

Conteúdo informativo e exatidão geométrica de dados TM-LANDSAT analógicos para a atualização de cartas topográficas

Oscar Ricardo Vergara ¹
Maria de Lourdes N. de O. Kurkdjian ²
Julio César Lima d'Alge ²
Madalena Niero Pereira ²

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515
12227-010 São José dos Campos, SP, Brasil
Tel.: +55 12 345-6522; Fax: +55 12 345-6468
e-mails: ¹ ricardo@ltd.inpe.br; julio@dpi.inpe.br ²

Resumo

O objetivo deste trabalho é avaliar a informação temática e a exatidão geométrica que é possível obter-se através da utilização de imagens analógicas TM-LANDSAT em banda 3 e composição colorida BGR 2,3,4 com correção de sistema, para fins de atualização de cartas topográficas. A metodologia de atualização utiliza o sistema projetor-amplificador PROCOM-2 para sobrepor as imagens analógicas (transparências positivas) sobre a carta para determinar o grau de desatualização desta última. Um teste estatístico permite avaliar a exatidão da classificação temática do documento atualizado, enquanto a qualidade geométrica é controlada mediante uma transformação de similaridade utilizando pontos de controle medidos por GPS. Os resultados indicam que uma considerável quantidade de feições que devem ser incluídas em cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e 1:100.000 podem ser extraídas dos dados TM analógicos. Por sua vez, a avaliação geométrica mostra que com eles é possível atualizar cartas topográficas na escala 1:250.000 e, em condições especiais, também em escala 1:100.000.

Abstract

The aim of this paper is to evaluate both the thematic content and the geometric accuracy of system corrected TM-LANDSAT photographic products - band 3 and a RGB 4,3,2 colour composite - for topographic map revision. The method makes use of the PROCOM-2 projector to superimpose TM data (positive film) over outdated maps to determine the required degree of revision. A statistical test is applied to assess the thematic accuracy, while the geometric accuracy is evaluated by means of a similarity transformation that uses GPS control points. Results indicate that a considerable amount of features which are portrayed on 1:50,000 and 1:100,000 topographic maps can be extracted from photographic TM data. Also, the geometric assessment shows that it is possible to update 1:250,000 and, under special circumstances, 1:100,000 topographic maps.

1. Introdução

Resultados de trabalhos realizados durante os últimos anos no INPE mostraram a contribuição dos produtos de Sensoriamento Remoto orbital para a atualização de cartas topográficas. Nessas abordagens foi estudado o desempenho de dados analógicos e digitais HRV-SPOT com nível 1B de processamento (Vergara et al., 1993; Vergara et al., 1995). Continuando nessa linha de pesquisa, o objetivo deste trabalho foi examinar o conteúdo informativo e a exatidão geométrica obtidos através da utilização de dados analógicos TM com correção de sistema. O propósito foi avaliar o desempenho desses dados num processo de atualização de cartas topográficas no qual foram usadas transparências positivas, interpretadas utilizando-se o projetor-amplificador PROCOM-2 e trabalhando-se sobre uma base cartográfica em escala 1:50.000.

Para esta avaliação foram levados em conta os padrões de conteúdo informativo e exatidão geométrica estabelecidos pelas normas cartográficas. O Manual Técnico de Convenções Cartográficas (Brasil, 1975), indica o padrão geral de conteúdo informativo das cartas topográficas na escala 1:100.000 e maiores. De forma

resumida, esse padrão está constituído pelas seguintes classes de feições, excluindo os elementos hipsográficos e limites:

- 1) Elementos planimétricos: Rodovias; Ferrovias; Elementos relacionados a comunicações; Localidades, edifícios e construções; Elementos de área e seus limites; Obras públicas e industriais; Pontos de referência terrestre;
- 2) Elementos hidrográficos: Linhas costeiras; Lagoas e represas; Cursos d'água; Salinas; Pântanos, mangues; Arrozaís em terrenos sujeitos a inundação; Nascentes;
- 3) Elementos da hidrografia costeira: Bancos de areia; Recifes e rochas; Áreas perigosas à navegação;
- 4) Cobertura vegetal: Florestas, bosques, matas, macegas; Hortas, pomares, vinhedos; Plantações e culturas em geral; Arrozaís em terreno seco.

Como a carta da área de estudo não inclui elementos da hidrografia costeira e outras feições hidrográficas como cataratas e salinas, o estudo se concentrou na análise dos elementos planimétricos e da cobertura vegetal, bem como nos rios principais e corpos d'água. A drenagem secundária também não foi estudada.

