

Caracterização Geometalúrgica Preliminar do Minério de Fosfato de São Félix do Xingu-PA

Leandro G. Silva¹, Richard D. Lepine², José Ignácio²
1 - CPRM - Porto Velho (REPO); 2 - Consultor independente

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

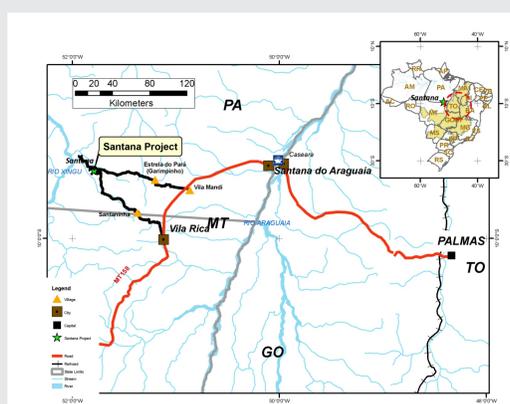
O depósito de fosfato de Santana, localizado no Sudeste do Cráton Amazônico, na porção sul do Município de São Félix do Xingu, foi descoberto em 2010 e pesquisado pela empresa MbAC até 2014. Os recursos medidos e indicados foram estimados em 66,1Mt@10,5%P₂O₅, enquanto os recursos inferidos somam 21,8Mt@7,9%P₂O₅, ambas estimativas considerando teor de corte de 3%P₂O₅ (MbAC, 2012).

O mineral de fosfato é a hidroxilapatita, com contribuição rara de fases aluminofosfatadas, como crandalita e wavellita (LCT-USP, 2011; ALS, 2011; Tedesco et al., 2012). A rocha-fonte parece ser um carbonatito intrudido em sequências vulcano-sedimentares do grupo Iriiri, cujo conteúdo de CO₂ pode ter hidrotermalizado significativamente a área do depósito (Tedesco et al., 2012).

Controlado principalmente pelo cruzamento oblíquo, em planta, de duas estruturas rúpteis principais, o manto de intemperismo ultrapassa 60m de espessura em média e hospeda a parte econômica do depósito, embora na rocha sã sejam encontrados teores isolados acima de 6% P₂O₅.

Segundo mostram os dados de geoquímica de rocha total, o intemperismo pode ser o principal agente de concentração da apatita, em condições favoráveis à estabilidade da mesma.

Este trabalho visa apresentar relações preliminares entre elementos maiores, de forma a prever comportamento metalúrgico do minério, com base em suas propriedades geológicas e geoquímicas.



Mapa de localização do Projeto Santana

MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram avaliados os resultados analíticos de 1.317 amostras de testemunhos, oriundas de 22 furos de sondagem diamantada, todos iniciando na superfície e incluindo zonas não mineralizadas. Os intervalos amostrados têm tamanho nominal de 1±0,2m. Metade longitudinal do testemunho foi coletada, nomeada, britada e pulverizada a -150#, ficando a outra metade para acervo da empresa.

Atividades de preparação e análise das amostras foram feitas no laboratório certificado ALS-Chemex. Para elementos maiores, o método analítico utilizado foi Fluorescência de Raios-X (XRF) após fusão com metaborato de lítio, para 12 analitos, incluindo perda ao fogo a 1.000°C (LOI).

Os resultados foram submetidos à validação por meio do programa de controle de qualidade (QA/QC) da empresa, para verificar desvios, tendências e erros grosseiros. De posse dos dados validados, foi feita classificação não supervisionada por Médiadas-K (K-Means) para agrupamento das amostras. Como a escala dos dados é similar entre analitos, não foi feita a normalização dos mesmos antes da classificação. Os analitos utilizados foram Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO₂, Na₂O, SiO₂ e LOI.

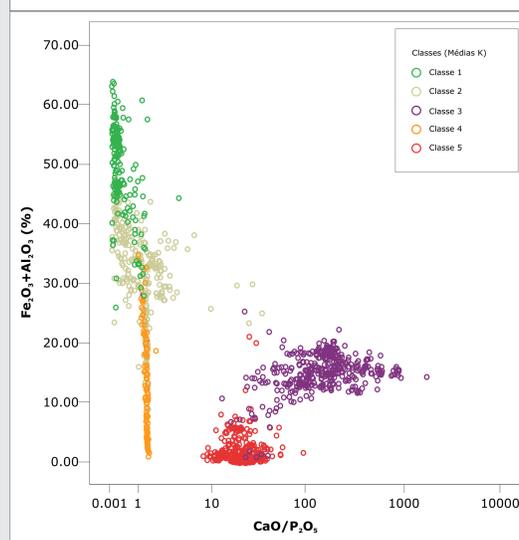
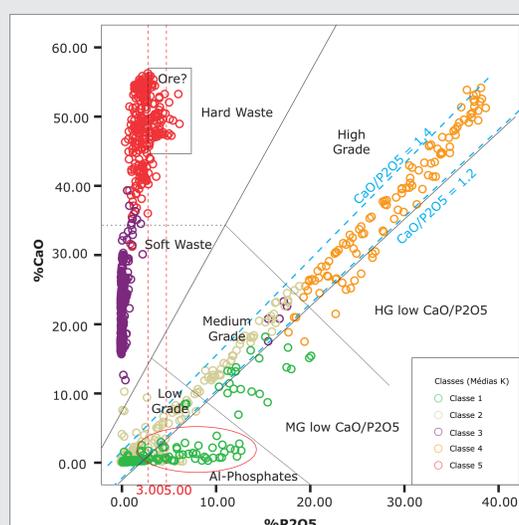
De posse das classes obtidas por Médiadas-K, foram feitos diagramas de dispersão utilizando analitos considerados relevantes para a classificação dos litotipos, com base no conhecimento geológico prévio dos materiais analisados.

