

Mapeamento das Zonas de Favorabilidade de Cromo no Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava com base em sensoriamento remoto

David Cerqueira¹

¹GLOBAL MINE EXPLORATION - GME4

Rua Renato Paes de Barros 750 - Edifício Lexington, 17º andar,
Itaim-Bibi - 04530-001 - São Paulo, SP, Brasil.
dcerqueira@gme4.com.br

Abstract: Herein are presented the outcomes of the spectral mapping of Chrome within the Cana Brava Mafic-Ultramafic Complex (CCB). These outcomes, together with other information layers (geology, geochemistry and geophysics), comprise Global Mine Exploration – GME4’s Project Cana Brava exploratory framework. Project Cana Brava’s main purpose is to identify Ni-Cu + (PGM) mineralizations at the CCB. The method applied was spectral classification, based on the Spectral Angle Mapping - SAM algorithm, upon multispectral images of the Aster sensor. This method employs the development of sequential actions, in summary, according to the following order: (a) conversions and atmospheric correction; (b) spectral analysis obtained for the region under scrutiny; (d) construction of a spectral library of data extracted from end-members; (e) spectral analysis of the image; and (f) spatial mapping applying the SAM (Spectral Angle Mapping) technique. The result was the production of an image representing a favorability gradient for Chrome on the Project area. The mapping was validated by superimposing the Chrome geochemical anomaly isoline, obtained at the stream sediment, to the image resulting from the spectral mapping, where similar results between the spectral classification and the field geochemical anomaly for Chrome could be observed.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, chromiun, sensoriamento remoto, processamento de imagens, cromo.

1. Introdução

O Projeto Cana Brava tem como objetivo principal a identificação de mineralizações do tipo Ni-Cu + (EGP) no Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava (CCB). É constituído por um bloco de áreas com cerca de 60.223 hectares, que representam uma expressiva oportunidade para investimentos em mineração, em razão da sua elevada potencialidade.

No âmbito deste projeto foram desenvolvidas inúmeras atividades de pesquisa, a fim de compor um sistema de informações geográficas que permita um melhor entendimento das possíveis mineralizações de Ni-Cu + (EGP), bem como do contexto geológico do CCB. Já foram produzidas informações de geologia, geofísica, geoquímica em sedimento de corrente e geologia estrutural.

Na evolução do projeto está sendo executada uma análise geoquímica com base em amostragem a trado da área, a fim de aprofundar o conhecimento geoquímico do CCB. Para tanto esta amostragem foi programada utilizando-se de temas da geofísica, geologia e geoquímica de sedimento de corrente. Contudo, a amostragem geoquímica de sedimento de corrente não possui uma malha regular, o que provoca áreas com baixa densidade de amostragem, dificultando a tomada de decisão no que tange ao posicionamento dos furos de trado.

Visando auxiliar nesta tomada de decisão foi desenvolvido um modelo de favorabilidade para alguns elementos químicos que pudessem compor planos de informação úteis à locação dos furos com base em sensoriamento remoto com vistas a possíveis mineralizações associadas a complexos máfico-ultramáficos. Neste artigo, apresentamos o resultado obtido para o cromo; possível rastreador de corpos ultramáficos.

2. Localização e caracterização fisiográfica da área do projeto.

O Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava localiza-se na porção centro-norte do Estado de Goiás, na zona limítrofe com o estado de Tocantins, região Centro-Oeste do Brasil (Figura 1). Posiciona-se imediatamente ao norte da cidade de Minaçu, a 504km da capital, Goiânia, e constitui um importante pólo econômico regional, baseado na mineração de amianto e na geração de energia elétrica.

Limita-se com os municípios de Campinaçu, Campinorte, Cavalcante, Colinas do Sul, Montividiu do Norte, Trombas e o Estado do Tocantins. Pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins, cujos principais rios são o Maranhão, tendo como afluentes o Ribeirão Boa Nova, rio Bonito e o rio Canabrava, principal rio do município; o Ribeirão Dois de Junho e o rio Ribeirão Mucambão, divisor de Minaçu com o Estado do Tocantins. A bacia fluvial do Tocantins é formada por elevações alongadas, destacando-se numa vasta região de peneplano.

