

Dados e Métodos de Sensoriamento Remoto Aplicados ao Estudo do Depósito de Fosfato de Araxá (MG)



Joyce Rodrigues da Cruz¹
Carlos Roberto de Souza Filho¹
Maisa Bastos Abram²

¹Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
joyce.cruz,beto@ige.unicamp.br

²Divisão de Avaliação de Recursos Minerais, CPRM - Serviço Geológico do Brasil
maisa@sa.cprm.gov.br

Palavras-chave: Fosfato, Araxá, Espectroscopia de Reflectância



Resumo

Esse estudo teve como objetivo, caracterizar espectralmente o depósito de fosfato de Araxá (MG), com base em dados de espectroscopia de reflectância, obtidos através da medição de amostras representativas de solo e rocha, com o instrumento FieldSpec-3 Hi-Res (espectrômetro portátil de alta resolução) na região do visível e infravermelho. Os espectros obtidos foram classificados de acordo com seu conteúdo mineralógico e avaliados com base nos resultados de análise de Difractometria de Raios X (DRX). Adicionalmente, os dados espectrais foram re-amostrados para as funções de resposta espectral do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), a fim de estabelecer critérios para a identificação das principais associações espectro-mineralógicas através deste sensor.

Apresentação

O depósito de fosfato de Araxá (alvo deste estudo) está localizado no município homônimo, no sudoeste do estado de Minas Gerais, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba (Figura 01). Este depósito está inserido no Complexo Carbonatítico do Barreiro (CCB), que possui estrutura dômica, de formato semi-circular e tem aproximadamente 4,5 Km de diâmetro (Figura 02). Constituído de rochas ultramáficas metassomatizadas (flogopititos), cortadas por 'necks', 'plugs' e veios carbonatíticos, os quais apresentam enriquecimento residual de fosfato e espesso manto de intemperismo, assim como veios e diques de apatitito, nelsonito e magnetitito, além de veios tardios de barita e silexito (Torres, 1996).

