

Avaliação de Modelos Digitais de Elevação para aplicação na caracterização do ambiente cafeeiro na Região da Serra da Mantiqueira, MG.

Lucas Ferreira Modesto da Silva ¹
Helena Maria Ramos Alves ²
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira ¹
Rosângela Alves Tristão Borém ³
Pedro Henrique Baêta Angelini ³
Flávio Meira Borém ³
Margarete Marin Lordelo Volpato ¹

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG/CTSM
Caixa Postal 76 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
luksgeo@yahoo.com.br; {tatiana, margarete}@epamig.ufla.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/CAFÉ
Caixa Postal 4315 – 70770-901 – Brasília – DF, Brasil
helena@embrapa.br

³ Universidade Federal de Lavras - UFLA
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
pedrobaeta21@gmail.com; flavioborem@deg.ufla.br; tristaoborem@gmail.com

Abstract. The digital elevation models (DEMs) are being widely used. Its applications can be related to prevention, planning and monitoring of activities in space, whether urban or rural. One of its main applications is linked to agriculture being a tool for strategic decision making to improve agricultural practices or reducing impacts on the environment. Measuring the accuracy of a DEM is a job that requires going to the field and check sampled points for the best models. This study aims to evaluate and compare the DEM with MDE generated from the contours of the IBGE. We performed trip to the field to collect sample points randomly in the study area. We applied the square root of the mean square error (RMSE) of the elevation of the extent of agreement Kappa. The altimetric variation between MDE made a small difference, and SRTM DEM presented the highest values in both the maximum altitude as the minimum. Regarding spurious depressions observed that the MDE SRTM showed a total of 10 times the value identified in the MDE curves IBGE. The drainage network extracted from DEMs showed a slight difference in their extensions, the MDE curves showed greater extent than the SRTM DEM. The RMSE of the two MDEs were low but still standard in accordance with a scale of 1:50,000.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, geology, sensoriamento remoto, processamento de imagens, geologia.

1. Introdução

Os modelos digitais de elevação (MDEs) estão sendo amplamente empregados em praticamente todos os setores da economia. Suas aplicações podem ser relacionadas a prevenção, planejamento e monitoramento de atividades realizadas no espaço, seja ele urbano ou rural. Uma de suas principais aplicações está ligada a agricultura sendo ferramenta para tomada de decisões estratégicas ao melhoramento de práticas agrícolas ou na redução de impactos no ambiente.

Autores como Tomás et al. (2009), Chagas et al. (2010) e Cruz et al. (2011) compararam diversos modelos digitais de elevação afim de testar suas acurácia e assim definir qual modelo seria mais eficiente frente a análise apurada do terreno. No Brasil, com a falta de um órgão que regule a normatização de procedimentos para elaboração destes modelos, acaba gerando dúvidas no que diz respeito á qualidade dos dados (Chagas et al., 2010).

Medir a acurácia de um MDE é um trabalho que requer ir ao campo e amostrar pontos para verificação dos melhores modelos para representar o terreno, diante disso o presente

trabalho tem por objetivo avaliar o MDE do SRTM (Missão Topográfica do Radar Shuttle da NASA), com MDE gerado a partir de curvas de nível do IBGE (MDE Curvas), em relação as suas características qualitativas e quantitativas.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A Figura 1 representa a localização da área de estudo. Foram selecionados 13 municípios da serra da Mantiqueira de Minas.

