

MONITORAMENTO DA CUNHA SALINA NOS AQUIFÉROS COSTEIROS DE PIRATININGA, NITERÓI- RJ

Alexandre Cruz¹; Gerson Cardoso da Silva Jr²; Tiago Carvalho Pizani³; Michael George Lowsby³

RESUMO

A exploração excessiva das águas dos aquíferos costeiros que ocorria na região de Piratininga (Niterói-RJ) desde os anos da década de 1970 até o final de 2000, causou a salinização das águas subterrâneas em alguns pontos. A análise das características hidrogeoquímicas, através de diagramas de dispersão (rCl^-/rNa^+), logarítmicos e triangulares, demonstrou que havia indícios de intrusão marinha (Silva Jr. *et al.*, 2000). A comparação dos mapas de distribuição de cloretos dos anos de 1999, 2000 e 2002, permitiu observar um recuo da cunha salina do continente para o mar. Concluiu-se que com a diminuição do número de poços ativos devido ao início do fornecimento de água pela Companhia Águas de Niterói, a partir de dezembro de 2000, e a conseqüente redução do uso da água subterrânea em Piratininga, os aquíferos estão menos salinizados. Este rápido recuo está relacionado à fatores como o aumento do gradiente hidráulico pelo aumento da recarga, causando a aceleração do recuo da cunha salina, além das características do aquífero (livre e arenoso, com alta permeabilidade), que responde rapidamente às alterações sazonais e de recarga, conforme foi demonstrado neste trabalho com o monitoramento do nível freático e da pluviosidade diária.

PALAVRAS CHAVE

Aquífero Costeiro; Intrusão Marinha; Hidrogeoquímica; Niterói-RJ

INTRODUÇÃO

A salinização das reservas de água doce em zonas costeiras tem se tornado preocupante neste último século devido às crescentes demandas de água subterrânea pelas populações que habitam essas zonas. Por se tratar freqüentemente de locais de lazer, onde a população flutuante atinge no verão um tamanho muito maior que o da população fixa, essas áreas costeiras apresentam problemas, de certo modo particulares. Assim, durante o período de maior afluência populacional, as vazões extraídas devem ser gerenciadas a fim de garantir o abastecimento a longo prazo, ao mesmo tempo em que se deve evitar e/ou minimizar os efeitos da poluição antrópica, bem como controlar o avanço da cunha marinha (Lowsby, 2000).

1) UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Bolsista do Projeto Acost-Rio – alexandreacruz19@geologiabotmail.ufrj.brcom

2) UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coordenador do Projeto Acost-Rio – gerson@acd.ufrj.br

3) UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente na PETROBRAS S.A. – Pesquisador do Projeto Acost-Rio – pizani@acd.ufrj.brp

A medida em que grandes quantidades de água doce são bombeadas destes aquíferos costeiros, a diferença entre os gradientes hidráulicos favorece o fluxo de água salgada em direção ao continente, isto é, o avanço da cunha salina.

A área de estudo é a restinga de Piratininga, localizada na chamada Região Oceânica de Niterói-RJ, imediatamente a leste da entrada da baía de Guanabara (figura 1). O período do monitoramento hidrogeoquímico realizado nas águas subterrâneas em Piratininga foi concomitante à implantação da rede subaérea de abastecimento de água doce na região e com o racionamento de energia ocorrido no Brasil ao final do ano 2000, refletindo em uma diminuição brusca no uso de água subterrânea na região.

Este trabalho é parte integrante do projeto ACOST-RIO, financiado pelo PADCT III / FINEP tendo como instituição executora a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e como co-executoras a Universidade Federal Fluminense (UFF), o Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ), a Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM) e o Observatório Nacional (ON).

OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é o de monitorar a cunha salina através de um levantamento hidrogeoquímico em Piratininga, observando, através do íon cloreto, as suas dimensões desde o ano de 1999. Também foram realizadas análises químicas dos componentes maiores dissolvidos na água subterrânea (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-}) e medições da profundidade do nível d'água nos poços e trabalhos de topografia, que tiveram como objetivo, respectivamente, a caracterização das águas e a produção de mapa potenciométrico com determinação das direções de fluxo subterrâneo (figura 1).

MAPA DE FLUXO SUBTERRÂNEO DE PIRATININGA

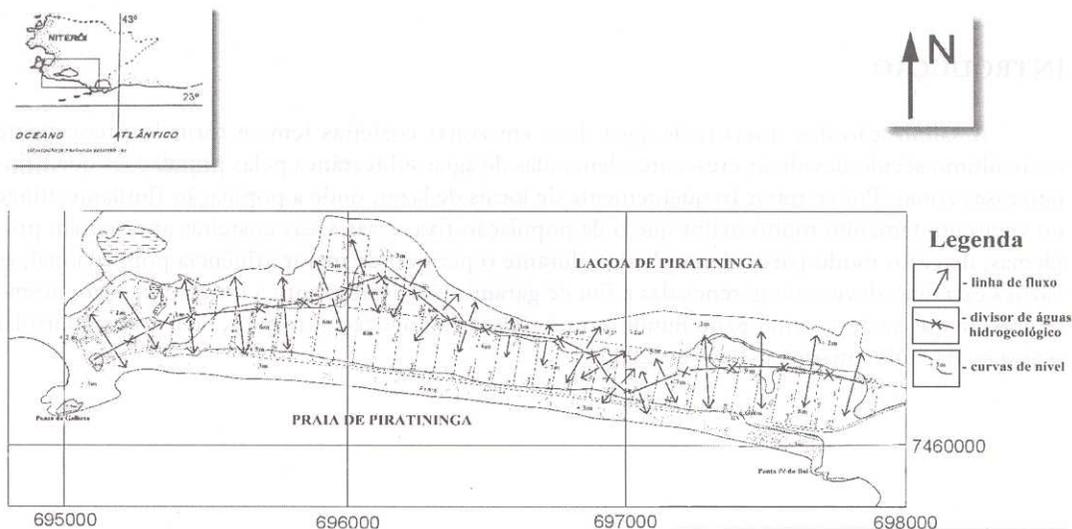


Figura 1- Mapa potenciométrico da restinga de Piratininga com direções de Fluxo (Lowsby, 2000; Lowsby e Alves, 2000).

Também realizou-se um seguimento temporal (monitoramento) do nível d'água nos poços e da pluviosidade, que teve como objetivo verificar a resposta do aquífero à fatores sazonais.

METODOLOGIA

TRABALHOS EM CAMPO

Nas etapas de campo em Piratininga, foram realizadas amostragens para análise dos elementos maiores da água subterrânea e amostragens para análise de cloretos, com pontos d'água distribuídos na faixa costeira de Piratininga e encaminhadas ao Laboratório de Análises Minerais do Serviço Geológico do Brasil (LAMIN/CPRM).

Também foram realizadas em campo análises físico-químicas, levantamentos planialtimétricos, determinação da profundidade do nível d'água nos poços e instalação de medidor de nível automático programado para monitoramento diário da oscilação do nível d'água em poço tubular.

TRABALHOS EM GABINETE

Para a caracterização hidrogeoquímica, os dados obtidos durante levantamentos de campo (parâmetros físico-químicos) e através das análises químicas de elementos maiores e de cloretos, foram tratados com a utilização do software Aquachem (Waterloo Inc.) e confeccionados diagramas de Piper, Schoeller e também da relação Cl/Na⁺.

Também foram produzidos dois mapas de isóteores de cloretos para os anos de 1999, 2000 e 2002 para localização dos pontos de intrusão marinha.

