

# CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DA JAZIDA DE NIÓBIO ASSOCIADA AO COMPLEXO ALCALINO CARBONATÍTICO DO BARREIRO (CACB). ARAXÁ - MG

Tiago Antônio Torres Gomes <sup>1</sup>, Estevão de Tarso Abdanur Porfírio Franco <sup>2</sup>

<sup>1</sup> CBMM. Córrego da Mata, S/Nº. Araxá (MG). tiago.gomes@cbmm.com.

<sup>2</sup> CBMM. Córrego da Mata, S/Nº. Araxá (MG). estevao.franco@cbmm.com.

**Palavras-Chave:** Condutividade Hidráulica; Hidroquímica; Caracterização isotópica;

## INTRODUÇÃO

Entender a dinâmica dos sistemas hídricos subterrâneos é fundamental para a prevenção de eventuais impactos à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos locais, podendo influenciar na eficiência econômica e na viabilidade das operações mineiras (Ardejani *et al.*, 2003a).

O campo empírico da pesquisa é a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), que opera uma mina de pirocloro e uma usina de concentração de nióbio, localizada no município de Araxá, no estado de Minas Gerais.

Nos últimos cinco anos, os trabalhos de escavação se aproximaram consideravelmente do nível de água subterrânea local, o que interfere na continuidade da lavra, uma vez que, o teor de umidade do minério inviabiliza as operações de exploração, bem como o beneficiamento do minério. Diante disso, é indispensável que o entendimento da hidrogeologia seja aprofundado, para que as atividades de lavra possam ser planejadas adequadamente, evitando impactos relevantes no sistema hídrico.

O estudo contemplou a identificação dos principais litotipos da região, um estudo hidroquímico e isotópico, tanto das águas subterrâneas, quanto as águas de nascentes e a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos das unidades em questão, tendo como principal objetivo realizar a caracterização hidrogeológica da jazida de pirocloro, associada ao CACB, gerando subsídios que orientem o modelamento hidrogeológico conceitual e buscando o aprimoramento do entendimento do fluxo de água subterrânea na área de estudo.

## GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

A região em que se encontra a mina de nióbio faz parte do setor meridional da Faixa de Dobramentos Brasília, edificada no bordo oeste do Cráton do São Francisco e que se estende por mais de 1.000 km na direção norte/sul, pelos estados de Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Tocantins (Almeida, 1967) (Figura 1).

A jazida de nióbio está localizada no Complexo Alcalino-Carbonatítico do Barreiro que, junto com os complexos de Tapira, Salitre e Serra Negra, integra um conjunto de complexos carbonatíticos e kimberlíticos (Gibson *et al.*, 1995b).

O complexo possui forma circular, com cerca de 5 km de diâmetro e está encaixado por quartzitos e xistos proterozóicos do Grupo Ibiá (Seer, 1999). Na porção central do complexo afloram basicamente beforritos e glimeritos, com sovitos subordinados. As rochas alcalinas são totalmente envolvidas por um largo anel de quartzitos e micaxistos fenitizados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os passos a seguir mostram o encadeamento dos métodos utilizados nesta pesquisa:

**Primeira etapa:** Coleta de dados em relatórios internos e trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, artigos), com o intuito de obter o estado da arte sobre o tema em questão.

**Segunda etapa:** Avaliação da rede de monitoramento existente em centro e trinta e cinco poços de monitoramento de nível, com dados desde a década de 1980 e dezesseis vertedouros fluviométricos posicionados nos córregos que drenam a região.

