



Impacto da Mineração de Areia sobre a Química das Águas Subterrâneas, Distrito Areeiro da Piranema, Municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro.

Eduardo Duarte MARQUES^{1,3}; Décio TUBBS²; Olga Venimar O. GOMES³; Thiago G. CUZZATTI¹; Emmanoel Vieira SILVA-FILHO³

1- CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte (MG), Brasil - eduardo.marques@cprm.gov.br, thiago.cuzzatti@cprm.gov.br, 2- Universidade Federal Rural do RJ, Departamento de Geociências, Seropédica (RJ), Brasil. tubbs@ufrj.br, 3- Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Niterói (RJ), Brasil. gomes.olga@gmail.com; geoemma@vm.uff.br

Resumo

O Distrito Areeiro de Seropédica-Itaguaí abastece cerca de 70% da areia para a construção civil na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O processo de extração de areia remove as camadas superficiais de areia, fazendo com que a água subterrânea preencha as cavas produzidas. Tal atividade causa a oxidação de sedimentos reduzidos (antigas linhas de costa – manguezais), fornecendo baixo pH (< 4) e altas concentrações de SO_4 ($> 90 \text{ mg L}^{-1}$). A alta acidez destas águas, similar a cavas de minérios sulfetados e drenagem ácidas de mina, contribui para acelerar a taxa de intemperismo dos sedimentos, principalmente os silicáticos, os quais produzem altas concentrações de Al ($> 10 \text{ mg L}^{-1}$), refletindo na mudança química da água subterrânea circunjacente.

Palavras-chave: *hidrogeoquímica/acidificação/cavas de extração de areia/água subterrânea*

Abstract

The Seropédica-Itaguaí Quarrying district supplies about 70% of sand for building construction of Rio de Janeiro Metropolitan Region. The sand extraction process removes the surface sedimentary layers and induces the water table fills the mined pit. The sand extraction activities cause the oxidation of reduced sediments (ancient coast lines lithologies – mangrove environment), providing low pH values (reaching values < 4) and high SO_4 concentrations (reaching more than 90 mg L^{-1}). The high acidity of these waters, similar to ore pit lakes environment and associated acid mine drainage, contributes to accelerated mineral weathering rate, especially the silicates minerals, which produces high concentrations of Al ($> 10 \text{ mg.L}^{-1}$), reflecting in chemical change of surround groundwater.

Keywords: *hydrogeochemistry/acidification/sand pit lakes/groundwater*

1. Introdução

As águas subterrâneas são caracterizadas pela composição química pouco variável, consequência de um estado quase estacionário da evolução química, da lentidão do movimento da água e da mistura produzida por dispersão e difusão de um grande volume de água (Custódio & Llamas 1983). Entretanto, modificações podem ocorrer em áreas de aquífero livre, com rápida circulação e sob forte efeito da recarga. Por outro lado, alterações na qualidade da água podem ser induzidas a partir de ações antropogênicas (antrópicas). A extração de água subterrânea altera o regime de fluxo e, portanto, induz a recarga da água superficial e/ou de outros aquíferos adjacentes facilitando a mistura das águas.

Na região da baixada de Sepetiba, entre os municípios de Seropédica e Itaguaí (zona oeste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – RMRJ), se localiza o principal distrito de mineração de areia do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). O Distrito Areeiro de Seropédica-Itaguaí produz anualmente cerca de $6.000.000 \text{ m}^3$ (aproximadamente



10.000.000 t de areia), mais da metade da produção do Estado em 2005, gerando mais de 300 empregos, dentre eles empregados, terceirizados e cooperativados (DNPM, 2006; ANEPAC, 2008), além de centenas de empregos indiretos.

Por se tratar de uma bacia sedimentar quaternária, a baixada de Sepetiba possui características sedimentológicas excelentes para, além da extração de areia, o armazenamento e transmissão de água em subsuperfície (boa porosidade e permeabilidade, respectivamente). Aspectos esses que tornam a Formação Piranema um aquífero de boas características hidrogeológicas, denominado por Tubbs (1999) como Aquífero Piranema.

