

Validação do produto ASTER GDEM para a região de Seropédica - RJ

Tatiana Yoshikawa¹
Mauro Antônio Homem Antunes¹
Paula Debiasi¹

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ
BR 465 km 07 - 23890-000 - Seropédica - RJ, Brasil
homemantunes@gmail.com
paula@ufrj.br
tatiana_suzy@hotmail.com

Abstract. The Digital Elevation Models (DEMs) have many uses, and in recent years many global DEMs are available free. The aim of this study is to evaluate on DEM the generated by ASTER GDEM for the region of Seropédica-RJ, and compare it with another global model of the SRTM DEM. The reference parameter of this evaluation was a DEM generated from contour lines extracted from maps on the scale of 1/10.000. We developed two methods, the first using the subtraction of the DEM with DEM of reference, the second using 60 points with elevations collected of DEM the three and calculating the RMSE for each model. As a third approach used a map of the slope to determine which regions with greater accuracy problems altimetry. These methodologies it was possible to analyze and evaluate the product of the ASTER GDEM.

Palavras-chave: ASTER GDEM, SRTM, validação MDE

1. Introdução

Os Modelos Digitais de Elevação (MDEs) podem ser utilizados em uma quantidade ilimitada de aplicações que dependem da informação de altitude. Dentre as aplicações de MDEs estão: a avaliação de risco de inundação, a modelagem de deslizamentos de terra, o planejamento de vôo, a retificação de imagens, o planejamento urbano, em uso militar, etc. (Chang *et al.*, 2010). Para a geração de MDEs de alta resolução pode-se utilizar de métodos fotogramétricos (sensor passivo), ou de técnicas do Sensoriamento Remoto como a Interferometria por radar (sensor ativo), e atualmente ainda pode-se demandar do uso de Laser Scanner Aerotransportado (LSA).

Nos últimos anos foram disponibilizados gratuitamente MDEs de alta resolução com cobertura quase que global. O SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foi disponibilizado em 2000 com 3" de resolução espacial (90 metros), sendo o MDE gerado por interferometria de imagens de radar. Posteriormente foi disponibilizado o ACE2 com resolução de 90 metros e em 2009 foi disponibilizado o ASTER-GDEM (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer - Global Digital Elevation Model*) com resolução de 30 metros (Chang *et al.*, 2010). O novo MDE global, o ASTER-GDEM, foi produzido pelo Ministério de Economia, Comércio e Indústria do Japão (METI) em conjunto com a Agência Espacial Americana (NASA). A metodologia para a criação deste modelo global utilizou de esteropares do sensor óptico ASTER utilizando as bandas 3N (nadir) e 3B (backward) na região do infravermelho próximo.

Tanto o Japão quanto o EUA realizaram estudos de validação dos produtos GDEM ASTER (ASTER GDEM Team, 2009). No Japão estes estudos foram realizados pela ERSDAC (*Earth Remote Sensing Data Analysis Center*) em cooperação com a Universidade de Tóquio. A abordagem de validação do produto adotada por ambos os países foi semelhante, em que as precisões dos MDEs GDEM ASTER foram calculadas utilizando pontos de referência no terreno. Além disso, o GDEM ASTER foi caracterizado em termos de ocupação do solo, declividade e anomalias residuais que afetam a qualidade global do produto e podem impactar algumas aplicações do usuário final. Esta validação foi realizada

