

# ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE CROMO NO SISTEMA AQUÍFERO BAURU EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP.

Ana Paula Rios<sup>1</sup>, Veridiana Martins<sup>2</sup>, Vilma Sayuri Chinen<sup>3</sup>, Christine Bourrote<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências – USP. Rua do Lago, 562. São Paulo (SP). anapauala.rios@usp.br

<sup>2</sup>Instituto de Geociências – USP. Rua do Lago, 562. São Paulo (SP). veridian@usp.br

<sup>3</sup>Instituto de Geociências – USP. Rua do Lago, 562. São Paulo (SP). vilma.chinen@usp.br

<sup>4</sup>Instituto de Geociências – USP. Rua do Lago, 562. São Paulo (SP). chrisbourrote@usp.br

**Palavras-Chave:** Hidrogeoquímica; Cromo; Sistema Aquífero Bauru.

## INTRODUÇÃO

A existência de cromo hexavalente na região noroeste do Estado de São Paulo é conhecida desde a década de 70 e posteriormente, na década de 90, iniciaram-se estudos aprofundados na área, onde foi apontado que a anomalia possui origem natural (Almodovar, 1995). Em 2011, em um estudo em Urânia, chegou-se à conclusão que a fonte deste cromo seria o dióxido de cromo, e as características geoquímicas do aquífero seria responsável pela forma hexavalente (Bertolo, 2011).

No relatório da CETESB no período de 2001-2003 é mencionado que 11% dos poços localizados no Sistema Aquífero Bauru (SAB) apresentam valores acima do limite de potabilidade para cromo (0,05 mg/l), sendo que a maior parte deles se encontra na região da agência de São José do Rio Preto, no Aquífero Adamantina.

O SAB apresenta maiores concentrações de Cromo do que os demais aquíferos do Estado de São Paulo. O Valor de Referência de Qualidade (VRQ), que representa o background do aquífero para cromo, tem o valor de 0,04 mg/l, uma ordem de grandeza maior que os demais aquíferos do Estado de São Paulo e próximo ao limite de potabilidade (0,05 mg/l) (CETESB, 2006). No relatório de 2015, foi mostrado que para cada grupo de amostras coletadas em poços com valores anômalos, cerca de 15 a 100% do cromo encontrado estava na forma hexavalente, com uma mediana de 85%.

Um dos motivos para a necessidade da compreensão desta anomalia é a alta toxicidade do cromo, especialmente na forma hexavalente, que causa grandes danos à saúde, pois é cancerígeno e pode levar a morte. Seu limite de potabilidade é 0,05 mg/l, e valores maiores que estes são encontrados na área.

A melhor compreensão desta ocorrência possibilitará uma adequada gestão dos recursos hídricos subterrâneos e delimitação de áreas de exploração nesta região.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida no contexto geológico da Bacia Sedimentar do Paraná (BSP), especificamente sobre rochas do Grupo Bauru que compõem a Bacia Sedimentar Bauru (BSB) (Figura 1). A BSB é uma sequência supra basáltica neocretácea, associada ao último episódio de subsidência e sedimentação da BSP (Zalán et al., 1990).

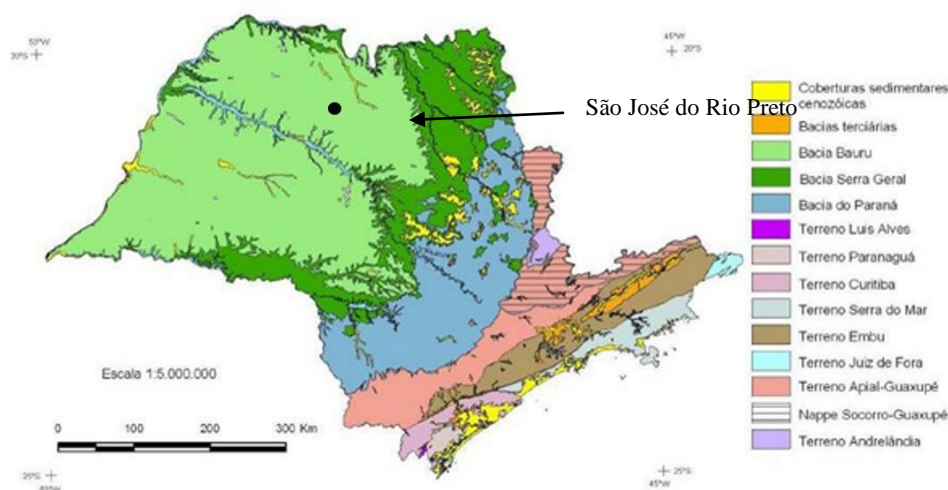


Figura 1: Mapa geológico das entidades tectono-estratigráficas do Estado de São Paulo (CPRM, 2006).

