

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO POR NITRATO NO AQÜÍFERO LIVRE E SEMI-CONFINADO NA ÁREA URBANIZADA DE NATAL – (RN)

E.M. Figueredo¹

¹ Geólogo da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do RN.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, identificar as fontes e quantificar o nível de contaminação por compostos nitrogenados nas águas do aquífero livre e semi-confinado, sobre os quais encontra-se parte da cidade de Natal. Para isso, foram amostrados e cadastrados 183 (cento e oitenta e três) poços tubulares, 11 (onze) piezômetros, 68 (sessenta e oito) cacimbas, 08 (oito) lagoas e 04 (quatro) riachos, totalizando 274 (duzentos e setenta e quatro) pontos d'água.

Utilizam-se basicamente os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica (C.E.), NO_3^- , NO_2^- e NH_3 . Para conhecer melhor o quimismo das águas dos aquíferos acima citados, realizou-se cerca de uma centena de análises físico-químicas completas.

Como conclusão do trabalho, evidenciou-se de forma bastante clara, que a presença de fossas sépticas, e às vezes negras, nas proximidades dos poços, aliada à falta de proteção sanitária nos mesmos, é a causa da contaminação por NO_3^- . O consumo cujos teores deste íon ultrapassam 45 mg/l é nocivo à saúde, principalmente, às crianças na faixa etária de 0 a 6 meses.

As águas mais contaminadas chegam a apresentar teores até de 250 mg/l.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido com base nos resultados obtidos no estudo realizado para ACQUA-PLAN – Estudos Projetos e Consultoria/CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Estado do RN, no período de março a setembro de 1988. O referido estudo em grande parte, foi elaborado, graças aos dados, informações e pesquisas levantados para realização do Projeto Nitrato executado pela CDM/RN – Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Rio Grande do Norte, atualmente em fase de conclusão.

O nitrogênio constitui cerca de 78% em volume dos gases da atmosfera, sendo inexpressiva sua percentagem na hidrosfera e litosfera. É fundamental para o crescimento dos organismos fotossintéticos, participando na formação das proteínas celulares, integrando assim, parte do tecido animal e vegetal.

Como consequência imediata da grande solubilidade dos seus sais na água, as jazidas minerais dos mesmos, normalmente só ocorrem em áreas desérticas ou áridas. Dentre os compostos nitrogenados oriundos de jazidas, os mais conhecidos são: Na NO₃ popularmente conhecido como salitre do Chile, K NO₃ (salitre de Bengala) e (NH₄)₂ SO₄.

As águas subterrâneas e superficiais aportam nitrogênio das seguintes fontes:

- a) Adubos químicos
- b) Águas pluviais
- c) Algas azul-verdes (fixadoras de nitrogênio atmosférico)
- d) Plantas leguminosas (através de bactérias de gênero Rhizobium)
- e) Efluentes industriais
- f) Efluentes domésticos
- g) Jazidas minerais

As águas oriundas das precipitações pluviométricas, apresentam pequenas concentrações de compostos nitrogenados. Descargas elétricas atmosféricas propiciam a combinação entre o nitrogênio e o oxigênio presentes no ar, produzindo como resultado, a formação de óxidos de nitrogênio (N₂O, NO₂, NO). Em termos de quantidade, o nitrogênio produzido por esse processo é inexpressivo.

Proveniente do solo, por ação bacteriana, chega à atmosfera, substancial quantidade de nitrogênio sob forma de N₂, N₂O e NH₃. As duas primeiras, como resultado de processos de desnitrificação, e a última como consequência de amonificação (conversão de nitrogênio dos aminoácidos a amoníaco).

Acrescenta-se a esses fenômenos, o incremento de óxidos de nitrogênio oriundos da combustão, que é a principal fonte antrópica. Segundo Stoker, H.S., Químico Ambiental (1981), o NO₂⁻ é o principal composto, sendo parcialmente convertido na atmosfera, em ácido nítrico (HNO₃). Este ácido após algumas reações, chega ao solo, em parte, sob forma de NO₃⁻ com a água de chuva.

