

## OCORRÊNCIA DE TEORES ANÔMALOS DE CROMO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE URÂNIA, NO NOROESTE PAULISTA<sup>1</sup>

<sup>2</sup> Almodovar, M.L.N. & <sup>2</sup>Pacheco, A.

**PALAVRAS-CHAVE:** águas subterrâneas, cromo, geoquímica.

### INTRODUÇÃO

Desde a década de setenta estão sendo constatadas anomalias de cromo nas águas subterrâneas da região noroeste do Estado de São Paulo. O cromo foi detectado inicialmente em águas provenientes de poços tubulares e cacimbas da cidade de Urânia, próxima a Jales. Estas águas são utilizadas, entre outros fins, para consumo humano e as anomalias de cromo afetam a qualidade deste recurso. Os teores deste elemento nas águas são variáveis, sendo que em alguns poços, ultrapassam o valor máximo permissível para o consumo humano, estipulado como sendo de 0,05 mg/L como cromo total (Portaria 36, do Ministério da Saúde, de 19-01-90).

Esta pesquisa pretendeu caracterizar a extensão da anomalia de cromo nas águas subterrâneas do noroeste paulista e desenvolver um estudo geoquímico dos sedimentos e das rochas de Urânia, com o fim de se definir correlações importantes.

### HIDROGEOLOGIA DA ÁREA

A área de estudo está localizada na Bacia Vulcano-Sedimentar do Paraná, onde afloram os sedimentos da Formação Adamantina do Grupo Bauru (Cretáceo Superior). Estes sedimentos que recobrem os basaltos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento são constituídos por bancos de arenitos alternados com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos (Soares et al., 1980). A formação Adamantina é caracterizada como um aquífero regional do tipo livre, localmente semi-confinado, com circulações de água numa velocidade de 0,04 m/dia e transmissividades de 10 a 100 m<sup>2</sup>/dia (DAEE, 1976, 1988). As águas são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e bicarbonatadas sódicas; secundariamente ocorrem águas cloro-sulfatadas cálcicas ou magnesianas e cloro-sulfatadas sódicas (Campos, 1987). A Formação Serra Geral compreende um conjunto de derrames de basaltos toleíticos entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características daqueles pertencentes à Formação Botucatu (IPT, 1981). O Sistema Aquífero Serra Geral é fraturado, livre, anisotrópico e heterogêneo. Localmente o intemperismo da rocha pode caracterizar um aquífero limitado do tipo poroso. Os coeficientes de transmissividade encontram-se entre 1 a 700 m<sup>2</sup>/dia (DAEE, 1988).

### METODOLOGIA

A extensão da anomalia foi caracterizada através de análises de cromo total das águas de 111 poços tubulares de 47 localidades. As amostras de água foram coletadas no período de 1977 a 1993 e as análises, realizadas pelos laboratórios da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Com estes resultados procurou-se definir correlações entre ocorrência de cromo e os respectivos sistemas aquíferos.

O estudo geoquímico dos sedimentos e rochas de Urânia foi realizado a partir de amostras coletadas de um poço tubular (P 9) perfurado na cidade. Este poço possui uma profundidade de 270,00 m, dos quais 67,60 m foram perfurados em sedimentos e os demais em basaltos. Foram coletadas três amostras de sedimentos do P 9, nas profundidades de 18,00, 30,00 e 54,00 metros e outras duas que afloravam em Urânia. Estas amostras foram secadas e moídas em um moinho de bolas de carbeto de tungstênio, no laboratório do Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) do IG/USP. A abertura das amostras foi feita nos laboratórios do Departamento de Mineralogia e Petrologia (DMP) do IG/USP. Foram analisados os elementos Zn, Cr, Cu, Zr e Y por espectrometria de emissão atômica, por plasma acoplado por indução (ICP-AES) do DMP.

