

**AVALIAÇÃO DA SÉRIE NITROGENADA NA REDE POÇOS DE  
ABASTECIMENTO DA CIDADE DO NATAL**

Anita M. de Lima <sup>1</sup>; Everaldo D. de Moraes <sup>2</sup>, Ramon Davi de M. Costa<sup>2</sup>, Talitha Borges<sup>2</sup>, Karla Jussara dos Santos<sup>2</sup>, & Josette Lourdes de S. Melo<sup>3</sup>.

Resumo – As águas subterrâneas são amplamente utilizadas nos sistemas de abastecimento público das cidades que apresentam este recurso disponível. Geralmente os poços estão localizados em zonas urbanas e essa opção de fornecimento de água potável torna-se viável para ser implantado pelos órgãos públicos. A urbanização crescente da cidade do Natal, não foi acompanhada, da implantação dos serviços de esgotamento e tratamento dos efluentes domésticos. O solo arenoso e as características geológicas do aquífero Barreiras permitem a infiltração de parte da matéria orgânica originada nas fossas propiciando o aumento da concentração de nitrato nas águas de abastecimento. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações da séria nitrogenada nos poços de Natal, no período de 2003 a 2007. A avaliação realizada no sistema, no período de 2003 a 2007 indicou que a maioria dos poços analisados apresentaram valores acima de 10 mg N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> /L. A análise realizada para o parâmetro nitrito evidenciou que todas as amostras avaliadas estão em conformidade com a referida legislação. As concentrações encontradas para os valores de amônia, indicaram que alguns poços apresentaram valores acima de 1,50 mg N-NH<sub>3</sub>/L, portanto observou-se o aporte constante de amônia em valores acima de 0,50 mg/L de amônia.

Abstract – Groundwater is widely used in public water supplies of cities that have this feature available. Usually the wells are located in urban areas and the option of providing clean water becomes feasible to be deployed by public agencies. The growing urbanization of the Natal city, was not followed, the deployment of treatment of domestic sewage services. The sandy soil and the geological characteristics of the Barreiras aquifer allow the infiltration of the organic matter originated in the septic tank providing the increased concentration of nitrate in water supply. This study aimed to evaluate the concentrations of nitrogen in the wells of series of Natal city, in 2003 until 2007. The assessment carried out in the system, in the period 2003 to 2007 indicated that the

---

<sup>1</sup> Doutoranda: R. Brasópolis, 105. Fone 84 88016487, [anita@eq.ufrn.br](mailto:anita@eq.ufrn.br)

<sup>2</sup> Alunos de graduação: [veveumorais@hotmail.com](mailto:veveumorais@hotmail.com), [radameco@hotmail.com](mailto:radameco@hotmail.com), [ta\\_borges@hotmail.com](mailto:ta_borges@hotmail.com)

<sup>3</sup> Coordenadora: R. Maxaranguape, 910, Natal/RN. Fone 84 32214927, [josette@eq.ufrn.br](mailto:josette@eq.ufrn.br)

majority of wells tested had values above 10 mg N-NO<sub>3</sub> / L. The analysis for the parameter nitrite showed that all samples are evaluated in accordance with that legislation. The concentrations found for the values of ammonia, indicated that some wells had values above NH<sub>3</sub>-N 1.50 mg / L, so there was the constant intake of ammonia in values above 0.50 mg / L of ammonia.

**Palavras-Chave** – Nitrato, Natal, Poços.

## 1 - INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são amplamente utilizadas nos sistemas de abastecimento público das cidades que apresentam este recurso hídrico disponível para exploração. Por requerer menor logística de captação e distribuição, geralmente os poços estão localizados em zonas urbanas e essa opção de fornecimento de água potável torna-se viável para ser implantado pelos órgãos públicos e até mesmo pela iniciativa privada.

Nesses sistemas de abastecimentos dos grandes centros urbanos os poços estão vulneráveis a processos de contaminação e posterior redução na qualidade da água ofertada.

A cidade do Natal cresceu rapidamente nos últimos anos, aumentando consideravelmente a demanda por água em quantidade e, principalmente, em qualidade. O sistema de abastecimento da cidade é baseado em captação de mananciais de superfície e exploração de poços, sendo esta última modalidade responsável por cerca de 67% de todo o sistema.

A urbanização crescente da cidade do Natal, não foi acompanhada, na mesma velocidade, da implantação dos serviços de esgotamento e tratamento dos efluentes domésticos sendo, a disposição no solo, através do sistema de fossa séptica e sumidouro, o destino mais usual de grande parte dos efluentes das residências da cidade (cerca de 70%). O solo arenoso e as características geológicas do aquífero Barreiras permitem a infiltração de parte da matéria orgânica originada nas fossas propiciando o aumento da concentração de nitrato nas águas de abastecimento.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações da séria nitrogenada (nitrito, amônia e nitrato) nos poços da cidade do Natal, no período de 2003 a 2007, sendo este trabalho parte do monitoramento realizado pelo Laboratório de Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade da UFRN (LEACQ/UFRN), cujo projeto foi coordenado pela ARSBAN – Agência Reguladora de Saneamento Básico de Natal.

## 2 – ASPECTOS GERAIS

### 2.1 – Água subterrânea

As águas subterrâneas constituem a maior reserva estratégica de água doce do planeta, sendo que no Brasil as reservas são estimadas em 112 bilhões de metros cúbicos, com uma disponibilidade de 5.000 m<sup>3</sup>/habitante/ano (CETESB, 2001).

A utilização dos recursos hídricos subterrâneos apresenta muitas vantagens em relação aos mananciais de superfície. Na maioria dos casos, especialmente nas pequenas e médias cidades, o abastecimento é facilmente atendido por poços tubulares profundos ou outras obras de captação, cujos prazos de execução são mais curtos e de menor custo, o que possibilita a maior flexibilidade nos investimentos. Além disso, os mananciais subterrâneos são naturalmente mais bem protegidos dos agentes poluidores do que as águas superficiais, portanto, a água captada quase sempre dispensa tratamento (CETESB, 2001).

De acordo com Melo e Figueiredo (1990), na área de Natal são reconhecidas duas unidades geológicas principais, que são: os sedimentos Barreiras, do terciário e as areias de Dunas, do quaternário. Que apresentam conexão vertical por drenagem vertical, preferencialmente descendente, através da seqüência argilo-arenosa, caracterizada como “aquitard” (Figura 01).



