

Integração de dados multifontes para mapeamentos temáticos

Maria Luiza Osório Moreira
Heitor Faria da Costa
Levindo Cardoso Medeiros

Gerência de Geoinformação – SGM/SIC
Av. Laurício Pedro Rasmussen, 2535 – Vila Yate – Goiânia GO
geoinformacao@cultura.com.br

Abstract. The use of images is fundamental in mapping works. The compositions of multisources images, approached in this work, is based in some methods previously known in literature, as derived products of the classic IHS transformation. Such techniques of integration of several nature data, have already being spread from the end of the 80s and they have successfully been used until today. To evaluate the integration of radar data with multispectral passive satellite data, thematic mapping and cartographic bases constitutes the main objective of this work.

The fusion techniques data originated from different sources (multisources) have been used thoroughly with the intention of generating a final product of good visual quality, for the quantitative and qualitative analyses and for the procedures of visual interpretation in general. Besides, it reduces the costs of field works. Those techniques reached a wide variety of applications inside of the group of disciplines within the Earth Sciences.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, multisources, sensoriamento remoto, processamento de imagens, multifontes.

1. Introdução

Atualmente o uso de imagens é fundamental em trabalhos de mapeamento. A composição de imagens multfonte abordada neste trabalho é baseada em alguns métodos já existentes na literatura, como produtos derivados da clássica transformação IHS. Tais técnicas de integração de dados de naturezas diversas, já vêm sendo difundidas desde o final da década de 80 e têm sido utilizadas com muito sucesso até hoje. Avaliar à integração de dados de radar com dados de sensores passivos, mapeamentos temáticos e bases cartográficas constitui o principal objetivo deste trabalho.

As técnicas de fusão de dados provenientes de fontes diferentes (multifontes) vêm sendo amplamente utilizadas com intuito de gerar um produto final de boa qualidade visual, para as análises quantitativas e qualitativas e para os procedimentos de interpretação visual. Estes procedimentos são úteis na redução dos prazos e custos dos projetos. Deste modo entende-se porque a utilização destas técnicas alcançou uma vasta variedade de aplicações dentro do conjunto de disciplinas das Ciências da Terra.

Em geral nas aplicações geológicas procura-se integrar dados de alta resolução espacial que realcem aspectos morfológicos do terreno, como é o caso das imagens SAR (*Synthetic Aperture Radar*), com dados que denotem aspectos do comportamento espectral dos materiais constituintes da crosta terrestre, ou seja, que estejam relacionados com a variação litológica, como é o caso das imagens geofísicas de gamaespectrometria ou magnetometria.

O primeiro passo seguido na etapa de interpretação geológica consiste no reconhecimento na imagem dos elementos naturais da paisagem (drenagem e relevo). Esses desempenham papel fundamental no desenho da paisagem natural da superfície terrestre, bem como suas disposições refletem a organização estrutural, a qual de uma forma geral exerce controle nas acumulações minerais. A variação tonal é um outro elemento de imagem que merece destaque por ser

condicionada à reflectância dos alvos na superfície terrestre. Para os produtos integrados multifontes considera-se a variação de matiz, a qual reflete as características (variação litológica) dos dados utilizados na fusão com o SAR ou com um produto derivado das imagens multiespectrais.

O passo seguinte consiste em um exame cuidadoso do padrão de organização desses elementos, através da análise das propriedades de suas formas. A partir desse exame individualizam-se na imagem vários setores com propriedades de textura e estrutura similares, os quais constituem zonas homólogas. Os limites entre essas zonas podem ser bem definidos e corresponderem a contatos litológicos, o que ocorre quando este contato é marcado por uma quebra negativa de relevo, porém o mais comum é a passagem gradual ou difusa das propriedades dos elementos texturais.

Caracterizadas as diversas formas de arranjo dos elementos texturais de drenagem e relevo juntamente com o exame da variação tonal e ou de matiz, no caso de produtos multifontes, é possível avaliar os significados temáticos, bem como definir unidades homogêneas.

