

## **Aplicação comparativa dos produtos dos sensores TM – LANDSAT 5, CCD – CBERS2 e ASTER - TERRA no mapeamento geológico na região do Platô da Ramada, RS.**

<sup>1</sup>Renata dos Santos Alvarenga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dejanira Luderitz Saldanha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carlos Augusto Sommer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jussara Alves Pinheiro Sommer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Evandro Fernandes de Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ronaldo Pierosan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do RS – UFRGS – Instituto de Geociências  
Av. Bento Gonçalves, 9500 – 91509900 – Porto Alegre – RS, Brasil

renatalvarenga@yahoo.com.br

dejanira.saldanha@ufrgs.br

casommer@sinos.net

japsommer@sinos.net

evandro.lima@ufrgs.br

rpierosan@pop.com.br

**Abstract.** The remote sensing applied to geology has fundamental importance to identification of morphostructures, geological boundaries and lithology differentiation. The study area is the Ramada Plateau located in Rio Grande do Sul State, southernmost Brazil. The Ramada Plateau is characterized by neoproterozoic bimodal volcanic sequence, formed by effusive and pyroclastic rocks. The basement of this volcanic sequence includes intrusive basic – ultrabasic rock association, intermediate volcanic and sedimentary rocks. The study was focused on comparative – qualitative analyses of the products of the ASTER – TERRA, CCD – CBERS2 and TM – LANDSAT5 sensors in the study area, which have a large set of geology data. With spatial resolution of 15 meters and spectral resolution of six bands of middle infra red of the electromagnetic spectrum, the ASTER shows the better results for identification of geological boundaries through different lithologies and lineaments of the study area. The CBERS permits a most significant cost/benefit relationship.

**Palavras-chaves:** remote sensing, comparative – qualitative analyses, geology, sensoriamento remoto, análises comparativa - qualitativa, geologia.

### **1. Introdução**

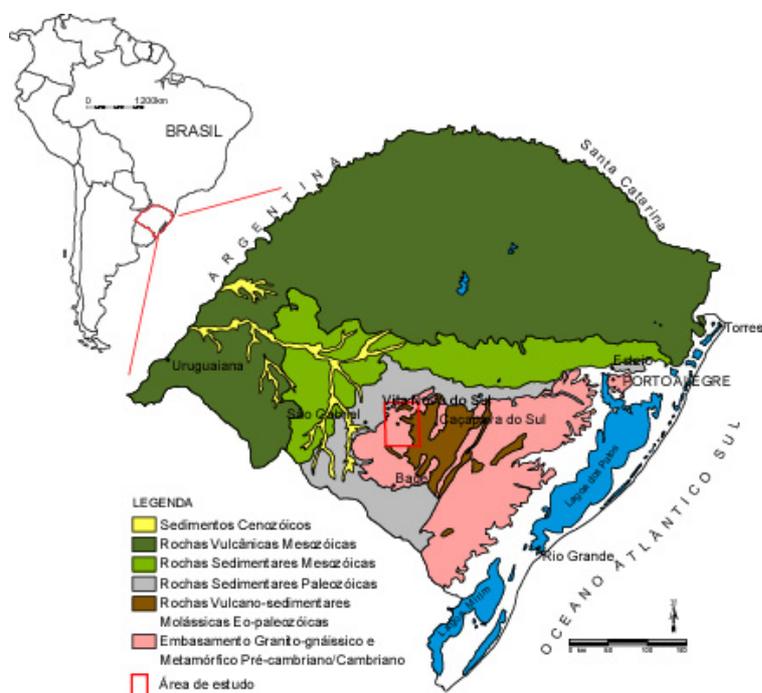
O sensoriamento remoto é uma ferramenta utilizada em diversas áreas do conhecimento científico, fornecendo informações significativas na obtenção de dados relacionados a investigação de áreas florestais e corpos de água, estudos e gerenciamento costeiro, apoio a levantamentos geológicos e usos do solo, entre outros.

Quando aplicado à geologia, o sensoriamento remoto tem suma importância na identificação de morfoestruturas, contatos geológicos e diferenciação de litologias. Na reconstrução paleogeográfica de ambientes vulcânicos antigos, esta metodologia mostra-se bastante útil, pois o reconhecimento das feições geomorfológicas, como platôs, cristas e serras alongadas, quando vinculadas a ambientes vulcânicos, sugerem algumas vezes, paleocondutos lineares associados a complexos do tipo caldeira. O avanço no conhecimento sobre este assunto passa necessariamente pela integração de vários tipos de dados e a utilização de várias ferramentas, de levantamentos em campo a modelagens computacionais.