Figura 01 - Formação dunas barreiras exposta. (Fonte: Idema, 2005).

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 pontual das águas subterrâneas, sobretudo através dos lixões, aterros industriais, armazenamento, manuseio e descarte inadequados de produtos químicos, efluentes e resíduos, incluindo o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes. Observa-se ainda que, os próprios poços tubulares, cisternas e cacimbões, quando construídos sem o devido acompanhamento técnico de profissional capacitado e fora das exigências das normas técnicas, constituem-se em possível fonte de contaminação dos aquíferos, comprometendo a sua qualidade, particularmente devido à contaminação por agentes biológicos, associados à falta de saneamento básico (CETESB, 2001).

## **2.1 – Contaminação por nitrogênio**

Entre as principais fontes de poluição das águas usadas para consumo destacam-se os resíduos orgânicos de origem humana e animal contendo nitrogênio, que as deterioram fortemente, tanto em superfície quanto em subsolo, criando sérios problemas de saúde (Cortecci, 2007). No mesmo artigo o autor menciona que embora o íon nitrato seja notoriamente pouco tóxico ao homem, ele pode ser reduzido no organismo (no estômago, intestino ou fígado) a íons nitritos, com efeitos negativos para a saúde, causando problemas de metemoglobinemia em crianças (oxidação do ferro II da hemoglobina a ferro III e, conseqüentemente, ao grave problema de hipo-oxigenação do sangue). O valor fixado pela WHO (World Health Organization) para  $N-NO_3^-$ , na água potável, é de 10 ppm. No corpo humano, o íon  $NO_2^-$  pode reagir com substâncias como as aminas, resultando em nitrosoamina (Figura 2), a qual foi reconhecida, em experimentos de laboratório com animais, como agente cancerígeno potencial. Pesquisas, ainda não conclusivas, tentam comprovar que concentrações elevadas de metahemoglobina no sangue de gestantes, ocasionadas pela ingestão de altas concentrações de nitrato em águas, podem induzir ao aborto espontâneo e má formação do feto (Aschengrau et al., 1989, *apud* Cabral, 2005).

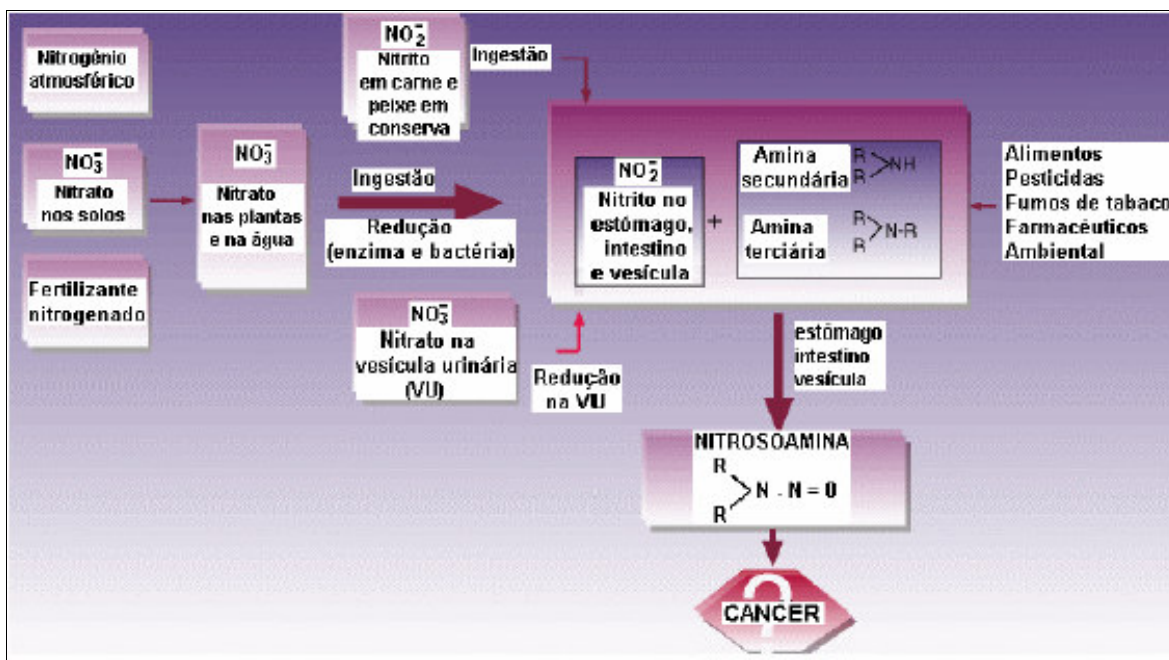


Figura 2 - Diagrama ilustrativo da conversão dos íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) em nitrosoamina, potencialmente cancerígena. Fonte: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/geosaude.pdf>

A contaminação por nitrato nos poços de Natal é um problema que vem aumentando ao longo do tempo. Figueiredo (1990) sinalizava a contaminação pelo íon em estudo conduzido pela ACQUAN-PLAN – Estudos Projetos e Consultoria em conjunto com a CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte no ano de 1988. Na avaliação realizada naquele ano, o autor faz o seguinte comentário: **atentando-se para o fato de Natal estender-se, parte sobre Dunas e parte sobre sedimentos areno-argilosos do grupo Barreiras, é perfeitamente compreensível que esse aporte lento, porém contínuo e crescente de  $\text{NO}_3^-$  ao aquífero é preocupante porque ainda dispomos de um manancial hídrico subterrâneo de boa qualidade em termos de potabilidade.**

## 2.2 – Formas de contaminação

A deficiência ou a inexistência de sistemas de tratamento de efluentes domésticos constitui em um dos grandes problemas nos centros urbanos, na maioria dos casos a população descarta seus efluentes em sistemas de fossas sépticas e sumidouros cujo destino final é a disposição no solo através do mecanismo de drenagem.

A seção esquemática de um sistema séptico está ilustrada na Figura 3. O tanque séptico, primeira zona redox, recebe tanto os dejetos alimentícios (proteínas, carboidratos e gorduras) quanto os dejetos humanos (com alta concentração de uréia). Trata-se de uma zona anaeróbica, na qual a concentração de oxigênio dissolvido é muito baixa, enquanto o teor de matéria orgânica é

muito elevado. É, portanto, no tanque que se desencadeia uma série de reações, sendo que, dentre essas, a hidrólise da proteína e uréia é a que permite a liberação do amônio (Wilhelm *et al.*, 1994 *apud* Cabral, 2005). O amônio liberado pode ser adsorvido pelo solo e usado pelas plantas como nutriente, como também pode ser oxidado biologicamente por bactérias para formar nitrito e, posteriormente, nitrato (processo de nitrificação) e penetrar livremente no subsolo.