2. Material utilizado

Na Divisão de Geoprocessamento da Gerência de Geoinformação da Superintendência de Geologia e Mineração da Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás – GGI/SGM/SIC onde é desenvolvido o Programa Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás – SIG-Goiás, é realizado um trabalho sistemático com imagens de sensores remotos a fim de subsidiar trabalhos de mapeamento, diagnóstico e atualização cartográfica.

Até o momento se tem trabalhando com imagens Landsat 5, Landsat 7, CBERS e SRTM 90. A partir de deste ano com a conclusão da primeira etapa do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás os dados de gamaespectrometria e magnetometria também passarão a integrar o acervo da Divisão de Geoprocessamento da GGI/SGM/SIC.

As imagens do SRTM 30 foram obtidas pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), um projeto conjunto entre a *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA) e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). O objetivo deste projeto foi obter dados topográficos digitais para aproximadamente 80% da superfície de terra do planeta (toda a terra entre as latitudes 60° norte e 56° sul), com pontos de coleta a cada 1 arco de segundo (aproximadamente a cada 30 metros) num *grid* latitude/longitude. A acurácia vertical dos dados de elevação é de 16 metros com 90% de confiança. Para Goiás só estão disponíveis os dados tratados com uma degradação para 3 arcos de segundo, ou seja, aproximadamente 90 metros. O fato do sensor ser um SAR interferométrico banda-C e banda-X e haver em Goiás um predomínio de vegetação de baixo porte típica de cerrado, pastagem e agricultura permitiu uma ótima precisão dos dados altimétricos numa comparação com a altimetria das cartas 1:250.000 e 1:100.000.

No caso dos trabalhos desenvolvidos pela GGI/SGM/SIC este sensor foi utilizado para obtenção de MDT e estão sendo desenvolvidos estudos para modelamento da drenagem das águas e compartimentação de bacias hidrográficas.

As imagens CBERS começaram a ser utilizadas visando suprir a falta das imagens do Landsat 7 com problemas a partir de maio de 2003. Embora com menor resolução espectral sua resolução espacial de 20 metros é compatível com as escalas de mapeamento da Superintendência de Geologia e Mineração (1:50.000 a 1:1.000.000). A resolução temporal deste sensor permite

ações de monitoramento da cobertura vegetal, massas d'água, perímetros urbanos, malha viária, aeroportos e de algumas áreas de mineração.

Foram ainda utilizados bases cartográficas e mapas temáticas para integração sobretudo com os dados dos *grids* do SRTM e da MDT obtidos no levantamento aerogeofísico.

3. Obtenção do material

Todo material utilizado faz parte do acervo da GGI/SGM/SIC e encontra-se estruturado e sistematizado na forma de um SIG. Os mapas temáticos são de fontes diversas e foram sistematizados e convertidos para o Sistema de Informações Geográficas de Goiás na SGM/SIC. As imagens Landsat 7 foram adquiridas pelo Estado de Goiás (2001 – SEPLAN/SIC e 2003 – SEFAZ). Já as imagens Landsat 5 e 7 ortorretificadas, CBERS e o *grid* SRTM 90 foram obtidos através de *download* pela internet.

4. Compatibilização

Devido ao uso de dados de diferentes sensores e de mapas temáticos é imperativo na configuração de um Sistema de Informação Geográfica, onde se faz mister a utilização, integração e fusão de dados multifontes, uma especial atenção à precisão cartográfica destes dados.

Aí ocorre o primeiro desafio a ser enfrentado.

As imagens Landsat 7 ETM+ de 2001, tratadas no ano de 2002 na SGM/SIC, foram georreferenciadas a partir da base cartográfica vetorial digital contínua obtida das cartas 1:250.000 do IBGE. Este material apresenta uma série de problemas:

- Dificuldade no acesso ao material estável (filmelitos);
- Desatualização destas bases datadas das décadas de 70 e 80, de modo que a malha viária não pode ser utilizada para georreferenciamento;
- A existência de vegetação, nas fotografias aéreas utilizadas para a confecção destas bases, principalmente ao longo de drenagens, muitas vezes fez com que houvesse falta de precisão nos seus traçados;
- Existência de bases cartográficas utilizando dois *datums* horizontais: SAD-69 e Córrego Alegre;
- Bases cartográficas em UTM num estado que é recoberto por duas Zonas: 22 e 23.

