

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA GRANDE NATAL: O ALCANÇE DA CONTAMINAÇÃO POR NITRATO NAS ÁGUAS MINERAIS

Mariana Magna Santos da Nóbrega

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN

Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN

E-mail: marianamagna@yahoo.com.br

Jerônimo Pereira dos Santos

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN

Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN

E-mail: jeronimos@gmail.com

André Luis Calado Araújo

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN

Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN

E-mail: acaladoq@cefetrn.br

RESUMO

A região da Grande Natal é detentora de grandes reservas de águas subterrâneas pertencentes ao aquífero Dunas/Barreiras. Essas águas são utilizadas pela população para seu abastecimento e consumo industrial. Parte dessas reservas subterrâneas possui características de águas minerais, localizando-se principalmente nos municípios de Parnamirim e Macaíba na região sul e no município de Extremoz, na parte norte. O crescimento urbano acelerado da grande Natal, associado com a falta de esgotamento sanitário e drenagem adequada, resultaram no aporte de carga contaminante originária, principalmente, de fossas e sumidouros domésticos em direção às águas do aquífero. Neste contexto, o artigo científico aqui apresentado visou ampliar o conhecimento sobre a contaminação das águas subterrâneas por nitrato, notadamente nas proximidades das ocorrências das fontes de águas minerais. Para isso, foram comparados teores de NO_3^- de águas de poços subterrâneos para abastecimento obtidos a partir de pesquisa bibliográfica e da realização de análises físico-químicas, com banco de dados pré-existente resultante de análises de águas minerais da região circunvizinha e dos registros contidos no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Sendo assim, foi possível indicar a intensidade do avanço da contaminação em direção aos poços produtores de águas minerais, fato esse que acabou por demonstrar que pelo menos 50% das águas minerais envasadas na região sofreram um aumento considerável na concentração do íon nitrato (NO_3^-).

PALAVRAS-CHAVE: águas subterrâneas, água mineral, parâmetros físico-químicos, contaminação e nitrato.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento urbano, os municípios brasileiros passaram a enfrentar o grande desafio de atender, com maior rapidez e eficiência, as crescentes demandas da população por bens e serviços públicos. Diante dessa nova realidade, tornou-se cada vez mais necessário o estabelecimento de soluções conjuntas e integradas entre os diversos municípios.

Seguindo essa tendência nacional, a região metropolitana de Natal é estabelecida, inicialmente em 1997, e em 2002 passa a ser integrada por oito municípios: Ceará - Mirim, Extremoz, Macaíba, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante e São José do Mipibu (Figura 1).

A região que compreende as cidades de Natal, Parnamirim, Macaíba e Extremoz, se destaca em função das atividades econômicas aí desenvolvidas, além de possuir um grande número de reservas de águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento doméstico ou uso industrial. Observa-se, também, que nessa região da Grande Natal, mais precisamente nos três últimos municípios, existem muitas fontes de água mineral, cujo mercado vem crescendo cerca de 20% a cada ano.

Geologicamente, esses quatro municípios estão localizados em uma bacia sedimentar que se compõe principalmente de sedimentos Tércio - Quaternários da Formação Barreiras, sendo essa constituída por uma unidade litoestratigráfica de sedimentos arenosos e areno-argilosos representados principalmente por cordões de dunas fixas e móveis. Tal contexto geológico permitiu a ocorrência de uma unidade hidrogeológica denominada aquífero Dunas/Barreiras, sendo o mesmo considerado livre por ser formado sob cobertura arenosa e por apresentar baixa profundidade do lençol freático. Tais características acabaram por conferir ao aquífero uma alta vulnerabilidade a cargas contaminantes.