A integração de dados de diferentes fontes, com a utilização de programas de geoprocessamento tais como: ENVI, SPRING e IDRISI, que admitem a importação e exportação de inúmeros formatos de apresentação, aliados a modernos equipamentos de computação, tem-se tornado um estudo padrão em Geociências, pela dinâmica do trabalho e resultados obtidos. Quando se refere a sensoriamento remoto, o potencial da aplicação das imagens de um dado sensor é estabelecido em função de suas características de resolução espacial, temporal, espectral e radiométrica.

Para testar a potencialidade dos produtos dos diferentes sensores, optou-se por uma área com grande disponibilidade de dados geológicos – Platô da Ramada (**Figura 1**), situado na região do município de Vila Nova do Sul, porção centro-oeste do Rio Grande do Sul, sendo limitado aproximadamente pelos meridianos geográficos de 53°45'W e 54°05'W e paralelos 30°25'S e 30°33'S. O Platô é caracterizado por uma seqüência vulcânica bimodal neoproterozóica ( $\pm$  549 Ma), formada por depósitos efusivos e piroclásticos de composição predominantemente ácida. O embasamento desta seqüência vulcânica inclui associações de rochas intrusivas básicas – ultrabásicas, rochas vulcânicas intermediárias e rochas sedimentares (Sommer, 2003; Sommer *et al.*, 2004).

O presente trabalho desenvolveu uma análise qualitativa – comparativa dos produtos obtidos pelos sensores ASTER – TERRA, CCD – CBERS 2 e TM – LANDSAT 5, realçando e visando definir em que nível as informações geológicas podem ser extraídas de cada sensor utilizado e integrando-as com os dados geológicos da área (mapa de escala 1:50.000) já existente, (Sommer, 2003). Os parâmetros comparativos, resolução espacial e espectral, entre os produtos dos diferentes sensores foram avaliados a partir dos dados obtidos sendo qualificados os sensores estudados com relação as melhores informações geológicas.



**Figura 1.** Mapa de localização do Platô da Ramada

## 2. Metodologia

Para o presente trabalho foi selecionado as imagens: ASTER do dia 27/02/2002, CCD (órbita 159, ponto 134) do dia 04/04/2004 e TM (órbita 223, ponto 81) do dia 14/11/2004. A escolha destes sensores teve por base as diferenças das suas propriedades espectrais e espaciais conforme mostrado na **tabela 1**, bem como testar o sensor CCD, de acesso gratuito e obtenção através do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Para analisar as imagens dos diversos sensores, foi necessário o pré-processamento, que incluiu a correção atmosférica, subtração do objeto escuro das imagens, eliminando a interferência da atmosfera. Realizou-se também o aprimoramento do posicionamento geográfico da imagem do sensor CCD por meio da correção geométrica, tendo em vista a escala de obtenção deste trabalho. Posteriormente, foi realizado o recorte da cena por meio visual utilizando linhas e colunas de modo a ajustar a área imageada ao mapeamento geológico disponível.