No Decreto Nº 89.817 de 20/7/84, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, a exatidão planimétrica das cartas classe A é definida através do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) Planimétrico, que fica estabelecido em 0,5 mm na escala da carta. O critério adotado é que 90% dos pontos de controle utilizados para avaliar a geometria da carta não deverão apresentar erro superior ao PEC Planimétrico (Brasil, 1986).

Na seleção das bandas TM-Landsat a serem utilizadas no presente estudo, foi levado em conta que uma das principais propriedades destas imagens é a sua alta resolução espectral, que possibilita ao usuário a escolha dos canais mais apropriados aos seus objetivos e a utilização de composições coloridas obtidas mediante diferentes combinações de bandas e associações de cores, facilitando a extração de informação. Por outro lado, considerando a finalidade deste trabalho, foi necessário escolher aquelas imagens que pelas suas características geométricas pudessem satisfazer as exigências de exatidão impostas pelas normas cartográficas antes citadas (Brasil, 1986). Isto significa que, no Brasil, para um trabalho desta

natureza o requisito mínimo é utilizar imagens com correção geométrica para a projeção UTM (d'Alge e Ferreira, 1988).

A área de estudo é um setor da carta topográfica "São José dos Campos", SP, em escala 1:50.000, que inclui a cidade do mesmo nome. Os limites desta área têm as seguintes coordenadas geográficas: S23°06'34" e S23°15'00"; O45°46'57" e O46°00'00".

Para a realização deste trabalho utilizaram-se os seguintes materiais:

- 1) Carta topográfica "São José dos Campos" em escala 1:50.000 na projeção UTM (Folha SF-23-Y-D-II-1), IBGE, 1973;
- 2) As seguintes transparências positivas TM do Landsat 5 com correção geométrica para a projeção UTM (Tabela 1):

TABELA 1 - DADOS TM-LANDSAT UTILIZADOS

BASE/PONTO	QUADRANTE	DATA	BANDAS
219/076	E	14/8/89	3
219/076	E	14/8/89	2(B),3(G),4(R)

2. Metodologia

Para o estudo dos dados aplicou-se a metodologia proposta por Turner e Stafford (1987) na qual as imagens no formato analógico (transparências positivas) são projetadas sobre a carta a ser atualizada, através do sistema projetor-amplificador PROCOM-2. Assim, a comparação entre a informação atualizada (imagem) e a antiga (carta) permite representar as mudanças num "overlay" colocado sobre a carta.

Neste trabalho, a combinação dos dados TM-Landsat em banda 3 e composição colorida BGR 2,3,4 teve a finalidade de facilitar a extração da maior quantidade possível de informação temática para a atualização do documento cartográfico.

Terminada a etapa de interpretação, realizou-se um levantamento de campo para eliminar dúvidas referentes à classificação de algumas feições. Deste modo, os dados obtidos no campo complementaram aqueles extraídos das imagens e da própria carta usada como base de dados.

Por último, avaliou-se a exatidão da classificação temática e a exatidão geométrica do “overlay” atualizado. Para a primeira avaliação foi aplicado o teste estatístico estabelecido por Ginevan (1979). Segundo este autor, o problema consiste em definir um número mínimo de amostras que permita determinar, com baixa probabilidade de risco de se aceitar um mapa ruim ou rejeitar um mapa bom, o número máximo de erros de classificação aceitáveis para que o mapa seja considerado como tendo uma exatidão mínima desejada. Neste trabalho esta foi fixada para alcançar entre 85% e 90%, valores considerados razoáveis para mapas obtidos mediante técnicas de Sensoriamento Remoto.

Para avaliar a exatidão geométrica foi aplicada uma transformação de similaridade, modelo matemático utilizado em avaliações independentes de produtos acabados, que oferece quatro graus de liberdade (fator de escala, rotação, duas translações). Nesta avaliação foram usados 14 pontos de controle cujas coordenadas foram obtidas por GPS com erro menor que 10 m, utilizando-se equipamento do Projeto PNUD/ICAO BRA-92/006.

3. Resultados

A seguir são apresentados os resultados conseguidos, referentes ao conteúdo informativo e à exatidão geométrica das imagens estudadas.

