

## **Implantação da biblioteca espectral de rochas e solos da CPRM: um resgate da memória espectral da litoteca e apoio a projetos Projetos de Levantamentos Geológicos Básicos (PLGB)**

Magda Bergmann<sup>1</sup>  
Rosemary Hoff<sup>2</sup>  
Jorge Ricardo Ducati<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil  
Rua Banco da província, 105 – CEP 90840-030 - Porto Alegre – Brasil  
[mbergmann@pa.cprm.gov.br](mailto:mbergmann@pa.cprm.gov.br)

<sup>2</sup> Embrapa Uva e Vinho - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Rua Livramento, 515 –CEP. 95700-000 - Bento Gonçalves – RS - Brasil  
[rosehoff@cnpuv.embrapa.br](mailto:rosehoff@cnpuv.embrapa.br)

<sup>3</sup> Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - UFRGS  
Av. Bento Gonçalves, 9500 – CEP. 91501-970 - Porto Alegre – RS - Brasil  
[jorge.ducati@ufrgs.br](mailto:jorge.ducati@ufrgs.br)

**Abstract.** Establishment of a rocks and soils spectral library is proposed for CPRM-Brazilian Geological Survey, for improvement of rocks and soils spectral signature obtainance as a help for field data and satellite images correlation for geological mapping purposes. Spectrometric measures will be runned on grinded rocks by means of a Portable Spectrometer for Analytical Mineral Identification (POSAM), witch operates in the infrared spectra band at CPRM's Remote Sensing and Spectroradiometry Lab. Hydrothermal alteration studies employng spectroradiometry and ASTER data DIP have been done for shiel rocks on southern Brasil, and are presented for 3 areas. At Lavras do Sul Minnig District, gold and cooper prospects hosted in neoproterozoic volcanics and post tectonic granithoids had deposits and host rocks identified, plus hydrothermal alteration assemblages as white mica, montmorillonite, kaolinita. epidote, zeolite, calcite and jarosite. Vila Palma's gold cooper and molibdenium propects, hosted by metamorphic mafic volcano-sedimentary sequence neoprotherozoic in age, showed as early results hidrothermal alteration assemblages like kaolinite, chlorite, muscovite, calcite and zeolite group minerals on sulphide bearing quarts veins, besides amphibole and chlorite on host rocks and zeolite+chlorite or chlorite+calcite+zeolite on the ores. At Pinheiro Machado, neoprotherozoic granite-gnaissic complexe and intrusive granitic assemblage followed by gabbroid rocks has been investigated for establishment of vine terroir. Alteration mineral assemblages like montmorilinite, sericite, clorite, natrolite; laumontite, calcite and epidote seem to discriminate distinct litostratigraphic units. Concluding, the establishment of a spectral library on CPRM will improve the data bank of Brazilian Geologic Survey, already in GIS environment, helping geological mapping and prospective activities.

**Palavras-chave:** spectroradiometry, ASTER, spectral library, geology, espectrorradiometria, ASTER, bibioteca espectral, geologia.

### **1. Introdução**

No Rio Grande do Sul as técnicas de sensoriamento remoto foram empregadas em vários trabalhos, priorizando a obtenção de dados texturais das imagens orbitais para extração de informações estruturais das rochas, em relação ao estudo do comportamento espectral dos produtos de alteração hidrotermal e rochas encaixantes.

A implantação de uma biblioteca espectral de rochas e solos deverá estabelecer padrões de assinaturas espectrais para as classes de solo e rochas sobre as quais foram feitas medidas de espectrorradiometria de campo e laboratório, diferentemente das bibliotecas de minerais puros existentes, estes geralmente coletados em regiões desérticas em condições climáticas diferentes das brasileiras.

A obtenção de assinaturas espectrais foi procedimento testado pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) sobre diversas rochas com alteração hidrotermal em diferentes ambientes geológicos, por meio de medidas espectrais sobre amostra de rocha de projetos da CPRM de Porto Alegre, bem como de outras unidades e de parceiros externos.

