

1. Publicação nº <i>INPE-3392-PRE/663</i>	2. Versão	3. Data <i>Jan., 1985</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DPI</i>	Programa <i>PROCIM</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>Mosaico MSS LANDSAT</i> <i>Correção geométrica</i>			
7. C.D.U.: <i>621.376.5</i>			
8. Título  <i>"GERAÇÃO DE MOSAICOS DIGITAIS DE IMAGENS MSS LANDSAT"</i>		10. Páginas: <i>5</i>	
		11. Última página: <i>4</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Antonio J.F. Machado e Silva</i> <i>Fernando Augusto M. Ii</i> <i>Gilberto Câmara Neto</i> <i>Paulo R.M. Serra</i> <i>Ricardo Cartaxo M. de Souza</i>		<i>Nelson Mascarenhas</i> <i>Nelson D.A. Mascarenhas</i>	
Assinatura responsável <i>Fernando B</i>		13. Autorizada por <i>Parada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor Geral</i>	
14. Resumo/Notas  <i>A utilização de imagens digitais dos satélites da série LANDSAT em aplicações de mapeamento é discutida. Em especial, apresenta-se o conceito de carta-imagem e suas aplicações ao mapeamento de regiões de difícil acesso. Para tal fim, é necessária a geração de mosaicos digitais compatíveis com uma projeção cartográfica que tem tamanho dependente da resolução do sensor (MSS ou TM). Para a obtenção de tais mosaicos, é necessário o desenvolvimento de "software" especializado. Apresenta-se a seguir o sistema integrado de correção geométrica de imagens MSS LANDSAT desenvolvido no INPE e discutem-se os planos futuros para correção geométrica de imagens TM.</i>			
15. Observações <i>Este trabalho foi apresentado na "IV Reunião Plenária" da SELPER - Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepcion Remota, realizada em Santiago, Chile, de 12 a 16 de novembro de 1984.</i>			

## GERAÇÃO DE MOSAICOS DIGITAIS DE IMAGENS MSS LANDSAT

Antonio José F.M. e Silva (1)

Fernando Augusto M. Ii (2)

Gilberto Câmara Neto (3)

Paulo R.M. Serra (4)

Ricardo Cartaxo M. de Souza (5)

### R E S U M O

A utilização de imagens digitais dos satélites da série LANDSAT em aplicações de mapeamento é discutida. Em especial, apresenta-se o conceito de carta-imagem e suas aplicações ao mapeamento de regiões de difícil acesso. Para tal fim, é necessária a geração de mosaicos digitais compatíveis com uma projeção cartográfica, que tem tamanho dependente da resolução do sensor (MSS ou TM). Para a obtenção de tais mosaicos, é necessário o desenvolvimento de "software" especializado. Apresenta-se a seguir o sistema integrado de correção geométrica de imagens MSS LANDSAT desenvolvido no INPE e discutem-se os planos futuros para correção geométrica de imagens TM.

### 1. INTRODUÇÃO

A utilização dos dados dos sensores MSS e TM dos satélites da série LANDSAT para aplicações em cartografia e mapeamento é limitada porque as cenas não obedecem a um gradeamento de uso cartográfico. Este fato torna desejável a utilização de técnicas de correção geométrica e mosaico para a obtenção de imagens corrigidas numa base cartográfica. Estes processamentos permitem o uso de imagens LANDSAT para mapeamento, importantes para países com partes do território de difícil acesso.

Este trabalho descreve um sistema computacional para a geração de imagens MSS LANDSAT corrigidas geometricamente e de mosaicos de acordo com a carta UTM, padrão na escala 1:250.000. Os procedimentos descritos estão sendo implementados no CNPq/INPE para a geração destes produtos de maneira operacional.

- (1) Assistente de Pesquisa, Departamento de Geração de Imagens de Satélite, Instituto de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, SP, Brasil.
- (2) Assistente de Pesquisa, Departamento de Processamento de Imagens, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.
- (3) Assistente de Pesquisa, Departamento de Processamento de Imagens, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.
- (4) Engenheiro, Departamento de Geração de Imagens de Satélite, Instituto de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, SP, Brasil.
- (5) Engenheiro, Departamento de Processamento de Imagens, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.

