

CONCENTRAÇÕES DE NITRATO NAS ÁGUAS FREÁTICAS DA CIDADE DE ANASTÁCIO-MS

Lucy Ribeiro AYACH¹

André Luiz PINTO²

Resumo

A implicação das condições de saneamento básico na qualidade das águas freáticas da cidade de Anastácio-MS tornou-se evidente, através da detecção por PINTO (1998) de elevadas concentrações do composto químico, acumulativo e cancerígeno, nitrato, que se constitui em um dos principais poluentes dessas águas. Nesta pesquisa, efetuou-se o monitoramento do comportamento das concentrações de nitrato nas águas freáticas desta cidade, através de ensaios realizados em dois momentos distintos, outubro de 1997 e de 2000.

Palavras-chave: água freática, nitrato, qualidade das águas, Anastácio-MS

Abstract

Nitrate concentration in the water table of Santo Anastácio city - MS

The implication of basic sanitation conditions in the water table quality in the city of Anastácio – MS became evident through the detection by PINTO (1998) of the chemical compound nitrate in high concentration, that is accumulative and cancerigenic, which constitutes one of the main pollutants in this water. During this survey was done the control of nitrate concentration in the water table of this city through tests accomplished in two distinct moments: october 1997 and 2000.

Key-words: water table, nitrate, quality of waters, Anastácio-MS

¹ Aluna do Curso de Mestrado em Geografia da UFMS/Campus de Aquidauana

² Professor Adjunto I do Departamento de Geociências /UFMS/Campus de Aquidauana. e-mail: mestrado-geo@bol.com.br

INTRODUÇÃO

Historicamente, o aspecto sanitário possui ligação direta com o ambiente, onde são notáveis as inúmeras doenças vinculadas à falta de saneamento básico e formas inadequadas de uso e ocupação do solo, em especial urbano. Os avanços conquistados no aspecto sanitário, hoje, sofrem de uma possível regressão, onde a volta da ocorrência de doenças, já anteriormente controladas, reflete a necessidade urgente de medidas preventivas ligadas às questões ambientais.

Os problemas ambientais urbanos são profundos e difíceis de serem resolvidos a curto prazo. A realidade das condições domiciliares de saneamento básico da população tem evidenciado grande influência em sua qualidade de vida e, mesmo com as constantes buscas de soluções que minimizem esses problemas, o acesso da população a uma infra-estrutura básica de saneamento é limitado, proporcionando precárias condições de vida aos residentes urbanos, atingindo principalmente as classes sociais mais carentes.

Neste contexto, deve ser considerado o aceleração do processo de urbanização e industrialização que vem exigindo o aumento do uso indiscriminado da água subterrânea e sua degradação, tendo em vista o amplo comprometimento das águas superficiais em grande parte do mundo, o que aliado à crescente falta de uma estrutura de saneamento, tornam-se um risco para as pessoas, necessitando de medidas urgentes visando assegurar uma condição de vida mais digna à população.

Com o crescente número de municípios que vem utilizando as águas subterrâneas para abastecimento público, bem como iniciativa da própria população em viabilizar este recurso como forma de economia, tornam-se preocupantes as condições em que se encontram essas águas, sobretudo quanto à sua quantidade e qualidade.

Segundo Gloeden (1990), as águas subterrâneas possuem muitas vantagens quando comparadas às águas superficiais, tais como custo baixo de captação e maior proteção contra a poluição; porém, caso poluída, as técnicas de descontaminação são custosas e pouco eficientes. A prevenção da poluição é, portanto, o meio mais eficaz de preservação dos recursos hídricos do subsolo.

Para Porto et al. (1991), a contaminação das águas subterrâneas é um fenômeno muito mais preocupante do que das águas superficiais, visto que estas rapidamente se renovam e se recuperam após cessar o lançamento de efluentes, enquanto aquelas, em muitos casos, têm sua recuperação tão demorada e onerosa que o aquífero é abandonado.

A poluição das águas se origina de várias fontes, dentre as quais destacam-se efluentes domésticos, efluentes industriais, deflúvio superficial agrícola que, por sua vez, estão associados ao uso e ocupação do solo.

Richter e Azevedo Netto (1991) consideram que a qualidade da água varia com o tempo, exigindo para seu controle a realização de análises periódicas, e só seu monitoramento poderá reduzir o efeito da variação dos resultados.