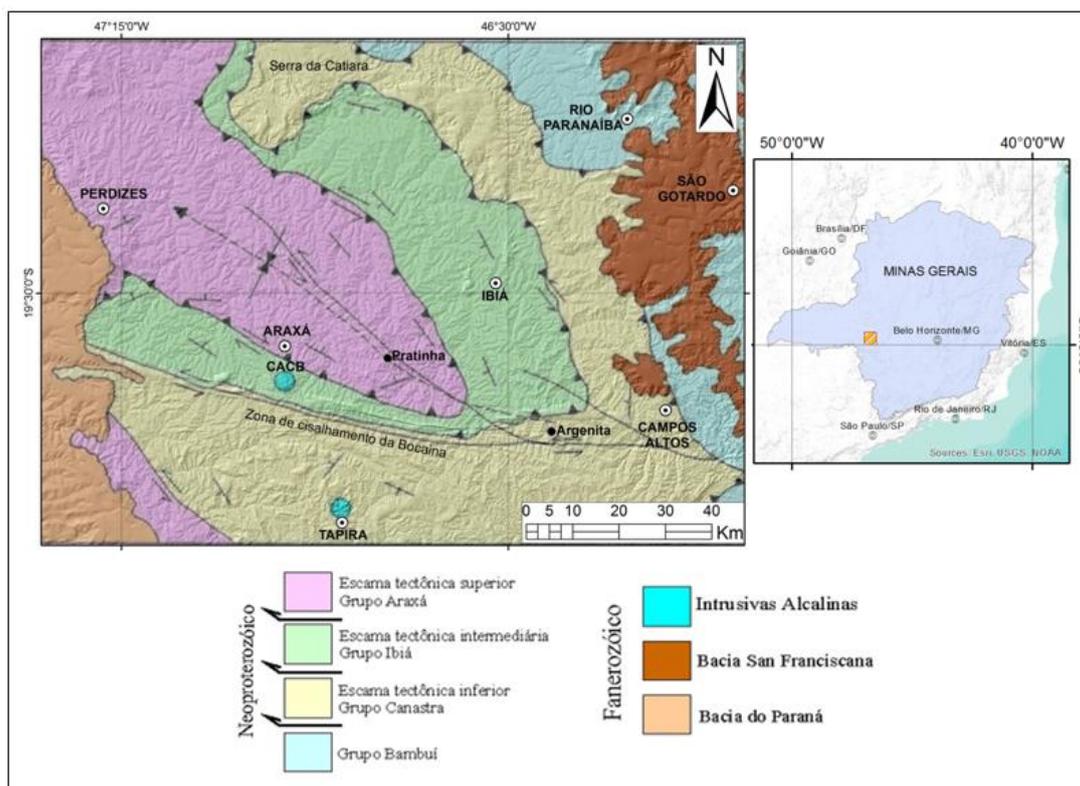


Figura 1. Mapa geológico da Sinforma de Araxá. Modificado de Seer (1999).

**Terceira etapa.** As técnicas utilizadas na caracterização são descritas a seguir: Modelagem geológica realizada utilizando-se o software Minesight 3D; O inventário de nascentes, que consistiu em se percorrer toda a rede de drenagem e cadastrar os pontos de interesse; Os testes para determinação da condutividade hidráulica realizados em 9 poços na área da mina, por meio de slug tests, conforme método proposto por Cunningham & Schalk (2011) somados à realização de 82 testes de determinação da condutividade hidráulica saturada do solo, por meio do emprego do Permeômetro de Guelph em ensaios distribuídos de forma a contemplar a caracterização dos solos não saturados, ou seja, os alteritos aflorantes que configuram as primeiras camadas do modelo; a tomada de 36 amostras para caracterização hidroquímica, sendo 9 em poços de amostragem (utilizando o método low flow) e 27 em nascentes. Foram analisados os principais cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ), bem como os metais totais e dissolvidos (Al, Ba, Cu, Co, Pb, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Zn, U, Ag, Se); A caracterização isotópica realizada em sete pontos, entre nascentes, poços, uma amostra em lago e uma amostra de água da chuva que foi analisada para os isótopos de oxigênio-18, deutério e trítio. As relações  $^2\text{H}/^1\text{H}$ ,  $^{17}\text{O}/^{18}\text{O}$  e  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  das amostras foram medidas utilizando o Liquid Water Isotope Analyser (LWIA), modelo T-LWIA-45-EP. A técnica de análise usada para o Trítio foi a LSC (Liquid Scintillation Counting) ou contagem de cintilação líquida, utilizando um Tri Carb Liquid Scintillation Analyser, modelo 1500 da marca Packard. As análises de  $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$  foram feitas em um Acelerador *Pelletron* 1.5SDH-1 da marca National Electrostatics Corporation.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A modelagem geológica resultou na individualização de oito unidades ou tipos litológicos, conforme pode ser visto na figura 2.

A tabela 1 mostra os resultados das condutividades hidráulicas obtidos com a aplicação dos diversos métodos utilizados neste estudo e que foram aplicados ao modelo matemático. Os alteritos (minérios de nióbio), portanto, podem ser considerados como as principais unidades aquíferas do CACB, juntamente com os materiais de cobertura, alterados e fraturados.