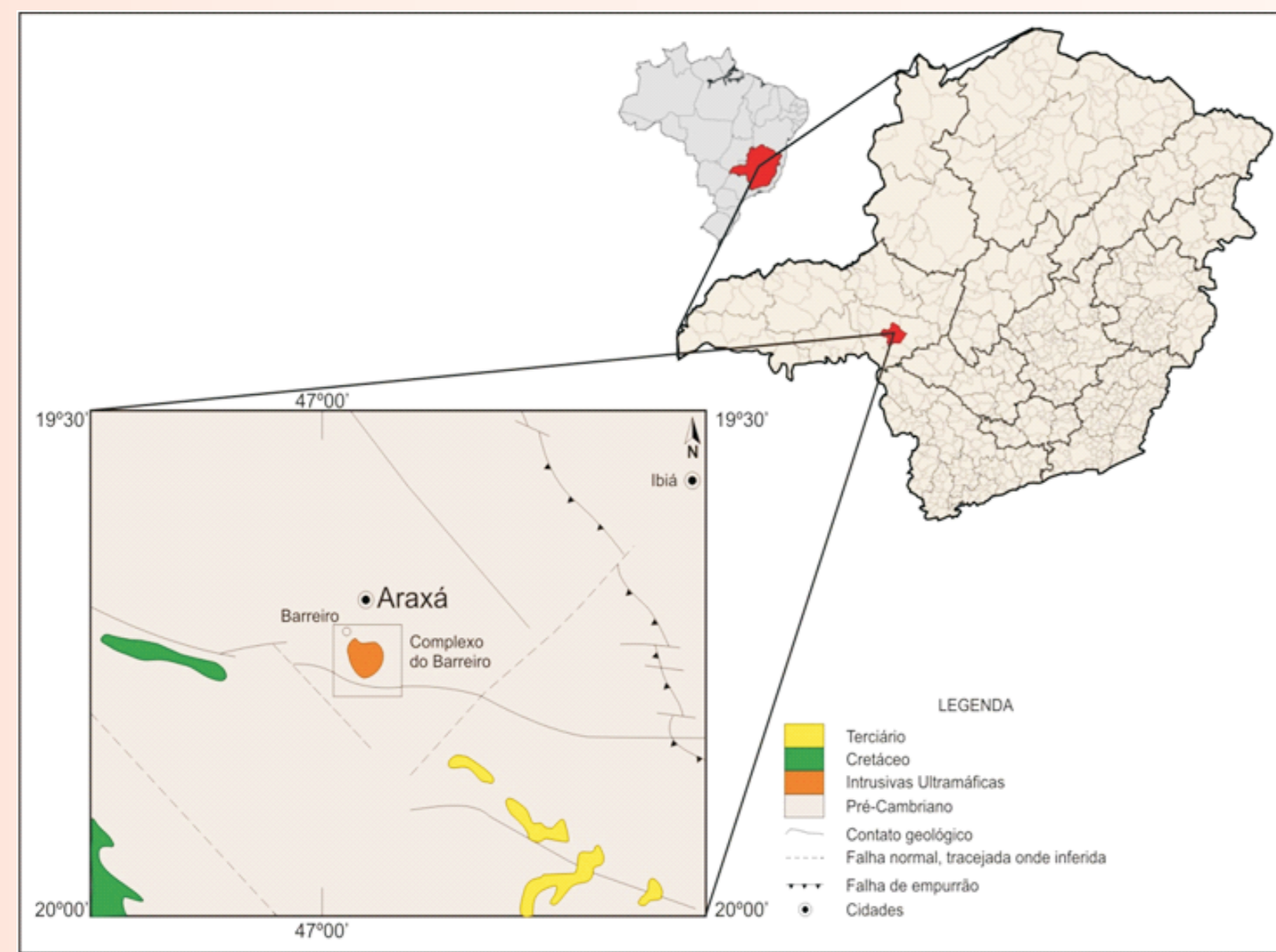


Figura 01: Mapa de localização do Depósito de Fosfato de Araxá (MG).

