

3º ENCONTRO TÉCNICO ANUAL DA ASEC  
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS DA CETESB

“A CETESB e o Meio Ambiente”

Qualidade do Solo, Água Subterrânea e Vegetação

***Dorothy Carmen P. Casarini***

Gerente da Divisão de Qualidade do Solo,  
Água Subterrânea e Vegetação - CETESB

junho 2002

## **DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO – SOLOS, ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E VEGETAÇÃO.**

### **EQS – Divisão de Solo, Água Subterrânea e Vegetação**

A CETESB, cumprindo sua atribuição de prevenir e controlar a poluição no Estado de São Paulo e no intuito de interromper e reverter o quadro de deterioração da qualidade ambiental, investe e desenvolve alternativas tecnológicas de baixo custo que vão de encontro às recomendações estabelecidas pela Agenda 21, tanto no que concerne às questões de proteção da atmosfera, como na abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos ecossistemas e promoção do desenvolvimento rural e agrícola. Neste sentido, a CETESB publicou no Diário Oficial do Estado de 26.10.2001, uma lista de valores orientadores para proteção da qualidade de solos e das águas subterrâneas.

O valor de referência de qualidade, indica o nível de qualidade para um solo considerado limpo ou a qualidade natural das águas subterrâneas a ser utilizado em ações de prevenção da poluição do solo e das águas subterrâneas e no controle de áreas contaminadas. Foi estabelecido com base em análises químicas dos diversos tipos de solos do Estado de São Paulo.

O valor de alerta, indica uma possível alteração da qualidade natural dos solos, será utilizado em caráter preventivo e quando excedido no solo, deverá ser exigido o monitoramento das águas subterrâneas, identificando-se e controlando-se as fontes de poluição. Foi derivado para metais, com base em revisão bibliográfica sobre fitotoxicidade.

O valor de intervenção, indica o limite de contaminação do solo e das águas subterrâneas, acima do qual, existe risco potencial à saúde humana, e será utilizado em caráter corretivo no gerenciamento de áreas contaminadas e quando excedido requer alguma forma de intervenção na área avaliada, de forma a interceptar as vias de exposição. Esse valor foi derivado com base em modelo matemático de avaliação de risco, considerando diversas vias de exposição em três cenários de uso e ocupação do solo. Para as águas subterrâneas, considerou-se como valor de intervenção, os padrões de potabilidade da Portaria 36 de 1990, atualizados pela Portaria 1.469 de 29.12.2000, ambas do Ministério da Saúde.

A preservação da qualidade dos solos visa proteger as águas subterrâneas que constituem-se na maior reserva estratégica de água doce do planeta, sendo que no Brasil as reservas são estimadas em 112 trilhões de metros cúbicos, com uma disponibilidade de 5.000 m<sup>3</sup>/habitante/ano (Rebouças, 1996). Seu uso para abastecimento público vem crescendo gradativamente, nas últimas décadas, em virtude da sua abundância e qualidade, baixo custo de exploração, bem como em consequência da deterioração da qualidade das águas superficiais, cujo uso vem exigindo investimentos cada vez maiores para adequação de sua qualidade.

Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente mais protegidas dos agentes contaminantes do que as superficiais, a grande expansão das atividades antrópicas, nas áreas urbanas e rurais, tem provocado a poluição dos sistemas aquíferos,

sobretudo através dos lixões; aterros industriais; armazenamento, manuseio e descarte inadequados de produtos químicos, efluentes e resíduos e o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes.

No Estado De São Paulo, a Lei 7663 de 30.12.1991, estabeleceu diretrizes e instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento das Águas Superficiais e Subterrâneas. A Lei 9034 de 27.12.1994, estabeleceu as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's) e os Programas de Duração Continuada (PDC). O PDC4 trata do Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas.

Com o objetivo de caracterizar e avaliar o uso e a qualidade das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo, bem como, fornecer subsídios para o controle do ponto de vista qualitativo, a CETESB desenvolve, desde julho de 1990, o monitoramento da qualidade deste recurso hídrico, visando atender a Lei Estadual 6134 de 02.06.1988, regulamentada pelo Decreto nº 32.955 de 07.02.1991 (CETESB, 1997a).