Além do impacto da urbanização, devem ser considerados também os impactos oriundos do uso e ocupação nas imediações, os quais interferem na bacia como um todo. Os usos e impactos da água são as formas de interação da população com o meio ambiente aquático. Para Tucci et al. (1994), uma das maiores preocupações é a deterioração do solo rural devido ao uso intensivo e às práticas agrícolas que tendem a fazer perder a camada fértil do solo, que depois são corrigidas com componentes químicos os quais poluem os rios, afetando diretamente a qualidade da água.

Baganha (1996) salienta que a contaminação das águas ocorre quando são lançados ao meio hídrico resíduos sólidos e/ou líquidos, inadequadamente, ou

pesticidas e fertilizantes utilizados nas lavouras, ou ainda, quando partículas em suspensão na atmosfera são carregadas ao solo pela ação de precipitações pluviométricas e estas afetam a qualidade das águas.

Para Machado (1989), a qualidade dos recursos hídricos está intimamente ligada à ação do homem no meio ambiente pois, qualquer modificação que ele introduza, desencadeia uma série de outras alterações, afetando a sua harmonia e equilíbrio.

Diante destas importantes discussões, pode-se evidenciar a forte ligação da inadequação das condições de saneamento básico com a contaminação das águas subterrâneas, sendo portanto, essencial o controle desta contaminação por meio de pesquisas que incluam análises da água.

É importante ressaltar que os coliformes são bactérias que normalmente habitam os intestinos dos animais superiores. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos. Contudo, nem toda água que contenha coliformes é contaminada e, como tal, pode veicular doenças de transmissão hídrica (CETESB, 1973).

Para Foster e Hirata (1987), o termo “vulnerabilidade à poluição do aquífero” é aplicado para representar a caracterização intrínseca que determina a sensibilidade de uma parte do aquífero a ser adversamente afetada por uma carga poluente imposta, sendo definido como a probabilidade que as águas subterrâneas se contaminem com concentrações acima dos valores máximos recomendados pelos guias nacionais e internacionais, para a qualidade de água de consumo humano.

A preocupação com os elevados índices de contaminação torna-se maior quando se trata do elemento nitrato que, em elevadas concentrações nas águas freáticas (acima de 10 mg/l), conforme Portaria nº 1469/2000 do Ministério da Saúde, é prejudicial à saúde humana, podendo causar fortes anemias e até câncer de estômago. Acrescenta-se ainda, que o mesmo possui a característica de não se decompor, com tendência à elevação de concentração, sendo portanto, um excelente indicador de qualidade das águas subterrâneas (SINELLI, 1991).

Segundo Branco (1992), Barcha (1997) e Zimbres (2000), o nitrogênio dos vegetais, animais e esgotos passa por uma série de transformações. Nos vegetais e animais, o nitrogênio se encontra na forma orgânica. Ao chegar à água, ele é rapidamente transformado em nitrogênio amoniacal. Este é posteriormente transformado em nitritos (ou nitrogênio nitroso) e estes finalmente, em nitratos (nitrogênio nítrico). Essas duas últimas transformações só ocorrem em águas que contenham bastante oxigênio dissolvido. Assim, se for encontrado muito nitrogênio amoniacal na água, isso significa que existem matérias orgânicas ou esgoto em decomposição e que o ambiente é provavelmente pobre em oxigênio.

Foi detectada por Pinto (1998) a constatação de elevadas concentrações de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio/MS, sendo estes de origem orgânica, geradas pela grande ocorrência, cerca de 96%, de fossas negras e/ou rudimentares na cidade. De acordo com esses dados, tornou-se preocupante a utilização dessas águas.

Assim, o desenvolvimento da presente pesquisa poderá direcionar o uso adequado das águas subterrâneas, pois a poluição por nitrato é o principal problema de qualidade de água subterrânea em muitas áreas e em muitos países.