Os dados espectrais destinam-se a estabelecer correlações entre dados de campo e dados orbitais, a serem utilizados no apoio ao mapeamento geológico. Os processamentos digitais de imagens viabilizam o reconhecimento da distribuição espacial qualitativa dos minerais de alteração. Assim, a formação de uma biblioteca espectral de referência e padrões deverá apoiar o mapeamento de atributos das rochas e solos por imagem de satélite.

## 2. Trabalhos anteriores

Os dados espectrorradiométricos obtidos por Hunt et al. (1970), Hunt & Salisbury (1970, 1971), Hunt (1971) in Hunt et al. (1977), demonstraram que os produtos de alteração como argilo-minerais, óxidos e hidróxidos de ferro, alumínio, carbonatos, sulfatos e sulfetos mostram feições espectrais relativas aos intervalos de comprimento de onda do espectro eletromagnético correspondendo às bandas do espectro visível ao infravermelho próximo (VNIR) e do infravermelho de onda curta (SWIR).

Diversos autores desenvolveram aplicações do sensoriamento remoto para exploração mineral como Loughlin (1991) e Spatz D.M. 1997; entre outros. No Brasil este tipo de estudo teve desenvolvimento na década de 90 por autores como Ferreira Jr. et al. (1992), Ferreira Jr. (1993), Meneses & Porto (1992) e Porto (1994) seguidos por Souza Filho & Drury (1998), Passos (1999), Oliveira (2000) e Swalf (2000).

Atualmente, avanços em sensoriamento remoto orbital para exploração mineral são caracterizados pelo uso conjunto de espectrorradiômetros e sensores orbitais nas faixas espectrais do VNIR ao SWIR, ferramentas que podem ser úteis no mapeamento de minerais de alteração hidrotermal, Clark *et al.*, 1990, 1991; e Crósta *et al.*, (1998). Galvão (1994) obteve resultados bastante satisfatórios quanto ao comportamento espectral de solos e Pontara (1998) analisou os dados espectrais de filitos carbonosos pela técnica de principais componentes.

O advento de sensores com maior resolução espectral e espacial levou autores como Spatz (1997) a desenvolverem métodos voltados para um melhor aproveitamento dos dados orbitais. No Brasil, Crósta & Moore (1989) desenvolveram técnica aplicada à análise por principais componentes, sendo adaptada por Loughlin (1991), para estudos referentes à prospecção de alteração hidrotermal relacionada a mineralizações auríferas.

Ferreira Jr. et al. (1992) e Ferreira Jr. (1993) combinaram técnicas espectrorradiométricas e processamento de imagens por análise de componentes principais, para detecção de zonas de alteração hidrotermal no *greenstone belt* de Guarinos, GO. Meneses e Porto (1992) e Porto (1994) obtiveram resultados importantes na aplicação de técnicas espectrorradiométricas em perfis de alteração no depósito de lateritas niquelíferas.

Hoff *et al.* (2007) identificaram espectralmente zeólitas na região da Serra Gaúcha, em derrames básicos da Formação Serra Geral com cavidades preenchidas por estes minerais. As medidas espectrorradiométricas identificaram minerais como montmorilonita, minerais do grupo da sericita e da zeólita, coincidindo com resultados obtidos por Hoff et al. (2005), no noroeste do Rio Grande do Sul.

## 3. Metodologia

Como apoio à implantação da biblioteca espectral na CPRM propõe-se a realização de um Curso de Introdução a Espectrorradiometria, nas diversas superintendências da empresa.

O curso tem o objetivo de divulgar o método e o funcionamento do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Espectrorradiometria – LABSRE dentro do Serviço Geológico do

Brasil e no âmbito dos usuários internos, dando suporte à decisão de gerentes, chefes de projetos e geólogos.

Trabalhos como o da JPL Spectral Library (NASA) ilustram os efeitos do tamanho e do formato de partículas no espectro mineral. Para uniformizar estas variáveis as leituras espectrais serão conduzidas em amostras moídas na fração silte/argila.

Como os PLGB prevêem a realização de análises geoquímicas, as amostras submetidas a este procedimento já podem ter uma fração entre 50 e 100mg destinada à espectrorradiometria.

Por outro lado, as amostras que contam com análise geoquímica constituem um grupo com maior potencial para validação dos resultados da espectrorradiometria aplicada ao estudo de produtos de sensoriamento remoto.