GEOLOGIA REGIONAL

Com base no projeto Carta Geológica do Rio de Janeiro - Bloco da Baía de Guanabara (figura 2), observam-se na área de estudo dois conjuntos principais de materiais geológicos: as rochas cristalinas (pré-cambrianas), por vezes cortadas por diques mesozóicos, e os sedimentos costeiros cenozóicos.

GEOLOGIA DO PRÉ-CAMBRIANO

As rochas desse período mostram várias fases deformacionais de caráter dúctil principalmente durante o evento termo-tectônico Brasiliano, no final do Proterozóico (Heilbron *et al.*, 1995). São identificadas ainda unidades intrusivas que registraram a continuação de atividade ígnea após o pico metamórfico, representado por granitos e pegmatitos tarditectônicos (Winkler, 1976).

GEOLOGIA DO CENOZÓICO

A geologia desta Era é marcada por sedimentos fluviais, que se constituem por depósitos de planície de inundação, canais fluviais, leques aluviais e tálus (DRM/RJ, 1981); e sedimentos litorâneos, representados principalmente por feições do tipo praias recentes, restingas, cúspides de laguna e dunas litorâneas, podendo também preencher estreitas linhas de praias primitivas. Seus sedimentos são constituídos por areias quartzosas, de coloração esbranquiçada, por vezes amarelada, apresen-

tando-se razoavelmente selecionadas e com matriz siltica a argilosa, granulometria de fina a grosseira, com grãos variando de subangulares a arredondados. Engloba também sedimentos paludais, depositados em ambientes de água doce a pouco salobra e em ambientes de água salobra. Os primeiros constituem os depósitos de pântano ou brejos, tendo como sedimento característico a turfa e os ambientes de água salobra constituem os depósitos de mangue e laguna.

RESULTADOS

HIDROGEOLOGIA

A oscilação do nível d'água em Piratininga foi verificada com a instalação do medidor de nível d'água eletrônico (*levellogger*) durante os meses de maio e junho de 2002. A partir das medições da pluviosidade na estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município de Maricá, foi possível verificar a rápida ascensão do nível da água subterrânea (figura 3).

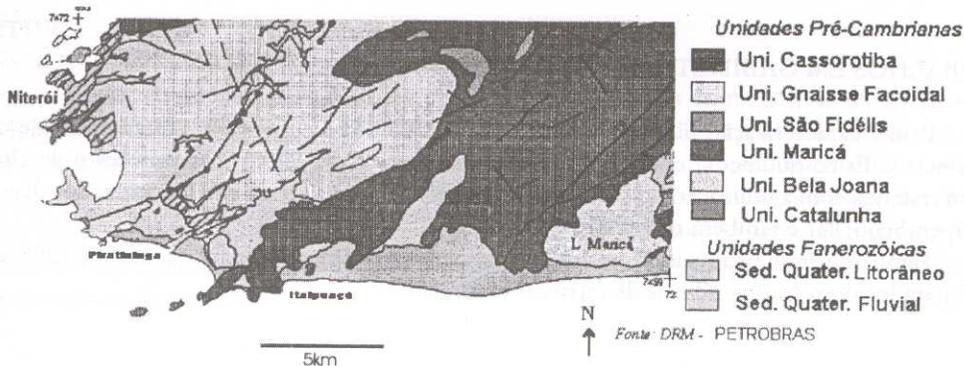


Figura 2 - Mapa geológico da Região Occânica de Niterói (DRM-PETROBRAS,1983).