O presente trabalho tem como objetivo interpretar os dados obtidos na análise da concentração de nitrato das águas freáticas da cidade de Anastácio, realizada no mês de outubro de 1997 por Pinto (1998), e os dados por nós gerados em outubro de 2000, para mensurar o comportamento das concentrações de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio. Pretende-se, portanto, avaliar os níveis de concentração de nitrato nas águas freáticas, aplicando a metodologia usada por Pinto

(1998). Portanto, não é nossa pretensão avaliar as fontes de contaminação da área já apontados por Pinto (1998), e sim o comportamento das concentrações de nitrato nesse período de três anos.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Município de Anastácio localiza-se na porção centro-sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, na Microrregião geográfica de Aquidauana - MRG 002, situado entre as latitudes 20° 23' 54" S e 21° 03' 59" S e as longitudes de 55° 24' 22" W e 56° 19' 57" W.

A extensão territorial do município, segundo dados da Prefeitura Municipal de Anastácio é de 2.877 km² e a área urbana possui 10,057 km², que representam cerca de 0,44% da área total, nas coordenadas de 20° 29' 01" de latitude S e 55° 48' 25" de longitude W, a 143 quilômetros de distância da capital do Estado.

De acordo com os dados do Censo Demográfico 2000 – Dados Preliminares, IBGE (2000), o município possui uma população total de 22.460 habitantes, sendo a população urbana de 17.261 e a rural de 5.199 habitantes, com uma taxa de crescimento anual de 1,24 %, tendo como economia principal a pecuária extensiva de corte, com média de duas cabeças por hectare.

O município de Anastácio estende-se do front da cuesta Arenítica Basáltica da Borda Ocidental da Bacia do Paraná - Serra de Maracaju/Campo Grande, em direção a Depressão do Rio Miranda/Aquidauana, com altitudes variando de 400 a 140 metros.

A área urbana de Anastácio localiza-se no primeiro patamar dessa depressão, em terrenos da Formação Aquidauana, que por sua vez assentam-se sobre a Formação Furnas e esta sobre o Grupo Cuiabá. A Formação Aquidauana é constituída por sedimentos detríticos essencialmente arenosos, com espessura não superior a 280 m., de natureza feldspática, de coloração variada, e que segundo Gesicki (1996) sua seqüência sedimentar é atribuída ao desenvolvimento de sistemas deposicionais continentais, transicionais e subaquáticos, pouco profundos, cuja sucessão e disposição espacial foi direta e indiretamente controlada por oscilações glácio-climáticas, submetida a intenso falhamento, dispostos no sentido Leste/Oeste, que orientam o rio Aquidauana neste trecho.

Estes terrenos, na cidade, encontram-se inclinados em sentido predominante de S para N, em direção ao rio Aquidauana, com declividade variando de suave a fortemente acentuada, com cotas altimétricas de 135 m. a 200 m. (ROMERO, 1997).

Pinto (1998), utilizando-se da geofísica, por meio de sensor eletromagnético EM 31 e EM 39, observou que a inclinação das camadas de deposição da Formação Aquidauana em profundidades de 3 a 30 metros, onde fluem as águas freáticas, é a mesma da superfície. E que devido as características hidrogeológicas e hidrogeomorfológicas, constituem um "efeito esponja" que propiciam um grande armazenamento de água no nível freático, porém extremamente susceptível à contaminação.

Tendo em vista a não existência de delimitação oficial de bairros na cidade de Anastácio, utilizou-se os setores da cidade, estabelecidos pela FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, a qual determina cinco diferentes setores dentro da área urbana, sendo eles Centro, Vila Rodrigues, Vila Flor, Vila Umbelina e Jardim Independência.

As condições domiciliares de saneamento básico da cidade são bastante precárias, pois, segundo Ribeiro (1997), utilizando-se dos critérios de "adequação" de Vetter (1981), apenas 43,7% dos domicílios se encontram em condições adequadas de saneamento básico. Este conceito considera "adequados" os domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água, ou com poço ou nascente, com canalização interna; os domicílios ligados à rede coletora de esgoto ou fossa séptica e os domicílios que têm seus resíduos sólidos coletados por serviço público regular e enterrados, quando orgânico.

A maior inadequação da infra-estrutura de saneamento domiciliar refere-se às condições de destinação de seus resíduos líquidos (esgoto) e sólidos (lixo), onde dos domicílios existentes, apenas 24,6% e 54,4%, respectivamente possuem suas instalações adequadas.

