

## Comparação de modelos digitais de elevação de SRTM e ASTER com modelo de elevação de grande escala do município de Lages – SC.

Leonardo Josué Biffi<sup>1,2</sup>  
Gustavo Luis Jarenkow<sup>1,3</sup>  
Renan Luiz Franchini<sup>1,3</sup>  
Ricardo Mancilio Vieira<sup>1,3</sup>  
Sílvio Luis Rafaeli Neto<sup>1,2</sup>  
Marcos Tadeu Andrade Cordeiro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV  
Caixa Postal 2090 - 88.520-000 – Lages – SC, Brasil

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia Ambiental  
{a2ljb, silvio, a2mtc}@cav.udesc.br

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Engenharia Ambiental  
{gjarenkow; renan\_franchini, ricardovieira\_ea}@hotmail.com

**Abstract.** The digital elevation models today are a great help in planning and projects. But get them is very expensive by conventional surveys. There is the willingness EDM prepared using satellite sensors such as ASTER and SRTM. The objective of this study was to analyze the behavior of altimetric SRTM and ASTER products, compared to an EDM data generated from photogrammetry of the urban area of the municipality of Lages, Santa Catarina State, Brazil, in thousand points random sample processed in a GIS. With the base map of the city hall was generated an EDM software and imported the files corresponding to the area analyzed SRTM and ASTER. After thousand points were created by random sampling tool *HawthsTools* and were used for extracting the altitudes of the three layers of EDM. The data were extracted from altitudes in tables and statistical analysis was performed considering the altitude of the city hall of the EDM as an attestant. It was used the paired T-test to compare samples SRTM and ASTER data with city hall. Visually the EDM of SRTM was more like of the city EDM. Analyzing the values of sampled thousand points of comparison, the data showed 4.945 meters of mean difference between PML and ASTER and 3.345 meters between PML and SRTM. The confidence interval for the difference showed no significant differences between PML-SRTM for altimetric accuracies between 2.65 and 4.035 meters and PML-ASTER no difference in accuracies between 4.23 and 5.66 meters. The data comparison showed that the EDM has values closer to cartographic data base of the municipality of Lages, in relation to the values of the EDM of ASTER for isolated points sampled.

**Palavras-chave:** remote sensing, digital elevation model, geographic information systems, ArcGis, sensoriamento remoto, modelo digital de elevação, sistema de informação geográfica, ArcGis.

### 1. Introdução

O Sensoriamento Remoto, hoje é indispensável ao estudo e analogias para modelagens digitais terrestres e de elevação. A geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) é uma prática recente bastante utilizada dentro do geoprocessamento. Representam fontes para o conhecimento do relevo e o mapeamento de redes de drenagem de áreas extensas, isto facilita a identificação de áreas para conservação de solo, diversidade biológica, modelagem hidrológica, ortorretificação de imagens, avaliação de riscos de desmoronamento, etc. (Melgaço et al., 2005). Inicialmente, os modelos eram gerados a partir da digitalização de dados topográficos coletados em campo. Atualmente, modelos digitais de elevação são obtidos por vários métodos, entre eles se destaca a fotogrametria que representa uma alternativa eficiente, mas de alto custo para geração de bases topográficas padronizadas, cobrindo áreas relativamente extensas em menos tempo. (Landau e Guimarães, 2011).

Ferramentas de Sensoriamento Remoto foram criadas para atender ao estudo prévio para geração destes produtos. Cabe aos sistemas de sensores a captação da radiação e conversões que possibilite as devidas análises e interpretações. Dentro destes cita-se os sensores que geraram produtos de MDE utilizados na comunidade científica atualmente: o ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) e SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*).

O sensor ASTER é um instrumento a bordo do satélite TERRA em funcionamento desde 1999, esse consiste em três subsistemas de sensores: VNIR (*Visible and Near Infrared*), SWIR (*Shortwave Infrared*) e TIR (*Thermal Infrared*). As imagens possuem 14 bandas ou canais espectrais dando cobertura radiométrica desde o espectro visível até o espectro do infravermelho térmico (Leivas et al. 2007). Para a América do Sul, os dados obtidos são disponibilizados na resolução espacial de 1 arco de segundo, aproximadamente 30 m no sistema de coordenadas Lat/Long e Datum WGS84. (Landau e Guimarães, 2011).

