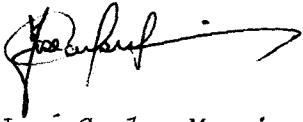




1. Publicação nº <i>INPE-3599-PRE/792</i>	2. Versão	3. Data <i>Julho, 1985</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DSR</i>	Programa <i>RECSAT</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>LANDSAT CLASSIFICAÇÃO</i> <i>CARTOGRAFIA TM</i> <i>THEMATIC MAPPER</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7</i>			
8. Título <i>GERAÇÃO DE IMAGENS CLASSIFICADAS DO SENSOR TM DO SATÉLITE LANDSAT COM PRECISÃO CARTOGRÁFICA</i>		10. Páginas: <i>23</i>	
		11. Última página: <i>22</i>	
9. Autoria <i>Norma Paiva da Matta e Silva</i> <i>Moacir Godoy Junior</i> <i>Paulo Roberto Martins Serra</i> <i>Luís Antonio de Andrade*</i>		12. Revisada por  <i>José Carlos Moreira</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  <i>Marco Antonio Raupp</i> <i>Diretor Geral</i>	
14. Resumo/Notas <i>Neste trabalho é demonstrado um método para a apresentação de imagens do sensor TM do satélite LANDSAT, processadas pelo Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (I-100) do INPE, sem as distorções provocadas pelos métodos tradicionais. O produto final mostrou ser de boa qualidade com precisão cartográfica.</i>			
15. Observações <i>Trabalho submetido ao XII Congresso Brasileiro de Cartografia, 15 a 20 de setembro de 1985, Brasília - DF.</i>			
* <i>funcionário da Diretoria de Serviço Geográfico - DSG.</i>			

GERAÇÃO DE IMAGENS CLASSIFICADAS DO SENSOR TM
DO SATÉLITE LANDSAT COM PRECISÃO CARTOGRÁFICA

Norma Paiva da Matta e Silva*

Moacir Godoy Junior*

Paulo Roberto Martins Serra*

Luís Antonio de Andrade**

SUMÁRIO

Neste trabalho é demonstrado um método para a apresentação de imagens do sensor TM do satélite LANDSAT, processadas pelo Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (I-100) do INPE, sem as distorções provocadas pelos métodos tradicionais. O produto final mostrou ser de boa qualidade com precisão cartográfica.

ABSTRACT

A methodology for printing and output of digitally processed TM data in the Interactive Multispectral Image Analysis System (I-100) is presented in this work. The final product showed to be of high quality and cartographic precision.

* CNPq - Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, Caixa Postal 515,12200, São José dos Campos, SP.

** Diretoria do Serviço Geográfico - QGEx - BL "F" 29 - SMU - 70630 - Brasília, DF.

1 - INTRODUÇÃO

O método para fotografar imagens, classificadas ou não, diretamente da tela do Sistema I-100 tem se mostrado ineficiente do ponto de vista da precisão, em virtude das distorções do vídeo e do processamento fotográfico sem controle de escala e geometria da cena.

Há outras distorções relativas a erros existentes nas fitas magnéticas, as quais são usadas para a obtenção da imagem classificada, material ainda desprovido de correções geométricas de baixa frequência, devido ao movimento do satélite, atitude, perspectiva, rotação da Terra, curvatura e projeção entre outros.

Sendo o INPE possuidor de sofisticados sistemas para processamento de imagens e aproveitando este potencial, desenvolveu-se este trabalho com a função de corrigir as distorções já citadas. As imagens utilizadas foram as do Sensor TM (Thematic Mapper) da satélite LANDSAT, partindo da idéia de que, por se tratar de imagens de alta resolução, o produto final possuiria precisão cartográfica, que é o objetivo deste trabalho.