As feições identificadas durante a etapa de fotointerpretação foram classificadas de acordo com o seguinte padrão de conteúdo informativo, similar ao estabelecido para as cartas topográficas mas sem ajustar-se completamente a ele devido a algumas limitações das imagens:

I) Elementos planimétricos

1) Estradas de rodagem

- a) Auto-estradas: Muito bem identificadas pela sua resposta espectral (cinza médio na banda 3, ciano médio na composição colorida), sua largura, suas curvas abertas e retas extensas;
- b) Pavimentadas: A sua resposta espectral produz uma tonalidade característica de cinza médio na banda 3 e de ciano médio na composição colorida, o que permite uma boa identificação quando o entorno tem resposta espectral diferente (caso das áreas com vegetação densa). Quando passam por áreas urbanas não é possível distingui-las e também desaparecem em regiões com relevo movimentado. É uma classe identificada de modo regular nesta imagem, precisando-se de informação adicional para o seu desenho. Observa-se que a obtenção de informação complementar de campo ou aerofotos, em pontos de dúvida, é inerente ao processo de fotointerpretação;

c) Sem pavimentação:

Tráfego permanente: As feições pertencentes a esta categoria na carta desatualizada têm, na imagem, resposta espectral similar a das estradas pavimentadas; isto permite supor que passaram para esta última categoria depois da edição da carta. A sua identificação é regular, precisando-se de informação adicional para desenhá-las;

Tráfego periódico: Tanto na banda 3 quanto na composição colorida, seu padrão caracteriza-se pela sua tonalidade de cinza muito claro e as suas formas sinuosas. São muito bem discriminadas quando atravessam campo com pastagem ou contornam áreas com vegetação densa, mas nas áreas com relevo acidentado perdem nitidez e por vezes devem ser desenhadas com o apoio de informação adicional. Quando contornam áreas urbanas a sua identificação é ruim;

Caminhos. Trilhas: Apresentam um padrão parecido com o da classe anterior; porém, aparecem com menor nitidez na imagem. Grande parte destas feições não pode ser reconhecida. A sua identificação no geral varia de regular para ruim;

- 2) Áreas urbanas: As grandes áreas urbanas são muito bem discrimináveis pela sua resposta espectral que produz tonalidades de cinza claro (na banda 3) e cor ciano (na composição colorida) predominantemente médio, que varia por partes para o claro. Nos núcleos urbanos centrais com edificação densa, avenidas e abundante vegetação, a imagem tem uma textura rugosa que permite inferir a presença de arruamento interno, mas no geral as ruas não são identificadas. Os limites das áreas urbanas estão bem definidos quando o entorno é campo com pastagem (textura lisa) por causa da diferença entre as respectivas respostas espectrais, mas quando há solo exposto no entorno, esses limites só podem ser

determinados de modo regular. Pela sua resolução espectral, a composição colorida BGR 2,3,4 permite distinguir melhor que a banda 3 os terrenos grandes com construções, solo exposto e presença de vegetação, tais como alguns parques, hospitais e colégios. A identificação segura das áreas urbanas pequenas só é possível com informação adicional;

- 3) Solo exposto possivelmente associado a loteamentos novos e construções não rurais: São áreas de textura algo rugosa e de alta reflectância que produzem, na banda 3, tonalidades que variam do cinza claro ao médio. Na composição colorida apresentam tons que vão do ciano médio/claro ao cinza muito claro com pequenas áreas em magenta suave quando há presença de vegetação no solo. A interpretação desta classe deve ser conferida através da consulta de dados complementares;
- 4) Estradas de ferro: Seu traçado, em tom de cinza médio na banda 3 e cor ciano médio na composição colorida BGR 2,3,4, é bem identificado quando o entorno é campo com pastagem ou áreas com vegetação densa, pela diferença entre as respectivas respostas espectrais; mas quando o solo do entorno tem certo grau de umidade, estas feições são reconhecidas de modo regular. São mal identificadas quando contornam ou passam através de áreas urbanas. Em alguns trechos, é conveniente contar com informação adicional para garantir a correta classificação destas feições;
- 5) Pontes e viadutos: Dependendo do seu tipo de revestimento (concreto ou asfalto) apresentam tonalidades que variam entre o cinza claro e o médio, na banda 3, e do ciano claro para o médio na composição colorida. A sua identificação varia de regular, quando o entorno é campo com pastagem, para ruim nas áreas intra-urbanas;
- 6) Linhas de alta tensão: O solo dos seus traçados, recoberto por gramíneas, tem uma resposta espectral que produz tonalidade cinza média na banda 3 e cor magenta claro na composição colorida, que as diferenciam do seu entorno quando passam através de áreas com vegetação densa, em magenta intenso; mas não são identificáveis em áreas de campo com pastagem. Nas áreas intra-urbanas, os traçados estão bem definidos por sua largura e pela diferença entre a sua resposta espectral e a do seu entorno, que apresenta também uma textura mais rugosa. Entretanto, para um bom desenho precisa-se do apoio de informação complementar. Portanto, a identificação deste grupo considera-se, no geral, regular;