Segundo Pinto (1998), essa carência de saneamento básico da cidade de Anastácio é responsável pelos elevados índices de concentração de nitrato nas águas freáticas, com valores acima do máximo permitido pelo Ministério da Saúde do Brasil, expresso pela Portaria nº 1469/2000, que é de 10 mg/l, que seguem os principais Guias Internacionais de qualidade de água.

Ressalta-se, ainda, em relação aos setores da cidade, o índice de qualidade ambiental da água subterrânea da cidade de Anastácio, elaborado através do índice de qualidade biológica e qualidade da infra-estrutura de saneamento básico domiciliar, contendo numa classificação de ótimo, bom, ruim e péssimo, onde foi obtido o índice "ruim" para todos os 05 setores da cidade de Anastácio (PINTO, 1998).

Destaca-se ainda, que os setores Vila Umbelina, Vila Flor e Jardim Independência, obtiveram o índice de qualidade da infra-estrutura de saneamento básico domiciliar "péssimo", evidenciando assim, elevada fonte de contaminação do aquífero local.

MÉTODOS, TÉCNICAS E MATERIAIS

Para realização da presente pesquisa foi seguida a metodologia e os resultados obtidos por Pinto (1998), o qual realizou análises da concentração de nitrato em amostras de água de 24 poços freáticos, com profundidades médias em torno de nove metros, que representou cerca de 18% dos existentes em diferentes setores da cidade de Anastácio, coletadas em outubro de 1997, onde determina os pontos de coleta estratégicos distribuídos em quase toda a área urbana, com exceção do Jardim Independência que não possui esse tipo de poço, analisado por esta pesquisa.

Segundo Gomes (apud GLOEDEN, 1990), o método de coleta consiste na captação de água de poços freáticos, através de amostradores e transferência dessas águas para frascos de coletas, evitando ao máximo turbulência e bolhas.

Foram realizadas análises das amostras da água subterrânea da cidade de Anastácio, totalizando 24 poços freáticos como pontos de coleta, dispersos em toda a área urbana (Fig. 01). A análise foi realizada em outubro de 2000, no laboratório de Química da UFMS em Campo Grande.

A análise de nitrato consiste no método espectrofotométrico na região do UV, conforme APHA (1995), que consiste em: coletar a amostra em garrafa de Van Dorn, e armazenar a 4°C durante no máximo 48 horas. A marcha analítica inicia-se com a filtração da amostra em membrana filtrante (microporo em éster de celulose com 47 nm de diâmetro) e a leitura, em espectrofotômetro (modelo U – 1100), da absorção

no UV a 220 nm e 275 nm com a finalidade de eliminar interferentes como matéria orgânica dissolvida, tendo em vista que a absorbância obtida através da diferença dessas medidas é o nitrato. A concentração é obtida diretamente através da plotação de uma curva-padrão traçada preliminarmente. Assim, as amostras de água que contenham excesso de matéria orgânica impossibilitam a leitura do nitrato nesta metodologia.

Vale salientar que a análise da concentração de nitrato realizada por Pinto (1998) foi realizada no mesmo laboratório, com os mesmos equipamentos e técnicas utilizadas nesta pesquisa.

Assim, de posse dos dados das duas amostragens realizadas, bem como das informações de Pinto (1999), pode-se interpretar e analisar o comportamento da concentração de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio.

Portanto, considerou-se o presente artigo um ensaio preliminar comparativo das concentrações de nitrato em 1997 e 2000, não sendo levadas em consideração outras importantes variáveis que serão analisados posteriormente com a continuidade da presente pesquisa.

Após essa análise, foi possível abordar algumas conclusões e sugestões que poderão contribuir para a melhor interpretação das condições das águas freáticas, em especial das concentrações de nitrato na água, inclusive para a mudança de comportamento das formas de uso e ocupação do solo e, principalmente, para o desencadeamento de pesquisas mais profundas nesta área.

Figura 1 - Setores da cidade de Anastácio, poços freáticos amostrados e índice de qualidade ambiental



RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise comparativa dos ensaios de concentração de nitrato em 1997 e 2000 apontaram para uma redução no número de poços com concentração acima do valor máximo permitido (vmp). Dos 24 poços monitorados em 1997, 14 estavam acima do vmp, já em 2000, este número caiu para apenas cinco poços (tab. 01 e fig. 02). Contudo, 12 poços obtiveram valores acima de 5,0 mg/l que, segundo Zimbres (2000), são consideradas de risco à saúde por serem acumulativos no organismo dos seres vivos de sangue quente.

