

Aplicação de técnicas de processamento digital de imagens na investigação do vulcanismo ácido do Cerro Chato, SE do Escudo Sul-Rio-Grandense.

Paloma Gabriela Rocha¹
Evandro Fernandes de Lima¹
Carlos Augusto Sommer¹
Dejanira Luderitz Saldanha¹

¹ Universidade Federal do RS - UFRGS – Instituto de Geociências
Av. Bento Gonçalves, 9500 – 91509900 - Porto Alegre - RS, Brasil.
paloma_gr@yahoo.com.br
evandro.lima@ufrgs.br
casommer@sinos.net
dejanira.saldanha@ufrgs.br

Abstract. Digital images of the Aster sensor were analyzed in this work to identify the lithologic differences in the Cerro Chato region, in the southernmost Brazil. This region is insert in Dom Feliciano Belt that is characterized by Brazilian granitic-gneissic rocks set in a dominantly Paleoproterozoic basement. These associations are cut by sub-volcanic rhyolitic intrusives (dikes and sills). Multivariate statistic techniques using principal components from two spectral bands were applied for the lithologic enhance. The selected RGB color composite was composed by CP's 2 of the pairs 5-6(R), 3-4(G) and 2-3(B) bands. This image presented the best contrast results for the different lithologies of the Cerro Chato region. New targets were identified and will be evaluated in the field, enabling an upgrade of the geologic map.

Palavras-chaves: remote sensing, geology, volcanic and hypabissal rocks, ASTER, sensoriamento remoto, geologia, rochas vulcânicas e hipabissais, ASTER

1. Introdução

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e de processamento de imagens do sensor ASTER tem se mostrado uma importante ferramenta no mapeamento geológico, principalmente quando associado a outras técnicas como geoquímica, petrologia e levantamento de campo. Este trabalho pretende utilizar imagens do sensor ASTER para identificação e estudo da distribuição de rochas vulcânicas e hipabissais na região do Cerro Chato, a partir da análise do contraste espectral devido a diferente interação das mesmas com a radiação eletromagnética ao longo do espectro reflectivo.

2. Localização e geologia do Cerro Chato

O Cerro Chato localiza-se 15km ao norte de Herval, cidade a 398km de Porto Alegre, na região SE do Rio Grande do Sul.

O Cerro Chato insere-se dentro da unidade geotectônica denominada Cinturão Dom Feliciano (Figura 1) que se caracteriza por uma associação de rochas granítica-gnâissica-migmatíticas com intenso magmatismo Brasileiro em uma crosta mais antiga predominantemente paleoproterozóica. Associados às rochas graníticas do Cinturão Dom Feliciano, ocorrem enxames de diques e rochas tufáceas e piroclásticas de composição riolítica que apresentam semelhança composicional entre si (Fragoso César 1991).

Trabalhos anteriores realizados na área (Borges 2007) sugerem sete unidades litológicas aflorantes: três diferentes fácies riolíticas foram individualizadas, ardósia, arenito arcóseo, granito equigranular foliado e cobertura fanerozóica de sedimentos.