Na Seção 2 será apresentado o problema de correção geométrica de imagens LANDSAT e descrito o sistema desenvolvido no CNPq/INPE para tal fim. A seguir, discute-se em detalhe na Seção 3 a produção de mosaicos.

## 2. CORREÇÃO GEOMÉTRICA

As imagens digitais obtidas por satélites apresentam distorções geométricas inerentes, devido às características do sensor e às variações da plataforma. Estas distorções diminuem a precisão da informação extraída, reduzindo sua utilidade.

Um grande número de aplicações desenvolvidas para manipular as informações obtidas necessitam dados de boa confiabilidade. Entre as aplicações mais corriqueiras, podem ser citadas: detecção de mudança de alvos, mosaicos, cartografia, etc.

Para corrigir os dados de imagem, os erros geométricos internos e externos devem ser determinados. Erros internos são devidos aos efeitos do sensor, e podem ser calculados a partir das medidas de calibração dos sensores. Erros externos são devidos às variações da plataforma e às características da cena e podem ser corrigidos por meio de pontos de controle no terreno e de dados de atitude e efemérides do satélite.

Entre as principais fontes de erros geométricos para o sensor MSS do satélite LANDSAT, podem ser citados (Bernstein, 1976): desvios na altitude, altitude, velocidade, varredura, rotação da Terra, etc.

No CNPq/INPE está sendo desenvolvido um sistema integrado para correção geométrica de imagens do sensor do MSS do satélite LANDSAT (sistema CARTA).

O fluxograma do sistema CARTA consta de 8 módulos que executam as diversas tarefas necessárias, a saber:

- a) Módulo 0 - Gerenciamento: especificação das tarefas a serem efetuadas, bem como verificação dos procedimentos já realizados e dos arquivos residentes.
- b) Módulo 1 - Determinação dos parâmetros de imagem: obtenção dos dados de atitude e efemérides do satélite.
- c) Módulo 2 - Aquisição de CCT: geração do arquivo de imagem a ser corrigido.
- d) Módulo 3 - Biblioteca de pontos de controle: criação, gerenciamento e manutenção de uma biblioteca de pontos de controle (Niblack, 1981).
- e) Módulo 4 - Equacionamento geométrico da imagem: determinação da matriz de correção da imagem.
- f) Módulo 5 - Reamostragem: construção da imagem corrigida a partir da matriz de correção.
- g) Módulo 6 - Mosaico: união de cenas com o objetivo de obter uma imagem combinada que contenha a área de interesse ou obedeça à grade padrão UTM.
- h) Módulo 7 - Geração CCT saída: fita CCT em formato especificado com imagem ou mosaico na projeção desejada.

O fluxo de processamento está mostrada na Figura 1.

## 3. PRODUÇÃO DE MOSAICOS

Os procedimentos de mosaicos obtêm a combinação de duas imagens corrigidas numa grade UTM padrão, cobrindo 1,5 x 1,0 graus. Devido ao fato de ser o INPE a instituição que recebe dados LANDSAT, o tempo do centro da cena pode ser ajustado para que apenas duas cenas sejam necessárias para o mosaico UTM.

As imagens digitais corrigidas estarão numa orientação de 9 graus, num formato de 4096 "pixels" (de 50 x 50 m) por 3712 linhas. Esta orientação foi escolhida

para minimizar a rotação necessária para o processo de reamostragem. É importante ressaltar que para obter as imagens na orientação do norte (0 graus) seriam necessários 3 processos de reamostragem, devido aos efeitos de discretização na obtenção dos dados (Friedman, 1981). Estes procedimentos redundariam num grande acréscimo do esforço computacional necessário.

Inicialmente realiza-se um procedimento de equalização radiométrica das imagens. Os histogramas da região de superposição — excluídas as regiões eventualmente cobertas por nuvens — são comparados para obter os parâmetros para correção de cada imagem (média, desvio padrão). Estes parâmetros são utilizados para o cálculo de um ganho e um ajuste para equalização das imagens e correção dos ângulos de elevação solar. Os dados serão então corrigidos para uma faixa de valores de cinza correspondentes a um valor de elevação solar padrão (50 graus). Após o término desta fase, passa-se à composição das imagens para o mosaico.