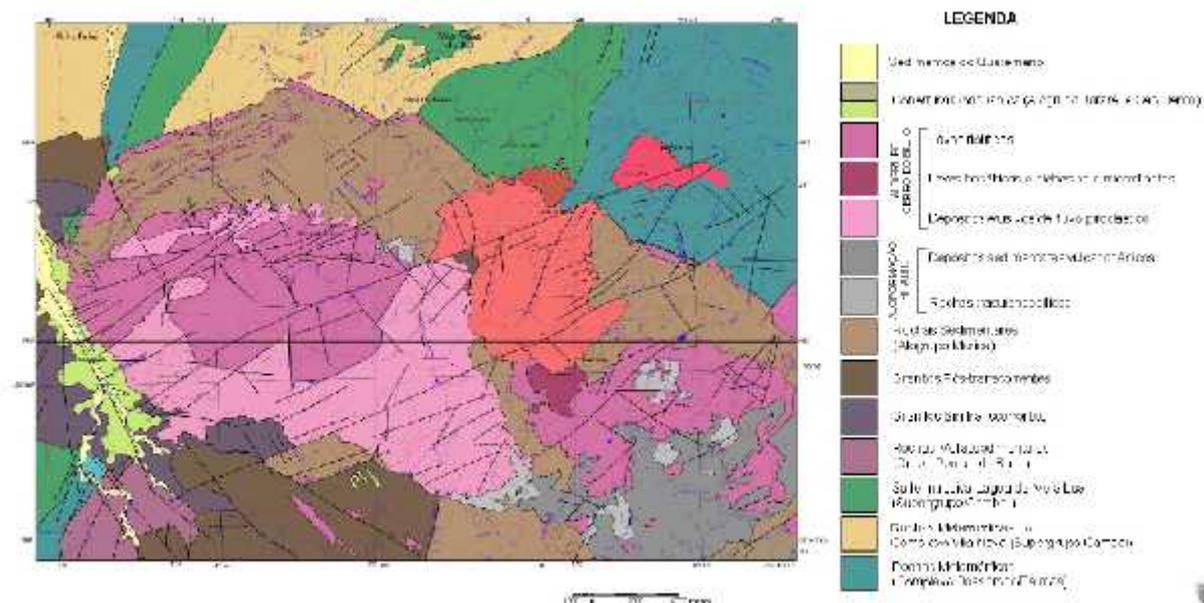
**Tabela 1. Propriedade espectral e espacial dos sensores: ASTER, CCD, TM.**

SENSOR	Resolução Espectral	Resolução Espacial
ASTER - TERRA	1- 0,52 a 0,60 $\mu$ m 2 - 0,63 a 0,69 $\mu$ m 3- 0,78 a 0,86 $\mu$ m 4- 1,60 a 1,70 $\mu$ m 5- 2,145 a 2,185 $\mu$ m 6- 2,185 a 2,225 $\mu$ m 7- 2,235 a 2,285 $\mu$ m 8- 2,295 a 2,365 $\mu$ m 9- 2,360 a 2,430 $\mu$ m 10- 8,125 a 8,475 $\mu$ m 11- 8,475 a 8,825 $\mu$ m	15m 30m 90m
CCD – CBERS 2	PAN- 0,51 a 0,73 $\mu$ m 1- 0,45 a 0,52 $\mu$ m 2- 0,52 a 0,59 $\mu$ m 3- 0,63 a 0,69 $\mu$ m 4- 0,77 a 0,89 $\mu$ m	20m
TM – LANDSAT 5	PAN - 0.50 a 0.90 $\mu$ m – apenas LANDSAT 7 1 - 0.45 a 0.52 $\mu$ m 2 - 0.52 a 0.60 $\mu$ m 3 - 0.63 a 0.69 $\mu$ m 4 - 0.76 a 0.90 $\mu$ m 5 - 1.55 a 1.75 $\mu$ m 7 - 2.08 a 2.35 $\mu$ m 6 - 10.4 a 12.5 $\mu$ m	30m

O processamento digital realizado resultou do realce de contraste das imagens pela manipulação de seus histogramas. O histograma é uma das formas de representação da distribuição de frequência dos DN's (*digital number*) de uma imagem. Para o realce das imagens, utilizou-se a função de transferência gaussiana, pois com este método as informações contidas nas extremidades do histograma são realçadas, possibilitando o destaque do contraste e permitindo a identificação dos contornos desejados. Ao se produzir composições coloridas de três bandas, o uso da função gaussiana é desejável, pois as três bandas poderão ter seus histogramas com a mesma média e desvio padrão, obtendo-se assim um balanceamento de cores na composição (Crosta, 1999). Posteriormente, foram feitas as composições coloridas falsa-cor e analisadas como demonstrado na **tabela 2**. Na etapa de interpretação visual das imagens, foram feitas discriminações de contatos entre diferentes litologias, e reconhecidos lineamentos e falhas na área de estudo. Após estes procedimentos, foram realizadas as comparações com a verdade terrestre (mapa geológico existente – cf. Sommer, 2003). **Figura 2.**

**Tabela 2. Composições coloridas realizadas**

	2 B no visível e 1 B no I.V.P.	2 B no I.V.M. e 1 B no I.V.P.	3B no I.V.M.
ASTER	<b>RGB (321)</b>	<b>RGB (843)</b>	<b>RGB (947)</b>
CBERS	<b>RGB (432)</b>	–	–
LANDSAT	<b>RGB (432)</b>	<b>RGB (754)</b>	–