Reconhecidamente, as minerações de areia causam efeitos adversos ao meio ambiente, principalmente quando o método utilizado é o da dragagem por meio de “lagoas” em cavas. Na região de Sepetiba a lavra é desenvolvida por dezenas de mineradoras, resultando na descaracterização da paisagem, exposição e rebaixamento do lençol freático em mais de uma centena de lagoas, totalizando mais de 300 hectares de área exposta sujeita a evaporação.

Apesar das implicações ambientais inerentes a este tipo de atividade mineira, não existe alternativa em médio prazo para substituição desses agregados na atividade econômica. Em consequência a região considerada herdou um dos maiores passivos ambientais do Estado do Rio de Janeiro e de difícil remediação.

O objetivo deste estudo é avaliar o impacto da atividade de extração de areia sobre a qualidade das águas subterrâneas, através da caracterização hidrogeoquímica das águas das cava de extração de areia, bem como das águas subterrâneas (poços) na região dos areais.

2. Resultados e Discussão

Entre novembro de 2005 e março de 2007, foram coletadas amostras em quatro lagoas de extração de areia e em quatro poços tubulares rasos (entre doze e quinze metros de profundidade), adjacentes às lagoas. Três lagoas de cavas estavam em operação contínua e uma quarta operando intermitentemente. Por outro lado os poços utilizados para amostragem das águas subterrâneas eram utilizados regularmente. A periodicidade das amostragens foi mensal para as lagoas (dez campanhas) e bimensal para os poços (seis campanhas), totalizando 64 amostras.

Considerando que as águas das lagoas de cavas e poços possuem a mesma origem, ou seja, são águas subterrâneas, ambas deveriam apresentar, teoricamente, a mesma composição química e mesmo comportamento ao longo do tempo. Todavia, uma análise comparativa de determinados parâmetros entre os dois grupos de amostras resultou



na constatação de diferenças composicionais entre as mesmas. As águas das lagoas de cava possuem características peculiares se comparadas a águas naturais superficiais e subterrâneas, principalmente ao se levar em conta os valores de sulfato, pH e alumínio. Guardadas as devidas proporções tais valores são comparados a lagoas ácidas de minas em minerações de minérios sulfetados. Estes ambientes são característicos por possuírem altos teores de metais pesados dissolvidos em suas águas devido ao baixo pH, além, obviamente, de altos teores de sulfato. Neste sentido, fica evidente que a atividade de extração de areia é responsável pelas mudanças físico-químicas da água subterrânea aflorante nas cavas. Os parâmetros físico-químicos que representam estas mudanças são o pH, Eh e a condutividade elétrica (CE) e estes, por sua vez, controlam a disponibilidade dos demais componentes presentes na água.