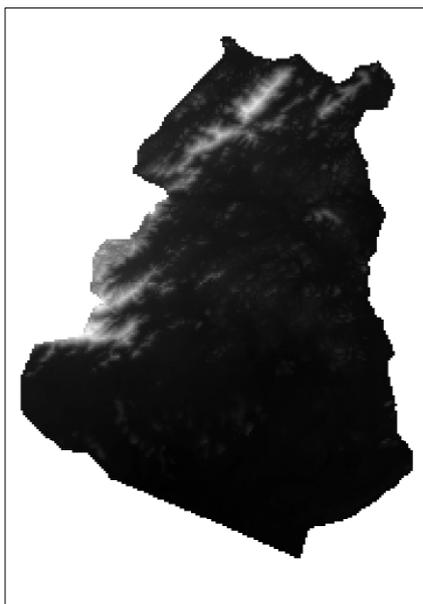
detalhadamente para o território do Japão e dos EUA, sendo a cobertura global analisada por amostragem. Nenhum MDE do ASTER GDEM relativo ao território brasileiro foi validado pela amostragem do ASTER GDEM Team (2009). A abordagem de validação dos EUA avaliou de forma detalhada a precisão do ASTER GDEM para os contíguos dos Estados Unidos (CONUS), e procurou estender os resultados detalhados atingido no CONUS para o resto do mundo, usando uma estratégia de amostragem. Chang *et al.*, (2010) avaliou a qualidade de MDEs globais utilizando *real-time kinematic* GPS (GPS-RTK) e LSA.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do ASTER GDEM na região de Seropédica-RJ utilizando uma metodologia similar a adotada pelo ASTER GDEM Team, (2009). Até a disponibilização do ASTER GDEM o MDE global disponível era o SRTM, como a forma de aquisição e processamento destes dados é diferente, cabe avaliar se a melhor resolução espacial do ASTER realmente superou a qualidade do MDE que era disponibilizado até então. Os dois MDEs foram avaliados tendo-se como parâmetro de referência um MDE extraído de cartas na escala de 1/10.000 para a região de Seropédica - RJ.

2. Metodologia de Trabalho

O MDE do ASTER GDEM da região de Seropédica-RJ foi adquirido gratuitamente no site da ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM) disponível em: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>. O MDE do SRTM da região de Seropédica-RJ foi adquirido gratuitamente no site da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária disponível em <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>. Para servir de referência altimétrica vetorizou-se cartas na escala de 1/10.000 da região de Seropédica - RJ, e a partir das curvas de nível gerou-se um MDE da região com resolução espacial de 5m. O MDE gerado foi recortado conforme o limite do município, realizando-se a mudança do Datum de Córrego Alegre para WGS-84, compatibilizando assim os dados dos MDEs de diferentes fontes. (Figura 1)

Figura 1: MDE do Município de Seropédica-RJ extraído de cartas topográficas na escala 1:10.000.

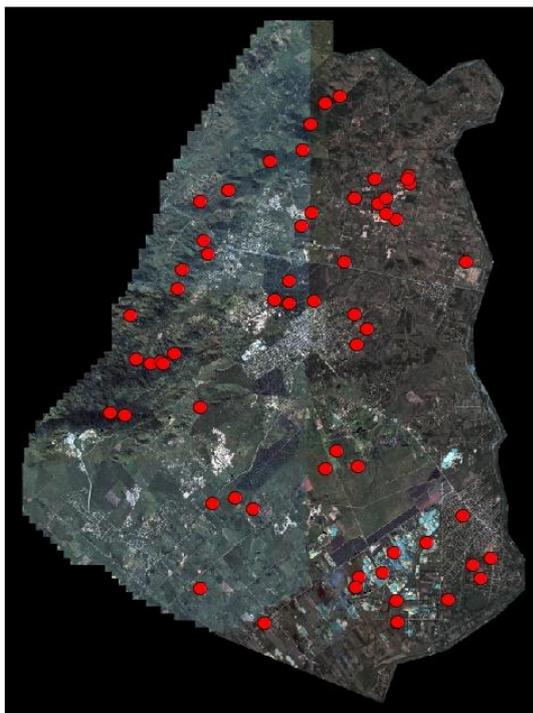


Seguindo a metodologia de validação utilizada pelo ASTER GDEM Team (2009) realizou-se a subtração dos MDEs do ASTER e do SRTM em relação ao MDE de referência

gerado pelas cartas topográficas. Para a realização da subtração de imagens é necessário que estas tenham a mesma resolução espacial. Para a compatibilização da resolução espacial dos MDEs foi necessária a reamostragem dos MDEs do ASTER e do SRTM que possuem 30m e 90m de resolução espacial, para um pixel de 5m. Além disso foi importante realizar esta reamostragem, pois os pixels dos MDEs não são quadrados, possuindo uma pequena diferença nas dimensões x e y de cada pixel, pois o sistema de projeção utilizado é o UTM (*Universal Transverso de Mercator*). As duas imagens geradas pela subtração dos MDEs possibilitaram a visualização da diferença entre cada pixel do ASTER GDEM e do SRTM em relação ao modelo gerado com as cartas topográficas. Com esta metodologia é possível visualizar as diferenças de altitude em toda a área de estudo.