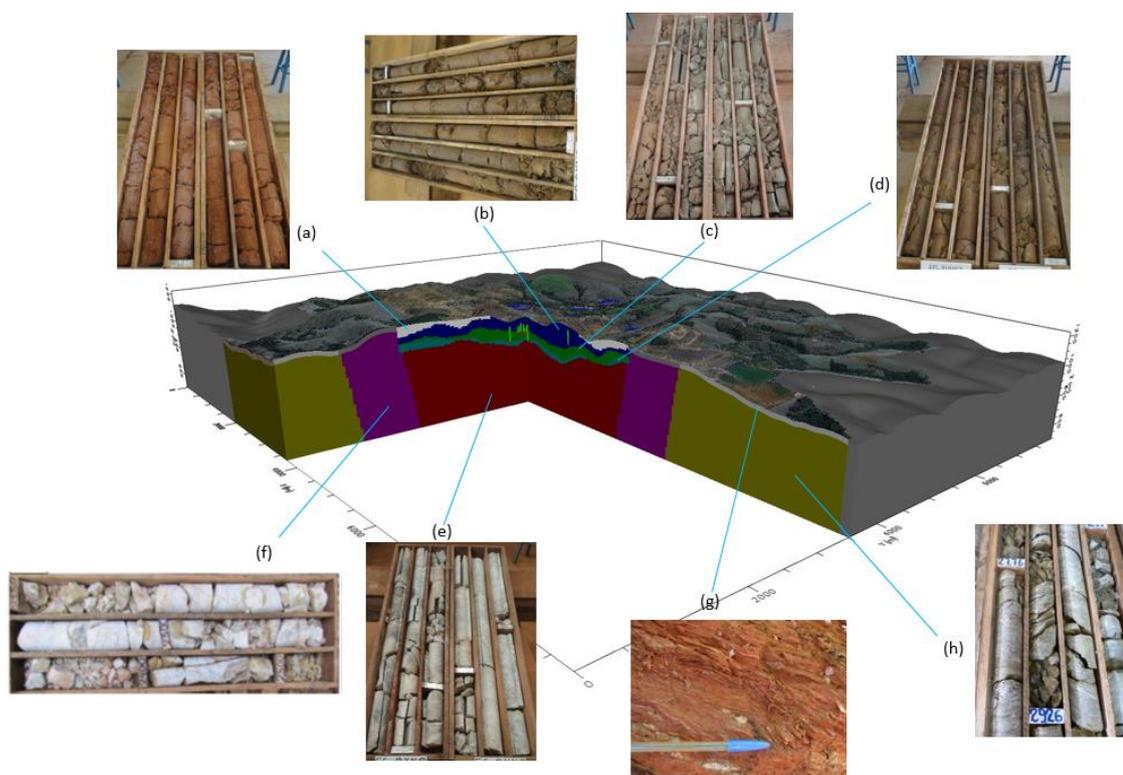


Figura 2: Modelo geológico tridimensional mostrando exemplos de furos de sonda de cada litotipo. (a) Solos; (b) e (c) Alteritos laranja e marrom; (d) Saprolitos; (e) Rocha carbonatítica sã; (f) Quartzitos fenitizados; (g) Xistos alterados/fraturados; (h) Xistos não alterados.

Tabela 1: Condutividades hidráulicas obtidas na terceira etapa

Zona	Litologia	K <sub>x,y,z</sub> (m/s)
1	Solos argilosos de capeamento	$8,7 \times 10^{-7}$
2	Alteritos laranja e marrom	$2,5 \times 10^{-5}$ a $3,0 \times 10^{-6}$
3	Saprolito	$5,0 \times 10^{-7}$
4	Rocha carbonatítica sã	$1,0 \times 10^{-7}$
5	Quartzitos fenitizados	$1,0 \times 10^{-6}$
6	Xistos do Grupo Ibiá	$1,0 \times 10^{-7}$
7	Xistos alterados e fraturados	$5,0 \times 10^{-6}$
8	Quartzitos fenitizados alterados	$8,0 \times 10^{-6}$

O mapa da figura 3 mostra a localização das amostras hidroquímicas. A diferenciação em quatro grupos hidroquímicos fica evidente: O Grupo 1 é representado pelas amostras de água de nascentes posicionadas no interior do CACB e mesmo fora dele, na porção norte; o Grupo 2 diz respeito às amostras realizadas nos Indicadores de Nível de Água, consideradas como águas subterrâneas; o Grupo 3 representa as águas de nascentes localizadas nos domínios do anel de quartzitos. O Grupo 4 é formado pelas nascentes exteriores ao CACB, localizadas nos xistos.

Comparando-se os resultados obtidos com o trítio e com o carbono-14, é possível dizer que, de forma geral, as águas coletadas no CACB são antigas o bastante para possuírem trítio abaixo do limite de detecção de 0,8 TU. No entanto, são águas muito novas para serem datadas por carbono-14. A tabela 2 mostra um resumo qualitativo das interpretações realizadas, a partir dos resultados de trítio e carbono-14.

