

Processamento de imagem ASTER para obtenção do MDE e da imagem ortorretificada do Município de Palhoça, SC, Brasil.

Prof. M.Eng.-Cart. Gabriel Cremona Parma

Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC/PPGEC: Doutorando em Engenharia Civil
UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina
Florianópolis - SC, Brasil
gcremona@gmail.com

Abstract: Two cartographic products for the base cartography of Palhoça city (Santa Catarina State, Brazil) have been prepared: digital elevation model (DEM) -compatible with 1: 20.000 scale-, and orthorectified satellite image of the district study area. These products were made during 2005 and 2006 at the Geoinformation Processing Center, located in the Universidade do Sul de Santa Catarina University. ASTER satellite images were used, due to low cost of the investment versus high cartographic benefits. Adequate spatial resolution, and backwards and nadir points of view for stereoscopy were appropriate for DEM derivation. Finally, environmental analysis was made, applying all available rectified bands.

Resumo: Dois produtos cartográficos para a base cartográfica do município de Palhoça (Estado de Santa Catarina, Brasil) foram executados: o modelo digital de elevação (MDE) - compatível com a escala 1:20.000- e a imagem de satélite ortorretificada para a área de estudo. Esses produtos realizados durante os anos 2005 e 2006 no Centro de Processamento de Geoinformação da Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina. As imagens do satélite ASTER foram usadas pela relação entre seu baixo custo de investimento e os benefícios cartográficos da mesma. A sua resolução espacial adequada ao produto cartográfico produzido e a sua capacidade de visada posterior para visão estereoscópica fazem dela uma imagem apropriada para a derivação do MDE. Finalmente, aplicando todas as bandas espectrais retificadas, foram realizados os análises ambientais necessários ao projeto geral.

Palavras-chave: : satellite stereoscopy, ASTER image, digital elevation model, remote sensing, estereoscopia satelital, imagem ASTER, modelo digital de elevação, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O Município de Palhoça encontra-se localizado na Grande Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, Brasil (Figura 1). Possui uma extensão territorial de 395km² e uma população de 125.000 habitantes, segundo os dados estimados pelo IBGE para 2005. Uma grande área do município encontra-se no Parque Estadual Serra do Tabuleiro e no seu litoral tem uns dos maiores mangues do Brasil.



Figura 1 – Localização do Município de Palhoça

Os objetivos do trabalho foram a geração do MDE e da imagem ortorretificada do Município para a geração da cartografia 1:20.000, no âmbito do projeto para a “Reorganização e reestruturação cartográfica do banco de dados das receitas próprias do município de Palhoça”, desenvolvido pelo Centro de Processamento de Geoinformação (CProGEO) da UNISUL (Universidade do Sul de Santa Catarina), Santa Catarina, Brasil. Visando estes objetivos, varias fases foram desenvolvidas. A primeira delas foi a obtenção dos dados: a imagem ASTER, as cartas topográficas do Município em formato digital e os pontos de controle de campo para a referencia geográfica dos produtos. Na segunda fase foram desenvolvidas as atividades de processamento de imagens visando a obtenção do MDE por estereoscopia automática e na ultima fase obteve-se a imagem ortorretificada do MUNICÍPIO da Palhoça.

2. Aquisição dos dados

2.1. Dados gerais do satélite ASTER

O sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) é um dos instrumentos a bordo do Satélite TERRA (EOS-AM1) em funcionamento desde 1999.

O ASTER consiste em três subsistemas de sensores: VNIR (Visible and Near Infrared), SWIR (Shortwave Infrared) e TIR (Thermal Infrared).

As imagens ASTER apresentam 14 bandas ou canais espectrais dando cobertura radiométrica desde o espectro visível até o espectro do infravermelho térmico, com resoluções segundo o indicado na tabela 1.