O equipamento empregado para as análises espectrorradiométricas é o espectrorradiômetro Portable Spectrometer for Analytical Mineral Identification (POSAM Figura 1) que faz parte do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Espectrorradiometria da CPRM, operante na faixa do espectro infra-vermelho (1300 a 2500 nm). Este trabalho utiliza placa de referência difusa de sulfato de bário, com reflectância absoluta em torno de 100%.

O aparelho opera com o *software* MISO, tendo biblioteca espectral associada para reconhecimento de minerais, o que possibilita a identificação direta e a visualização de curvas espectrais de um conjunto de minerais que tem resposta na faixa mencionada do espectro.

#### **4. Resultados**

Foram desenvolvidos estudos da alteração hidrotermal por meio de espectrorradiometria e aplicadas técnicas de processamento digital de imagens de imagens orbitais ASTER, a fim de definir a distribuição da alteração hidrotermal e sua relação com as estruturas geológicas. Estes dados fazem parte de um banco de dados de imagens processadas e de uma biblioteca espectral da área do Escudo Sul-rio-grandense.

##### **4.1 Distrito Mineiro de Lavras do Sul - DMLS, RS**

No DMLS Hoff et al (2004 a) aplicaram espectrorradiometria, processamento digital e classificação espectral de imagens ASTER no estudo da alteração hidrotermal associada à mineralizações hidrotermais de ouro e cobre.

Os prospectos de ouro e cobre da região de Lavras do Sul localizam-se em rochas do oeste do Escudo Sul-rio-grandense, compreendendo seqüências vulcânicas (Formação Hilário) e granitóides intrusivos pós-tectônicos (Granito Lavras do Sul), ambos de idade neoproterozóica. Foram apresentados resultados do estudo da alteração hidrotermal por meio de espectrorradiometria e classificação espectral associada a técnicas de processamento digital de imagens ETM+LANDSAT 7 e ASTER, para definir melhor a distribuição do hidrotermalismo associado às estruturas geológicas. Técnicas de filtragem multidirecional, foram empregadas para definição das morfo-estruturas e análise por componentes principais e classificação espectral, para mapeamento da alteração hidrotermal.

Os resultados preliminares deste estudo identificaram a mineralização e rochas encaixantes na área do Granito Lavras do Sul, bem como a presença de minerais de alteração com predominância de sericita, seguida de montmorilonita e caolinita. Foram registrados também minerais como epidoto, zeolita, calcita e jarosita. Estas ocorrências foram relacionadas às estruturas extraídas da imagem orbital por filtragem e os produtos da análise por componentes principais identificaram áreas com alteração hidrotermal, as quais podem ser associadas às estruturas anteriormente identificadas pela filtragem.

##### **4.2 Vila Palma, São Gabriel, RS, Brasil**

A Região da Vila Palma se situa sobre terrenos pertencentes à Suíte Metamórfica Vacacaí (associação metavulcanosedimentar), ao Complexo Metamórfico Básico-Ultrabásico, e ao Complexo Cambaí (gnaiesses), intrudidos pelos granitos Jaguari e Santa Rita. Prospectos de ouro, cobre molibdênio e outros metais ocorrem na área, e entre trabalhos de garimpos e títulos minerários, a região da Palma também vem sendo objeto de pesquisa e prospecção mineral de empresas do Rio Grande do Sul, do Brasil e da América Latina.

No processamento digital empregaram-se técnicas de filtragem multidirecional sobre bandas do espectro visível (VNIR), para melhor definição das morfoestruturas e análise por componentes principais sobre bandas do infravermelho próximo (SWIR), com a finalidade de apoiar a classificação espectral, para o mapeamento da alteração hidrotermal, Hoff et al. (2004 b).

Os resultados preliminares já identificaram, por meio de medidas espectrorradiométricas sobre zonas mineralizadas e rochas encaixantes, os seguintes minerais de alteração: caolinita, clorita e minerais do grupo da zeolita em veios de quartzo com sulfeto disseminado; montmorilonita com sericita em veios de quartzo com molibdenita; epidoto, clorita, calcita, zeolita e associação de anfíbólio + clorita em rochas encaixantes; presença de zeolita associada a calcita em rochas encaixantes com veios de malaquita; laumontita + nefelina e montmorilonita + sericita em xisto; zeolita + clorita e clorita + calcita + zeolita, no minério.