Também utilizou-se pontos de controle distribuídos homogeneamente na região dos MDEs para da mesma forma que na validação adotada pelo ASTER GDEM Team (2009) verificar pontualmente os MDEs. Foi realizada a coleta da altitude de 60 pontos com coordenadas planimétricas iguais nos três MDEs (ASTER, SRTM e o de referência). Estes pontos foram distribuídos da seguinte maneira: 20 pontos na área altitude baixa, 20 pontos na área de grande variação de altitude e 20 pontos na área de altitude alta.(Figura 2).

Figura 2: Distribuição dos 60 pontos apresentado em um Mosaico de imagens QuickBird e Ikonos II



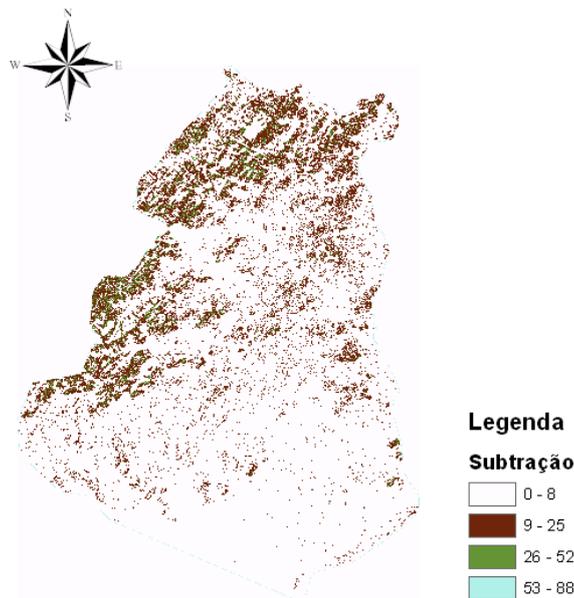
Um mapa de declividade da área de estudo foi gerado a partir do MDE de referência. Este mapa proporcionará a avaliação das diferenças altimétricas entre os MDEs de acordo com a declividade do terreno.

3. Resultados e Discussão

Pela subtração dos MDEs do ASTER GDEM e do SRTM com o MDE de referência gerou-se duas imagens . (Figura 3 e 4). Na análise visual dos resultados pode-se observar que na subtração do ASTER GDEM com o MDE de referência a diferença entre as altitudes é

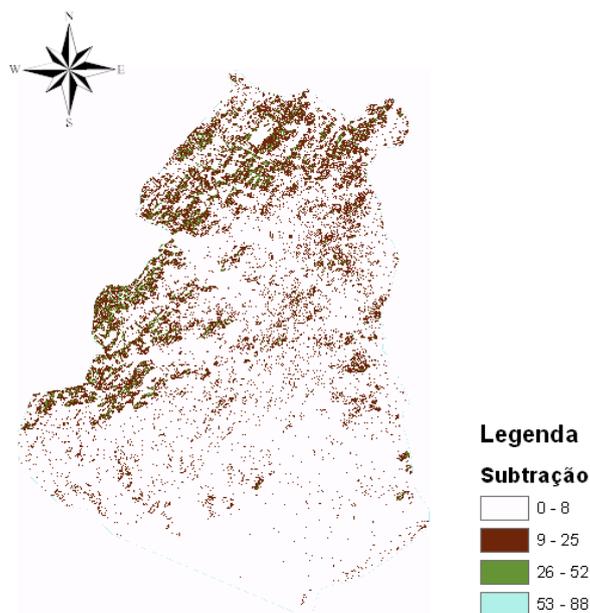
mais acentuada que na subtração do SRTM com o MDE de referência (porção norte da área de estudo). Como demonstrado na figura 3, a subtração do ASTER GDEM com o MDE de referência (MDE carta) possui diferenças de altitude variando de 0 a 8m na maior parte da região de estudo.

