

USO COMBINADO DE IMAGENS LANDSAT E FOTOGRAFIAS AÉREAS NA
DISCRIMINAÇÃO ESPECTRAL DE ÁREAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL: UMA
NOVA ABORDAGEM EM PESQUISA MINERAL

RAIMUNDO ALMEIDA FILHO
ÍCARO VITORELLO

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Av. dos Astronautas, 1758 - CEP: 12227-010
São José dos Campos, SP - Brasil

Abstract. This work discusses the use of Landsat-TM images and digitized aerial photographs in the spectral discrimination of hydrothermally altered areas, using the Serra do Mendes granitoid massif as a case-study area.

Introdução

Sensoriamento remoto tem sido usado como uma técnica eficiente na discriminação espectral de áreas de alteração hidrotermal (Abrams et al., 1977; Prost, 1980; Rowan and Kahle, 1982). A abordagem tem sido baseada no fato de determinados minerais portadores de ions de Fe (limonita) ou hidroxilas (argilas, K-micas, etc), possuírem feições espectrais diagnósticas, que permitem identificação por sensoriamento remoto. Esta abordagem tem, no entanto, sérias limitações. Sua aplicação é restrita a áreas desérticas, ou com esparsa cobertura vegetal. Por outro lado, ela assume que os minerais diagnósticos estão associados em origem a processos de hidrotermalismo. Essas duas condições restringem seriamente a aplicação da técnica em regiões tropicais, onde a cobertura vegetal é uma constante e os minerais diagnósticos quase sempre originam-se de processos

tempéricos. Nesses ambientes uma abordagem eficiente na discriminação espectral litológica é a técnica de divisão de canais ("ratio"). Usando canais não correlacionados em relação à resposta da vegetação, é possível detectar variações de densidades de cobertura vegetal, as quais podem representar associações geobotânicas (Almeida Filho, 1984; Almeida Filho e Castelo Branco, 1992).

Em função de certas características da área de estudo que limitaram a aplicação da técnica "ratio", uma nova abordagem foi empregada no presente trabalho. Ela visou a discriminação espectral de áreas de alteração hidrotermal, com base na resposta espectral do terreno. Para isto foram utilizadas imagens Landsat-TM e fotografias aéreas digitalizadas em alta resolução, as quais foram analisadas tendo como base dados de radiometria de campo.

Área de Estudo

O granitóide Serra do Mendes, na Província Estanífera de Goiás foi escolhido como áreas teste. Ele localiza-se no município de Monte Alegre de Goiás, o qual dista cerca de 400 Km ao norte de Brasília. A região possui clima semi-úmido com uma estação de chuvas e outra seca. A cobertura vegetal é do tipo cerrado. O granitóide possui fácies de alteração hidrotermal representadas por greisens e albititos, os quais são controles litológicos de mineralizações de cassiterita. Dada à acidez dos solos nas áreas de alteração, o cerrado degrada-se para campos onde predominam gramíneas e arbustos, constituindo uma típica associação geobotânica.

Resultados e Discussões

Foram analisadas imagens Landsat-TM obtidas no início da estação seca, época em que as relações solo-vegetação são mais evidentes. A utilização da técnica "ratio" não se mostrou eficaz no caso da área de estudo. Pelo fato de mostrarem densidades de cobertura vegetal semelhantes, zonas de alteração hidrotermal e de lateritas não puderam ser discriminadas entre si usando-se aquela técnica. Por esta razão uma nova abordagem necessitou ser empregada, utilizando-se como parâmetro de discriminação a resposta espectral do terreno.

