

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DE POÇOS PROVENIENTES DE ÁREAS URBANAS E RURAIS DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ)

Claudinei Cássia Bueno da Rosa¹; Frederico Terra de Almeida²; Elias Lira dos Santos Júnior³;
Maria da Glória Alves⁴ & Meire Lélis Leal Martins⁵

Resumo – Este estudo avaliou a qualidade bacteriológica e alguns parâmetros físico-químicos da água subterrânea na zona urbana e rural do município de Campos do Goytacazes (RJ), para utilização em abastecimento doméstico. Os resultados das análises das 67 amostras de água coletadas foram comparados aos valores máximos permissíveis para consumo humano nas legislações federais vigentes no Brasil. Foram encontrados coliformes totais em 70,15% das amostras, coliformes fecais em 44,78% e *Escherichia coli* em 28,36% das amostras analisadas. Um total de 41,8% das amostras não atendeu ao recomendado legalmente para o parâmetro pH. O elevado percentual de amostras fora dos padrões de potabilidade representa risco à saúde dos consumidores de água deste manancial subterrâneo.

Abstract – This study evaluated the quality of groundwater using physical-chemical and microbiological parameters from urban and rural communities in Campos do Goytacazes (RJ), for domestic use. The results of 67 water samples analyses were evaluated according to standards set by federal legislation for drinking water in Brazil. Total coliforms were observed in 70.15% of the samples, fecal coliforms in 44.78% and *Escherichia coli* in 28.36% of the samples. Physical-chemical parameters not met by the samples were: pH 41.8% of the samples. The high percentage of samples that did not meet drinking water standards represent an important risk to the health of people who use groundwater in Campos dos Goytacazes (RJ).

Palavras-Chave - Água subterrânea; Potabilidade; Poços freáticos.

¹ Afiliação: Pesquisadora do Laboratório de Engenharia Civil - LECIV / CCT / UENF – End.: Av. Alberto Lamego, 2000 – CEP: 28.013-602 – tel/fax: (22) 2726-1517 - email: cbrosa@uenf.br – Apoio: TECNORTE / FENORTE

² Afiliação: Prof. do Laboratório de Engenharia Civil - LECIV / CCT / UENF – End.: Av. Alberto Lamego, 2000 – CEP: 28.013-602 – tel/fax: (22) 2726-1517 - email: fredterr@uenf.br

³ Afiliação: Doutorando da UENF e Prof. da UNESA e UNICAM - End.: o mesmo - email: eliasjr@uenf.br

⁴ Afiliação: Profa. do Laboratório de Engenharia Civil - LECIV / CCT / UENF - - End.: o mesmo - email: mgloria@uenf.br

⁵ Afiliação: Profa. do Laboratório de Tecnologia de Alimentos - LTA / CCTA / UENF - - End.: o mesmo

INTRODUÇÃO

O uso de corpos de água como receptores de efluentes orgânicos tem aumentado com o crescimento populacional, agravando o declínio das condições sanitárias em diversas comunidades humanas. A descarga de efluentes nos reservatórios de água, além de promover a eutrofização artificial, permite a contaminação por microrganismos patogênicos [1].

Os microrganismos patogênicos ao homem que são transmitidos pela água incluem bactérias, vírus, e protozoários. A maior parte deles crescem normalmente no trato intestinal do homem e alcançam o exterior através das fezes. Desse modo, a contaminação da água com material fecal, dejetos domésticos e industriais podem resultar em um aumento do risco de transmissão de doenças à humanos que utilizam esta água [2,3].

Nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças diarréicas de veiculação hídrica, são um sério problema, e nos países desenvolvidos um problema menor, mas crônico [4]. Essas doenças têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil, relacionadas à água de consumo humano [5].