Tabela 1. Características técnica Gerais do ASTER

Instrumento	Bandas Espectrais	Resolução Espacial (m)	Quantidades de bandas
VNIR	0,5-0,9 μm	15	3 verticais e 1 inclinada
SWIR	1,6-2,5 μm	30	6
TIR	8,0-12,0 μm	90	5

Para a geração da imagem falsa cor composto, MDE e imagem ortorretificada, as bandas utilizadas são as do subsistema VNIR, o qual captura dados no espectro visível nas bandas do verde (Banda 1: 0.52 - 0.60 μm), vermelho (Banda 2: 0.63 - 0.69 μm) e na banda do infravermelho próximo (Banda 3: 0.76 - 0.86), com uma resolução espacial de 15 metros na direção vertical.

Adicionalmente à visada vertical, o sistema possui um segundo sensor visando para trás da mesma órbita, que registra só no espectro do infravermelho próximo (IVP), a qual permite gerar por estereoscopia, junto à banda nadiral no IVP, o MDE.

O ASTER é o instrumento de mais alta resolução espacial do satélite EOS AM-1 e o único que não adquire os dados continuamente.

As imagens ASTER são disponibilizadas em vários níveis de correções, dos quais, o nível “1A” é o mais simples, com as imagens individuais e os dados radiométricos e geométricos, para realizar todas as correções.

Em Julho de 2005 foi comprada a imagem ASTER, com todas as suas bandas e seus metadados (Figura 2). A data da imagem é 07/09/2004, abrangendo uma área de 60 km x 60 km, dando cobertura á área do projeto. As coordenadas geográficas do centro da imagem é 27° 50' S; e, 48° 52' W

2.2. Recopilação das Cartas topográficas do IBGE

A partir da necessidade do georreferenciamento da imagem adquirida, foi preciso obter as cartas topográficas da área abrangida pela imagem em escala 1:50.000 do IBGE.

As cartas necessárias para dar cobertura á imagem foram: Florianópolis, Paulo Lopez, Imbituba, Santo Amaro, São Bonifácio, São Martino, Rancho Queimado, Anitápolis, e Grão Pará, no Litoral Sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. Estas cartas, digitalizadas pelo IBGE, foram obtidas do próprio site.

2.3. Levantamento de pontos de controle

A partir das cartas IBGE realizou-se um primeiro georreferenciamento para o planejamento do levantamento de pontos de controle de campo.

O levantamento de pontos de controle de campo, usado para o processo de modelagem tridimensional, foi feito por meio de técnicas de aquisição que permitem atingir um valor de exatidão melhor que a própria resolução geométrica da imagem (15m).

No trabalho, pontos foram adquiridos por técnicas GPS em pontos identificáveis na imagem e por aquisição nas cartas digitais do IBGE para as áreas mais distantes do Município. O instrumental utilizado foi um GPS navegador GPSMAP 60GS da Garmin que permitiu atingir uma exatidão planimétrica melhor que oito metros em todos os pontos levantados.

Para verificação e calibração do altímetro do instrumento, foram verificadas as alturas no nível do mar em dois pontos, um no norte da área (Ponte Hercílio Luz, Florianópolis, SC) e outro no sul (Praia da Pinheira, Palhoça, SC) da área a levantar.

Alem dos pontos de controles, foram levantados os trajetos sobre as estradas BR-101 e BR-282 para controle secundário do processo de georreferenciamento, por meio do mesmo instrumental GPS. A distribuição dos pontos de controle planejados foram os indicados na Figura 2.