Figura 01 - Região Metropolitana de Natal. Fonte: Prefeitura do Natal. Disponível em: http://www.natal.rn.gov.br/sempla/img/estatisticas/regiao_metrop.jpg

Ainda em consequência do crescimento urbano, observa-se que nas últimas décadas houve um considerável crescimento, sem o planejamento adequado, nas zonas periféricas da Região Metropolitana de Natal com expansão ocupacional/habitacional principalmente em direção a Parnamirim. Tal fato acabou por tornar as águas do aquífero desse município, juntamente com as de Natal, suscetíveis às possíveis contaminações.

A partir do que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o avanço da contaminação por nitrato em direção aos poços de água subterrânea, principalmente no que diz respeito aos de captação de água mineral, demonstrando, assim a evolução dessa contaminação no decorrer dos anos.

2. A QUESTÃO DO NITRATO

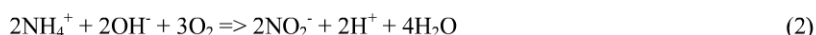
2.1 A formação de compostos nitrogenados

O nitrogênio existente nas águas subterrâneas na forma de nitrato pode originar-se da atmosfera, mas, segundo Vasconcelos (2002), ele é fortemente influenciado por atividades humanas, como por exemplo, na aplicação de fertilizantes nitrogenados das atividades agrícolas e na disposição de esgotos urbanos sobre a superfície do solo.

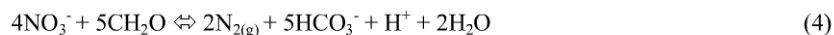
A matéria orgânica que existe nos esgotos produz amoníaco ou íon amônio através do processo de decomposição e mediante a participação de bactérias especializadas conforme a seguinte equação:



O composto liberado tanto pode ser adsorvido pelo solo e usado pela planta como nutriente como também pode ser oxidado biologicamente por bactérias para formar nitritos e posteriormente nitratos, os quais chegam às águas subterrâneas. O fenômeno processa-se mediante as reações:



A formação de nitritos é mediada pelas bactérias do gênero *nitrosomonas* e a formação de nitratos requer a participação de bactérias do gênero *nitrobacter*. Os nitratos sob condições anaeróbicas e presença de matéria orgânica, podem ser reduzidos a amônio (NH_4^+) e nitrogênio (N_2) através do processo de desnitrificação, sempre com a participação de bactérias especializadas, mediante a reação:



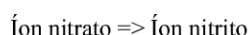
2.2 O nitrato e a saúde

Em função do uso a que se destina, a água deve apresentar determinadas características. Assim, a água utilizada para beber é denominada de potável. Essa qualidade é representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e microbiológicas. O conjunto desses parâmetros é estabelecido por normas e legislações sanitárias, que, por sua vez, definem um valor ou concentração a partir do qual seu consumo pode induzir danos à saúde. Neste sentido, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária fixou a identidade e as características mínimas de qualidade que devem obedecer as águas ditas potáveis.

De acordo com a RDC Nº. 274/2005, que rege as águas minerais e com a Portaria 518/2004, que controla a qualidade da água para consumo humano, ambas do Ministério da Saúde, as águas devem obedecer aos valores máximos permitidos para substâncias químicas que representam risco à saúde. Em relação a primeira, o limite máximo para nitrato é 50 mg/L NO_3^- , e na segunda tem-se o VMP de 10mg/L N.

Em relação aos problemas de saúde, a preocupação com o aumento nos níveis do NO_3^- , na água potável se dá uma vez que o excesso do íon nitrato na água pode resultar em metamoglobinemia tanto em bebês recém-nascidos, como em adultos com uma determinada deficiência enzimática.

O processo patológico ocorre devido à presença de bactérias localizadas na região do estômago do bebê, que reduzem parte do nitrato para nitrito.



O nitrito combina-se com a hemoglobina do sangue e promove sua oxidação, impedindo a absorção e o transporte adequados do oxigênio para as células. O bebê torna-se azul e sofre de insuficiência respiratória. (em quase todos os adultos, a hemoglobina oxidada é facilmente reduzida novamente para a sua forma transportadora de oxigênio, e o nitrito é rapidamente oxidado para nitrato; além disso, o nitrato é absorvido principalmente no trato digestivo dos adultos, antes que possa ocorrer a redução para nitrito).