#### 4.3 Pinheiro Machado - RS

A folha Pinheiro Machado (1:50.000) compreende terrenos de idade neoproterozóica, do Complexo Granito-gnáissico Pinheiro Machado (CGGPM), metagranitóides e metagranitóides porfíricos com septos de embasamento na forma de gnaiesses orto e para-derivados, ortognaiesses granodioríticos a monzograníticos com xenólitos e mega xenólitos de dioritos, tonalitos, anfibolitos e para-gnaiesses polideformados; do Gabro Passo da Fabiana, gabros e olivina-gabros, anortositos e troctolitos subordinados com estruturação estratiforme; da Suíte Granítica Dom Feliciano (SGDF), monzogranitos porfíricos a granulares homogêneos e Sienogranitos em *stocks* alongados NE, unidades litoestratigráficas em parte intrudidas pelos diques dos Riolitos Asperezas em sistemas paralelos NS e NW, com até 10m espessura, comportando riolitos, riocacitos, microgranitos e aplitos, texturas porfíricas, afaníticas e microfaneríticas,

Bergmann *et al.* (2008) apresentam resultados parciais de projeto em colaboração à Embrapa Uva e Vinho de Bento Gonçalves, utilizando a espectrorradiometria para validação de dados geológicos e de solos como contribuição ao estabelecimento de *terroirs* na “metade sul” do RS.

Foi efetuada a medida de reflectância espectral de amostras de rocha do Projeto Pedro Osório da CPRM (Ramgrab 1999), para fins de comparação com as características químicas e mineralógicas dos solos e melhor adequação ao plantio da videira. Nas unidades de mapeamento foram identificados minerais como montmorilonita, sericita, clorita, natrolita; laumontita, calcita e epidoto no CGGPM. Montmorilonita, sericita, clorita, zeolita se mostraram na SGDF. Em rocha gabróide foi identificado espectro com granada (Figura 3).

#### Conclusões

A biblioteca espectral de rochas e solos deverá alimentar o banco de dados de mapeamentos da CPRM (GEOBANK), que já se encontra em ambiente de SIG (Sistema de Informações Georreferenciadas), tornando possível o cruzamento de informações espectrais nas unidades litoestratigráficas definidas pelos PLGBs.

O aporte de dados torna possível o reconhecimento de padrões de alteração hidrotermal relatados a ocorrências e prospectos de minerais metálicos, ou, em uma abordagem menos tradicional e voltada a novas linhas de pesquisas minerais em foco na CPRM, implementar o

estudo de assembléias minerais relatadas a fosfatos e identificação da assinatura espectral de minerais agrícolas em geral, em projetos destinados à prospecção destes insumos e a identificação de rochas para uso em técnicas de rochagem.

### Referências

Bergmann, M; Hoff, R; Ducati, J. R. 2008. Espectrorradiometria para validação de dados geológicos e de solos como contribuição ao estabelecimento de terroirs na “metade sul” (RS, BRASIL).In: 44º Congresso Brasileiro de Geologia, Anais: CD-ROM. SBG, Curitiba.

Clark, R.N.; Gallagher, A.J.; Swayze, G.A. Material absorption band depth mapping of imaging spectrometer data using a complete band shape leastsquares fit with library reference spectra. In: AIRBORNE VISIBLE/INFRARED IMAGING SPECTROMETER (AVIRIS) WORKSHOP, 2., 1990, Pasadena.

Crósta, A.P.; Moore, J.MCM. - 1989 - Enhancement of LANDSAT Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minas Gerais State, Brazil. 7th Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Calgary, Canada. Proceedings, vol. 2, p. 1173-1187.

Crósta, A.P.; Sabine, C. & Taranik, J.V. 1998. Hydrothermal alteration mapping at Bodie, CA, using AVIRIS Hyperspectral data. Remote sensing of the environment. 65:309-319.