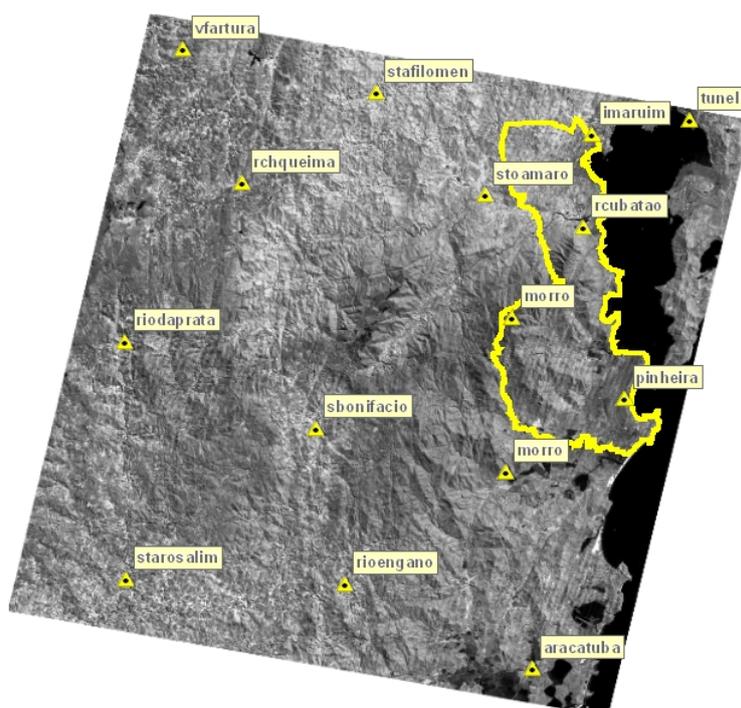


Figura 2 – Distribuição dos pontos de controle plani-altimétrico

2.4. Levantamento de pontos

No Trabalho com GPS as coordenadas de campo foram obtidas inicialmente no referencial próprio do sistema: latitude e longitude WGS84, para transformar-se posteriormente a

coordenadas UTM fuso 22 Datum SAD69. A altimetria refere ao nível zero do mar no Porto de Imbituba (SC).

Os pontos de controle sobre o litoral (Tabela 2), foram levantados com GPS, obtendo uma exatidão melhor que 8 m, e os outros pontos de controle da imagem (Tabela 3) foram adquiridos das cartas digitais do IBGE, com uma exatidão de 10m.

O levantamento a campo, executado nos dias 13 e 14 de Agosto de 2005, foi realizado durante o período da tarde, onde em cada ponto a levantar, para garantir a exatidão melhor que 8 m, a coleta de dados resultou no mínimo de 10 minutos para assegurar a observação de ao menos 8 satélites da constelação GPS para cada ponto levantado.

Estes pontos distribuídos sobre a imagem permitirão a criação do MDT pelo modelo de ajustamento em blocos das imagens estereoscópicas e a imagem falsa cor ortorretificada da área do Município de Palhoça.

Tabela 2 Dados obtidos por GPS

Nome	Latitude	Longitude	Exatidão (m)	Cota (m)
túnel	27° 36' 22,08" S	48° 32' 57,19" W	8	11
imaruí	27° 37' 16,96" S	48° 38' 59,45" W	6	7
cubatão	27° 42' 26,87" S	48° 39' 24,07" W	8	8
sonho	27° 51' 56,70" S	48° 36' 36,59" W	8	1
sonho bis	27° 53' 07,93" S	48° 37' 41,14" W	6	5
aracatuba	28° 07' 05,91" S	48° 42' 01,62" W	8	1
stoamaro	27° 41' 04,59" S	48° 44' 38,04" W	8	15
imaruí bis	27° 37' 29,79" S	48° 38' 43,99" W	7	6
túnel bis	27° 36' 21,76" S	48° 32' 57,32" W	8	10

Sistema de referencia de coordenadas geográficas: WGS84

Observação: os pontos indicados como "bis" foram pontos secundários para controle do trabalho.

Tabela 3 Coordenadas dos pontos de controle adquiridos da cartografia digital do IBGE

Nome	Latitude	Longitude	Exatidão (m)	Cota (m)
Morro I	27° 56' 00,86" S	48° 43' 46,42" W	10	120
Morro II	27° 47' 26,25" S	48° 43' 56,75" W	10	1080
Sbonifácio	27° 53' 49,85" S	48° 55' 48,71" W	10	423
Stafilomen	27° 35' 11,04" S	48° 52' 24,74" W	10	380
Vfartura	27° 32' 55,27" S	49° 04' 24,29" W	10	745
Starosalim	28° 02' 24,08" S	49° 07' 28,76" W	10	280
Riodaprata	27° 49' 11,72" S	49° 07' 46,15" W	10	740
Rioengano	28° 02' 19,85" S	48° 53' 54,38" W	10	460
Rchqueima	27° 40' 18,96" S	49° 00' 34,49" W	10	842

Sistema de referencia de coordenadas geográficas: WGS84

3. Geração automática do MDT.

Para a criação automática do MDT visando a ortorretificação da imagem falsa cor composta foi utilizado o módulo do programa LEICA ERDAS Leica Photogrametry Suíte (LPS) com o modelo orbital Pushbroom o qual permite o trabalho com as imagens ASTER.