A Serra de Cana Brava, sustentada pelas rochas máfico-ultramáficas, com cristas alinhadas segundo a direção de SSO para NNE, com altitudes variando de 800m a 1.000m é a principal feição geomorfológica da área. Envolvendo esse conjunto montanhoso observam-se planícies arrasadas, planas, com altitudes variando de 350m a 400m, situadas nas vizinhanças dos vales dos rios Maranhão e Cana Brava. (IBGE, 2006)

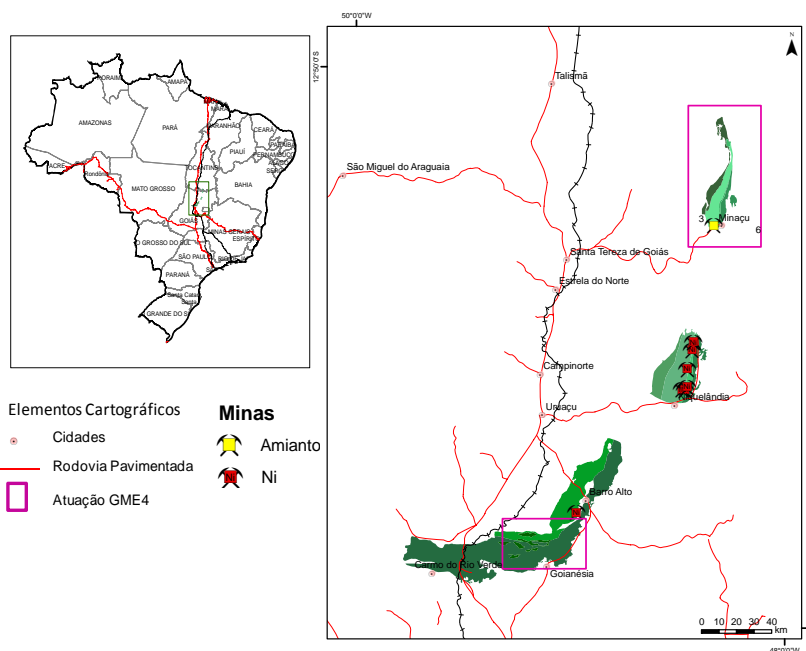


Figura 1 – Localização e fisiografia da área do Projeto Cana Brava.

3. Caracterização Geológica

Regionalmente, o Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava (CCB) faz parte de um conjunto magmático formado pelos Complexos de Niquelândia e Barro Alto (Figura 1), com cerca de 22km² de área total. Este conjunto é o terceiro maior em extensão dentre os exemplos mundiais desse tipo de complexo. Está inserido na porção interna da unidade geotectônica Faixa Brasília, entre os crátons Amazônico e do São Francisco.

Localmente, o CCB é constituído por uma associação de rochas máfico-ultramáficas, com uma extensão aproximada de 40km ao longo da direção N-S e uma largura máxima de 4km em sua porção meridional. Suas encaixantes imediatas são: rochas da Sequência Metavulcanossedimentar de Palmeirópolis, a oeste, e as rochas do Complexo Granito-Gnáissico, a leste.

De acordo com Lima (2007), as principais litologias observadas estão agrupadas em uma Zona Máfica Inferior (ZMI); Zona Ultramáfica (ZUM), e Zona Máfica Superior (ZMS). Essas unidades representam associações gabronoríticas, pi-roxenitos e serpentinitos (Figura 2).

