

## INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA DO DOMÍNIO CANINDÉ, FAIXA SERGIPANA (NE DO BRASIL), A PARTIR DE IMAGEM LANDSAT ETM+

JULIANO JOSÉ DE SOUZA <sup>1,2</sup>  
ROSEMERY NASCIMENTO <sup>1</sup>  
MÁRIO NETO CAVALCANTI DE ARAÚJO <sup>1</sup>  
ELSON PAIVA DE OLIVEIRA <sup>1</sup>  
FABRÍCIO COLOMBO TEZINI <sup>1</sup>

<sup>1</sup>DGRN/IG/UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
Caixa Postal 6152 - 13083-970 – Campinas - SP, Brasil.  
juliano.souza@ige.unicamp.br

<sup>2</sup>Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/Curso Geologia

**Abstract.** The geometry of deformation structures and relationships between lithotypes from the Canindé Domain, northeast of the Sergipano Belt (NE-Brazil), has been investigated through the analysis of Landsat ETM+ images. The good exposure and excellent preservation of the lithotypes in this region makes it particularly suitable for such a study. Integration of previous field maps with remote sensing techniques defined well-marked geological aspects of the region. Landsat ETM+ images processed using RGB compositions, contrast enhancement and convolution filters, have showed different rock unities and geometry of shear zones and faults. In addition, contrasting spectral response between different rock unities was remarkable able to separate domains of mafic rocks from those in which granite and gneisses dominates. Therefore, it is concluded that remote sensed imagery of the Canindé Domain enhanced the contacts and relationships among lithotypes, as well as defined considerably the geometry of deformation structures, providing more information to improve the knowledge to this part of the Sergipano Belt.

**Keywords:** Remote sensing, geologic mapping, Canindé Domain

## Introdução

A interpretação de imagens de satélite e de fotografias aéreas constitui uma ferramenta importante na geração e refinamento da cartografia geológica. A utilização de imagens Landsat nos estudos geológicos regionais tem sido bastante difundida por realçar feições do terreno a partir das respostas espectrais intrínsecas de cada litologia e das formas de relevo relacionadas com o substrato geológico, notadamente composição litológica e estruturas deformacionais (Amaral *et al.* 1976, Drury 1987, Crósta e Moore 1989, Crósta 1993).

O Domínio Canindé da Faixa Sergipana (Figura 1) tem sido objeto de longa controvérsia geotectônica. Ele foi interpretado como um complexo ofiolítico (Silva Filho 1976), como produto de magmatismo continental (Oliveira e Tarney 1990) e como uma seqüência de arco intraoceânico (Bezerra *et al.* 1993, Silva Filho 1998). Além da importância geotectônica, este domínio também desperta interesse econômico pela ocorrência de mineralizações de Ni e Cu.

Neste trabalho, desenvolvido como parte do mapeamento litológico e tectônico do Domínio Canindé, foi possível discriminar as principais unidades litológicas do domínio e suas feições deformacionais, em escala semi-regional, a partir de imagem Landsat 7/ETM+.