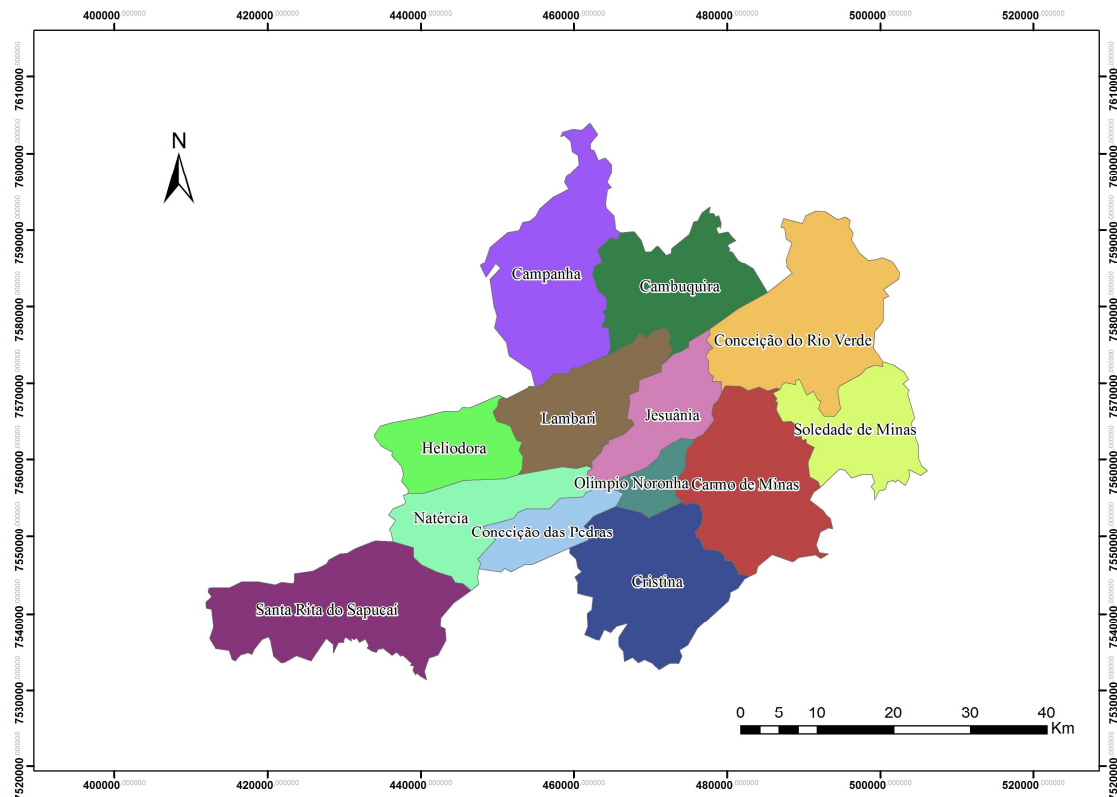


Figura 1. Área de estudo: Região da Serra da Mantiqueira, MG.

2.2. Material e Métodos

Foram utilizadas curvas de nível digitalizadas sobre as cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), escala 1:50.000 com curvas de nível equidistância vertical de 20 metros. A relação de cartas topográficas, bem como sua articulação pode ser observada na Tabela 1. Também foram utilizados dados da Missão SRTM (Missão Topográfica do Radar Shuttle) que objetivou obter um modelo digital do terreno de modo a gerar uma base completa de cartas topográficas digitais terrestre de alta resolução, com a referência SF-23-X-D, SF-23-X-C, SF-23-Z-A, SF-23-Y-B.

Tabela 1. Relação de cartas topográficas do IBGE

Articulação	Município
SF-23-V-D-V-4	São Gonçalo do Sapucaí
SF-23-V-D-VI-3	Lambari
SF-23-V-D-VI-4	Conceição do Rio Verde
SF-23-Y-B-II-3	Conceição dos Ouros
SF-23-Y-B-II-2	Heliodora
SF-23-Y-B-II-1	Pouso Alegre
SF-23-X-C-IV-3	Caxambu
SF-23-Y-B-III-3	Itajubá
SF-23-Y-B-II-4	Santa Rita do Sapucaí
SF-23-Y-B-III-4	Virginia
SF-23-Y-B-III-1	Cristina
SF-23-Z-A-I-1	Pouso Alto
SF-23-Y-B-III-2	São Lourenço

2.2.1. Modelos Digitais de Elevação

Para este trabalho foi gerado um modelo digital de elevação (MDE) a partir das curvas de nível do IBGE. O interpolador utilizado para processar os dados foi Topo to Raster, gerando um MDE com resolução espacial de 25 metros, denominado MDE Curvas. O MDE SRTM possui resolução espacial de 90 metros, por esse motivo seus dados foram reamostrados para uma resolução de 25 metros. .

