



## MAPEAMENTO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO JOÃO DIAS A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO MULTIESPECTRAIS

**BRUCH, Alexandre Felipe<sup>1,2</sup>; KOESTER, Edinei<sup>2,3</sup>; NOVAES, Luis Eduardo Silveira da Mota<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Pelotas,  
alexandrefelipebruch@ibest.com.br

<sup>2</sup>NET – Núcleo de Estudos da Terra, Universidade Federal de Pelotas

<sup>3</sup>Professor do Curso de Engenharia Geológica, Universidade Federal de Pelotas

### **Introdução**

A utilização de métodos diretos de mapeamento geológico e de prospecção mineral, em áreas de difícil acesso, são cada vez mais auxiliados por métodos indiretos. Nestas áreas, dados de sensoriamento remoto e de geofísica aerotransportada são, muitas vezes, a única possibilidade de espacializar as pontuais observações em campo. Assim as imagens de sensoriamento remoto óptico respondem o comportamento espectral dos alvos e possibilitam uma macro compartimentação de áreas, principalmente quando estas ultrapassam centenas de km (Souza Filho & Crosta, 2003).

Sendo assim, este trabalho propõem uma análise e compartimentação de unidades geológicas da Sub-bacia Hidrográfica do Arroio João Dias, na localidade de Minas do Camaquã, entre os municípios de Caçapava do Sul e Santana da Boa Vista (RS), através de imagens do satélite LandSat de resposta multiespectral.

### **Material e Métodos**

Foi utilizada imagem de cena número 222/081 do sensor LandSat TM (*Thematic Mapper*), que recobre a área em estudo. Procedeu-se de forma a retirar as feições e dados geológicos que pudessem vir estruturar a confecção de um mapa temático que integra os dados geológicos desta região. O procedimento operacional foi iniciado com a etapa de pré-processamento da imagem no software Envi 4.2, onde foram feitas as correções básicas para torná-la operável, incluindo o recorte da cena, resultando em uma imagem com dimensões de 4923 linhas x 6369 'pixels', de modo a delimitar a região de interesse. O registro da imagem consistiu em transformações polinomiais de 2ª ordem com reamostragem em 'pixel' de 30 metros pelo método do vizinho mais próximo.

No processamento das imagens procedeu-se a seleção de composições coloridas das bandas em tripletos de falsa cor (FCC), orientadas pela análise de

histogramas bi-dimensional conforme Crosta (1993) e por análise visual, obtendo-se melhor contraste na FCC combinando as bandas 4,5,7 nos canais RGB.

Um novo georeferenciamento baseado em pontos de controle de campo produziu um ajuste mais fino da imagem para o sistema cartográfico adotado. Produziu-se uma classificação supervisionada da imagem da SbHAJD, gerando um mapa temático mostrando agrupamentos de zonas de mesma resposta espectral, indicativas de diferentes litologias.

Foi aplicado o processamento apresentado em Almeida (2005), que envolve quatro passos: o realce espectral de diferentes compostos foliares por meio de índices espectrais ou razões de bandas, a aplicação de uma análise por principais componentes (APC) através do conjunto de razões de bandas, a introdução de imagem de albedo (primeira componente de APC sobre subconjunto das bandas) e aplicação de filtro de convolução passa-baixas proporcional sobre as componentes principais obtidas através do conjunto de razões de bandas.

Os mapas geológicos que serviram de base para os comparativos das respostas espectrais foram baseados nos trabalhos de Paim (1994) e Paim e Lopes (1999).

### Discussão e Resultados

Analisando o comportamento espectral das litologias da SbHAJD, constata-se ter a banda no infravermelho próximo (NIR) um comportamento pouco variável, sobretudo comparada com as bandas no infravermelho ondas curtas (SWIR) e, entre estas, com a banda LandSat 4 (0,76 a 0,90 micrometros), a que apresenta maior variação seguida pelas bandas 5 e 7. O relativamente não variante platô do NIR indica dossel homogeneamente fechado, sem contribuição notável de solos e de outras coberturas vegetais. Já o comportamento na banda 4 confirma a importância das variações em água foliar, que são função da disponibilidade hídrica nos sistemas radiculares.

A matriz de auto vetores (Tabela 1) baseada na metodologia de Crosta (1989), mostra parte dos componentes principais (CPs) concentrando notavelmente as informações espectrais de compostos foliares realçadas nas razões de bandas. Verifica-se que a CP1 é dominada pelos pigmentos foliares, que participam com 62% do peso total (soma dos pesos das razões 3/1 e 3/2); a CP2 é dominada pelos compostos bioquímicos, com 75% do peso total (soma dos pesos das razões 3/5, 3/6, 3/7, 3/8 e 3/9) e, finalmente, a CP7 tem na água foliar um peso de 71% (razão 3/4). Estas 3 CPs, assim, concentram tanto o essencial dos grupos de compostos foliares como concentram informações espectrais do visível (pigmentos), do infravermelho próximo (estrutura celular) e do infravermelho ondas curtas (água e compostos bioquímicos).