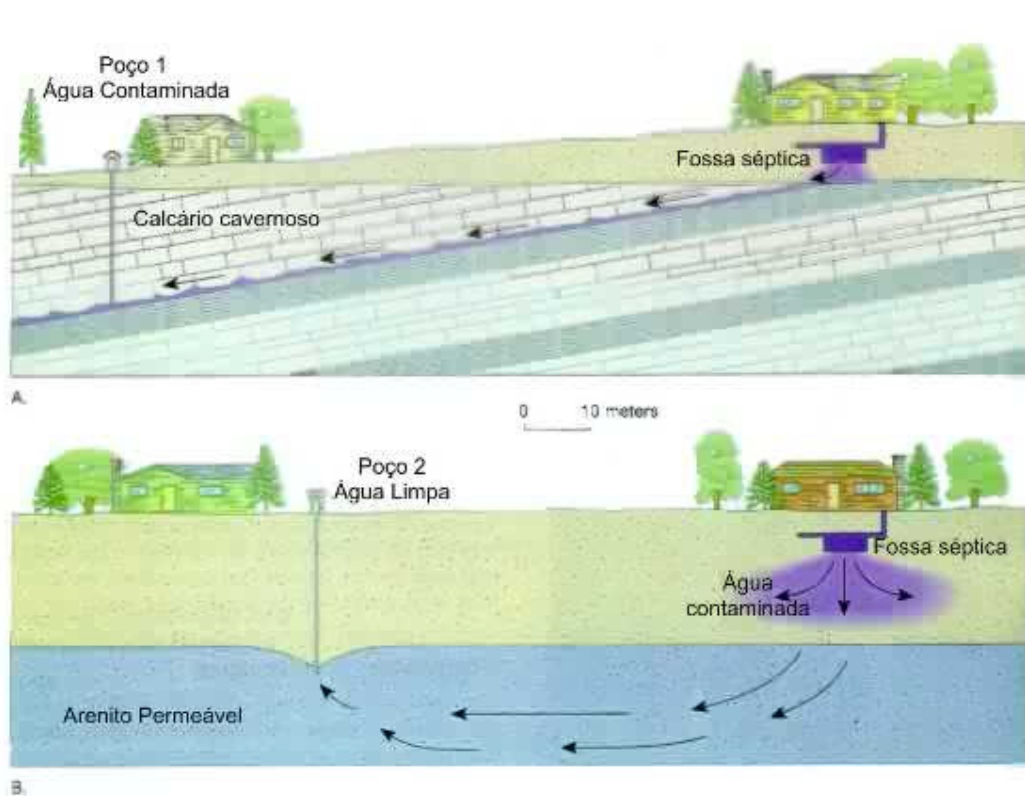


Figura 3 - Fluxo de contaminação do aquífero através de fossa séptica

O efluente, proveniente do tanque séptico e disposto no campo de drenagem, flui para a zona não saturada (aeróbica), que constitui a segunda zona redox. Nesta zona, o efluente sofre uma evolução geoquímica durante o processo de percolação no meio poroso. Tal evolução é controlada, principalmente, por reações de oxi-redução, e, entre essas transformações, o nitrogênio, sob a forma de nitrato, pode ser o de maior potencial para contaminação das águas subterrâneas (Wilhelm *et al.*, 1994 *apud* Cabral, 2005).

### 2.3 – Distribuição do saneamento na cidade do Natal

A cidade de Natal, com seus mais de 700.000 habitantes não dispõe de um sistema abrangente de esgotamento sanitário e poucas áreas são contempladas com este serviço, resultando em menos de 20% de toda a cidade (Figura 4). Nas demais áreas o sistema de tratamento de esgotos sanitários

recorre à utilização de fossas sépticas e sumidouros, sendo a degradação dessa matéria orgânica realizada por microorganismos existentes no solo, no entanto um dos subprodutos desta degradação é o Nitrato cujo limite preconizado pela Portaria MS 518/2004, seguindo uma orientação mundial, é de 10 mg de N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> /L.