Primeiramente foi realizada a análise qualitativa dos MDEs (Chagas et al., 2010). Foi avaliado o número de depressões espúrias encontradas nos modelos, as redes de drenagem identificadas dos mesmos e análise das curvas de nível.

Foi realizada ida a campo com GPSMAP 76CSx da marca GARMIN e coletados 96 pontos amostrais aleatoriamente na área de estudo. Também foram coletados pontos aleatórios nos modelos para verificação. Aplicou-se a raiz quadrada do erro médio quadrático (RMSE) da elevação (Chagas et al., 2010). Também foi aplicada a medida de concordância índice Kappa (Galparsoro e Pita Fernández, 2001), conforme a equação 1 e 2:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} \quad (1)$$

Onde d é a diferença de elevação entre o MDE e os pontos amostrados e n é o número de pontos da amostra.

$$K = \frac{\sum \pi_{ii} - \sum \pi_{i.} \sum \pi_{.i}}{1 - \sum \pi_{i.} \pi_{.i}} \quad (2)$$

onde os índices de soma vão desde i = 1 para i = C

3. Resultados e Discussão

A variação altimétrica entre os MDE apresentou uma pequena diferença, tendo MDE SRTM apresentado os maiores valores tanto na altitude máxima quanto na mínima.

Em relação às depressões espúrias observou-se que o MDE SRTM apresentou um total equivalente a 10 vezes o valor identificado no MDE Curvas, corroborando com os estudos de Chagas et al. (2010) que também observou aproximadamente a mesma proporção ao comparar MDEs produzidos a partir do SRTM e de cartas topográficas (Figura 2).

A rede de drenagem extraída dos MDEs apresentou uma leve diferença em suas extensões, o MDE Curvas apresentou maior extensão do que o MDE SRTM. Entretanto nos dois modelos foram observadas presença de linhas paralelas e erros grosseiros (Figura 3), Chagas et al. (2010) observou em suas análises que o MDE SRTM apresentou baixa concordância nas redes de drenagem extraídas. Fato que se for comparado, quantitativamente, se repete neste trabalho, ou seja, no MDE SRTM são identificados mais erros na drenagem.

