

# Caracterização química e mineralógica do furo de sondagem SG-01-AM, do Morro dos Seis Lagos (AM): ênfase em oólitos de Nb-brookita

Pedro Henrique de Souza Bastos<sup>1</sup>, Vitor Paulo Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UFRGS - Instituto de Geociências, Departamento de Mineralogia e Petrologia



## Introdução

O morro dos Seis Lagos se destaca na paisagem aplainada da região amazônica conhecida como Alto Rio Negro, município de São Gabriel da Cachoeira (noroeste do estado do Amazonas) fronteira às repúblicas da Colômbia e Venezuela (Fig. 1). Sua denominação se deve ao número de lagos que ocorrem em seu topo. Apresenta formato circular, diâmetro de cerca de cinco quilômetros e altura aproximada de 300 metros e foi primeiramente reconhecido através de imagens de Radar durante o projeto RADAM, em 1975. Em um estudo realizado pela CPRM em 1976, foram feitos quatro furos de sondagem (SG01AM, SG02AM, SG03AM e SG04AM), que caracterizaram o corpo como sendo composto por carbonatito fortemente alterado e tendo relevo positivo devido ao desenvolvimento de uma crosta laterítica, resultante de inúmeros processos de intemperismo e erosão, alcançando até 400m de espessura. Esta crosta é composta por uma couraça ferruginosa rica em nióbio e em elementos terras raras e constitui o único depósito brasileiro de minério de Nb associado a ferro. Nesse mesmo trabalho, o morro dos Seis Lagos teve suas reservas de minério de nióbio estimadas em 2,8 bilhões de toneladas, com teor médio de 2,81% de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tornando-se o maior depósito desse bem mineral no mundo, além de apresentar altos valores de ETR (≈1%), que são cada vez mais necessários e valorizados no mercado mundial.



Fig. 1. Mapa de localização e acesso ao morro dos Seis Lagos. BR-307 (vermelho), trajeto de barco pelo igarapé Mirim (azul).

Fig. 2. Imagem de satélite do morro dos Seis Lagos com a localização dos furos de sonda efetuados pela CPRM em 1975.

## Oólitos da crosta roxa

No intervalo entre 21 e 30 metros de profundidade, foi verificada a ocorrência de oólitos de Nb-brookita (identificada por DRX, Fig. 5), cujas análises químicas, realizadas por EDS ao MEV, indicam terem composição química média de 75% de Ti, 15% de Nb e 10% de Fe (Fig. 6).

A interpretação preliminar foi de que estas estruturas são anéis de Liesegang (Fig. 7). Estes anéis são comumente definidos como bandas formadas por finas precipitações quando componentes em solução se difundem um no outro para formar um precipitado insolúvel. Com isso, são formados padrões periódicos auto-organizados (*self-organized*), cujos padrões são decorrentes dos processos físico-químicos envolvidos. Segundo Smith (1984), estas estruturas só se formam em ambiente subaquoso. Entretanto, brookita é o polimorfo de titânio que cristaliza em temperaturas relativamente elevadas (acima de 500°C). Por isso, os oólitos podem ter sido herdados de processos geológicos anteriores (magmático ou hidrotermal?) ou podem ter sido formados em condições geológicas diferentes das descritas na literatura e estarem relacionados a menores temperaturas de formação em condições geológicas especiais.

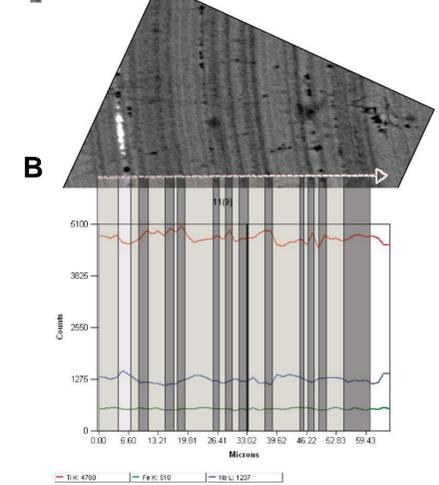
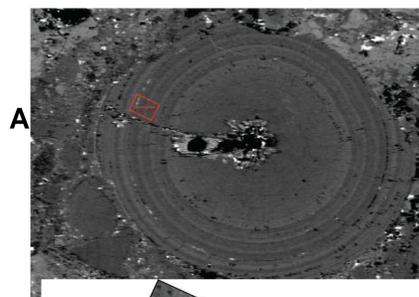