Grande parte das doenças infecciosas que atingem os brasileiros está diretamente ligada ao problema da falta de saneamento básico. Um levantamento realizado no ano de 2000 pelo IBGE mostrou que 47,8% dos municípios brasileiros não têm esgoto. No Sudeste o serviço de esgoto serve 53% das residências, enquanto 70,5% são abastecidas com água. No Rio de Janeiro, dos 91 municípios, 79 coletam seus dejetos, ou seja, 86,8%.

O lançamento de esgoto doméstico sem tratamento prévio nos rios e córregos é uma prática usual e possibilita a contaminação fecal da água.

O rio Paraíba do Sul e seus afluentes vêm recebendo dejetos há muito tempo (poluição crônica). O desastre provocado com o derramamento de um grande volume de substâncias tóxicas (poluição aguda), acontecido em 29 de março de 2003, apenas alertou a sociedade para a poluição desses mananciais, que é constante.

Em função desses fatos e somando-se que ainda o abastecimento de água tratada não atende a toda as comunidades desses municípios, a população busca alternativas para o abastecimento de água, onde a maneira mais econômica e prática encontrada tem sido a captação de água, principalmente por meio de poços freáticos.

Em geral, as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação da água durante a sua percolação no meio, tornando-se uma fonte potencial de água de boa qualidade e baixo custo, podendo sua exploração ser realizada em áreas rurais e urbanas [6].

A qualidade das águas subterrâneas deve ser preservada, daí a crescente preocupação com a sua contaminação. Entre as principais fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas pode-se citar os vazamentos em dutos e tanques de armazenamentos subterrâneos de combustível, atividades de mineração e uso de defensivos agrícolas. Outras importantes fontes de contaminação são os esgotos que, nas cidades e nas regiões agrícolas, são lançados no solo diariamente em grande quantidade, poluindo rios, lagos e lençol freático [7,8].

As fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microorganismos patogênicos [9,10].

Em condições ideais, a água potável não deve incluir nenhum microorganismo patogênico, nem, bactérias indicadoras de contaminação fecal. Habitualmente a qualidade microbiológica da água potável é avaliada de forma indireta por meio dos denominados indicadores de contaminação fecal. Para a avaliação das condições sanitárias da água são utilizadas bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grandes quantidades pelas fezes. A presença de algum membro deste grupo em águas tratadas sugere contaminação depois do tratamento da mesma [11].

A quantidade destes microorganismos indica o grau de contaminação, e conseqüentemente o risco potencial quanto à presença de patógenos [12].

Atualmente a espécie *Escherichia coli* é considerada o melhor indicador de contaminação fecal, visto que algumas espécies de bactérias pertencente ao grupo coliformes fecais podem ser encontradas em outras fontes que não fezes.

OBJETIVOS

Com o incremento do uso das águas subterrâneas da cidade de Campos dos Goytacazes, devido ao recente acidente ocorrido no Rio Paraíba do Sul, e mesmo porque em várias regiões do município não existe ainda abastecimento de água tratada, e ainda, a utilização de poços por várias comunidades rurais, faz-se necessário o conhecimento das características bacteriológicas destas águas com vistas à saúde pública.

Este trabalho teve como objetivo analisar amostras de água de poços freáticos ou “cacimba”, através da técnica dos Tubos Múltiplos, para detectar presença ou ausência de bactérias do grupo Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Escherichia coli*, de modo a verificar a qualidade da água subterrânea na área municipal de Campos dos Goytacazes (RJ), e georeferenciar os resultados de maneira a indicar locais susceptíveis a poluição.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de água subterrânea (poços) provenientes de poços localizados na zona urbana e rural do município de Campos dos Goytacazes (RJ), foram coletadas durante os meses de junho, julho, agosto e setembro de 2003.

Além da colimetria, a temperatura e o pH foram determinados concomitantemente. Para as análises microbiológicas utilizou-se a técnica de tubos múltiplos [13], sendo os outros parâmetros físico-químicos analisados de acordo com as metodologias recomendadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [13].

Coleta e Preparo das amostras

Amostras de água provenientes de 67 poços no município de Campos dos Goytacazes foram analisadas durante o período de maio a outubro de 2003.

