

EVOLUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO NO SISTEMA AQUÍFERO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO – 1992 A 2007.

Rosângela Pacini Modesto¹; Claudio Luiz Dias²; Fabiano Fernandes Toffoli³; Fabio Renato Costa do Vale⁴.

RESUMO

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas brutas realizado pela CETESB em poços de abastecimento público mostra que as concentrações de nitrato no Sistema Aquífero Bauru estão aumentando gradativamente. Os poços monitorados estão localizados em 67 municípios do Estado de São Paulo.

No período de 1992-1997 a amplitude de variação da concentração de nitrato foi de <0,02 a 11,2mg L⁻¹, de 1998-2000 foi de <0,01 a 23,1 mg L⁻¹, de 2001-2003 foi de <0,01 a 22,1mg L⁻¹ e de 2003-2007 foi de <0,05 a 28,6 mg L⁻¹.

Durante o período de monitoramento cerca de 10% dos poços ultrapassaram a concentração de 10 mg L⁻¹ N-NO₃, que é o padrão de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04 e é também considerado o Valor de Intervenção para a CETESB.

As principais fontes antrópicas de nitrato são o esgoto sanitário tratado em fossas e as práticas agrícolas de adubação nitrogenada, havendo necessidade de ações corretivas e preventivas.

ABSTRACT

The groundwater quality monitoring performed by CETESB – Environmental Agency of São Paulo State on wells used for water public supply shows the nitrate concentrations in the Bauru Aquifer are increasing. The monitoring wells are located at 67 municipalities of São Paulo State.

In the period from 1992 to 1997 the range of concentration of nitrate varied from <0,02 to 11,2mg L⁻¹, from 1998 to 2000 varied from <0,01 to 23,1 mg L⁻¹, from 2001 to 2003 varied from <0,01 to 22,1 mg L⁻¹ and from 2003 to 2007 varied from <0,05 to 28,6 mg L⁻¹.

During this monitoring period around 10% of the wells got concentration above 10 mg L⁻¹ NO₃ –N which is the drinking water standard established by the Health Ministry regulation n. 518/04 and also the Intervention Value for CETESB.

The main anthropogenic sources of nitrate are sewage from septic tanks and agricultural practices, for which there are need for corrective and preventive actions.

Palavras-chave - Nitrato, monitoramento, água subterrânea

¹ Geógrafa. Setor de Qualidade das Águas Subterrâneas. CETESB. Av. Prof. Frederico Hermann Jr. 345. Pinheiros. São Paulo. CEP 05459-900. rosangelam@cetesbnet.sp.gov.br

² Eng. Agrônomo. Setor de Qualidade das Águas Subterrâneas. CETESB. claudiod@cetesbnet.sp.gov.br

³ Arquiteto. Setor de Qualidade das Águas Subterrâneas. CETESB. sma.fabianot@cetesbnet.sp.gov.br

⁴ Estagiário de Geografia. Setor de Qualidade das Águas Subterrâneas. CETESB. fabiovc@cetesbnet.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são utilizadas no abastecimento público de água em 80% dos municípios do estado de São Paulo.

A maioria dos municípios do oeste paulista depende exclusivamente das águas subterrâneas para o abastecimento público, utilizando como manancial o Sistema Aquífero Bauru, de ocorrência extensiva e contínua no Planalto Ocidental, representando aproximadamente 42% do território paulista.

Desde 1990, em atendimento à legislação estadual ⁵, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, órgão ambiental paulista, opera a rede estadual de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas, que é composta na maior parte de poços de abastecimento público.

Os pontos de monitoramento da rede CETESB no Aquífero Bauru estão localizados em 67 municípios, nos quais são realizadas amostragens e análises físico-químicas semestrais da água, caracterizando-a em situações de maior e menor elevação do nível de água devidas à variação sazonal.

O monitoramento sistemático realizado a partir de 1992 até o ano de 2007, permitiu a avaliação da evolução das concentrações de nitrato no poços do Aquífero Bauru, revelando uma tendência de aumento dessa substância nas suas águas.

O Aquífero Bauru, por comportar-se principalmente como aquífero livre e possuir grande área de afloramento apresenta maior vulnerabilidade à contaminação antrópica e conseqüentemente as concentrações mais elevadas de nitrato dentre os aquíferos no estado de São Paulo. [1]

2. METODOLOGIA

Durante o período compreendido entre 1992 e 2007, a CETESB avaliou a qualidade da água subterrâneas do Aquífero Bauru em 70 pontos de monitoramento, constituídos de poços de abastecimento público, cujas características são apresentadas na Tabela 1. Devido à dinâmica de operação e manutenção de poços tubulares, alguns desses pontos foram desativados e substituídos por outros poços em condições semelhantes.