Uma análise de água de chuva realizada em maio deste ano, no bairro de

Dix-Sept Rosado, revelou uma concentração de 0,57 mg/l de NO_3^- , 0,12 mg/l de NH_3 e 0,02 mg/l de NO_2^- .

No solo, o nitrogênio apresenta-se intrinsecamente associado às substâncias orgânicas. Sendo um componente protéico, pode, por digestão enzimática, aparecer sob forma de amina e através de uma série de processos sucessivos, surgir integrando o íon NH_4^+ (amonificação) e finalmente, sob a forma de NO_3^- (nitrificação).

2. EFEITO FISIOLÓGICO NOCIVO À SAÚDE DO HOMEM CAUSADO PELO ÍON NO_3^-

Segundo a Organização Mundial de Saúde, as águas que exibem concentrações superiores a 10 mg/l de nitrogênio, o que equivale aproximadamente a 45 mg/l de nitrato (NO_3^-), são impróprias para o consumo humano. Para isso, é necessário que o NO_3^- se reduza a NO_2^- no organismo. Esta última substância possui a capacidade de causar a metahemoglobinemia.

O surgimento dessa enfermidade se dá, segundo autores, como Catalán (1981), Attaway (1980) e Martin (1979), da seguinte forma: o íon nitrito oxida o ferro existente na hemoglobina, que passa de Fe^{++} a Fe^{+++} , transformando-a desta forma em metahemoglobina, a qual é incapaz de transportar o oxigênio às células.

Essa concentração anormal de metahemoglobina nos glóbulos vermelhos é chamada, na literatura médico-científica, de "metahemoglobinemia".

O efeito fisiológico provocado pelo consumo de águas com elevadas concentrações de NO_3^- , é muito mais danoso em crianças na faixa etária de 0 a 6 meses, que nos adultos; segundo Catalán (1981) e Martin (1977). Alguns autores acreditam que essa incidência se deve ao fato de que no meio gástrico das crianças prolifera uma flora bacteriana redutora, capaz de propiciar a redução de NO_3^- a NO_2^- .

Segundo a literatura médica, a sintomatologia dessa contaminação por NO_3^- , caracteriza-se por cor azulada da pele, cefaléia, taquicardia, e em estados mais avançados, a pessoa falece por anoxia celular (privação de oxigênio).

Existe ainda a possibilidade, segundo a literatura citada, de reação de íon NO_2^- com aminas secundária (existentes na alimentação e às vezes, em medicamentos). Os produtos destas reações são compostos conhecidos pela designação de nitrosaminas, que são, potencialmente cancerígenos, propiciando o aparecimento de lesões carcinogênicas, preferencialmente nas mucosas estomacais.

3. ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO E METODOLOGIA DE ESTUDO

As águas de muitos poços tubulares de Natal, vêm exibindo concentrações

anômalas de nitrato (superiores a 45 mg/l). Esta afirmação estende-se também a algumas cacimbas.

A priori, se observamos o universo de pontos d'água contaminados mostrados na figura 1, somos induzidos a acreditar que o aquífero encontra-se em muitas áreas contaminado por esse composto nitrogenado. Porém, uma análise mais detalhada de muitos agrupamentos de pontos de água, nos revela que sempre integrando os mesmos, há pelo menos um ponto d'água, cujo teor de nitrato está aquém de 45 mg/l, vizinho de outro, cuja concentração é muito superior àquela permitida pela O.M.S. (Organização Mundial de Saúde). Na figura 2 letras a, b, e c, esse comportamento está evidenciado em termos de forte variação do teor de nitrato na água, ao longo de algumas dezenas de metros. Com o objetivo de investigar esse comportamento, colocou-se em prática, um minucioso e paciente cadastramento dos referidos agrupamentos, com apoio planimétrico de mapas, na escala de 1:1000 cedidos pela CAERN. Nos citados agrupamentos ou constelações, além de poço tubular ou cacimba, foram plotadas as fossas sépticas ou negras, existentes nas proximidades desses pontos d'água. Naturalmente, por questões óbvias de espaço concedido para apresentação deste trabalho, não foi possível mostrar todos os agrupamentos estudados. Porém, no trabalho AC-QUA-PLAN/CAERN (1988) há mais de uma dezena desses exemplos, enriquecidos por uma documentação fotográfica de, praticamente, cada caso.