Fig. 6. (A) Imagem de elétrons retroespalhados ao MEV de oólito com anéis de Liesegang. (B) Imagem ao MEV do detalhe marcado na imagem A, com perfil composicional para Ti (vermelho), Fe (azul) e Nb (verde).

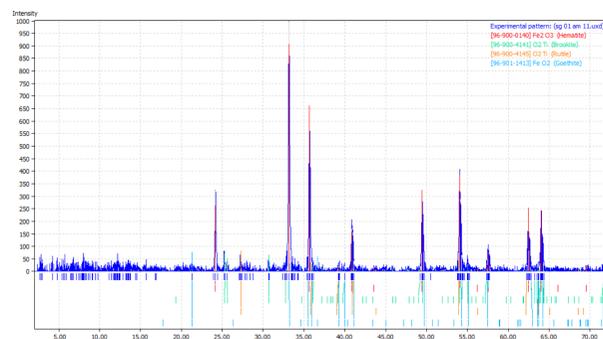


Fig. 5. Difratoograma de raios X de amostra da crosta roxa.

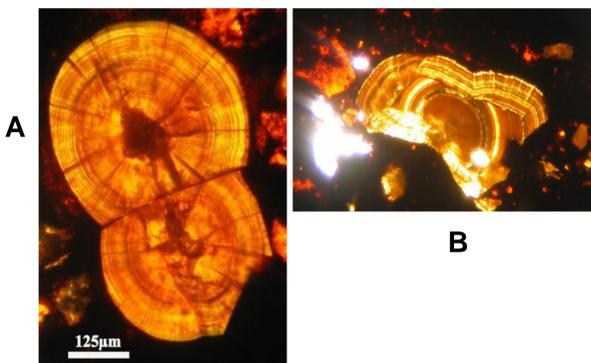


Fig. 7. (A) Anéis crescidos a partir de dois núcleos distintos, com subsequente crescimento conjunto. (B) Oólito quebrado, apresentando sobrecrecimento de anéis de Liesegang.

## O furo de sonda SG01AM

Este furo de sondagem tem 255m de profundidade com recuperação de 97,5m e se encontra localizado na porção central do morro de Seis Lagos (Fig. 2) exclusivamente sobre a laterita. O perfil deste furo de sondagem pode ser visto na figura 3, onde foram identificadas sete tipos de crostas. Na figura 3 também é possível observar a variação do teor de Fe, Nb, Ti e Mn ao longo do furo.

## Mineralogia

A crosta laterítica é composta basicamente por goethita (63,8%) e hematita (26,5%). Esses minerais apresentam grande variação ao longo do perfil, sendo a goethita mais abundante nas crostas pisolítica, fragmentada e marrom; já a hematita é mais abundante nas crostas mosqueada, roxa com oólitos, manganésifera e roxa. Em lâmina petrográfica esses minerais apresentam texturas variadas (Fig. 4 A, B, C e D).

Os minerais acessórios principais são o Nb-rutilo (Fig. 4 E e F), presente em todas as crostas, porém mais abundante nas mais superficiais; a Nb-brookita (Fig. 4 G), presente principalmente na crosta roxa com oólitos; e a hollandita (Ba(Mn)<sub>8</sub>O<sub>16</sub>) (Fig. 4 H), presente somente na crosta manganésifera.