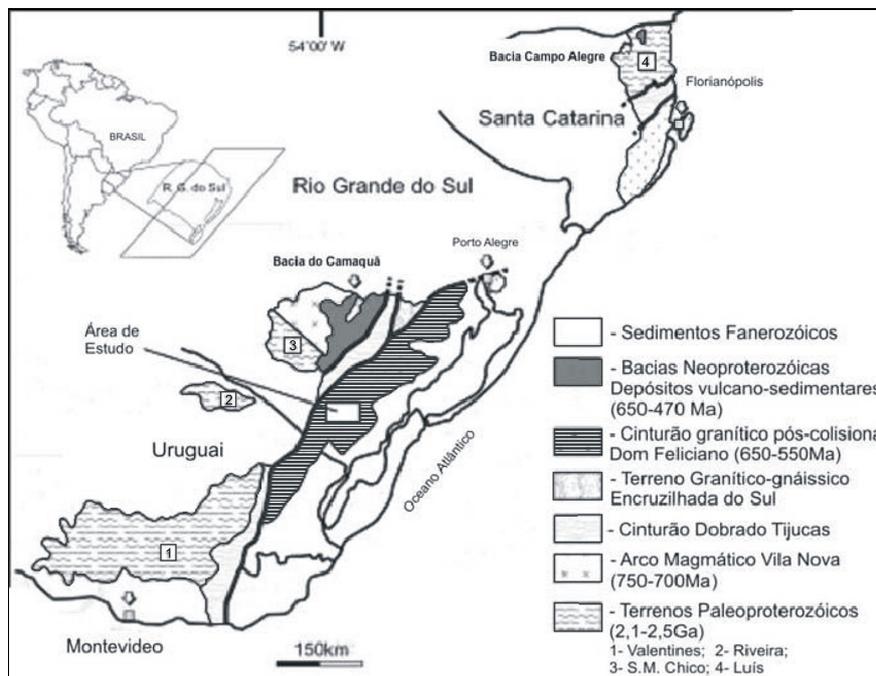


Figura 1: Localização da área de estudo no contexto geológico regional. Modificado Philipp, R.P. & Machado, R. (2005).

3. Metodologia

A imagem ASTER (cedida pelo CEPSSRM-UFRGS), da área em estudo foi processada no programa ENVI[®]. Para realce das formações geológicas foi aplicada a técnica de estatística multivariada por componentes principais (CP) proposta por Chavez & Kwarteng (1989) utilizada por Sommer (2005) na identificação de unidades vulcânicas e sedimentares da área do Platô da Ramada. Essa técnica é adequada para processamentos de imagens multispectrais altamente relacionadas ou não, por reduzir a dimensionalidade dos dados e permitir uma melhor interpretação das mesmas, por utilizar somente duas bandas no processamento. A primeira imagem gerada, chamada CP1 representa as informações comuns às duas bandas (albedo e sombreamento topográfico), enquanto que a imagem CP2 concentra a informação diferencial da cena, contraste espectral entre as bandas (Crósta 1999). As propriedades físico-químicas das litologias e do solo existente serviram como base na seleção das duas bandas espectrais envolvidas na operação. As diferenças entre estas propriedades resultam em feições de absorção espectral passíveis de serem realçadas pela técnica escolhida.

Para selecionar os pares de bandas foram considerados, na imagem, os valores de DN dos *pixels*. Os *pixels* representam a posição geográfica de cada ponto amostrado das diferentes litologias relatadas neste estudo (ardósias, arenitos, riolitos e ignimbritos) nas 09 bandas espectrais do espectro refletido. Os valores dos DN's estão registrados nas tabelas 1, 2, 3 e 4. A partir desses valores foram gerados gráficos das curvas espectrais das amostras (Figura 2).

Neste estudo selecionou-se os pares das bandas 5-6 ($\lambda = 2,145 - 2,185\mu\text{m}$ e $2,185-2,225\mu\text{m}$), 3-4 ($\lambda = 0,76 - 0,86\mu\text{m}$ e $1,60-1,70\mu\text{m}$) e 2-3 ($\lambda = 0,63 - 0,69\mu\text{m}$ e $0,76 - 0,86 \mu\text{m}$), devido aos melhores resultados na individualização da litologia da área (Tabela 5).

Tabela 1: Valores dos DN's das amostras de riolito para as 9 bandas ASTER.

BANDAS	AMOSTRAS - RIOLITO									
	Pb019	Pb021-2	Pb023	CC 03	CC04	CC07	CC08	CC15	CC16	CC17
1	65	61	54	52	60	59	61	58	63	59
2	44	42	35	31	37	38	42	40	45	41
3	84	67	65	65	81	75	62	59	67	59
4	65	61	50	45	54	58	45	53	60	48
5	43	42	35	30	33	36	32	37	39	34
6	47	46	36	30	36	39	35	39	43	37
7	40	38	31	26	31	33	30	33	37	32
8	38	37	29	24	28	31	28	32	35	30
9	36	35	30	24	27	29	28	31	34	29

Tabela 2: Valores dos DN's das amostras de ignimbrito para as 9 bandas ASTER

BANDAS	AMOSTRAS - IGNIMBRITO					
	CC10	CC11	CC12	CC13	CC18	CC19
1	48	50	57	55	50	49
2	26	28	42	36	29	28
3	63	67	54	65	59	58
4	44	48	55	56	47	43
5	31	31	41	38	33	31
6	32	33	44	41	34	30
7	28	27	37	35	28	26
8	25	26	36	33	26	24
9	27	26	36	33	27	25

Tabela 3: Valores dos DN's das amostras de ardósia para as 9 bandas ASTER.