Nesse modelo de trabalho foi definido o sistema de projeção cartográfica como UTM fuso 22 Sul, com meridiano central em 51° W e datum SAD69.

Da imagem ASTER original em formato HDF foram extraídas em formato IMG de ERDAS as bandas 1, 2 e 3 nadirais, assim, como a banda 3 de visada posterior para a geração automática do MDT por estereoscopia.

Posteriormente, no módulo LPS, foram adicionadas às bandas 3N (nadiral) e 3B (posterior) para a geração, por processo de triangulação por ajuste em blocos, do MDT, utilizando como parâmetros de orientação interna do modelo os dados próprios dos metadados da imagem (parâmetros do satélite) e, como orientação externa inicial aproximada, as coordenadas GPS próprias do satélite para a cena.

Para concluir a orientação externa da imagem foram identificados, nas duas imagens, os 18 pontos de controle de campo levantados na primeira fase do trabalho com as suas três coordenadas X,Y,Z (Figura 3).

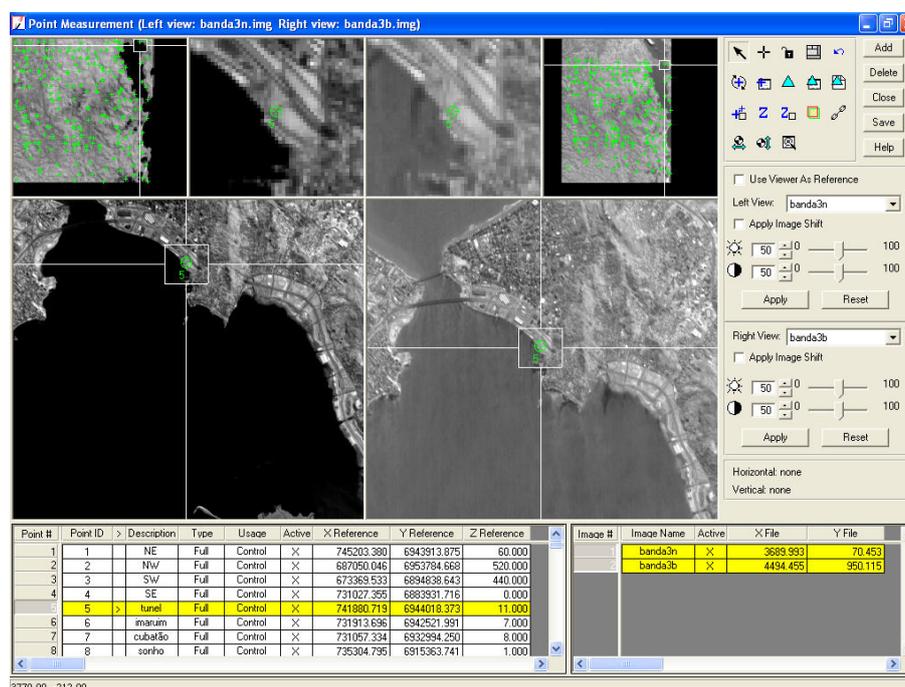


Figura 3 - Pontos de controle do par estereoscópico

Logo após do ingresso dos pontos de controle de campo, foram gerados automaticamente, por correlação estatística, 200 pontos de controle planimétricos para o adensamento dos pontos de controle da orientação externa.

Nesta etapa foi executado o módulo de aerotriangulação para ajuste do bloco de imagens e geração do modelo estatístico para a definição do MDT. O resultado deste processo de aerotriangulação é o indicado na tabela 4.