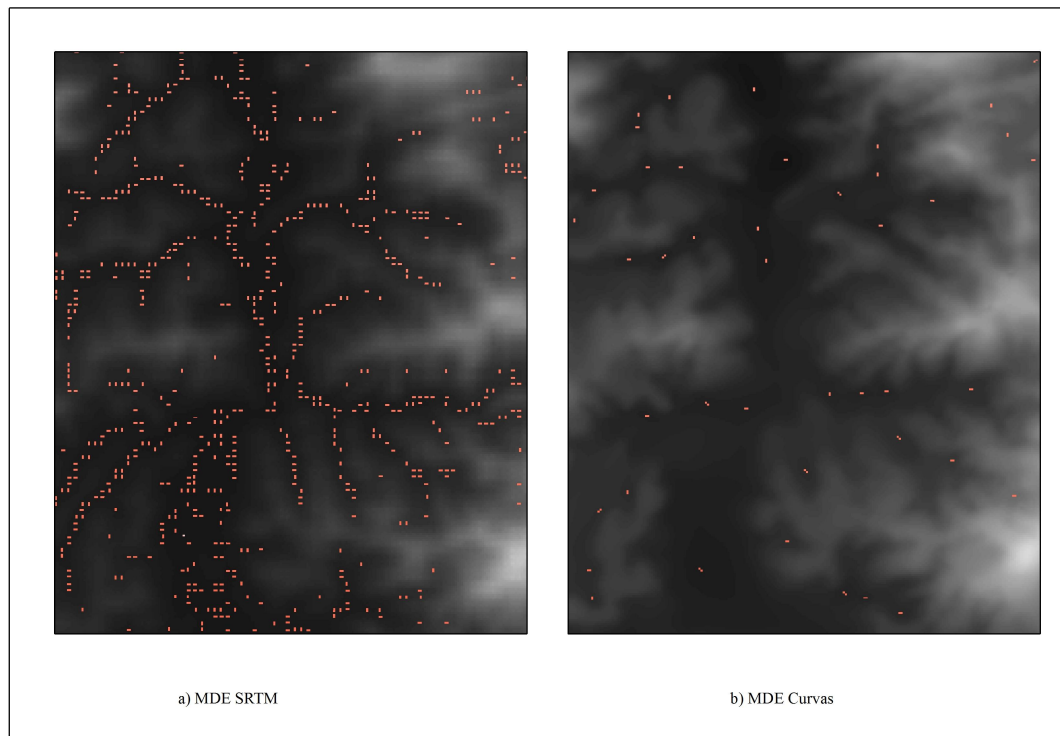


Figura 2. Comparação entre a quantidade de depressões espúrias identificadas no MDE SRTM e MDE Curvas.

O RMSE dos dois MDEs foram baixos, de acordo com Tomás et al. (2009) o Padrão de Exatidão Cartográfica é de 1,667. Observou-se que neste o MDE SRTM apresentou resultado em concordância com este padrão. O resultados obtidos foram abaixo dos alcançados por Chagas et al. (2009) em seu estudo, 14 para o MDE de cartas topográficas e 12 para MDE SRTM. Ainda sim os dois resultados garantem um padrão de conformidade com escala 1:50.000.

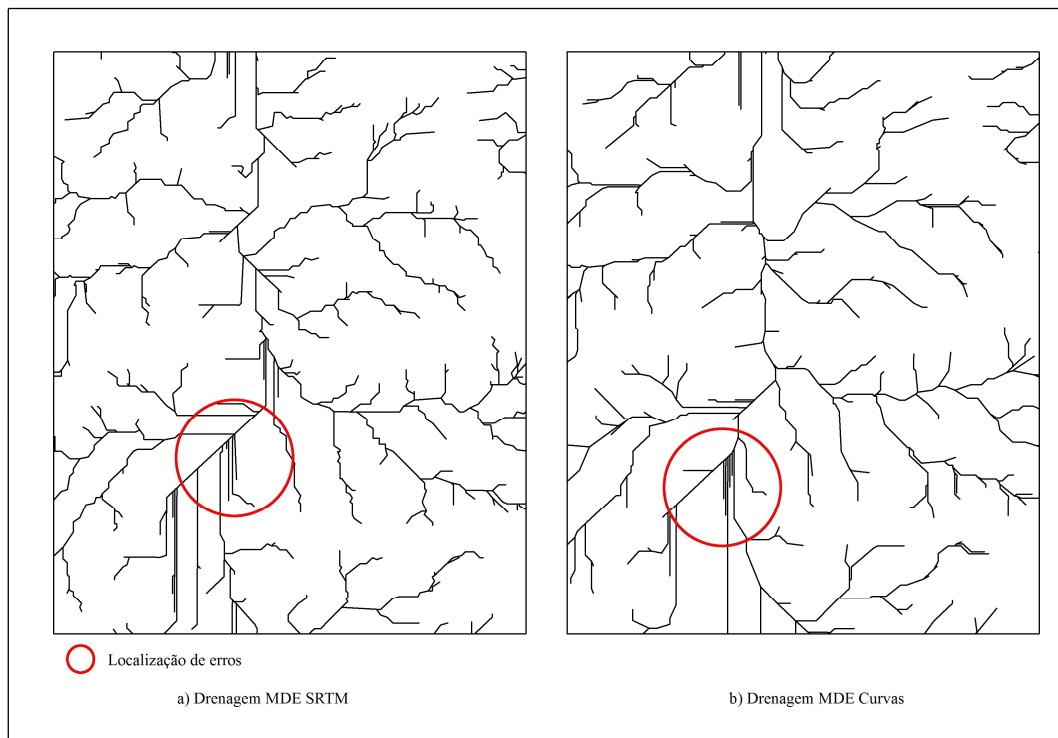


Figura 3. Comparação entre as redes de drenagem dos modelos digitais de elevação.