Além disso, alguns cientistas têm advertido que o excesso de íons nitrato na água potável e nos alimentos pode levar a um aumento na incidência de câncer de estômago e do esôfago em seres humanos (Fraser e Chilvers, 1980 *apud* Vasconcelos, 2002), tendo em vista que parte desses íons é convertida em íon nitrito no estômago e esses poderiam reagir com aminas para produzir N-nitrosaminas, compostos conhecidos por sua ação carcinogênica em animais.

3. A CONTAMINAÇÃO POR NITRATO NO AQUÍFERO DUNAS/BARREIRAS

Os sedimentos do Grupo Barreiras foram definidos, segundo Melo (1995) *apud* Vasconcelos (2002) como aquífero Dunas-Barreiras, caracterizando as formações dunares que, devido a sua elevada porosidade e baixo índice de escoamento superficial, atuam como receptoras das precipitações pluviométricas, constituindo-se em fonte de recarga do Barreiras.

No entanto, as águas subterrâneas da Região da Grande Natal estão ameaçadas de contaminação devido a sua vulnerabilidade ao processo de degradação pelas atividades do desenvolvimento urbano, destacando-se o sistema de saneamento com disposição local de efluentes domésticos (fossas e sumidouros) e a ocupação irregular e desordenada do terreno.

Em relação à primeira situação, a qualidade da água acaba ficando comprometida, tendo em vista a existência do risco de contaminação das mesmas por nitrato, originados a partir da biodegradação dos excrementos humanos. E do ponto de vista quantitativo, as águas subterrâneas estão sendo afetadas pelas edificações e pavimentações, que reduzem a recarga do sistema e ainda influenciam de forma indireta no aspecto qualitativo, já que o volume d'água para a lixiviação dos solos e diluição de contaminantes será menor.

Melo (1998) afirma que a vulnerabilidade do sistema aquífero ao processo de contaminação das águas é atribuída as feições geomorfológicas e estrutura hidrogeológica. Essas, por sua vez se caracterizam pela existência do capeamento de areias de dunas, pela formação de bacias fechadas, pela ocorrência de lagoas e, sobretudo pela conexão hidráulica das dunas com os sedimentos Barreiras.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada no desenvolvimento desse trabalho incluiu uma pesquisa bibliográfica acerca do tema em estudo, na qual se procurou, além das informações teóricas, reunir uma quantidade razoável de dados de poços de abastecimento e particulares (em torno da região de Parnamirim, Macaíba e Extremoz) que continham análises do íon nitrato. Também foram aproveitados dados das análises laboratoriais realizadas durante o período de fevereiro a novembro de 2006 pertencentes ao projeto Proágua, e que estavam dentro da área de interesse do estudo, com o objetivo de aumentar ainda mais o número de poços analisados.

No que diz respeito aos dados sobre os poços de água mineral, foram levantadas informações acerca das empresas envasadoras junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e que estão presentes nos municípios de Parnamirim, Macaíba e Extremoz, além disso, foi utilizada uma pesquisa científica desenvolvida no ano de 2005 que teve como objetivo qualificar essas águas.

Após a montagem dos bancos de dados, tanto de águas oriundas de poços de abastecimento e particulares, quanto das águas minerais, foram consultadas a Resolução RDC 274 e a Portaria 518, com o objetivo de identificar a que nível está a qualidade dessas águas em função do uso a que se destinam.

Disto feito, os dados obtidos foram georreferenciados, o que tornou possível a visualização e conseqüente comparação dos resultados. Dessa forma, foram elaborados mapas e gráficos que comprovassem o avanço da contaminação por nitrato em direção aos poços de águas minerais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às águas minerais, foram levadas em consideração as análises de dez marcas localizadas na região da grande Natal. Na Tabela I, observa-se as concentrações de nitrato que essas águas apresentaram no ano em que suas respectivas indústrias foram autorizadas a operar. Já na Tabela II, é apresentado os níveis de nitrato encontrados em amostras dessas águas durante o ano de 2005.