RESULTADOS

Foi possível classificar o minério e o estéril observando a faixa diagonal que indica a razão CaO/P₂O₅ das amostras que, para apatita está em torno de 1,31. Este valor é utilizado para verificar a presença de apatita nas amostras. A faixa observada no gráfico contempla resultados de CaO/P₂O₅ entre 1,2 e 1,4, para contemplar variações mineralógicas e imprecisões analíticas.

A classificação por Médiadas-K indicou agrupamento de amostras quimicamente semelhantes, com relevância geológica observada em campo. Considerando amostras mineralizadas, foram identificadas três classes, de acordo com o teor de P₂O₅, sendo elas Alto Teor (HG-High Grade), Médio Teor (MG-Medium Grade) e Baixo Teor (LG-Low Grade). A separação entre elas não é nítida em termos de CaO e P₂O₅. Porém, quando se utiliza a soma Fe₂O₃+Al₂O₃, observa-se grande dispersão das amostras, quando a soma é acima de 30%.

Amostras com razão CaO/P₂O₅ menor que 1,2 e teores acima de 10%P₂O₅ foram consideradas minério, mas ressaltando que tais amostras podem não conter apenas apatita. Conseqüentemente, as mesmas foram classificadas como minério de baixa qualidade, pois normalmente apresentam recuperação deficitária durante o beneficiamento.



Gráficos de dispersão, mostrando o agrupamento das amostras geoquimicamente correlacionadas

Um grupo de amostras próximo à origem do gráfico (P₂O₅<10 e CaO/P₂O₅<1,2) podem indicar minerais fosfatados, porém com forte contribuição de fases distintas da apatita. Este grupo também está associado a altos teores de Fe₂O₃+Al₂O₃, o que pode sugerir presença de minerais de fosfato e alumínio, que são também de difícil recuperação.

Foi também possível definir quimicamente os domínios Saprolítico e de Rocha Sã, que são marcados em campo pelo contato abrupto entre eles. O domínio saprolítico (Soft Waste) é caracterizado por material muito intemperizado, argiloso e de resistência mecânica muito baixa. É observada neste domínio a ausência de carbonatos e, conseqüentemente, teores mais baixos de CaO, além da ausência de P₂O₅.

O segundo domínio é o denominado "rocha sã", no qual a dureza da rocha é significativamente mais alta, assim como os teores de CaO, acima de 32%. No gráfico Fe₂O₃+Al₂O₃ vs CaO/P₂O₅, fica nítida a separação entre os dois grupos, ressaltada pelos teores mais altos de ferro e alumínio na porção saprolítica. Ainda neste domínio, é possível encontrar teores acima de 3%P₂O₅, chegando a ultrapassar 6%P₂O₅. Porém estas amostras ainda carecem de avaliação para definir a economicidade de seu beneficiamento.

CONCLUSÕES

No depósito de Santana existem pelo menos três tipos de minério, sendo eles de baixo, médio e alto teor (LG, MG, HG, respectivamente). São considerados de alta qualidade, pois apresentam razão CaO/P₂O₅ com valores próximos a 1,3, a mesma encontrada na fórmula estequiométrica da apatita. Também podem ser definidos pelo menos três minérios de baixa qualidade, cuja razão CaO/P₂O₅ é menor que 1,2. Ainda, pode ser feita a separação geoquímica dos dois principais grupos de estéril, sendo eles o saprolito (Soft Waste) e a rocha sã (Hard Waste).

Os resultados obtidos forneceram base geológica para caracterização do material a ser enviado para beneficiamento, dando subsídios para planejamento e sequenciamento de lavra em atividades futuras.

As técnicas empregadas, apesar de simples, foram eficientes no que se refere à correlação entre dados geoquímicos e observações de campo, confirmando a interpretação apresentada.

A classificação não supervisionada por Médiadas-K definiu grupos geoquímicos com significado real, tanto na zona mineralizada, quanto nos domínios estérteis do depósito.

Técnicas mais aprimoradas de processamento de dados geoquímicos e interpretação podem ser utilizadas, para refino dos resultados obtidos.

Da mesma forma, estudos de variografia e geoestatística podem ser desenvolvidos para avaliar a distribuição e coerência espacial dos domínios definidos neste trabalho, contribuindo para modelagem geometalúrgica do depósito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à MbAC, pela autorização da divulgação dos dados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALS Laboratory Group - Mineral Division. 2011. Informe de Análisis Mineralógico MLA. NOIF10170088. Lima, Peru.
- Landim, P.M.B. 2011. Análise Estatística de Dados Geológicos Multivariados. Ed. Oficina de Textos. São Paulo.
- LCT-USP- Resultado de Identificação de fases por difratometria de raios-X- LCT 228-1152.HPF a 228-1170.HPF. 2011.
- MBAC Fertilizer Corp. 2012. Pre-Feasibility Study (PFS) Santana Phosphate Project Pará State, Brazil.
- Silva, L., Waring, M.H.; Lepine, R.; Tedesco, M.; Xavier, P.; Lopes, D. 2011. MBAC Internal technical Report on Santana Phosphate Project. Unpublished.