- 7) Pistas de pouso: São bem reconhecíveis pelo seu tamanho, forma, localização, e pela resposta espectral do seu revestimento, que dá um tom de cinza médio na banda 3 e cor ciano médio na composição colorida. Porém, para o seu desenho completo e preciso é necessária informação de outras fontes;
- 8) Fábricas: Indústrias de grande porte têm um padrão característico onde aparecem áreas de tamanhos variáveis com alta reflectância (telhados), média (diferentes tipos de revestimentos) e baixa (corpos d'água, áreas com vegetação densa). Na banda 3, isto produz tonalidades que variam do cinza muito claro, quase branco, ao cinza muito escuro/preto, enquanto a composição colorida apresenta tonalidades que vão do ciano muito claro nas áreas de alta reflectância a tons de ciano mais escuro nas partes com revestimentos. Os agrupamentos de árvores têm uma cor magenta intensa e as áreas recobertas com grama aparecem em magenta suave. Este padrão fornece pistas para identificar a presença de grandes estabelecimentos industriais, mas é necessária informação adicional para determinar com certeza se trata-se de fábricas de grande porte ou de outros tipos de estabelecimentos que apresentam padrões parecidos, tais como "shoppings centers" e hipermercados. Também não é possível, através da análise da imagem orbital, determinar o limite exato dos terrenos dessas grandes fábricas. A identificação de indústrias de grande porte considera-se variável entre boa e regular na banda 3 e boa na composição colorida BGR 2,3,4. As fábricas pequenas existentes na periferia das áreas urbanas são mal identificadas, pois o seu pequeno tamanho faz com que sejam confundidas com as outras feições urbanas, sendo necessária informação adicional para confirmar a sua presença;
- 9) Áreas institucionais: No geral apresentam um padrão parecido ao descrito para áreas industriais, mas não é possível, através do estudo da imagem, realizar uma classificação segura nem determinar com precisão os seus limites. Para isto é necessário utilizar informação adicional;
- 10) Áreas de construções rurais isoladas (Fazendas, etc.): A sua identificação não se considera possível, pois a baixa resolução espacial da imagem TM faz com que este tipo de feição não forneça um padrão definido;
- 11) Áreas de mineração (extração de areia): São áreas de formas irregulares e tamanhos variáveis, localizadas nas margens dos rios. A sua textura é lisa e a sua reflectância em geral é alta, produzindo na banda 3 um tom de cinza claro predominante, que dependendo do grau de umidade do solo e da existência ou não d'água, varia por partes para o cinza médio. Nessa banda, estas áreas são

muito bem identificadas, especialmente quando o seu tamanho é grande, ou médio. Na composição colorida, a identificação está ainda facilitada pela sua cor, que varia do ciano, quando estão alagadas, ao branco quando há pouca umidade no solo.

II) Cobertura vegetal

Levando em conta que as classes de cobertura vegetal são diferenciadas com base no seu comportamento espectral, a análise da composição colorida BGR 2,3,4 permitiu separar maior número de tipos de vegetação que a banda 3 isolada.