Figura 3: Subtração MDE Carta do ASTER GDEM.



Na figura 4, a subtração do SRTM com o MDE de referência demonstra-se que as diferenças de altitude variam também em sua maior parte de 0 a 8 m. Porém as diferenças na porção norte da figura demonstram uma maior similaridade do MDE do SRTM com o MDE de referência do que o ASTER GDEM com o MDE referência.

Figura 4: Subtração MDE Carta do SRTM.



Pode-se ainda comparar as diferenças de altitude dos MDEs nas figuras 3 e 4 e a declividade da região (Figura 5), nota-se que quanto maior a declividade do local mais

significativa é a variação de altitude entre os MDE do ASTER e SRTM com o MDE de referência.

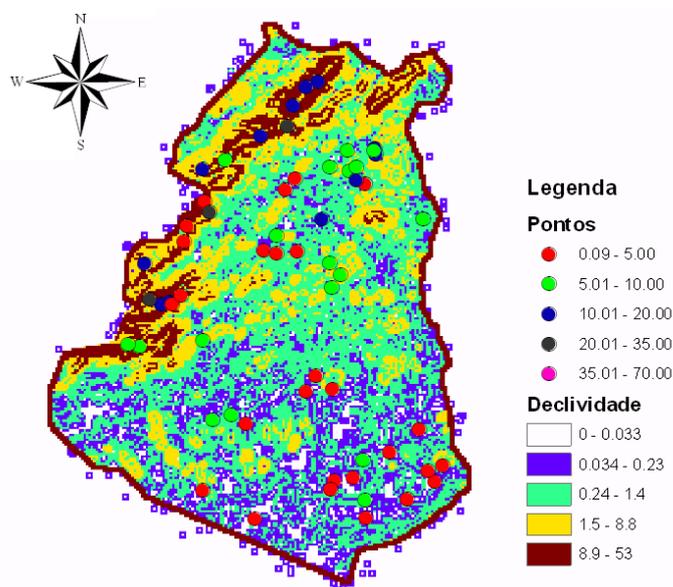
Em uma segunda forma de avaliação do produto ASTER GDEM, coletou-se a altitude de 60 pontos no MDE de referência, no ASTER GDEM e no SRTM. Foram subtraídas a altitude coletada no MDE das cartas com a altitude coletada no MDE do SRTM e do ASTER, gerando dessa forma uma tabela com diferença mínima e máxima de altitude, média das diferenças, desvio padrão e RMSE (*Root Mean Square Error*) (Tabela 1). Sendo que os pontos de diferença do MDE do ASTER a média foi maior que com os pontos do SRTM, enquanto que o desvio padrão menor. O RMSE dos ASTER ficou em 9.88m, enquanto que com o SRTM o RMSE foi de 14.74m.

Tabela 1: Resultados da acurácia absoluta por ponto

DIFERENÇA ALTITUDE	MÍNIMO (m)	MÁXIMO (m)	MÉDIA (m)	DESVIO PADRÃO (m)	RMSE (m)
CARTAS-ASTER	-28.12	29.32	2.02	9.74	9.88
CARTAS-SRTM	-66.98	45.87	0.94	14.80	14.74