Em campanhas semestrais de coleta e análise de água, foram determinadas substâncias orgânicas, inorgânicas e parâmetros microbiológicos, conforme publicado nos relatórios da CETESB. [1] [2] [3] [4] [5]

Neste trabalho foi avaliada a evolução das concentrações de uma substância em especial, o nitrato, por ser um bom indicador de pressão antrópica sobre a qualidade das águas subterrâneas, principalmente em aquíferos livres.

De acordo com informações do Instituto de Geociências da USP (informação pessoal), no Estado de São Paulo, devido às condições geológicas, não é esperada uma concentração natural de nitrato na água subterrânea acima de 5,0 mg L⁻¹. Por essa razão, a CETESB tem adotado o valor de 5,0 mg L⁻¹ de N-NO₃ como um Valor de Prevenção, ou seja, aquele que indica que devem ser iniciadas ações para reverter a tendência de aumento, evitando que seja atingido o Valor de Intervenção - risco à saúde humana- que, para o nitrato é de 10 mgL⁻¹, adotado do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04.

Desta forma, os resultados analíticos de nitrato obtidos na rede de monitoramento da CETESB, foram comparados com essas concentrações limites (5,0 e 10,0 mg L⁻¹ de N-NO₃), bem como foram elaborados gráficos de série histórica, visando identificar tendências de concentrações e porcentagem de poços com indícios ou contaminados por nitrato.

Tabela 1. Características dos poços utilizados pela CETESB para o monitoramento de qualidade no Sistema Aquífero Bauru.

MUNICÍPIO	POÇO CETESB	UGRHI	NE (m)	ND (m)	PROF. (m)	FILTROS (m)		N NITRATO (mg L ⁻¹)		
						INÍCIO	FINAL	< 5	5 – 10	> 10
Alfredo Marcondes	2	21	52.30	66.70	210	84.00	191.50		x	
Álvares Machado	3	21	85.50	103.30	260	99.90	196.30	x		
Andradina	6	19	26.33	58.11	105	53.65	102.45			x
Aparecida d'Oeste	7	18	0.00	74.24	116	48.90	109.65	x		
Avai	10	16	27.63	46.28	62	19.60	51.60		x	
Bilac	14	19	21.80	89.42	126	26.00	122.00		x	
Caiabu	22	21	45.00	86.95	189	85.30	185.23		x	
Cajobi	23	15	33.62	94.17	126	46.90	68.00		x	
Cândido Rodrigues	24	15	35.70	79.58	110	66.00	104.00	x		
Dirce Reis	26	18	26.00	71.75	101	46.95	98.00		x	
Clementina	28	20	32.60	75.00	94	22.10	84.50		x	
Catiguá	31	15	26.42	58.16	102	15	102		x	
Dracena	34	20	65.20	86.12	180	70.00	169.75			x
Estrela do Norte	37	22	84.00	152.80	172	122.00	162.00	x		
Fernando Prestes	38	15	0.30	93.80	180	37.50	68.00	x		
Floreal	39	18	27.80	66.23	113	33.42	101.90		x	
Flórida Paulista	40	21	13.80	120.49	200	80.90	155.57		x	
Gália	41	17	13.00	118.01	250	132.00	193.98	x		
General Salgado	42	18	11.60	113.03	169	21.45	163.40			x

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos; NE – nível estático; ND – nível dinâmico; PROF. – profundidade do poço. continua

⁵ Lei Estadual nº 6134/88, que dispõe sobre preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 32.955/91

Tabela 1. Características dos poços de monitoramento de qualidade no Sistema Aquífero Bauru
continuação