Entre 11 e 22 de fevereiro de 2000 a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), juntamente com a NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), a DLR (Agência Espacial Alemã) e a ASI (Agência Espacial Italiana) lançaram a missão SRTM com o objetivo de gerar um MDE da Terra usando a interferometria. Os dados foram liberados em duas resoluções diferentes: 1 arco de segundo, este com resolução espacial com aproximadamente 30 m para o território americano e 3 arcos de segundo, algo próximo a um pixel de 90 metros para território mundial (Melgaço, et al. 2005).

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento altimétrico dos produtos ASTER e SRTM disponíveis a comunidade usuária, frente a um MDE gerado a partir de dados de fotogrametria da área urbana do município de Lages – SC, em mil pontos aleatórios de amostragens processados em um ambiente SIG.

## 2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado na área urbana do município de Lages (27° 48' 57" S e 50° 19' 33" W), localizado na região serrana do Estado de Santa Catarina. O município realizou em maio de 2003 um levantamento por fotogrametria para atualizar sua base cartográfica no perímetro urbano (Figura 1).

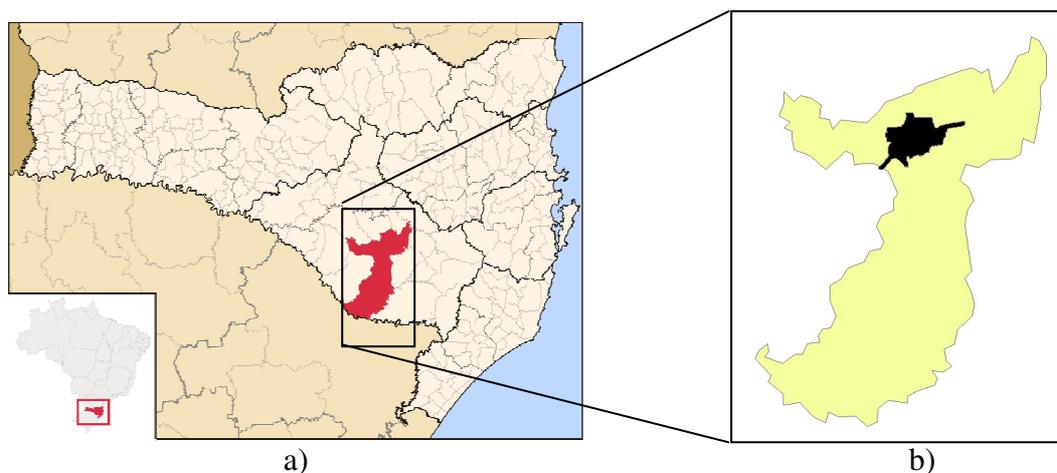


Figura 1. a) Localização do Município de Lages; b) Em destaque o perímetro urbano do município.  
Fonte: a) Wikipedia, 2012; b) PML, 2003.

O levantamento por fotogrametria gerou cartas na escala 1:2000 com auxílio de trabalho de campo. Resultando mapas planialtimétrico com curvas de níveis equidistantes em um

metro. As curvas de nível do perímetro urbano foi disponibilizada em formato CAD pela prefeitura municipal de Lages.

Os MDE originados do sensor ASTER e da missão SRTM foram adquiridos no formato raster, em *sites* próprios com disponibilidade livre (ASTER, 2012; Miranda, 2005). Os arquivos utilizados foram *S28W051* e *SG-22-Z-C* do ASTER e do SRTM, respectivamente.