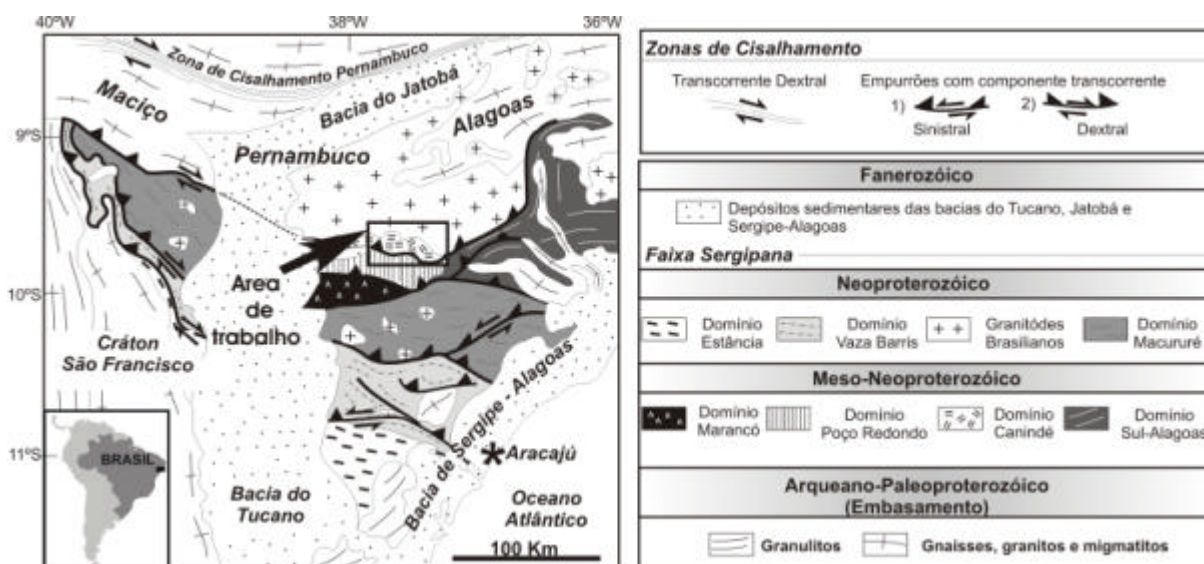


Figura 1: Mapa de localização do Domínio Canindé

## Geologia regional

A Faixa Sergipana, um orógeno colisional do pré-cambriano (Brito Neves e Cordani 1973), é dividida em sete domínios lito-estruturais: Canindé, Sul-Alagoas, Poço Redondo, Marancó, Macururé, Vaza Barris e Estância (Davison e Santos 1989, D'el-Rey Silva 1995a,b, 1999, Silva Filho 1998), cada um deles limitados por zonas de cisalhamento de alto ângulo. O Domínio Canindé é constituído principalmente por rochas metavulcânicas, diques máficos e félsicos metamorfisados, intercalações de rochas metassedimentares, intrusões graníticas diversas e um complexo gabróico (Suíte Gabróica Canindé).

A seqüência metavulcano-sedimentar do Domínio Canindé é dividida nas unidades Novo Gosto e Gentileza. A unidade Novo Gosto é formada por anfíbolitos, intercalados com pacotes de rochas metassedimentares, tais como, rochas cálcio-silicáticas, metapelitos, metachert, grafita xistos e mármore. A unidade Gentileza, por sua vez, é formada essencialmente por anfíbolito, diabásio e gabros. A Suíte Gabróica Canindé é um corpo

alongado na direção WNW-ESE, de composição litológica variada (peridotitos, olivina-noritos, gabro-noritos, leucotroctolitos e gabros), e com feições indicadoras de diferenciação magmática, tais como bandamento e textura cumulática (Oliveira e Tarney 1990, Seixas e Moraes 2000).

Entre os granitóides intrusivos no Domínio Canindé destacam-se: Serrota, Lajedinho, Boa Esperança e Xingó (Seixas e Moraes 2000). O granitóide de Boa Esperança aflora na porção NW da área, apresenta granulação fina a grossa, composição leucomonzogranítica, e ocorre em estreita associação com as rochas básicas das unidades Novo Gosto e Gentileza.

## **Materiais e Métodos**

Neste trabalho foram utilizadas todas as bandas do espectro refletivo do Landsat 7/ETM+, referente à órbita 216/ponto 67 (WRS), coletadas em 05/07/2001, em conjunto com mapas geológicos da área (Bizzi *et al.* 2001, Seixas e Moraes 2000).

O processamento digital foi realizado por meio do *software* ER Mapper 6.3, no Laboratório de Processamento de Informações Georreferenciadas (LAPIG) do IG-UNICAMP. As principais técnicas de processamento digital de imagem utilizadas foram: composições coloridas RGB, aumento de contraste linear e balanceado (BCET - Liu 1991), transformação por principais componentes (PCs) e filtros de convolução (direcionais e passa alta) nas bandas 4 e 8. As imagens processadas foram submetidas à interpretação geológica e seus resultados comparados com os dados dos mapas geológicos supracitados.

## **Resultados**

A seleção dos melhores tripletes para a confecção de composições coloridas RGB foi feita por meio da análise visual das 7 bandas, dando-se preferência àqueles que permitiram a melhor diferenciação espectral entre as litologias que ocorrem na área de estudo (Crósta 1993). Destacou-se, entre elas, a combinação 531 em RGB com a banda 8 em intensidade. Na análise das PCs, feita com o mesmo objetivo, a melhor combinação foi obtida com as PC2, PC3 e PC4 em RGB com a banda 8 em intensidade.