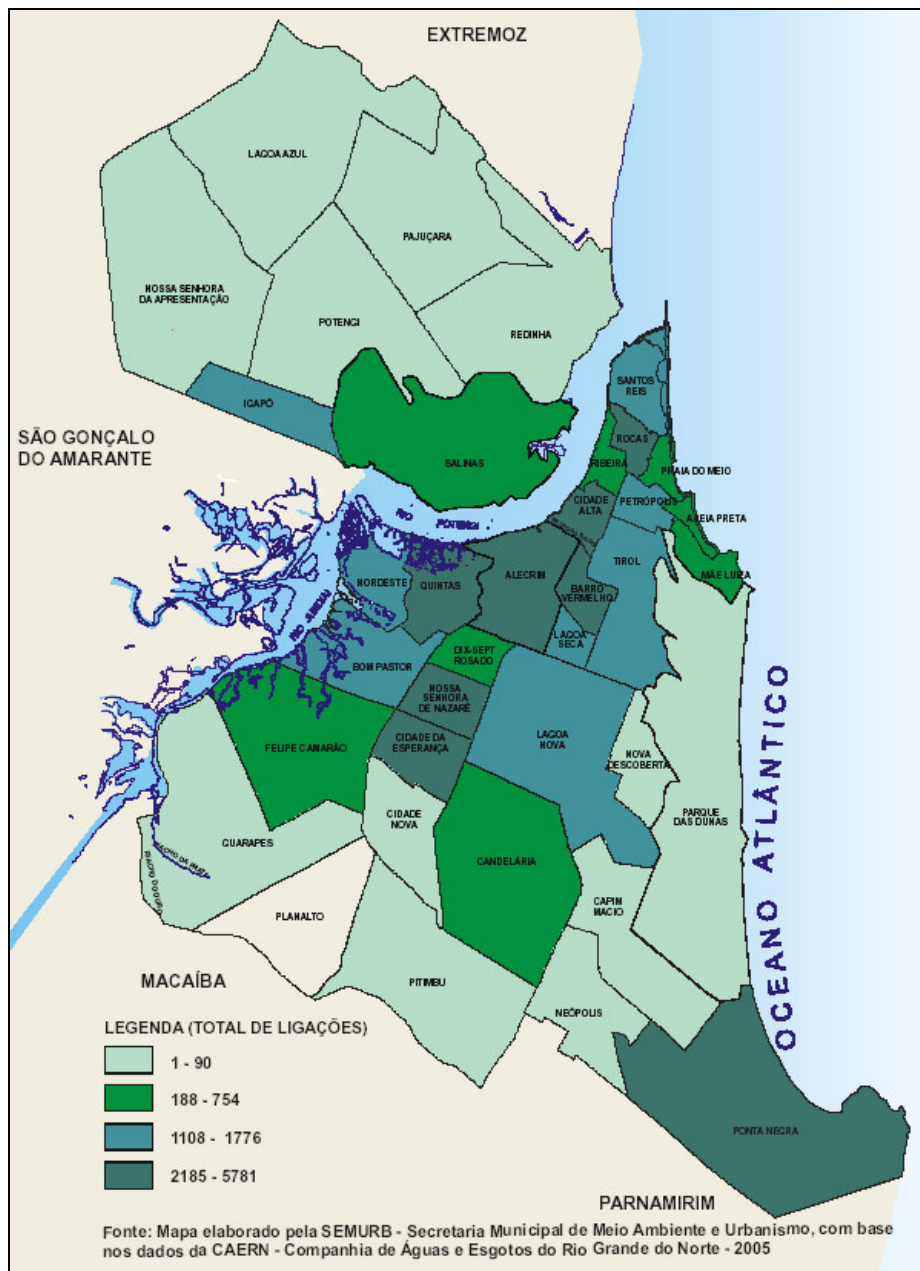


Figura 4 – Ligações de esgoto por área geográfica.

### 3 - METODOLOGIA

A metodologia adotada, inicialmente, na abordagem dos pontos a serem coletados foi a de seguir o sistema de monitoramento estabelecido pela CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte). Esta estratégia permitiu conhecer o sistema de distribuição de forma mais

completa e ampliar a malha amostral no intuito de identificar a abrangência das zonas críticas nas campanhas posteriores, culminando com a proposição da ARSBAN (Agência Reguladora de Saneamento Básico de Natal) de um sistema próprio de monitoramento da rede de distribuição atual. O período de amostragem foi de 2003 a 2007.

Na determinação das concentrações de nitrato, nitrito e amônia, nas amostras coletadas, foram utilizados os métodos preconizados pelo AWWA (1995).

## 4 – RESULTADOS

### 4.1 - Concentração de Nitrato nos Poços

Entre os anos de 2003 a 2007 foram analisados 108 poços dos subsistemas Sul e Norte e neste período foram coletadas 293 amostras relativas a estes poços. Os valores obtidos para o parâmetro nitrato ( $N-NO_3^-$ ) expressos em mg/L obtidos nas campanhas realizadas em 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007 estão apresentados na seqüência de figuras a seguir (figuras 5, 6, 7, 8 e 9).

No gráfico apresentado pela figura 5 pode-se observar que menos da metade dos pontos (48%) analisados estão acima do valor máximo permitido pela legislação (portaria MS 518/2004) que é de 10 mg N-  $NO_3^-$  /L. Essa primeira amostragem não contemplou todos os poços da cidade do Natal, porém forneceu dados para identificar a áreas críticas para o delineamento das amostragens da próximas campanhas.

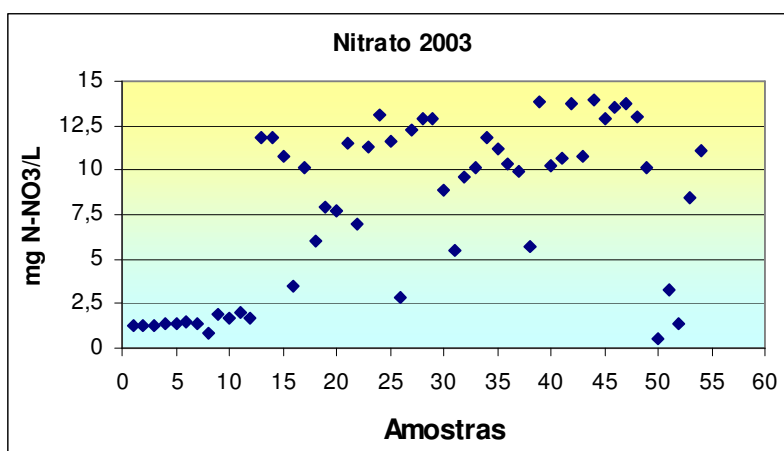


Figura 5 – Dispersão dos valores de nitrato nas amostras analisados em 2003.

Na campanha de 2004 foram incluídos um número maior de poços ao sistema, assim como áreas da cidade que não haviam sido avaliadas em estudos anteriores, como por exemplo, o bairro Planalto. Nesta campanha 55% dos poços apresentaram valores de nitrato superiores a 10 mg N-  $NO_3^-$  ( figura 6).



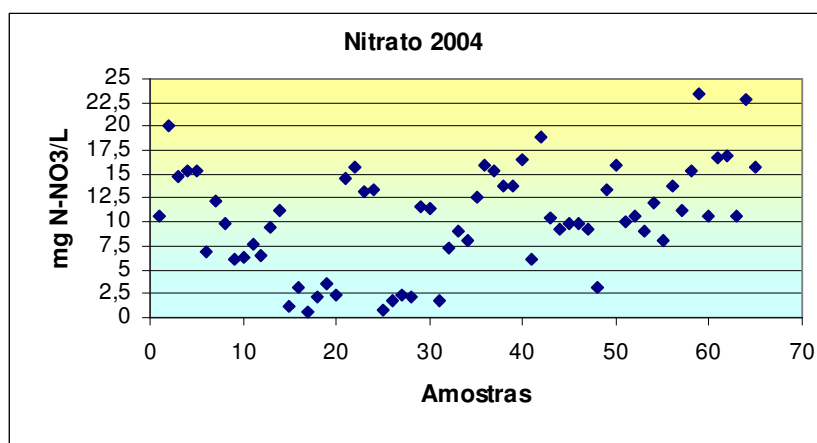


Figura 6 - Dispersão dos valores de nitrato nas amostras analisados em 2004.