Tabela I. Concentrações iniciais do íon NO_3^- nas águas minerais		
	Ano	Nitrato (mg/L)
Amostra 01	1985	12,50
Amostra 02	2001	4,20
Amostra 03	1999	4,70
Amostra 04	1987	0,95
Amostra 05	1993	0,00
Amostra 06	1999	0,37
Amostra 07	1999	4,53
Amostra 08	-	-
Amostra 09	1993	11,93
Amostra 10	2002	1,20
Amostra 11	1993	3,35
Amostra 12	-	-

Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, 2006.

Tabela II. Concentrações do íon NO_3^- nas águas minerais		
	Ano	Nitrato (mg/L)
Amostra 01	2005	19,12
Amostra 02	2005	3,66
Amostra 03	2005	3,04
Amostra 04	2005	3,95
Amostra 05	2005	0,85
Amostra 06	2005	0,37
Amostra 07	2005	3,18
Amostra 08	2005	48,07
Amostra 09	2005	57,30
Amostra 10	2005	2,98

Fonte: NOBREGA, 2005

Após a obtenção desses dados, tornou-se possível a elaboração do Gráfico 1, que permite a visualização da evolução da contaminação por nitrato nos poços de água mineral.

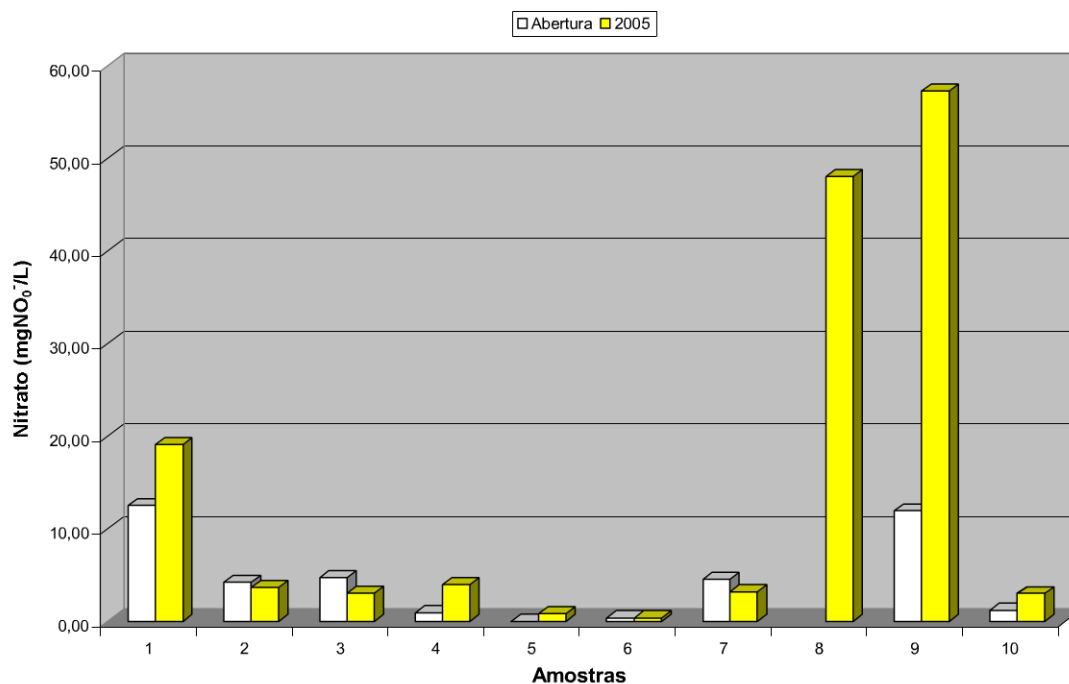


Gráfico 01: Comparação dos níveis de nitrato nas águas minerais.

