



ANÁLISE DE DADOS ALTIMÉTRICOS OBTIDOS POR CARTA TOPOGRÁFICA, SRTM, ASTER GDEM E TOPODATA PARA A REGIÃO DO MUNICÍPIO DE CANELA, RS

SOPHIA D. RÔVERE¹; WILSON A. HOLLER²

Nº 11510

RESUMO

Modelos digitais de superfície terrestre são utilizados para realizar diversas análises relacionadas à modelagem ambiental. Analisar diferentes recursos disponíveis, como SRTM, ASTER GDEM e TOPODATA, faz-se necessário, uma vez que esses dados são obtidos e disponibilizados gratuitamente. Como forma de identificar os melhores recursos, este estudo obteve os resultados e os erros gerados pela manipulação dos modelos digitais de elevação (MDE) do Município de Canela, no Rio Grande do Sul, obtidos por comparação de carta topográfica 1:50.000 com dados do SRTM, ASTER GDEM e TOPODATA, a fim de avaliar a confiabilidade dos dados e determinar sua discrepância. Para a análise da região do Município de Canela, concluímos que os dados SRTM apresentaram menor variação do erro em comparação com ASTER GDEM e TOPODATA, considerando como referência dados altimétricos na escala 1:50.000.

ABSTRACT

Digital surface models are being used to perform various tests related to environmental modeling. Analyzing the different features available, such as SRTM, ASTER GDEM and TOPODATA, is necessary, since these data are obtained and made available for free. In order to identify the best resources, this study obtained the results and errors generated by manipulating digital elevation models (DEM) of the municipality of Canela, Rio Grande do Sul, Brazil, by comparing 1:50,000 topographic maps with data from SRTM, ASTER GDEM and TOPODATA, in order to assess the reliability of the data and determine its discrepancy. For the analysis of the municipality of Canela, we concluded that SRTM data showed less error variation in comparison to ASTER GDEM and TOPODATA when using altimetry data on a scale of 1:50,000 as reference.

¹ Bolsista na Embrapa Monitoramento por Satélite: Graduação em Geografia, PUC Campinas, Campinas-SP, ✉sophiarovere@gmail.com.

² Orientador: Analista de Geoprocessamento, GPIG/Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, ✉holler@cnpm.embrpa.br.



INTRODUÇÃO

O prévio conhecimento de dados altimétricos subsidia, segundo Jarvis et al. (2004), análises em ecologia, hidrologia, agricultura, climatologia, geologia, pedologia, geomorfologia, entre outros, como forma de explicar e prever processos por meio da modelagem da superfície terrestre. A capacidade de compreender esses processos depende da qualidade dos dados topográficos que estão disponíveis³.

Existe variedade de terminologias para designar modelos digitais que representam a superfície terrestre. Modelos digitais de superfície (MDS), também conhecidos como modelos digitais de elevação, representam a superfície do terreno acrescida de quaisquer objetos existentes sobre ela que influenciem no valor radiométrico do pixel. Ou seja, se existirem árvores e construções, a superfície representada refere-se ao topo das mesmas (CRUZ et al., 2011). Por outro lado, segundo Cruz et al. (2011), os modelos digitais de terreno (MDT) representam a superfície real do terreno, ou seja, descrevem a altimetria do terreno, sem incluir edifícios, e, segundo Araujo et al. (s.d), também são conhecidos como modelos numéricos de terreno (MNT).