Com isto além de trabalhoso, sendo necessários diversos processos para transformações para um mesmo datum, foram necessários diversos ajustes para que se pudesse realizar a mosaicagem das cenas que compõem o Estado de Goiás. Quando foi realizado o georreferenciamento das imagens de 2001 a banda pan foi georreferenciada separadamente das demais bandas o que gerou ocasionalmente uma qualidade não muito boa nas imagens obtidas pelo método de fusão IHS.

Para a nova cobertura de imagens Landsat 7 ETM+ do ano de 2003 foi adotado como modelo para o georreferenciamento a banda 5 de imagens Landsat 7 e 5 ortorretificadas em sistema de coordenadas geográficas lat/long. Também foi realizado o processo *staker* em todas as bandas reamostrando os *pixels* para 15 metros (exceto a pan que já é de 15 metros). Em apenas 2 das 23 cenas necessárias para o recobrimento do Estado de Goiás. não foi possível realizar este processo de forma direta por haver um deslocamento da banda pan em relação às demais.

O mesmo processo foi utilizado no caso das imagens CBERS.

Já nos *grids* SRTM 90 obtidos o georreferenciamento original é inteiramente compatível com o realizado nas imagens LANDSAT 7 ETM+ de 2003, praticamente não necessitando de ajustes.

Os mapas temáticos e bases cartográficas estão em sistema de coordenadas geográficas lat/long.

6. Objetivo

Visto que cada tipo de sensor ou dados nos fornecem diferentes informações:

- imagens de sensores passivos multiespectrais como a Landsat e CBERS : abundantes informações tonais, ressaltando variações superficiais como uso da terra;
- imagens de sensores ativos como o radar: ênfase nas estruturas traduzido em termos texturais;
- mapeamentos: informações temáticas.

O uso integrado destes dados pode nos fornecer o melhor de cada um.

7. Técnicas

Atualmente estão sendo utilizadas na GGI/SGM/SIC três técnicas para obtenção de produtos digitais que integram dados multifontes a fim de melhorar a precisão e facilitar o trabalho dos técnicos envolvidos em trabalhos de mapeamento. Estas técnicas visam integrar:

Imagem x Imagem

Fusão

A fusão de imagens com diferentes tamanhos de *pixels* (diferentes resoluções espaciais) pode ser realizada no Erdas Imagine através de três técnicas: Multiplicativa, IHS, e Componente Principal.

A Multiplicativa se baseia na integração aritmética simples de duas imagens *raster*.

A fusão IHS transforma a imagem RGB em IHS e substitui I (intensidade) ou S (saturação) na imagem em tons de cinza (*float*) pela imagem de alta resolução espacial (*float*), voltando então para o espaço RGB

A fusão Principal Componente computa o principal componente de uma imagem multiespectral, e então substitui o PC-1 pela imagem na escala de cinza (alta resolução espacial). Ocorre então uma ação inversa do principal componente.

A técnica primeiramente utilizada na Divisão de Geoprocessamento foi a transformação IHS. Esta técnica melhora a resolução espacial das imagens sem deteriorar a resolução espectral. Entretanto apresenta, no caso do SIG-GO, a limitação de trabalhar com apenas 3 bandas de cada vez. Daí optar-se pela técnica do Principal Componente onde no caso da imagem Landsat 7 permite que se conserve em um único arquivo todas as 7 bandas (1, 2, 3, 4, 5, 7 e pancromática).

Figura 1.

Imagem x Grid

Sombreamento do relevo

Conhecendo-se a topografia e a posição do sol, é possível criar uma imagem que representa a quantidade de luz refletida para uma posição diretamente acima da cena. Desta forma de posse de um MDT (*grid*) é possível ser gerada uma imagem multiespectral conjugada com a topografia.



