

# ESTUDO GEOQUÍMICO DA CROSTA LATERÍTICA DO DEPÓSITO MORRO DOS SEIS LAGOS (AM).

Lucy TAKEHARA<sup>1</sup>; Cláudio G. PORTO<sup>2</sup>; Margarete Wagner SIMAS<sup>3</sup>; Rodrigo Guedes BORBA<sup>4</sup>; Francisco Valdir SILVEIRA<sup>5</sup>

1 Serviço Geológico do Brasil – CPRM, SUREG-PA, [lucy.chemale@cprm.gov.br](mailto:lucy.chemale@cprm.gov.br)

2 Serviço Geológico do Brasil – CPRM, ERJ, [claudio.porto@cprm.gov.br](mailto:claudio.porto@cprm.gov.br)

3 Serviço Geológico do Brasil – CPRM, SUREG-PA, [margarete.simas@cprm.gov.br](mailto:margarete.simas@cprm.gov.br)

4 Serviço Geológico do Brasil – CPRM, ERJ, [rodrigo.borba@cprm.gov.br](mailto:rodrigo.borba@cprm.gov.br)

5 Serviço Geológico do Brasil – CPRM, SEDE, [francisco.silveira@cprm.gov.br](mailto:francisco.silveira@cprm.gov.br)

## Resumo

A crosta laterítica gerada sobre o ferro carbonatito do Morro dos Seis Lagos apresenta variação geoquímica controlada pela percolação de fluidos meteóricos e pela composição do protólito. As faixas de crosta manganésifera são enriquecidas em Ba, Cd, Co, Mo e Cu enquanto que a crosta fragmentada, próxima à superfície, é mais rica em Al, provavelmente incorporado aos óxidos de Fe, além de P, Ga, Zr, Hf, U e Th. Existe também uma associação do Nb com Ti, W e Sn que deve ser herdada da rocha carbonatítica comprovando a litodependência das crostas apesar de intenso retrabalhamento químico que afetou as litologias subjacentes.

**Palavras-chave:** Morro dos Seis Lagos, geoquímica, crosta laterítica, difração de raios X, MEV.

## 1. Introdução

As rochas alcalinas de Seis Lagos estão localizadas no noroeste do estado do Amazonas no município de São Gabriel da Cachoeira e estão inseridas no Domínio Imeri que forma o embasamento de idades entre 1,81 a 1,79 Ga (ALMEIDA et al., 2011). O depósito de Morro dos Seis Lagos constitui um dos maiores depósitos de nióbio do mundo, bem como é depósito de ferro, terras raras, manganês, entre outros, descoberto no final da década de 1970 (VIÉGAS FILHO E BONOW, 1976. JUSTO, 1983).

O Morro dos Seis Lagos é uma feição circular sustentada no relêvo por uma espessa crosta laterítica sobre ferro-carbonatito. A formação dessa crosta foi favorecida pelo fluxo intenso de soluções aquosas que provocam intensa mobilização geoquímica. A crosta laterítica é composta principalmente por minerais de ferro, hematita e goethita, que apresentam distribuição relativamente homogênea. A mineralogia subordinada é composta por minerais de: manganês, titânio, terras raras, que apresentam distribuição variável tanto lateralmente quando

em profundidade. Os dados geoquímicos mostram variação em profundidade e indicam comportamento de litodependência entre a crosta laterítica e o seu protólito. O presente trabalho apresentará os resultados preliminares dos dados geoquímicos e mineralógicos realizados, com enfoque na variação geoquímica dos elementos e sua correlação com os minerais encontrados no furo de sondagem SG-01-AM com 250 m de profundidade inteiramente dentro da crosta. A escolha deste furo de sondagem foi por estar inserido na parte central do corpo e cortar somente o perfil laterítico ferruginoso. O objetivo do trabalho é descrever o comportamento geoquímico na porção superior da crosta laterítica.

