

## **Avaliação visual de modelos 3D gerados através de produtos ASTER GDEM, SRTM e carta topográfica em relação a fotos do relevo**

Fabício Fiorani Schunemann<sup>1</sup>  
Cleber Novacovski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> STCP Engenharia de Projetos Ltda  
Unidade 03 - Meio Ambiente e Geoprocessamento  
Rua Euzébio da Motta, 450 – 80530-260 – Juvevê – Curitiba – PR, Brasil  
fabricios@stcp.com.br / cleber@stcp.com.br

**Abstract.** The constant search for the quality of cartographic products becomes necessary different analysis about technologies available for the public use. This research made a comparison between 3D digital models products available to download for the public with no restrictions. The altimetry products used in this study were of the projects ASTER GDEM - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model – of the Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) of Japan and the United States National Aeronautics and Space Administration (NASA), SRTM (Shuttle Radar Topography Mission - NASA) – TOPODATA project of the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) and Topographic Charter Mapping Project of the “Alto Iguaçu” – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA – Instituto das Águas do Paraná. For ASTER GDEM and SRTM products were created digital models based on contour lines equidistant at 5 meters through mathematical interpolation using the software Global Mapper and for the Topographic Charter used from digitalized features previously. We then generated 3D models of each product and posterior analyzed the visual accuracy these models in comparison with photographic images of the relief from a rural region in the municipality of Mandirituba, Paraná State, southern Brazil. The 3D scenes were adjusted to the photographic visual field and received a visual accuracy scale analysis: bad, good and great. The models from Topographic Charter offered better visual accuracy, followed by the models ASTER GDEM and SRTM, respectively.

**Palavras-chave:** remote sensing, terrain models, sensoriamento remoto, modelagem de terreno.

### **1. Introdução**

A busca constante pela qualidade dos produtos cartográficos faz com que tecnologias disponibilizadas ao público sejam constantemente analisadas sob diferentes metodologias. Neste caso preferiu-se comparar a confiabilidade destes produtos cartográficos, modelagens 3D geradas a partir do ASTER GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer e Global Digital Elevation Model), do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e de cartas topográficas de uma determinada região rural do município de Mandirituba – PR; através da acuracidade visual, imagens fotográficas da propriedade em questão.

Os produtos ASTER GDEM apresentam resolução espacial de 30 metros, cobrindo 99% da superfície da Terra. São modelos digitais de elevação que foram disponibilizados para download gratuitamente e sem restrições. Enquanto que os produtos SRTM possuem resolução espacial de 90 metros, exceto os Estados Unidos (30 metros), e cobrem 80% da superfície terrestre. Estes produtos também estão disponíveis, gratuitamente, para download. Sendo que o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) desenvolveu com eles o projeto TOPODATA, que oferece dados topográficos e suas derivações básicas em cobertura nacional.

Já carta topográfica vetorizada da SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), em escala 1:10000, é composta de temas gerados a partir da restituição aerofotogramétrica. Os dados desta carta são provenientes do projeto de Mapeamento da Bacia do Alto Iguaçu, onde a modelagem do terreno gerada por estes dados tende a ser mais precisa, em relação aos produtos citados anteriormente, principalmente em função da escala de trabalho.

Com auxílio dos softwares ESRI® ArcViewGIS™, ESRI® ArcScene™, Global Mapper, Google Earth™ e Adobe® PhotoShop® geraram-se figuras com os modelos de elevação e foi realizada a comparação visual com as fotografias.

## 2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado numa região rural do município de Mandirituba – PR, entre as coordenadas UTM E 665.270,073 m e N 7.157.147,386 m e E 667.259,161 m e N 7.155.584,696 m, no Sistema de Referência SAD69, onde foram tiradas 30 fotos do relevo em câmera digital CCD. Destas 30 fotos, foram selecionadas nove fotos que expuseram melhor o relevo local. Estes pontos podem ser visualizados na Figura 1.