**Figura 2. Mapa geológico do Platô da Ramada**

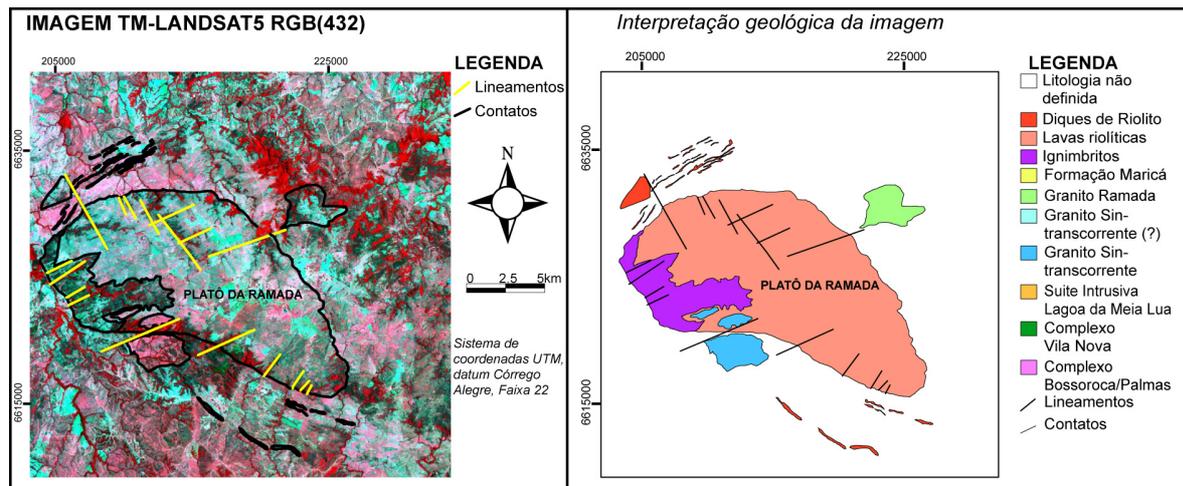
### 3. Resultados Obtidos

Para a comparação dos sensores utilizados, levou-se em consideração a resolução espectral e espacial para possibilitar a qualificação e quantificação dos produtos obtidos. Neste trabalho, em todas as composições geradas, obteve-se a identificação da feição vulcânica denominada Platô da Ramada (Sommer, 2003; Sommer *et al.*, 2004) e de diques de riolitos existentes nas regiões norte e sul, intrudidos em rochas sedimentares (Formação Maricá), identificação do Granito Ramada (sin-tensorrente), além da identificação de lineamentos e falhamentos apresentarem um aumento expressivo das estruturas identificadas, se comparados os sensores.

#### 3.1. Composições coloridas

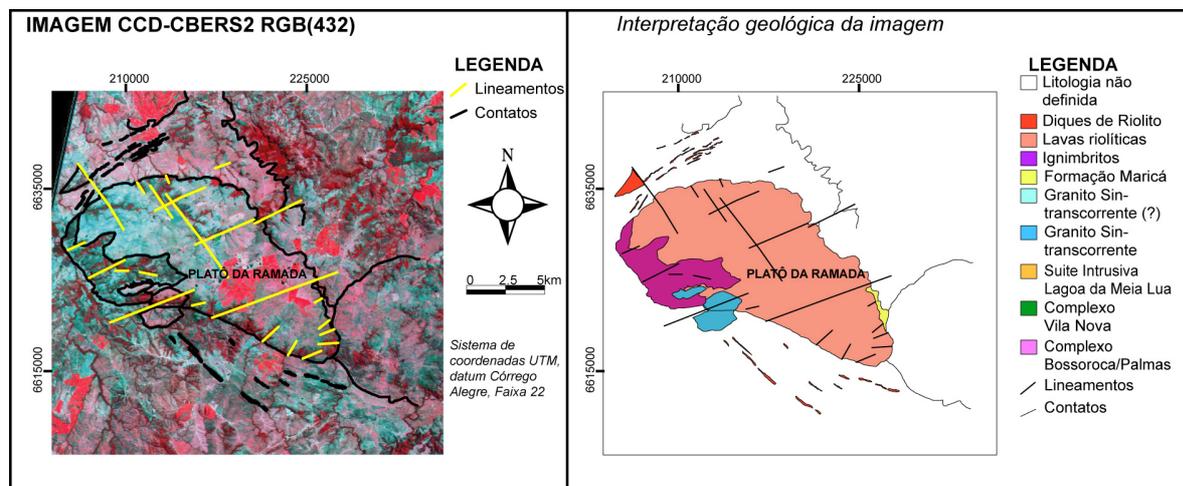
##### 3.1.1. RGB (Infravermelho próximo, vermelho, verde)