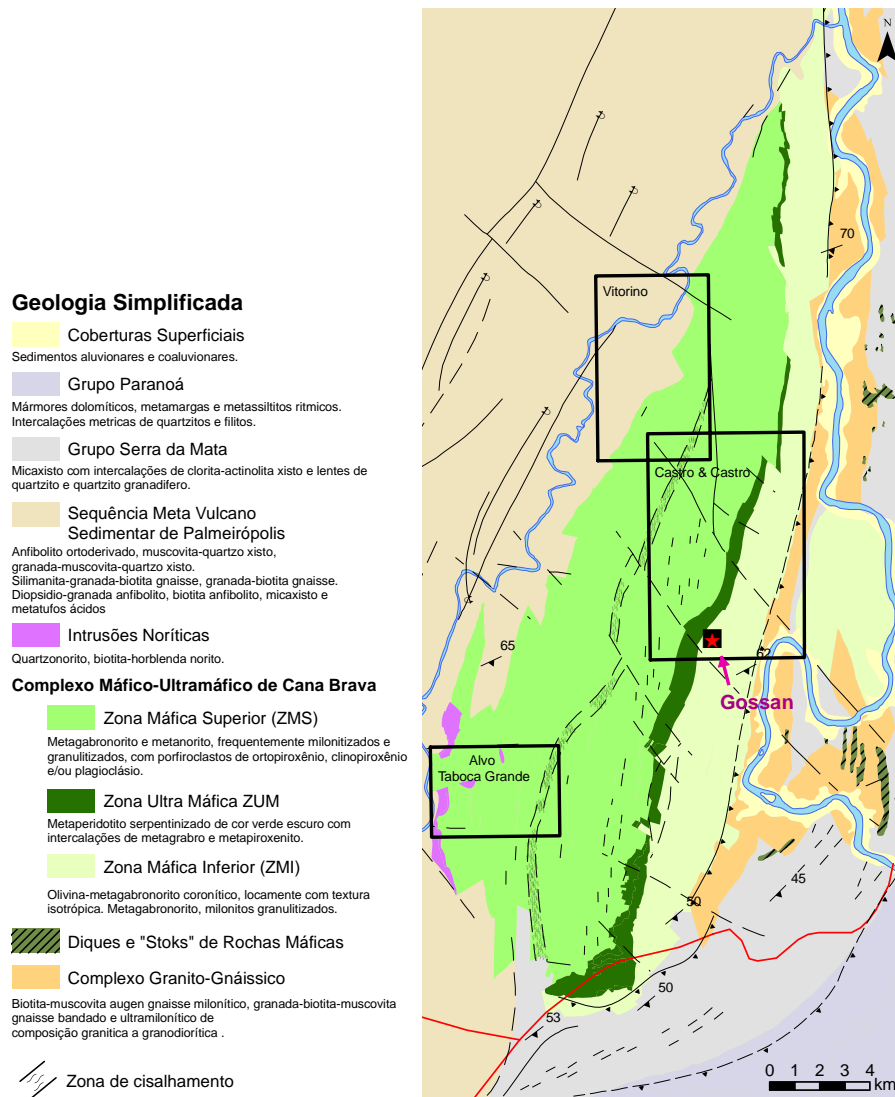


Figura 2. Mapa Geológico do Complexo Máfico-Ultramáfico Cana Brava

4. Materiais e Método

Para alcançar o objetivo proposto foram utilizadas técnicas de mapeamento hiperespectral aplicadas às imagens multiespectrais do sensor Aster (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), tal como descrito por Ducart et al. (2005) e Crosta (2006).

Esta técnica baseia-se, em linhas gerais, na espectrometria de reflectância, tomando como base a medida da componente de energia que é refletida por um dado material, em contraposição às energias emitidas e absorvidas (Crosta, op.cit.).

As ações executadas obedeceram à seguinte seqüência: (a) conversões e correção atmosférica; (b) análise espectral obtida para a região estudada; (d) composição de biblioteca espectral extraída dos *end-members*; (e) análise espectral da imagem; e (f) mapeamento espacial pela técnica SAM.