MUNICÍPIO	POÇO CETESB	UGRHI	NE (m)	ND (m)	PROF. (m)	FILTROS (m)		N NITRATO (mg L ⁻¹)		
						INÍCIO	FINAL	< 5	5 – 10	> 10
Guaraçai	44	19	51.92	107.65	172	56.40	152.40		x	
Guzolândia	46	18	34.80	135.92	211	115.14	183.16	x		
Indiana	50	21	43.50	94.07	151	44.00	145.00	x		
Indiaporã	51	15	30.00	78.09	98	37.90	87.05	x		
Inúbia Paulista	52	21	41.50	141.79	220	69.50	192.01			x
Irapuru	54	20	63.85	97.70	196	60.30	190.10		x	
Jales	59	15	19.38	84.92	145	36.45	142.32		x	
Macedônia	65	15	21.88	112.08	178	55.20	145.78		x	
Mariópolis	66	21	34.70	97.07	231	101.50	220.00	x		
Marinópolis	67	18	14.60	107.16	156	67.60	128.80		x	
Mirassol	69	16	70.75	132.47	221	31.65	215.00	x		
Monte Alto	72	9	88.80	124.40	140	52.55	116.13	x		
Monte Castelo	73	20	17.20	51.21	100	31.90	98.00		x	
Muritinga do Sul	76	19	15.00	48.00	140	35	130			x
Nova Canaã Paulista	77	15	18.83	53.25	96	52.63	88.99	x		
Nova Granada	78	15	0.00	74.00	84	20.08	79.45	x		
Nova Independência	79	20	7.00	26.00	91	32.00	84.00		x	
Nova Luzitânia	81	19	40.20	90.10	100	51.50	93.00	x		
Tabapuã	83	15	34.85	60.95	100	34.00	92.00	x		
Novo Horizonte	84	16	21.33	80.60	121	51.00	118.34	x		
Oriente	85	20	144.50	183.09	264	51.00	244.00		x	
Palmareis Paulista	87	15	44.40	84.27	120	54.65	111.95	x		
Panorama	88	20	42.00	72.00	107	64.00	100.00		x	
Paraguaçu Paulista	89	17	37.00	47.20	80	29.00	71.00	x		
Parapuã	90	20	22.49	93.90	180	55.00	128.40		x	
Pedranópolis	95	15	11.85	23.25	40	7.50	27.00		x	
Piçatú	97	20	14.08	93.26	150	88.10	142.00	x		
Pirapozinho	100	22	13.18	112.57	228	59.40	196.12	x		
Pompéia	102	20	120.00	180.10	259	0.00	251.00			x
Potirendaba	103	16	26.13	85.13	120	44.50	115.40	x		
Presidente Alves	104	16	22.00	68.51	80	72.00	76.30		x	
Presidente Venceslau	106	22	74.10	119.58	238	140.98	232.99	x		
Quatã	107	17	30.00	102.00	148	35	108.00			x
Rancharia	108	17	21.71	52.77	108	28.10	92.70	x		
Regente Feijó	110	22	75.00	149.90	255	199.98	247.10	x		
Sagres	117	21	39.13	72.70	140	0.00	131.26		x	
Salmourão	120	20	25.41	85.03	150	50.50	147.00			
Santa Mercedes	123	20	23.10	32.43	160	82.40	152.90		x	
São João das Duas Pontes	125	18	56.00	115.00	120	90	114	x		
São José do Rio Preto	127	15	21.80	59.80	130	28.00	67.50		x	
Sud Mennucci	141	19	37.44	119.02	179	66.77	144.00	x		
Teodoro Sampaio	144	22	70.42	97.38	156	78.39	150.00		x	
Tupã	146	20	9.60	30.48	122	37.50	114.00			x
Uchoa	147	15	29.99	63.50	130	35.50	119.50		x	
Valparaíso	149	20	30.00	123.00	187	65.50	165.50		x	
Urânia	150	15	29.45	106.15	130	34.86	109.97		x	
Presidente Prudente	157	22	50.10	136.75	231	89.94	131.94	x		
Álvares Machado	158	22	79.32	s.i.	410	70.34	251.78			x
Presidente Prudente	191	21	87.00	138.06	201	98.96	133.99		x	
Pompéia	203	20	133.70	169.00	240	52.32	233.10		x	
Pompéia	211	20			100					x

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos; NE – nível estático; ND – nível dinâmico; PROF. – profundidade do poço.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos resultados analíticos para nitrato mostram que no período de 1992 a 2007, as concentrações em 10 poços ultrapassaram o valor de intervenção de 10 mg L⁻¹ N-NO₃ em pelo menos uma amostragem; em 31 poços foram encontradas concentrações entre

5 e 10 mg L⁻¹ N-NO₃ em pelo menos uma campanha, e em 29 poços não houve resultados acima 5 mg L⁻¹ N-NO₃.

Apesar de haver oscilação nas concentrações de nitrato ao longo do monitoramento, é nítida a tendência de elevação das mesmas nas águas subterrâneas. No período de 1992-1997 a amplitude de variação da concentração de nitrato foi de <0,02 a 11,2mg L⁻¹, de 1998-2000 foi de <0,01 a 23,1 mg L⁻¹, de 2001-2003 foi de <0,01 a 22,1mg L⁻¹ e de 2003-2007 foi de <0,05 a 28,6 mg L⁻¹.

A figura 1 apresenta a porcentagem de amostras com concentrações acima de 5mg L⁻¹, destacando as concentrações acima também de 10 mg L⁻¹. De acordo com esse gráfico é possível verificar que até 1996 nenhuma amostra tinha ultrapassado o Valor de Intervenção, fato que se tornou constante após 1997. Além disso, nos anos de 2006 e 2007, há um significativo aumento da porcentagem de amostras com resultados acima de 5 mg L⁻¹ para nitrato.

Observa-se na figura 2 uma tendência de aumento do número de poços monitorados que apresentam concentrações de nitrato acima de 5 mg L⁻¹ e o gráfico da figura 3 mostra que há tendência de aumento também das concentrações máximas de nitrato no período entre 1992 e 2007.