Tabela 1: Matriz de autovetores.

Auto Vetores	3_1	3_2	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	3_9
CP 1	<b>0,405</b>	<b>0,855</b>	0,055	0,135	0,135	0,143	0,179	0,109
CP 2	0,309	0,204	<b>-0,162</b>	<b>-0,395</b>	<b>-0,376</b>	<b>-0,418</b>	<b>-0,515</b>	<b>-0,315</b>
CP 3	0,860	-0,476	0,027	0,057	0,071	0,083	0,118	0,061
CP 4	-0,016	0,007	-0,032	-0,173	-0,123	-0,470	0,798	-0,310
CP 5	0,001	-0,001	-0,032	0,024	-0,091	-0,545	-0,008	0,832

CP 6	0,014	-0,010	0,082	0,578	0,498	-0,521	-0,220	-0,302
CP 7	-0,011	0,000	0,064	-0,671	0,732	-0,057	-0,039	0,065

Após a eliminação da reflectância dos elementos de comprimento de onda irrelevantes ao trabalho (Figura 1), passou-se para a etapa de comparação da imagem resultante dos CPs com os dados do mapa geológico (Figura 2) realizado a partir dos trabalhos de Paim (1994) e Paim e Lopes (1999).

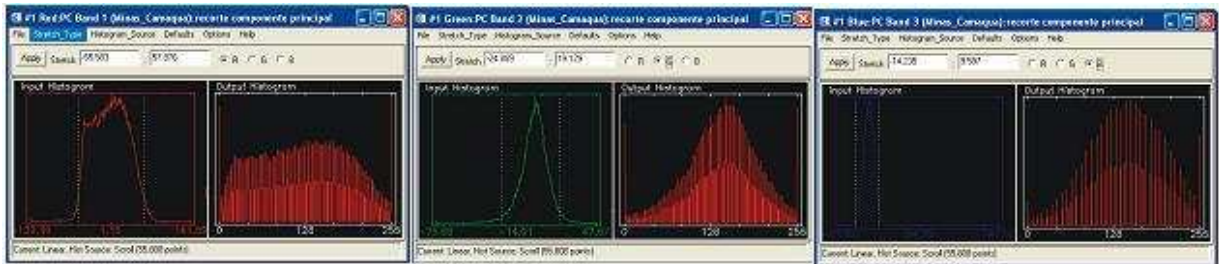


Figura 1: Manipulação do histograma para a eliminação dos comprimentos de onda irrelevantes.