Para tanto, foi utilizada a cena do sensor Aster AST_L1B_00309112006133714_20080718152221_12382, que possui 14 bandas espectrais recobrimdo faixas do visível e do infravermelho termal do espectro eletromagnético. Destas, foram utilizadas as bandas de 4 a 9, que correspondem à região espectral entre 1,6 e 2,4 μm (SWIR).

A correção atmosférica foi utilizada para diminuir a absorção e o espalhamento da radiação disponível para o sensor, normalmente provocada por partículas e gases contidos na atmosfera.

A análise espectral e a composição da biblioteca espectral foram feitas com base nos espectros de pixels, onde foram encontrados espectros de minerais com a presença de cromo na área do projeto.

Utilizando-se estes espectros de referência, buscou-se encontrar, na imagem, aqueles pixels nos quais a resposta espectral fosse a mesma. Estes pixels foram escolhidos como área de treinamento (end-members) e, posteriormente, aplicados na classificação da imagem.

No mapeamento espacial pela técnica SAM, o algoritmo mede a similaridade espectral entre um pixel e um ou mais espectros de referência, por meio do cálculo do ângulo entre os dois (Crosta, 2006).

Foram utilizados como end-members os pixels localizados no centro das anomalias de cromo onde foram identificados espectros semelhantes ao da cromita. Esta análise foi feita com base na interpretação visual e testada com a ferramenta Spectral Analyst do software Envi 4.2, através dos algoritmos SAM e do SFF (Spectral Feature Fitting), auxiliado pela técnica de mistura espectral. O espectro da cromita utilizado neste procedimento foi o da biblioteca espectral do USGS.

Visando evitar possíveis erros de interpretação entre os alvos possivelmente identificados e áreas de cobertura vegetal, água e nuvens, foram selecionados end-members nestes tipos de cobertura, os quais fizeram parte da classificação.

A classificação foi realizada com o auxílio do módulo Spectral Hourglass Wizard do Envi. Este mecanismo auxilia no processo de classificação, executando automaticamente as etapas necessárias para a classificação.

5. Resultados e Discussão

Após a classificação, foi gerado um mapa de abundância para cromo. Este procedimento foi aplicado à imagem SAM, representante do end-member oriundo das amostras, através de um ajuste de histograma com o objetivo de selecionar as áreas com a maior probabilidade de representar o potencial para cromo representado pelo espectro referência. Por fim, foi aplicado um gradiente de cor para facilitar a observação dos resultados obtidos.

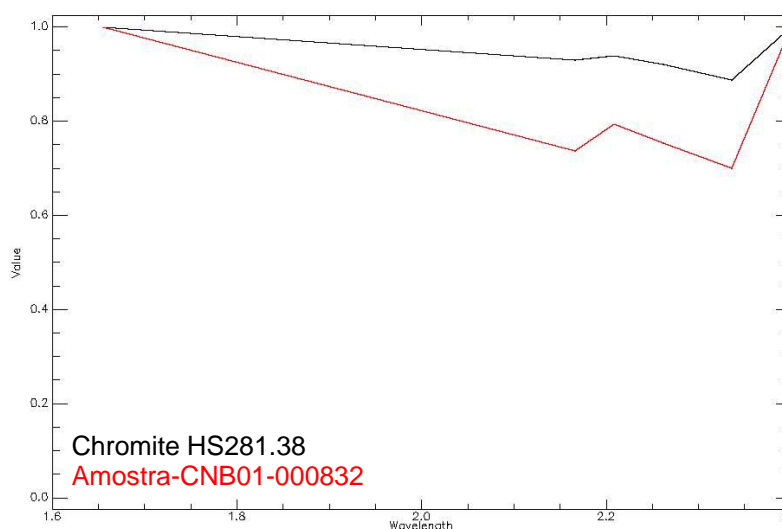


Figura 3: Comparação entre o espectro de referência e o classificado

A avaliação do resultado foi efetuada de duas maneiras. Em primeiro lugar comparou-se a curva de reflectância do membro de referência com a coletada na área classificada como sendo espectralmente análoga, conforme se observa na figura 3.