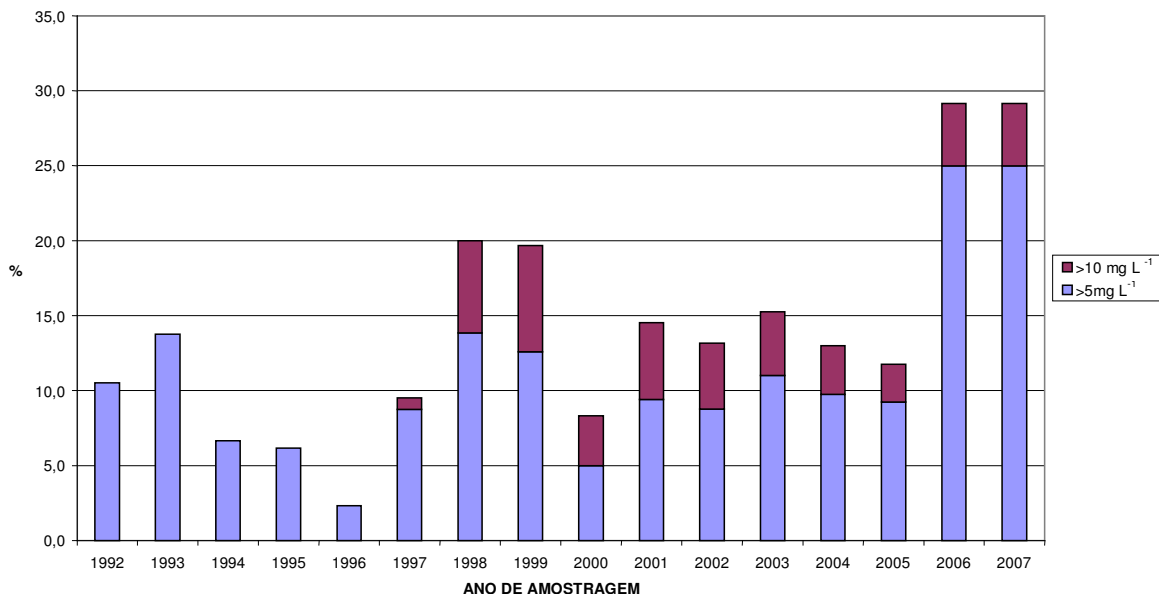


Figura 1. Porcentagem de amostras com concentrações de nitrato acima de 5 e de 10 mg L⁻¹ entre 1992 e 2007.

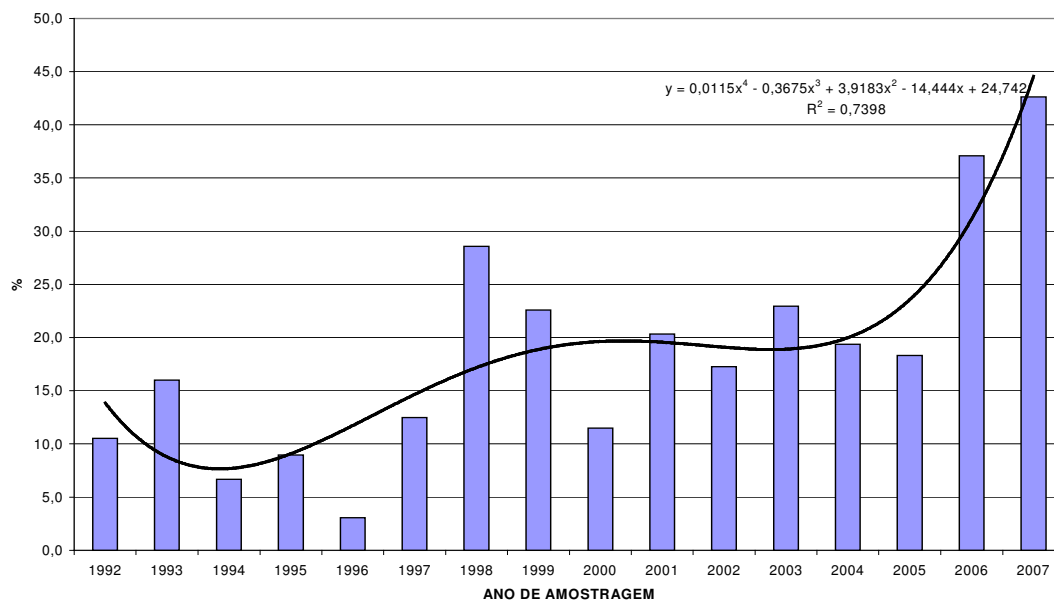


Figura 2. Porcentagem de poços que apresentam concentrações de nitrato acima de 5mg L⁻¹.