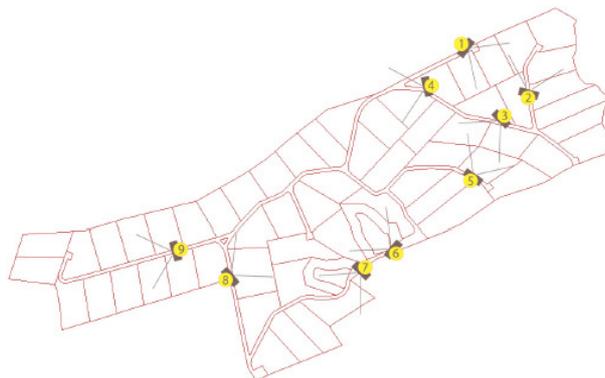


Figura 1. Distribuição das nove fotografias selecionadas.

### 2.1 Preparação das feições

Para desenvolvimento do projeto foram utilizadas as seguintes feições de apoio para geração dos modelos 3D:

- Polígono da área de estudo;
- Polilinhas das Curvas de Nível SRTM-TOPODATA;
- Polilinhas das Curvas de Nível ASTER GDEM;
- Polilinhas das Curvas de Nível da Carta Topográfica SUDERHSA;
- Pontos Cotados da Carta Topográfica SUDERHSA;
- Polilinhas de Hidrografia da Carta Topográfica SUDERHSA;
- Ortofoto Digital Georreferenciada SUDERHSA.

Além das feições acima listadas foi constituído um mosaico com imagens georreferenciadas do Google Earth. Através da ferramenta “Clip” do ArcMap, as polilinhas e pontos foram extraídos das suas bases originais nas dimensões do polígono da área de estudo.

### 2.2 Geração dos modelos 3D

Os modelos 3D foram gerados pelo *software* ESRI® ArcScene™. Para que a metodologia utilizada fosse a mais igualitária possível para os três produtos realizou-se a construção dos modelos de terreno a partir de curvas de nível eqüidistantes em 5 metros. Para os Produtos ASTER GDEM e SRTM as curvas foram geradas através do *software* Global Mapper e para o da Carta Topográfica utilizaram as curvas de nível já digitalizadas.

### 2.3 Modelo 3D de produtos ASTER GDEM

Para a geração do modelo 3D foram tratadas as curvas de nível retirando-se os “ruídos” da superfície, como árvores isoladas (*mole runs e bumps*) e depressões hidrográficas (*pits*) e posteriormente gerado o modelo 3D baseado na cota altimétrica das curvas. Na Figura 2a visualizamos um modelo gerado sem tratamento dos “ruídos” e na Figura 2b o modelo com o tratamento realizado.

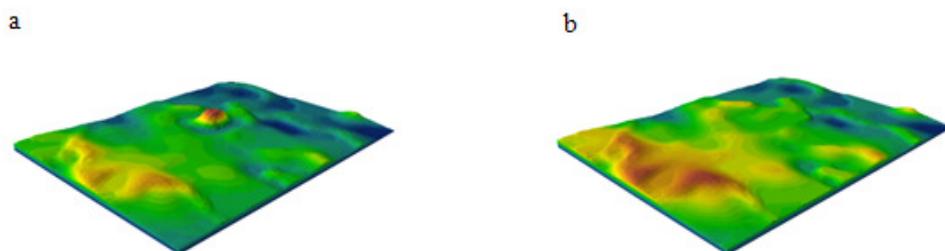


Figura 2. Modelos 3D ASTER GDEM (a) gerado sem tratamento de ruídos (b) gerado com tratamento de ruídos.

#### 2.4 Modelo 3D de produtos SRTM

O modelo 3D SRTM foi gerado baseado na cota altimétrica das curvas geradas pelo *software* Global Mapper (Figura 3).