Na área de estudo é encontrado apenas a Formação Adamantina, composta por arenitos de granulação fina a muito fina, com estratificações cruzadas intercalada com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos (Soares *et al*, 1980). O aquífero Adamantina é um aquífero livre a semiconfinado, heterogêneo e anisotrópico, e seu semiconfinamento ocorre devido à heterogeneidade da formação, que apresenta camadas de maior cimentação e intercalações pelíticas. Esta variação na litologia é o que determina a anisotropia e heterogeneidade, que ocorre mesmo em porções próximas do aquífero (Paula e Silva, 2003).

## HIDROGEOQUÍMICA DO CROMO

O Cromo aparece na temperatura ambiente na forma sólida e é resistente a corrosão. O estado de oxidação ocorre numa faixa -4 a +6, sendo que na natureza aparece nos estados 0, +3 e +6 (Guertin *et al*, 2005). Apesar de ser um elemento essencial para vida, o cromo hexavalente é tóxico e carcinogênico, enquanto o trivalente é em geral, inofensivo (Reimann & Caritat, 1998).

A concentração natural de cromo pode variar muito dependendo da fonte, do tipo de rocha e em qual parte da crosta se encontra; contudo é possível dizer que o cromo aparece nos minerais formadores de rocha, sendo que as maiores concentrações são nas rochas ultramáficas e seus derivados. O principal mineral que contém cromo é a cromita [(Mg, Fe<sup>2+</sup>) (Al, Cr, Fe<sup>3+</sup>)<sub>2</sub>O<sub>4</sub>], cujo teor de cromo varia devido a sua habilidade de realizar substituições isomórficas com o ferro ou o alumínio. É encontrado também em anfibólios, piroxênios, biotita, magnetita, olivina, plagioclásios, feldspatos potássicos e outros óxidos e hidróxidos (Guertin *et al*, 2005).

## ESTUDO DA HIDROGEOLOGIA EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Em 2012 foi realizado um estudo em São José do Rio Preto, para a elaboração de um caderno de estudo pra restrição e controle do uso de águas subterrâneas, uma parceria do DAEE, IG e a SERVMAR. Este estudo (São Paulo, 2012) elaborou um grande banco de dados e foi realizado um tratamento voltado principalmente para a concentração de nitrato e cloreto para identificar a extensão da contaminação antrópica encontrada na área e quais seriam as áreas mais vulneráveis.

A Partir deste banco de dados foi possível notar similaridades nas anomalias encontradas em Urânia e São José do Rio Preto, além da geologia ser a mesma e as localidades serem próximas geograficamente (160 km). A classificação química das águas com anomalia de cromo encontradas em Urânia por Bertolo *et al* (2011) é similar a composição das águas encontradas no banco de dados e nos relatórios da CETESB para a região de São José do Rio Preto (Figura 2), sendo bicarbonatadas cálcicas e calco magnesianas. Esta composição é similar à descrita em diversos outros estudos como o de Campos, 1987.

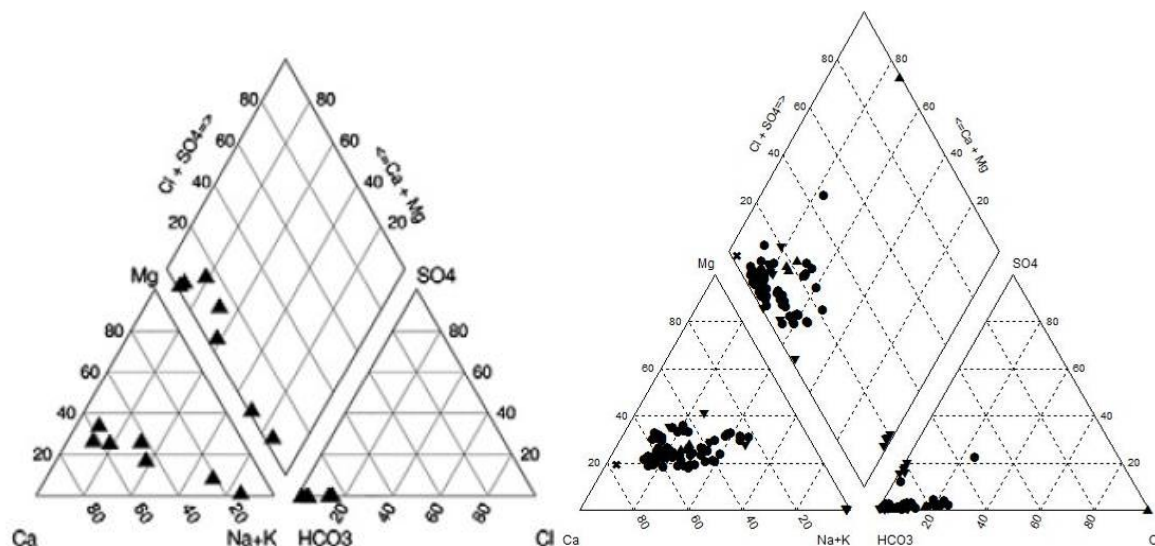


Figura 2: Comparação de Diagrama Tipo Piper do estudo realizado em Urânia (à direita) (Bertolo et al, 2011) e com as amostras do banco de dados e do relatório da CETESB (esquerda).