As amostras de calha dos basaltos foram coletadas do P 9 em 11 profundidades diferentes (70,00, 90,00, 110,00, 130,00, 150,00, 170,00, 190,00, 210,00, 230,00, 250,00 e 270,00 metros). Inicialmente os fragmentos das amostras foram lavados para remoção de material argiloso. A lavagem e secagem foram feitas nos laboratórios do CPGeo e a descrição no laboratório do DMP. O

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela FAPESP através do processo 94/1995-3

<sup>2</sup> Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IG/USP), Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada (DGE).

procedimento destas análises foi o mesmo utilizado para as amostras de sedimentos. Analisou-se as concentrações de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Sr}$ . As concentrações dos elementos analisados nos sedimentos e basaltos foram comparadas com as médias encontradas na crosta terrestre (Krauskopf, 1979).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou que a anomalia de cromo está distribuída de forma irregular, tanto temporal quanto espacialmente. Os teores de cromo total nas águas subterrâneas de 47 localidades são variáveis (0,005-0,155 mg/L) e as maiores concentrações de cromo total foram encontradas em águas provenientes do Sistema Aquífero Bauru. Hem (1985), cita que concentrações de cromo em águas de rios não-contaminados são normalmente menores do que 0,01 mg/L. Robertson (1975) descreve o caso do Paradise Valley, Arizona-E.U.A., onde as concentrações de cromo nas águas subterrâneas variaram de 0,1 a 2,0 mg/L. Embora o autor não tenha estabelecido a origem primária do cromo, entende-se que este elemento esteja associado aos minerais de argila, cuja área-fonte não é reconhecida.

As amostras de sedimentos argilosos apresentaram teores de Zn (45-219 ppm) e Y (<20-84 ppm), que estão próximos aos da média da crosta (Zn:90 ppm e Y: 35 ppm). As concentrações de cobre (< 20ppm) estão abaixo da média (50 ppm). Porém, as concentrações de Cr (131-561 ppm) e Zr (151-599 ppm) nem sempre coincidem com a média da crosta (Cr: 100 ppm e Zr: 180 ppm). Nas rochas sedimentares o cromo pode estar associado a minerais de argila. A montmorillonita, um tipo específico de argila expansiva, comporta a substituição atômica de um considerável número de elementos em sua estrutura, incluindo o cromo trivalente.

As amostras de basaltos do P 9 foram divididas em 4 grupos com características geoquímicas diferentes, de acordo com a profundidade. Estes grupos possuem concentrações diferentes para cada elemento. Piccirillo et al. (1988), afirma que os basaltos da Bacia do Paraná podem ser classificados em três grupos: HPT (*high*  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{TiO}_2$ ) >3%  $\text{TiO}_2$ ; LPT (*low*  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{TiO}_2$ ) <2%  $\text{TiO}_2$ ; IPT (*intermediate*  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{TiO}_2$ ) 2-3%  $\text{TiO}_2$ . Nos basaltos do P9 podem ser identificados representantes destes três grupos. As amostras extraídas de 130,00, 150,00 e 170,00 metros são classificadas como LPT e apresentam baixas concentrações de Ti e P e altas concentrações de Mg, Ca, Cr, e Ni. As amostras 190,00, 210,00 e 230,00 metros correspondem ao HPT, com altas concentrações de Fe, Ti, P, Ba e Sr. Os HPT são considerados predominantes no Estado de São Paulo. As amostras 70,00, 90,00 e 110,00 metros e 250,00 e 270,00 metros são classificadas como IPT. As concentrações de Cr (20-168 ppm) e Ni (<20-75 ppm) em todas as amostras estão abaixo da média dos basaltos da crosta (Cr:200 ppm e Ni: 150 ppm). As concentrações de V (400-508 ppm) estão muito acima da média (250 ppm). Os teores de Ba (257-495 ppm) e Sr (330- 458 ppm) estão próximos da média (Ba: 300 ppm e Sr: 450 ppm). Nas rochas ígneas, o cromo está presente em piroxênios. Ruegg (1975) reconhece a presença de cromo nas rochas basálticas do Brasil Meridional como elemento traço, em concentrações que atingem até 240 ppm.