## **CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS**

O Estado de São Paulo é constituído por rochas do Embasamento Cristalino, que correspondem a 25% do território, e por rochas sedimentares constituídas pelas Bacia do Paraná, Bacias Terciárias de São Paulo e Taubaté, zonas restritas de depósitos sedimentares litorâneos e de aluvionares próximos aos vales de grandes rios. Estas rochas formam os sistemas aquíferos de interesse regional, que constituem os grandes reservatórios naturais de águas subterrâneas. As unidades aquíferas aflorantes no Estado estão representadas na Figura 1.

Dentre os sistemas aquíferos do Estado incluí-se o Botucatu, recentemente denominado "Aquífero Guarani Gigante do Mercosul", dado seu porte, abrangência e importância. Este manancial subterrâneo se estende por uma área de 1,6 milhões de quilômetros quadrados, sendo dois terços em território brasileiro, espalhados por mais cinco Estados, além do Estado de São Paulo, e o outro terço na Argentina, Paraguai e Uruguai. Somente a reserva explorável anualmente, sem prejuízo para o aquífero, está estimada em 43 milhões de metros cúbicos, suficientes para satisfazer a necessidade de uma população de 500.000.000 de habitantes. Dos seus 98.000 quilômetros quadrados de área de afloramento, superfície pela qual se infiltram as águas que o alimentam, 16.000 quilômetros quadrados afloram no Estado de São Paulo, sendo esta uma área crítica de vulnerabilidade.

## **VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS AQUÍFEROS**

A vulnerabilidade de um aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser atingido por uma carga contaminante. A caracterização da vulnerabilidade pode ser expressa pela não acessibilidade da zona saturada à penetração do poluente e da possibilidade de atenuação do mesmo. Estes fatores naturais estão em interação com a carga potencial poluidora, através de sua disposição no solo e/ou sub-superfície.

Para o estabelecimento de prioridades de ações de prevenção, a CETESB publicou, em parceria com outros órgãos, o mapeamento da vulnerabilidade ao risco de poluição das águas subterrâneas, em escala 1:1.000.000, para identificar as áreas mais vulneráveis e as atividades com maior potencial poluidor do Estado. Foram identificados 6 áreas críticas, representadas pelas Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP), Vale do Paraíba, Região Metropolitana de Campinas (RMC), Regiões de Bauru, Ribeirão Preto e Franca. As atividades da indústria química, mecânica, metalúrgica e curtume, foram classificadas como de elevado potencial poluidor (IG, CETESB e DAEE, 1997).