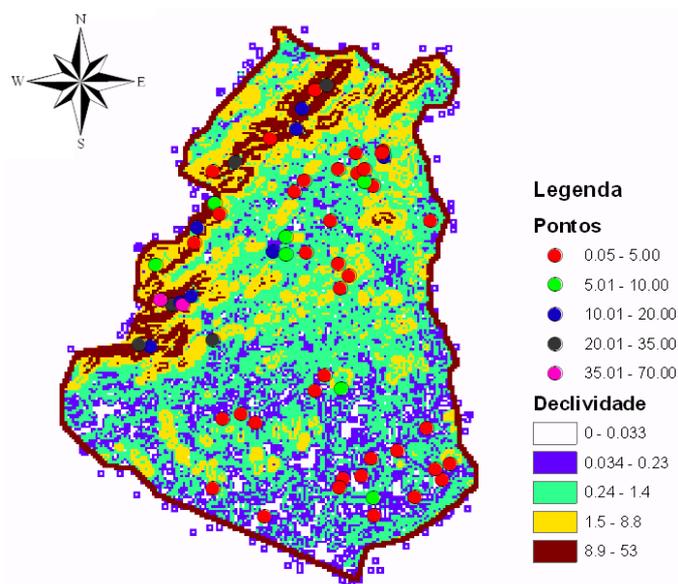
Uma terceira abordagem para a avaliação do produto ASTER GDEM foi plotar a diferença de altitude dos 60 pontos analisados na Tabela 1 em um mapa de declividade da região de estudo. Na figura 5 as diferenças de altitude entre os pontos coletados no MDE carta e no ASTER GDEM foram plotados sobre o mapa de declividade.

Figura 5: Mapa de declividade e pontos de diferenças de altitude entre o MDE carta e o ASTER GDEM



Pela figura 5 pode-se visualmente analisar que os pontos com maiores diferenças de altitude (aproximadamente 10 a 20m - cor azul na figura) se concentram na área com maior declividade (cor marrom na figura) Na figura 6 as diferenças de altitude entre os pontos coletados no MDE carta e no SRTM foram plotados sobre o mapa de declividade.

Figura 6: Mapa de declividade e pontos de diferenças de altitude entre o MDE carta e o SRTM.



Na figura 6, assim como na figura 5 os pontos com maior diferença de altitude (pontos em azul, preto e rosa) se concentram nas áreas de maior declividade (área marrom da figura).

4 Conclusão

A validação do MDE do ASTER GDEM para diferentes regiões do território brasileiro torna-se indispensável na medida em que estes dados foram validados rigorosamente em caráter regional (EUA e Japão) e globalmente apenas por amostragem. Este trabalho buscou seguir uma metodologia de avaliação do ASTER GDEM similar a utilizada pelo ASTER GDEM Validation Team (2009) em uma região específica.

Os resultados alcançados neste trabalho demonstram que as diferenças entre o MDE do ASTER GDEM e SRTM com o MDE de referência variam entre 0 e 8m em quase toda a área de estudo. Pelas figuras de subtração obtidas nota-se que o MDE do ASTER GDEM possui uma diferença maior de altitude em áreas em que a declividade é maior que 8.9m, sendo estas diferenças mais sutis no SRTM. Pode-se atribuir este fato a possíveis problemas de correlação de imagens no processamento dos pares estereoscópicos do ASTER em regiões de maior declividade.

Através dos pontos de controle coletados nos MDEs conclui-se que o RMSE encontrado com o MDE do SRTM (14.8m) é maior que o RMSE do ASTER GDEM (9.74m), demonstrando que pontualmente estes modelos se diferem. Pretende-se em trabalhos futuros realizar a validação do ASTER GDEM pelos diferentes usos do solo, classificando uma imagem de um sensor óptico e integrando às imagens de subtração dos MDEs avaliados e o de referência.

Referências Bibliográficas

ASTER Global Digital Elevation Model. Disponível em: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>

ASTER GDEM Validation Team. **ASTER Global DEM Validation Summary Report**, Junho de 2009. Disponível em <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>.

BOLTEN A., WALDHOFF G. Error Estimation of ASTER GDEM for regional applications – comparison to ASTER DEM and ALS elevation models. **Anais** 3° ISDE Digital Earth Summit, Nessebar, Bulgária, 2010

CHANG, H.C. LI, X., GE, L. Assessment of SRTM, ACE2 and ASTER-GDEM using RTK-GPS. **Anais** 15th Australasian Remote Sensing & Photogrammetry Conference, Alice Springs, Austrália, 13-17 setembro, 2010.

ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM). Disponível em: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/> Acesso em: 05 sets 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm> Acesso em: 19 ago 2010.