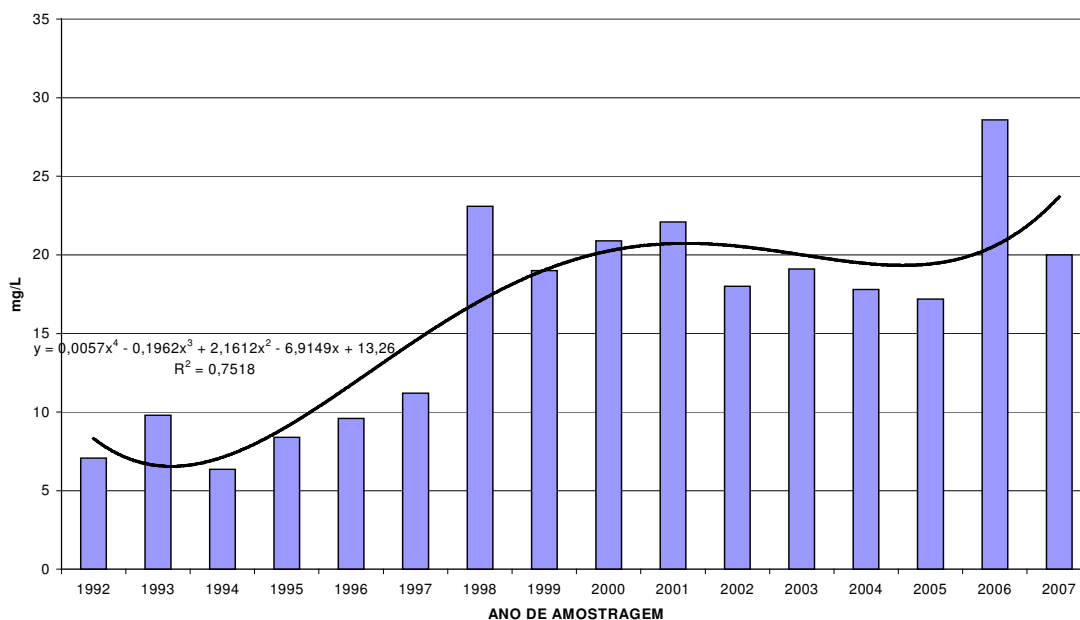


Figura 3. Concentrações máximas de nitrato por ano de amostragem entre 1992 e 2007..

A avaliação da série histórica dos resultados analíticos de cada poço permitiu concluir que na sua maioria os poços apresentam tendência de aumento das concentrações de nitrato, inclusive aqueles com resultados inferiores a 5 mg L⁻¹, como pode ser observado nos exemplos das figuras 4, 5 e 6. Poucos poços apresentam tendência de manutenção da concentração de nitrato ao longo do tempo, e nesses casos é comum a ocorrência de picos isolados durante o período de monitoramento. E, finalmente, na minoria dos poços foi

verificada a tendência de diminuição da concentração de nitrato na água, após vários anos de concentrações elevadas, em torno de 10 mg L^{-1} .

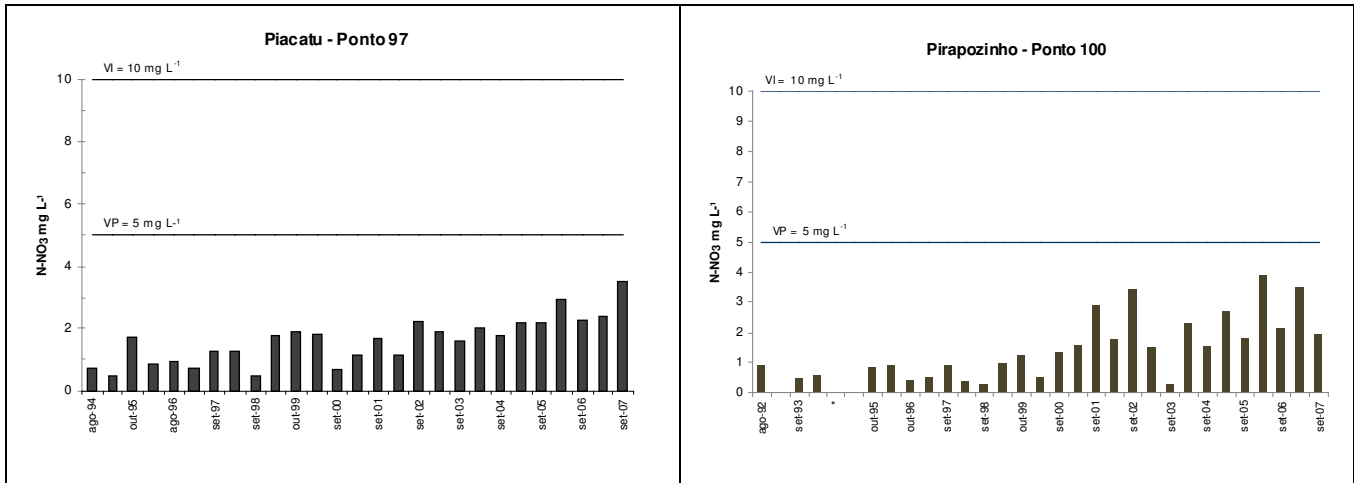


Figura 4. Série histórica de poços com concentrações de nitrato inferiores a $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (1992-2007)