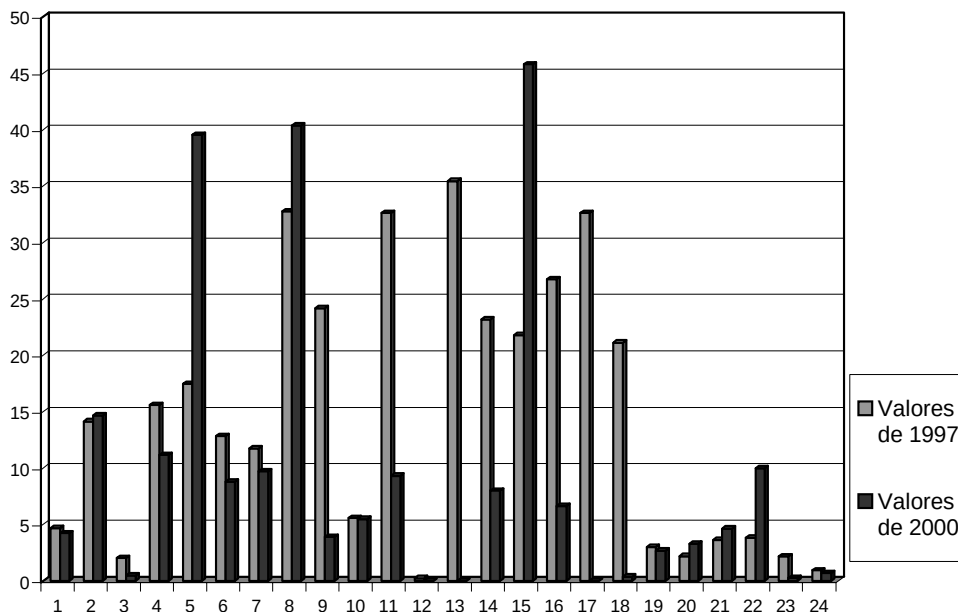
Tabela nº 01 : Comparação dos valores de concentração de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio, em outubro de 1997 e de 2000

Poços amostrados	Setores da cidade mg/l	Outubro de 1997(PINTO,1998) mg/l	Outubro de 2000
Poço nº 01	Vila Umbelina	4,67	4,23
Poço nº 02	Vila Umbelina	14,13	14,66
Poço nº 03 *	Vila Flor	2,03	0,48
Poço nº 04 *	Vila Umbelina	15,58	11,15
Poço nº 05	Vila Umbelina	17,45	39,52
Poço nº 06 *	Vila Umbelina	12,82	8,79
Poço nº 07	Centro	11,75	9,71
Poço nº 08	Vila Rodrigues	32,75	40,36
Poço nº 09	Vila Rodrigues	24,17	3,88
Poço nº 10	Vila Flor	5,55	5,48
Poço nº 11 *	Vila Flor	32,59	9,30
Poço nº 12	Vila Flor	0,22	- **
Poço nº 13*	Vila Umbelina	35,45	- **
Poço nº 14	Vila Umbelina	23,15	7,99
Poço nº 15	Vila Umbelina	21,77	45,79
Poço nº 16	Vila Flor	26,72	6,64
Poço nº 17	Vila Flor	32,59	- **
Poço nº 18	Vila Flor	21,10	0,38
Poço nº 19	Vila Flor	2,99	2,67
Poço nº 20	Vila Flor	2,20	3,28
Poço nº 21	Vila Flor	3,63	4,63
Poço nº 22	Vila Flor	3,82	9,98
Poço nº 23*	Vila Flor	2,17	0,26
Poço nº 24	Vila Flor	0,93	0,69
Concentração Média da Cidade		14,59	9,57

* Devido ao aterramento desses poços, estes foram substituídos na segunda bateria de ensaios, porém, se localizando bem próximos aos primeiros.

**Devido a presença de matéria orgânica na água, estes resultados não foram obtidos.

Figura 02 - Valores de concentração de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio-MS, nos períodos de outubro de 1997 e outubro de 2000



Em 2000, sete poços tiveram acréscimo de concentração e destes, quatro já se encontravam acima do vmp, poços 02, 05, 08 e 15.