Figura 1: Landsat 7 ETM+ 2003 bandas 543 RGB 30 metros (acima à esquerda), banda pancromática 15 metros (acima à direita) e Fusão pelo método Principal Componente bandas 543 RGB 15 metros (abaixo ao centro).

A reflectância da luz é modelada como o produto de ponto de vetor simples mais o fator de iluminação do ambiente. Para cada *pixel*, a mudança da direção do terreno nas direções X e Y podem ser computadas a partir de uma janela 3 x 3 centrada sobre cada *pixel*. Os dois valores são utilizados para computar um vetor representando a unidade normal à superfície naquele ponto. O ponto resultante da unidade normal e do vetor do sol fornece valores que variam de -1.0 até +1.0.

Os valores negativos são igualados a zero e representam ausência de reflectância. O valor de +1.0 corresponde à máxima reflectância da luz.

Esta análise não pode ser realizada com unidades angulares (x, y; Lat/Lon) misturadas com unidades de distância (z; metros). **Figura 2.**

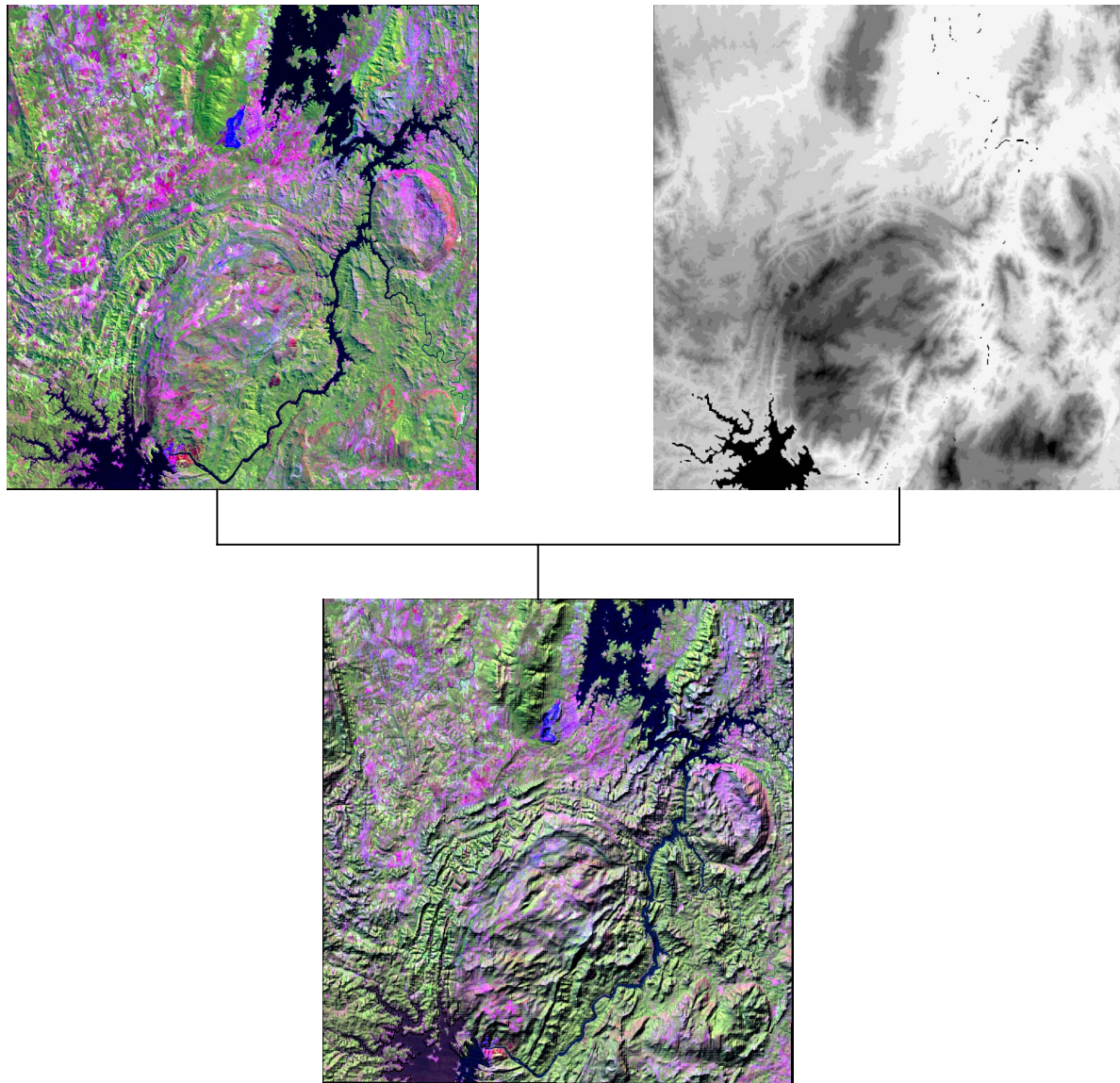


Figura 2: Imagem Landsat 7 ETM+ 2003 bandas 543 RGB (acima à esquerda); *Grid* SRTM 90 (acima à direita); Integração Imagem x MDT – Sombreamento de relevo (abaixo ao centro)

Mapa temático x *Grid*

Sombreamento do mapa temático

Para ser feita a integração do mapa temático (na GGI/SGM/SIC foi realizada a integração do mapa geológico do Estado de Goiás com o *grid* SRTM 90) com o MDT, o primeiro passo é a transformação do mapa temático em um *grid*.

Isto é feito no SIG atribuindo-se um valor numérico para cada diferente valor do atributo que se deseja exibir associado ao MDT. No caso em questão (mapa geológico) foi atribuído um valor numérico para cada uma das unidades estratigráficas mapeadas, a fim que se pudesse realizar a transformação da *feature (shape)* em *grid*.

O *grid* do MDT necessita estar projetado em um sistema de projeção cartográfica de modo que o valor de Z não seja lido em graus. Este *grid* é então transformado em um sombreado (*hillshade*) que associado ao *grid* temático permitindo a observação do relevo, tornando possível uma melhor delimitação dos contatos através da visualização da textura e mesmo a visualização dos mergulhos de camadas em alguns casos. Elementos lineares como falhas e lineamentos tornam-se bastante conspícuos nesta associação de dados multifontes. **Figura 3.**