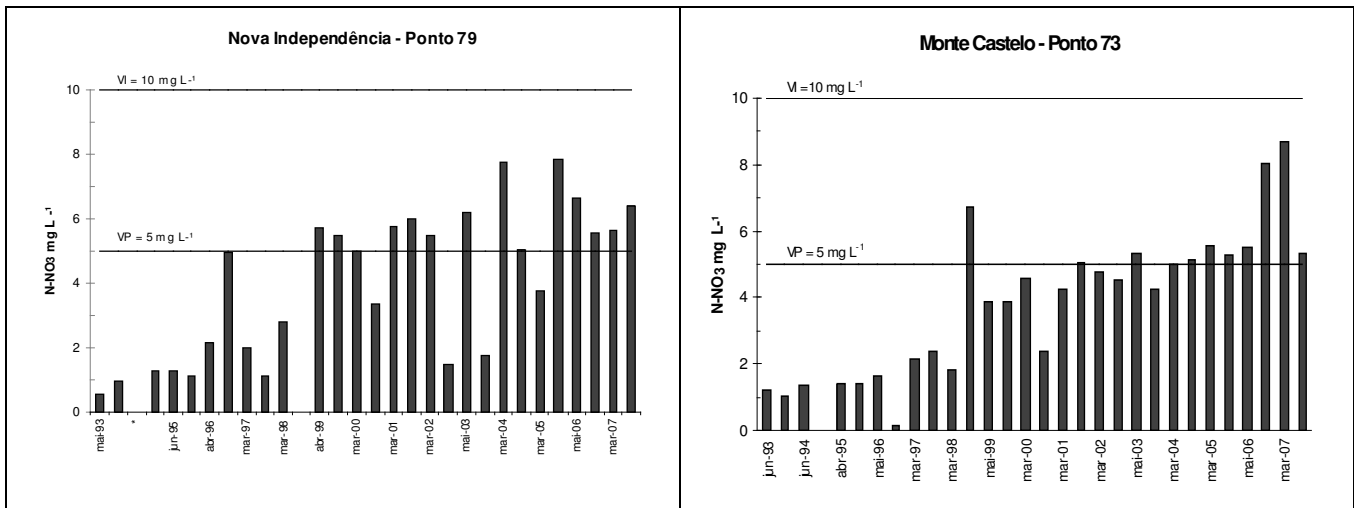


Figura 5. Série histórica de poços com concentrações de nitrato entre $5,0$ e $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (1992-2007).

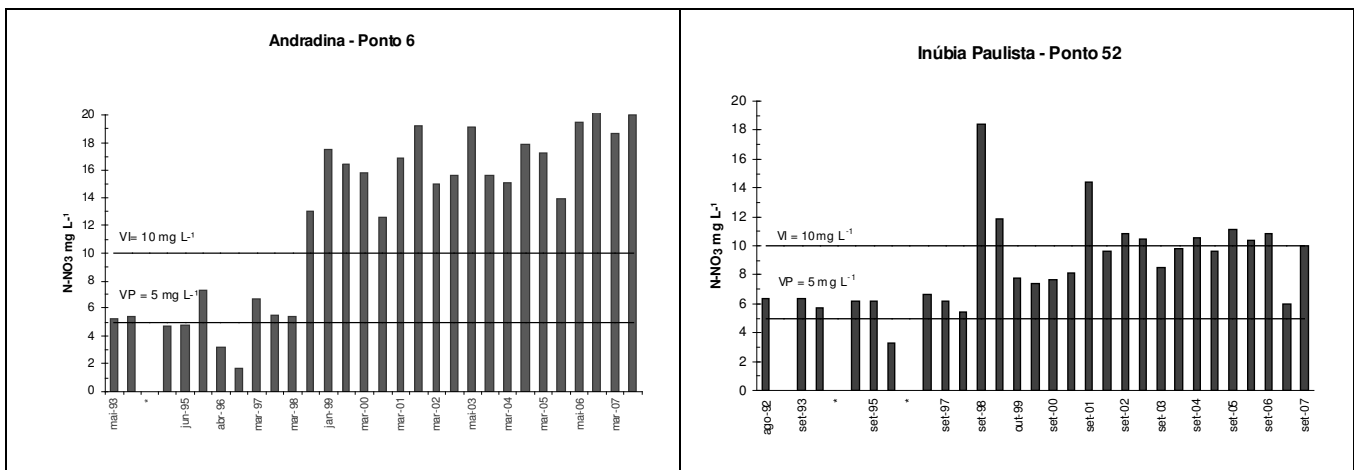


Figura 6. Série histórica de poços com concentrações de nitrato acima de 10 mg L^{-1} (1992-2007)

Deve ser esclarecido que o monitoramento executado pela CETESB refere-se à qualidade da água bruta, sendo de atribuição da Secretaria da Saúde e dos Centros de Vigilância Sanitária, a fiscalização da potabilidade da água distribuída à população para consumo. Normalmente, para adequação das concentrações de nitrato na água distribuída à população, as companhias e autarquias de abastecimento utilizam-se da diluição com águas de outros mananciais com concentrações mais baixas de nitrato.