Um total de 67 amostras de água foi coletado aleatoriamente em frascos de vidro estéreis e transportados ao Laboratório de Microbiologia Industrial e de Alimentos em condições isotérmicas no intervalo de, no máximo, 2 horas. Nessas amostras realizou-se Contagem de Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Escherichia coli*.

A temperatura e o pH das amostras foram medidos no próprio local de coleta.

As amostras foram coletadas e preparadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [13].

Contagem de Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Escherichia coli* pelo método do Número Mais Provável (NMP).

A metodologia utilizada para a Contagem de Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Escherichia coli* em água foi a da American Public Health Association, descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [13].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os poços estudados eram superficiais, localizados no aquífero livre, situados acima da camada rochosa, o que os torna mais suscetível à contaminações, diferentes dos aquíferos artesianos, que são confinados por camadas relativamente impermeáveis e que protege as águas das possíveis contaminações.

Análise de Coliformes totais, fecais e de *Escherichia coli* em amostras de água

Verificou-se que 28,36% das amostras de água subterrânea não estão em conformidade com o padrão microbiológico estabelecido pela Portaria N^o 1.469/2000 do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a água para consumo humano, incluindo fontes individuais como poços, não é permitida a presença de coliformes fecais ou termotolerantes em 100ml da água (art. 11). Em relação a coliformes totais, o art. 11 §8^o determina que em amostras procedentes de poços tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo ser investigada a origem da ocorrência e tomadas providências imediatas de caráter corretivo, preventivo e realizada nova análise.

Segundo a Resolução do CONAMA n^o 20 de 18/06/86, art. 3^o, para uso de abastecimento sem prévia desinfecção, os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra. Portanto, mais de 90% das amostras indicavam água imprópria para consumo humano.

Esta contaminação dos poços pode ser atribuída às instalações inadequadas das fossas, uma vez que foi constatada em grande parte das residências o uso de fossas instaladas em lugares mais altos ou muito próximas aos poços.

Segundo a Organización Panamericana de la Salud [14], em torno de 20% da população dos países em desenvolvimento dispõem de fossas sépticas ou outro tratamento *in situ* como medida de proteção da salubridade do seu domicílio. Essas técnicas, porém, podem permitir a liberação de patógenos, que se infiltram e podem alcançar as águas subterrâneas, colocando em perigo a saúde dos vizinhos que consomem água desse manancial.

Segundo os resultados mostrados na Figura 1, 70,15% mostraram-se positivas para coliformes totais e 44,78% para coliformes fecais. Em 28,36% das amostras encontrou-se a presença de *Escherichia coli* indicando com maior segurança a presença de matéria fecal na água e a possível presença de bactérias enteropatogênicas, que por serem mais raros e mais frágeis às condições ambientais, tornam-se difíceis de serem evidenciados.

A bactéria *Escherichia coli* coloniza o trato gastro-intestinal e torna-se patogênica em função de fatores como o “stress”, falta de higiene e manejo incorreto.

