

# Dados Multisensores para Mapeamento Geomorfológico de regiões da Amazônia

TERESA GALLOTTI FLORENZANO

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515, 12201 São José dos Campos, SP, Brasil  
leresa@ltd.inpe.br

**Abstrat.** The objective of this study is to evaluate the contribution of the remote sensing data to geomorphological mapping in the region of Amazon. Analogical and digital LANDSAT-TM, SPOT-HRV and ERS-1-SAR data of different areas of this region were analysed. Geomorphological information was obtained from visual analysis, specially when LANDSAT-TM and ERS-1-SAR data were merged.

**Keywords:** LANDSAT-TM, SPOT-HRV, ERS-1-SAR, geomorphological mapping, Amazon.

## 1 - Introdução

O objetivo deste trabalho é avaliar a contribuição de dados TM-LANDSAT, HRV-SPOT, SAR-ERS-1 e dados resultantes da integração TM/SAR para mapeamento geomorfológico de regiões da Amazônia. Foram analisadas imagens analógicas, nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000, composições coloridas 543 na sequência RGB (vermelho, verde e azul, respectivamente) do TM-LANDSAT de doze áreas amostrais, distribuídas pelos nove estados que compõem a região da Amazônia legal. Essas imagens TM referem-se às seguintes órbitas/pontos: 003/67 (Acre), 226/61 (Amapá), 231/61 e 231/62 (Amazonas), 221/65 (Maranhão), 226/71 (Mato Grosso), 225/65 e 227/62 (Pará), 232/67 (Rondônia), 223/67 (Tocantins), 232/57 e 233/57 e (Roraima). A partir de imagens digitais do TM, de três áreas amostrais (localizadas nos estados do Pará e de Roraima) foram obtidas e analisadas composições coloridas multiespectrais. Imagens analógicas, composições coloridas multiespectrais HRV-SPOT, referentes às seguintes órbitas/ponto: 679/356 (Amazonas), 703/370 e 706/371 (Tocantins); imagens analógicas e digitais do SAR, órbita (Estado do Pará), bem como imagens resultantes da integração TM-SAR, órbita 7183, também foram analisadas e interpretadas.

A interpretação das imagens foi feita através da análise dos elementos de imagens, forma tonalidade/cor, textura, forma, tamanho, padrão, associação e contexto.

A partir da análise e interpretação das imagens selecionadas para este estudo verificou-se que o tipo de legenda que pode ser adotado na elaboração de cartas geomorfológicas para a região Amazônica é aquele que destaca os aspectos morfológicos do relevo, pois são aqueles realçados também nas imagens analisadas.

## 2 - Resultados

Na região estudada as imagens permitem identificar três categorias de relevo, de acordo com a morfogênese: formas estrutural/denudacionais, formas denudacionais e formas de acumulação. As formas de origem estrutural/denudacionais e denudacionais podem ser definidas segundo a forma (superfícies tabulares, superfícies pediplanadas, pedimentos, tabuleiros colinas, cristas, ravinhas, pontões, escarpas e relevos residuais) e o nível de dissecação (dissecação muito baixa, baixa, média baixa, média, média alta, alta e muito alta). Como já constatado em estudos anteriores em outras regiões distintas (Florenzano, 1993 e 1995) as formas de acumulação (planícies e terraços fluviais, fluvio-lacustres, marinhas, pantanais), nem sempre são facilmente discriminadas nessas imagens. Neste tipo de unidades de relevo, de intensa morfodinâmica e grande instabilidade e onde os limites geralmente não são bem definidos ou nítidos o apoio de cartas topográficas, fotografias aéreas com o recurso da estereoscopia ou trabalho de campo é imprescindível.

A análise das matrizes dos coeficientes de correlação, obtidas a partir das imagens digitais das bandas TM (1, 2, 3, 4, 5 e 7), indica uma alta correlação entre as bandas do visível (1, 2 e 3) e entre as do infravermelho médio (5 e 7), e embora menor uma correlação alta entre a banda 7 com aquelas do visível, este mesmo comportamento verifica-se entre a banda 5 do infravermelho médio e aquelas do visível, enquanto a banda 4 não se correlaciona com as demais. Entretanto, em áreas de cobertura vegetal mais densa a correlação entre essas bandas diminui e aumenta a correlação da banda 4 com as demais, embora esta correlação ainda seja muito baixa ou não significativa.

Pela análise das matrizes de variância-covariância das imagens digitais das seis bandas do TM analisadas, observou-se que em duas áreas amostrais a banda de maior variância é a 5, concordando com resultados obtidos anteriormente por Florenzano (1993 e 1995) para outras áreas de estudo. Entretanto, na área amostral de maior densidade de cobertura vegetal, a imagem da banda 4 é aquela de maior variância. Nas três amostras analisadas, as imagens das bandas 4, 3 e 5, revezaram-se no segundo lugar e a da banda 7 ficou em terceiro lugar. Os dados de menor variância, para todas as amostras analisadas, referem-se à imagem da banda 2, também confirmando resultados obtidos anteriormente pelo mesmo autor.