Um outro trabalho (Projeto Nitrato), iniciado em 1987, atualmente em fase de conclusão, realizado pela CDM/RN, utiliza a mesma metodologia.

A presença de fontes poluidoras de natureza orgânica e antrópica (efluentes domésticos) próximos a pontos d'água (poços tubulares e cacimbas), propicia a contaminação dos mesmos. Verificou-se que nos poços tubulares, é frequente a ausência de proteção sanitária adequada, e às vezes, a mesma não existe. Poços construídos dessa forma ligam hidraulicamente, pelo menos pontualmente, o aquífero livre ao semi-confinado (ver figura 3).

Essa conexão pode propiciar localmente, uma contaminação de várias origens, isto é, bacteriológica, química ou ainda físico-química.

Análises realizadas recentemente, revelam que o poço tubular não contaminado (28,80 mg/l de NO_3^-) nº 83, apresenta uma DBO_5 de 0,72 mg/l, enquanto que o poço nº 116, cuja concentração de NO_3^- , é atualmente de 79,00 mg/l, exibe uma DBO_5 de 20,36 mg/l.

A cacimba 202 cuja água é consumida, às vezes pelos moradores da rua, apresenta 152 colônias/100 ml de coliformes totais. No caso da nº 166, cuja água não é usada para consumo humano, mas, apenas para irrigar algumas fruteiras, o número de colônias é praticamente incontável, tanto de coliformes totais, como fecais. Essas cacimbas aparecem na figura 2.

As águas do aquífero livre apresentam uma concentração média do íon NO_3^- da ordem de 31 mg/l, e o semi-confinado, de 37,5 mg/l. Estes teores expressos em nitrogênio, equivalem a 7 mg/l e 8,5 mg/l respectivamente.

Na triagem dos poços e cacimbas para construção dos gráficos (figura 3),

adota-se o seguinte critério: os pontos d'água cujo cadastramento revelou a presença, junto aos mesmos, de fossas e esgotos, não foram utilizados.

Por problema de escala, foram suprimidos alguns pontos d'água por encontrarem-se muito próximos entre si.

A espessura média do aquífero livre, é de 20 m, e a profundidade das cimbbras, é da ordem de 13 m. Os poços tubulares que captam água do semi-confinado, exibem uma profundidade média de 80 m.

A figura 3, letras b e c, revela que o aquífero livre, em termos percentuais, está mais afetado pelos compostos nitrogenados que o semi-confinado. É preciso assinalar que há uma evolução do teor de íon NO_3^- nos aquíferos estudados, fato este, revelado pelo trabalho intitulado "Projeto Nitrato", como já foi dito anteriormente, em fase de conclusão. O crescimento da cidade implica na multiplicação do número de fontes de poluição (fossas sépticas) e conseqüentemente, num crescente aporte de NO_3^- aos recursos hídricos.

Atentando-se para o fato que a cidade de Natal estende-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 NO_3^- ao aquífero é preocupante porque ainda dispomos de um manancial hídrico subterrâneo de boa qualidade em termos de potabilidade. Para ilustrar essa afirmação, mostramos a seguir, valores médios de alguns parâmetros físico-químicos:

Condutividade elétrica – 77 $\mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{Cl}^- = 18 \text{ mg/l}$, $\text{Na} = 16 \text{ mg/l}$, dureza = 27,2 mg/l. A concentração de NO_3^- existente na água fornecida pela CAERN aos seus usuários, é da ordem de 15 mg/l. Com relação ao caráter hidroquímico das águas do aquífero livre e semi-confinado, predomina em ambos, as fácies cloretadasódica.