A partir das informações contidas no gráfico, observa-se com destaque as amostras 08 e 09, a segunda teve seu nível de nitrato aumentado em 380% em relação à concentração que se tinha no ano de 1993, e a primeira, apesar de não conter informações sobre os anos anteriores, apresentou em 2005 concentração bastante elevada. As amostras 04 e 10 também apresentaram uma evolução na contaminação, 315 e 148% respectivamente, no entanto, em termos de mg/L as concentrações de nitrato continuam bem abaixo dos valores máximos permitidos presentes na legislação. Em relação à Amostra 01, constata-se que houve um incremento de 52,96% no nível de NO₃⁻ ao longo de 20 anos. A Amostra 05 obteve uma concentração de nitrato não expressiva, em torno de 1mg/L, tendo em vista que o VMP para as águas minerais é 50. As amostras 06, 02, 03 e 07 foram que as geraram os resultados mais satisfatórios, já que na primeira o valor de nitrato manteve-se constante e nas três últimas, ele não sofreu uma variação significativa.

Como dito anteriormente, a pesquisa realizada indicou que as áreas nas quais estão localizadas as indústrias de água mineral, concentram-se nos municípios de Parnamirim e Macaíba, ao sul de Natal, e na cidade de Extremoz, na parte norte. As Tabelas III, IV, V e VI apresentam as concentrações de nitrato encontradas nos poços de abastecimento e particulares, localizados nos municípios citados e em áreas circunvizinhas, que estão próximos às áreas das águas minerais.

Tabela III. Níveis de nitrato em poços subterrâneos nos municípios de Parnamirim e Macaíba								
Ponto	Ano	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Ponto	Ano	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Ponto	Ano	NO ₃ ⁻ (mg/L)
PT 08 B	2004	80,00	P 10	2004	11,37	LN - 55	2002	4,00
PT 08 T	2004	76,21	P 11	2004	4,45	LN - 56	2002	6,20
PT 09 A	2004	21,10	P 12	2004	9,23	LN - 57	2002	8,90
PT 06	2004	54,84	P 13	2004	19,73	LN - 58	2002	16,80
PT 14	2004	11,92	P 14	2004	29,01	LN - 59	2002	2,70
PT 15	2004	21,76	P 15	2004	15,38	LN - 60	2002	16,90
TR 006	2004	80,00	P 16	2004	12,97	LN - 67	2002	31,00
TR 007	2004	76,81	P 17	2004	3,41	LN - 68	2002	14,20
TR 008	2004	70,71	BR 01	2004	33,68	LN - 69	2002	8,90
P 04	2004	86,21	BR 02	2004	29,34	LN - 70	2002	2,70
PT 11 A	2004	32,03	BR 03	2004	74,56	LN - 71	2002	51,00
TR 001	2004	13,90	BR 04	2004	71,43	LN - 72	2002	23,00
TR 002	2004	13,35	C 01	2004	85,82	LN (C) - 73	2002	8,90
TR 003	2004	14,01	C 02	2004	86,21	LN - 74	2002	15,50
TR 004	2004	23,63	C 03	2004	77,42	LN (C) - 75	2002	13,30
TR 005	2004	17,36	C 04	2004	85,33	LN - 76	2002	5,80
P 01	2004	13,57	C 05	2004	84,51	LN (C) - 77	2002	6,60
P 02	2004	14,18	C 06	2004	84,51	LN - 78	2002	8,00
P 03	2004	14,95	C 07	2004	91,10	LN (C) - 79	2002	2,20
P 05	2004	35,22	C 08	2004	86,21	LN - 80	2002	1,80
P 06	2004	28,68	C 09	2004	62,14	LN - 81	2002	8,00
P 07	2004	2,42	C 10	2004	26,10	LN - 82	2002	2,10
P 08	2004	7,64	PT - 12	2001	2,00	LN - 83	2002	33,70
P 09	2004	8,46	PT - 13	2001	3,00	LN - 109	2001	3,00

Fonte: SANTOS, 2005 e VASCONCELOS, 2002.