O poço nº 08, que se localiza na planície de inundação do rio Aquidauana, em declividade suave, situado no setor Vila Umbelina, com qualidade ambiental classificada como ruim (PINTO,1998), obteve em 1997 o maior vmp, 32,75 mg/l, que aumentou para 40,36 mg/l em 2000; porém o poço nº 15 obteve, nesse ano, o maior vmp, 45,79 mg/l. Este poço está situado a meia encosta da vertente da margem esquerda do rio Aquidauana, em declividade moderada, também localizado no setor Vila Umbelina, com qualidade ambiental ruim (PINTO,1998).

Os poços 02 e 05 se localizam na Vila Umbelina, sendo que o primeiro se posiciona em uma pequena chácara urbana bem vegetada, com um pequeno rebanho de vacas leiteiras, que propicia a comercialização de leite *in natura*, manuseado em suas proximidades, portanto um ambiente rico em matéria orgânica e consequentemente nitrogênio. Está situado em declividade suave a moderada.

O poço nº 05 situa-se em uma pequena Aldeia Indígena Terena urbana, com área de 04 ha, onde residem, precariamente, 97 famílias, totalizando 247 habitantes, que utilizam o poço comunitariamente, também se posiciona em terreno de declividade suave à moderada.

Em 2000, três poços estavam com elevada concentração de matéria orgânica, que devido à metodologia adotada, impossibilitou a mensuração do nitrato.

Dos cinco poços que em 2000 obtiveram concentração acima do vmp, quatro deles localizam-se na Vila Umbelina. Este setor possui, segundo dados de 1999 da

FUNASA, 1.226 domicílios, numa área de 292,03 ha, com uma média de 4,53 pessoas por domicílio, representando uma população de 5.554 habitantes estimados no setor.

Aplicando-se a estimativa para o cálculo da carga de nitrogênio de origem doméstica urbana, de acordo com Foster et al. (1993), onde em cidades de pequeno porte supõem-se uma produção de 4,4 gramas de nitrogênio por habitante/dia, estima-se que a Vila Umbelina possui uma carga de 24.437,6 g N/hab/dia.

No geral, a análise realizada em outubro de 1997 por Pinto (1998) resultou numa concentração de nitrato maior do que os resultados encontrados nas análises realizadas três anos depois. A concentração média da cidade da primeira análise foi de 14,59 mg/l e na segunda análise foi de 9,57 mg/l.

Dos 24 poços analisados, oito poços (33,34% do total) se localizam no Setor Vila Umbelina; treze poços (54,17%) se localizam no Setor Vila Flor; dois poços (8,33%) no Setor Vila Rodrigues; um poço (4,16%) no Setor Centro e nenhum poço no Setor Jardim Independência.

Analisando a espacialidade da alta concentração de nitrato na cidade de Anastácio, observa-se que na bateria de ensaio de 1997, o Setor Vila Umbelina obteve 50% dos poços acima do vmp, ficando a Vila Flor com 28,58%, a Vila Rodrigues com 14,28 % e o Centro com 7,14 %. Na segunda bateria de ensaio em 2000, novamente o Setor Vila Umbelina se destaca com 80% dos poços da cidade com concentração de nitrato acima do vmp, seguido pela Vila Rodrigues com 20 % dos poços com alta concentração.

Fica evidente, portanto, que Setor o Vila Umbelina, comparado aos demais setores da cidade como um todo, possui grande comprometimento de suas águas pela alta concentração de nitrato.

Vale ressaltar, como demonstrado nos dados anteriores, que este setor possui maior número de poços freáticos em uso pela população, o que é explicado pela constante falta de água de abastecimento público que ocorria anteriormente a 1999 e que foi sanada com a construção de uma ETA – Estação de Tratamento de Água, a qual passou a captar água do Rio Taquaruçu, porém, este fato não descartou o uso de poços pela população.

CONCLUSÕES E SUGESTÃO

De acordo com a análise da concentração de nitrato realizada por Pinto (1998) no ano de 1997, foi observado maior número de poços com valor acima do máximo permitido de nitrato, do que o verificado nos ensaios realizados em 2000; porém, na segunda bateria de ensaios, houve elevação dos valores máximos de 05 poços, com ápice de até mais de 4,5 vezes o vmp.