Ferreira, Jr. L.G.; Meneses, P.R. 1993 - Efeitos do intemperismo sobre o comportamento espectral de produtos de alteração hidrotermal. 3º Simp. Bras. de Sensoriamento Remoto. Curitiba, PR. Anais v.3 p.28-35.

Ferreira, Jr. L.G.; Meneses, P.R.; Jost, H. 1992 - Medidas espectrorradiométricas e análise de imagens multiespectrais de satélites sobre os halos de alteração hidrotermal no greenstone belt de Guarinos. Resumo. 1º Encontro de Ensino e Pesquisa do IG, Brasília, UnB.

Galvão, L.S.W. 1994. Litoestratigrafia de reflectância espectral e uma abordagem quantitativa para análise de espectros. IAG/USP, São Paulo. Tese de doutoramento, 181p.

Hoff, R.; Capeletti, I.; Toniolo, J. A.. 2004a. Aplicação de espectrorradiometria, processamento digital e classificação espectral de imagens ASTER no estudo da alteração hidrotermal associada à mineralização no Distrito Mineiro de Lavras do Sul - DMLS, RS. In: I Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral. Anais: CD-ROM. ADIMB/SBG, Ouro Preto.

Hoff, R.; Toniolo, J. A.; Capeletti, I. 2004b. Estudo da alteração hidrotermal associada a mineralização metálica pela aplicação de espectrorradiometria e processamento digital de imagens ASTER, na região de Vila Palma, RS, Brasil. In: 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Anais: CD-ROM, SBG, Araxá.

Hoff, R, Ducati, JR, Coutinho, ALS, Tonietto, J. 2007. Uso de imagens orbitais no estudo das características espectrais das rochas para o estabelecimento de critérios para uma indicação de procedência vinícola na região de Pinto Bandeira, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 233-240, disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.21.52.31/doc/233-240.pdf>

Hunt, G.R. & Salisbury, J.W. 1970. visible and near-infrared spectra of minerals and rocks. I Silicate minerals. Modern Geology, 1:283-300.

Hunt, G.L.; Salisbury, J.W. 1971. Visible and near infrared spectra of minerals and rocks. II. Carbonates. Modern Geology, 2:23-30.

Hunt, G. R.; Salisbury, J. W.; Lenhoff, C. J.. 1970. Visible and Near Infrared Spectra of Minerals and Rocks: III. Oxides and Hydroxides. Modern Geology, 3:195 - 205.

Hunt, G.R. 1977. Spectral signatures of particulate minerals in the visible near infrared. Geophysics, 42(3):501-513.

Loughlin, W.P. 1991. Principal Component Analysis for Alteration Mapping. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v.57, n.9, September, p.1163-1169.

Meneses, P. R.; Porto, S. G. 1992. O uso de sensoriamento remoto na caracterização do depósito de lateritas niquelíferas de Barro Alto-GO. In: Congresso Brasileiro De Geologia, 37, São Paulo, 1992. Boletim de Resumos Expandidos, p.153-155.

Passos, R.V. 1999. Caracterização da geometria de zonas de alteração hidrotermal – estudo de caso no depósito aurífero de Brumal, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) Instituto de Geociências–DMG – UNICAMP, Campinas, 190p.

Pontara, R.C.P. Análise do comportamento espectral dos filitos carbonosos para interpretação de imagens. Dissertação (Mestrado em Geociências) 1998. 132p UNB.

Porto, S.G. 1994. Comportamento Espectral das Lateritas Niquelíferas do Complexo Máfico-Ultramáfico de Barro Alto, Goiás. Porto Alegre. 220 p. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ramgrab, G.E. (org.)1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil– Folha Pedro Osório. SH.22-Y-C. Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:250.000 / Brasília : CPRM,.

Souza Filho, C.R. & Drury, S.A. 1998. Evaluation of JERS-1 (FUYO-1) OPS and Landsat TM images for mapping of gneissic rocks in arid áreas. Int. J. Remote Sensing, 19(18):3569-3594.