Tabela 4 - Valores resultantes da aerotriangulação		
Valor em eixo	Erro médio quadrático	
	Terreno	Imagem
X	18m	0,2 pixel
Y	16m	0.3 pixel
Z	2m	---

Finalmente, foi criado o modelo digital do terreno pelo processo de aerotriangulação por ajustamento em blocos e recortada a área de interesse do município de Palhoça segundo a Figura 4.

3.1. Ajuste do MDE

Após a geração automática do MDT, criou-se as curvas de nível interpoladas a cada 10 m, verificando a sua consistência com as curvas de nível das cartas topográficas do IBGE a escala 1:50000, adicionando-se a linha representativa do litoral com cota zero para gerar uma barreira ao modelo matemático de interpolação por triangulação de redes de triângulos (TIN) que resulta o modelo que melhor se ajusta aos cálculos de interpolações para curvas de nível.

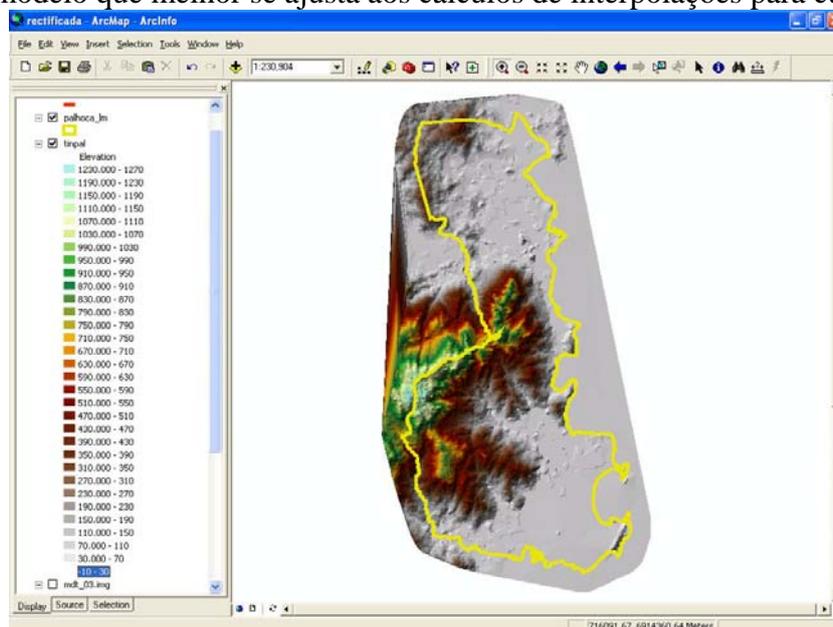


Figura 4 - MDT recortado do Município de Palhoça

Nessa verificação de consistência, encontraram-se problemas (áreas de depressões inexistentes) causados pelas zonas obscuras nas áreas mais planas no litoral e no mangue, substituindo-se nessas áreas as curvas de nível pelas curvas de nível das cartas topográficas do IBGE.

Finalmente, e a partir destas curvas de nível revisadas, criou-se o MDE final em formato TIM e gerou-se o MDT raster em formato IMG de Erdas visando o processo de ortorretificação da imagem ASTER objeto deste trabalho.

4. Ortorretificação

O processo de ortorretificação, que implica a verticalização das imagens, ajustando-as ao relevo do terreno da área, permite obter maior realce dos detalhes das imagens e eliminação dos deslocamentos horizontais pela própria influência do relevo nas mesmas e a visada não vertical do satélite.

Para o processo de ortorretificação das imagens ASTER foram adicionadas às bandas 3N nadiral e 3B traseira, do projeto gerado no módulo LPS do ERDAS LEICA, para a obtenção do modelo digital de elevação, as bandas nadirais 1 (verde) e 2 (vermelha), marcando nelas os mesmos 18 pontos de controle de campo utilizados para as imagens 3N e 3B (Figura 3 e 5), logrando-se a unificação dos parâmetros de orientação externa para o modelo de ortorretificação.

