IMAGENS TM-LANDSAT E HRV-SPOT NA ELABORAÇÃO DE CARTAS GEOMORFOLÓGICAS DE UMA REGIÃO DO RIO TAQUARI, MS[1]

TERESA GALLOTTI FLORENZANO[2]

RESUMO - Avaliou-se a contribuição das imagens TM-Landsat e HRV-SPOT na elaboração de cartas geomorfológicas de uma região do rio Taquari, Mato Grosso do Sul. Analisaram-se imagens analógicas e digitais do TM e HRV, de diferentes períodos de aquisição. Aos dados digitais foram aplicadas técnicas de realce de imagens e obtidas composições coloridas multiespectrais. A análise e interpretação das imagens TM, HRV e das cartas topográficas, além das informações de campo, possibilitaram identificar nove unidades de relevo, agrupadas em três categorias de acordo com a morfogênese: formas estruturais/denudacionais (escarpas), formas denudacionais (pedimentos, tabuleiros, colinas e relevos residuais) e formas de acumulação (planícies fluviais e planície do pantanal, esta subdividida em pouco úmida, úmida e muito úmida). As formas de relevo de origem estrutural/denudacional e denudacional foram caracterizadas de acordo com os níveis de dissecação e classes de amplitude de relevo e declividade. A partir dos resultados conclui-se que as imagens TM e HRV permitem elaborar cartas geomorfológicas da área de estudo, na escala de 1:100.000. Entretanto, o apoio das cartas topográficas é fundamental na definição mais precisa dos limites das unidades de relevo, bem como na caracterização morfométrica destas unidades.

Termos para indexação: geomorfologia, sensoriamento remoto, bacia do Alto Paraguai, Pantanal.

LANDSAT-TM AND SPOT-HRV IMAGE DATA APPLIED TO GEOMORPHOLOGIC MAPPING IN A SECTION OF TAQUARI RIVER, BRAZIL

ABSTRACT - This study evaluates the contribution of both Landsat-TM and SPOT-HRV data to geomorphologic mapping in a section of Taquari river (Mato Grosso do Sul State, Brazil). Analogic and digital TM and HRV data of different acquisition times were analyzed. Digital enhancement techniques were applied to these data sets, and multispectral color composites were obtained. Nine relief units were obtained from the analysis and interpretation of TM, HRV and topographic maps, together with information obtained from the field survey. These units were grouped into three categories according to its morphogenesis: structural/denudational forms (scarps), denudational forms (pediments, tables, hills and residual relief) and depositional forms (floodplains, Pantanal, the latter divided in low, medium and high moisture areas). The structural/denudational and denudational relief features were classified according to dissection levels and relief and slope classes. Based on the results, one can conclude that it is possible to elaborate geomorphologic maps based on both TM and HRV data, at 1:100,000 scale. Nevertheless, topographic maps are essential to define more precisely the relief units, as well as the morphometric indices.

Index terms: geomorphology, remote sensing, high Paraguai basin, Pantanal wetland.

INTRODUÇÃO

As cartas geomorfológicas, instrumento importante para a geomorfologia teórica e aplicada, contribuem para evitar e solucionar problemas ambientais relacionados com obras de engenharia, exploração de minerais, uso do solo urbano e rural em geral e com os recursos hídricos. Neste sentido, elas orientam na indicação das áreas mais propícias à expansão urbana e às atividades industriais e agrossilvipastoris.

As feições geomorfológicas têm um papel relevante nos estudos do meio ambiente realizados através das técnicas de sensoriamento remoto porque, ao mesmo tempo que tais feições refletem a

[1] Aceito para publicação em 20 de fevereiro de 1998.

[2] Geógrafa, D.Sc., Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/DSR), Av. dos Astronautas, 1758, Caixa Postal 515, CEP 12227-010 São José dos Campos, SP. E-mail: teresa@ltid.inpe.br

interação entre os diferentes componentes da paisagem, podem ser identificadas, delimitadas, medidas e interpretadas, tanto no campo como por fotografias aéreas e, mais recentemente, por imagens obtidas por satélites.