Tabela IV. Níveis de nitrato em poços subterrâneos nos municípios de Estremoz e São Gonçalo do Amarante		
Ponto	Ano	NO ₃ ⁻ (mg/L)
EXT0602	2006	8,23
EXT0725	2006	1,40
EXT0949	2006	2,02
EXT0950	2006	0,39
SGA0719	2006	4,55
SGA0721	2006	2,62
SGA0722	2006	1,85
SGA0723	2006	0,42

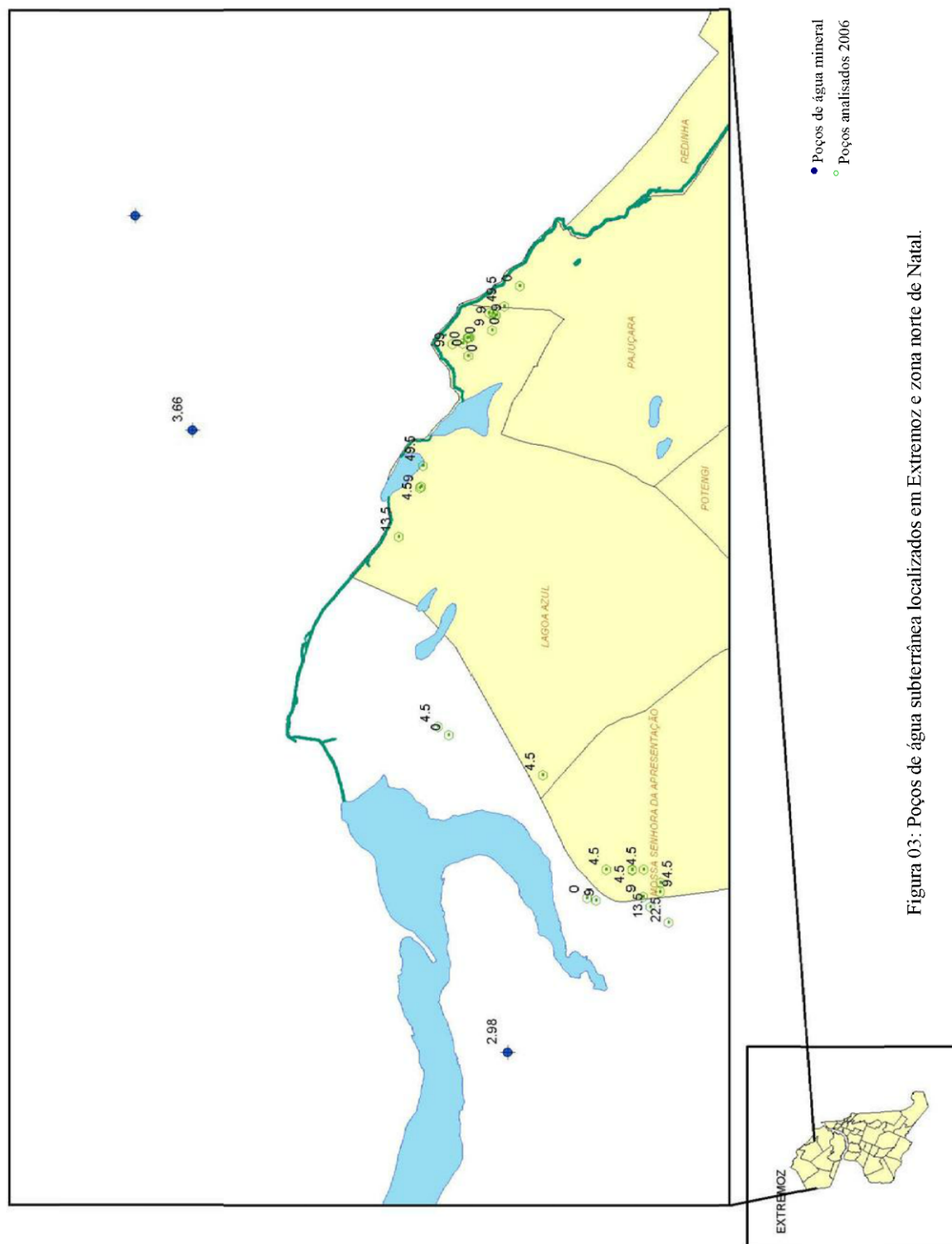
Fonte: PROJETO PROÁGUA, 2006.