Portanto, pode-se concluir o sério comprometimento da qualidade das águas freáticas da cidade de Anastácio pelas elevadas concentrações de nitrato, principalmente no Setor Vila Umbelina, o mais povoado da cidade e que obteve dois dos três maiores valores de concentração, acima de 39,0 mg/l.

Nos demais setores da cidade (Vila Flor, Vila Rodrigues e Centro), decaíram as concentrações de nitrato, contudo permanecendo com concentrações de risco entre 5,0 e 10,0 mg/l., com exceção do poço freático 08 que obteve 40,36 mg/l de nitrato.

Este fato provavelmente ocorreu devido ao aumento dos índices pluviométricos que diluíram as maiores concentrações de nitrato que ocorreram em outubro de 2000,

contudo, isso é alvo de novos estudos do comportamento desse elemento químico nesse período.

A sugestão mais plausível para a cidade de Anastácio seria o lacramento dos poços que permaneceram com o vmp acima de 10 mg/l, pois o seu tratamento é caríssimo e demorado e o nitrato é extremamente prejudicial à saúde humana, bem como a implantação de campanhas de educação ambiental na área sanitária e de saúde pública

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed. Washington, 1995.

BAGANHA, C. A. **Instrumentação eletromagnética no monitoramento de plumas de contaminação**. 1996. 82f. Exame de Qualificação (Doutorado em Geologia – Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BARCHA, S. F. Impactos Antrópicos sobre Recursos Hídricos. In: **SEMINÁRIO CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**, 1997, São Paulo. São Paulo: BICRH, USP, 1997.

_____. Guia de avaliação da qualidade das águas. In: **SOS Mata Atlântica**: “Observando o Rio Tietê”. São Paulo: editora ?, 1992.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n. 1469 de 29 de dezembro de 2000**. Diário Oficial da União, Brasília, 02/01/2001, p. ?-?.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Operação e Manutenção de E.T.A.** São Paulo, 1973.

FOSTER, S. V. M. HIRATA, R. M. Intruccion a la calidad de las aguas subterraneas. In: **Contamination del agua subterranea**. Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1987. Cap. 1.

GLOEDEN, Elton (Coord.). **Águas Subterrâneas: Controle e Prevenção da Poluição**. São Paulo: CETESB, 1990. v. 1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Censo Demográfico 2000**: resultados preliminares– Rio de Janeiro, 2000.

MACHADO, L. C. P. et al. Mapeamento de pontos sensíveis a impactos ambientais sobre os recursos hídricos em Rio Claro (SP). **Geografia**, São Paulo, v. 14, n. 28, p. 119-130, out. 1989.

OLIVEIRA, W. E. Importância do abastecimento de água na transmissão de doenças. In: CETESB. **Boletim técnico de abastecimento e tratamento de água**. 1978. c. 1.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e suas implicações na qualidade das águas subterrâneas da cidade de Anastácio-MS**. Tese (Doutorado em...) Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

PINTO, A. L. Fundamentos para avaliação da qualidade das águas subterrâneas. **Revista Pantaneira**, v. 1, n. 1, p. 7-28, de 1999.

PORTO, M. F. A et al. Estabelecimento de parâmetros de controle da poluição. In: PORTO, M. F. A et al. **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Ed. da USP, 1991. v. 3, parte 3, cap. 3.

RIBEIRO, L. **Condições de saneamento básico domiciliar na cidade de Anastácio-MS**. 1997. 64f. Monografia (Especialização em Geografia) - DGC/CEUA/UFMS, Aquidauana.

ROMERO, H. **Carta Clinográfica da Área Urbana do Município de Anastácio-MS**, 1997. 2f. Monografia (Especialização em Geografia) DGC/CEUA/UFMS, Aquidauana.

RICHTER, C.A; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água**: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

SINELLI, O. **A poluição das águas subterrâneas**. Rio Claro: Pós-Graduação em Geociências, UNESP, 1991 . 54 p. (xerocopiado)

TUCCI, Carlos E. M. et al. (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, Editora da UFRGS, 1995.

ZIMBRES, E. **Água Subterrânea**. Rio de Janeiro: Faculdade de Geologia, UERJ, 2000. 15 p.

Recebido em novembro de 2001.

Aceito em março de 2002.