As principais fontes de nitrato para as águas subterrâneas brutas de origem antrópica são difusas, destacando-se a aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados, utilização de fossas negras, vazamento de redes coletoras de esgoto e influência de rios contaminados na zona de captação dos poços [1].

Os poços da rede de monitoramento da CETESB estão localizados em grande parte nas áreas urbanas, no entanto, alguns encontram-se em áreas rurais, principalmente em municípios ou distritos com área urbana de pequena extensão.

Estudos realizados nas áreas urbanas de São José do Rio Preto, Urânia, Bauru e Presidente Prudente apontam as fossas negras, utilizadas como tratamento e disposição de esgotos no início do processo de urbanização, como fontes prioritárias para contaminação das águas subterrâneas por nitrato, em consonância com constatação de Foster *et al* [6] de que, na maioria das cidades de países em desenvolvimento, o rápido crescimento da população urbana resultou em grandes áreas com fossas, que representam fontes de contaminação por nitrato.

Mesmo com a implantação de rede coletoras de esgoto nessas áreas, o nitrogênio remanescente no solo proveniente das fossas permanece em grande quantidade, e devido a persistência do nitrato, a contaminação tem se agravado, e em alguns casos atingindo porções mais profundas do aquífero. [7]

Desta forma, é preciso que sejam definidos critérios para instalação de novos parcelamentos de solos que se utilizam de fossas sépticas unifamiliares como sistema de tratamento de esgotos domésticos. No entorno das cidades, é crescente o número de empreendimentos que não são abrangidos pela rede pública de coleta de esgoto, com o agravante de serem abastecidos com água subterrânea captada em poços privados.

Há na literatura e em legislações internacionais, exemplos de critérios para definir o tamanho mínimo dos lotes quando são utilizadas fossas sépticas, os quais são, em sua

maioria em função da carga esperada de nitrogênio e da recarga do aquífero livre, considerando a pluviometria e as características do solo. [8] [9] [10]

Quanto à origem agrícola do nitrato, para as atividades realizadas no âmbito do licenciamento e fiscalização ambiental, a CETESB tem elaborado, em conjunto com os Setores Produtivos por meio de Câmaras Ambientais, normas técnicas que visam limitar o aporte de nitrogênio na água subterrânea disciplinando a aplicação de efluentes e lodos no solo. Com esse mesmo intuito, o CONAMA tem publicado normatizações que disciplinam a disposição de resíduos no solo.

De modo geral, para resíduos sólidos, a taxa de aplicação é definida em função do nitrogênio contido no resíduo e da necessidade nutricional da cultura. Além disso, quando forem observadas concentrações de nitrogênio nitrato nas águas subterrâneas acima de 5 miligramas de N por litro, o manejo integrado da aplicação de efluentes, resíduos e outras práticas agrícolas deverá ser modificado visando à redução do nitrogênio. A aplicação de efluentes e resíduos no solo deverá ser suspensa se a concentração de nitrato nas águas subterrâneas ultrapassar 10 mg L^{-1} .

No caso da vinhaça, a Norma Técnica CETESB P4.231 não estabelece condicionantes diretos para nitrato, mas apresenta uma fórmula que limita a aplicação em função do potássio, o que deve limitar indiretamente a quantidade de nitrogênio adicionada ao solo. Estudos estão sendo desenvolvidos pelo Setor Sucroalcooleiro, nos quais deverá ser avaliada a qualidade da água subterrânea em área de aplicação de vinhaça, visando validar os critérios estabelecidos.

Além da rede atual de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, a CETESB está implantando também, em conjunto com o DAEE/CTH, uma rede integrada de monitoramento de qualidade e quantidade, utilizando poços dedicados para monitoramento. Esses poços terão profundidade média de 40 metros e serão instalados, em sua maioria, em áreas rurais. Isto possibilitará uma melhor avaliação da influência da agricultura sobre a qualidade das águas subterrâneas.

O fato do Aquífero Bauru ser vulnerável à poluição, com elevação das concentrações de nitrato na água, tem levado alguns municípios do oeste paulista, com condições financeiras, a perfurar poços com mais de 1.000m de profundidade, atravessando extensa camada de rocha basáltica, para captar água do Sistema Aquífero Guarani - SAG.

Entretanto, sabe-se que na porção confinada do SAG a exploração é restrita pelo armazenamento. Neste caso, devido a pouca restituição da água na porção confinada (águas muito antigas com mais de 500 anos), o modelo de exploração do SAG pode ser análogo ao processo de mineração, ou seja, a retirada de água por apenas uma vez [11], o que reforça a necessidade de proteção da qualidade das águas do Aquífero Bauru.