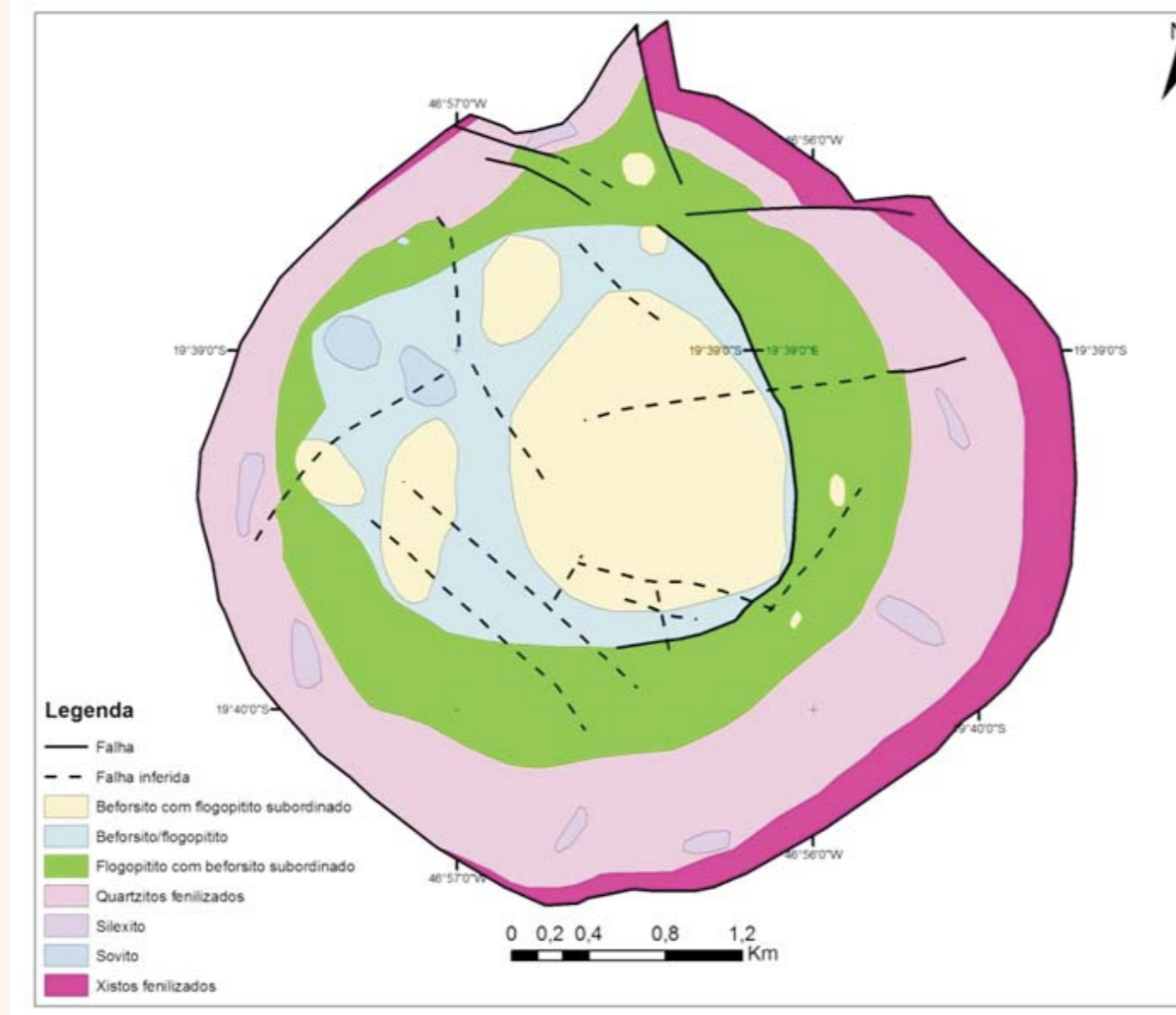


Figura 02: Mapa Geológico do Depósito de Fosfato de Araxá (MG) (Adaptado de Silva et al. 1979).

Metodologia

Nesse estudo a espectroscopia de reflectância foi utilizada para caracterização da assinatura espectral das amostras geológicas (14 amostras de solo e rocha), das zonas de mineralização fosfática, utilizando um espectrômetro portátil de alta resolução na região do infravermelho de ondas curtas (SWIR), com resolução de 8,5 nm na faixa de 1000-1800 nm e resolução de 6,5 nm na faixa 1800-2500 nm. Os espectros obtidos a partir dessas medições foram classificados de acordo com seu conteúdo mineralógico (qualitativa e semi-quantitativa) e avaliados com base em resultados da análise de DRX. À partir desse raciocínio, foi concebida uma biblioteca espectral para o depósito. Posteriormente foi realizada uma re-amostragem dos espectros desta biblioteca, para resolução espectral do sensor ASTER, revelando que as associações mineralógicas podem ser potencialmente mapeadas por este sensor (Figura 03).