Foram encontrados altos teores de cromo total nos poços monitorados (Figura 3). Em todo o levantamento foram detectados teores de cromo em 66% dos poços analisados e 6,7% do total de poços apresentavam teores acima do limite de potabilidade.

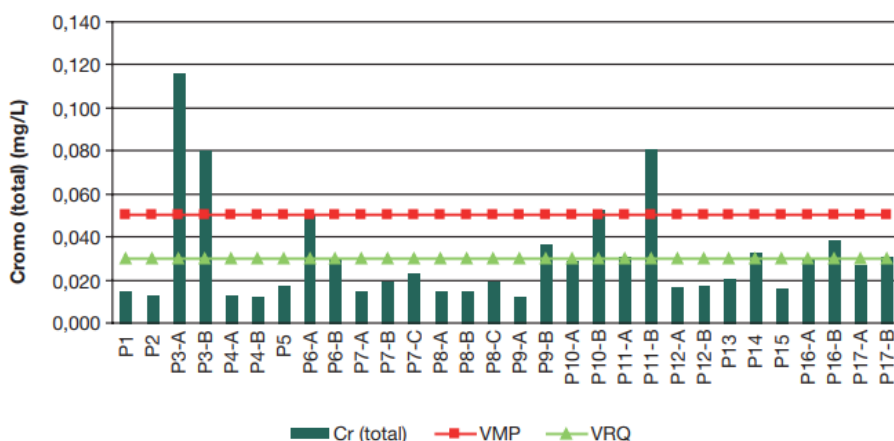


Figura 3: Concentração de Cromo total nos poços do levantamento (Secretaria do Estado de São Paulo do Meio Ambiente, 2012).

No ambiente hidrogeoquímico descrito por Bourotte et al,2009, em Urânia, o cromo trivalente que é liberado na água sofre uma oxidação, em conjunto com a redução do manganês tetravalente para bivalente (que se transforma novamente em  $MnO_2$  depois), e se torna o cromo hexavalente. Foi detectada a presença de manganês nas análises de São José do Rio Preto, indicando uma possível ocorrência desta mesma reação.

Para a compreensão da anomalia de São José do Rio Preto, é preciso novos estudos, que serão realizados em projeto de doutorado, integrando além de análises químicas, geofísicas e geológicas, o uso de isótopos como ferramenta de análises.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMODOVAR, M. L. N. 1995. Estudo da anomalia de cromo nas águas subterrâneas da região nordeste do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado). São Paulo - Instituto de geociências, Universidade de São Paulo, 115p.
- BERTOLO, R. BOUROTTE, C. MARCOLAN, L. OLIVEIRA, S. HIRATA, R. 2011. Anomalous content of chromium in a Cretaceous sandstone aquifer of the Bauru Basin, state of São Paulo, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 31: 69-80.
- BOUROTTE, C. BERTOLO, R. ALMODOVAR, M. HIRATA, R. 2009. Natural occurrence of hexavalente chromium in a sedimentar aquifer in Urânia, State of São Paulo, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **81**(2): 227-242
- CAMPOS, H.C.N.S. 1987. Contribuição do Estudo Hidrogeoquímico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 105p.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2007. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2004-2006 / CETESB, São Paulo, 199 p.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2006. Geologia e Recursos Minerais do Estado de São Paulo. Mapa Geológico Estadual, Escala 1:750. 000. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Governo do Estado de São Paulo.
- GUERTIN, J. JACOBS, J. A. AVAKIAN, C. P. 2005. Chromium (VI) Handbook. CRC Press, Boca Raton. 761p.
- PAULA E SILVA, F. 2003. Geologia de Subsuperfície e Hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 166p.
- REIMANN, C. CARITAT, P. 1998. Chemical Elements in the Environment. Factsheets for the Geochemist and Environmental Scientist. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, 398p.
- SÃO PAULO, SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, INSTITUTO GEOLÓGICO; SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS, DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 2012. Projeto São José do Rio Preto: restrição e controle de uso de água subterrânea. São Paulo, 142p.
- SOARES P.C.; LANDIM P.M.B.; FÚLFARO V.J.; SOBREIRO NETO A.F. 1980. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Rev. Bras. Geociências*, 10(3): 177-185
- ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M.A.M; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T. 1990. Bacia do Paraná. In: De RAJA GABAGLIA e MILANI, E.J. (Coords.) Origem e evolução de Bacias Sedimentares. Petrobrás, Rio de Janeiro, p. 135-164.