A campanha de 2005 caracterizou-se pela averiguação dos poços mais contaminados identificados nas campanhas anteriores (2003 e 2004) face às precipitações pluviométricas ocorridos no período, foi identificado que cerca de 82% dos poços apresentaram valores acima do permitido pela legislação( figura 7)

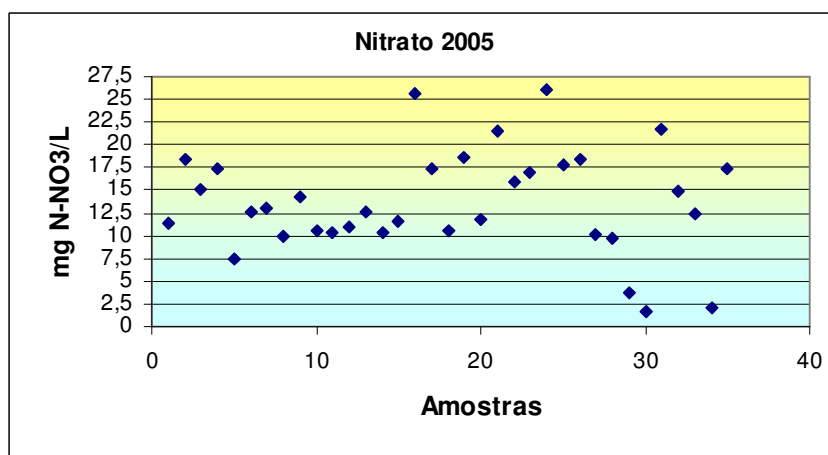


Figura 7 - Dispersão dos valores de nitrato nas amostras analisados em 2005.

Na campanha de 2006 todos os esforços foram voltados para contemplar todos os poços cadastrados e em funcionamento mantido pela concessionária do sistema – CAERN o que permitiu consolidar o programa de amostragem delineado pela ARSBAN. Na figura 8 está apresentada os dados obtidos para nitrato nas amostras avaliadas nesta campanha, onde encontra-se evidenciado que cerca de 56% dos poços apresentaram valores acima 10 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

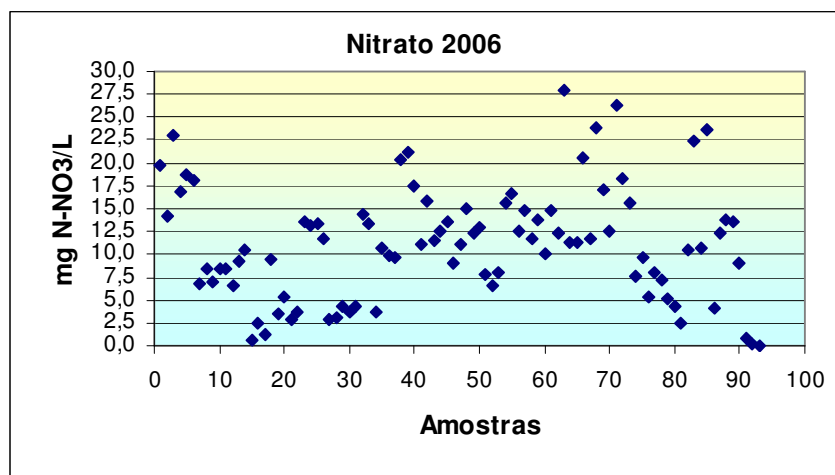


Figura 8 - Dispersão dos valores de nitrato nas amostras analisados em 2006.

A avaliação realizada no final de 2007 (figura 9) indicou que 61% dos poços analisados nesta campanha apresentaram valores acima do valor máximo permitido pela legislação (10 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

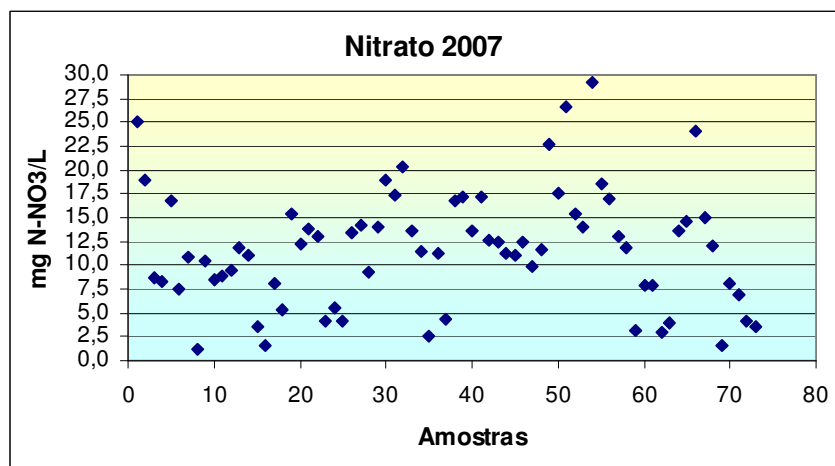


Figura 9 - Dispersão dos valores de nitrato nas amostras analisados em 2007.

Durante todo o período estudado foi observado que algumas regiões, onde grupos de poços estão localizados, sempre apresentaram valores acima de 10 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L e que podem ser classificadas como críticas, são elas: Felipe Camarão, Parque das Dunas, 02 poços em Candelária, Morro Branco, 03 poços em Novo Campo, Lagoa Nova II, Nazaré, Pajuçara, Amarante e Pirangi. Na mesma avaliação, outras regiões apresentaram discreto aumento nos seus valores de nitrato chegando muito perto do valor máximo permitido pela legislação, indicando que o aporte do contaminante está aumentando gradativamente, são elas: Cidade Satélite, 02 poços em Novo Campo e Lagoa Nova I. No período de monitoramento alguns poços foram desativados totalmente.

## 4.2 – Nitrito em poços

O parâmetro nitrito foi avaliado em todas as campanhas realizadas, como forma de identificar a intensidade da contaminação por nitrato, pois, por processos de oxidação, o nitrito presente é transformado rapidamente a nitrato. A Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece como valor máximo permitido de concentração de nitrito em 1 mg N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/L.

Em todas as campanhas realizadas no período de 2003 a 2007, nenhuma amostra apresentou valor acima do máximo estabelecido pela legislação, no entanto nos pontos que apresentaram valores maiores que 0,010 mg N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/L foi observado concentrações de nitrato acima de 10 mg/L. A seqüência de figuras a seguir (figuras 10, 11, 12, 13 e 14) apresentam a dispersão do parâmetro nitrito no período de avaliação (2003 a 2007).