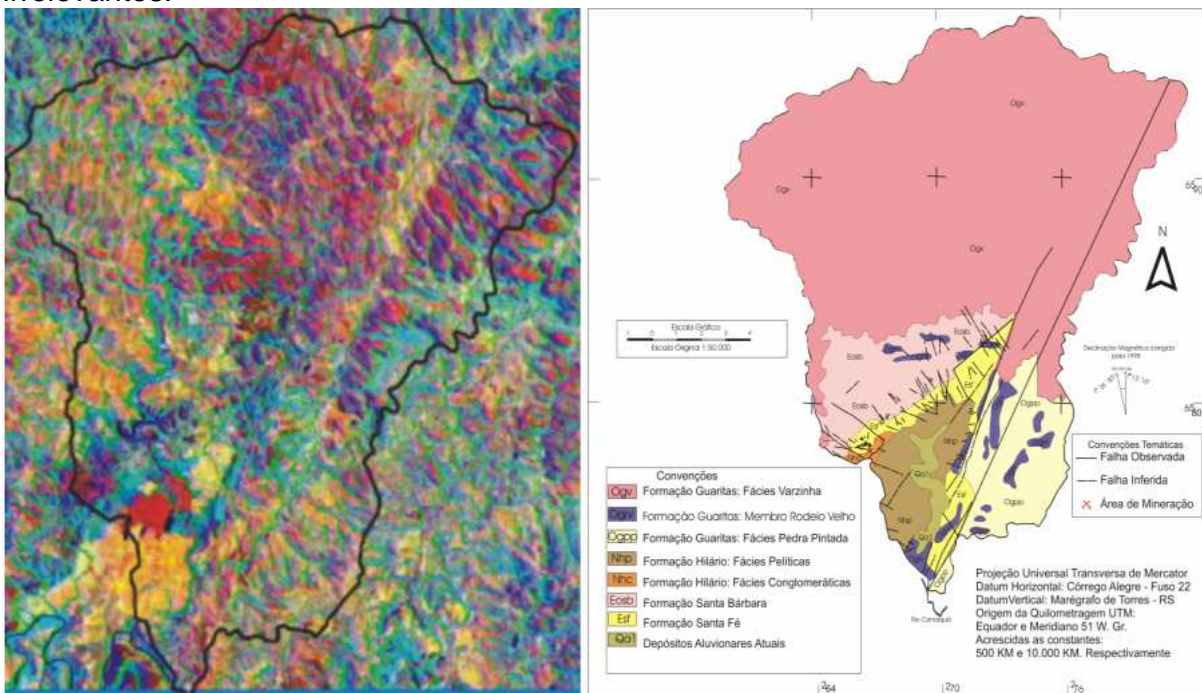


Figura 2: Imagem com a reflectância dos componentes principais em 1R, 2G e 3B calibrados para exposição litológica, comparado com o mapa geológico.

Observa-se que o mapa geológico de método direto apresenta discrepâncias com a imagem de CPs principalmente na área norte da SbHAJD, causado principalmente pelas diferentes escalas de espacialização dos mapeamentos de Paim (1994) e Paim e Lopes (1999). Esta comparação de mapeamentos confirma a importância dos meios indiretos para o ajustamento de escalas de mapeamento geológico.

Com relação as litologias, as que apresentaram melhores respostas nos CPs foram a Formação Santa Bárbara com pelitos muito finos a médios, a qual encontram-

se em camadas tabulares com laminação plano-paralela e *climbing ripples*, além de arenitos esbranquiçados de médios a grossos, conglomerados e vulcânicas ácidas e intermediárias. A outra litologia de melhor resposta foi a Formação Hilário, Fácies Pelíticas, com pelitos e arenitos em camadas tabulares, maciças ou com acamamento gradacional normal e inverso, laminação plano paralela e *climbing ripples*. Este resultado é evidenciado pelo sentido das camadas estratigráficas a qual favorece a reflectância no comprimento da banda do infra-vermelho de ondas curtas.

Os piores resultados encontrados foram na Formação Guaritas, membro Rodeio Velho onde se encontram basaltos geralmente amigdaloidais ou veiculares, com estruturas de lava em corda, localmente litarenitos com depósitos vulcanoclásticos a qual favorecem a absorção do comprimento de ondas do infra-vermelho, diminuindo sua reflectância.

### **Conclusões**

Diante do que foi exposto neste trabalho onde é relatado a seqüência operacional de tratamento digital de imagens de sensoriamento remoto a que foi submetida às cenas que recobrem as coberturas sedimentares e rochas vulcânicas da SbHAJD, levanta-se as seguintes proposições conclusivas:

1. A tecnologia possibilita a geração de mapas geológicos georreferenciados de forma integrada, o que permite estudar unidades litológicas de forma individualizada numa única imagem ou fusão de imagens.
2. As imagens tratadas e georreferenciadas podem compor um banco de dados gráfico de um sistema de informações geográficas que vise selecionar áreas prioritárias para pesquisa mineral.
3. Outros tipos de tratamentos e de imagens devem ser testados visando identificar a aplicabilidade destes as litologias sedimentares, o que pode aumentar a quantidade de informações da região em estudo.
4. Os tratamentos testados na SbHAJD podem ser aplicados a outras áreas na Bacia Geológica do Camaquã, devido a suas correlações litoestratigráficas, potencializando o sucesso para a exploração de recursos minerais.

### **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, T. I. R. **Geobotânica por sensoriamento remoto em florestas tropicais e abordagem sistêmica: uma ferramenta auxiliar no mapeamento geológico regional e na prospecção mineral**. Tese de Livre Docência. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005, 158p.

CROSTA, A. P.; MC MOORE, J.– Enhancement of Landsat Thematic Mapper Imagery for Residual Soil Mapping in SW Minas Gerais State, Brazil: A prospecting case history in Greenstone Belt Terrain. In: **Proceedings of the 7<sup>th</sup> (ERIM) Thematic Conference: Remote Sensing for Exploration Geology**, Calgary, 1989, p. 1173-1187.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagem de sensoriamento remoto**. Ed. Unicamp, Campinas, 1993, 170p.

PAIM, P. S. G. **Depositional Systems and palaeogeographical evolution of the Camaquã and Santa Bárbara basins, Brazil.** D. Phil Thesis, University of Oxford, 1994, 277p.

PAIM, P. S. G.; LOPES, R. C. **A Bacia do Camaquã.** In: Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CIGO-UFRGS, 1999, p. 231-274.

SOUZA FILHO, C. R. & CROSTA, A. P. Geotecnologias aplicadas à Geologia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 02 (suplemento), p. 01-07, 2003.