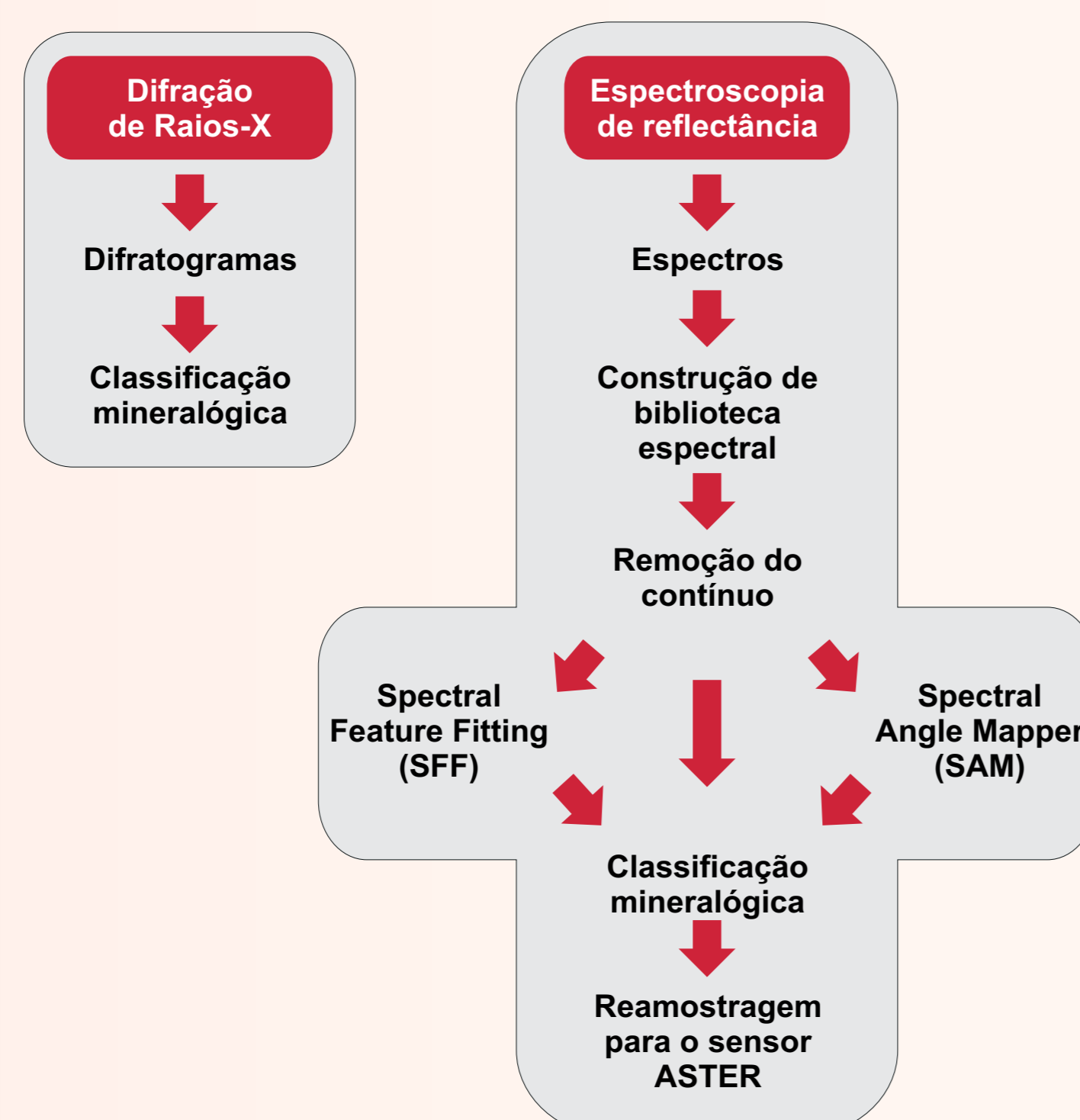


Figura 03: Fluxograma com as principais etapas do trabalho

Resultados e Discussões

Classificação mineralógica gerada com base em DRX:

A classificação mineral com os dados de DRX envolveu duas etapas: (i) uma análise estatística semi-automática para a separação das amostras em clusters visando nortear a caracterização e (ii) um tratamento convencional para a interpretação das fases minerais presentes em cada amostra (Figura 04).

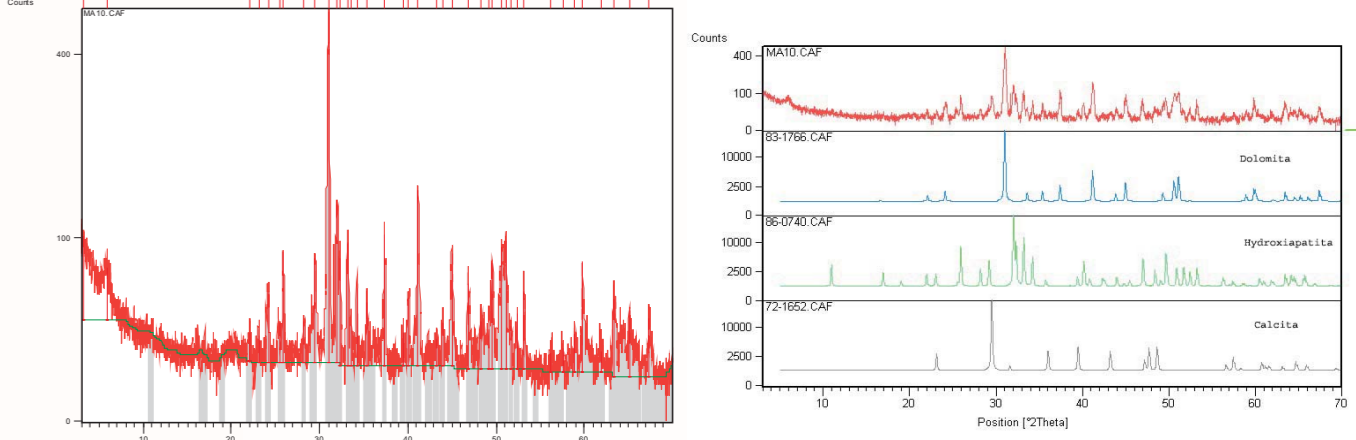


Figura 04: (a) Difrátograma da amostra MA10 e (b) Simulação para os minerais detectados na amostra.