Logo após o processo de marcação dos pontos de controle procedeu-se a calibração das imagens nadirais (1N, 2N e 3N), indicando-lhes o MDE a se utilizar no processo de ortorretificação, e determinaram-se os parâmetros da retificação, segundo a Tabela 5.

Parâmetro	Característica
Tamanho da célula	15m
Sistema coordenadas	UTM fuso 22 sul datum SAD69
Método de reamostragem	Convolução cúbica

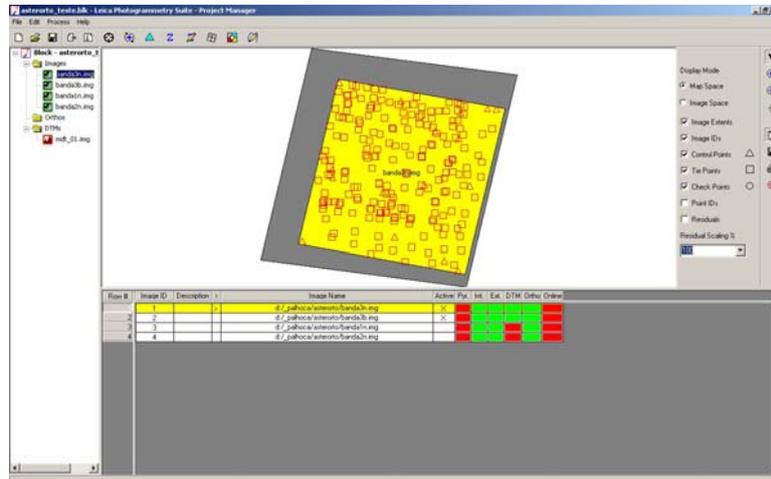


Figura 5 - Pontos de controle das bandas adicionadas 1 e 2.

Logo após do processo de ortoretificação de cada banda, procedeu-se à obtenção da imagem falsa cor composta por fusão (apilamento) das três bandas ortoretificadas, segundo pode-se observar uma janela exemplo na Figura 6.

Finalmente, foi re-construído, com o MDE verificado, o mapa de curvas de nível a cada 10 metros do município todo.