Atualmente podemos utilizar dados altimétricos de distribuição gratuita provenientes de três principais fontes: o SRTM, sigla em inglês para *Shuttle Radar Topography Mission*, que, segundo Rodriguez et al. (2005) citado por Rodrigues et al. (2011), é atualmente o mais completo conjunto de dados de elevação, abrangendo uma cobertura de 80% da superfície da Terra. Os dados do SRTM são obtidos por interferometria realizada em conjunto pela agência espacial norte-americana *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA). O modelo digital de elevação (MDE) do SRTM tem 3 s de arco, com aproximadamente 90 m de resolução espacial (MIRANDA, 2005). O ASTER GDEM, sigla em inglês para *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, Global Digital Elevation Model*, é um esforço cooperativo entre a NASA, o Ministério de Economia, Comércio e Indústria (METI) do Japão e o Centro de Sensoriamento Remoto e Análise de Dados da Terra (Centro ERSDAC – sigla em inglês para *Japan's Earth Remote Sensing Data Analysis Center*). A pré-produção estimada para este produto tem a precisão global de 20 m para altimetria e de 30 m para os dados precisão posicional⁴ (ERSDAC, 2011). Por fim, temos os dados TOPODATA, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que, segundo

³ Tradução livre feita por Sophia Damiano Rôvere (2011).

⁴ Tradução livre feita por Sophia Damiano Rôvere (2011).

Valeriano (2008), oferece livre acesso a variáveis geomorfométricas locais derivadas de dados SRTM para todo o território nacional. Estes dados foram reamostrados da resolução espacial original de 3 s de arco (~90 m) para 1 s de arco (~30 m) por *krigagem* (VALERIANO, 2008).

Área de estudo

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizamos o recorte do Município de Canela, RS, conforme a Figura 1, porque a região apresenta o relevo bem diversificado e acentuado, com diferentes cotas altimétricas (300 m a 1.200 m). Nesta região, podem-se observar as cotas altimétricas mais elevadas do Rio Grande do Sul, que ultrapassam 1.200 m (IBGE, 2011). Além disso, a região dispõe de uma base cartográfica segura e atualizada com escala 1:50.000 (HASENACK, WEBER, 2010), o que facilita comparações altimétricas com dados SRTM, ASTER GDEM e TOPODATA.

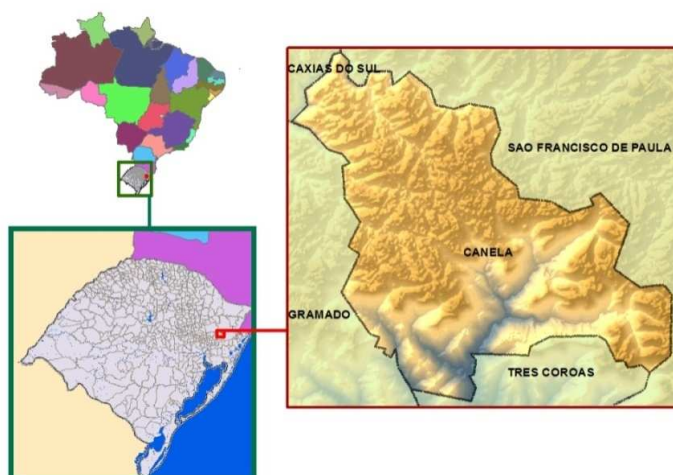


FIGURA 1. Localização do Município de Canela.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização das análises altimétricas contidas neste trabalho, foram utilizados como dados de referência os valores altimétricos da base cartográfica vetorial do Estado do Rio Grande do Sul, que contém elementos da altimetria (pontos cotados e curvas de nível), hidrografia, sistema viário, manchas urbanizadas, resultantes da vetorização de 462 cartas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que considera a divisão sistemática do mapeamento brasileiro onde o Rio Grande do Sul é interceptado por divisões na escala 1:50.000 (HASENACK, WEBER, 2010).



A padronização dos dados e sua compatibilização foram as primeiras medidas realizadas para as comparações dos diferentes modelos digitais de superfície. Para isso, o primeiro processo consistiu em converter as curvas de nível do Estado do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000 para o formato TIN (*Triangulated Irregular Network*), que, segundo ESRI (2011), é utilizado para a modelagem de superfície, além de outros tipos de análise espaciais. As curvas de nível da altimetria contêm a equidistância vertical de 20 m. O segundo passo foi converter o arquivo TIN para arquivo do tipo *raster*, com resolução espacial de 30 m e 90 m, uma vez que este formato facilita a comparação entre dados contínuos ao longo da paisagem (solo), visto que os dados SRTM, ASTER GDEM e TOPODATA também estão disponíveis neste formato.