BANDAS	AMOSTRAS - ARDÓSIAS					
	Pb05	Pb06	Pb09	Pb13	Pb17	Pb18
1	64	67	65	54	52	57
2	46	47	47	34	33	36
3	76	76	77	65	58	68
4	56	66	58	52	44	56
5	39	45	39	34	31	38
6	41	49	42	37	31	41
7	35	41	36	31	27	35
8	32	39	33	30	25	33
9	32	37	33	29	26	32

Tabela 4: Valores dos DN's das amostras de arenito para as 9 bandas ASTER

BANDAS	AMOSTRAS - ARENITO	
	Pb10	Pb11
1	68	65
2	47	44
3	86	88
4	68	65
5	44	42
6	48	45
7	40	38
8	38	36
9	36	34

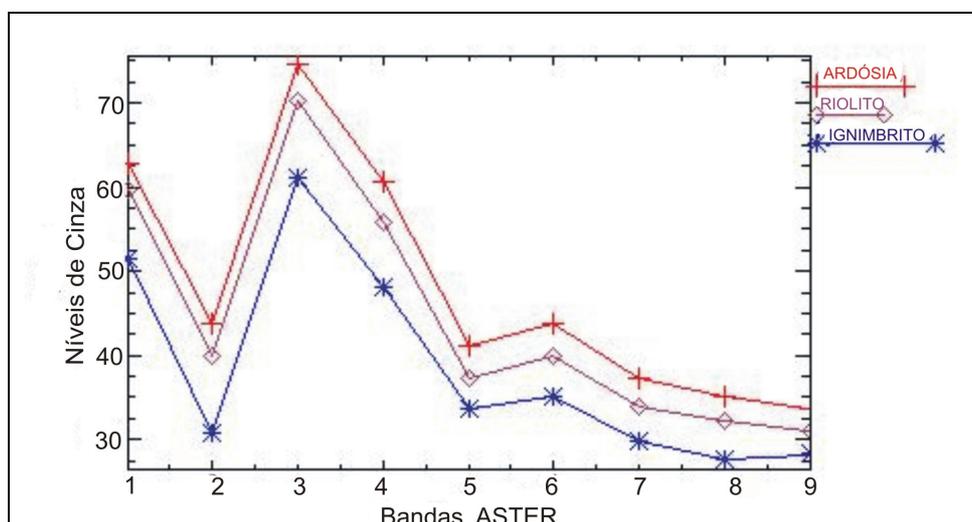


Figura 2: Gráfico representativo dos valores médios dos níveis de cinza obtidos para as amostras de riólitos, ignimbritos e ardósias

Tabela 5: Autovetores e autovalores das Componentes Principais dos pares de bandas 3-4, 4-5 e 8-9.

BANDAS	CPI AUTOVETORES	CP2 AUTOVETORES
5	-0.993894	-0.110343
6	0.110343	0.993894
	AUTOVALOR 106.230965	AUTOVALOR 2.271231
3	0.998769	0.049595
4	-0.049595	-0.998769
	AUTOVALOR 198.445060	AUTOVALOR 34.482622
2	-0.977993	-0.208640
3	0.208640	0.977993
	AUTOVALOR 164.990417	AUTOVALOR 28.465318