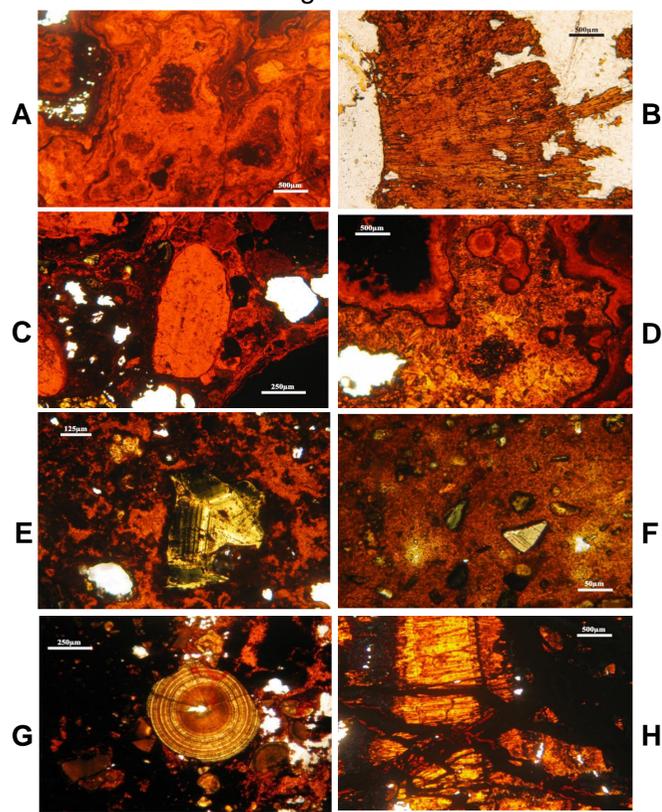


Fig. 4. (A) Goethita com textura botrioidal; (B) Goethita fibrosa preenchendo espaço vazio; (C) Nódulos de hematita; (D) Písolitos de goethita em meio a uma massa de goethita com aspecto fibroso; (E) Cristal zonado de Nb-rutilo; (F) Fragmentos de Nb-rutilo em parte argilosa da crosta; (G) Oólito de Nb-brookita; (H) Goethita fraturada e fraturas preenchidas por hollandita

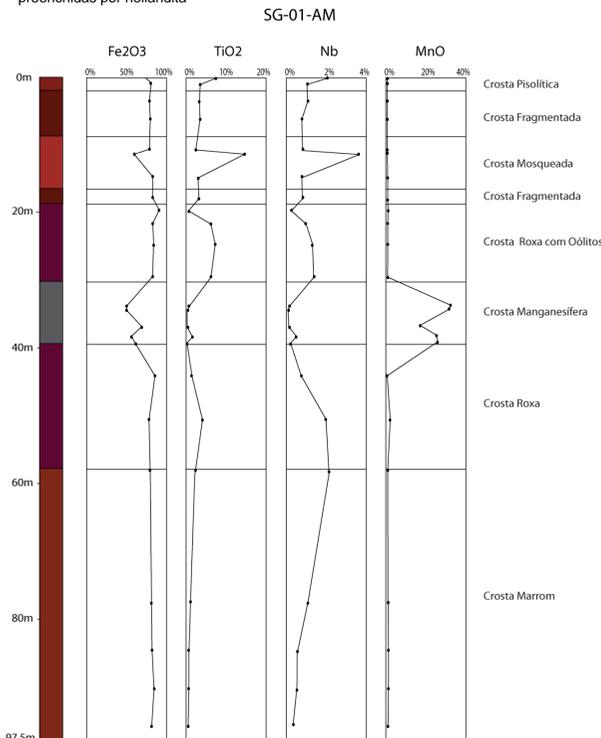


Fig. 3. Perfil do furo de sondagem SG-01-AM e variações nos teores de Fe, Ti, Nb e Mn ao longo do perfil

## Considerações finais

Nb-rutilo e Nb-brookita foram identificados como sendo os minerais de minério de Nb do depósito. O primeiro é de origem magmática e o segundo apresenta textura semelhante a anéis de Liesegang, o que implica em dúvidas sobre o seu ambiente de formação (hidrotermal x intempérico). Isso pode ser solucionado determinando a temperatura de formação da Nb-brookita com análises das inclusões fluidas.