4. CONCLUSÕES

A causa da contaminação por nitrato em inúmeros pontos d'água, é consequência da proximidade de fossas sépticas ou negras, isto é, ausência de uma zona de proteção para os mesmos. Potencializando ainda mais a chegada de efluentes domésticos aos poços tubulares, verificou-se que, às vezes, não existe nem mesmo uma proteção sanitária, protegendo-os. A descoberta da transformação de antigas cacimbras em fossas negras (CTF no mapa), é um fato grave.

É imprescindível esclarecer que até agora não se registrou na área estudada por esse trabalho, bairros contaminados pelo íon nitrato, isto é, exibindo teores acima de 45 mg/l.

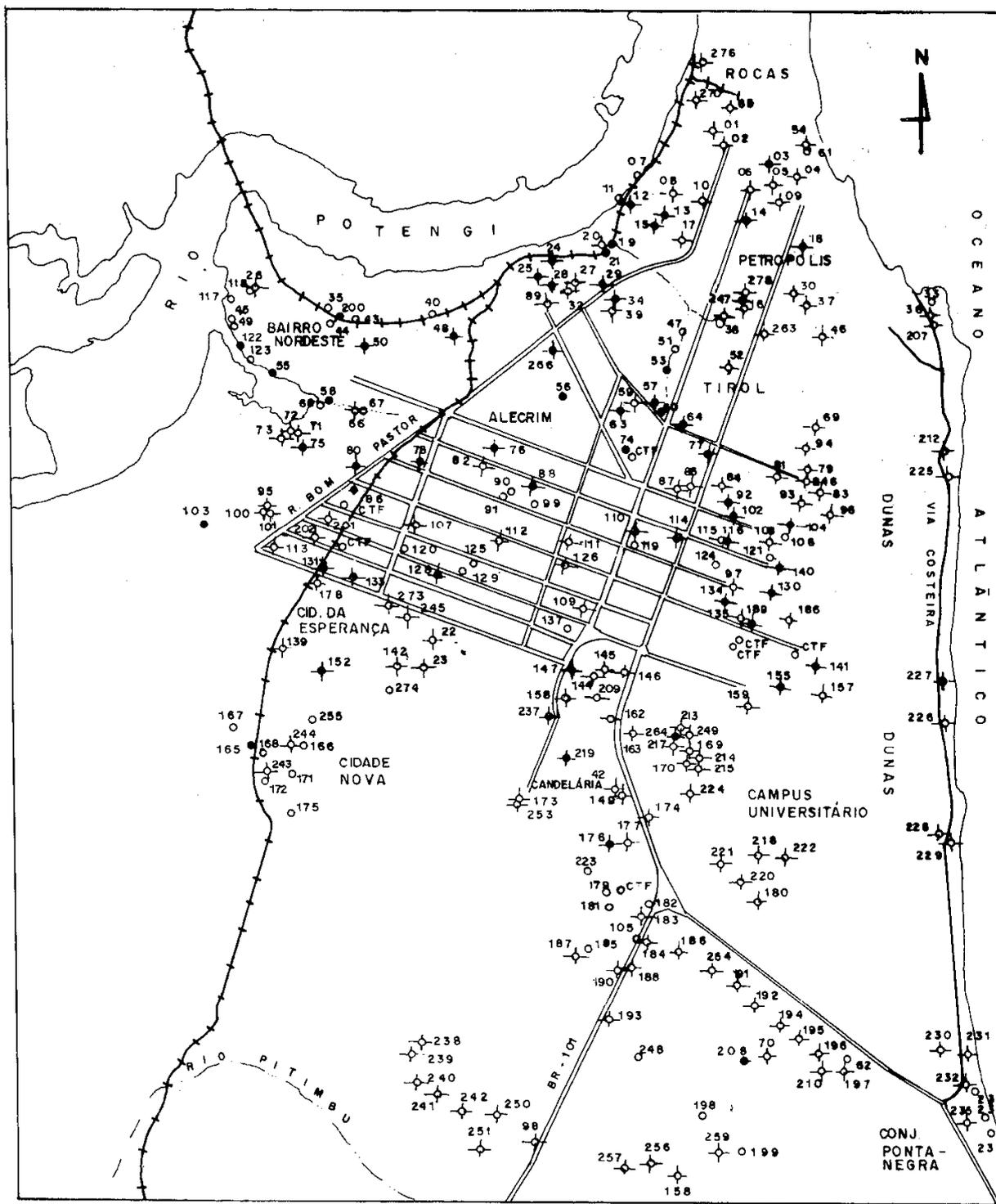
5. AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos colegas que integram a área de Recursos Hídricos,

pelas sugestões; e aos técnicos do Laboratório de Águas, Solos e Minérios da CDM/RN, pela criteriosa realização das análises físico-químicas e bacteriológicas.