Individualmente, como também já observado para outras áreas, as bandas do TM que dão maior contribuição para a discriminação de unidades geomorfológicas, das regiões estudadas neste trabalho, são as imagens do infravermelho bandas 4, 5 e 7, estas duas últimas, principalmente a 7, somente em áreas com baixa densidade de cobertura vegetal. Na imagem da banda 4 destacam-se melhor a lâmina d'água e as áreas úmidas. Por outro lado, nas imagens das bandas do visível e na da banda 7 do infravermelho médio destacam-se as feições relacionadas com o uso da terra, como estradas, áreas urbanas e agrícolas, e feições relacionadas com os processos de erosão ou de degradação ambiental, especialmente aqueles decorrentes da exploração mineral.

As melhores composições coloridas multiespectrais, obtidas com imagens TM, para o mapeamento de unidades geomorfológicas e sua caracterização, principalmente quanto ao tipo de formas e nível de dissecação são a 457 e a 453, na seqüência RGB, vermelho, verde e azul, respectivamente, no entanto, neste segundo tipo de composição são melhor destacados os corpos d'água e as áreas úmidas como aquelas atingidas por inundação, confirmando os resultados obtidos por Florenzano et alii (1990). Por outro lado, as composições com as três imagens das bandas do visível, 321 (RGB) ou com duas do visível e uma do infravermelho 431 (RGB), ou mesmo duas do infravermelho médio e uma do visível como a 753 (RGB) e uma do visível (3), uma do infravermelho médio (7) e a banda 4 do infravermelho próximo, 473 (RGB), destacam as feições relacionadas com áreas ocupadas pelo homem, áreas de cultivo, áreas urbanas, estradas e processos de degradação ambiental decorrentes dessa ocupação e principalmente da exploração mineral.

As imagens analógicas HRV-SPOT, analisadas, apesar da maior resolução espacial, que em algumas áreas permitiu uma definição melhor dos contatos entre

as diferentes unidades geomorfológicas não acrescentaram nenhuma contribuição efetiva na identificação dessas unidades. Cabe acrescentar que, como em outras áreas estudadas anteriormente por Florenzano (1993 e 1995) a composição colorida falsa-cor do HRV-SPOT, permitiu discriminar melhor feições relacionadas com o uso da terra como estradas, áreas urbanas, agrícolas e feições relacionadas com processos de erosão ou de degradação ambiental nestas áreas, principalmente aqueles decorrentes da exploração mineral.

Os resultados preliminares obtidos a partir da análise das imagens SAR-ERS-1 e principalmente, das imagens resultantes da integração de dados digitais TM/SAR através do registro de imagens e da transformação IHS/RGB, indicam a possibilidade de se obter um bom desempenho desses produtos, particularmente com relação a discriminação dos contatos entre as unidades, destacando melhor, do que nas imagens TM individualmente, os limites das áreas de planícies e a dissecação do relevo pela drenagem, principalmente nas áreas de maior densidade de cobertura vegetal.

Entretanto, novos testes com imagens SAR-ERS-1 e TM-SAR deverão ser realizados para obtenção de resultados que permitam alcançar informações mais seguras. Pretende-se também adquirir e analisar pares estereoscópicos de imagens do HRV-SPOT, com o objetivo de avaliar o potencial destas imagens com o recurso da estereoscopia na identificação de feições geomorfológicas da Amazônia, especialmente nas áreas com alta densidade de cobertura vegetal, onde existe maior dificuldade na identificação dessas feições

## Referências

- Florenzano, T.G. *Unidades Geomorfológicas da Região Sudeste (SP) identificadas por imagens de satélite*. Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Geografia da FFLCH da USP, São Paulo, 1993.
- Florenzano, T.G. Avaliação da potencialidade das imagens TM-LANDSAT e HRV-SPOT no mapeamento geomorfológico da Região do Rio Taquari. In: Encontro Sobre Sensoriamento Remoto Aplicado A Estudos No Pantanal, Corumbá, Outubro 09-12, 1995. *Anais* (Livro de resumos), Corumbá, 1995, pp. 95-96.
- Florenzano, T.G. Valério Filho, M. Rodrigues, R.L.V. *Identificação de áreas submetidas à inundação através de imagens TM/LANDSAT nas bacias dos rios Pindaré, Mearim, Jaguaribe, Apodi, Piranhas e São Francisco*. São José dos Campos, INPE, fevereiro, 1990. (INPE-5034-RPE/619).