Geração da Biblioteca espectral e caracterização mineralógica por Espectroscopia de Reflectância

A construção da biblioteca espectral do depósito de fosfato de Araxá seguiu os métodos descritos em Clark et al. (1999). A classificação espectro-mineralógica dos dados foi realizada através do software ENVI@ 4.6.1 (RSI), considerando-se as observações da biblioteca espectral GMEX (Pontual et al. 1997). As curvas espectrais obtidas foram comparadas aos espectros contidos na biblioteca espectral do United States Geological Survey (USGS). O objetivo foi obter uma correlação bastante próxima entre a curva experimental e a mistura de minerais da biblioteca de referência.

A caracterização dos materiais a partir da interpretação dos espectros envolveu a análise qualitativa, de interpretação empírica. Para tanto, os espectros foram inicialmente submetidos à remoção do contínuo que o realce das feições de absorção, auxiliando na interpretação visual do espectro e na consequente detecção da mineralogia associada (Clark et al. 1999).

Após a remoção do contínuo, os espectros foram interpretados visualmente. As principais características investigadas nos espectros foram a posição e a geometria das feições de absorção e a relação destas com a proporção dos membros presentes na mistura espectral (Figura 05). Essa análise permitiu a confirmação das fases minerais determinadas pela DRX (Tabela 01).