- 1) Vegetação e culturas: Na banda 3 é possível detectar a presença de vegetação densa pelo seu tom de cinza escuro, mas sem reconhecer os limites precisos com as áreas de campo, com pasto ralo, em cinza médio. Quanto às áreas cultivadas ou preparadas para culturas (em tons de cinza variáveis do médio ao escuro, dependendo da presença de culturas e do tipo e grau de umidade do solo) nem sempre é possível diferenciá-las das áreas de campo com pastagem. Neste trabalho, a banda 3 do TM não foi apropriada para classificar tipos de vegetação. Além disso, vegetação e água, nesta banda, apresentam baixa reflectância, o que dificulta a sua identificação e traçado quando adjacentes;
- 2) Áreas com vegetação densa (Floresta Natural, Reflorestamento): São muito bem identificáveis na composição colorida BGR 2,3,4. São áreas de forma irregular, tamanhos variáveis, textura variando de lisa para rugosa e cor magenta intensa, devido à sua alta resposta espectral na banda do infravermelho. É difícil diferenciar as áreas com floresta natural daquelas com reflorestamento pois a textura e tonalidade são muito semelhantes. A bibliografia mostra que esta separação tem sido obtida utilizando-se composições coloridas com duas bandas no infravermelho e uma banda no visível. Além disso, nesta imagem as áreas com reflorestamento encontram-se em regiões com relevo movimentado, mascarando a sua verdadeira forma, que em terrenos planos é mais geométrica. As áreas com mata galeria, localizadas ao longo das margens dos rios, são muito bem distinguidas;
- 3) Campo: São áreas com pasto mais ou menos ralo, e a sua resposta espectral integra a da vegetação e a do solo. Na composição colorida, quando a pastagem é densa e não há presença de arbustos, a cor é magenta e a textura é lisa. Quando o pasto é ralo e está misturado com arbustos, a textura apresenta-se algo rugosa e a cor é magenta cinzento, podendo ter algumas partes em ciano. Esta classe é muito bem distinguida;

4) Culturas de verão (arroz): São áreas de tamanho médio ou grande, formas aproximadamente geométricas e textura lisa, localizadas na várzea. Dependendo do tipo de solo e grau de umidade, a sua cor ciano varia do médio ao escuro. Na data da imagem (agosto) o solo está preparado para plantio mas ainda não há culturas. Apesar destas áreas serem muito bem identificáveis, a análise da imagem só permite inferir o tipo de cultura a partir da sua localização e do seu padrão. Uma classificação precisa, portanto, não pode ser feita sem informação de outras fontes. Dentro das áreas de cultura de verão encontram-se algumas áreas de culturas de inverno, caracterizadas pelo seu padrão que apresenta tamanho pequeno, formas aproximadamente geométricas e cor magenta na composição colorida. Neste caso, o tipo de cultura também é inferido a partir do padrão descrito e da data da imagem, sendo uma classe diferenciável de modo regular na composição colorida.

III) Elementos hidrográficos

Também as feições da hidrografia foram muito melhor diferenciadas na composição colorida BGR 2,3,4 do que na banda 3 isolada. Isto, devido à presença da banda 4, de excelente desempenho na delimitação de corpos d'água.

Na banda 3, os corpos d'água sem sedimento podem ser detectados pelo seu tom de cinza escuro/preto, diferente do seu entorno quando este é campo com pastagem, em cinza mais claro. Água com sedimento em suspensão tem uma resposta espectral que se traduz numa tonalidade de cinza médio semelhante ao do campo com pasto ralo. Por isto, os rios e pequenos corpos d'água da região são identificados de modo que varia de regular para ruim. Grandes corpos d'água sem sedimento são bem identificados.

Na composição colorida, os rios são muito bem identificáveis pela sua forma, dimensão e resposta espectral que na imagem produz uma cor ciano que os diferencia do seu entorno, constituído, ao longo do seu percurso, por áreas de campo com pastagem, mata galeria, culturas de verão e portos de areia. Os meandros são bem identificáveis. Grandes corpos d'água sem sedimento são muito bem identificáveis pela sua forma irregular e a sua tonalidade de ciano muito escuro. Pequenos corpos d'água são identificados de modo que varia de bom para regular, pelas suas tonalidades de ciano que mudam do claro para o intenso, dependendo da presença ou não de sedimento na água.

Terminada a etapa de fotointerpretação foi aplicado o teste de Ginevan (1979) para avaliar a exatidão da classificação temática representada no "overlay" atualizado. Para isto foram usadas 150 amostras de verdade terrestre escolhidas

aleatoriamente, sendo encontrados 3 erros de classificação, enquanto a tolerância permitida pelo teste era de 15 erros. Nesta avaliação, como verdade terrestre foram usadas fotografias aéreas em escala 1:25.000.

Como já foi mencionado, para a avaliação da exatidão geométrica foi aplicada uma transformação de similaridade, utilizando-se 14 pontos de controle medidos por GPS. Os resultados desta avaliação (Tabela 2) indicam que 9 desses pontos têm resíduos superiores aos 25 m de tolerância correspondentes à escala do mapeamento (1:50.000) enquanto 4 pontos de controle revelam erros maiores que os 50 m de tolerância para a escala 1:100.000. Quanto ao erro global, ele tem um valor aproximado de 50 m.