Dado ao alto albedo dos solos e baixa densidade de cobertura vegetal, a resposta espectral gravada pelo sistema sensor nas áreas de hidrotermalismo é fortemente influenciada pelos solos (Siegal and Goetz, 1977). Por esta razão, dados espectrais de campo (também obtidos no

início da época seca) foram utilizados para a seleção das bandas Landsat-TM que melhor discriminavam as áreas alvos. Utilizou-se um radiômetro modelo HHRR, com filtros correspondentes às bandas espectrais refletidas do Landsat-TM. Esses dados mostraram que as áreas alvos eram melhor discriminadas nas bandas TM1, TM2 e TM3. Essas bandas foram, então, combinadas com filtros azul, verde e vermelho, respectivamente, gerando-se uma composição colorida "natural". Nesta composição tons claros correspondem a solos de cor clara, associados à zonas de hidrotermalismo. Áreas de biotita-granitos com solos marron-avermelhados aparecem em matizes de vermelho e a cobertura vegetal em matizes de verde. Com base nesse padrão espectral um corpo alongado de greisens e albititos foi identificado na porção central do maciço, medindo cerca de 1,5 km e largura em torno de algumas centenas de metros.

Visando uma melhor caracterização do corpo, as imagens multiespectrais Landsat foram combinadas com uma fotografia aérea pancromática digitalizada em alta resolução (pixel de 3 x 3 metros). Para isto aplicou-se a técnica IHS (Intensity-Hue-Saturation) utilizando-se a composição colorida acima mencionada. Na transformação de retorno ao domínio RGB, as bandas Intensidade e Saturação foram substituídas, respectivamente, pela fotografia aérea e pela banda TM1. O produto resultante guarda a resolução espacial da fotografia aérea e as variações espectrais das imagens Landsat. A substituição do canal Saturação pela banda TM1 visou a

umentar o contraste das áreas alteradas, uma vez que esta banda era a que individualmente melhor discriminava as áreas de alteração hidrotermal.

O produto híbrido acima mostra com detalhe o corpo de rochas alteradas e o padrão de falhas e fraturas que o controlam. Neste produto áreas de alteração hidrotermal aparecem em matizes de azul; solos de biotita-granito em matizes de vermelho, coberturas lateríticas em amarelo e vegetação em verde. Dada a alta resolução desse produto pôde-se constatar que as rochas alteradas não formam um corpo homogêneo, como sugerido pela análise das imagens Landsat somente. Na realidade trata-se de um corpo descontínuo, com frequentes enclaves de biotita-granito. O realce de falhas e fraturas mostrou o estreito controle que essas feições exercem sobre a distribuição das rochas alteradas.

Os resultados obtidos permitiram o mapeamento, a nível de detalhe, das áreas alvos, demonstrando assim, a eficácia da técnica para estudos dessa natureza.

Referências

- R. Almeida Filho, Multiseazonal and geobotanical approach in remote detection of albitized-greisenized areas in the Serra da Pedra Branca granitic massif, Goiás state, Brazil. *Economic Geology* 79 (8) 1914-1920, 1984.
- R. Almeida Filho e R. M. Castelo Branco, Location of kimberlites using Landsat Thematic Mapper images and aerial photographs: the Redondão diatreme, Brazil. *International Journal of Remote Sensing* 13 (8) 1449-1457, 1992.
- G. Prost, Alteration mapping with airborne multispectral scanners. *Economic Geology*, 75 (6) 894- 906, 1980.
- L. C. Rowan and A. B. Kahle, Evaluation of 0.46-to 2.36-um multispectral scanner images of the East Tintic mining district, Utah, for mapping hydrothermally altered rocks. *Economic Geology* 77 (3) 441-452, 1982.
- M. J. Abrams, R. P. Ashley, L. C. Rowan, A. F. H. Goetz, and A. B. Kahle, Mapping of hydrothermal alteration in the Cuprite mining district, Nevada, using aircraft scanner images for the spectral region 0.46 to 2.36 um. *Geology* 5 (12) 913-718, 1977.
- B. S. Siegal and A. F. H. Goetz, Effect of vegetation on rock and soil type discrimination. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*, 43 (2) 191-196, 1977.
- Anais do VII SBSR, 1993