À medida que aumenta a resolução (espacial, espectral e temporal) e novos recursos tecnológicos, como a visão estereoscópica, tornam-se disponíveis, imagens orbitais obtidas por sensores, como o TM do satélite americano Landsat e o HRV do satélite francês SPOT, constituem-se em instrumentos poderosos para estudos geomorfológicos.

No Brasil, onde os dados de sensoriamento remoto orbital ainda não são muito explorados, eles podem ser de grande utilidade se consideradas a extensão territorial do País e a inexistência ou insuficiência de cartas temáticas. Neste sentido, deve ser destacada a disponibilidade de um banco de dados do satélite Landsat existente no INPE, em Cachoeira Paulista, que, em relação ao sensor MSS, dispõe de imagens desde 1973, e ao sensor TM, desde 1984.

O objetivo deste trabalho é avaliar a contribuição das imagens TM-Landsat e HRV-SPOT e de técnicas de sensoriamento remoto, na elaboração de cartas geomorfológicas de uma área da bacia do rio Taquari.

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas 18°00'00" S e 19°30'00" S, 54°30'00" W e 55°30'00" W; é coberta pelas cartas topográficas na escala de 1:100.000, folhas Fazenda Rancho Novo (SE-21-Z-B-1), Pedro Gomes (SE-21-Z-B-II), Morrinho da Pimenteira (SE-21-Z-B-IV), Rio Verde do Mato Grosso (SE-21-Z-B-Y), São Francisco de Assis (SE-21-Z-D-I) e Rio Negro (SE-21-Z-D-II).

MATERIAL E MÉTODOS

Analisaram-se imagens analógicas TM-Landsat, na escala de 1:100.000, referentes à órbita 225, ponto 73, imagens preto e branco das bandas 3 e 4, e composições coloridas 345-BGR das datas de 22/12/92, 12/03/93, 31/07/92; imagens digitais TM-Landsat das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, referentes à mesma órbita/ponto e às datas de 22/12/92 e 12/03/93; imagens analógicas do HRV-SPOT, referentes à órbita/ponto 696-387 de 12/05/87 e 697-387 de 28/06/87, composições coloridas 123-BGR, na escala de 1:100.000, e imagens digitais HRV-SPOT das bandas 1, 2 e 3, referentes à mesma órbita/ponto e às mesmas datas.

Utilizaram-se as cartas topográficas publicadas pela DSG, na escala de 1:100.000, folhas Fazenda Rancho Novo (SE-21-Z-B-1), Pedro Gomes (SE-21-Z-B-II), Morrinho da Pimenteira (SE-21-Z-B-IV), Rio Verde de Mato Grosso (SE-21-Z-B-Y), São Francisco de Assis (SE-21-Z-D-I) e Rio Negro (SE-21-Z-D-II).

Utilizaram-se os o Sistema de Tratamento de Imagem (SITIM) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), desenvolvidos pelo INPE.

As cartas geomorfológicas da região de estudo foram elaboradas a partir da análise e interpretação das imagens analógicas TM-Landsat e HRV-SPOT, na escala de 1:100.000, especificadas anteriormente. Através da delimitação dos padrões fotográficos nestas imagens, identificados pelas variações de tonalidade, textura, forma, padrões de drenagem, relevo e contexto, elaborou-se um mapa preliminar de unidades de relevo.

Na elaboração da carta geomorfológica, a interpretação das imagens foi complementada com a análise das cartas topográficas, na escala de 1:100.000, e com as observações de campo realizadas através de percursos terrestres na área de estudo.

A legenda da carta geomorfológica foi definida com base naquela do mapa geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1982), na escala de 1:1.000.000, na proposta de Meijerink (1988), e na legenda do mapa geomorfológico da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Florenzano & Csordas, 1993). Nestas legendas, destacaram-se os aspectos morfológicos (morfografia e morfometria), que são aqueles realçados também nas imagens analisadas (feições de relevo).

As características morfográficas – descrição das formas de relevo – foram obtidas através da análise e interpretação das imagens de satélites, das cartas topográficas e das observações de campo. As características morfométricas, como os parâmetros relativos a dissecação, amplitude de relevo e declividade, foram obtidas basicamente através de medidas amostrais realizadas nas cartas topográficas.

As unidades geomorfológicas da área de estudo foram agrupadas em três categorias, de acordo com a morfogênese: formas estruturais/denudacionais, formas denudacionais e formas de acumulação.