Após a etapa de conversão dos dados da base cartográfica, decidiu-se reamostrar o arquivo *raster* gerado a partir das curvas de nível da base cartográfica 1:50.000 para as resoluções espaciais de 30 m e 90 m, respectivamente, para a compatibilização com os arquivos ASTER GDEM, TOPODATA E SRTM. Para tal, foi utilizada a reamostragem por interpolação bilinear.

Padronização dos dados

Para assegurar a confiabilidade e funcionamento dos dados gerados neste projeto, foi realizada a padronização de todos os dados *raster* utilizados no estudo, como a adoção do mesmo sistema de projeção para todos os arquivos. Neste caso, utilizamos o sistema de projeção Lambert, que é uma projeção cuja superfície é projetada em um cone secante a ela em dois paralelos determinados. Este sistema foi escolhido para minimizar a propagação de erro na conversão entre sistemas de referência e de projeção, visto que a base cartográfica de referência do Rio Grande do Sul, escala 1:50.000, adota este sistema de projeção. O sistema de referência adotado foi o SAD-69 em razão de ser o mesmo adotado para a base cartográfica de referência.

Ainda com o intuito de manter a padronização dos dados trabalhados, criou-se um *buffer de 500 m* determinando uma área de influência em torno dos limites do Município de Canelas. Este procedimento foi adotado com o objetivo de minimizar a degradação dos pixels nas bordas, o que ocorre frequentemente em dados *raster* reamostrados por interpolação bilinear ou, ainda, por convolução cúbica, que apresenta um aspecto visual mais atrativo que as outras, porém os dados são alterados mais drasticamente (UFRGS, 2011).



Após a padronização de todos os dados, foi feita a comparação deles utilizando como referência o arquivo *raster* gerado por meio da base cartográfica altimétrica do Município de Canela. Esse método foi realizado pela operação de subtração dos arquivos do *raster* salvo com a resolução de 90 m menos o SRTM; o arquivo *raster* salvo com resolução de 30 m menos o ASTER; e, por fim, o arquivo *raster* também com a resolução de 30 m menos o TOPODATA, como demonstra a Tabela 1.

TABELA 1. Subtração dos arquivos MDE (modelo digital de elevação).

MDEs	
Curvas_de_Nível_Canela (30 m)	ASTER (30 m)
Curvas_de_Nível_Canela (30 m)	TOPODATA (30 m)
Curvas_de_Nível_Canela (90 m)	SRTM (90 m)

A Tabela 1 mostra as comparações realizadas. A primeira coluna representa os dados *raster* obtidos a partir das curvas de nível e reamostrados para a resolução espacial dos dados altimétricos ASTER GDEM, TOPODATA e SRTM. Dessa forma, esse procedimento permitiu obter as diferenças geradas como uma superfície de erros, além de quantificar os erros e identificar onde eles ocorrem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados gerados por subtração dos arquivos foram organizados na forma de tabela para melhor expor os resultados. A Tabela 2 apresenta os seguintes campos: número mínimo, máximo, média e desvio padrão. Esses números representam a variação altimétrica, sendo, por exemplo, o número mínimo referente ao valor da altitude mínima encontrada no arquivo *raster*. A Tabela 2 é referente à comparação das curvas de nível reamostradas para 30 m com o ASTER, das curvas de nível reamostradas para 90 m com SRTM e das curvas de nível reamostradas para 30 m com dados do TOPODATA.

Dessa forma, podemos observar que as médias para os dados ASTER e TOPODATA são maiores, o que demonstra que os dados estão com uma altitude média de 44 m acima da superfície. A Figura 2 mostra as duas superfícies altimétricas geradas pelas curvas de nível e pelos dados ASTER GDEM.