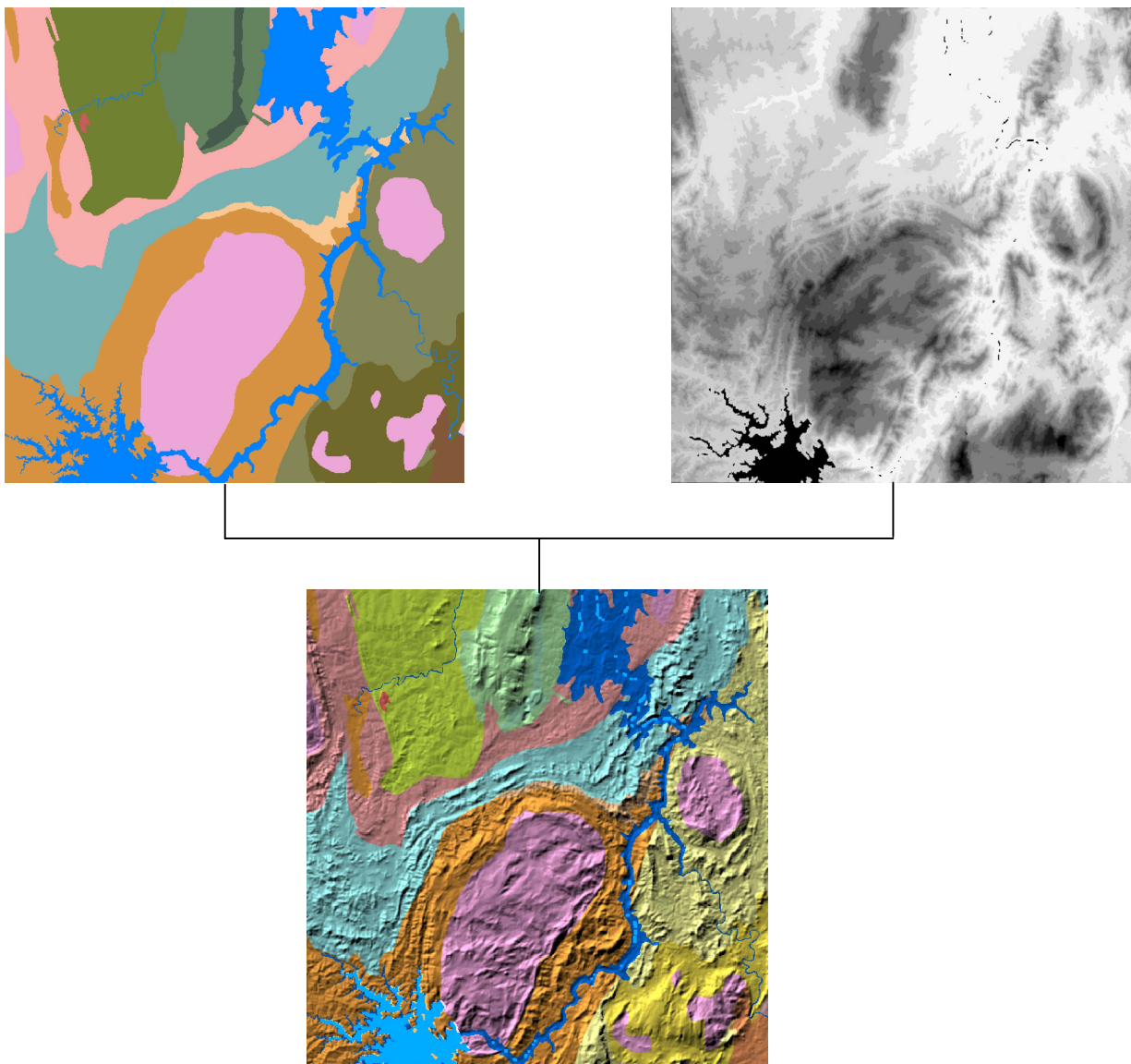


Figura 3: Mapa Temático de Geologia (acima à esquerda); *Grid* SRTM 90 (acima à direita); Tema sombreado (abaixo ao centro)

8. Aplicativos

A Divisão de Geoprocessamento da GGI/SGM/SIC trabalha com os aplicativos de geoprocessamento ArcView 3.3, ERDAS Imagine 8.7, SPRING 4.0 e Oasis Montaj 6.0 (Geosoft).

9. Conclusões

A associação de dados multifontes permite que os usuários tenham acesso simultâneo ao melhor dos dois (ou mais) mundos. A partir destes procedimentos, as formas de relevo, drenagem, falhamentos e lineamentos caracterizados pelas texturas e o material pelos tons em imagens de sensores remotos multiespectrais, juntamente com a identificação de características das litologias identificadas em levantamentos aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) permitem uma maior facilidade e precisão ao trabalho do fotointérprete que poderá focar seus trabalhos de campo e de prospecção em áreas específicas reduzindo o custo e o tempo empregados no mapeamento e melhorando em muito a precisão cartográfica de seus dados.

A associação de imagens Landsat ou CBERS com modelos digitais de terreno, sejam eles SRTM 90, MDT do levantamento aerogeofísico ou um MDT obtido a partir da altimetria das bases cartográficas, permite ressaltar o aspecto textural das imagens ou dos mapas temáticos.

A fusão de imagens multiespectrais com a banda pancromática de maior resolução espacial possibilita uma melhora na resolução espacial de todo o conjunto sem perdas no que diz respeito à resolução espectral. No caso do método empregado na GGI/SGM/SIC – Principal Componente - além de não haver variação no padrão tonal nas composições RGB, o fato de se ter todas as bandas fuscionadas em um único arquivo facilita o arquivamento e possibilita a visualização/disponibilização instantânea de qualquer combinação de bandas desejada.

Os mapas temáticos visualizados conjugado ao relevo permitem melhorar a precisão cartográfica dos contatos e de feições lineares.