4. Resultados

Foi selecionada a seguinte composição colorida: CP's 2 das bandas 5-6(R), 3-4(G) e 2-3(B), que melhor discriminou as litologias da área. Na figura 3, o amarelo da imagem realça a vegetação, ao redor do Cerro Chato, devido ao contraste das bandas 5-6 ($\lambda = 2,145 - 2,185\mu\text{m}$ e $2,185-2,225\mu\text{m}$) e 3-4 ($\lambda = 0,76 - 0,86\mu\text{m}$ e $1,60-1,70\mu\text{m}$), associados aos afloramentos de granito. Na cor azul foram realçadas as rochas riolíticas e ignimbríticas do Cerro, devido ao contraste das bandas 2-3 ($\lambda = 0,63 - 0,69\mu\text{m}$ e $0,76 - 0,86\mu\text{m}$), sugerindo uma maior contribuição espectral do solo exposto, associado aos afloramentos dos diques riolíticos da região. Espectralmente não foi possível separar os riolitos de ignimbritos, por sua natureza composicional mineralógica e química muito semelhantes. As ardósias e os arenitos em verde demonstram a contribuição da PC's2 das bandas 3-4 ($\lambda = 0,76 - 0,86\mu\text{m}$ e $1,60-1,70\mu\text{m}$), contribuindo para a diferenciação das litologias. É possível traçar um contato entre as rochas metamórficas e sedimentares através da diferença textural observada na imagem, onde as rochas sedimentares estão dispostas na forma de uma cunha dentro do domínio metamórfico. Os granitóides também foram individualizados através da diferença textural em relação às rochas observadas na imagem.

O processamento utilizando a técnica por Componentes Principais Seletivas proporcionou os melhores resultados, realçando as diferenças espectrais existentes entre as litologias, permitindo a diferenciação espectral entre as rochas vulcânicas e metamórficas do Cerro Chato. Trabalhos posteriores no Cerro Chato poderão estabelecer as relações entre as estruturas, lavas riolíticas e a elevada concentração de corpos hipabissais comuns em regimes fissurais ou periféricos a ambientes do tipo caldeira.