Após esta classificação, as formas de relevo de origem estrutural/denudacional e de origem denudacional foram caracterizadas de acordo com os índices de dissecação (1 = baixa, 2 = média baixa, 3 = média, 4 = média alta, e 5 = alta), de amplitude altimétrica (1 = < de 40 m, 2 = 40 a 100 m, 3 = 100 a 200 m, 4 = 200 a 300 m, e 5 = > de 300 m) e de declividade (1 = < de 2%, 2 = 2 a 5%, 3 = 5% a 10%, 4 = 10 a 20%, 5 = 20 a 40% e 6 = > de 40%).

Com base em estudos anteriores na área de geomorfologia, entre eles o de Florenzano (1993), optou-se pelas seguintes técnicas de processamento, aplicadas, através do SITIM, às imagens digitais do TM-Landsat e do HRV-SPOT, referentes à carta Pedro Gomes: pré-processamento (correção atmosférica); ampliação linear de contraste; filtragem espacial; transformação por componentes principais; e obtenção de composições coloridas multiespectrais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como ocorre no mapa geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1982), a legenda das cartas geomorfológicas, elaboradas para a área de estudo, é composta por letras e dígitos, de forma que as letras representam a morfografia (a descrição das formas de relevo) e a morfogênese, enquanto os dígitos representam a morfometria, sendo o primeiro dígito os níveis de dissecação do relevo fornecidos pela densidade de canais de drenagem, o segundo dígito as classes de amplitude altimétrica do relevo e o terceiro dígito as classes de declividade.

Na primeira categoria de formas (estruturais/denudacionais) incluíram-se as escarpas (E). Na segunda categoria (formas denudacionais) incluíram-se os pedimentos (Pd), as formas tabulares (T), as colinas (C) e os relevos residuais (R). A terceira categoria (formas de acumulação) engloba as planícies fluviais (Pf) e a planície do pantanal (Pn), esta subdividida, segundo o grau de umidade, em pouco úmida (Pnpu), úmida (Pnu) e muito úmida (Pnmu).

Assim, por exemplo, uma unidade identificada por C222 significa que ela se caracteriza por um relevo de colinas com índice de dissecação média baixa, amplitude de relevo entre 40 e 100 m e classe de declividade entre 2 e 5%.

As escarpas caracterizam-se por formas acentuadas, apresentam relevo escarpado de topo contínuo e aguçado, vales em "v" e vertentes com índices acentuados de dissecação (de média a alta), amplitude altimétrica variando de 100 a acima de 300 m e classes de declividade de 20 a 40 e acima de 40%.

Os pedimentos são formas de relevo elaboradas por recuo de vertentes, resultando superfícies de declives fraco (rampas suavemente inclinadas), ligando dois planos altimétricos diferentes, geralmente retrabalhadas por drenagem de primeira ordem, em entalhe incipiente. Na área de estudo, esta unidade, que se localiza entre a escarpa e a planície do pantanal, caracteriza-se por níveis de dissecação média e amplitudes de relevo e declividades baixas, predominando as classes menor que 40 m e com até 5%, respectivamente.

As áreas denominadas de formas tabulares caracterizam-se por interflúvios de topos planos (declividade menor que 2%), fracamente dissecados, predominando amplitudes inferiores a 40 m, vales de fundo plano e vertentes variando de suavemente inclinadas (declividade de 2 a 5%) a inclinadas (declividade de 10 a 20%), com amplitudes altimétricas que variam de 100 a 300 m; a dissecação varia de baixa a média alta.

As áreas de colinas caracterizam-se por relevo ondulado com topos arredondados ou convexos, vales de fundo plano e vertentes dominantemente convexas, com predomínio de índices de dissecação média e média alta, amplitudes altimétricas de 40 a 200 m e declividades de 5 a 20%.

A unidade de relevos residuais corresponde a colinas isoladas que geralmente apresentam índices acentuados de dissecação (de média a alta), de amplitude altimétrica (predomínio de 100 a 200 m) e de declividade (predomínio da classe de 20 a 40%).