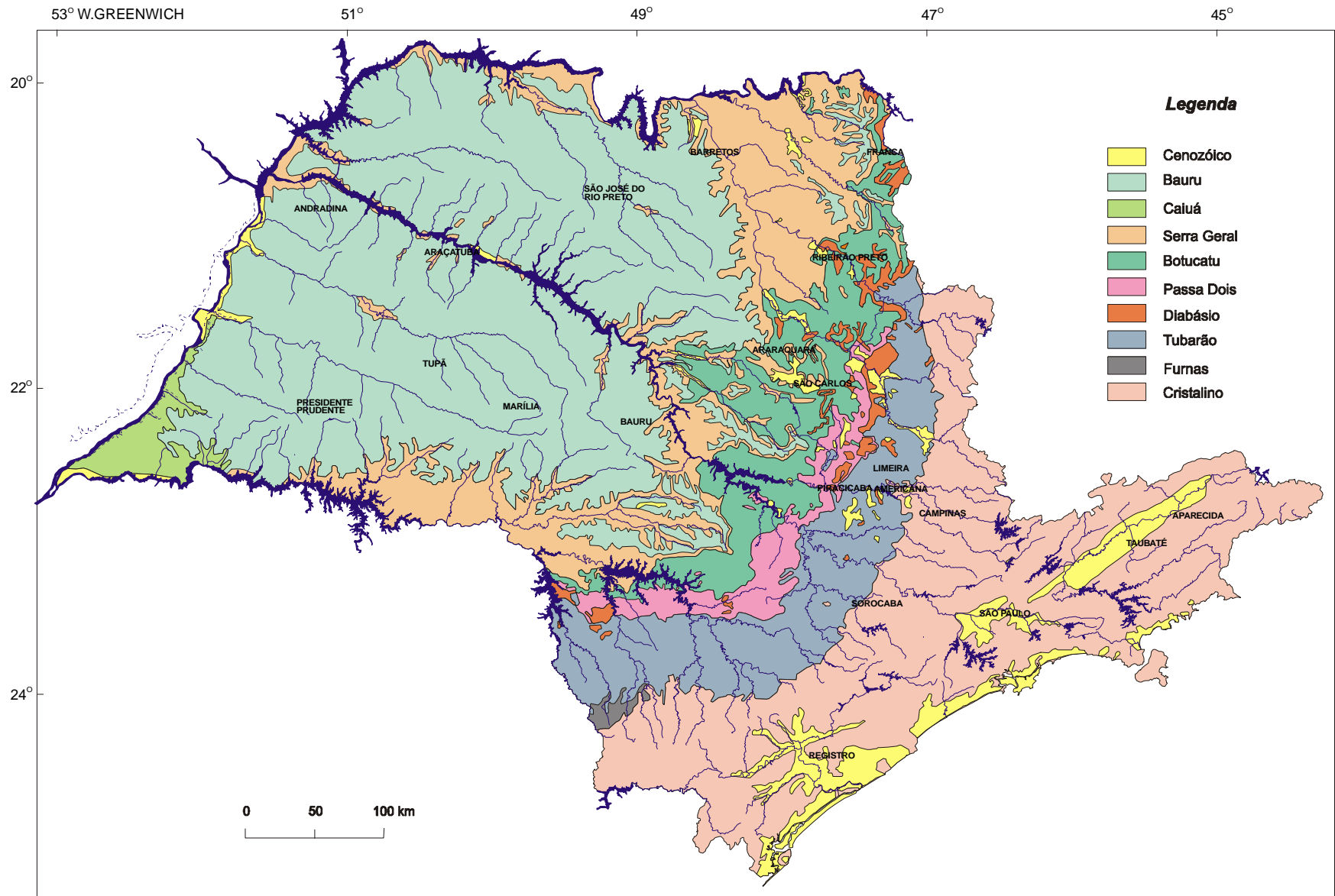


Figura 1: Afloramento das principais Unidades Aqüíferas no Estado de São Paulo (CETESB, 1997a).

## **USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Foi diagnosticada 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, bem como de informar, conscientizar e alertar as autoridades e a opinião pública sobre a necessidade de promover políticas e metas de prevenção à poluição, no âmbito do gerenciamento integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Os principais resultados do levantamento da porcentagem de Uso das Águas Subterrâneas (CETESB, 1997a), estão apresentados na Figura 2, onde dos 645 municípios, possui 462 (71,6%) abastecidos total ou parcialmente com águas subterrâneas e 308 (47,7%) são municípios totalmente abastecidos pelo recurso hídrico subterrâneo.

## **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

O Monitoramento Contínuo da Qualidade das Águas Subterrâneas 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 136 poços tubulares profundos, localizados nos Sistemas Aqüíferos Guarani, Bauru, Serra Geral, Taubaté, Tubarão, Açungui e Embasamento Cristalino.

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, fluoreto, cromo total, bactérias heterotróficas, coliformes totais e fecais, condutividade elétrica, temperatura e pH. Visando a melhoria na avaliação da hidrogeoquímica natural dos sistemas aqüíferos, a partir de 1999 foram inseridos na rede de monitoramento os seguintes parâmetros: alcalinidade hidróxido, alcalinidade bicarbonato, alcalinidade carbonato, alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, dureza de magnésio, dureza de cálcio, magnésio, manganês, mercúrio, sódio, sulfato, resíduo seco à 180°C e TOC. Os principais resultados do monitoramento entre 1998 e 2000 demonstram a excelente qualidade das águas subterrâneas para consumo humano (CETESB, 2001).

Entretanto, observa-se pontualmente poços de abastecimento público contaminados por nitrato. Entre os vários parâmetros monitorados selecionou-se como referência de indicador de contaminação, o nitrato, em virtude de sua alta solubilidade e seu potencial de risco à qualidade das águas subterrâneas.

Integrando-se os dados do monitoramento de qualidade de solos e águas subterrâneas, a CETESB publicou os valores orientadores, visando a proteção da qualidade desses meios bem como fornecer subsídios ao gerenciamento das áreas contaminadas. Esses valores são apresentados na Tabela 1.