**Sensor TM (RGB 432):** Na região norte, não foi possível identificar os contatos entre a Formação Maricá e o Complexo Vila Nova (rochas metamórficas); já na região nordeste, as identificações entre os contatos entre Platô da Ramada, Formação Maricá e o Granito Ramada não são satisfatórias. As identificações dos diques na porção norte do Platô são satisfatórias, assim como, na porção sudoeste interna do Platô os corpos de ignimbritos são identificados e delimitados, e à Sul foi caracterizado o Granito Camaquã-Pelado (sin-transcorrente). **Figura 3.**



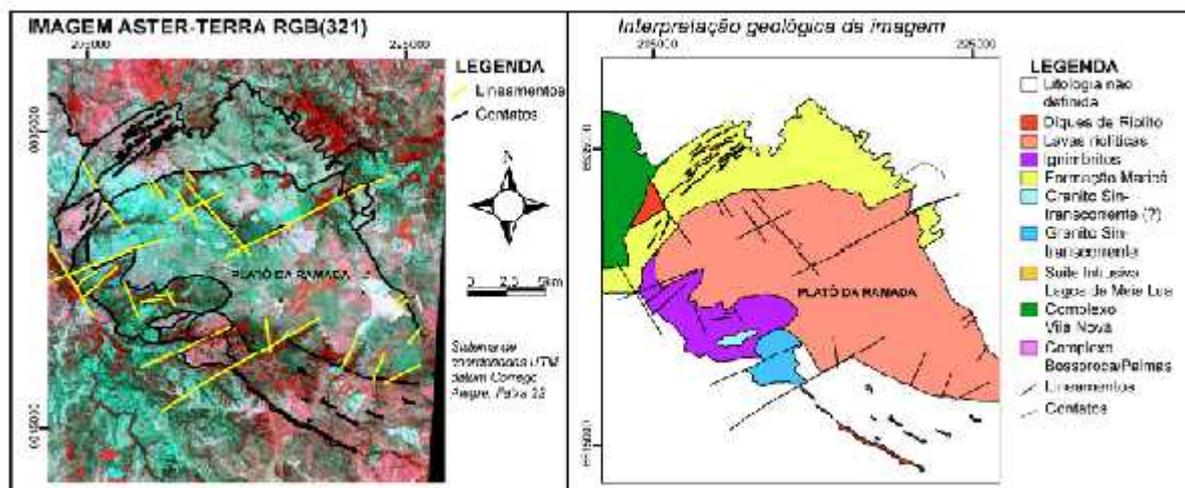
**Figura 3. TM - LANDSAT5 (RGB 432)**

**Sensor CCD (RGB 432):** Comparando-se com a imagem anterior, a imagem CBERS com resolução espacial de 20m possibilitou um melhor detalhamento das feições, contornos e lineamentos geológicos. Houve um significativo incremento na resolução do limite da Formação Maricá com o Complexo Vila Nova e do Platô da Ramada com o Granito Ramada e com a Formação Maricá na região sudeste. Houve uma melhor definição dos diques de riolitos na região norte e sul, assim como um aumento da visualização dos lineamentos identificados. **Figura 4.**