A similaridade das curvas de reflectância permite avaliar preliminarmente, como positivo, o resultado da classificação.

Em segundo lugar comparou-se o mapa de abundância de cromo com o mapa de anomalia geoquímica de cromo baseado em sedimento de corrente desenvolvido no projeto (figura4).

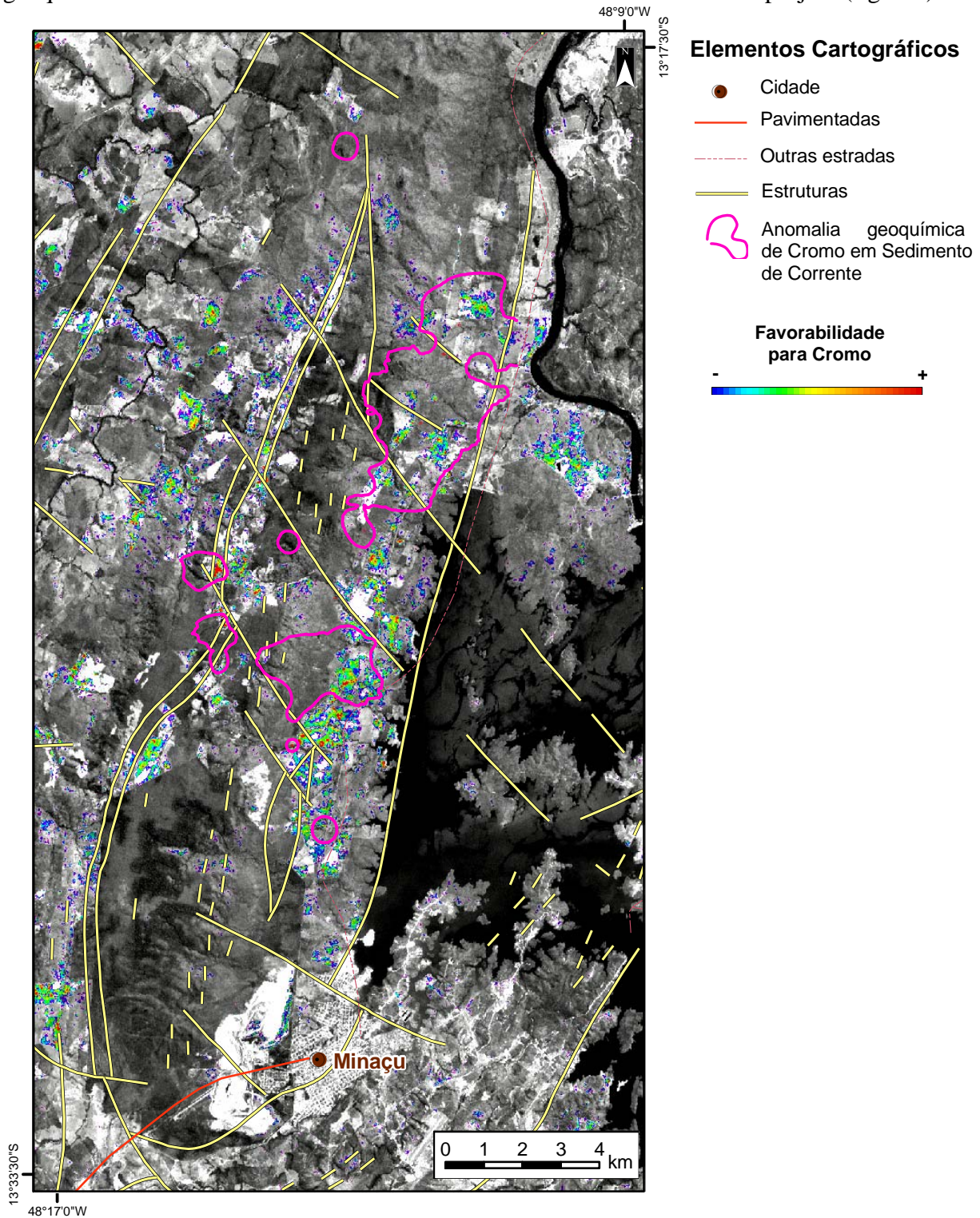


Figura 4 – Localização e fisiografia da área do Projeto Cana Brava.