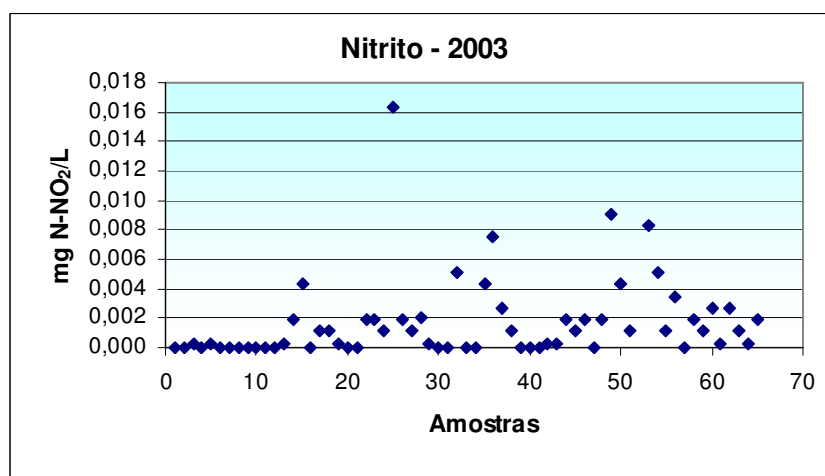


Figura 10 - Dispersão dos valores de nitrito nas amostras analisados em 2003.

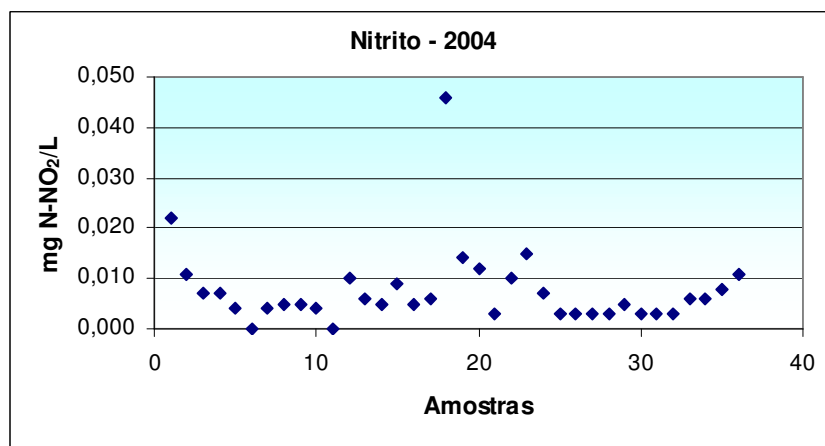


Figura 11 - Dispersão dos valores de nitrito nas amostras analisados em 2004.

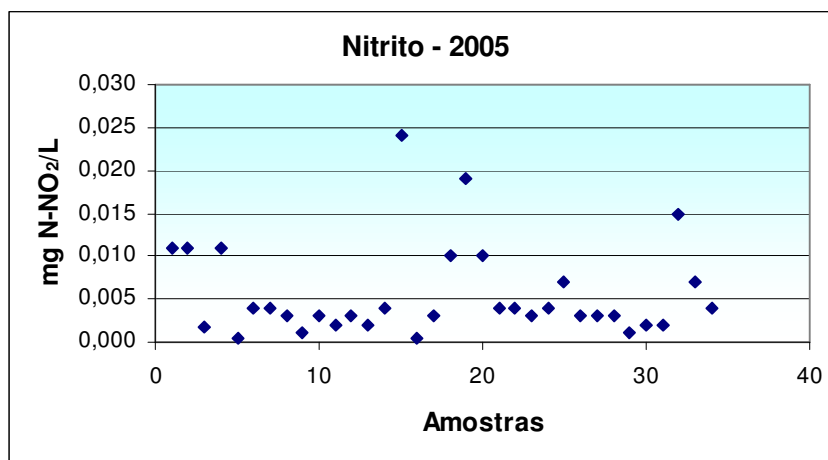


Figura 12 - Dispersão dos valores de nitrito nas amostras analisados em 2005.

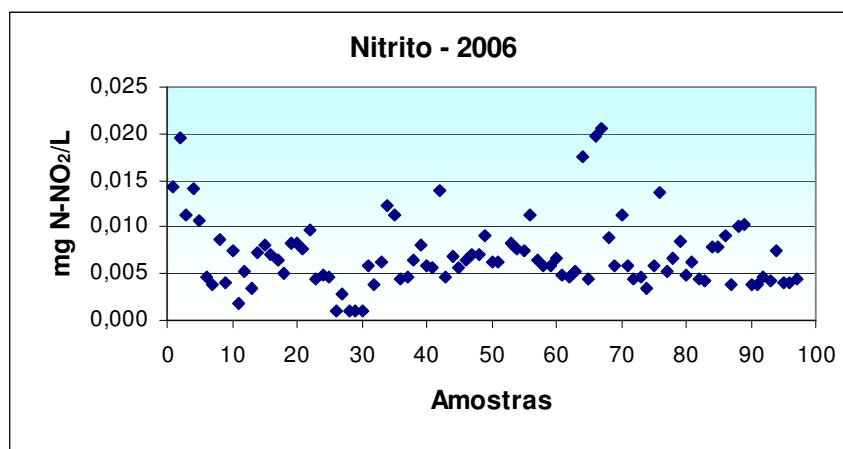


Figura 13 - Dispersão dos valores de nitrito nas amostras analisados em 2006.

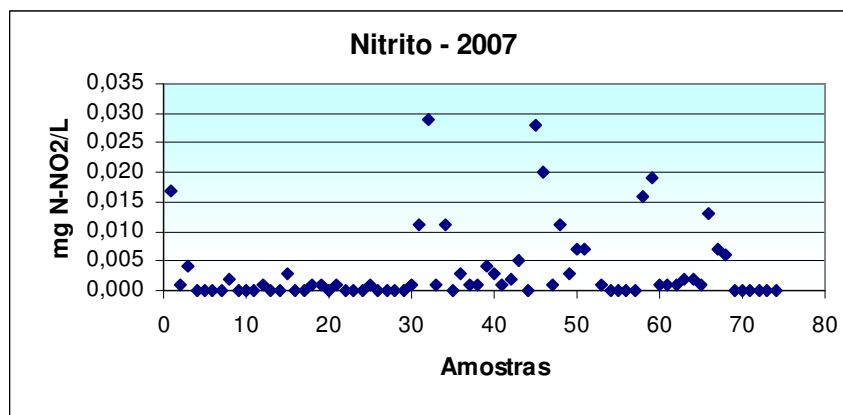


Figura 14 - Dispersão dos valores de nitrito nas amostras analisados em 2007.