As planícies fluviais correspondem a áreas de relevo plano, resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagadas ou inundadas. Cabe destacar que nesta unidade, encontrada em toda a área de estudo, devido à resolução das imagens analisadas, da expressão em área dessa unidade e da escala de publicação da carta, mapearam-se apenas aquelas mais representativas, como a planície do rio Taquari, nas cartas Fazenda Rancho Novo, Pedro Gomes e Rio Verde de Mato Grosso, e a planície do rio Negro, nas cartas São Francisco de Assis e Rio Negro.

A planície do Pantanal corresponde a áreas de acumulação inundáveis, que se caracterizam por relevo plano com depressões suaves e cobertura arenosa, periódica ou permanentemente alagadas, precariamente incorporadas à rede de drenagem e classificadas, segundo o grau de umidade, em pouco úmidas, úmidas e muito úmidas.

As imagens analógicas TM-Landsat analisadas neste trabalho permitiram, com o auxílio das cartas topográficas e informações de campo, gerar as cartas geomorfológicas da área de estudo na escala de 1:100.000, nas quais o nível de detalhe obtido para as unidades mapeadas atinge aquele dos setores das formas de relevo.

Com relação ao período de aquisição, as imagens mais informativas da geomorfologia da região referem-se às datas de julho e março. Nestas imagens, os contatos entre as unidades e as feições geomorfológicas estão mais nítidos, o que se deve aos ângulos de elevação solar e ao azimute, que nestes períodos favorecem um realce natural das feições geomorfológicas.

As maiores dificuldades com relação à separação das unidades nas imagens TM referem-se às áreas de planícies fluvial e do Pantanal, neste caso os limites de pouco úmido, úmido e muito úmido são aproximados. Isto se explica pela própria natureza destas áreas, nas quais se verifica uma morfodinâmica intensa e em conseqüência, apresentam limites instáveis, portanto, não nítidos ou abruptos.

Como já verificado em estudos anteriores (Florenzano, 1993), as matrizes dos coeficientes de correlação entre as imagens digitais das bandas TM das duas datas analisadas indicam uma alta correlação entre as bandas do espectro visível (bandas 1, 2 e 3) e entre as bandas do infravermelho médio (5 e 7), neste estudo mais alta até que entre as do visível. Isso mostra a existência de uma redundância de informação. A correlação entre a banda 7 do infravermelho médio e aquelas do visível, principalmente com a 3, também é significativa. Este mesmo comportamento verifica-se entre a banda 5 do infravermelho médio e aquelas do visível, embora, geralmente, com uma correlação menor.

A banda 4 do infravermelho próximo é a menos correlacionada com as demais, apresenta uma correlação baixa com aquelas do infravermelho médio, principalmente com a 7, e praticamente não se correlaciona com as bandas do visível.

Pela análise das matrizes de covariância das bandas TM, observou-se que nos três módulos os valores de variância são menores para os dados referentes a dezembro.

Segundo esses dados, verificou-se que nos três módulos a banda 5 é aquela de maior variância, ou quantidade de informação, e, em geral, com um valor bem acima da variância das demais bandas, enquanto as bandas 1 e 2 são sempre aquelas de menor variância. As bandas 4 e a 7 revezam-se no segundo lugar. Assim, constata-se que em todos os casos sempre as bandas de maior variância – neste trabalho as três primeiras – são as do infravermelho, concordando com resultados obtidos anteriormente por Chavez (1992) e Florenzano (1993).

A análise individual das imagens de cada banda do TM indicou que a banda 5 é a mais informativa para a geomorfologia da área de estudo.

A banda 4, ao contrário do que geralmente ocorre, não dá uma grande contribuição para a identificação das feições do relevo.

A contribuição da banda 7, embora representativa, mostrou-se inferior, particularmente em áreas com cobertura vegetal de maior densidade e vigor, se comparada com dados analisados da região de São José dos Campos, por exemplo, embora superior com relação àquela de Caraguatatuba, estudadas por Florenzano (1993). Isto comprova que as imagens da banda 7 contribuem mais para o estudo da geomorfologia em áreas com pouca cobertura vegetal.

Como já verificado anteriormente em outros estudos (Florenzano, 1993), as feições culturais, como área urbana, estradas, solo exposto ou preparado para cultivo, e feições de áreas degradadas, submetidas a processos erosivos, representadas por níveis de cinza muito claros nas imagens do visível, são de maneira geral bem discriminadas nestas imagens, principalmente na banda 3, menos afetada pela interferência atmosférica do que a 1 e a 2. Assim, a imagem desta banda mostrou-se a mais indicada para o mapeamento dessas feições.