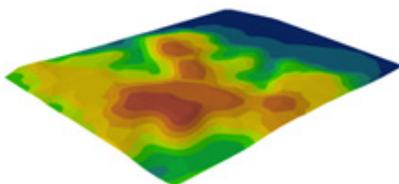


Figura 3. Modelo 3D SRTM.

#### 2.5 Modelo 3D de carta topográfica

O modelo 3D da Carta Topográfica foi gerado utilizando-se além das curvas de nível, feições relacionadas, as quais estavam disponibilizadas pela SUDERHSA, como pontos cotados e hidrografia. Os pontos cotados serviram para o refinamento altimétrico e a hidrografia como linhas de quebra de superfície. O modelo pode ser visualizado na Figura 4.

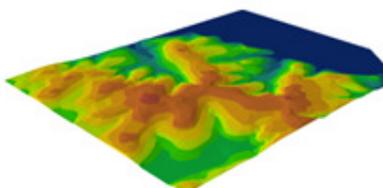


Figura 4. Modelo 3D de Carta Topográfica.

#### 2.6 Criação das figuras

Com auxílio do *software* ArcScene, o mosaico georreferenciado da área de estudo foi ajustado aos modelos 3D para que a representação do terreno ficasse próximo à realidade. Posteriormente, foram localizados os nove pontos homólogos em relação às fotografias e exportadas as cenas 3D em figura formato <.JPG>.

### 3. Resultados e Discussões

Para exibição nos resultados deste trabalho foram selecionados os seis pontos que exibiram diferença visual significativa (Pontos 1, 2, 4, 6, 7 e 9). As comparações entre as modelagens do terreno e as imagens fotográficas homólogas podem ser visualizadas abaixo.

Ponto 1 – Figuras 5a, 5b, 5c e 5d:

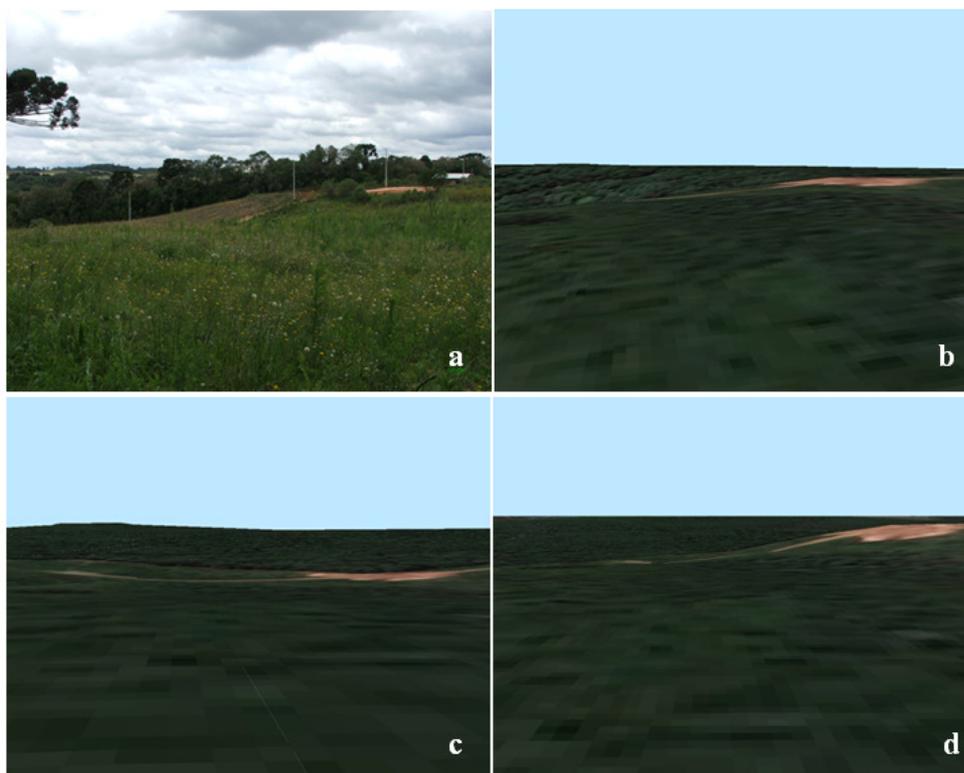


Figura 5. (a) Fotografia. (b) Modelo 3D ASTER GDEM. (c) Modelo 3D SRTM. (d) Modelo 3D Carta Topográfica.