Alguns autores acreditam que a origem do cromo nas águas subterrâneas do noroeste paulista pode ser natural. Hirata & Rodolfi (1993), em um trabalho preliminar executado no município de Urânia, chegaram aos seguintes resultados: i) o cromo (VI) ocorre distribuído de forma ampla na região, o que discorda da contaminação antrópica, onde aparece em áreas restritas, não ultrapassando algumas centenas de metros da fonte de origem; ii) as maiores concentrações de cromo foram encontradas em poços tubulares de grande profundidade, o que reforça a origem natural, pois se houvesse uma aplicação de cromo em superfície, os poços cacimbas seriam os mais atingidos; iii) não havia nas proximidades dos poços atingidos nenhum indício de atividade contaminante, mesmo no passado. Almodovar (1995) estudando a anomalia de cromo na região noroeste do Estado de São Paulo, detectou que existem fortes evidências do cromo ter origem natural. Algumas destas evidências são: a anomalia de cromo apresenta-se distribuída por uma ampla região; foram encontradas altas concentrações de cromo nos sedimentos de Urânia. Os teores de cromo nas águas perfuradas apenas nos sedimentos da Formação Adamantina são mais elevados do que aqueles de poços com entradas de águas nos basaltos. Estes dados evidenciam que, se a origem é natural, pode estar associado aos sedimentos desta formação.

Através da integração dos dados e do estudo sistemático dos teores de cromo nas águas de poços tubulares do noroeste paulista, pôde-se concluir que esta anomalia estende-se além da cidade de Urânia, a outros municípios do noroeste paulista. Estudos geoquímicos dos sedimentos e basaltos mostraram que as concentrações de cromo nos primeiros estão acima da média encontrada em

sedimentos similares da crosta terrestre. Nos basaltos, as concentrações determinadas estão abaixo da media.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMODOVAR, M. L. N. (1995) Estudo da anomalia de cromo nas águas subterrâneas da região noroeste do Estado de São Paulo. São Paulo. 101 p. (Dissertação de Mestrado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- BRASIL. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (1976). Estudo de Águas Subterrâneas; Regiões Administrativas 7, 8 e 9. São Paulo, DAEE. 4v.
- BRASIL. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (1988). Água subterrânea reserva estratégica. Águas e Energia Elétrica, v.5, n.13, p. 14-23.
- CAMPOS, H. C. N. S. (1987). Contribuição do estudo hidrogeoquímico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. São Paulo, 158 p. (Dissertação de Mestrado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- HEM, J. D. (1985) Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U. S. Geological Survey Water Supply Paper, v.2254, p. 138-139.
- HIRATA, R. ; RODOLFI, G. (1993). Presença de cromo nas águas subterrâneas em Urânia. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Geológico. 24 p. (Relatório Técnico).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1981). Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. v.1. Escala 1: 500.000.
- KRAUSKOPF, K. B. (1979). Introduction to geochemistry. 2. ed. Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha. p. 544-546.
- PICCIRILLO, E. M.; MELFI, A. J. (1988). The mesozoic flood volcanism of the Paraná Basin: petrogenetic and geophysical aspects. São Paulo, Universidade de São Paulo/IAG. 600 p.
- ROBERTSON, F. N. (1975). Hexavalent chromium in the ground water in Paradise Valley, Arizona. Ground Water, v.13, n.6, p. 516-527.
- RUEGG, N.R. (1975) Modelos de variação química nas províncias basálticas do Brasil Meridional: características de teor, distribuição geográfica e diferenciação. São Paulo, v.1 (Tese de Livre Docência) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. (1980). Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretácio no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. Revista Brasileira de Geociências, v.10, n.3, p. 177-185.