2 - O FORMATO TM - BSQ (BAND SEQUENTIAL)

As imagens utilizadas foram fornecidas em fitas CCT (Computer Compatible Tape), na densidade de 1600 BPI, com até sete bandas. A estrutura interna destas imagens é mostrada na Figura 1.

volume directory file	
-----EOF-----	
leader file	
-----EOF-----	
band 1	image file
-----EOF-----	
band 2	image file
-----EOF-----	
band 3	image file
-----EOF-----	
-----EOF-----	

Physical volume \neq 1

volume directory file	
-----EOF-----	
band 4	image file
-----EOF-----	
band 5	image file
-----EOF-----	
band 6	image file
-----EOF-----	
-----EOF-----	

Physical volume \neq 2

volume directory file	
-----EOF-----	
band 7	image file
-----EOF-----	
trailer file	
-----EOF-----	
null volume directory	
-----EOF-----	
-----EOF-----	
-----EOF-----	

Physical volume \neq 3

Fig. 1 - Estrutura das imagens TM em CCT, no formato BSQ.

FONTE: Souza, 1985, p. 2-5.

3 - SEQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

Este sistema utiliza programas anteriormente desenvolvidos e novos programas com as funções de gravação em disco e fita das imagens, conforme a Figura 2.

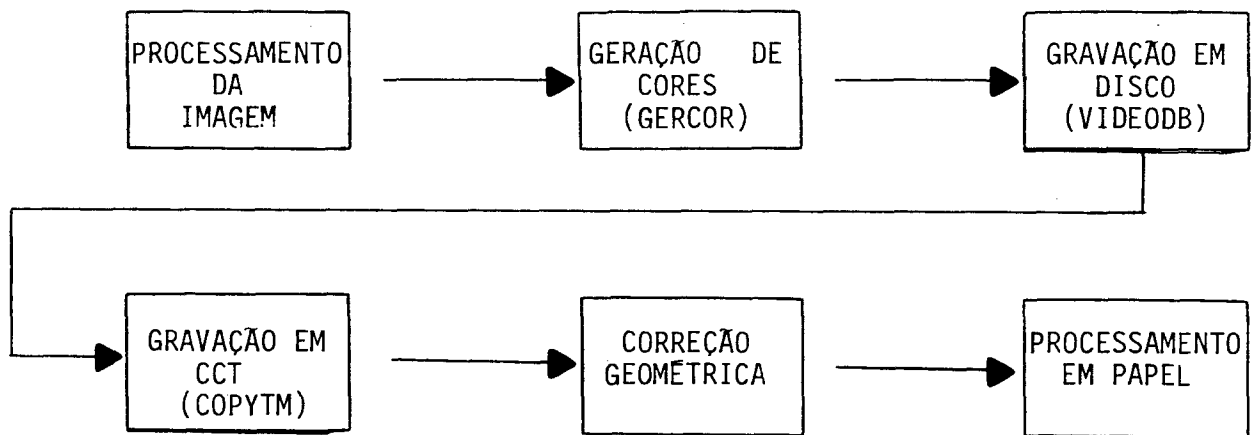


Fig. 2 - Etapas do sistema.

Após o processamento tem-se no vídeo do Sistema I-100 a imagem modificada, à qual aplica-se programa para a geração de cores. Em seguida, a imagem é sobreposta em disco à imagem original e gravada em fita magnética no mesmo formato do volume 1 da imagem original para, em seguida, ser corrigida geometricamente e processada em papel na escala desejada.

4 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO SISTEMA

a) Processamento da Imagem

Nesta primeira etapa são executados todos os processamentos de imagem necessários ao trabalho específico de cada usuário. Neste trabalho em especial o interesse é obter imagens classificadas, usando o Sistema MAXVER, com classificação supervisionada, e o programa K-Médias, que é um classificador não-supervisionado. A princípio qualquer processamento

(realce, classificação, extração de atributos espaciais, etc.), do qual se possa obter uma composição colorida, pode ser utilizado: embora ainda não se tenha um controle perfeito das cores do produto fotográfico de modo que elas sejam coincidentes com o efeito visual obtido no vídeo do I-100. O módulo de imagem sobre o qual este trabalho será utilizado deve respeitar a razão de 1 "pixel" para um ponto do vídeo, o que corresponde a uma escala aproximada de 1:50.000. Esta restrição é feita, pois o programa VIDEODB, descrito a seguir, não faz nenhum tipo de amostragem quando efetua a cópia do vídeo.