Ponto 2 – Figuras 6a, 6b, 6c e 6d:

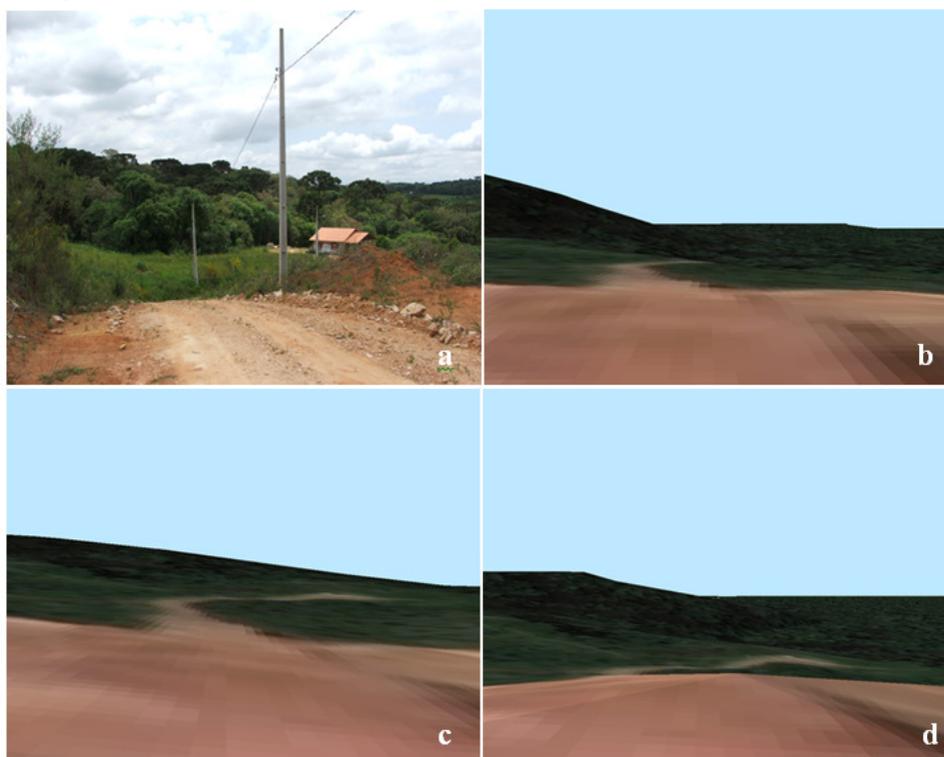


Figura 6. (a) Fotografia. (b) Modelo 3D ASTER GDEM. (c) Modelo 3D SRTM. (d) Modelo 3D Carta Topográfica.

Ponto 4 – Figuras 7a, 7b, 7c e 7d:

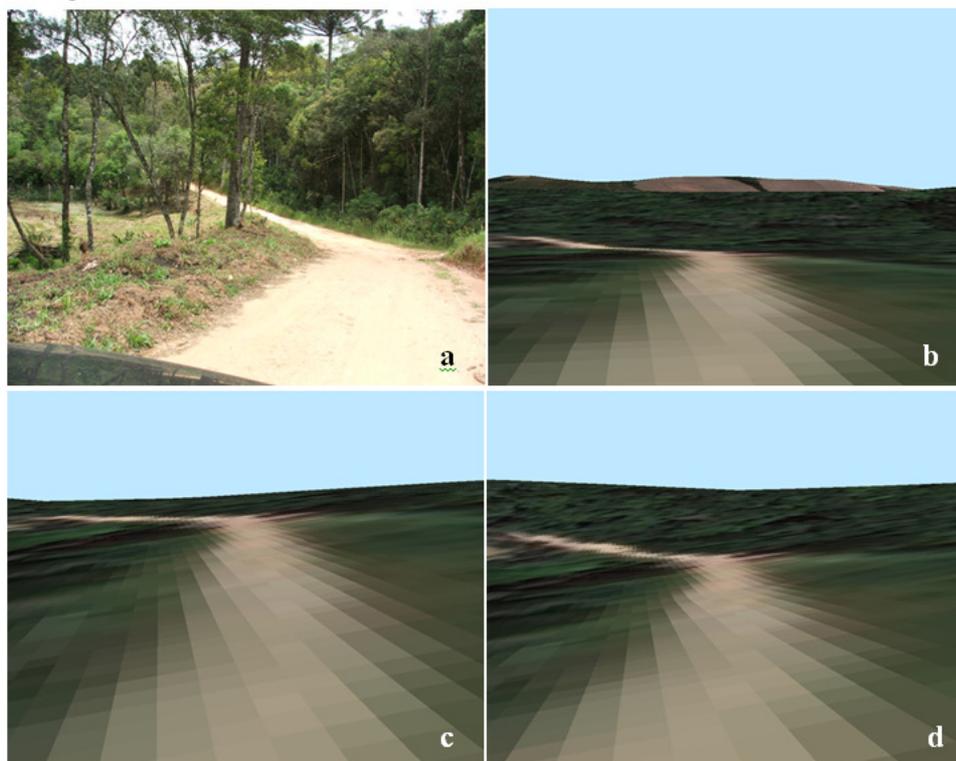


Figura 7. (a) Fotografia. (b) Modelo 3D ASTER GDEM. (c) Modelo 3D SRTM. (d) Modelo 3D Carta Topográfica.

Ponto 6 – Figuras 8a, 8b, 8c e 8d:

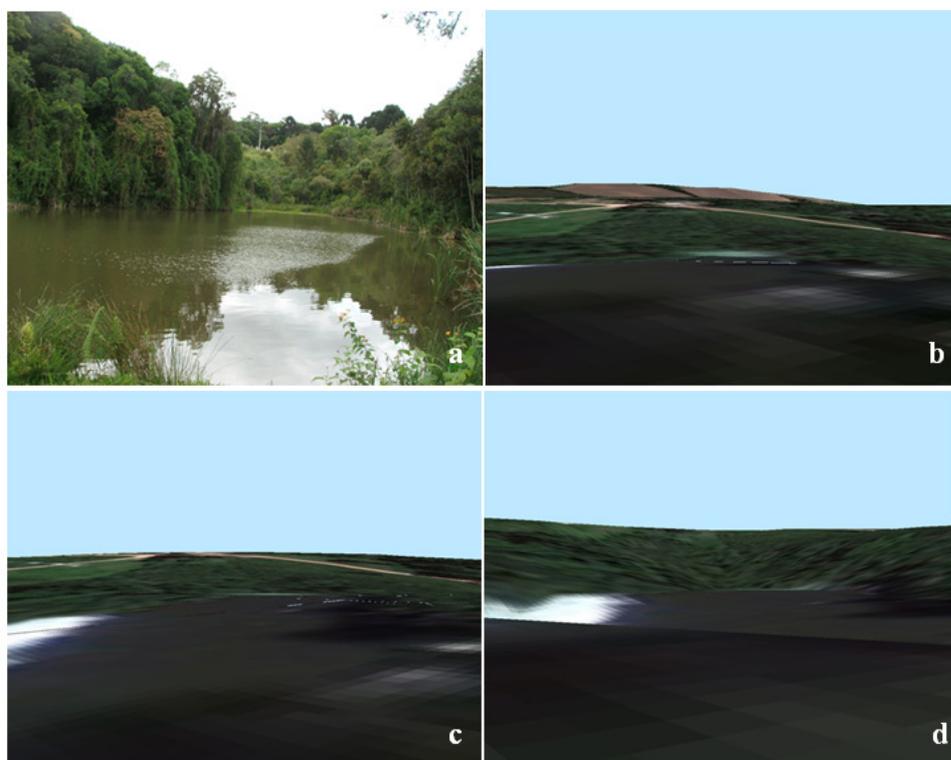


Figura 8. (a) Fotografia. (b) Modelo 3D ASTER GDEM. (c) Modelo 3D SRTM. (d) Modelo 3D Carta Topográfica.

Ponto 7 – Figuras 9a, 9b, 9c e 9d:

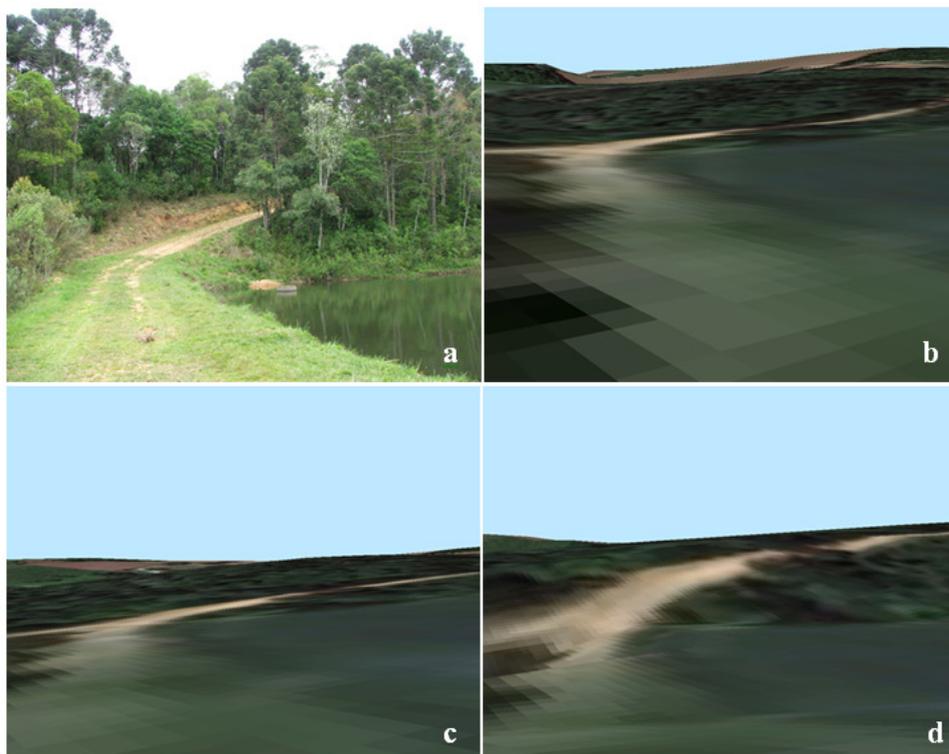


Figura 9. (a) Fotografia. (b) Modelo 3D ASTER GDEM. (c) Modelo 3D SRTM. (d) Modelo 3D Carta Topográfica.

Ponto 9 – Figuras 10a, 10b, 10c e 10d:

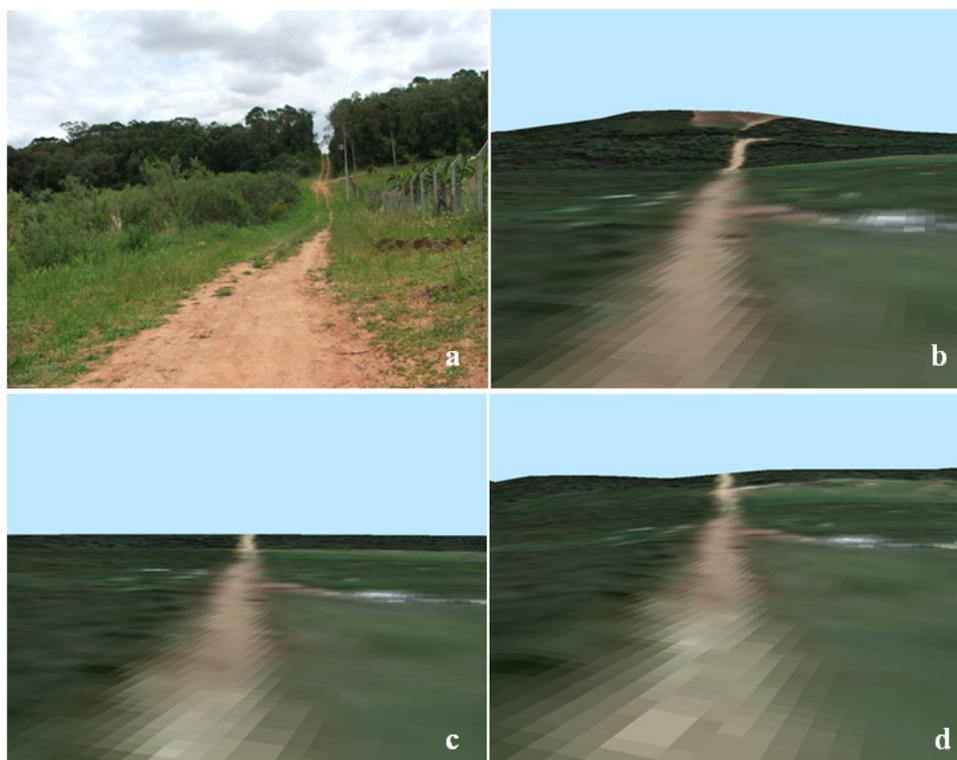


Figura 10. (a) Fotografia. (b) Modelo 3D ASTER GDEM. (c) Modelo 3D SRTM. (d) Modelo 3D Carta Topográfica.

Sendo assim, para avaliação dos resultados obtidos entre as figuras, foram definidas três classes para mensuração da acurácia visual: classe 1 = Ruim, classe 2 = Boa e classe 3 = Ótima. Abaixo visualizamos no Quadro 1 com resultados obtidos e avaliados em relação a acuracidade visual:

Quadro 1 – Avaliação de acuracidade visual entre modelos 3D.

Ponto	Modelos 3D		
	ASTER GDEM	SRTM	Carta Topográfica
Ponto 1	2	1	2
Ponto 2	1	2	3
Ponto 3	1	1	2
Ponto 4	2	2	3
Ponto 5	1	1	2
Ponto 6	1	1	3
Ponto 7	2	3	2
Ponto 8	2	2	3
Ponto 9	2	1	3

Acuracidade Visual: 1=Ruim – 2=Boa – 3=Ótima

Nota-se que, nos pontos avaliados, o modelo 3D da carta topográfica confirma a sua tendência de maior precisão, obtendo 56% dos pontos com acuracidade visual ótima e 44% dos pontos com acuracidade visual boa. Isto se deve também pelos fatos da escala de trabalho da carta ser mais precisa e serem utilizadas outras feições de apoio como os pontos cotados e a hidrografia como base para geração do modelo 3D.

Pelo motivo da imagem altimétrica ASTER GDEM ser resultante de levantamento de pares estereoscópicos de imagens, ela fornece o modelo de elevação da superfície e não propriamente do terreno, ou seja, os erros encontrados (ruídos) na altimetria são derivados de feições tanto acima quanto abaixo do terreno, como vegetação, depressões hidrográficas, edificações, entre outras. Os pontos analisados no seu modelo 3D, 60% obtiveram acuracidade visual boa e 40% de acuracidade visual ruim.