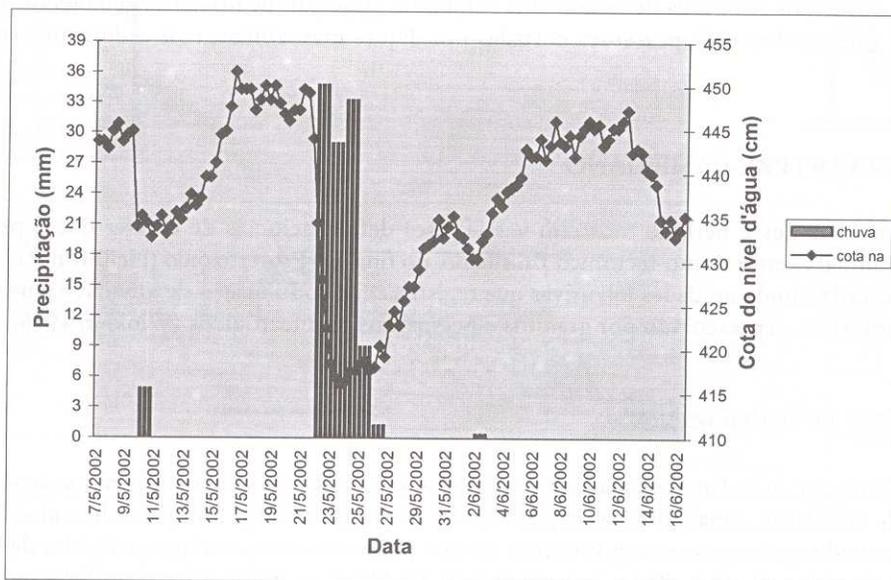


Figura 3 - Gráfico de precipitação vs oscilação do N.A em Maricá-RJ (próximo à Piratininga) em maio e junho de 2002

HIDROGEOQUÍMICA

As águas subterrâneas de Piratininga são do tipo cloretadas-sódicas com presença significativa de sulfatos. A partir do parâmetro concentração de cloreto e análise de elementos maiores, foi possível dividir a área, quanto a concentração de sais presente na água, em três regiões hidrogeológicas principais: (1) a faixa costeira, que apresenta os maiores valores de concentração de cloreto devido a proximidade com o mar e ao adelgaçamento natural da extremidade da cunha de água doce do cordão arenoso; (2) a central, que apresenta as águas de melhor qualidade, com pouca contaminação salina devido, principalmente, à contribuição de água das chuvas, à distância com o mar e à maior espessura do corpo de água doce; e, por último, (3) a lagunar, que apresenta águas com qualidade relativamente boa, tendo como limitação, mais uma vez, a diminuição da espessura da extremidade da cunha de água doce do cordão arenoso, isto é, quanto mais próximos forem os poços da lagoa, menores deverão ser suas profundidades de captação, a fim de evitar o bombeamento de água salgada.

Evidenciaram-se, a partir da análise do diagramas de dispersão Cl/Na⁺ (Figura 4), indícios de salinização em função da intrusão marinha provinda tanto do mar quanto da lagoa, no caso de Piratininga, onde esta relação segue um “trend” característico de diluição da água marinha, verificada para as águas do mar e da lagoa.

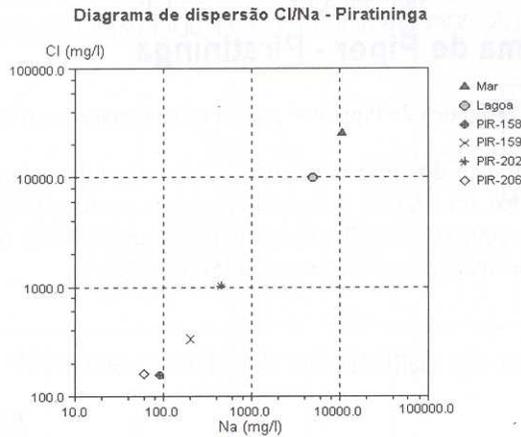


Figura 4 - Diagrama de dispersão Cl/Na⁺ dos pontos de amostragem em Piratininga.

O estudo das águas dos poços também demonstrou que estas eram, na maioria dos casos, uma mescla da água do mar e da chuva ou água do mar diluída, como pode ser verificado no diagrama de Schoeller (figura 5) e no diagrama de Piper (figura 6), comparando-se as curvas de concentrações dos íons principais das águas do mar e subterrâneas.