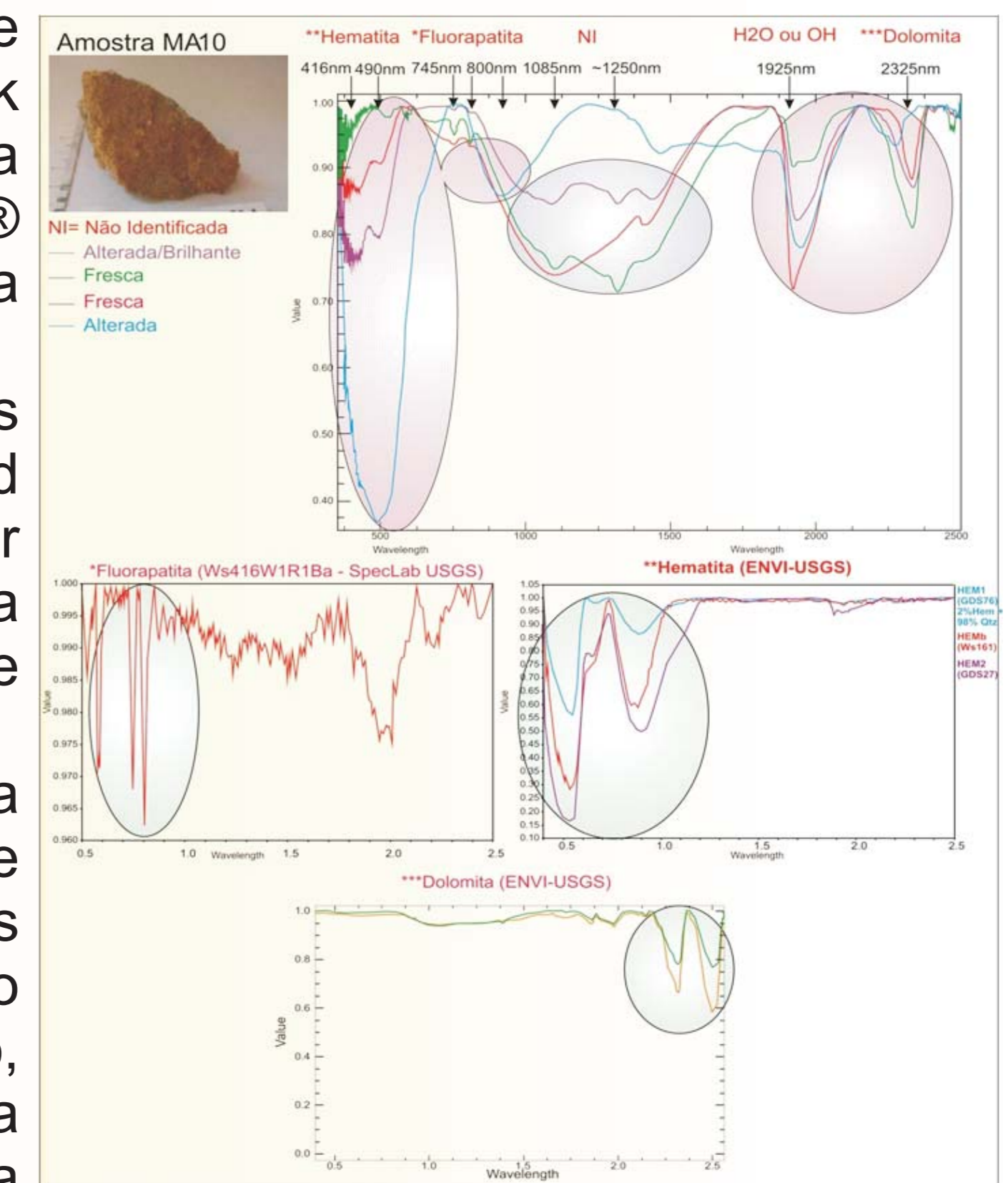


Figura 05: Espectro da amostra MA10, detalhe para os espectros da Fluorapatita, Hematita e Dolomita (Biblioteca Espectral da USGS).

Tabela 01: Principais minerais identificados por DRX e ER

Amostras	Minerais identificados por DRX	Minerais identificados por ER
MA10	Dolomita, Hidroxilapatita e Calcita	Fluorapatita, Hematita e Dolomita
MA10A	Calcita, Ankerita e Fluorapatita	Fluorapatita, Ankerita e Calcita
MA10B	Dolomita e mica	Fluorapatita e Calcita
MA11C	Fluorapatita, Goethita e Calcita	Goethita
MA11D	Goethita e Analcime	Goethita
MA12	Hematita, Dolomita e Goethita	Hematita
PT01	Fluorapatita	Nenhum mineral identificado
PT01A	Dolomita, mica e Fluorapatita	Fluorapatita e Flogopita
PT02	Fluorapatita e Vermiculita	Vermiculita e Nontronita
PT02A	Vermiculita e Fluorapatita	Vermiculita e Flogopita
PT02B	Fluorapatita e Vermiculita	Vermiculita e Flogopita
PT02C	Vermiculita e Fluorapatita	Vermiculita
PT02D	Fluorapatita, Vermiculita e Quartzo	Vermiculita, Flogopita e Goethita
PT02E	Quartzo e Goethita	Caulinita e Goethita

Reamostragem para o sensor ASTER:

Foi realizada uma simulação do potencial de detecção das assinaturas espectrais, determinadas para o depósito de Araxá, com base em dados do sensor multiespectral ASTER. A simulação foi concentrada no mapeamento espectral de associações carbonáticas (calcita e dolomita), silicáticas ferro-magnesianas hidratadas (vermiculita e flogopita) e de minerais de rochas fosfatadas (apatitas) na resolução espectral do sensor ASTER, considerando-se suas 9 bandas posicionadas no intervalo do espectro refletido (Figura 06).