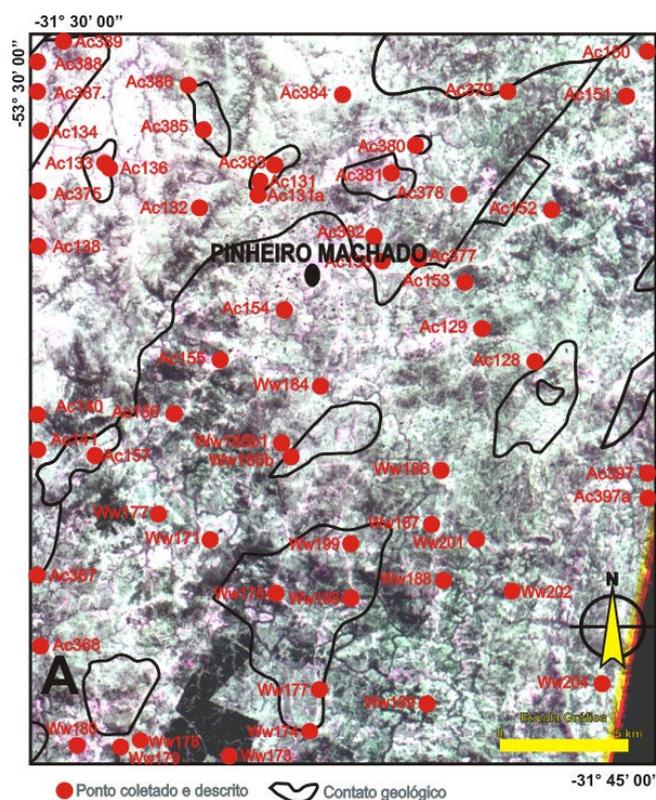
Spatz D.M. 1997. Remote sensing characteristics of the sediment- and volcanic- hosted precious metal systems: imagery selection forexploration and development. International Journal of Remote Sensing,18, no 7: 1413-1438.

Swalf, P.S. 2000. Modelo exploratório para depósitos auríferos do tipo Morro do Ouro com base em dados e técnicas de sensoriamento remoto. Dissertação de Mestrado, Instituto de geociências UNICAMP, Campinas, 118p.



Figura 1. Espectrorradiômetro POSAM (Portable Spectrometer for Analytical Mineral Identification) do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Espectrorradiometria da CPRM





**B**

File Name	Create Date	Result1	Point1	Result2	Point2	Result3	Point3	Comment
PM01.spc	08/04/28 15:17...	Montmorilonite	352	Sericite Group	343	-	-	-
PM02.spc	08/04/28 15:23...	Montmorilonite	586	Sericite Group	462	-	-	-
PM03.spc	08/04/28 15:28...	Laumontite	392	-	-	-	-	-
PM04.spc	08/04/28 15:31...	Sericite Group	602	Montmorilonite	494	-	-	-
PM05.spc	08/04/28 15:33...	Montmorilonite	530	-	-	-	-	-
PM06.spc	08/04/28 15:36...	-	-	-	-	-	-	-
PM07.spc	08/04/28 15:37...	Montmorilonite	880	Sericite Group	729	-	-	-
PM08.spc	08/04/28 15:38...	Zeolite Group	653	-	-	-	-	-
PM09.spc	08/04/28 15:41...	Epidote	1003	Chlorite	916	Calcite	888	-
PM10.spc	08/04/28 15:46...	-	-	-	-	-	-	-
PM11.spc	08/04/28 15:48...	Montmorilonite	763	-	-	-	-	-
PM12.spc	08/04/28 15:51...	-	-	-	-	-	-	-
PM13.spc	08/04/28 16:01...	-	-	-	-	-	-	-
PM14.spc	08/04/28 16:03...	-	-	-	-	-	-	-
PM15.spc	08/04/28 16:08...	-	-	-	-	-	-	-
PM16.spc	08/04/28 16:09...	-	-	-	-	-	-	-
PM17.spc	08/04/28 16:10...	-	-	-	-	-	-	-
PM18.spc	08/04/28 16:12...	Natrolite	748	Zeolite Group	554	H2O	435	-
PM19.spc	08/04/28 16:14...	-	-	-	-	-	-	-
PM20.spc	08/04/28 16:14...	Zeolite Group	349	-	-	-	-	-
PM21.spc	08/04/28 16:25...	-	-	-	-	-	-	-
PM22.spc	08/04/28 16:27...	-	-	-	-	-	-	-
PM23.spc	08/04/28 16:28...	-	-	-	-	-	-	-
PM24.spc	08/04/28 16:30...	Chlorite	867	-	-	-	-	-
PM25.spc	08/04/28 16:31...	Chlorite	645	Sericite Group	575	-	-	-
PM26.spc	08/04/28 16:35...	Zeolite Group	700	Montmorilonite	557	-	-	-
PM27.spc	08/04/28 16:36...	Sericite Group	678	Montmorilonite	647	-	-	-
PM28.spc	08/04/28 16:37...	Montmorilonite	751	Sericite Group	559	-	-	-
PM29.spc	08/04/28 16:41...	Sericite Group	643	Chlorite	504	-	-	-
PM30.spc	08/04/28 16:42...	Montmorilonite	832	Zeolite Group	471	-	-	-
PM31.spc	08/04/28 16:44...	Chlorite	459	-	-	-	-	-
PM32.spc	08/04/28 16:46...	-	-	-	-	-	-	-
PM33.spc	08/04/28 16:40...	Dolomite	375	-	-	-	-	-
PM34.spc	08/04/28 16:49...	Chlorite	748	Epidote	706	-	-	-
PM35.spc	08/04/28 16:52...	-	-	-	-	-	-	-
PM36.spc	08/04/28 16:53...	-	-	-	-	-	-	-
PM37.spc	08/04/28 16:54...	-	-	-	-	-	-	-