Analisando-se os resultados de  $^{18}\text{O}$  e deutério observa-se que os pontos se distribuem de forma agrupada, de acordo com o tipo litológico de origem. Isto demonstra que a água que flui pelos alteritos do CACB está em um sistema de fluxo distinto da água subterrânea encontrada na parte exterior ou fora do anel de quartzitos.

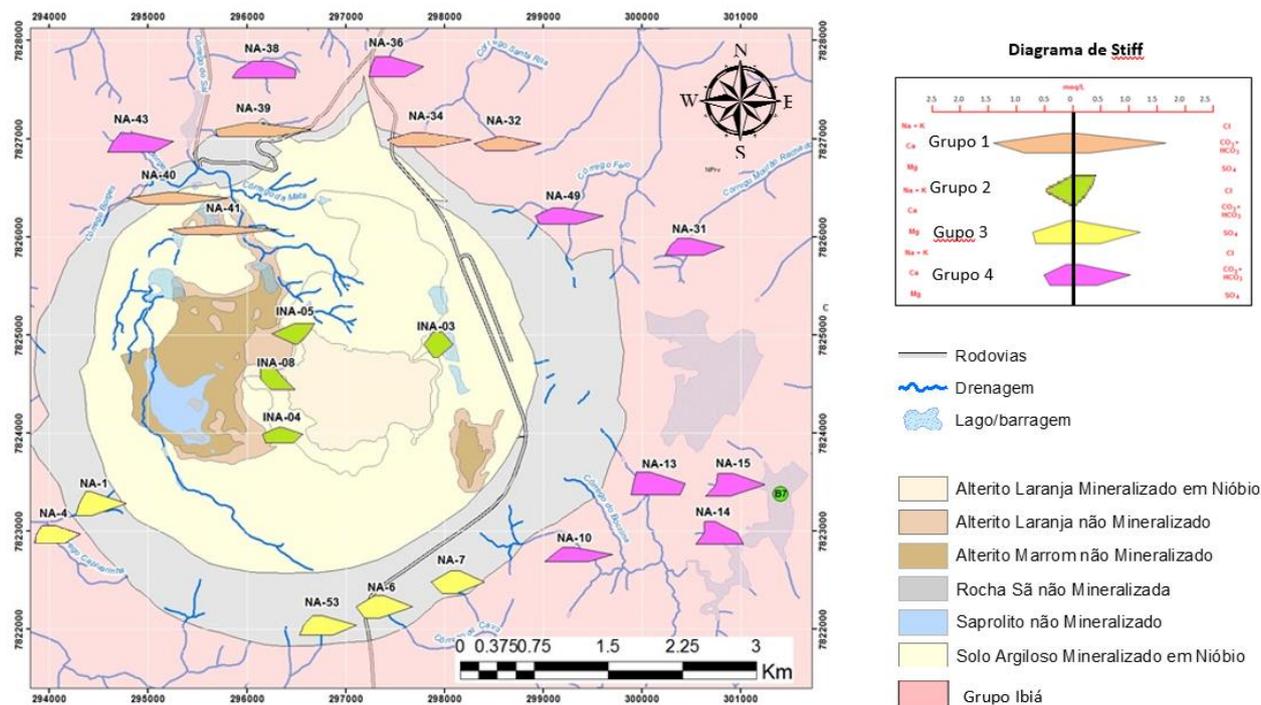


Figura 3 - Mapa de localização das amostras – Diagramas de Stiff

Tabela 2 – Resumo dos dados de datação da água

Tipo de ponto	Idade (qualitativo)
Surgências aflorando na parte externa do CACB	Moderna
Surgências aflorando em alterito na porção norte do CACB	Submoderna
Águas mesotermiais	Antiga

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/ DGM. 36p. (Boletim 241).
- Ardejani, F. D., Singh, R. N., Baafi, E., & Porter, I. 2003. A finite element model to: 1. predict groundwater inflow to surface mining excavations. *Mine Water and the Environment*, 22(1), 31-38.
- Barbosa, O. 1955. Guia das Excursões. In: Congr. Bras. Geol, 9, 1955. São Paulo. SBG. Not.3
- Cunningham, W.L. Schalk, C.W. 2011. GWPD 17 - Conducting an instantaneous change in head (slug) test with a mechanical slug and submersible pressure transducer. *Groundwater technical procedures of the U.S. Geological Survey: U.S. Geological Survey Techniques and Methods*, pp. 145-151.
- Gibson S.A., Thompson R.N., Leonardos O.H., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1995b. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *J. Petrol.* p189-229.
- Seer, H. J. 1999. Evolução tectônica dos grupos Araxá, Ibiá e Canastra na Sinforma de Araxá, Minas Gerais. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. 267 p.