As três bases de dados foram importadas para um ambiente SIG, no *software* ArcGis 10, e atribui-se a todos o mesmo *datum* de referencia *WGS84*. Os MDE do ASTER e SRTM já se encontravam em formato raster e com suas respectivas resoluções espaciais de 30 e 90 metros. As curvas em CAD foram utilizadas para produzir uma superfície raster, a fim de padronizar os formatos para a comparação entre as bases. Como as curvas de nível foram restituídas apenas na área urbana se desenhou um polígono para delimitar o perímetro urbano. Esse polígono foi utilizado como mascara para recortar os dados ASTER e SRTM com a ferramenta *Spacial Analyst Tools>Extraction>Extract by Mask*, do ArcGis.

Após foram criados 1000 pontos de amostras aleatórios pela ferramenta *HawthsTools* e foram utilizados para extração dos valores de Altitudes dos três layers de MDE. Os dados de altitudes foram extraídos em tabelas e realizou-se análise estatística considerando as altitudes do MDE da prefeitura como testemunha. Foi utilizado o Teste-t pareado, para comparar amostras ASTER e SRTM com os dados da prefeitura.

### 3. Resultados e Discussão

O perímetro e os pontos de amostragens aleatórios criados automaticamente estão apresentados na figura 2. O MDE resultante da interpolação das curvas do arquivo CAD pelo ArcGis e os MDE do ASTER e SRTM, ambos recortados pelo perímetro, estão apresentados na figura 3.

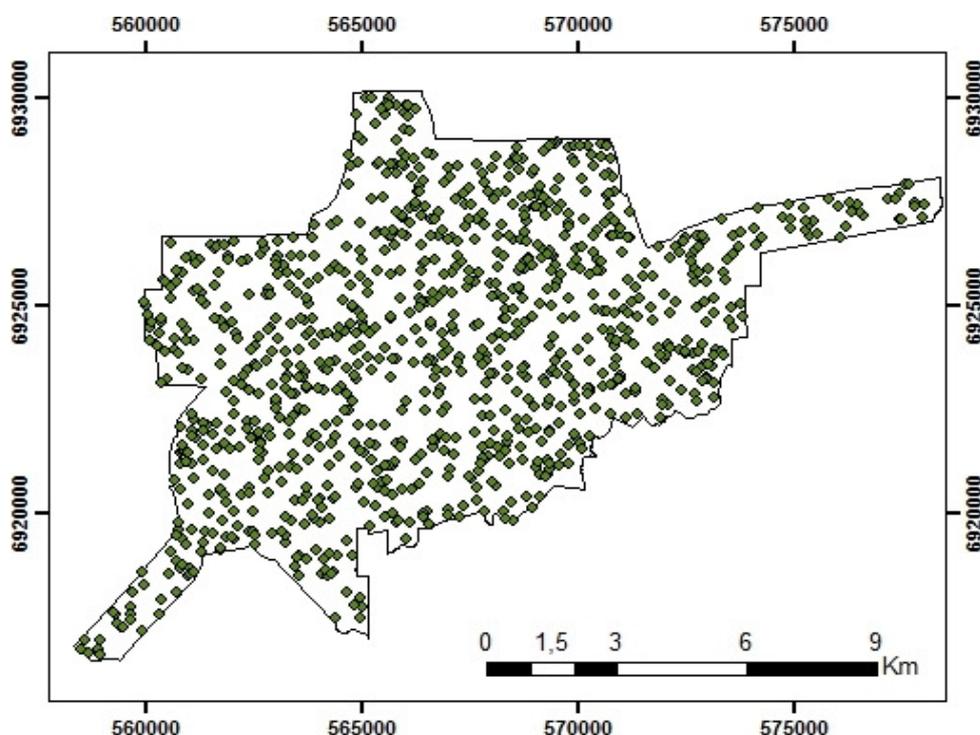


Figura 2. Perímetro urbano do município de Lages e os mil pontos aleatórios gerados no *HawthsTools*.