b) Geração de cores

Se o resultado final do processamento for uma imagem classificada, então torna-se necessária a utilização do programa GERCOR, que pode gerar cores diferentes das definidas nos temas, utilizando três canais do I-100. O usuário deve selecionar para cada classe, representada nos temas, os níveis de saturação para as cores vermelha, verde, azul, onde cada nível varia de 0 a 255, e a combinação destes três níveis para um dado tema gera uma nova tonalidade, associando a cor vermelha ao canal 1, a cor verde ao canal 2 e a cor azul ao canal 3.

c) Gravação em disco

A transferência do módulo processado para o arquivo em disco é feita pelo programa VIDEODB, o qual copia o resultado dos processamentos utilizados que se encontram nos canais 1, 2 e 3 do I-100, escrevendo-os no arquivo de imagens do disco, nas coordenadas que o usuário indicar. Assim, o módulo com processamento substituirá o módulo da imagem original a que ele corresponde.

Pode-se transferir diversos módulos para o arquivo de imagem, desde que seja respeitada a relação de 1 "pixel" para cada ponto da imagem, como descrito anteriormente.

A imagem modificada deve substituir a mesma área de vídeo na imagem original para que as correções geométricas aplicadas atinjam a precisão esperada.

d) Gravação em CCT

Para que o processo de correção geométrica e a geração do produto fotográfico possam ser efetuados é necessário que se obtenha uma fita magnética com a estrutura das imagens TM no formato BSQ/1600 bpi/quadrante, com as três primeiras bandas, não sendo necessário reproduzir os outros volumes físicos que contêm as demais bandas. A geração desta nova CCT é feita a partir da CCT original e do arquivo de imagem em disco.

Os dois primeiros arquivos do volume 1 da estrutura ("volume directory file" e "leader file") e o primeiro registro de cada um dos arquivos de imagem são copiados da fita original. Por motivos operacionais consegue-se gravar em disco apenas 2340 registros dos 3088 de cada banda. As linhas de imagem contidas em disco, que incluem o módulo modificado, são transferidas para a fita, sendo que os 32 primeiros bytes de cada registro são os da fita original. As linhas restantes são transferidas diretamente da fita original, o que não implica que o primeiro registro em disco seja necessariamente o primeiro da fita original.

e) Correção Geométrica

Para a geração do filme geometricamente corrigido, a imagem com as áreas modificadas e corrigidas é colocada no disco de imagem do sis

tema de processamento de imagens do Departamento de Geração de Imagens do INPE da mesma maneira que uma imagem não-modificada. Esta imagem já foi rea mostrada, durante a geração da CCT, para a correção dos efeitos de alta frequência (perfil do espelho e variação no comprimento de linha),utilizando um algoritmo do tipo "vizinho mais próximo", de maneira a obter uma continuidade no vídeo entre varreduras adjacentes do espelho do sensor Thematic Mapper. No processamento normal a partir do dado bruto, estas correções de alta frequência seriam adicionadas às correções de baixa frequência para a correção final da imagem no "Electron Beam Recorder".

As correções de baixa frequência aplicadas à imagem incluem os efeitos devidos ao movimento do satélite, atitude, distorções de perspectiva, rotação da Terra, curvatura da Terra e projeção utilizada, os quais são modelados por uma matriz de pontos de corte regularmente distorcidos na imagem. No caso de imagem modificada, estas são as únicas correções aplicadas na imagem.

Aplicadas as correções, geram-se eletronicamente três transparências positivas na escala de 1:1.000.000.

f) Processamento Fotográfico

A partir das três transparências são gerados, por ampliação, três negativos na escala de 1:250.000 e, em seguida, por processos de filtragens de cores, é gerada a composição dos três negativos em um único negativo, em cores, na escala desejada (neste caso a de 1:100.000).

5 - RESULTADOS OBTIDOS

Com esta pesquisa conseguiu-se uma sensível melhora nas distorções provocadas ao fotografar um módulo de trabalho diretamente do vídeo

do I-100. Isto pode ser observado através das Figuras 3 e 5. A Figura 4 mostra onde foi inserido o módulo modificado.