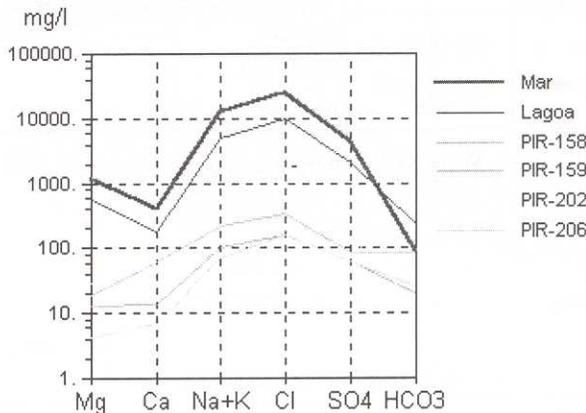


Figura 5 - Diagrama logarítmico dos pontos de amostragem em Piratininga.

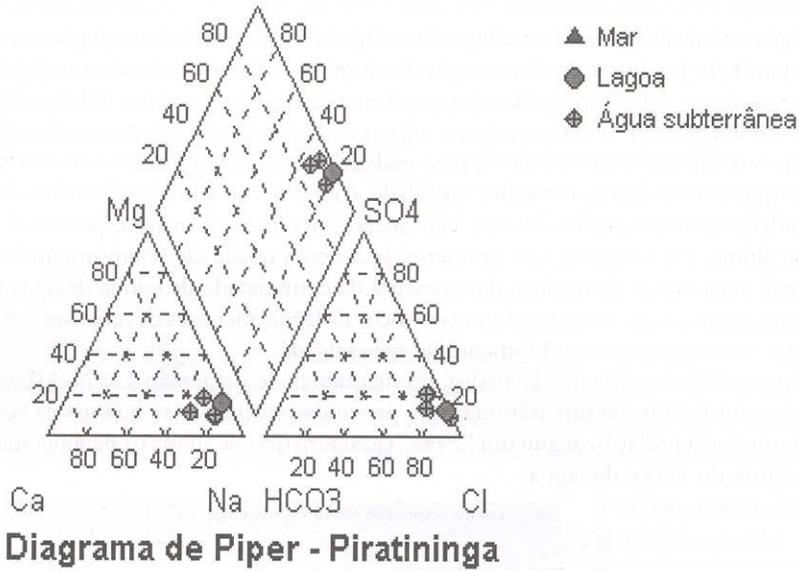


Figura 6: Diagrama de Piper dos pontos de amostragem em Piratininga.

A partir da comparação dos mapas de distribuição de cloretos e de condutividade elétrica, percebe-se que ao longo dos anos houve um rápido recuo da cunha salina do continente para o mar, principalmente no ano de 2002 (Figuras 7 a 10), devido a diminuição do número de poços ativos e, conseqüentemente, do uso da água subterrânea em Piratininga.