A delimitação dos domínios litológicos foi feita por interpretação visual das composições em RGB das bandas e das PCs, a partir das diferentes respostas espectrais, texturais e morfológicas das rochas. As principais unidades litológicas delimitadas foram: Unidade Gentileza, Unidade Novo Gosto, corpos graníticos, corpos máficos pertencentes à Suite Gabróica Canindé e os granitóides do Domínio Poço Redondo (Figura 2). Na composição 531 em RGB, a unidade Gentileza é representada por cores esverdeadas escuras, apresenta lineamentos com direção NW-SE e relevo acidentado. A unidade Novo Gosto apresenta na composição 531 em RGB uma alternância de castanho escuro com cores amareladas, que reflete as intercalações entre metassedimentos e metavulcânicas; apresenta relevo mais suave e lineamentos mais expressivos de direções WNW-ESE a NW-SE. A Suite Gabróica Canindé apresenta cores bastante escuras, baixa reflectância e poucos lineamentos. A separação desta unidade é dificultada em virtude do pouco contraste de tonalidade com as rochas encaixantes, face ao caráter máfico de ambas.

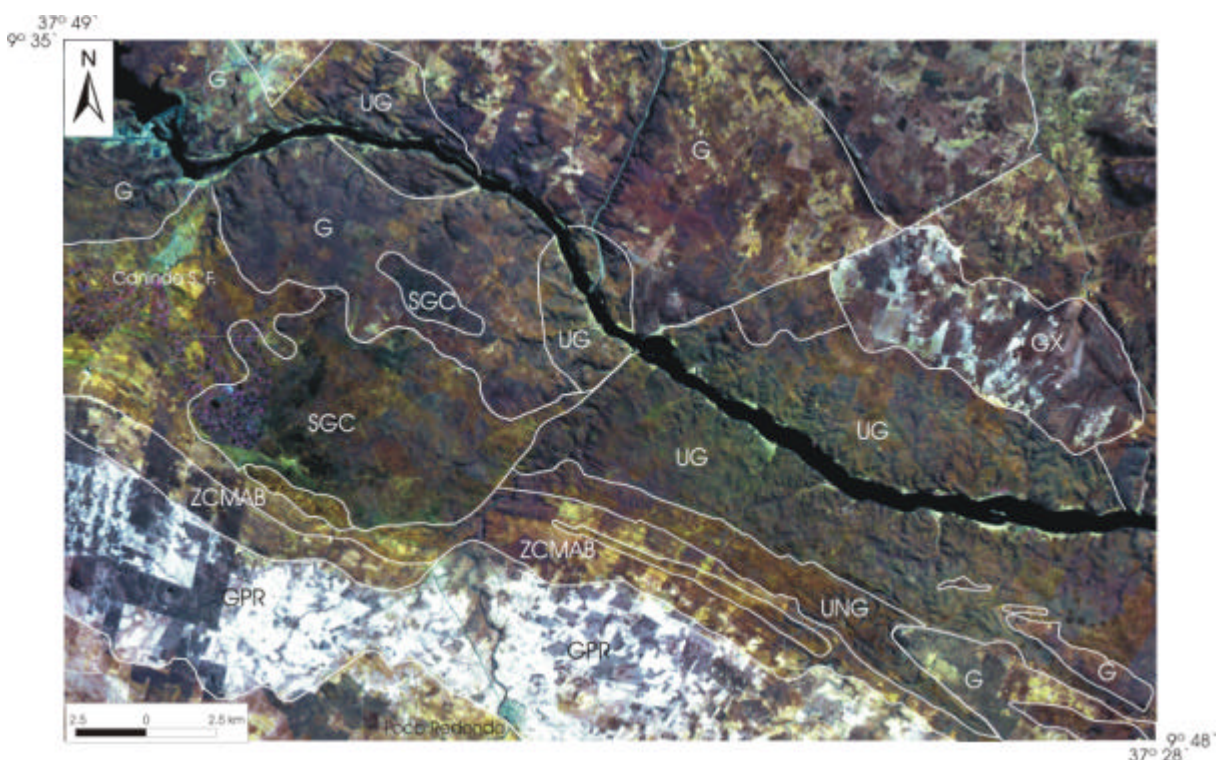


Figura 2: Composição 531 em RGB + 8 em intensity, com sobreposição dos domínios litológicos interpretados: UG: unidade Gentileza; UNG: unidade Novo Gosto; SGC: Suíte Gabróica Canindé; G: Granitóides; GX: Granitóide Xingó; GPR: Granitóides Poço Redondo e ZCMAB: Zona de Cisalhamento Mulungu-Alto Bonito.

O contato entre o Domínio Canindé, a norte, e o Domínio Poço Redondo, a sul, é marcado pela zona de cisalhamento Mulungu-Alto Bonito, com lineamentos marcantes na direção WNW-ESE. Este domínio é expresso na Figura 2 por alternância entre tons amarelados e esbranquiçados, possivelmente relacionados ao aumento de minerais mais félsicos na zona de cisalhamento.