A seguir é feita a determinação de uma referência para o casamento entre as imagens. A hipótese feita é de que o erro entre as duas imagens é apenas de posicionamento, pois já estarão corrigidas com boa precisão geométrica. Neste caso, um operador determina na tela do visualizador (COMTAL Vision/20) uma janela de 64 por 64 "pixels" na região de superposição entre as imagens. Por meio do método de correlação de bordas (Erthal, 1984) é feito o registro entre as áreas e determinado um ponto de referência entre as duas imagens. Determinado este ponto, a posição relativa entre as imagens estará fixada. A seguir é determinado para cada linha do mosaico o trecho de cada imagem de entrada que será usado.

O ponto de corte será escolhido de acordo com uma função de avaliação para minimizar o contraste radiométrico na região de junção. Esta função leva em consideração os valores de cada ponto e seus vizinhos nas duas imagens, bem como os valores do ponto de corte utilizado na linha anterior (Milgram, 1975).

#### 4. CONCLUSÕES

O sistema está sendo implementado na linguagem FORTRAN 77, no computador VAX 11/780 do Departamento de Geração de Imagens do CNPq/INPE em Cachoeira Paulista.

O término de desenvolvimento do sistema está previsto para o final do ano de 1984.

Desenvolvimentos futuros deverão incluir métodos mais sofisticados para o mosaico, que poderão incluir procedimentos que modifiquem o equacionamento da geometria da imagem em função de um melhor casamento na região de mosaico (Zobrist et alii, 1983).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernstein, R. Digital image processing of the earth observation sensor data. IBM Journal of Research and Development, 20(1): 40-57, January 1976.
- Caron, R.H.; Simon, K.W. Attitude time-series estimator for rectification of spaceborne imagery. Journal of Spacecraft, 12(1): 27-32, January 1975.
- Milgram, D.L. Computer methods for creating photomosaics. IEEE Transactions on Computers, November 1975, p. 1113-1119.
- Niblack, W. The control point library building system. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 47(12): 1709-1715, December 1981.
- Zobrist, A.L.; Bryant, N.S.; McLeod, R.G. Technology for large digital mosaics of Landsat data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 47(9): 1325-1335, September 1983.
- Erthal, G.J. Registro translacional de imagens: métodos sequenciais e correlacionais. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada. São José dos Campos, INPE, 1984.

- Friedman, D.E. Two-dimensional resampling of scan imagery by one dimensional processing. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 47(10): 1459-1467, October 1981.

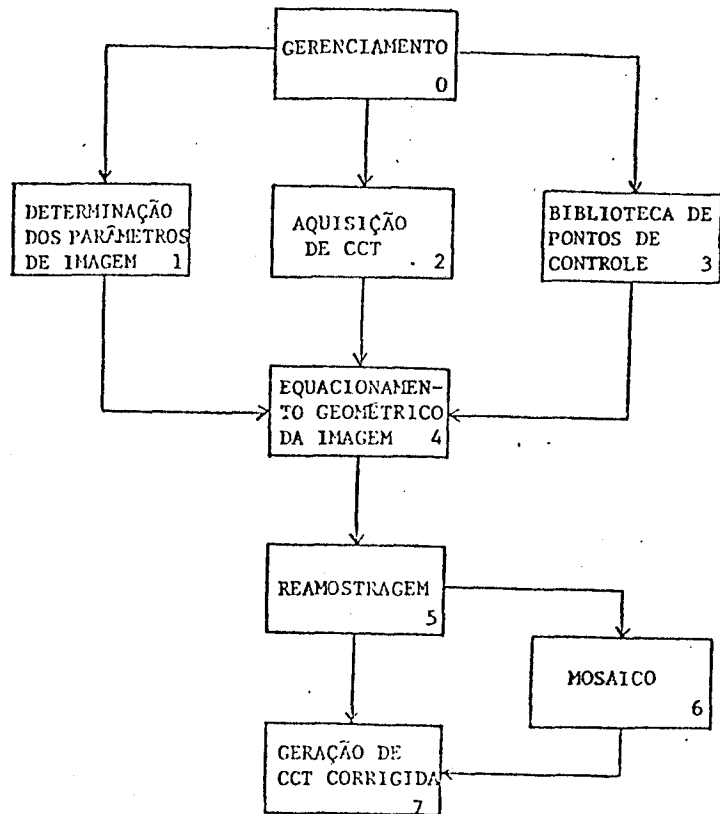


FIGURA 1. FLUXO DE PROCESSAMENTO DO SISTEMA CARTA