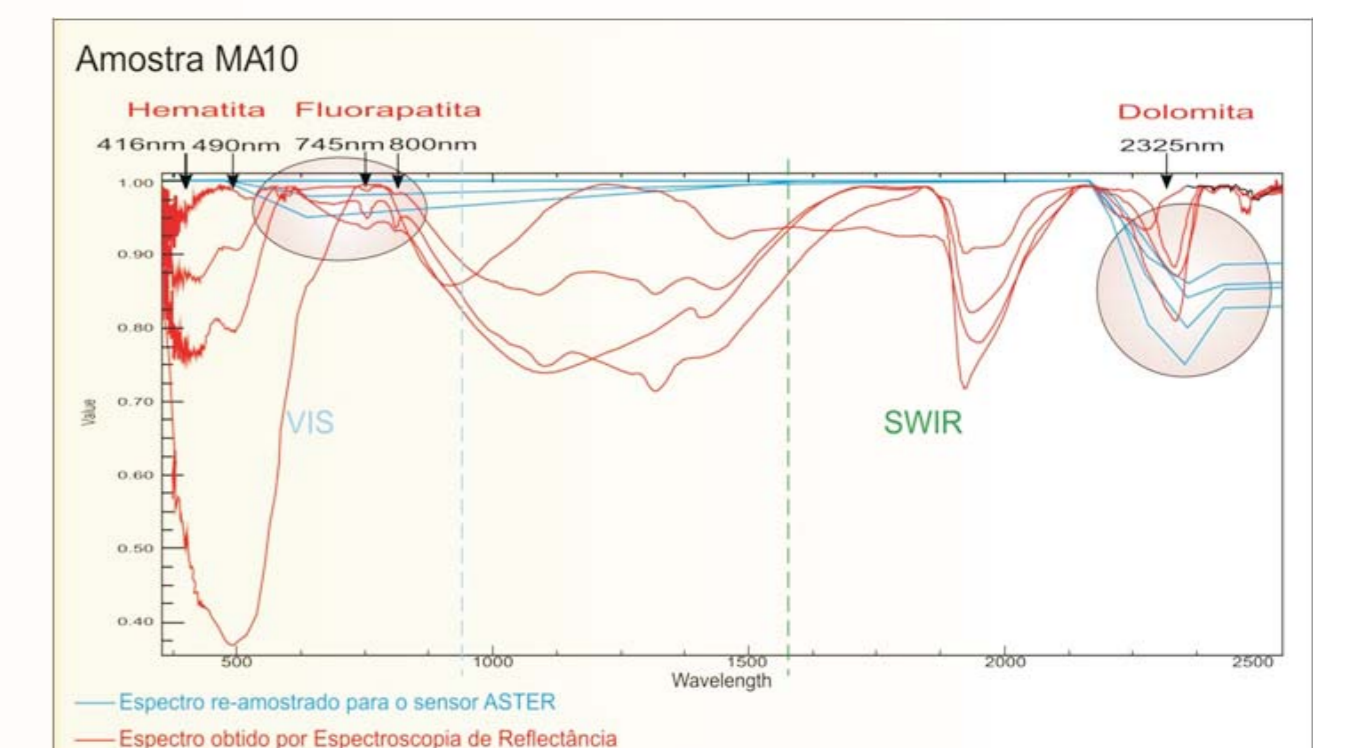


Figura 06: Espectro da amostra MA10, reamostrado para o sensor ASTER

Conclusões

Neste estudo foi possível constatar que a espectroscopia de reflectância é uma importante ferramenta para identificar e caracterizar os diferentes minerais presentes em amostras geológicas do depósito de fosfato de Araxá. Curvas espectrais características relevaram uma importante gama de minerais, corroborados por dados obtidos por meio de Difrração de Raios X, os quais podem ser utilizados para vetorização dessa tipologia de depósito. Visto a observação de feições que aparecem destacadas na resolução espectral do sensor ASTER, é plausível que pixels de imagens desse sensor possam relevar algumas das principais assinaturas descritas para o depósito de Araxá, ofertando uma ferramenta adicional para a prospecção de depósitos similares em escala regional.

Referências Bibliográficas

- CLARK R.N. Spectroscopy of Rocks And Minerals, And Principles of Spectroscopy, chapter 1. In: A.N. Rencz (eds.) Remote Sensing for the Earth Sciences: Manual of Remote Sensing, 3ed., vol. 3, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp.: 03-58, 1999.
PONTUAL, S., MERRY, N., GAMSON, P. G-Mex Volume 1: Special Interpretation Field Manual. Auspex International, Kew, Victoria 3101, 55 p, 1997.
SILVA, A.B.; MARCETTO, M & SOUZA, O.M. Geology of Araxá (Barreiro) carbonatite. S.N.T., Anais. 1979. p. 17.
TORRES, M.G.; Caracterização Mineralógica do Minério Fosfático da Mina de Araxá S.A no Complexo Carbonatítico do Barreiro, Araxá-MG. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1996.