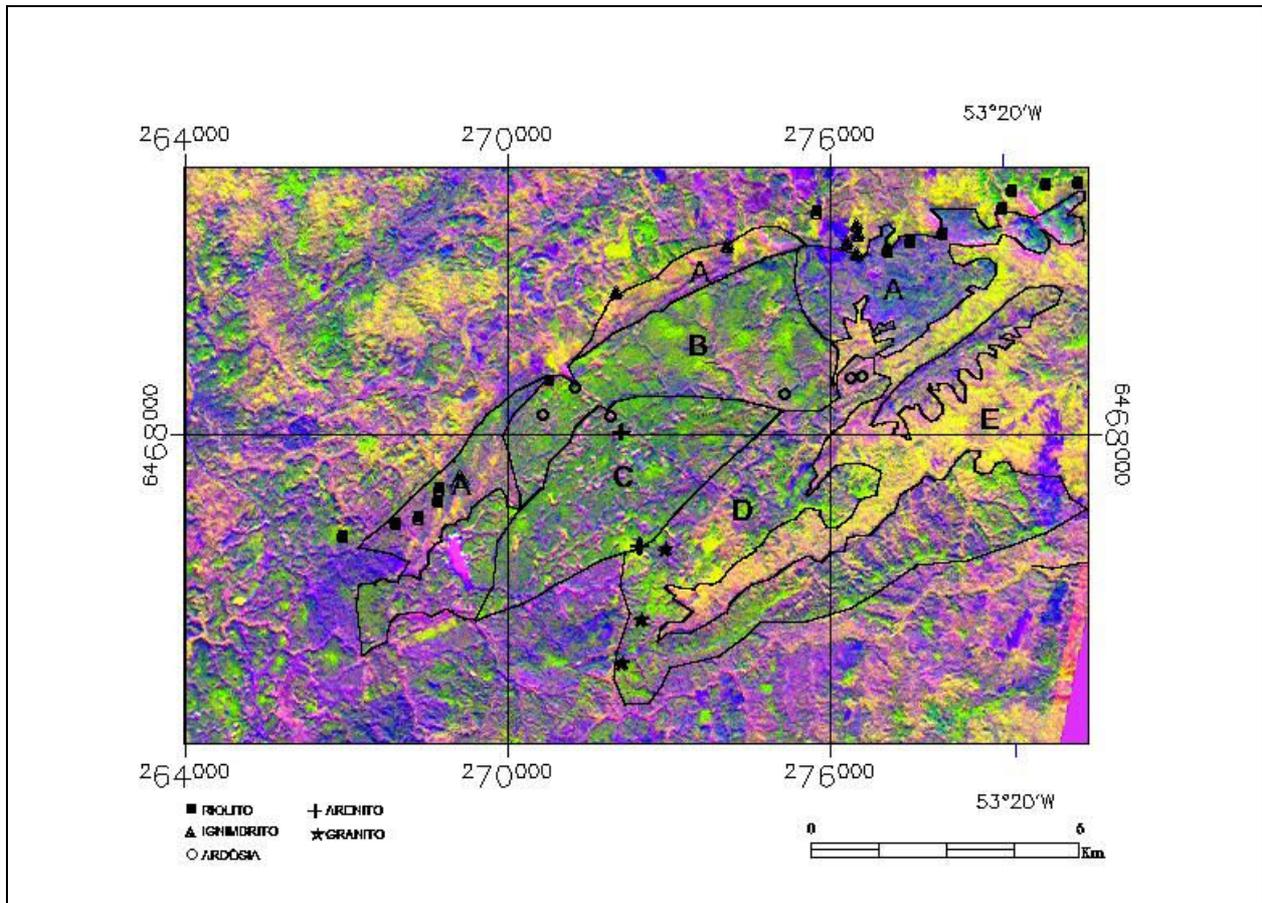


Figure 3: Imagem RGB – PC's 2, bandas 5-6(R), 3-4(G) e 2-3(B). Onde A: riolitos e ignimbritos; B: ardósias; C: arenitos; D: granitóides e E: vegetação.

5. Conclusão

A interpretação dos dados obtidos a partir do processamento das imagens do sensor ASTER no mapeamento do Cerro Chato, SE do Escudo Sul-Rio-Grandense, possibilitou a individualização de unidades litológicas dentro desta feição geomorfológica, bem como a sua melhor individualização em relação às rochas do embasamento.

A utilização de técnicas de processamento de imagens orbital se mostrou uma ferramenta eficaz no reconhecimento geológico de rochas vulcânicas e hipabissais. Isto permitiu um maior conhecimento da geologia da região, principalmente do Cerro Chato, tendo em vista os poucos trabalhos detalhados sobre esta área.

A individualização do Cerro Chato em diferentes unidades litológicas, portanto, foi uma importante contribuição para a geologia da área. Etapas futuras envolvendo trabalhos de campo em escala de detalhe são requeridas para uma investigação mais apurada das relações entre estas unidades, principalmente entre os riolitos, na tentativa de separar fácies efusivas e piroclásticas, ainda não reconhecidas. Futuros trabalhos envolvendo petrologia e geocronologia possibilitarão inserir as rochas riolíticas do Cerro Chato em um contexto estratigráfico regional, na tentativa de correlacioná-los a outras manifestações hipabissais e vulcânicas de mesma natureza composicional, abundantes em unidades da Bacia do Camaquã (Formação Acampamento Velho) associadas, principalmente, ao período pós-colisional no final do neoproterozóico no Escudo Sul-rio-grandense.

6. Referências Bibliográficas

Borges, P., Luderitz, D.S., Rocha, P.G. & Sommer, C.A. 2007. Contribuição do sensoriamento remoto na delimitação e mapeamento geológico do Cerro Chato, SW do Escudo Sul-Rio-Grandense. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiás, Anais...INPE, p.1855-1862.

Chavez, JR., P.S. and Kwarteng, A. Y.1989. Extracting spectral contrast in Landsat Thematic Mapper image data using selective principal component analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v.55, n 3, p. 339-348.

Crósta, A.P.1999 *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas, IG/UNICAMP, 170p.

Fragoso César, A.R.S. 1991. *Tectônica de placas no Ciclo Brasileiro: As orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul*. São Paulo. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 362p.

Lamb, A.D. and Pendock, N.E.J.1989. Band prediction techniques for the mapping of hydrothermal alteration. In: *Seventh Thematic Conference on Remote Sensing for exploration Geology. Proceedings ... Calgary, Canada.*, v 2, p.1317-1329.

Sommer, J.A.P. 2005. *Aplicação de sensoriamento remoto orbital no mapeamento de unidades vulcano-sedimentar no Platô da Ramada, Vila Nova do Sul, RS*. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado em Geociências. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 106p