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

No. de poços explorados  
**2.628**

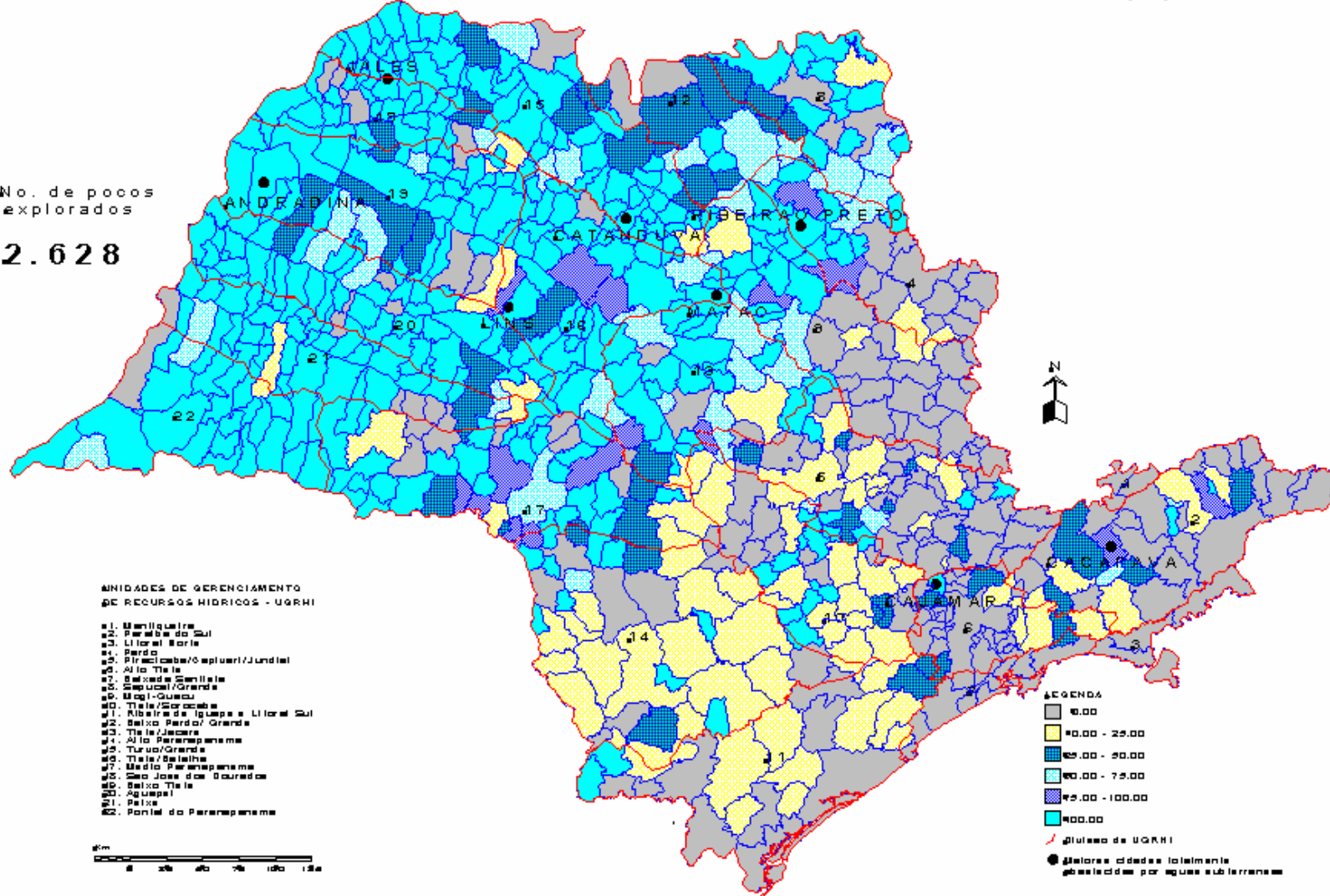


Figura 3: Porcentagem de uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo, (CETESB, 1997b).