REFERÊNCIAS

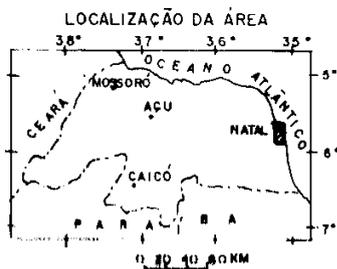
- AQUA-PLAN/CAERN – **Avaliação das possibilidades de infiltração de efluentes domésticos no aquífero Dunas na área de Natal – RN.** (1988).
- CATALÁN, J. – **Química del agua.** Ed. Blume, Madrid – Barcelona, 1969, 355 p.
- CUSTÓDIO, E. e LAMAS, M.R. – **Hidrologia Subterrânea.** Tomos I e II, Ediciones Omega S/A, Barcelona, 1983.
- JORGE, A.J. **Solo: manejo e adubação.** 2ª Ed. 1983.
- LEITH, Wolfgang – **La química y la protección del medio ambiente,** Madrid, Paraninfo 1981, 155 p.
- MARTIN, J.P.; NIETO, P.; VELASCO, J.C. **Águas subterrâneas.** CIFCA, Madrid, 1979.
- STOKEN, H.S. & SPENCER, S. – **Química ambiental contaminación del aire y del agua.** Ed. Blume; Barcelona, 1981, 312 p.



FONTE: PROJETO NITRATO

0 400 800 1.200 1.600km

Fig. 1 - MAPA DE PONTOS D'ÁGUA



LEGENDA

- 01 POÇO TUBULAR E SEU Nº DE ORDEM
- ◆ IDEM, COM TEOR DE $\text{NO}_3 > 45 \text{ mg/l}$
- PIEZÔMETRO
- CACIMBA
- IDEM, COM TEOR DE $\text{NO}_3 > 45 \text{ mg/l}$
- CTF CACIMBA TRANSFORMADA EM FOSSA
- CURSO D'ÁGUA
- RUAS
- LINHA FÉRREA

