo, 5.525.340 pessoas são abastecidas diariamente por águas subterrâneas.

### USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO (%)





Os resultados obtidos no Monitoramento Contínuo da Qualidade das Águas Subterrâneas permitem o conhecimento da qualidade natural e hidrogeoquímica dos principais aquíferos do Estado de São Paulo, bem como, efetuar uma avaliação das alterações que possam ocorrer ao longo do tempo.

A Tabela 1 apresenta os resultados estatísticos de vários parâmetros analisados na rede de monitoramento para as Formações Aquíferas Adamantina e Botucatu - Pirambóia.

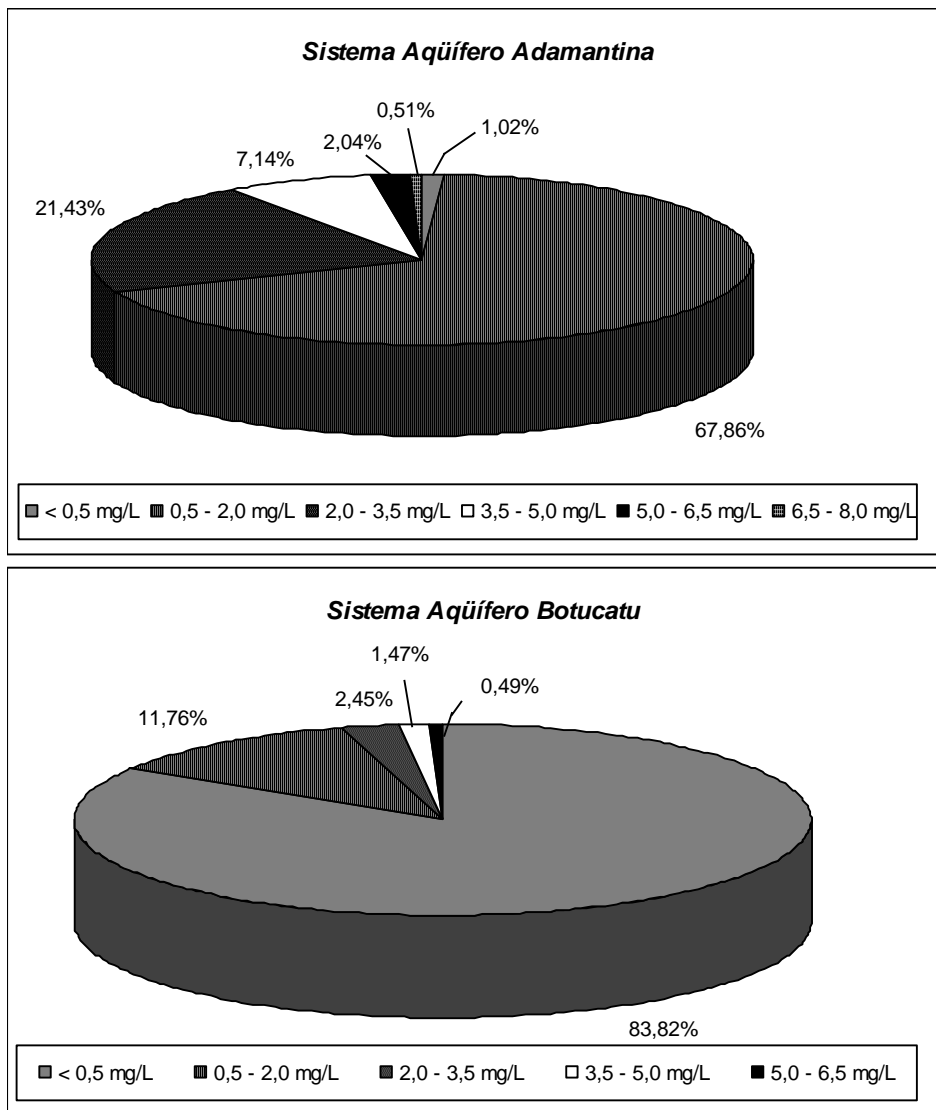
**TABELA 1:** RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS SISTEMAS AQUÍFEROS ADAMANTINA E BOTUCATU/PIRAMBÓIA, 1990-1997.

PARÂMETRO	PADRÃO <sup>1</sup> E UNIDADE	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO		MEDIANA		VALORES FORA DO PADRÃO DE POTABILIDADE	
		AD	BOPI	AD	BOPI	AD	BOPI
Cloreto	250 mg/L Cl	02 – 20,5	< 0,1 – 12,5	2,9	1,0	0	0
Ferro total	0,3 mg/L Fe	< 0,01 – 0,174	0,005 – 0,21	0,03	0,04	0	0
Dureza total	500 mg/L CaCO <sub>3</sub>	3,1 – 229	2,6 – 115	58	30	0	0
Nitrato	10 mg/L N	< 0,029 – 4,38	0,0 – 1,0	0,56	0,05	0	0
STD	1000 mg/L	67 – 396	12 – 236	156	88	0	0
Condutividade	µS / cm	46 – 490	8 – 315	168	82	-	-
Fluoreto	0,6 – 1,7 mg/L F <sup>-</sup>	0,08 – 1,3	0,08 - 0,42	0,14	0,1	-	-
Potássio	mg/L K <sup>+</sup>	0,7 – 10,2	0,2 – 14,2	3,40	2,8	-	-
Cromo total	0,05 mg/L Cr	< 0,003 – 0,05	<0,0005 – 0,05	0,03	0,001	0	0
pH	6,5 – 8,5	5,5 – 8,72	4,8 – 9,39	7,00	6,5	41	112
Temperatura	°C	20 - 28	18 - 35	24	24	-	-
Coliformes totais	zero NMP/100 ml	0 - 1600	0 - 1600	0	0	28	38
Coliformes fecais	zero NMP/100 ml	0 - 240	0 - 240	0	0	17	26