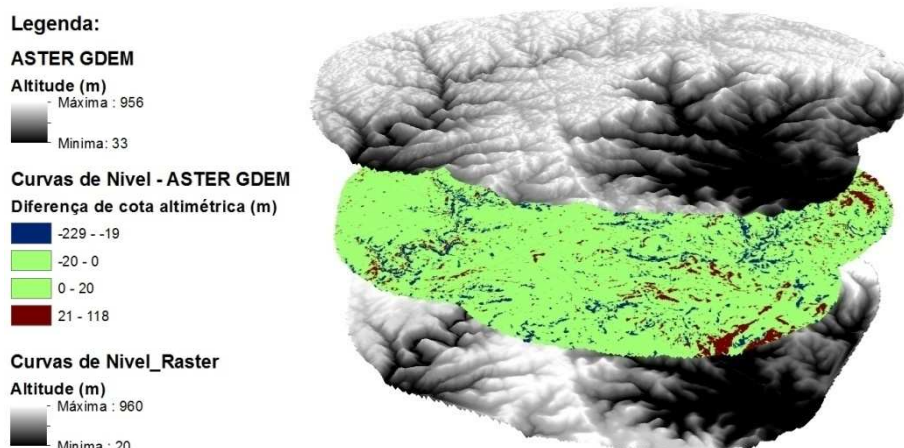


FIGURA 2. Ilustração da comparação entre os dados *raster* altimétricos obtidos por meio das curvas de nível e do ASTER GDEM.

A média dos dados do SRTM apresenta valor inferior, ou seja, o erro médio foi menor. Comparando-se os diferentes dados SRTM, ASTER e TOPODATA, podemos observar que o erro dos dados SRTM é o menor. Assim, o número do desvio médio desta tabela também é o menor.

TABELA 2. Valores encontrados para a diferença entre curvas de nível (30 m) e ASTER e TOPODATA e curvas de nível (90 m) e SRTM.

	Mín.	Máx.	Média	Desvio padrão
SRTM	-275	120	-27	76
TOPODATA	-235	125	-44	92
ASTER	-229	118	-44	91

O desvio padrão representa a variação do erro. Um baixo desvio padrão indica uma pequena variação em torno do erro, portanto, podemos concluir que, para a região trabalhada, as comparações feitas com o ASTER e o TOPODATA apresentam maior variação de erro, ao contrário da comparação feita com o SRTM, que neste projeto apresentou a menor variação de erro e, conseqüentemente, melhor resultado.

A Figura 3 mostra a distribuição dos erros na região de estudo com os valores sumarizados na Tabela 4.

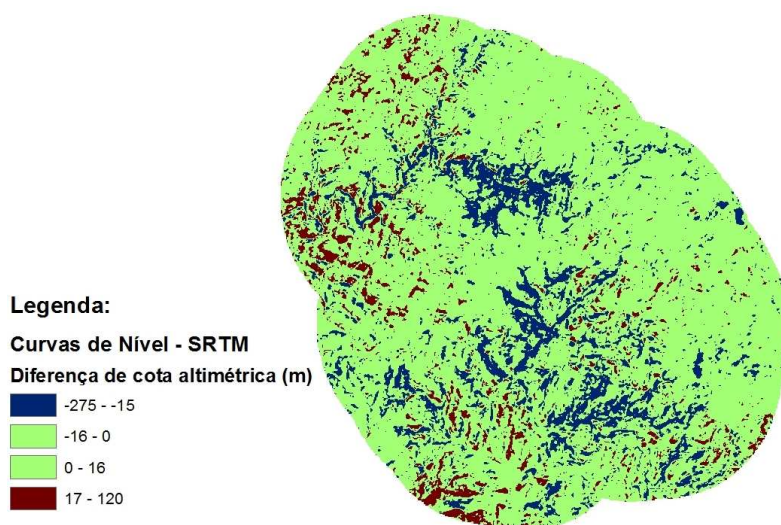


FIGURA 3. Distribuição dos valores encontrados para a diferença entre curvas de nível (90 m) e SRTM.