A análise da imagem da banda 4 do infravermelho próximo indica boa separabilidade dos corpos d'água e das áreas úmidas, o que está de acordo com estudos anteriores como os de Florenzano (1993) e Florenzano et al. (1990), discordando, no entanto, com relação a discriminação dos contatos entre as diferentes unidades geomorfológicas e as feições de relevo, que nesta área de estudo não é boa nesta banda.

Nas imagens 5 e 7 do infravermelho médio, verifica-se que a rede de drenagem e a intensidade de dissecação, a morfologia e os contatos entre as unidades de relevo estão bem destacados, sendo de forma mais nítida na imagem da banda 5, particularmente em áreas de maior cobertura vegetal.

Na banda 7, como ocorre nas imagens do visível, as feições culturais também estão bem realçadas, como áreas urbanas e estradas, e feições relacionadas com processos de degradação, o que está de acordo com a alta correlação entre as imagens dessas bandas.

Com relação à análise digital, cabe destacar inicialmente que as técnicas de realce aplicadas nas imagens digitais, referentes à área coberta pela folha Pedro Gomes, não permitiram acrescentar nenhuma informação representativa com relação às imagens analógicas adquiridas em papel fotográfico. Isto foi constatado tanto para os dados HRV quanto para os dados do TM.

Com relação às técnicas de realce de imagem, o melhor desempenho foi obtido com a ampliação linear de contraste, confirmando resultados obtidos anteriormente por Florenzano (1993).

Os resultados obtidos com a aplicação de filtros espaciais, melhores do que os obtidos por Florenzano (1993), indicam um bom realce dos contatos entre as unidades e das feições lineares, destacando-se a intensidade de dissecação do relevo.

Entre as técnicas de realce utilizadas, o pior desempenho foi apresentado pela transformação por componentes principais aplicadas nas imagens das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do TM, embora neste trabalho tenham sido obtidos melhores resultados que no de Florenzano (1993).

Entre as diferentes composições coloridas, testadas a partir das imagens digitais das bandas do TM, verificou-se que, para destacar as feições geomorfológicas (formas de relevo) e os contatos entre as diferentes unidades, a melhor composição é a 457, formada com as imagens das bandas de maior variância, seguida da composição 453, ambas na seqüência RGB (vermelho, verde e azul, respectivamente), confirmando resultados obtidos anteriormente em outras áreas estudadas (Florenzano, 1993).

As composições 473 e 753, na seqüência RGB, destacam muito bem as feições culturais, como áreas urbanas, de cultivos, estradas, e feições que indicam áreas submetidas a processos de degradação, concordando também com resultados obtidos anteriormente pelo mesmo autor.

A análise dos resultados indica mais uma vez a importância das bandas 4 – a menos correlacionada com as demais – e 5 – a de maior variância – como destacado anteriormente, na obtenção das melhores composições coloridas multiespectrais.

Confirmando resultados obtidos por Florenzano (1993), verificou-se também que em estudos geomorfológicos é fundamental incluir, pelo menos, duas bandas do infravermelho na obtenção de uma composição colorida. Neste sentido, destaca-se como uma das melhores composições aquela obtida com as bandas 453 (RGB). Na verdade, com este tipo de composição, discriminam-se os componentes visíveis da paisagem. Além dos contatos entre as diferentes unidades geomorfológicas, podem-se identificar a morfologia (principalmente as formas de relevo e o nível de dissecação), a lâmina d'água (e a qualidade da água), as áreas úmidas e a rede de drenagem.

Por outro lado, se o objetivo é destacar feições culturais, como áreas urbanas, agrícolas, estradas e feições relacionadas com processos intensos de erosão do solo, então é fundamental incluir duas bandas do visível ou a banda 7 do infravermelho médio, e se o interesse for qualidade da água, as bandas do visível também são essenciais.

As imagens HRV-SPOT analisadas, no formato digital e em papel fotográfico, apesar da melhor resolução espacial, que em algumas áreas permitiu uma definição melhor dos contatos entre as diferentes unidades geomorfológicas, não acrescentaram nenhuma contribuição efetiva para a elaboração das cartas geomorfológicas da área de estudo.