**Figura 4. CCD - CBERS (RGB 432)**

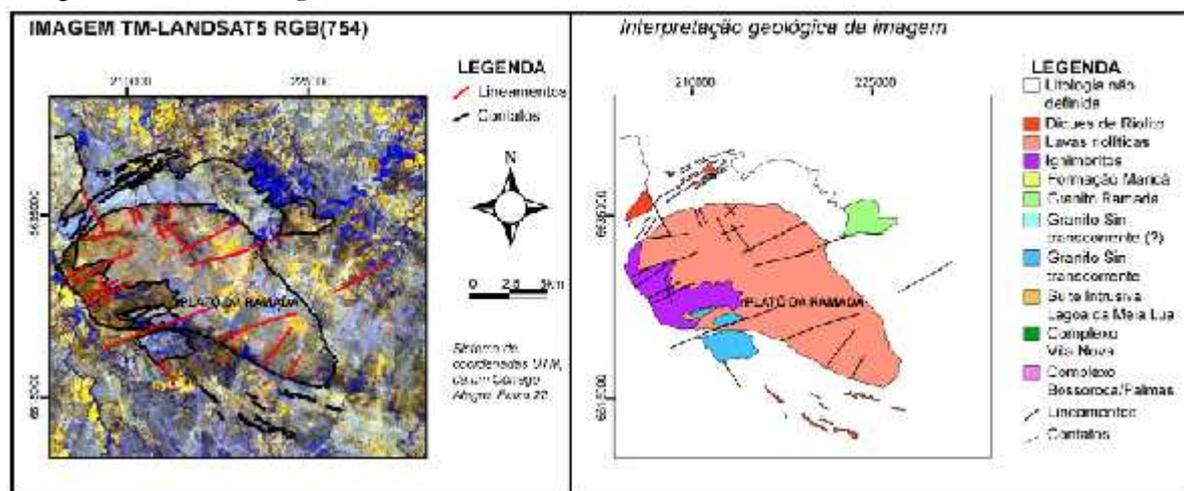
**Sensor ASTER (RGB 321):** Como espectralmente não há diferenças entre os sensores ASTER, TM e CCD, o acréscimo de informações se deu pelo aumento espacial, possibilitando assim um traçado mais preciso dos limites das feições já identificadas. **Figura 5.**



**Figura 5. ASTER - TERRA (RGB 321)**

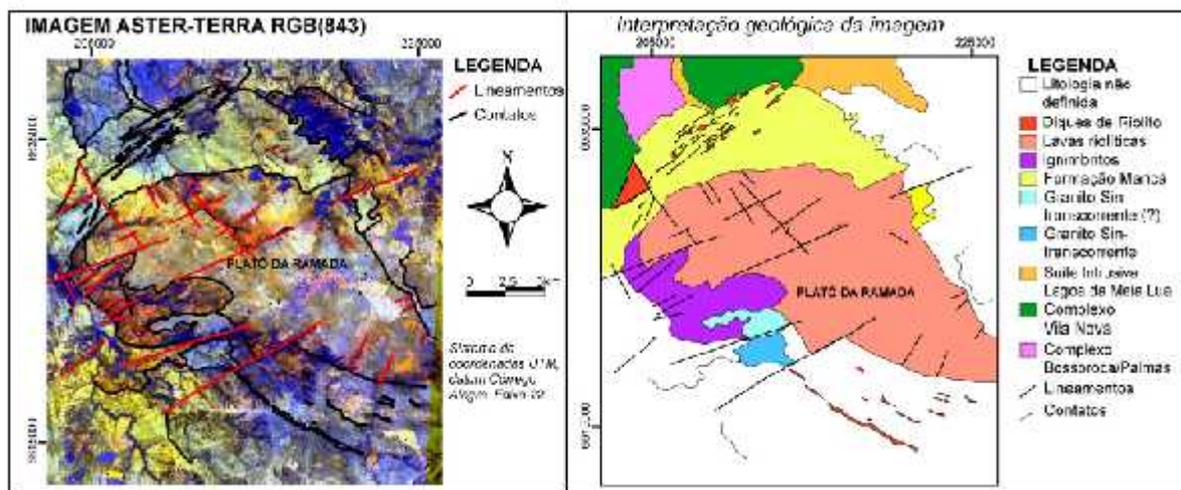
### 3.1.2. RGB ( infravermelho médio, infravermelho médio, infravermelho próximo)

**Sensor TM (RGB 754):** Nesta composição, utilizou-se uma nova região espectral, o infravermelho médio. Com a adição desta região espectral, obteve-se uma melhor identificação de contatos geológicos já observados anteriormente, e também na caracterização de lineamentos identificados. A redefinição dos contatos entre o Platô da Ramada com o Granito Ramada, contribuição dos diques demarcados, aumento de lineamentos traçados e a definição do contato Formação Maricá com o Complexo Vila Nova possibilitou uma maior resolução do mapeamento integrado realizado. **Figura 6.**



**Figura 6. TM - LANDSAT (RGB754)**

**Sensor ASTER (RGB 843):** Nesta imagem comparada à anterior (TM RGB 754), houve uma melhor definição dos contatos entre o Complexo Vila Nova e Bossoroça/Palmas e Suíte intrusiva Lagoa da Meia Lua além dos lineamentos. Os dois corpos identificados com sendo o Granito sin – transcorrente que estão no interior do Platô nesta imagem há dúvidas na sua interpretação. Credita-se essa melhoria visual à utilização da banda 8 do SWIR que possui uma faixa espectral de  $\lambda = 2.295$  a  $2,365\mu\text{m}$ , e que pode detectar algumas feições características de rochas/solos. **Figura 7.**