Entre os corpos de granitóides destaca-se, no extremo SE da área, um corpo de resposta espectral expressa por tons verdes e róseos. Na porção NE da área sobressai um granitóide caracterizado por cores esbranquiçadas (Figura 2), pertencente à Suíte Xingó (GX). Na porção sul, Domínio Poço Redondo, nota-se uma faixa com orientação WNW-ESE de granitóides com cores esbranquiçadas (GPR).

A extração dos lineamentos foi realizada por interpretação visual da banda 8 em níveis de cinza (Figura 3). As feições de terreno de tais lineamentos são expressas por escarpas, cristas alongadas e segmentos de drenagem. Os lineamentos do Domínio Canindé apresentam direção preferencial WNW-ESE a NW-SE e são associados ao traço da foliação principal regional. Lineamentos esparsos de direção NE-SW correspondem às estruturas rúpteis, entre as quais destacam-se as falhas direcionais com movimentação sinistral e rejeito na ordem de dezenas a centenas de metros, que são denominadas como zonas rúpteis de Canindé (ZRC), Rio Jacaré (ZRJ) e Bom Sucesso (ZRBS) (Seixas e Moraes 2000).



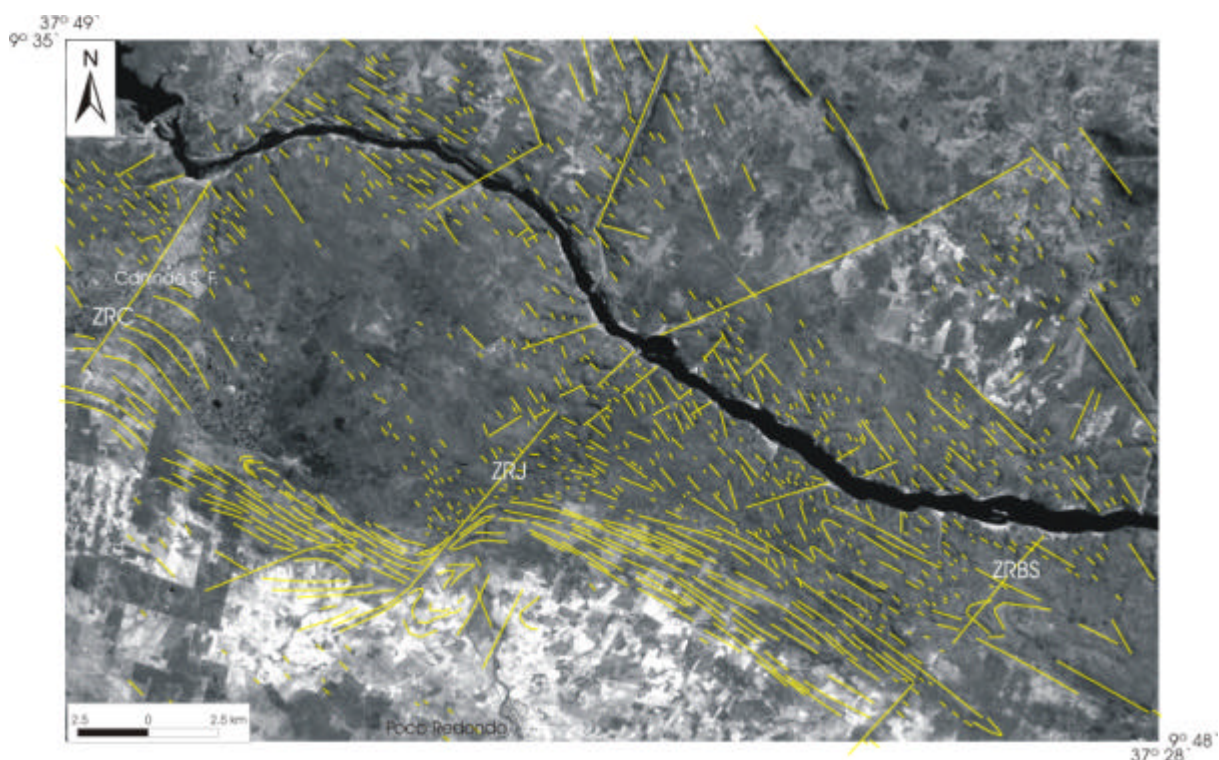


Figura 3: Banda 8 com sobreposição dos lineamentos interpretados; ZRC: Zona Rúptil Canindé, ZRJ: Zona Rúptil Jacaré e ZRBS: Zona Rúptil Bom Sucesso.