Cabe salientar que, como em outras áreas estudadas anteriormente por Florenzano (1993), as imagens do visível (bandas 1 e 2) e a composição colorida falsa-cor do HRV-SPOT mostraram-se superior àquelas do TM-Landsat com relação à discriminação de feições culturais, como áreas urbanas, agrícolas, estradas e com relação às feições que indicam áreas submetidas a processos de degradação ambiental.

Finalmente, cabe acrescentar que, se tivessem sido obtidos pares estereoscópicos das imagens HRV-SPOT na área de estudo, provavelmente estes dados forneceriam uma grande contribuição à geomorfologia da região, como já demonstraram trabalhos anteriores, como o de Verstappen (1991), realizados com este recurso.

Um exemplo das cartas geomorfológicas geradas neste trabalho, referente à folha Pedro Gomes, encontra-se na Fig. 1.

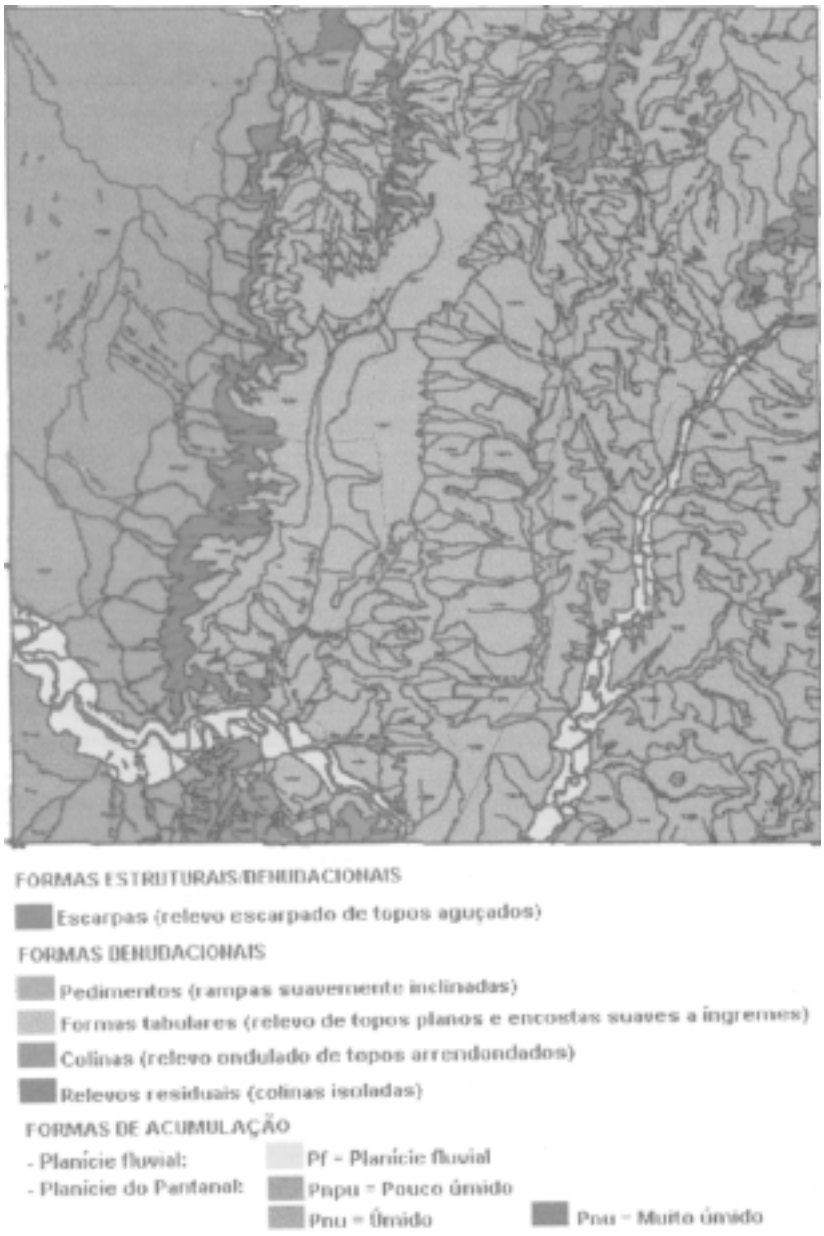

FIG. 1. Carta geomorfológica da folha Pedro Gomes, delimitada pelas coordenadas 18º 00' S a 18º 30'S e 54º 30' W a 55º 00' W.