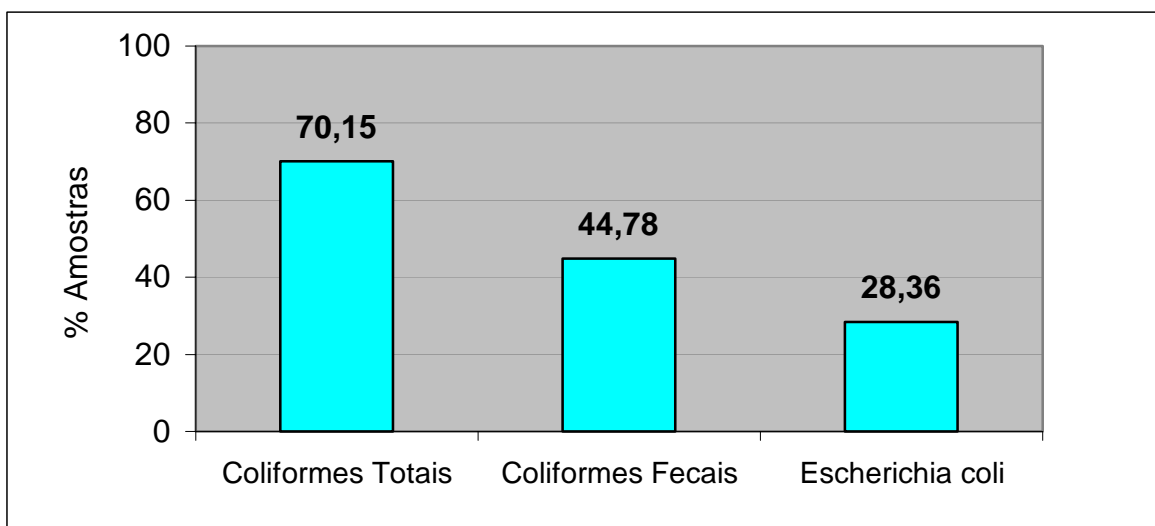


Figura 1 - Porcentagem de Coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* em amostras de água de poços freáticos tipo “cacimba” no período de junho a setembro de 2003.

Os resultados encontrados neste estudo revelaram que o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli* variou de <2,2 a >16,0 coliformes/100mL. Das 67 amostras analisadas, somente em 28,4% encontramos <2,2 Coliformes totais/100mL, ou seja, não foi detectada a presença desse grupo de bactérias (Tabela 1).

Escherichia coli é um microrganismo que satisfaz as exigências de um indicador ideal de poluição, que, entre outros fatores, é facilmente evidenciado por técnicas laboratoriais padronizadas [15].

A presença de *Escherichia coli* nas amostras de água analisadas indicam com maior segurança a presença de matéria fecal na água e a possível presença de bactérias enteropatogênicas. Desta maneira, a água dos poços contaminados por esta bactéria pode ser um veículo de transmissão de doenças.

Os locais onde foram coletadas as amostras de água foram georeferenciados de maneira a indicar locais susceptíveis a poluição. A Figura 2 mostra um mapa geral das regiões estudadas, com os resultados de presença ou ausência de *Escherichia coli*.

Tabela 1 - Número mais provável de Coliformes totais e fecais e a confirmação da presença de *Escherichia coli* em água.

Amostra	Colif.totais	Colif. fecais	<i>Escherichia</i>	Amostra	Colif. totais	Colif. fecais	<i>Escherichia</i>
	NMP/100mL	NMP/100mL	<i>coli</i>		NMP/100mL	NMP/100mL	<i>coli</i>
1	<2,2	<2,2	<2,2	35	>16,0	5,1	<2,2
2	5,1	<2,2	<2,2	36	>16,0	<2,2	<2,2
3	16,0	2,2	<2,2	37	5,1	<2,2	<2,2
4	9,2	<2,2	<2,2	38	2,2	<2,2	<2,2
5	>16,0	>16,0	16,0	39	2,2	<2,2	<2,2
6	9,2	<2,2	<2,2	40	9,2	2,2	2,2
7	<2,2	<2,2	<2,2	41	>16,0	>16,0	>16,0
8	<2,2	<2,2	<2,2	42	>16,0	>16,0	>16,0
9	<2,2	<2,2	<2,2	43	>16,0	<2,2	<2,2
10	9,2	<2,2	<2,2	44	>16,0	2,2	2,2
11	<2,2	<2,2	<2,2	45	5,1	<2,2	<2,2
12	<2,2	<2,2	<2,2	46	5,1	<2,2	<2,2
13	<2,2	<2,2	<2,2	47	16,0	16,0	9,2
14	<2,2	<2,2	<2,2	48	>16,0	>16,0	9,2
15	>16,0	9,2	9,2	49	>16,0	>16,0	16
16	2,2	<2,2	<2,2	50	9,2	5,1	<2,2
17	<2,2	<2,2	<2,2	51	>16,0	9,2	9,2
18	<2,2	<2,2	<2,2	52	9,2	2,2	2,2
19	<2,2	<2,2	<2,2	53	<2,2	<2,2	<2,2
20	16,0	16,0	<2,2	54	>16,0	>16,0	<2,2
21	>16,0	2,2	<2,2	55	>16,0	<2,2	<2,2
22	>16,0	2,2	2,2	56	2,2	<2,2	<2,2
23	<2,2	<2,2	<2,2	57	>16,0	<2,2	<2,2
24	>16,0	>16,0	>16,0	58	<2,2	<2,2	<2,2
25	<2,2	<2,2	<2,2	59	>16,0	5,1	<2,2
26	<2,2	<2,2	<2,2	60	<2,2	<2,2	<2,2
27	>16,0	9,2	<2,2	61	2,2	2,2	<2,2
28	>16,0	5,1	5,1	62	<2,2	<2,2	<2,2
29	16,0	<2,2	<2,2	63	<2,2	<2,2	<2,2
30	<2,2	<2,2	<2,2	64	>16,0	>16,0	5,1
31	>16,0	9,2	2,2	65	>16,0	>16,0	9,2
32	>16,0	>16,0	5,1	66	9,2	<2,2	<2,2
33	>16,0	16	<2,2	67	>16,0	9,2	5,1
34	>16,0	5,1	<2,2				