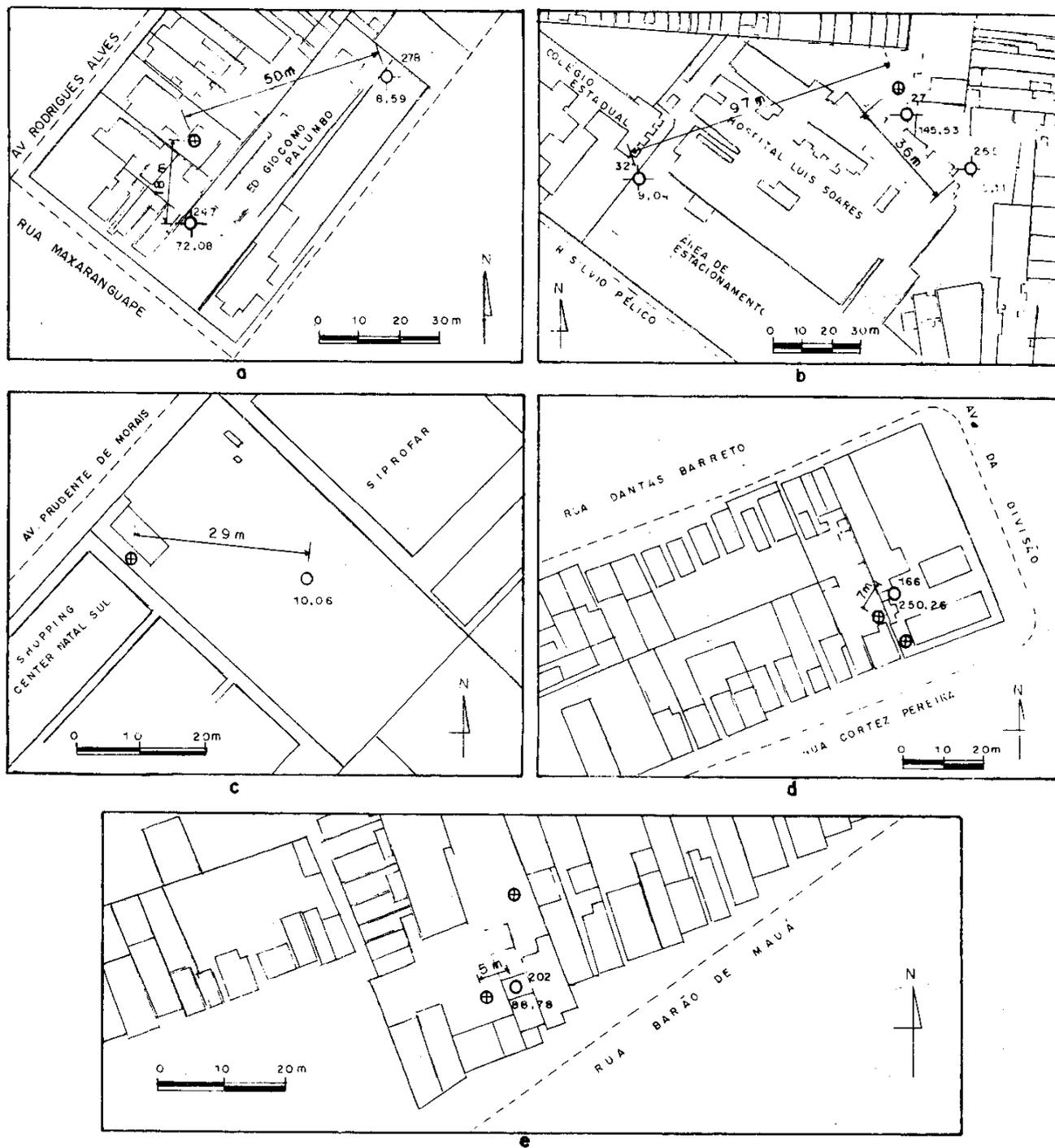
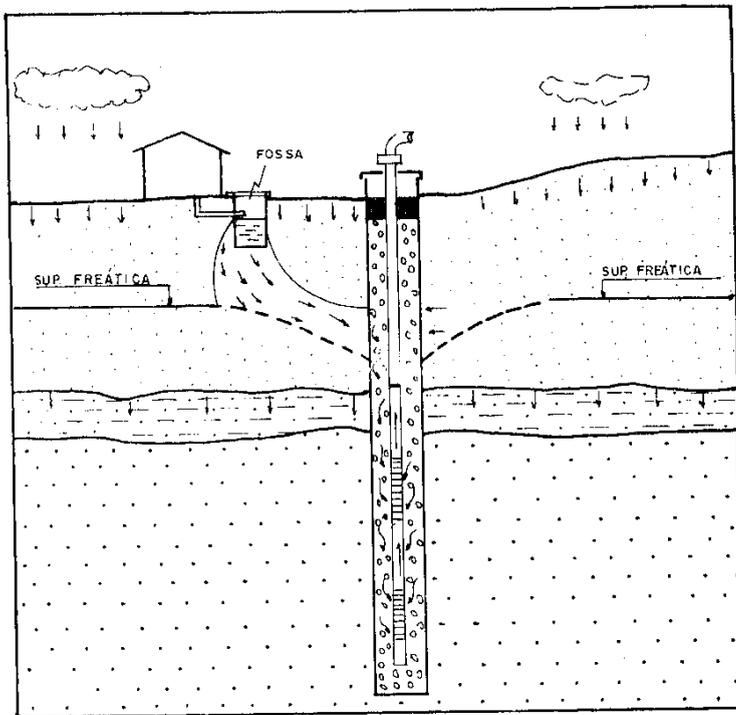