A Tabela 1 apresenta a análise por componentes principais (ACP) do conjunto de dados tanto das lagoas quanto das águas subterrâneas, com objetivo de discutir origem e comportamento dos elementos analisados. Esta análise estatística multivariada mostra de forma probabilística quais processos geoquímicos são determinantes das características dessas águas. A ACP aplicada ao conjunto de dados das lagoas produz três fatores que juntos explicam 68% da variância total dos mesmos. O fator 1, que representa 35% da variância dos dados, mostra significativos valores de correlação ($> 0,50$) com Mn, K, Ca, Na, Mg, SO_4 , Cl e CE, sugerindo que processo de oxidação de camadas redutoras durante a extração de areia produz íons SO_4 e acidez, disponibilizando para a coluna d'água Mn, Na, Ca, Mg, e K, antes presentes em sítios de troca, influenciando diretamente no aumento da CE. O fator 2, que explica 17% da variância total dos dados, apresenta valores de correlação significativos e negativos com o Fe, Al e SiO_2 , sugerindo que a presença de formas coloidais tem papel importante no controle da composição química dessas águas. O terceiro fator explica 16% da variância e mostra associação negativa e significativa com pH e bicarbonato, parâmetros diretamente relacionados com o frágil tamponamento (águas extremamente diluídas) das águas das lagoas. A ACP aplicada ao conjunto de dados dos poços mostra 4 fatores que juntos explicam 70% da variância total dos dados. O fator 1 que explica 26% da variância dos dados, com valores de correlação significativos para Mg, K, Ca e SO_4 , e a exemplo das lagoas indicativo da oxidação de sulfetos de camadas redutoras, produção de acidez e liberação de cátions maiores. O fator 2, com 21% da variância dos dados, mostra valores significativos positivos para pH, Mn e Fe e negativo para Eh. Este fator sugere que os processos de oxi-redução têm papel importante no controle dos elementos-traço. Valores de Eh quando negativos (ambiente redutor), em condições de maior pH solubilizam íons Fe e Mn, e quando os valores de Eh se tornam positivos os íons Fe e Mn são retirados do meio aquoso através da formação de óxidos-hidróxidos. O fator 3



(14% da variância dos dados) mostra valores significativos positivos para Na, Cl e CE, sugerindo que as águas subterrâneas possam ser influenciadas por sais marinhos e/ou por águas de despejo doméstico. O fator 4 apresenta correlação positiva e significativa com bicarbonato e sílica, sugerindo que o intemperismo dos silicatos é o fator de menor importância (10% da variância) no controle da composição química das águas dos poços.

Tabela 1 - Matriz dos fatores segregados da análise de componentes principais obtidos dos dados das lagoas e dos poços (rotação Varimax normalizado; em negrito itálico, valores significativos $\geq (\pm) 0,50$).

Lagoas				Poços			
Fator 1	Fator 2	Fator 3		Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
-0,16	-0,14	-0,85	pH	0,30	0,75	0,02	-0,06
-0,21	0,24	0,05	Eh	-0,16	-0,87	0,00	0,22
0,85	0,01	0,32	CE	0,18	0,41	0,68	-0,05
0,67	0,24	-0,16	Na	0,10	-0,02	0,84	-0,20
0,94	-0,13	0,10	Mg	0,88	-0,18	0,04	-0,19
0,67	-0,30	-0,24	K	0,87	0,26	-0,05	0,12
0,63	-0,08	0,35	Ca	0,94	-0,02	0,05	-0,15
0,80	-0,20	0,16	Mn	-0,40	0,73	-0,23	-0,07
0,14	-0,80	0,29	Fe	-0,23	0,84	0,20	0,12
0,50	0,13	0,21	Cl	-0,35	-0,24	0,76	-0,08
0,85	0,02	0,39	SO ₄	0,87	-0,07	0,01	0,15
-0,25	0,40	0,23	NO ₃	-0,19	0,29	-0,28	0,08
-0,22	0,21	-0,76	HCO ₃	0,33	0,30	-0,11	-0,73
0,14	-0,54	-0,28	SiO ₂	0,19	0,05	-0,14	0,82
-0,15	-0,81	0,05	Al	-0,01	0,03	0,45	0,21
4,75	2,11	2,06	Porcentagem da Variância (%)	3,84	3,08	2,16	1,47
35	17	16		26	21	14	10

3. Referências

- Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC) 2008. Revista Areia & Brita, São Paulo, Trimestral, n 43.
- Custodio E. & Llamas M.R. 1983. Hidrologia subterrânea, Madrid, Omega, 603 p.
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) 2006. Anuário Mineral Brasileiro, v, 34, 777 p.
- Tubbs D. 1999. Ocorrência das Águas Subterrâneas – “Aquífero Piranema” – Município de Seropédica, área da Universidade Rural e Arredores, Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ (Fundação de Amparo a Pesquisa do E, Rio Janeiro), Relatório Final de Pesquisa, 123 p.