Dentre os instrumentos para a proteção da qualidade dos aquíferos, incluindo o Bauru, podem ser citados: planejamento de uso e ocupação do solo, delimitação de áreas de proteção de mananciais subterrâneos e delimitação de zonas de proteção de poços.

O planejamento do uso do solo urbano é atribuição precípua dos municípios e a delimitação de áreas de proteção de aquíferos e de poços encontra respaldo no Decreto Estadual 32.995/91. Desta forma, a gestão dos recursos hídricos necessita de integração dessas ações.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do monitoramento da qualidade de águas subterrâneas brutas executado pela CETESB, observa-se uma tendência de aumento das concentrações de nitrato de forma generalizada no Aquífero Bauru, bem como do número de poços que apresentam concentrações acima de $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3$.

O Aquífero Bauru é o principal manancial de água para a maioria dos municípios do oeste paulista e precisa ser protegido contra poluição para um uso sustentável, já que a exploração de água do aquífero Guarani em sua porção confinada é análoga à mineração, ou seja, esgotará suas reservas.

Desta forma é preciso uma integração de ações preventivas e corretivas de âmbito estadual e municipal, em conjunto com os Comitês de Bacia, visando implementar programas de segurança da água.

Dentre os instrumentos para a proteção da qualidade dos aquíferos, podem ser citados: delimitação de áreas de proteção de mananciais subterrâneos, delimitação de zonas de proteção de poços e planejamento de uso e ocupação do solo, principalmente nessas áreas delimitadas.

É preciso também definir critérios para prevenir fontes difusas de poluição, como por exemplo a obrigatoriedade de tratamento diferenciado dos esgotos sanitários ou o

estabelecimento de tamanho mínimo de lotes em condomínios e loteamentos que utilizam fossa séptica com tratamento de esgotos sanitários. É preciso também manutenção periódica das redes coletoras de esgoto, bem como o estabelecimento de critérios para a aplicação sustentável de resíduos e efluentes em solo agrícola.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo – 2004-2006**. São Paulo, 2007.142p + anexos. (Série Relatórios).
- [2] CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo – 1994**. São Paulo, 1994. 95p. (Série Relatórios).
- [3] CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo – 1997**. São Paulo, 1998.106p. (Série Relatórios).
- [4] CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo – 1998 - 2000**. São Paulo, 2001.96p + anexos. (Série Relatórios).
- [5] CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo –2001 – 2003**. São Paulo, 2004.104p + anexos. (Série Relatórios).
- [6] FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater Quality Protection – a guide for water utilities, municipal authorities and environmental agencies**. Groundwater Management Advisory Team. WHO-PAHO-CEPIS and UNESCO-ROSTLAC-PHI. World Bank: Washington, D.C. USA. 2002. ISBN 0-8213-4951-1. 2002. 103p.
- [7] VAINER, C.; HIRATA, r.; ARAVENA R. Uso de isótopos estáveis e gases para avaliação de desnitrificação na zona não-saturada do aquífero adamantina (Urânia, SP). XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Natal, 2008. **Anais**.
- [8] FERREIRA, L. M. R. **A prática de disposição de efluentes domiciliares in situ e os impactos nas águas subterrâneas. Estudo de caso : município de Campinas, São Paulo**. Dissertação (Mestrado) Instituto de Geociências - USP. São Paulo, 1999. Dissertação de mestrado da geógrafa Luciana Martin Rodrigues Ferreira do Instituto Geológico, na qual para prevenir o excesso de carga de nitrato nas águas subterrâneas é calculado, para as condições climáticas da região de Campinas, um tamanho mínimo de lote de 800 m².
- [9] BAUMAN, B. J. E SCHAFFER, W. M. **Estimating ground-water quality impacts from on-site sewage treatment systems**, 1985. disponível em www.bouldercounty.org/health/environ/water/ows/pdf/baumanEstmtngGrndwtrImpct.pdf.
- [10] City of Wichita. **Proposed Land Use (lot splits, plats, and newly created parcels of land) Utilizing On-Site Sewage Disposal Systems and/or Water Wells** disponível em http://www.wichita.gov/CityOffices/Environmental/WaterQuality/Development_Requirements.htm
- [11] HIRATA, R.; GASTMANS, D.; SANTA CRUZ, J.; ARAGUÁS, L.; SOARES, P.C.; FACCINI, U.F.; VIVES, L. Modelo Conceitual, Funcionamento e Potencialidades do Sistema Aquífero Guarani. **In II Congresso Internacional do Aquífero Guarani**. Workshops Temáticos - Síntese das Conclusões e Recomendações. Disponível em <http://www.aquiferoguaranicongresso.com.br/relatos.pdf> acessado em 14.04.2009.