Já o modelo 3D a partir do produto SRTM – TOPODATA obteve acuracidade ótima no ponto 7 (11%) por não apresentar imperfeições ao longo do caminho visualizado. Porém, obteve 5 pontos de acuracidade visual ruim – equivalente a 56% dos pontos – e 3 pontos de acuracidade visual boa (33%). Este fato está diretamente ligado a sua resolução por pixel da grade original, ou seja, 90m, sendo as demais curvas neste intervalo interpoladas matematicamente pelos *softwares*.

#### 4. Conclusões

Conclui-se que para modelagem 3D em maiores escalas a opção da utilização de cartas topográficas são mais indicadas e logicamente, dependendo do trabalho a ser realizado. No estudo de caso deste trabalho, a opção da utilização dos produtos ASTER GDEM (modelo de superfície) está em vantagem quanto aos produtos SRTM (modelo de elevação), mesmo com os ruídos apresentados. Entretanto, estes produtos podem ser utilizados em escalas maiores desde que sejam aliados a outras feições de apoio, como pontos cotados, hidrografia, entre outros, e ajustadas e corrigidas imperfeições visualmente localizadas, o que torna importante o apoio de profissionais que realizem levantamentos em campo.

#### Agradecimentos

Agradecemos ao apoio técnico de Letícia Cavagnari, Ricardo Reksidler, Peterson Good, Juliana Puga e Osmar Fantinel. E aos demais colegas da STCP Engenharia de Projetos Ltda., Alisson Bernardi, Francelino J. Junior, Fábio Lemos, Ramon Gomes e Dr. Joésio Deoclécio P. Siqueira. Aos trabalhos realizados pelo INPE e demais autores que serviram de referência para o desenvolvimento deste estudo.

## Referências Bibliográficas

- Arefi, H.; Reinartz, P. Elimination of the outliers from ASTER GDEM data. In: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. On-line. Disponível em: <[http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part1/11/11\\_01\\_Paper\\_200.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part1/11/11_01_Paper_200.pdf)>. Acesso em 17.nov.2010.
- Barros, R. S.; Cruz, C. B. M.; Reis, R. B.; Costa Júnior, N. A. Avaliação do modelo digital de elevação do SRTM na ortoretificação de imagens Landsat 7 – Área de aplicação: Angra dos Reis – RJ. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3997-4004. On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.11.39/doc/3997.pdf>>. Acesso em: 17.nov.2010.
- Divisão de Sensoriamento Remoto/INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 16.nov.2010.
- Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC). Disponível em: <<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>>. Acesso em: 16.nov.2010.
- Engesat. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/?system=news&eid=378>>. Acesso em: 17.nov.2010.
- Instituto das Águas do Paraná. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/>>. Acesso em: 16.nov.2010.
- Rocha, E. M. F.; Silva, I. H. C.; Cruz, C. B. M. Geração de Mapas Fisiográficos do Relevo a partir de Imagens Radarsat 1 Modo Fine. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 4967-4972. On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.19.28.30/doc/4967-4972.pdf>>. Acesso em: 19.nov.2010.
- Rodrigues, T. L.; Debiassi, P.; Souza, R. F. Avaliação da adequação dos produtos ASTER GDEM no auxílio ao Mapeamento Sistemático Brasileiro. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3., 2010, Recife. Artigos, p. 001-005. On-line. Disponível em: <[http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO\\_CD/artigos/CartografiaeSIG/Cartografia/A\\_17.pdf](http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/Cartografia/A_17.pdf)>. Acesso em: 17.nov.2010.
- Sousa, C. J. S.; Silva, M. M.; Costa, K. S. P. Análise do modelo numérico de terreno do radas SRTM na área da folha AS.23-Z-D-I, Urbano Santos – MA. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13., 2009, Viçosa. On-line. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo1/020.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/020.pdf)>. Acesso em: 17.nov.2010.