## **2. Materiais e Métodos**

O presente trabalho utilizou os testemunhos de sondagens do Projeto Seis Lagos que estão armazenados na litoteca da Superintendência Regional de Manaus do Serviço Geológico do Brasil (SUREG-MA – SGB). As amostras foram descritas macroscopicamente e enviadas para a SGS GEOSOL para serem analisadas pelos métodos: IMS95A - elementos menores, XRF75C - elementos maiores e PHY01E - perda ao fogo. Foram realizadas análises de difração de raios X, pelo método do pó (rocha total), no Lamin-MA da SUREG-MA/CPRM com Difratômetro modelo X'PERT PRO MPD da PANalytical, anodo de Cu, com 40 kV e 40 mA, varredura de 5 a 70° e passo de 0,02°. As lâminas polidas de alguns intervalos dos testemunhos de sondagens foram confeccionadas para caracterização petrográfica e análises com o microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os estudos petrográficos foram realizados em microscópio ótico de luz refletida e transmitida da Olympus. O MEV utilizado foi o FEI QUANTA 450 com as seguintes condições analíticas 20 kV e 10 nA pelos métodos de análises semiquantitativa de espectrometria por dispersão de energia (EDS) e aquisição de imagens de elétrons secundários (ES) e elétrons retroespalhados (ER).

## **3. Resultados**

Os resultados de análises químicas mostram variações que podem ser relacionados com as variações texturais e mineralógicas encontradas ao longo do perfil laterítico amostrado (Figuras 1A e 1B). A figura 1A, apresenta a variação de alguns elementos ao longo do perfil laterítico onde pode-se notar os seguintes aspectos: o Fe e Mn apresentam uma nítida correlação negativa provavelmente dado pela introdução do Mn que texturalmente se mostrou uma feição tardia dentro da crosta. Segundo CORRÊA (1996) o principal mineral de manganês é a pirolusita, seguida dos minerais do grupo da hollandita. Outros elementos associados ao Mn

são o Ba, Co, Cd, Mo e Cu que fazem uma associação tipicamente supergênia dado pela intensa mobilização desses metais (Figura 1A). O teor de Al é baixo, porém cresce na crosta cavernosa fragmentada. Este Al deve estar incorporado aos óxi-hidróxidos de Fe, principalmente goethita, já que não há argila presente nesta crosta. Outros metais que acompanham o enriquecimento de Al é o Ga, Zr, Hf, U, Th, Ta e P. A perda ao fogo (LOI) apresenta teores constantes com valores ligeiramente menores entre 15 a 30 m. Os ETRP apresentam uma tendência a lixiviação nas porções superiores da crosta, enquanto que os ETRL são menos lixiviados. Vale notar no entanto, que o Ce ocorre em altos teores e seus principais minerais são a florencita e a cerianita; o primeiro ocorre principalmente na parte superior do perfil laterítico, enquanto a cerianita ocorre na camada rica em manganês. No entanto é provável que o P esteja também associado aos óxi-hidróxidos de Fe, principalmente na crosta cavernosa fragmentada. Uma importante associação geoquímica identificada nas crostas é a do Ti com Nb, W e Sn que parece ser herdada do protólito. A forma de ocorrência dos minerais pode ser vistas na Figura 1B, onde temos a presença de minerais de titânio e terras raras dentro da matriz ferruginosa.

Os dados de difração de raios X mostram o predomínio de hematita e goethita ao longo de todo o perfil laterítico. Segundo CORRÊA (1996) as diferentes gerações de goethitas indicam movimentos das soluções com Fe no meio aquoso, que contém Al, Ni, Si e P e raramente contém Nb na sua composição. O principal mineral de titânio é o rutilo niobífero; a presença deste tipo de rutilo pode ser confirmada pela correlação boa entre titânio e nióbio.

#### **4. Conclusões**

A crosta laterítica que ocorre sobre o carbonatito do Morro dos Seis Lagos apresenta distribuição geoquímica que reflete a migração dos fluidos meteóricos durante toda sua evolução. A mineralogia principal indica processo evolutivo complexo, como indicado pelas diferentes gerações de goethita e minerais secundários supergênicos diversos formados conforme disponibilidade dos elementos presentes na crosta. A associação do Nb com Ti, W e Sn pode ser correlacionada como herança da rocha carbonatítica, mostrando a litoddependência das crostas com o protólito, apesar de intenso retrabalhamento químico que afetou as litologias subjacentes.

#### **5. Referências**

ALMEIDA, M.A. et al. Folha Serra Imeri NA.20-Y, SA.20-V e V-B. Capítulo 2. Contexto Geológico regional. Projeto Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB), SUREG-MA, Manaus, p. 7-19, 2011.

CORRÊA, S.L.A. **Evolução geoquímica das crostas lateríticas e dos sedimentos sobrepostos na estrutura de Seis Lagos (AM)**. 1996. Tese, Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, UFPA, Belém, 229p., 1996.  
 JUSTO, L.J.E.C. Projeto Uaupés. CPRM – SUREG-MA, Relatório final de pesquisa, Manaus, 266p., 1983.  
 VIEGAS FILHO, J.R.; BONOW, C.W. Projeto Seis Lagos. CPRM - SUREG-MA, Relatório Final, 212 p., 1976.