### Considerações finais

De modo geral, os resultados obtidos mostram um bom contraste espectral entre os diferentes domínios litológicos, favorecendo a distinção das unidades félsicas (granitóides) e máficas (unidades Gentileza, Novo Gosto e Suíte Gabróica Canindé). A discriminação dos diferentes domínios litológicos entre as rochas máficas foi mais difícil, devido ao pouco contraste espectral. Ainda assim, foi possível separá-los por realce de contraste das composições coloridas e PCs.

Conclui-se que a interpretação das imagens Landsat da região em epígrafe proporcionou um melhor refinamento das geometrias das rochas graníticas e as relações com as rochas máficas encaixantes. Menos expressivamente, o processamento digital também ressaltou os contornos da Suíte Gabróica Canindé.

### Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor. A FAPESP pelas bolsas de Doutorado e Pós-Doutorado concedidas ao segundo e terceiro autor, respectivamente. Agradecemos ao Prof. Dr Álvaro Crósta e Msc. Maria Irian de Mascena Duarte pelas sugestões no processamento das imagens e pela leitura crítica do texto, e novamente ao Prof. Dr Álvaro Crósta por ter gentilmente cedido a imagem Landsat 7.

### Referências bibliográficas

Amaral, G., Mattos, J. T. De, Almeida, R., Cunha, R.P., Paradella, W.R. 1976. Carta geológica ao milionésimo da Folha de Belo Horizonte com base na Interpretação de imagens Landsat. IN. SBG, Cong, Bras. Geol.,29, Ouro Preto, 1976. Anais, 4:229-238.

- Bezerra, F.H.R., Jardim de Sá, E. F., Nilson, A.A., Blais, S. 1993. O ambiente tectônico do complexo Canindé do São Francisco e rochas encaixantes da Faixa Sergipana, NE do Brasil. Anais do 1<sup>o</sup> Simpósio sobre o Craton São Francisco, v.2, Salvador, SBG, pp. 117-120.
- Bizzi, L., Schobbenhaus, C., Gonçalves, J. H., Baars, F. J., Delgado, I. M.O, Abram, M. B., Leão Neto, R., Muniz de Matos, G. M., Schneider Santos, J. O. 2001. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG e Mapas na escala 1:2.500.000 - Brasília : CPRM, 2001. 4 CD-Rom.
- Brito Neves, B.B., Cordani, U.G. 1973. Problemas geocronológicos do “Geosinclinal Sergipano” e do seu embasamento. Anais 27<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Geologia, Aracajú, pp. 67-76.
- Crosta, A. P. 1993. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas, SP. 170p.
- Crosta, A.P. e Moore, J.M. 1989. 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: VII Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Calgary, Alberta, Canada, Proceedings, 1173-1187.
- D’el-Rey Silva, L.J.H. 1995b. The evolution of basement gneiss domes of the Sergipano Fold Belt (NE Brazil) and its importance for the analysis of Proterozoic basins. J. South Amer. Earth Sci., 8: 325-340.
- D’el-Rey Silva, L.J.H. 1999. Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African/Brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover. J. South Amer. Earth Sci., 12: 453-470.
- D’el-Rey Silva, L.J.H., 1995a. Tectonic evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil. Revista Brasileira de Geociências, 25: 315-332.
- Davison, I. e Santos, R.A., 1989. Tectonic evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. Precamb. Res., 45. p. 319-342.
- Drury, S.A. 1987. Image interpretation in geology. London. 283p.
- Liu, J. G. 1991. Balance Contrast enhancement techniques and its application in image colour composition. Int. J. Remote Sensing. 12 (10):2133-2151.
- Oliveira, E.P. e Tarney, J. 1990. The Canindé de São Francisco Complex: a major late Proterozoic gabbroic body in the Sergipe foldbelt, NE Brazil. Journal of South American Earth Sciences 3 (2/3), 125-140.
- Seixas, S.R.M. e Moraes, L.C., 2000. Geological Map of Canindé Área – escala 1:250.000 (Folha SC.24-X-C-VI Piranhas). CPRM. (inédito).
- Silva Filho, M. A., 1998. Arco vulcânico Canindé-Marancó e a Faixa Sul-Alagoana: sequências orogênicas Mesoproterozóicas. In: XL Congresso Brasileiro de Geologia, Belo horizonte, SBG. p. 16.
- Silva Filho, M.A. 1976. A suite ofiolítica da geossinclinal de Propriá. Anais 29<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Geologia, V. 4: 51-58.