Fig. 2 - OS MAPAS ACIMA, EVIDENCIAM A VULNERABILIDADE EM TERMOS DE ZONA DE PROTEÇÃO DOS PONTOS D'ÁGUA. É BASTANTE VISÍVEL, QUE OS POÇOS OU CACIMBAS AFASTADOS DAS FOSSAS A DISTÂNCIAS APROXIMADAMENTE SUPERIORES A 30m, NÃO EXIBEM CONTAMINAÇÃO, ISTO É, OS TEORES DE NO_3 SÃO INFERIORES A 45 mg/l.

- LEGENDA**
- 274 (Nº DE ORDEM)
 - POÇO TUBULAR
 - CACIMBA
 - ⊕ FOSSA SÉPTICA OU NEGRA
- 72,08 (mg/l DE NO_3)



- LEGENDA**
- PROTEÇÃO SANITÁRIA INCOMPLETA
 - PRÉ-FILTRO
 - FILTRO
 - INFILTRAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
 - PERCOLAÇÃO DE EFLUENTE DOMÉSTICO
 - AQUÍFERO LIVRE
 - AQUITARDE
 - AQUÍFERO SEMI-CONFINADO
 - SUPERFÍCIE FREÁTICA

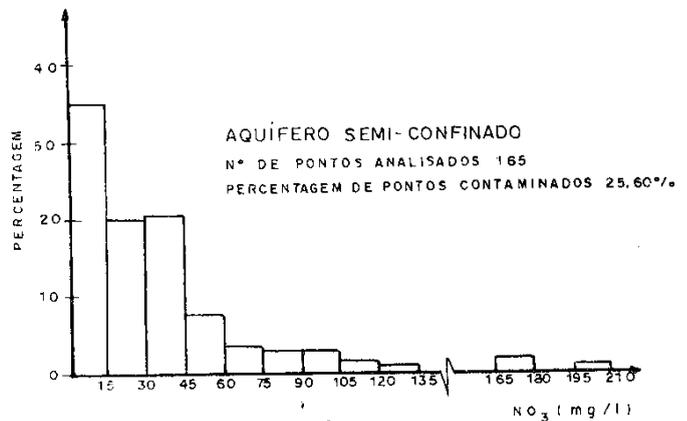
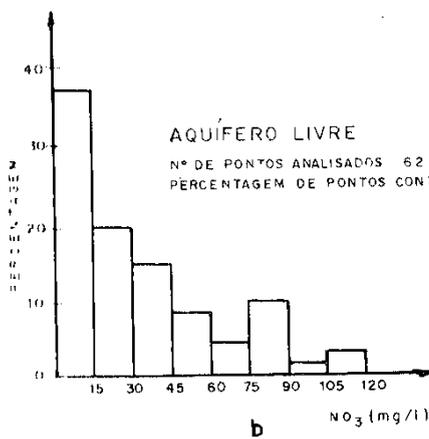


Fig. 3 - a) - POSSÍVEL MECANISMO DE POLUIÇÃO DE POÇOS
 b) - PERCENTAGEM DO NÚMERO DE AMOSTRAS EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NO₃ (mg/l)
 c) - IDEM

ABSTRACT

This report has as its main target to identify the sources and to quantify the level of contamination caused by nitrogenous compounds in water from the water-bearing formations where part of Natal city is placed on. In order to achieve it 183 wells, 11 piezometers, 68 water holes, 8 lagoons and 4 streams have been sampled and filed totalizing 274 water sources.

As the main physicochemical parameters it has been used the pH, electric conductivity (E.C.), NO_3^- , NO_2^- and NH_3 . About one hundred complete physicochemical analyses have been carried out so that the aquifer water chemistry could be better known.

It has been clearly remarked that the cause of the NO_3^- contamination is the presence of septic tanks and ditches close to the water sources added to the lack of sanitary protection in the wells. Nitrate in concentration higher than 45 mg/l is harmful to health particularly for children with age between 0 to 6 months. There are cases where such levels reach 250 mg/l.