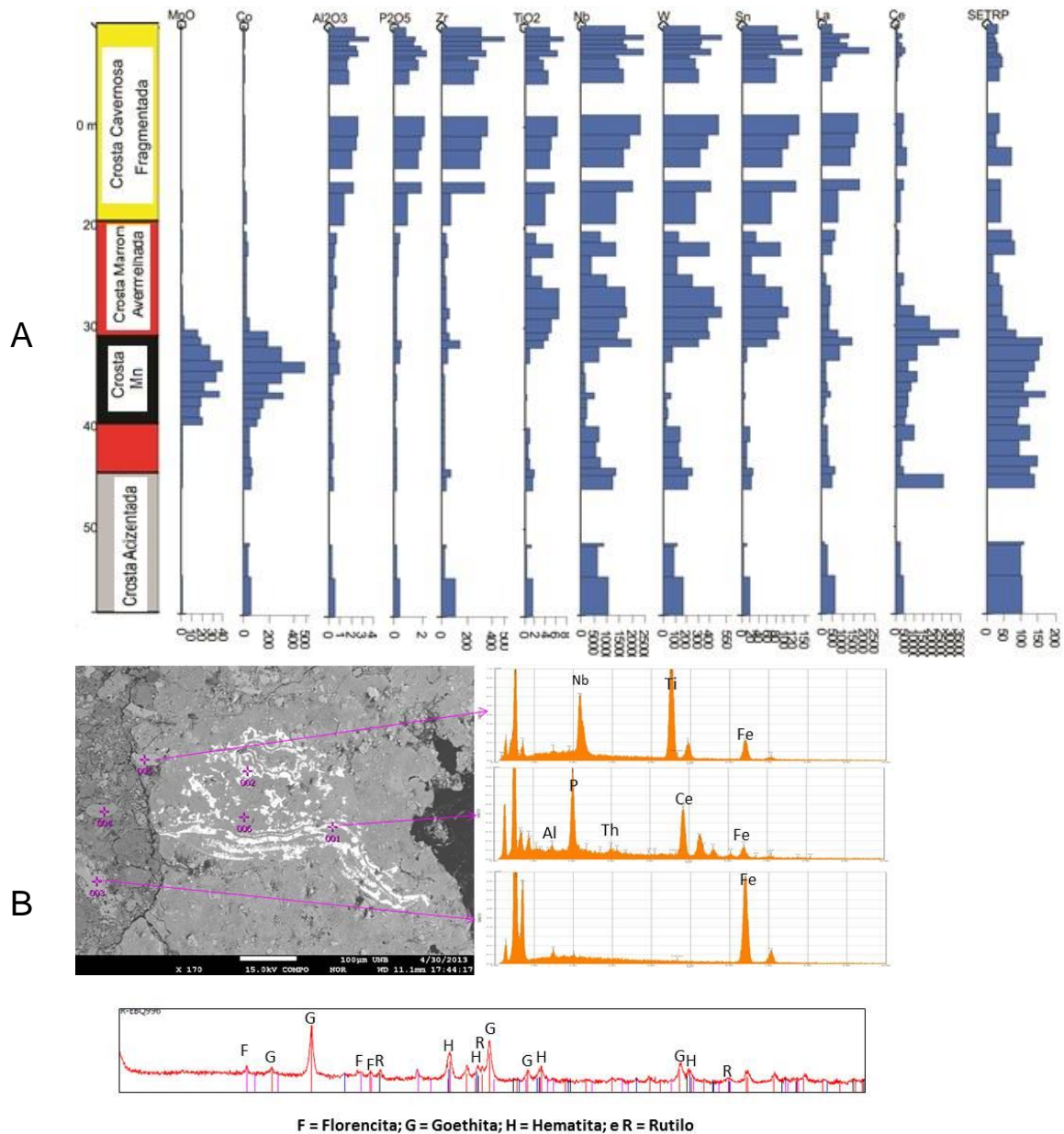


Figura 1. (A) Variação nos teores dos elementos com a profundidade e a descrição resumida das variações texturais do perfil laterítico, eixo X em escala logarítmica. (B) Imagem de BSE da amostra coletada entre os intervalos 2,30 a 2,90 m de profundidade, com os espectros de EDS nos pontos especificados na imagem de BSE e o difratograma de raios X.