Considerando a cobertura vegetal, reconhecida como um limitador ao método de mapeamento espectral, pode-se observar uma sobreposição das áreas com elevada favorabilidade de cromo, mapeadas espectralmente, com aquelas estabelecidas com a análise geoquímica em sedimentos de corrente. Esta similaridade dos resultados permite avaliar positivamente o mapeamento espectral pela técnica SAM para o CCB.

Como se esperava, foram mapeadas com elevado potencial para cromo algumas áreas onde não houve amostragem geoquímica. Estas, por sua vez, foram utilizadas como plano de informação para auxiliar na tomada de decisão para alocação dos furos de amostragem a trado.

6. Considerações finais

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a classificação espectral pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao posicionamento da amostragem geoquímica. Juntamente com outros planos de informação, como geofísica e geomorfologia, este recurso pode aumentar a margem de acerto na descoberta de depósitos minerais.

Em locais onde a escassez de informação é uma realidade, pode-se utilizá-lo como ponto de partida para as análises regionais, na medida em que subsidia trabalhos de campo e fornece um indicativo prévio do contexto mineral da superfície a ser mapeada.

7. Referências

ALMEIDA, T. I. R. **Geobotânica por sensoriamento remoto no mapeamento geológico de região recoberta por floresta amazônica de terra firme: uma avaliação metodológica na região do Vale do Guaporé (RO)**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1951-1958.

CRÓSTA, A. P. **Sensoriamento Remoto Hiperespectral Aplicado ao Mapeamento de Minerais de Alteração Hidrotermal nos Distritos Mineiros de Bodie e Paramount, Califórnia**. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 623-628.

AMARO, V. E.; AMARAL, G. ; LAUNEAU, P. **A Espectrometria de Reflectância Aplicada ao Mapeamento Geológico da Porção Extremo Nordeste da Província Borborema, Nordeste do Brasil** Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 349-360.

CERQUEIRA, D. B. C.; ABRAM, M. B.; SILVA, M. D.; SOUZA, N.P.; SANTOS, C. C.; PITANGA, I. C. J. **Mapeamento de zonas de alteração hidrotermal no garimpo do Trairão (MT), com base em sensoriamento remoto e espectroradiometria**. X Simpósio de Geologia da Amazônia. Porto Velho, Brasil, 4-11 novembro 2007.

DUCART, D. F. ; CRÓSTA, A. P.; SOUZA FILHO, C. R. **Processamento de imagens hiperespectrais do EO-1/Hyperion para o mapeamento de minerais de alteração hidrotermal na Patagônia Argentina**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 6449-6451.

GOETZ, A. F. H.; VANE, G.; SOLOMON, J. E.; ROCK, B. N. *Imaging spectrometry for Earth remote sensing*. Science v. 228 n. 4704 (1985), 1147-1152.
PEARLMAN, J.S.; Barry, P.S.; Segal, C.C.; Shepanski, J.; Beiso, D.; Carman, S. L. 2003. *Hyperion, a space-based imaging spectrometer*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.

PIZARRO, M. A.; EPIPHANIO J. C. N.; GALVÃO, L. S. **Caracterização mineralógica de solos tropicais por sensoriamento remoto hiperespectral**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 10, p. 1277-1286, out. 2001.

SILVA, S. M. P.; CRÓSTA, A. P.; SOUZA FILHO, C. R. **Mapeamento lito-mineralógico de zonas de alteração hidrotermal na porção sul da Província Pegmatítica Borborema Seridó (RN/PB) com dados Terra/ASTER**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2183-2185.