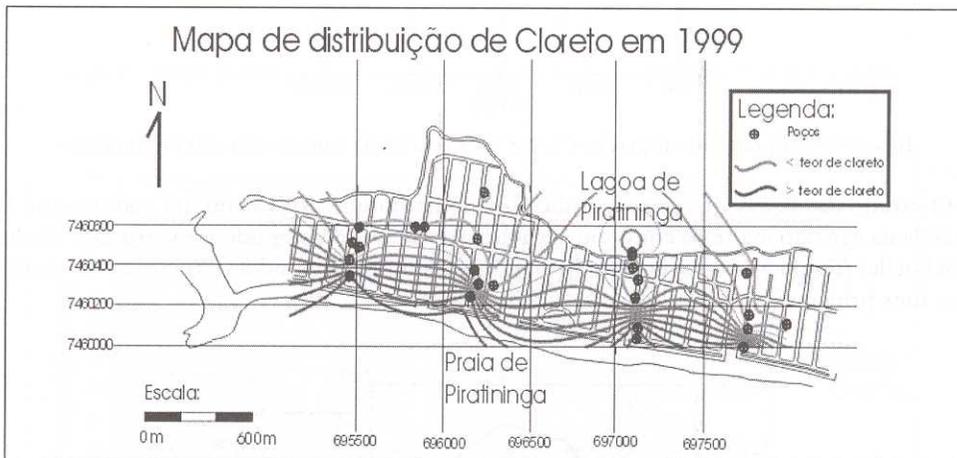


Figura 7 - Mapa de distribuição de cloreto no ano de 1999.

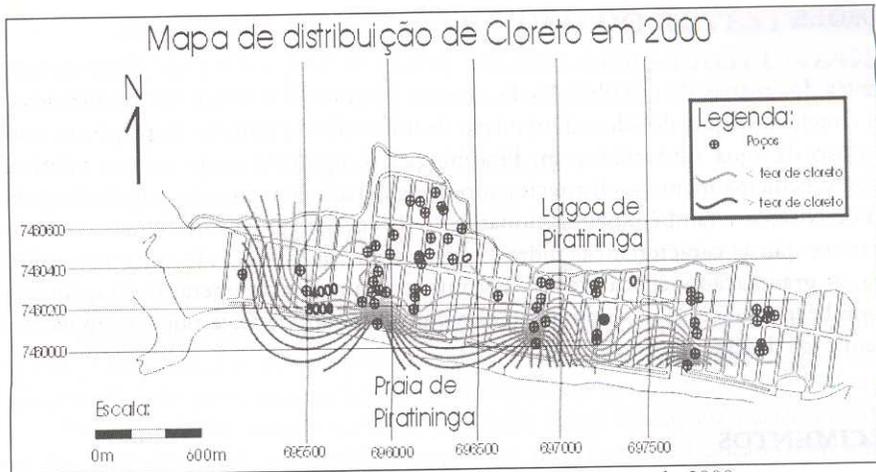


Figura 8 - Mapa de distribuição de cloreto no ano de 2000.

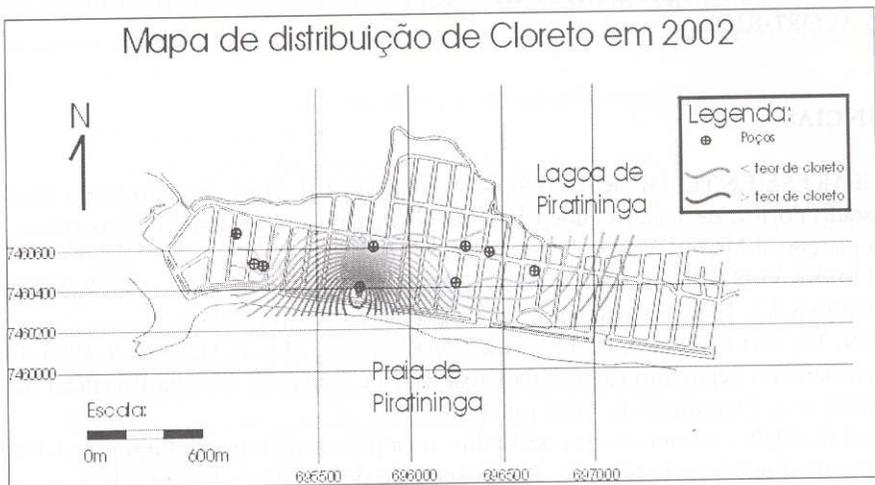


Figura 9 - Mapa de distribuição de cloreto no ano de 2002.