**Tabela 1 Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo.**

Substância	VALORES ORIENTADORES								
	Solos (mg.kg <sup>-1</sup> )					Águas Subterrâneas(µg.L <sup>-1</sup> )			
	Referência	Alerta	Intervenção			REFERÊNCIA			Intervenção
			Agricultura APMax	Residencial	Industrial	Aqüífero Livre a Semi- Confinado		Aqüífero Confinado	
Taubaté						Outros <sup>(7)</sup>			
<b>METAIS</b>									
Alumínio	--	--	--	--	--	<10	50	30	200 <sup>(2)</sup>
Antimônio	<0,5	2,0	5,0	10,0	25	--	--	--	5 <sup>(1)</sup>
Arsênio	3,50	15	25	50	100	3	<2	<2	10 <sup>(1)</sup>
Bário	75	150	300	400	700	<400	<400	<400	700 <sup>(1)</sup>
Cádmio	<0,5	3	10	15	40	0,35	0,4	<0,1	5 <sup>(1)</sup>
Chumbo	17	100	200	350	1200	<2	<2	<2	10 <sup>(1)</sup>
Cobalto	13	25	40	80	100	--	--	--	30 <sup>(5)</sup>
Cobre	35	60	100	500	700	--	--	--	2000 <sup>(1)</sup>
Cromo	40	75	300	700	1000	10	3 <sup>6</sup>	<3	50 <sup>(1)</sup>
Ferro	--	--	---	--	--	290	<120	120	300 <sup>(2)</sup>
Manganês	--	--	---	--	--	75	<9	<9	100 <sup>(2)</sup>
Mercurio	0,05	0,5	2,5	5	25	<0,3	<0,3	<0,3	1 <sup>(1)</sup>
Molibdênio	<25	30	50	100	120	--	--	--	250 <sup>(5)</sup>
Níquel	13	30	50	200	300	--	--	--	50 <sup>(4)</sup>
Prata	0,25	2	25	50	100	--	--	--	50 <sup>(3)</sup>
Selênio	0,25	5	--	--	--	--	--	--	10 <sup>(1)</sup>
Vanádio	275	--	--	--	--	--	--	--	--
Zinco	60	300	500	1000	1500	--	--	--	5000 <sup>(2)</sup>
<b>ORGÂNICOS</b>									
Benzeno	0,25	--	0,6	1,5	3,0	2,5			5 <sup>(1)</sup>
Tolueno	0,25	--	30	40	140	2,5			170 <sup>(2)</sup>
Xilenos	0,25	--	3,0	6,0	15	2,5			300 <sup>(1)</sup>
Estireno	0,05	--	15	35	80	2,5			20 <sup>(1)</sup>
Naftaleno	0,20	--	15	60	90	--			100 <sup>(5)</sup>
Diclorobenzeno	0,02	--	2,0	7,0	10,0	--			40 <sup>(5)</sup>
Hexaclorobenzeno	0,0005	--	0,1	1,0	1,5	0,002			1 <sup>(1)</sup>
Tetracloroetileno	0,10	--	1,0	1,0	10	2,5			40 <sup>(1)</sup>
Tricloroetileno	0,10	--	5,0	10	30	2,5			70 <sup>(1)</sup>
1,1,1 Tricloroetano	0,01	--	8,0	20	50	--			600 <sup>(5)</sup>
1,2 Dicloroetano	2,00	--	0,5	1,0	2,0	2,5			10 <sup>(1)</sup>
Cloreto de Vinila	0,05	--	0,1	0,2	0,7	--			5 <sup>(1)</sup>
Pentaclorofenol	0,01	--	2,0	5,0	15,0	0,1			9 <sup>(1)</sup>
Triclorofenol	0,2	--	1,0	5,0	6,0	0,2			200 <sup>(1)</sup>
Fenol	0,3	--	5,0	10,0	15,0	--			0,1 <sup>(3)</sup>
Aldrin e Dieldrin	0,00125	--	0,5	1,0	5,0	0,005			0,03 <sup>(1)</sup>
DDT	0,0025	--	0,5	1,0	5,0	0,01			2 <sup>(1)</sup>
Endrin	0,00375	--	0,5	1,0	5,0	0,015			0,6 <sup>(1)</sup>
Lindano (δ-BHC)	0,00125	--	0,5	1,0	5,0	0,005			2 <sup>(1)</sup>