TABELA 2 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO GEOMÉTRICA

DADOS TM ANALÓGICOS			
PONTOS	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta T(m)$
1	-98,82	-45,17	108,65
2	-12,17	-22,55	25,63
3	72,58	-7,63	72,98
4	2,03	3,15	3,75
5	-7,74	-16,39	18,13
6	8,28	11,38	14,08
7	6,06	42,01	42,45
8	-46,01	13,60	47,98
9	-14,75	-49,24	51,40
10	3,21	19,77	20,03
11	28,12	51,64	58,80
12	39,85	-23,61	46,32
13	37,20	13,07	39,42
14	-18,05	10,00	20,63
EMQ (T)	50,427m		

4. Conclusões

Com base nos resultados da classificação temática, pode-se concluir que os dados TM-LANDSAT utilizados neste trabalho permitiram obter parte do conteúdo informativo requerido para cartas topográficas nas escalas 1:100.000 e 1:50.000, sem esquecer as limitações que obrigaram a modificar, unificando classes, o padrão estabelecido pelas normas cartográficas, e considerando também que alguns tipos de feições foram identificados de modo incompleto. As maiores restrições destes produtos são devidas à baixa resolução espacial e apresentam-se na interpretação das feições da rede viária e de áreas intra-urbanas. Porém, a sua alta resolução espectral, não utilizada totalmente neste trabalho, aumenta a possibilidade de extrair maior informação relativa ao uso da terra através da análise de outras composições coloridas geradas com bandas convenientemente selecionadas. É preciso salientar que para se obter todo o conteúdo informativo que deve ser incluído nessas cartas é imprescindível contar com fontes de informação complementar.

Quanto ao desempenho das transparências positivas TM-Landsat com correção de sistema do ponto de vista da exatidão geométrica, os resultados da avaliação realizada indicam que quando integrados com o sistema PROCOM-2 e efetuando-se o mapeamento sobre uma base cartográfica na escala 1:50.000, pode-se obter a exatidão geométrica requerida para atualizar cartas topográficas na escala 1:250.000 (resultado coerente com o trabalho referenciado por Turner e Stafford, 1987). Esses resultados mostram também que, com essas imagens e a metodologia aplicada, há uma boa chance de se poder trabalhar na escala 1:100.000. Esta conclusão baseia-se no fato do erro global da avaliação geométrica, representado pelo EMQ=50,43 m, ultrapassar em poucos centímetros a tolerância de 50 m imposta para essa escala, bem como nos valores dos erros individuais nos 14 pontos de controle utilizados para a avaliação.

5. Referências Bibliográficas

Brasil; Ministério do Exército; Estado Maior do Exército, 1975. Convencões Cartográficas - Manual Técnico 1 e 2 Partes, Brasília, Brasil, 163 páginas.

Brasil; Ministério da Ciência e Tecnologia; Comissão de Cartografia, 1986. Capítulo II, In Cartografia e Aerolevanteamento Legislação, Brasília, Brasil, pp. 26-27.

D'Alge, J.C.L. e N.A. Ferreira, 1988. Perspectivas de atualização do mapeamento sistemático através de imagens orbitais, In Anais do V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal - RN, Brasil, pp. 240-244.

Ginevan, M.E., 1979. Testing land use accuracy; another look, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,. Vol. 45, N^o 10, pp. 1371 - 1377.

Turner, A.M. e D.R. Stafford, 1987. Operational revision of national topographic maps in Canada using LANDSAT images, ITC Journal, N^o 2, pp. 123 - 128.

Vergara, O.R.; M.L.N.O. Kurkdjian e M. Niero Pereira, 1993. Contribuição dos dados SPOT analógicos para a atualização de cartas topográficas na escala 1:50.000, In Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Vol. 4, Curitiba, PR, Brasil, pp. 390-399. (INPE-5509-PRE/1788), INPE, São José dos Campos, SP, Brasil, 1993.

Vergara, O.R.; J.C.L. d'Alge; K.T. Fitzgibbon e G.J. Erthal, 1995. Geometric accuracy of a cartographic product at 1:50,000 scale updated by digital HRV-SPOT images at level 1B, In Proceedings of the XVII International Cartographic Conference, Vol. 1, Barcelona, Espanha, pp. 610-614. (INPE-5653-PRE/1828), INPE, São José dos Campos, SP, Brasil, 1995.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro concedido.