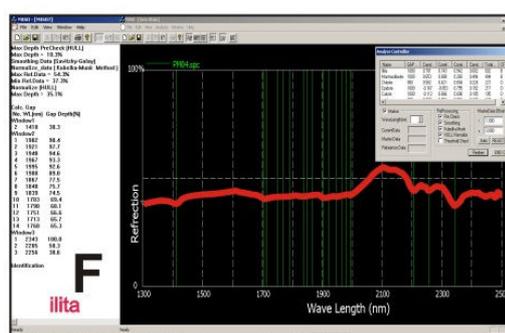
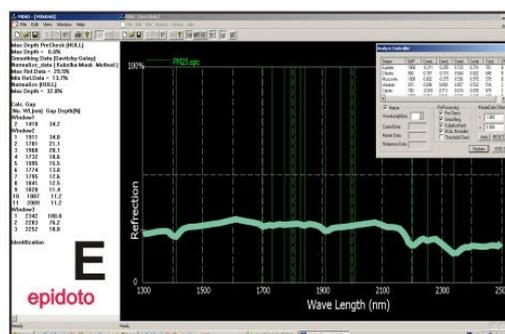
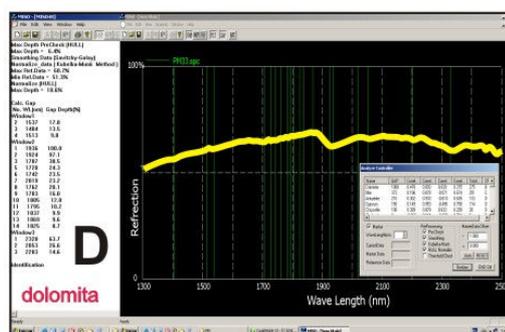
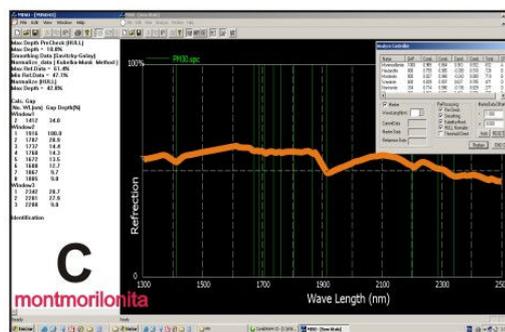


Figura 3. Composição de imagem ASTER, bandas SWIR R6G4B8, recorte na Folha Pinheiro Machado com plotagem de amostras do Projeto Pedro Osório (A). Listagem de minerais identificados no equipamento POSAM (B). Espectros de rochas com minerais predominantes conferem assinatura espectral de amostras do mapeamento geológico regional, e podem caracterizar também tipos de solo. (C, D, E e F):