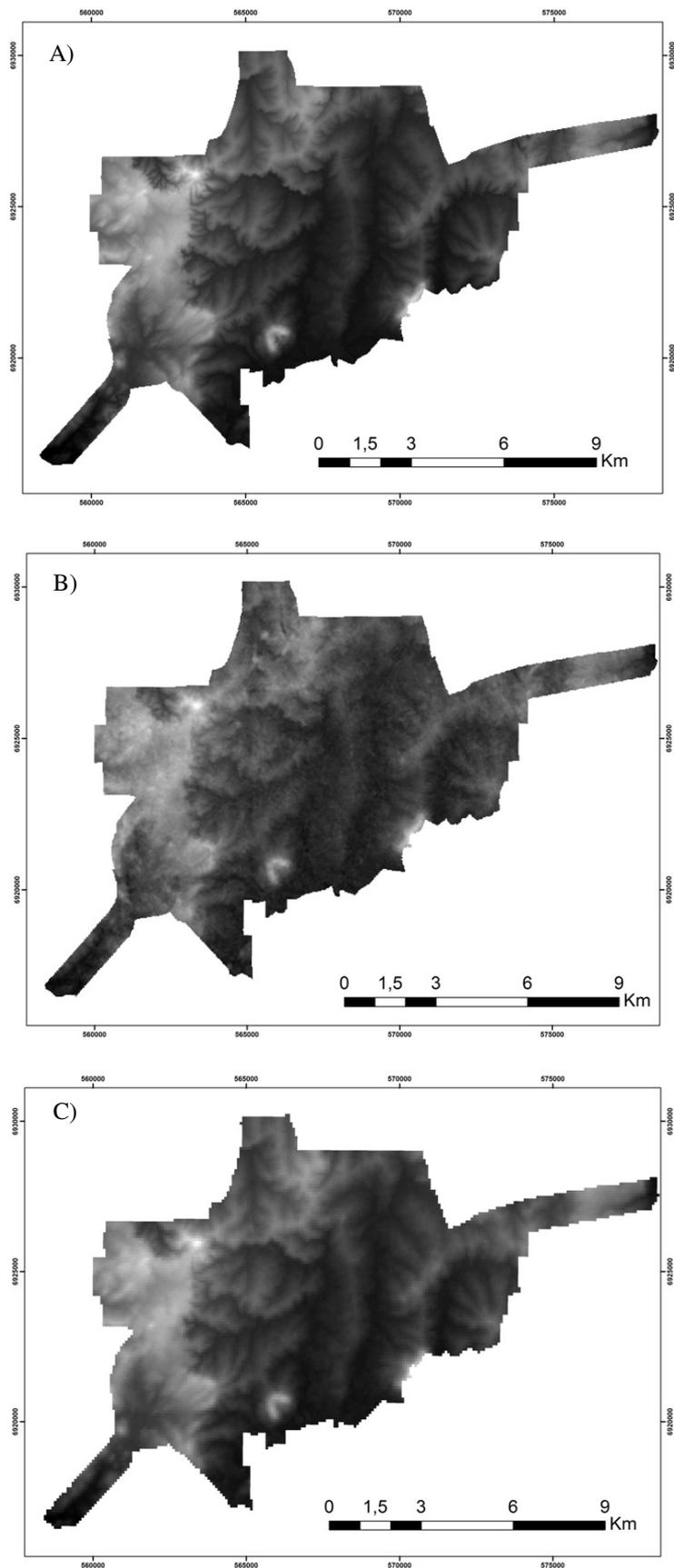


Figura 3. MDE analisados: A) Base cartográfica da prefeitura de Lages, B) ASTER, C) SRTM.

Com os MDE no mesmo sistema de referência se fez a amostragem das altitudes em todos os modelos e os resultados descritivos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores de média, máximos e mínimos nos mil pontos amostrados nos três MDE. Valores em metros.

MDE	Altitude Média	Altitude Máxima	Altitude Mínima	Desvio Padrão
*PML	930	1068	858	40,39
ASTER	935	1113	861	42,29
SRTM	933	1097	857	40,56

\*PML: Prefeitura Municipal de Lages.

Com o objetivo de comparar as altitudes dos modelos efetuou-se o Teste-t Pareado para determinar as diferenças significativas entre os modelos dos sensores espaciais com a base cartográfica do município. Os resultados do teste estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Resultados do Teste-T Pareado entre dados ASTER e SRTM contra a base cartográfica da Prefeitura de Lages, com intervalos de confiança, nos mil pontos amostrados. Valores em metros.