* < 2 bactérias/100mL indica análises onde não há crescimento de bactérias coliformes, segundo tabela do NMP.

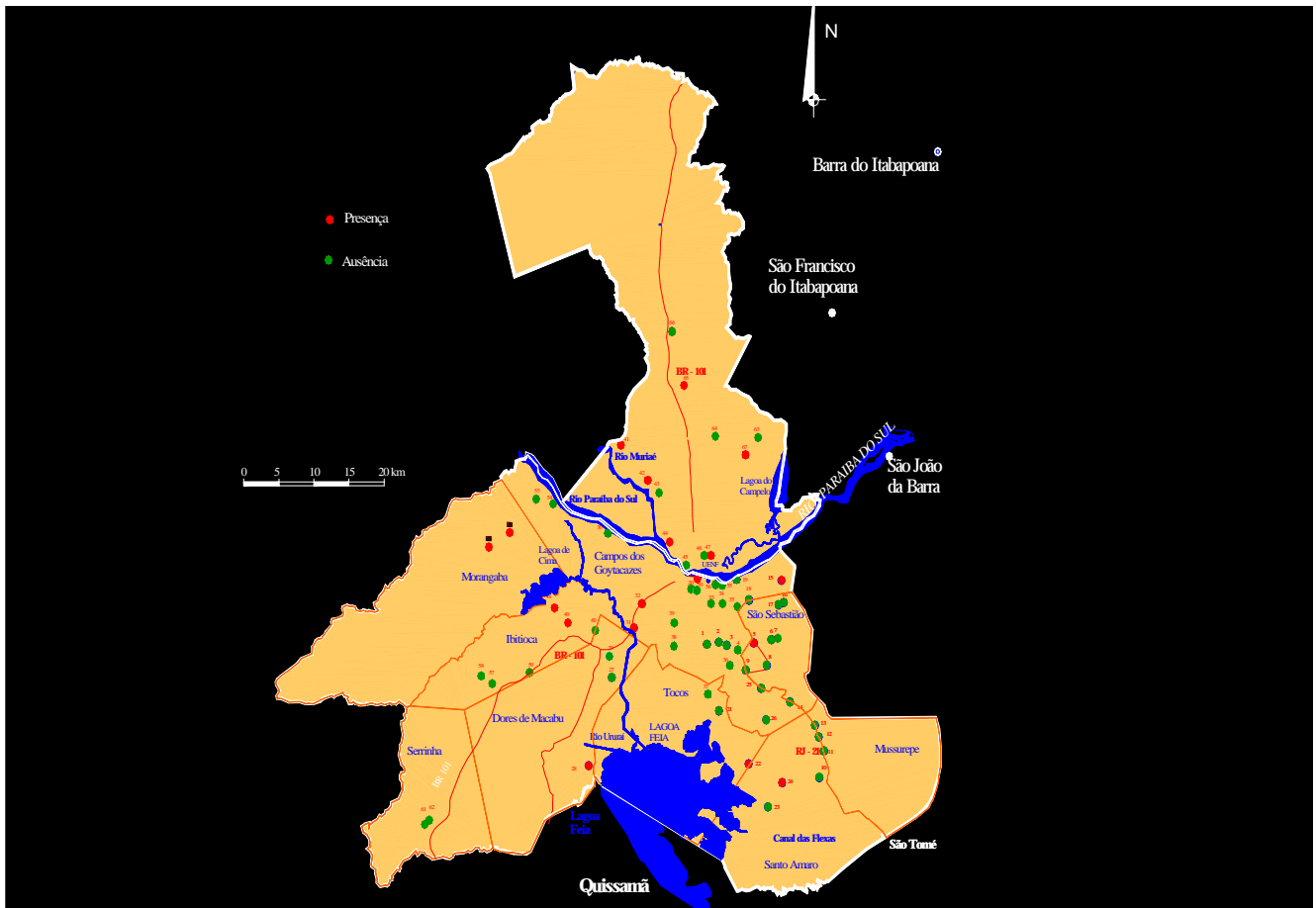


Figura 2 - Localização da área de estudo e presença e ausência de *Escherichia coli*

Parâmetros Físico-químicos

O pH das amostras situou-se entre 3,41 (amostra 10) e 7,46 (amostra 26), sendo que a maioria situa-se dentro da faixa permitida pela legislação (Tabela 2).

O município de Campos dos Goytacazes – RJ é carente de infra-estrutura de saneamento básico. A população recorre à perfuração de poços tubulares para complementar ou até mesmo substituir a água fornecida pela Concessionária Águas do Paraíba. A água contaminada coloca a população consumidora exposta a diversos riscos para a saúde. Esse risco pode ser diminuído se regularizar o suprimento de água potável. Para os domicílios que não dispõem de sistema de distribuição, sugerimos que estes devem ser informados dos problemas de potabilidade de suas águas e algum tipo de tratamento ou substituição da fonte de água deve ser providenciado.