- 1- Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para Substâncias que apresentam risco à saúde
  - 2- Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para aceitação de consumo (critério organoléptico).
  - 3- Padrão de Potabilidade da Portaria 36 do Ministério da Saúde;
  - 4- Comunidade Econômica Européia
  - 5- Com base no valor de intervenção para solos no Cenário Agrícola/Área de Proteção Máxima(APMax)
  - 6- Com exceção do Sistema Aqüífero Bauru onde o VRQ para cromo é 40 µg/L
  - 7- Sistemas Aqüíferos: Bauru, Itararé, Serra Geral e Embasamento Cristalino.
- não estabelecido

Fonte: CETESB, 2001

## MONITORAMENTO DA QUALIDADE AMBIENTAL COM A UTILIZAÇÃO DE BIOINDICADORES

Desde 1992, a CETESB vem realizando estudos dos efeitos da poluição atmosférica sobre a vegetação, investigando espécies que possam ser utilizadas como indicadores da qualidade do ar atmosférico visando a busca de novas ferramentas que permitam monitorar e controlar fontes, somando forças às técnicas usuais.

Visando o monitoramento de áreas potencialmente afetadas por fluoretos gasosos, extremamente fitotóxicos, emitidos sobretudo pelas indústrias de fertilizantes, de alumínio e de fabricação de vidro e cerâmica, elegeram-se a espécie *Cordyline terminalis* (Dracena) como bioindicadora. O critério de seleção baseou-se, principalmente, em sua sensibilidade aos fluoretos e no fato de ela ser uma planta amplamente utilizada no paisagismo de jardins domésticos e industriais.

As figuras abaixo ilustram os sintomas visíveis apresentados pela Dracena, característico do efeito dos fluoretos gasosos, descritos como necroses e cloroses marginais ou apicais nas folhas.



Figura 1 - indivíduos saudáveis de *Cordyline terminalis* (Dracena)



Figura 2 - indivíduos de *Cordyline terminalis* (Dracena) com sintomas foliares característicos do efeito de fluoretos gasosos

Inúmeros diagnósticos de degradação causados por este poluente já foram realizados mediante o uso de dracena, destacando-se trabalhos nas regiões de Cubatão, Paulínia, Cordeirópolis, Alumínio, entre outros, onde os resultados obtidos puderam subsidiar ações de controle.

Outro poluente, reconhecido como um dos mais importantes e fitotóxicos é o ozônio troposférico formado por reações fotoquímicas, a partir de precursores como os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio emitidos nos processos de combustão, principalmente industriais e veiculares

Constata-se a ocorrência de altas concentrações de ozônio em várias regiões do Estado, destacando-se a Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão.

Neste contexto, uma variedade de tabaco (*Nicotiana tabacum* Bel W3) estudada há décadas na Europa e Estados Unidos como um bioindicador específico de poluentes oxidantes, principalmente o ozônio troposférico, vem sendo utilizada para o mapeamento de áreas potencialmente afetadas pelo ozônio, como a área urbana do Município de Sorocaba, com o intuito de subsidiar ações de controle.

As figuras abaixo ilustram o tipo característico de sintoma visível apresentado pela planta, quando exposta a concentrações atmosféricas de ozônio consideradas fitotóxicas.



Figura 3 - Folhas saudáveis de *Nicotiana tabacum* Bel W3 (tabaco)



Figura 4 - Folhas de *Nicotiana tabacum* Bel W3 (tabaco) com injúrias visíveis características do efeito do ozônio troposférico

Outro efeito conhecido causado por altas concentrações de ozônio presentes na atmosfera é a redução da produção de biomassa pelas plantas, ou seja, a redução do crescimento da vegetação, representando perdas econômicas substanciais da safra agrícola. Nos Estados Unidos, calcula-se a perda de, aproximadamente, três bilhões de dólares por ano, causada pelo ozônio nas culturas agrícolas.

Objetiva-se estudar quais as culturas mais afetadas e o que isso representaria na economia, de forma a motivar o desenvolvimento tecnológico voltado para o controle das fontes emissoras dos precursores do ozônio troposférico e ainda, a estimular a busca de alternativas que substituam o modelo de desenvolvimento existente no país.

Além destes dois poluentes, bioindicadores vegetais tem sido rotineiramente utilizados em trabalhos de diagnósticos ambientais, principalmente referentes a casos com chumbo, mercúrio, boro, enxofre, entre outros

Por fim, é importante ressaltar que apesar dos estudos dos efeitos dos poluentes na vegetação encontrarem-se ainda numa fase inicial de investigação, são muitas as vantagens de seu aprofundamento, principalmente no que tange ao aspecto ambiental e conservacionista. O incentivo desses estudos, além de fornecer subsídio a projetos de recuperação ambiental em áreas poluídas, pode ser utilizado como uma ferramenta de educação ambiental e ainda dar suporte a reflexões sobre questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável.