**Figura 7. ASTER - TERRA (RGB 843)**

### 3.1.3. RGB (infravermelho médio, infravermelho médio, infravermelho médio)

**Sensor ASTER (RGB 947):** Com esta composição, a utilização das três bandas na região espectral do infravermelho médio, onde as informações rocha/solo são mais salientadas, obteve-se o aprimoramento das identificações de contatos, lineamentos e feições geomorfológicas. Houve uma melhor identificação e delimitação dos ignimbritos na porção norte e sul do interior do Platô e também a determinação dos contatos das rochas encaixantes. **Figura 8.**

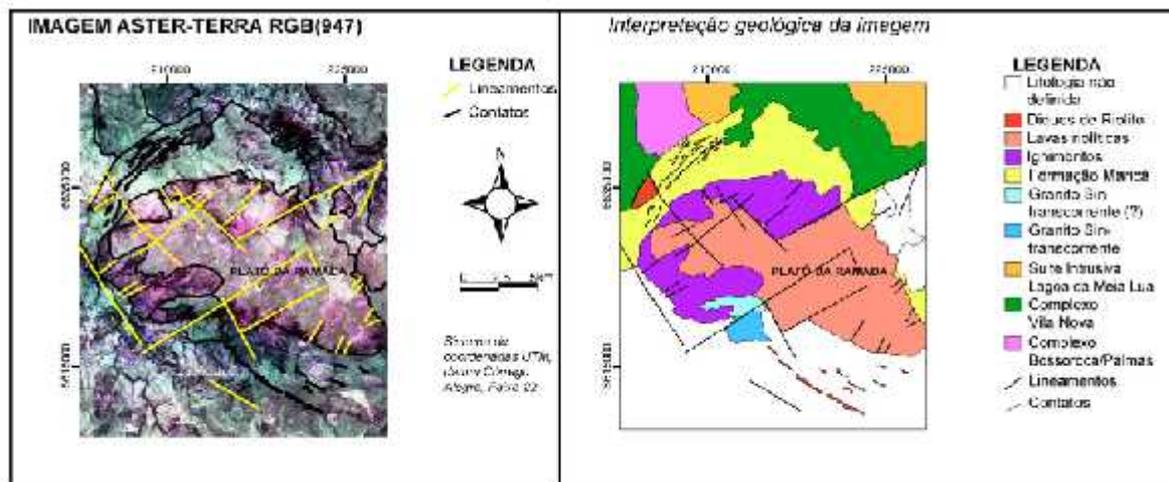


Figura 8. ASTER - TERRA (RGB 947)

#### 4. Considerações finais

Comparando-se as resoluções espacial e espectral entre os três sensores utilizados (TM, CCD, ASTER), obtivemos as seguintes conclusões: i. Resolução espacial dos três sensores têm a mesma composição RGB – os melhores dados obtidos foram respectivamente: ASTER (resolução de 15m), CCD (resolução de 20m) e TM (resolução de 30m); ii. Resolução espectral, (as composições do sensor ASTER, utilizam 6 bandas do infravermelho médio do espectro eletromagnético, o TM possui apenas 2 bandas neste intervalo, possibilitando assim melhor discriminação de feições características dos alvos estudados) – os melhores resultados obtidos foram respectivamente: ASTER (RGB 947), ASTER (RGB 843) e TM (RGB 754). Levando-se em conta os custos e os resultados associados a cada um dos sensores utilizados, as cenas do sensor CBERS apresentam a menor relação custo/benefício.

#### Referências Bibliográficas

- Crosta, A .P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas IG/UNICAMP, 1999.170p
- Sommer, C. A. **O vulcanismo neoproterozóico do Platô da Ramada, Região de Vila Nova do Sul, RS**. 2003. 179p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências, Porto Alegre, RS. 2003.
- Sommer, C. A, Lima, E.F., Nardi, L.V.S., Figueiredo, A .M.G., Pierosan,R.,2003.Potassic and Low-and High –Ti Mildly Alkaline Volcanism in the Neoprotozoic Ramada Plateau, Southernmost Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** (submitted)