Tabela V. Níveis de nitrato em poços subterrâneos na zona sul de Natal					
Ponto	Ano	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Ponto	Ano	NO ₃ ⁻ (mg/L)
GUA0399	2006	3,17	GUA1073	2006	6,18
GUA0402	2006	3,23	GUA1075	2006	1,29
GUA0768	2006	4,65	GUA1088	2006	7,59
GUA0770	2006	0,21	GUA1151	2006	0,16
GUA0903	2006	1,50	GUA1152	2006	6,61
GUA0904	2006	0,31	PIT0069	2006	17,91
GUA0907	2006	6,15	PIT0070	2006	12,37
GUA0908	2006	51,90	PIT1031	2006	0,17
GUA0929	2006	0,43	PIT1159	2006	4,96
GUA0930	2006	0,71	PIT1160	2006	6,41
GUA0931	2006	2,08	PIT1161	2006	1,50
GUA0932	2006	0,08	PIT1165	2006	8,40
GUA0933	2006	1,32	PIT1203	2006	5,99
GUA0934	2006	0,58	PIT1204	2006	5,11
GUA0935	2006	1,62	PIT1213	2006	9,17
GUA1029	2006	6,22	PIT1237	2006	14,59
GUA1032	2006	3,40	PIT1238	2006	1,99
GUA1033	2006	39,03	PIT1239	2006	3,35
GUA1034	2006	9,65	PIT1241	2006	3,69
GUA1035	2006	1,04	PLA0397	2006	3,30
GUA1038	2006	1,32	PLA0683	2006	6,96
GUA1039	2006	0,37	PLA0769	2006	8,35
GUA1072	2006	0,31	PLA1079	2006	9,00

Fonte: PROJETO PROÁGUA, 2006.

Tabela VI. Níveis de nitrato em poços subterrâneos na zona norte de Natal								
Ponto	Ano	Nitrato (mg/L)	Ponto	Ano	Nitrato (mg/L)	Ponto	Ano	Nitrato (mg/L)
LAZ0149	2006	18,80	NSA0264	2006	1,30	NSA0879	2006	1,85
LAZ0150	2006	14,70	NSA0265	2006	3,20	NSA0880	2006	12,90
LAZ0154	2006	4,16	NSA0266	2006	1,50	NSA0898	2006	12,99
LAZ0157	2006	22,70	NSA0267	2006	2,30	NSA1016	2006	5,20
LAZ0158	2006	10,70	NSA0268	2006	0,70	NSA1017	2006	2,65
LAZ0159	2006	0,90	NSA0269	2006	1,30	NSA1018	2006	5,17
LAZ0160	2006	2,10	NSA0270	2006	1,20	NSA1020	2006	26,23
LAZ0162	2006	10,70	NSA0271	2006	0,80	NSA1121	2006	13,51
LAZ0163	2006	1,70	NSA0272	2006	1,70	NSA1122	2006	46,80
LAZ0164	2006	0,80	NSA0274	2006	1,40	NSA1123	2006	13,27
LAZ0165	2006	3,40	NSA0582	2006	25,56	NSA1125	2006	4,37
LAZ0166	2006	11,40	NSA0591	2006	3,57	NSA1163	2006	11,23
LAZ0189	2006	12,80	NSA0592	2006	1,84	NSA1206	2006	13,62
LAZ0190	2006	0,20	NSA0594	2006	6,38	NSA1208	2006	6,41
LAZ0588	2006	16,05	NSA0640	2006	20,62	NSA1211	2006	1,45
LAZ0590	2006	10,25	NSA0644	2006	12,51	NSA1269	2006	19,74
LAZ0611	2006	13,38	NSA0648	2006	19,10	NSA1271	2006	21,74
LAZ0616	2006	15,54	NSA0655	2006	12,87	NSA1274	2006	13,56
LAZ0618	2006	21,82	NSA0735	2006	6,48	NSA1276	2006	16,38
LAZ0752	2006	17,05	NSA0736	2006	1,85	NSA1283	2006	5,64
NSA0256	2006	1,50	NSA0737	2006	6,40	NSA1284	2006	9,59
NSA0259	2006	4,60	NSA0738	2006	1,85	NSA1285	2006	39,56
NSA0261	2006	0,70	NSA0784	2006	34,92	NSA1286	2006	3,73
NSA0262	2006	2,60	NSA0790	2006	4,42			
NSA0263	2006	3,17	NSA0878	2006	9,76			