CONCLUSÕES

1. As imagens analógicas TM-Landsat, na escala de 1:100.000, permitem elaborar as cartas geomorfológicas da área de estudo, na escala de 1:100.000, e atingir o nível de informação compatível com o de setores das formas de relevo; o apoio das cartas topográficas, nesta escala, é fundamental na definição mais precisa dos limites das unidades geomorfológicas, bem como na caracterização morfométrica destas unidades.

2. Os limites das planícies fluviais e do pantanal nem sempre aparecem de forma nítida nas imagens do TM-Landsat e do HRV-SPOT, principalmente no que se refere às classes da planície do pantanal úmido, pouco úmido e muito úmido.

3. Individualmente, as bandas do TM-Landsat que dão maior contribuição para a identificação de unidades e feições geomorfológicas da área de estudo são as 5, 4 e 7 do infravermelho, nesta ordem; nas imagens das bandas 5 e 7, principalmente na primeira, são destacadas a morfologia, a rede de drenagem e a lâmina d'água; nas áreas de alta densidade e vigor da vegetação essa discriminação fica prejudicada, particularmente na imagem da banda 7; na imagem da banda 4, são bem realçadas a lâmina d'água e as áreas úmidas, e a discriminação das feições de relevo nesta imagem varia bastante, sendo boa em algumas áreas e não em outras.

4. A imagem da banda 7 do infravermelho médio, bem como as bandas do visível, particularmente a 3, destacam muito bem as feições culturais, como áreas urbanas, agrícolas, estradas e feições que indicam áreas degradadas por processos de erosão, como cicatrizes de escorregamentos e ravinamentos; na banda 7 é possível discriminar bem, à exceção das áreas com alta densidade e vigor da vegetação, a morfologia, e na banda 3, a qualidade da água.

5. Com relação às técnicas de realce aplicadas nas imagens, o melhor desempenho, de modo geral, é apresentado pela ampliação linear de contraste; com a filtragem espacial, no entanto, obtém-se um bom resultado com relação à discriminação dos contatos entre as diferentes unidades e aos níveis de dissecação.

6. As melhores composições coloridas para o mapeamento de unidades geomorfológicas e a caracterização das feições do relevo da área de estudo, principalmente formas e nível de dissecação, são a 457 e a 453, na seqüência RGB, que abrangem as bandas de maior variância e, pelo menos, duas delas não-correlacionadas.

7. Com relação ao período de aquisição das imagens do TM, entre aquelas analisadas (março, julho e dezembro), as mais informativas referem-se a julho e março.

8. As imagens do HRV-SPOT contribuem para a elaboração das cartas geomorfológicas da área de estudo, principalmente quanto aos aspectos morfodinâmicos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE. 20 Corumbá:** geomorfologia**.** Rio de Janeiro, 1982. 448p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).

CHAVEZ JUNIOR, P.S. Comparison of spatial variability in visible and near-infrared spectral images. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.58, n.7, p.957-964, 1992.

FLORENZANO, T.G. **Unidades geomorfológicas da Região Sudeste (SP) identificadas por imagens de satélite**. São Paulo: USP-FFLCH, 1993. 164p. Tese de Doutorado.

FLORENZANO, T.G.; CSORDAS, S.M. **Mapa geomorfológico da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo.** São José dos Campos: INPE, 1993. 15p. (INPE-5531-PRP/179).

FLORENZANO. T.G.; VALERIO 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, 1990. 27p. (INPE-5034-RPE/619).

MEIJERINK, A.M.J. Data Acquisition and data capture through terrain mapping units. **International Journal of Aerospace Survey and Earth Sciences**, n.1, p.23-44, 1988.

VERSTAPPEN, H. Th. Géomorphologie et néotectonique du bassin de Kasserine, Tunisie. **International Journal of Aerospace Survey and Earth Sciences**, n.4, p.191-200, 1991.