## CONCLUSÕES

Até 2001, a CETESB não dispunha de valores orientadores, adaptados às condições do Estado de São Paulo, para subsidiar as decisões de controle. Os valores publicados no Diário Oficial do Estado de 26.10.2001 visam subsidiar os diversos setores da sociedade, envolvidos com a problemática de proteção da qualidade do solo e das águas subterrâneas, aplicando-os tanto na prevenção da poluição, como no controle de áreas contaminadas.

Quanto ao uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo, observa-se que 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

A análise estatística dos dados dos poços tubulares profundos da rede de monitoramento demonstram que apesar da excelente qualidade das águas subterrâneas, 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.

O reconhecimento da importância das águas subterrâneas é cada vez maior, destacando-se a criação das Câmaras Técnicas Permanentes de Águas Subterrâneas, tanto no âmbito nacional como estadual, que tem como objetivo e prioridades as regulamentações, os mecanismos de proteção, o gerenciamento e a representatividade das águas subterrâneas em todo o país. Verifica-se também, que as discussões e as normatizações vem crescendo nos últimos anos.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas fornece subsídios para definir diretrizes com vistas ao controle da poluição das águas subterrâneas no Estado. Observa-se que na região oeste, existe uma intensa demanda de exploração do recurso hídrico subterrâneo. O Aquífero Bauru, que é livre e ocupa 42% da superfície do Estado, encontra-se em alguns pontos, com sua qualidade alterada para o indicador de qualidade nitrato. Desta forma, o controle das fontes de poluição das águas subterrâneas, incluindo as difusas como as atividades agro-industriais, deve ser executado de forma prioritária, a fim de atenuar este impacto. Nessa região, atividades, tais como aplicação de efluentes líquidos e disposição de resíduos sólidos no solo, além de sistemas de tratamento de efluentes por lagoas, deverão ser evitados ou, quando utilizadas, devem atender aos critérios específicos de proteção das águas subterrâneas descritos na legislação vigente e normas técnicas.

As diferentes instâncias dos governos, devem fomentar programas de divulgação e educação da população e a sociedade em geral, sobre a importância das águas subterrâneas para a sociedade e para o meio ambiente.

As Universidades e Institutos de Pesquisa devem fornecer subsídios ao entendimento da dinâmica do cromo total, que tem apresentado concentrações acima dos padrões de potabilidade em algumas regiões do Estado. É preciso saber a origem desse elemento para poder atuar de forma a evitar riscos à saúde pública e garantir a manutenção da qualidade das águas subterrâneas.

No que concerne à vegetação, desde 1992, a CETESB vem realizando estudos dos efeitos da poluição atmosférica sobre a vegetação, investigando espécies que possam ser utilizadas como indicadores da qualidade do ar atmosférico visando a busca de novas ferramentas, de baixo custo, que permitam monitorar e controlar fontes, somando forças às técnicas usuais.

Neste sentido, bioindicadores vegetais tem sido rotineiramente utilizados em trabalhos de diagnósticos ambientais, principalmente referentes à questões voltadas a qualidade do ar e do solo, podendo-se citar estudos que visaram o controle de fontes de fluoretos gasosos, precursores de ozônio troposférico, dióxidos de enxofre bem como chumbo, mercúrio e boro no solo, entre outros.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo – 1994. São Paulo: CETESB, 1994. 95p
- CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo – 1997. São Paulo: CETESB, 1997. 106p.
- CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo – 1998-2000. São Paulo: CETESB, 2001.
- CETESB. **Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo: 1997.** São Paulo : CETESB, 1997. 47p.
- IG/CETESB/DAEE. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo.** IG; CETESB, 1997. 129p.
- São Paulo. **Decreto Estadual Nº 32955** de 07.02.91. Regulamenta a Lei Nº 6134. 1991.
- REBOUÇAS, A.C. **Diagnóstico do Setor de Hidrogeologia do Brasil.** PADCT/MCT. Boletim Técnico da ABAS. Nº 3. 46 p. 1996.