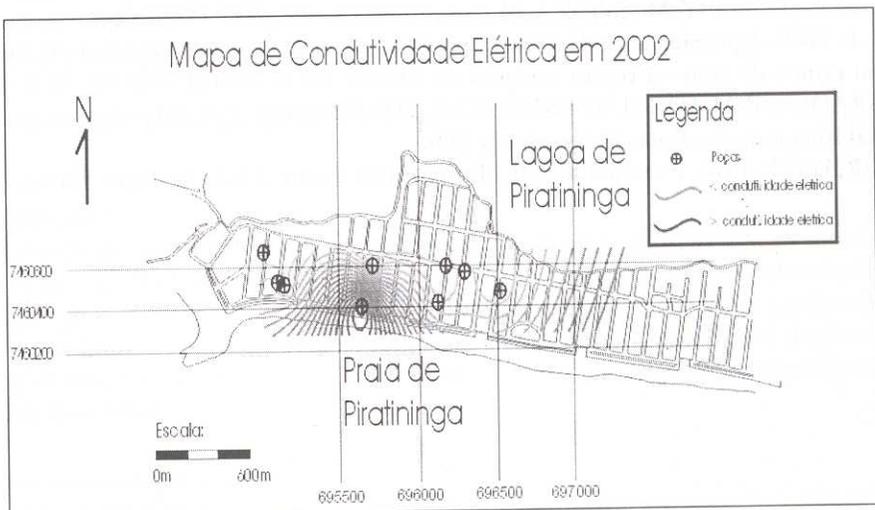


Figura 10 - Mapa de condutividade elétrica no ano de 2002.

CONCLUSÕES

Através dos mapas de distribuição de cloretos (Figuras 7, 8 e 9) e de condutividade elétrica (Figura 10) concluiu-se que, devido a diminuição da utilização do número de poços e a conseqüente redução do uso da água subterrânea em Piratininga, os aquíferos estão menos salinizados. Isso ocorreu devido principalmente ao fornecimento de água para consumo da população pela Companhia Águas de Niterói e também pelo racionamento de energia no País neste mesmo período. Com isso, constata-se que as características hidrogeológicas do aquífero local - uma areia relativamente homogênea, de granulação média a grossa - permitem uma rápida recuperação da qualidade da água quando o bombeamento cessa ou diminui radicalmente. Por outro lado, também é rápida a salinização das águas em caso de exploração excessiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seu agradecimento ao Programa de Auxílio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT III - MCT) e à FINEP pelo apoio financeiro à realização do projeto ACOST-RIO.

REFERÊNCIAS

- DRM (DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS-RJ). 1981. Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro-Bloco Baía de Guanabara-Folhas Baía de Guanabara, Itaboraí, Saquarema e Maricá. Volume 1 e 2. Niterói-RJ.
- DRM-PETROBRÁS (DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS e PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.). 1983. Atlas Geológico do Estado do Rio de Janeiro.
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; VALLADARES, C.S.; MACHADO, N.A. 1995. Orogênese Brasileira no Segmento Central da Faixa Ribeira, Brasil. in: Revista Brasileira de Ciências. Vol.25 n° 4. Dezembro de 1995. pp249-266.
- LOWSBY, M.G. 2000. - Estudo da intrusão salina no aquífero costeiro de Piratininga, Região Oceânica do município de Niterói - RJ. Dissertação de Mestrado, IGEO-UFRJ.
- LOWSBY, M.G; ALVES M.G. 2000. Characterization of Coastal Aquifers of the Oceanic Area of Niterói- RJ, Brazil. 32° Congresso Internacional de Geologia, agosto, Rio de Janeiro.
- SILVA Jr., G. C., LOWSBY, M., SOUZA, M.G.A., ROCHA, P.F., MONTEIRO, A. C., ALMEIDA, R. R. 2000. A problemática da intrusão marinha nos aquíferos costeiros do leste fluminense: um estudo de caso - a região oceânica de Niterói. In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2000, Fortaleza - CE. Anais do Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. 2000.
- WINKLER, H.G.F. 1976. Petrogenesis Of Metamorphic Rochs. 3 Ed., Springer Verlag, N. York.