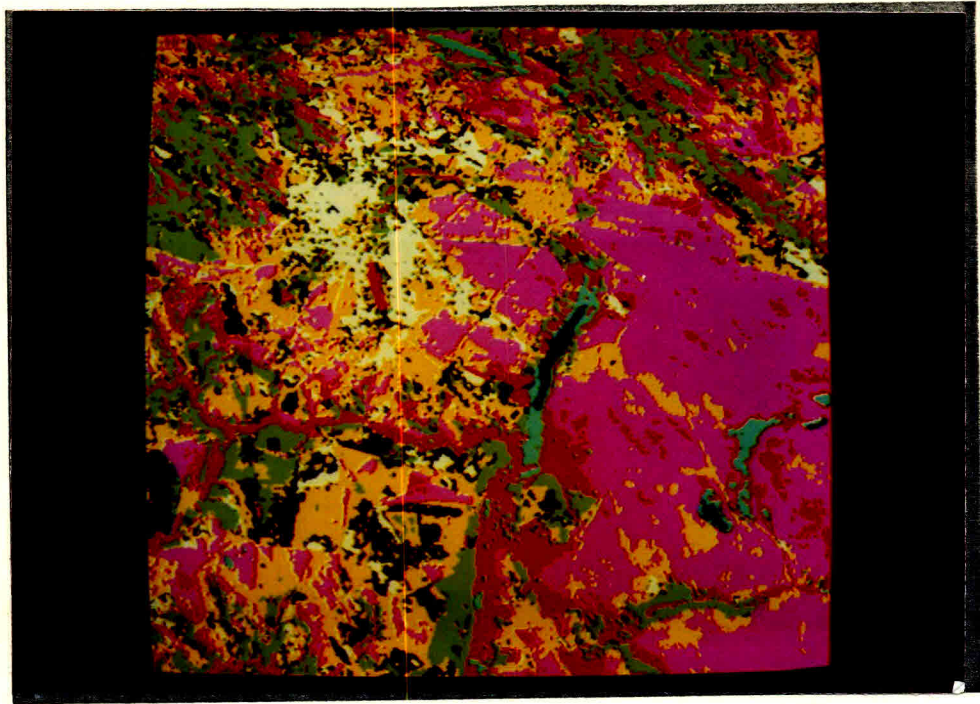


Fig. 3 - Foto do vídeo do Sistema I-100 que mostra o resultado de uma classificação Média K da área de Formosa - GO.



Fig. 4 - Foto do vídeo do Sistema I-100 que mostra a imagem classificada inserida na imagem original.