De forma geral, a distribuição dos erros dos valores mais discrepantes das Figuras 2 e 3 estão em regiões de diferenças de cotas altimétricas mais elevadas. Não houve correlação direta entre áreas mais altas e áreas mais baixas, portanto são necessário estudos mais rigorosos. No entanto, os dados do SRTM foram os que apresentaram melhores resultados, tanto para as áreas mais elevadas quanto para as áreas mais baixas, quando comparados aos dados do ASTER GDEM e do TOPODATA para a região de estudo.

CONCLUSÕES

As maiores diferenças são encontradas nas áreas onde a diferença de cotas altimétricas é mais acentuada, em regiões próximas a fundos de vale, ou seja, de maior declividade. Essa variação pode ter sido decorrente das diferentes técnicas (radar e estereoscopia) de obtenção do modelo digital da superfície para o caso da comparação entre curvas de nível e SRTM, além de erros inerentes ao próprio processo de obtenção da altimetria pelo ASTER.

Os dados ASTER GDEM são obtidos por pares estereoscópicos, com uma visada no nadir (ortogonal à superfície imageada) e outra após a passagem do sensor, o que gera uma possível tendência e distorção no resultado do modelo digital de elevação obtido. Além desta possibilidade, outras anomalias são mencionadas em ERSDAC (2011). Novas análises devem ser efetuadas em outras regiões, considerando-se a geração de altimetria por par estereoscópico do sensor ASTER e a geração automatizada obtida pela ERSDAC (2011).



A utilização de dados altimétricos ASTER GDEM e derivações dos dados SRTM deve ser cautelosa, visto que as maiores diferenças altimétricas foram encontradas nestes casos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. T.; SANTOS, R. L.; LAGE, C. S. A modelagem digital de elevação como instrumento de análise da ocupação do sítio urbano. S.D. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/149-SG36.pdf> Acesso em: 20 maio 2011.

CRUZ, C. B. M.; BARROS, R. S.; CARDOSO, P. V.; REIS, R. B.; ROSÁRIO, L. S.; BARBOSA, S. S.; RABACO, L. M. L.; LOURENÇO, J. S. Q. Avaliação da exatidão planialtimétrica dos modelos digitais de superfície (MDS) e do terreno (MDT) obtidos através do LIDAR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 30., 2011. Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1096.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2011.

ERSDAC. **METI and NASA Release ASTER Global DEM**. Disponível em: <http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/image/ASTER%20GDEM%20Readme_Ev1.0.pdf>. Acesso em: 06 de jun. 2011.

ESRI. **What is raster data**. Disponível em: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=What_is_raster_data%3F>. Acesso em: 6 jun. 2011.

HASENACK, H.; WEBER, E. (Org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRS-IB-Centro de Ecologia, 2010. 1 DVD- ROM. (Série Geoprocessamento, 3).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de biomas e de vegetação**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=169>. Acesso em: 20 maio 2011.

JARVIS, A.; RUBIANO, J.; NELSON, A.; FARROW, A.; MULLUGAN, M. **Practical use of SRTM data in the tropics – comparisons with digital elevation models generated from cartographic data**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2004. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org/PDF/Jarvis4.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2011.

MIRANDA, E. E. de. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 6 jun. 2011.

RODRIGUES, G. O. de; NOBRE, A. D.; SILVEIRA, A. C.; CUARTAS, L. A. Efeitos da resolução espacial de dados SRTM na descrição de terrenos obtida pelo modelo HAND (*Height Above the Nearest Drainage*) – estudo de caso em Manaus/AM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 30., 2011. Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1379.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2011.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Página dinâmica para aprendizagem do sensoriamento remoto**. Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/engcart/PDASR/geor.html>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia_enx.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.