Modelos Comparados	Média da diferença	Intervalo de confiança da diferença (95%) <i>paired-t</i>
PML-ASTER	4,945	4,23 – 5,66
PML-SRTM	3,345	2,65 – 4,035

Visualmente podemos observar na figura 3 que a superfície gerada que mais se aproxima da superfície de comparação da prefeitura (figura 3 A) é o SRTM (figura 3 C). Apesar do ASTER possuir uma melhor resolução espacial (30 metros por pixel) em relação ao SRTM, a superfície gerada por ele mostra-se visualmente suavizada (figura 3 B). Porém a análise visual não é conclusiva para uma comparação.

Observando os dados originados dos mil pontos aleatórios nota-se na tabela 1 que as médias dos pontos ficaram próximas com diferença máxima entre elas de 5 metros, e desvio padrão semelhante entre PML e SRTM entorno de 40 metros, e um pouco maior o ASTER com 42,29 metros.

Analisando as informações de tabela 2, confirma-se uma maior aproximação dos valores SRTM com a base da prefeitura em relação aos valores ASTER para os pontos amostrados. Mostrando assim que os dados SRTM possui um erro altimétrico menor comparado com ASTER na área analisada. O intervalo de confiança apresentado na tabela revela que pode-se trabalhar com os valores dentro do intervalo sem diferença estatística entre os valores altimétricos dos modelos comparados. Ou seja, em trabalhos futuros para essa área quando necessitar de dados altimétricos onde a precisão desejada esteja dentro deste intervalo pode-se optar pela escolha do modelo. Sendo que não há diferenças entre PML-SRTM para precisões altimétricas entre 2,65 e 4,035 metros e para PML-ASTER não há diferença altimétrica para precisões entre 4,23 e 5,66 metros.

Como a área estudada é de um perímetro urbano deve-se pensar qual a base altimétrica pode ser utilizada frente as necessidades do município, geralmente as áreas urbanas necessitam de uma base cartográfica de alta precisão para elaboração de projetos, porém se a precisão altimétrica dos projetos estiverem dentro dos intervalos citados acima poder-se-ia optar por usar esses MDE.

Essa informação é importante pois serve de base para tomadas de decisões sobre que base altimétrica deve-se usar, analisando precisão esperada e recursos disponíveis. Já que as bases SRTM e ASTER são dados gratuitos e outras formas de obter dados de relevo possuem atualmente custos elevados.

#### 4. Conclusões

Os dados da comparação mostraram que o MDE do SRTM possui valores mais próximos aos dados da base cartográfica da prefeitura do município de Lages, em relação aos valores do MDE do ASTER para pontos isolados amostrados. O intervalo de confiança também contribui para valores de precisão altimétrica servindo de subsídio para tomada de decisões sobre MDE adotado para a região analisada.

#### Agradecimentos

A prefeitura municipal de Lages pela base cartográfica em formato digital do aerolevante realizado em 2003.

#### Referências Bibliográficas

Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer (ASTER). Disponível em: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov/>>. Acesso em: 24.out.2012.

Landau, E. C.; Guimarães, D. P. Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011, p.4003.

Landeiro, V. L. **Instrução ao Uso do Programa R**. 2010. 42 p. Dissertação (Pós Graduação em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas. 2010.

Leivas, J.; Gusso, A.; Fontana, D. C.; Berlato, M. Estimativa do balanço de radiação na superfície a partir de imagens do satélite ASTER. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2008, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007, p. 255-262.

Melgaço, L. M.; Souza Filho, C. R.; Steinmayer, M. Comparação entre modelos digitais de elevação gerados por sensores ópticos e por radar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005, p. 1215-1220.

Miranda, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 out. 2012.

Prefeitura Municipal de Lages (PML). **Base planialtimétrica da Prefeitura do município de Lages**. Lages: PML, 2003.

Wikipedia. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Lages/>>. Acesso em: 16. Nov. 2012.