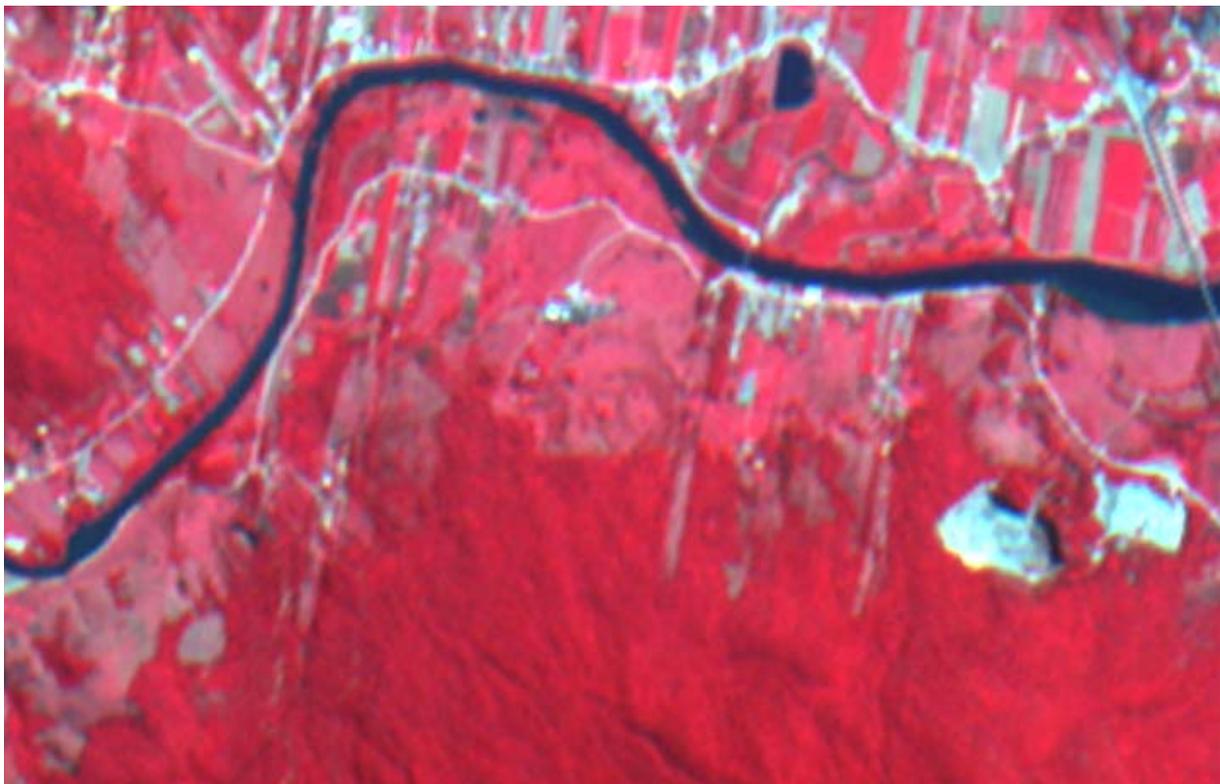


Figura 6 - Exemplo da imagem falsa cor composta ortoretificada

5. Conclusões

As imagens ASTER oferecem um ótimo conjunto de dados estereoscópicos para a obtenção do modelo digital de elevação, resultando o método de trabalho rápido e confiável no nível regional ou de microrregiões que não apresentem grandes áreas planas, nesses casos, outros métodos dever-se-á implementar para verificar os dados deste sensor. Por sua vez, a qualidade da imagem ASTER ortorretificada resultante do processamento dos dados do sensor VNIR e dos dados in loco, resulta compatível com as necessidades das escalas 1:20.000 ou menores. Finalmente, pelo baixo custo dos dados e o alto aproveitamento geométrico e temático das informações resultantes, estas imagens são recomendáveis para análises das regiões municipais.

Referências

- Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer (ASTER). Disponível em: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov>>. Acesso em: 10 jul. 2005.
- Aguilar, M.A., Aguilar, F.J.; Carvajal, F.; Agüera, F.; Evaluación de diferentes técnicas de interpolación espacial para la generación de modelos digitales del terreno agrícola. Universidad de Almería, España. 2001. Disponível: <<http://www.mappinginteractivo.com>> Acesso em: Maio 2004.
- Andrade, J. Bittencourt D.; Fotogrametria. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil, 1998.
- Brito, J.; Coelho, L.; Fotogrametria Digital, 1º Ed. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.
- Câmara, G.; Davis, C.; Vieira Monteiro, A.M.; Introdução à Ciência da Geoinformação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/> > Acesso em: Jan. 2005.
- Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004. Brasil. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/> > Acesso em: Jan. 2005.
- Felícísimo, A.M.; Modelos Digitales del Terreno. Oviedo, España. Disponível: <<http://www.etsimo.uniovi.es/%7Efeli/CursoMDT/CursoMDT.html>> Acesso em: jan. 2005.
- Hook, M.A.S.; Ramachandran, B. ASTER User Handbook Version 2. Pasadena: JPL/EROS Data Center/NASA, 1999. Disponível em: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/content/03_data/04_documents/aster_user_guide_v2.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2005.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cartas topográficas digitais escala 1:50000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> link Geociência/Cartografia/Produtos. Acesso em mar. 2005.
- Leica Geosystems; Imagine Orthobase: User's Guide. GIS & Mapping Division, Atlanta, Georgia, United States. 2003.
- Maillard, P.; Introdução ao processamento digital de imagens. Departamento de Cartografia, UFMG, Minas Gerais, Brasil, 2001.
- Morillo Barragán, J.; Pozo Baselga, J.; Pérez Preciado, F.; Rodríguez Gordillo, M.C.; Rebollo Castillo, F.J.; Análisis de calidad de un modelo digital de elevaciones generado con distintas técnicas de interpolación. IXX Congreso internacional de computación gráfica, Santander, España, 2002.

.-