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros físico-químicos avaliados nas água dos poços do município de Campos dos Goytacazes (RJ).

Amostra	Temperatura (°C)	Ph	Amostra	Temperatura (°C)	Ph
1	24	6,72	35	25	6,66
2	27	6,65	36	26	7,07
3	25	6,4	37	27	6,9
4	-	-	38	30	6
5	23	6,74	39	27	6,4
6	22	6,22	40	-	6,82
7	-	-	41	33	6,24
8	22	6,6	42	28	3,92
9	28	6,83	43	27	5,05
10	22	3,41	44	26	7
11	20	6,78	45	27	6,33
12	22	6,36	46	27	5,26
13	22	6,86	47	-	6,26
14	22	6,36	48	25	4,85
15	27	7,3	49	24	5,6
16	30	7,35	50	-	6,9
17	27	6,87	51	24	4,96
18	27	6,26	52	25	4,55
19	26	6,36	53	23	5,82
20	-	-	54	23	6,06
21	21	6,3	55	-	6,39
22	23	6,4	56	-	6,88
23	24	3,68	57	29	5,19
24	24	5,27	58	26	5,75
25	21	6,3	59	26	4,86
26	23	7,46	60	29	4,5
27	23	6,16	61	26	5,55
28	27	4,45	62	26	4,41
29	25	4,36	63	28	3,94
30	22	5,85	64	30	4,17
31	26	6,19	65	26	3,58
32	25	5,95	66	27	4,13
33	206	6,58	67	27	5,06
34	24	6,5			

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho permite fazer as seguintes conclusões e recomendações:

- 28% das águas dos poços não atendem a portaria do M.S. nº 1.469 / 2000, no que se refere a potabilidade da água;
- 70% das amostras dos poços avaliadas apresentam coliformes totais, o que exige alguns cuidados no seu uso;

- a amostragem realizada foi mais concentrada no centro da cidade, encontrando-se para essa região um maior nº de poços contaminados, paradoxalmente a existência de saneamento;
- recomendação de um programa de educação ambiental de conscientização da população sobre o uso racional das águas subterrâneas;
- proposta de continuação do trabalho com repetições das águas de poço analisadas, considerando épocas de cheia e de secas e tentando correlacioná-las;
- proposta de estudos que contemplem a correlação entre os níveis de contaminação encontrados e as atividades potencialmente poluidoras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Parque de Alta Tecnologia do Norte Fluminense / Fundação Estadual do Norte Fluminense (TECNORTE / FENORTE), pelo apoio financeiro efetuado na forma de pagamento de bolsa de pesquisa à autora principal, o que permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

Também importante destacar o apoio prestado pela Professora Meire Lelis Leal Martins na permissão do uso do Laboratório para realização das análises bem como fornecimento de material de laboratório.

Os autores ainda agradecem a toda comunidade, que foi extremamente receptiva aos pesquisadores, permitindo a entrada em suas casas para efetuar as coletas de águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ESTEVES, F.A. ed. *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*, Rio de Janeiro, 1998.
- [2] GELDREICH E. E. Microbial water quality concerns for supply use. *Environ Toxicol Water* 1991;6:209-23.
- [3] WIGGINS B.A. Discriminate analysis of antibiotic resistance patterns in fecal streptococci, a method to differentiate human and animal source of fecal pollution in natural waters. *Appl Environ Microbiol* 1996;62:3997-4002.
- [4] GRANT M. A. A new membrane filtration medium for simultaneous detection and enumeration of *Escherichia coli* and total coliforms. *Appl Environ Microbiol* 1997;63:3326-530.
- [5] LESER, W. S.; BARBOSA, V.; BARUZZI, R. G.; RIBEIRO, M. D. B. & FRANCO, L. J. *Elementos de Epidemiologia Geral*. São Paulo: Atheneu. 1985.

- [6] OLIVEIRA, L. I. LOUREIRO, C. O. Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação preliminar. In: **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. 2000. <<http://www.abas.org/congressos/x1998/art61.html>>.
- [7] ALABURDA, J., NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Revista de Saúde Pública*, v.32, p.160-165. 1998.
- [8] REBOUÇAS, A. C. Diagnóstico do setor de hidrologia. *Caderno Técnico*, v.2, p.42-46. 1996.
- [9] SISINNO, C. L. S. & MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cad. Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, 12(4):515-523, out-dez, 1996
- [10] FREITAS, M. B., ALMEIDA, L. M. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. In: **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. CD-ROM, São Paulo: Sonopress-Rimo. 1998.
- [11] BASUALDO, J. A., CORDOBA, M. A., DE LUCA, M. M., ROCÍA, L., PEZZANI, B. C., VAY, C., AGERON, E., GRIMONT, P. A. D. Aislamiento y caracterización de coliformes injuriados provenientes de la red de distribución de agua de bebida de La Plata, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, v.33, n. 1, 2001.
- [12] RIVERA, I. N. G. e MARTINS, M. T. Bactérias enteropatogênicas no ambiente aquático. *Revista Ciências Farmacêuticas*, v.17, p.115-136. 1996. São Paulo.
- [13] APHA. American Public Health Association. 1995. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 19th ed. American Public Health Association, Inc., Washington, D.C.
- [14] OPS. Organización Panamericana de la Salud. 2000. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. *Publicación Científica*. 572. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C.
- [15] PELCZAR JR., M. J., CHAN, E. C. S., KRIEG, N. R., **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. v. 2. 2. ed. São Paulo: Makron, 1996. 517 p.