### 4.3 – Amônia nos poços

Fechando a série nitrogenada, a investigação da concentração de amônia em todo o sistema teve como objetivo verificar, a exemplo do nitrito, o grau de contaminação do sistema, já que a presença de amônia indica contaminação recente por matéria orgânica. A Portaria MS 518/2004, do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo de 1,5 mg de N-NH<sub>3</sub>/L.

Nas amostras avaliadas em 2003 não foi identificado valores acima do máximo estabelecido pela legislação, porém grande parte dos pontos analisados apresentaram concentração de amônia variando entre 0,25 e 0,50 mg N-NH<sub>3</sub>/L.

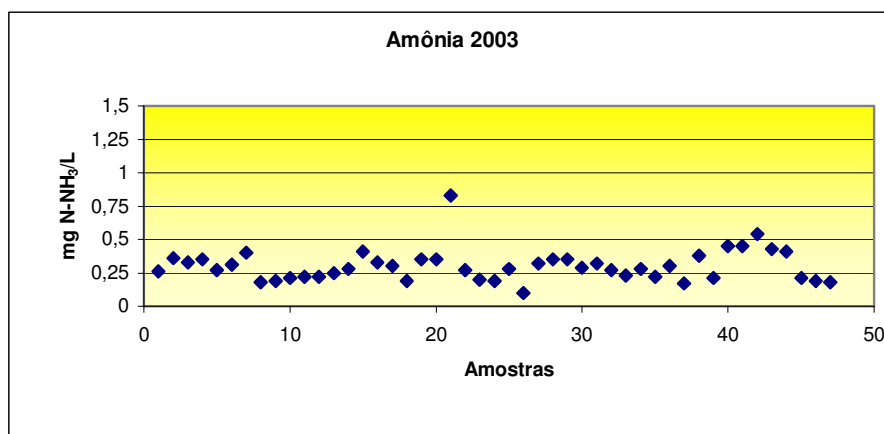


Figura 15 - Dispersão dos valores de amônia nas amostras analisados em 2003.

Nas amostras analisadas em 2004 (figura 16) apenas 2 pontos apresentaram valores acima de 1,5 mg N-NH<sub>3</sub>/L, porém observa-se que 70% dos pontos ficaram enquadrados na faixa de concentração de 0,50 a 1,5 mg N-NH<sub>3</sub>/L, indicando que, apesar de atender a legislação, em concentração máxima, o aporte de matéria orgânica é constante, refletindo diretamente nos valores de nitrato.

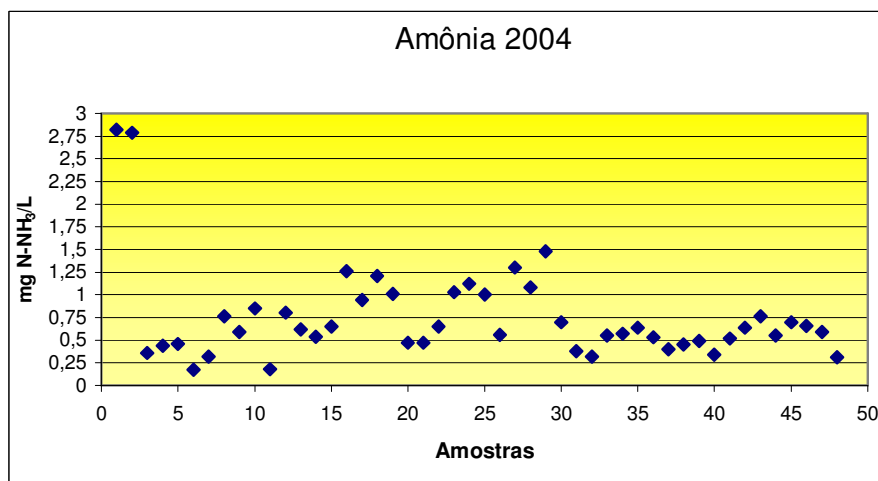


Figura 16 - Dispersão dos valores de amônia nas amostras analisados em 2004.

Na campanha de 2005, 02 pontos ficaram fora do padrão estabelecido pela legislação, porém 36% das amostras apresentaram concentração variando entre 0,50 a 1,50 mg N-NH<sub>3</sub>/L (figura 17).

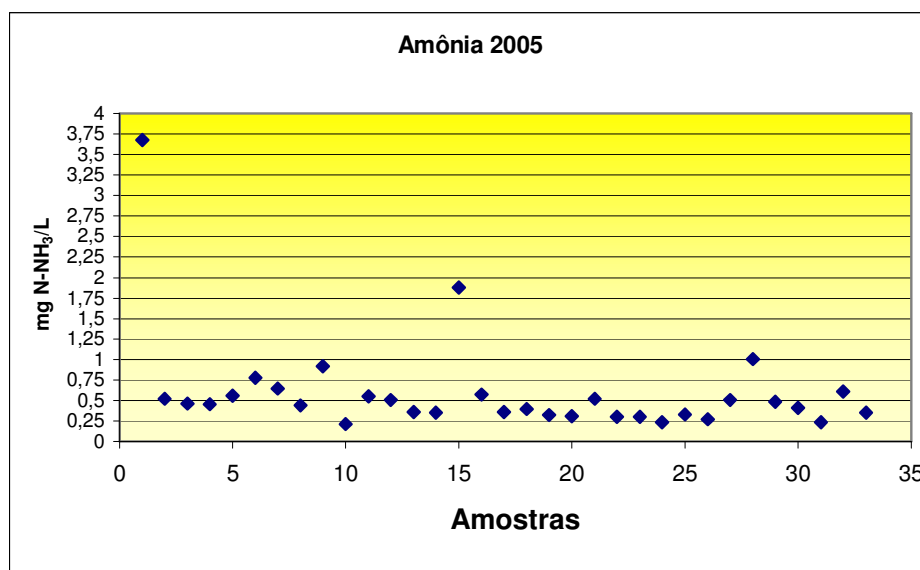


Figura 17 - Dispersão dos valores de amônia nas amostras analisados em 2005.