Fonte: PROJETO PROÁGUA, 2006.



Ao analisar os mapas gerados, constata-se que os poços de água mineral que se encontram nos municípios de Parnamirim e Macaíba, e que tiveram um acréscimo na concentração do íon nitrato, estão localizados próximo a poços que possuem altos níveis de NO_3^- com exceção das amostras 7 e 3. Observa-se ainda em relação a esse avanço, que se trata de uma contaminação local, tendo em vista que as altas concentrações de nitrato não é contínua, ou seja, localiza-se em determinados pontos.

Já em relação às indústrias de água mineral localizadas na região norte da Grande Natal, os poços que apresentam teores de NO_3^- elevados estão, geograficamente, distantes dos poços dessas águas. No entanto, certo aumento ainda foi observado na Amostra 10.

6. CONCLUSÕES

Devido todas as empresas envasadoras de água mineral estarem localizadas em uma região que possui como formação geológica o grupo Barreiras, o avanço da contaminação por nitrato torna-se quase inevitável em certas áreas. Dessa forma, passa a ser de fundamental importância o monitoramento da qualidade das águas dos poços subterrâneos.

Tendo em vista essa problemática e conforme a Resolução RDC Nº. 274 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, pelo menos uma amostra de água mineral analisada já foi atingida seriamente por essa contaminação e mostrou-se imprópria para o consumo, já que os níveis de nitrato encontraram-se acima do valor máximo permitido (50 mg/L). É bastante elucidativo observar que essa indústria está localizada no município de Parnamirim, o qual ao longo dos anos vem apresentando uma crescente densidade demográfica, e conseqüentemente, aumento das possíveis fontes de poluição.

O presente artigo acaba por trazer à tona uma realidade totalmente contrária daquela que se imaginava do produto água mineral; uma alternativa diante da desconfiança em relação à qualidade das águas fornecidas pela empresa distribuidora de água do estado. Dessa forma, conclui-se que a problemática do NO_3^- conseguiu atingir poços de captação de água mineral, evidenciando, cada vez mais o comprometimento da qualidade da água do aquífero.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Disponível em : <http://www.dnmp.gov.br>.

MELO, José Geraldo e QUEIROZ, Marcelo Augusto. **Situação atual da exploração das águas subterrâneas na região da Grande natal – RN, Br.** 4º Congresso Latinoamericano de hidrologia subterrâneas, 1998.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 518, de 25 de março de 2004.** Disponível em <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=10959&word=>. Acesso em 17 de janeiro de 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 274, de 22 de setembro de 2005** Disponível em <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18835&word=>. Acesso em 17 de janeiro de 2006.

SANTOS, Paula Rafahela Silva dos. **Avaliação das concentrações de nitrato nas águas subterrâneas utilizadas para abastecimento na zona norte urbana de Parnamirim-RN.** Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, 2005.

VASCONCELOS, Nelson Silveira. **O avanço da contaminação por nitrato nas águas subterrâneas da zona sul de Natal/RN.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.