AD: Adamantina, BOPI: Botucatu/Pirambóia, STD: Sólidos Totais Dissolvidos.

1 Considerando-se os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 36 (MS - 19/01/90).

Entre os vários parâmetros monitorados foi selecionado, como referência de indicador de contaminação, o nitrato, em virtude de sua alta solubilidade e seu potencial de risco à qualidade das águas subterrâneas. Sua variação para os sistemas aquíferos Botucatu e Adamantina está demonstrada na Figura 2.



**Figura 2** - Teores de Nitrato nos Sistemas Aquíferos, 1990-1997.

Os principais resultados obtidos mostram que, em 18 poços tubulares profundos da rede de monitoramento, o parâmetro nitrato apresenta resultados acima dos valores médios encontrados no tratamento estatístico dos dados, apontando assim, indícios de contaminação.

Foram encontrados valores de nitrato, acima da média, nas seguintes Formações Aquíferas: Adamantina (7), Santo Anastácio (1), Adamantina - Santo Anastácio (5), Santo Anastácio - Caiuá (1), Botucatu - Pirambóia (3) e Marília (1).

Em nove poços foram encontrados valores de cromo total acima do padrão de potabilidade, a maioria dos poços está localizada nas regiões de Presidente Prudente e São José do Rio Preto.

## CONCLUSÕES



O levantamento da porcentagem de uso das águas subterrâneas demonstrou claramente o panorama da situação do recurso hídrico subterrâneo para abastecimento público no Estado de São Paulo.

- Municípios como Ribeirão Preto, Sertãozinho, Catanduva, Fernandópolis, Jales, Lins, Matão, Tupã, Andradina, Cajamar e Caçapava, são totalmente abastecidos por águas subterrâneas. Outros como Lorena, Bauru, Araraquara, São Carlos, São José do Rio Preto, São José dos Campos, dependem 50% ou mais, do manancial subterrâneo para o seu abastecimento.
- Em virtude do baixo custo de exploração, e da grande disponibilidade de água subterrânea de boa qualidade, no norte e oeste paulista, a grande maioria dos municípios com até 10.000 habitantes, são 100% abastecidos com águas subterrâneas.
- Em 13 UGRHI's do Estado (4, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22) o recurso hídrico subterrâneo é a fonte prioritária para abastecimento público.
- No que se refere a utilização de águas subterrâneas, pode-se afirmar que outro consumidor potencial é o setor industrial, incluindo as indústrias de médio e grande porte, que necessitam de água de boa qualidade para os seus processos, cujo consumo não está englobado no abastecimento público.
- A conclusão obtida no **Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas** revela que, em relação a qualidade física e química, as águas subterrâneas dos poços tubulares profundos utilizados para abastecimento público nos Sistemas Aquíferos Botucatu, Pirambóia, Bauru, Taubaté, Serra Geral, Tubarão, Açungui e Embasamento Cristalino, cujo uso no Estado vem se intensificando, são ainda de excelente qualidade em relação aos padrões de potabilidade, sendo que esta pode e deve ser mantida para o benefício e bem estar da população do Estado de São Paulo.

- A análise estatística dos dados dos poços tubulares profundos da rede de monitoramento demonstram que, em alguns poços, foi possível detectar indícios de contaminação para os parâmetros nitrato e coliformes. Em alguns poços também tem sido detectada a presença de cromo total, cuja a origem deve ser investigada, uma vez que pode estar associada a formação geológica ou a fontes de contaminação.
- As águas subterrâneas devem ser gerenciadas com vistas ao desenvolvimento de projetos locais, priorizando ações de fiscalização de poços e áreas de proteção, aplicando-se a legislação estadual vigente, o zoneamento e a ocupação do solo e considerando a vulnerabilidade do risco da poluição e prevenção da poluição através do monitoramento constante da qualidade e possível contaminação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. **Qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo-1994**, São Paulo: CETESB, 95p, 1996.

CETESB. **Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo**, São Paulo: CETESB, 48p, 1997.

FIBGE. **Contagem da população do Estado de São Paulo por município** -dados preliminares [on line]. São Paulo: FIBGE, 1996. Endereço eletrônico: 05/06/97

IG, CETESB, DAEE. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: IG/CETESB, 1997, 157p. 1997.

SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, Conselho Estadual de Recursos Hídricos, **Legislação sobre recursos hídricos**. São Paulo, 72p.,1994.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 1994-1995**. São Paulo, 29p., 1995.