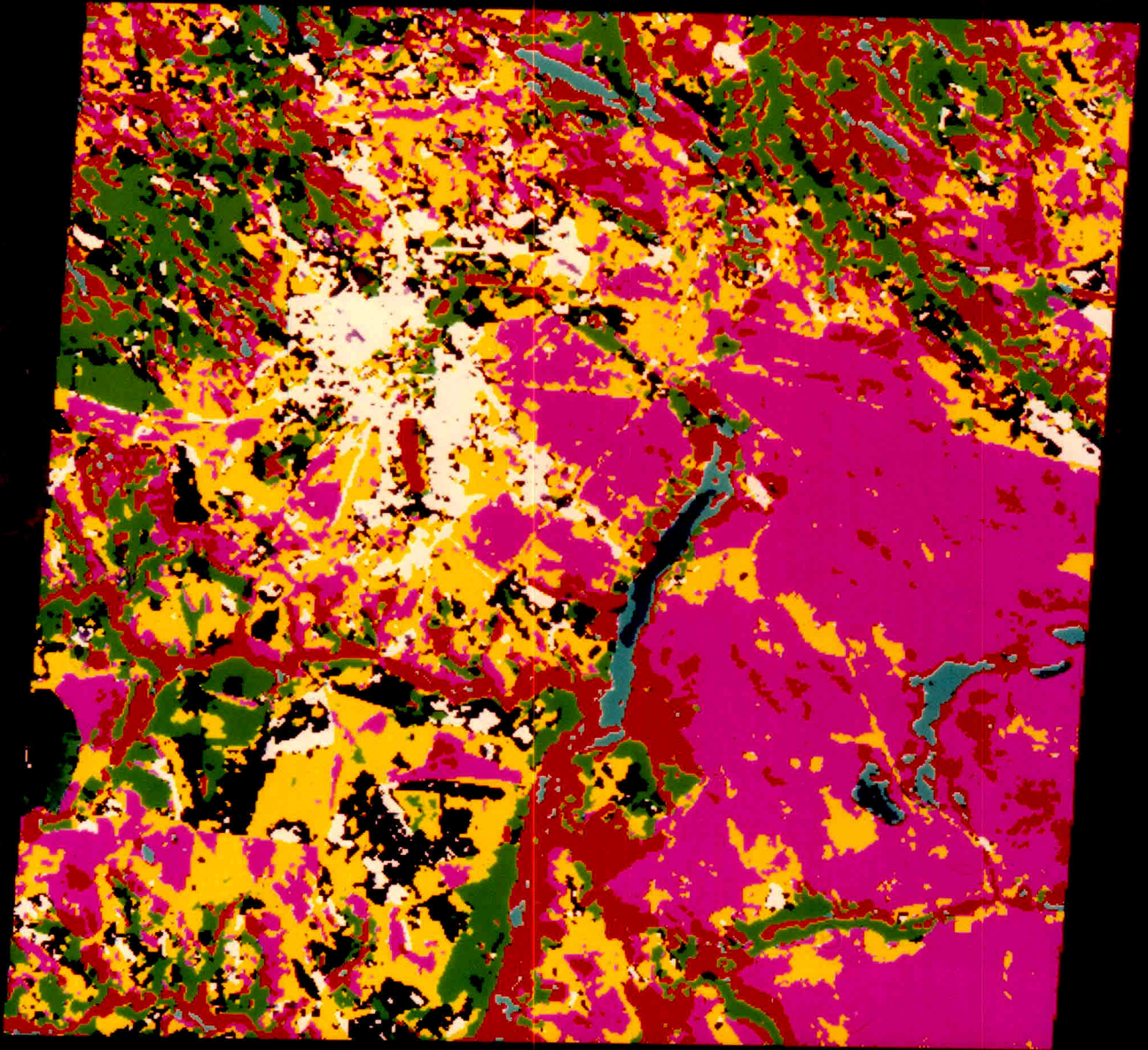


Fig. 5 - A mesma imagem da Figura 3 submetida ao tratamento apresentado neste trabalho.

6 - ANÁLISE DO PRODUTO FINAL DO SISTEMA

Considerando que o Sensor TM do satélite LANDSAT possibilita resolução espacial da ordem de 30 metros em seis bandas espectrais distintas e baseando em experiências do U.S. Geological Survey, que mostra que essas imagens podem ser utilizadas na confecção de documentos planimétricos

na escala de 1:100.000 (Colvocoresses, 1973), procedeu-se à avaliação da precisão da imagem de acordo com o descrito nas "Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional" (1985).

Foram alocados 15 pontos de controle, extraídos de uma área de 7'30" x 7'30" de uma carta topográfica e da imagem TM correspondente, ambas na escala de 1:100.000.

Para a avaliação do Padrão de Exatidão Cartográfico, calculou-se o desvio-padrão relativo aos pontos amostrados, obtendo-se o valor 0.386 mm, o que resultou em um padrão de exatidão cartográfico de 0.6435. Os resultados obtidos possibilitam a afirmação de que a imagem TM pode ser classificada como produto cartográfico de classe B. Resultados mais precisos poderão ser obtidos, desde que métodos de ajustamento e sistemas precisos de medição sejam utilizados. O número de pontos utilizados para tal afirmativa é função da possibilidade de identificação de pontos de controle na carta e na imagem. Quanto maior o número de pontos, melhor será o critério para avaliação. Em áreas situadas na Região Amazônica, será difícil a escolha de um número mínimo de pontos de controle que permitam classificar a imagem adequadamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLVOCORESSES, A.P.; McEWEN, R.B. EROS cartographic progress.

Photogrammetric Engineering, 39(12):1303-1309, Dec. 1973.

INSTRUÇÕES REGULADORAS DAS NORMAS TÉCNICAS DA CARTOGRAFIA NACIONAL. Informativo COCAR, (5):7, maio 1985.

SOUZA, R.C.M. INPE LANDSAT Thematic Mapper computer compatible tape format specification. São José dos Campos, INPE, jun. 1985. (INPE-2553-PRE/207).

APÊNDICE A

FLUXOGRAMAS DOS PROGRAMAS DESENVOLVIDOS