Na avaliação realizada em 2006, 03 pontos apresentaram valores acima do máximo permitido pela legislação, com cerca de 47% dos pontos com concentrações entre 0,50 a 1,50 mg NH<sub>3</sub>/L (figura 18).

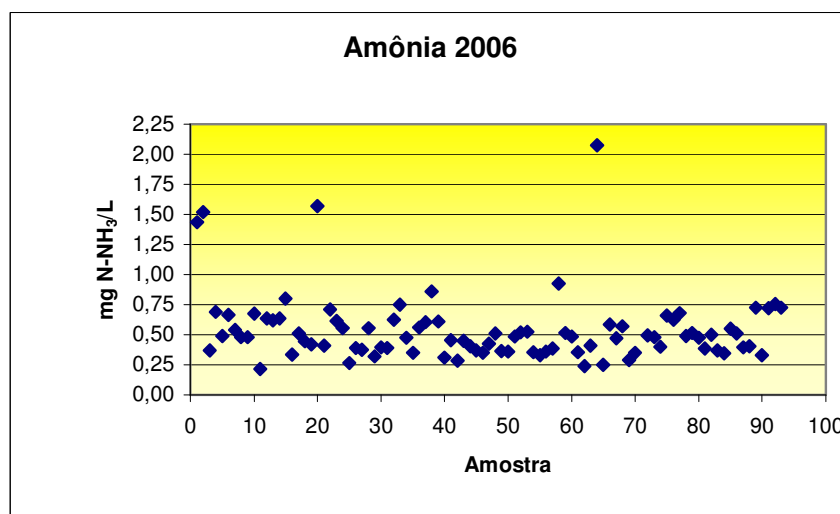


Figura 18 - Dispersão dos valores de amônia nas amostras analisados em 2006.

Na campanha realizada em 2007, apenas 01 poço apresentou não conformidade com a legislação e cerca de 12% apresentaram concentrações entre 0,50 a 1,50 mg/ L de amônia (figura 19).

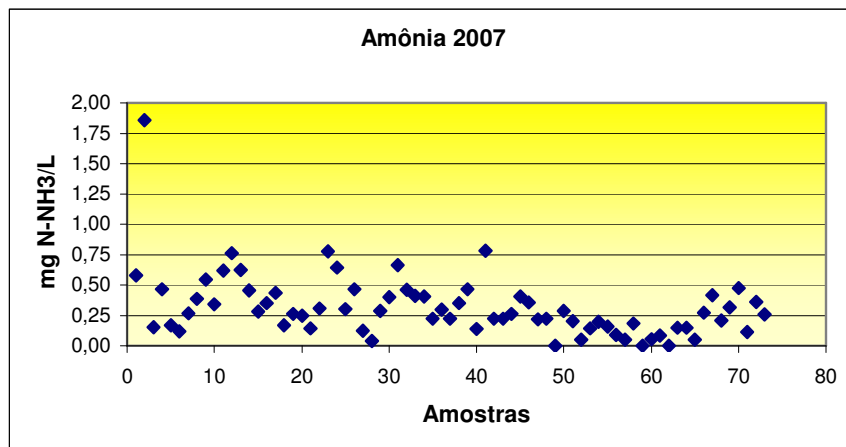


Figura 19 - Dispersão dos valores de amônia nas amostras analisados em 2007.

A avaliação realizado para o parâmetro amônia em todo o período de monitoramento demonstrou que poucos poços apresentaram não conformidade com a legislação, no entanto foi observada que, em cada campanha, porcentagens de amostras que se enquadraram na faixa de concentração variando entre 0,50 a 1,50, denotando que, mesmo atendendo a legislação quanto a concentração máxima estabelecida, o sistema apresenta aporte de contaminação constante, refletindo diretamente no avanço da contaminação por nitrato.

## 5. CONCLUSÃO

A avaliação realizada no sistema, no período de 2003 a 2007 indicou que a maioria dos poços utilizados no sistema de abastecimento público da cidade do Natal/RN apresentaram valores acima de 10 mg N- NO<sub>3</sub> /L estando, portanto, em desacordo com a Portaria MS 518/2004.

A análise realizada para o parâmetro nitrito evidenciou que todas as amostras avaliadas estão em conformidade com a referida legislação.

As concentrações encontradas para os valores de amônia, indicaram que alguns poços apresentaram valores acima de 1,50 mg N-NH<sub>3</sub>/L, portanto observou-se o aporte constante de amônia em valores acima de 0,50 mg/L de amônia.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CABRAL, N. M. T. *Comportamento dos indicadores de contaminação por efluentes domésticos nas águas do aquífero Barreiras nos bairros do reduto, Nazaré e Umarizal – Belém/PA*. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/rehi/congresso/comp\\_ind.pdf](http://www.cprm.gov.br/rehi/congresso/comp_ind.pdf)> Acesso em set. 2005.

CETESB, 2001. Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo 1998 – 2000 - São Paulo : CETESB, 2001. 96 p. + anexos: il. ; 30 cm. - (Série Relatórios/CETESB, ISSN 0103-4103).

CORTECCI, G. *Geologia e saúde*. Bologna: Univesitá degli studi di Bologna – Dipartimento di Scienze della Terra e Geológico – Ambientale. Tradução de Wilson Scarpelli. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/pgagem/geosaude.pdf>>. Acesso em jun 2007.

FIGUEIREDO, E. M. 1990. Análise da contaminação por nitrato no aquífero livre e semi-confinado na área urbanizada de Natal/RN. Revista Água Subterrânea, n. 13, p. 75-85. Disponível em <http://ojs.czsl.ufpr.br/ojs2/index.php/asubterraneas>

MELO, J. G. e FIGUEIREDO E. M. 1990. Comportamento hidráulico e vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas/Barreira à poluição na área de Nata (RN). Revista Água Subterrânea, n. 13, p. 97-110. Disponível em <http://ojs.czsl.ufpr.br/ojs2/index.php/asubterraneas>  
[www.rn.gov.br/secretarias/idema/imagens/banco/grandes/dunas\\_barreira\\_3\\_72.gif](http://www.rn.gov.br/secretarias/idema/imagens/banco/grandes/dunas_barreira_3_72.gif). Acesso em 30 de março de 2005.