As curvas de nível podem ser visualizadas na Figura 4. Em uma análise visual é possível perceber maior presença de erros nas curvas geradas pelo MDE SRTM. Como pode ser observado as curvas geradas a partir do MDE Curvas apresentam traços consistentes, enquanto o MDE SRTM as linhas das curvas são mais quebradiças e menos arredondadas.

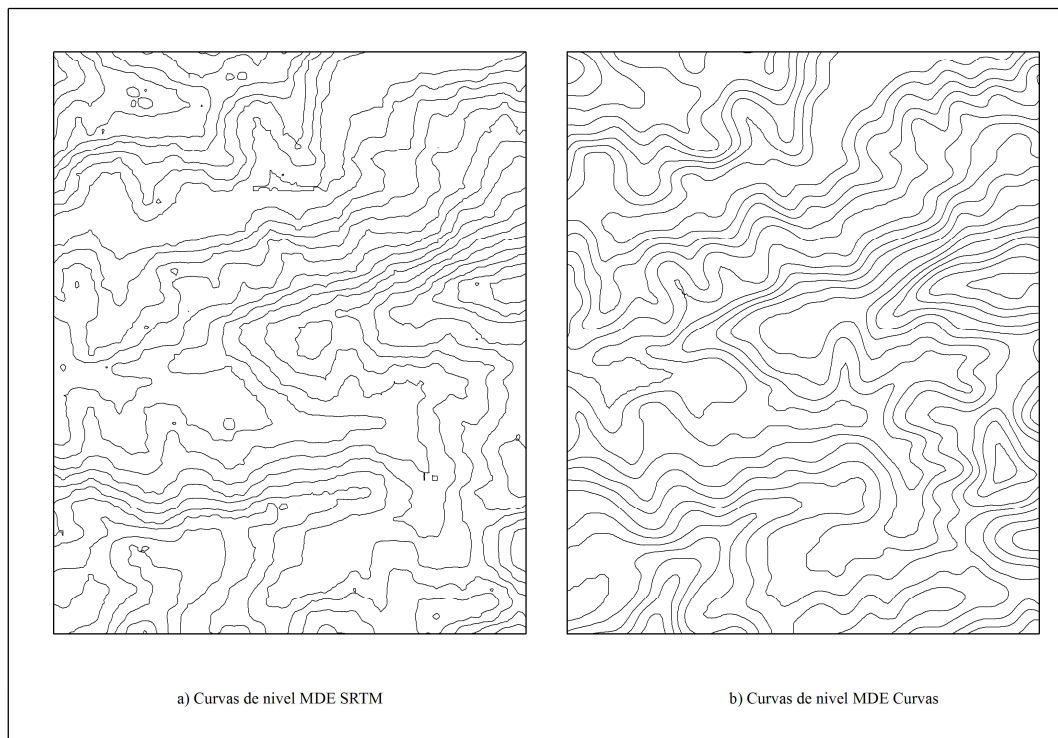


Figura 4. Curvas de nível geradas pelos modelos digitais de elevação.

Em relação ao índice de concordância Kappa, os dois modelos apresentaram resultados satisfatórios. A variação entre os índices das duas amostras foi de apenas 0,024, de acordo com Galparsoro e Pita Fernández (2001) quanto mais próximo de 1 maior é o Kappa, assim os dois MDEs enquadram-se entre 0,8-1,0 o que os classificam como muito bom. A Tabela 2 apresenta os valores correspondentes as características abordadas.

Tabela 2. Características analisadas nos modelos digitais de elevação.

Tipo	Altitude mínima (m)	Altitude máxima (m)	Depressões espúrias	Extensão da rede de drenagem (k)	RMSE (m)	Índice Kappa
MDE SRTM	805,07	1990,79	33191	7095	1,421	0,845
MDE Curvas	793,87	1987,76	3533	7146,28	2,496	0,869

4. Conclusões

Os dois modelos responderam bem ao índice Kappa e RMSE, a característica que mais chamou atenção foi o número de depressões espúrias, MDE SRTM apresentou 9 vezes a mais que MDE Curvas. O traçado das curvas de nível do MDE Curvas é mais consistente que a do MDE SRTM. O modelo digital que teve a melhor avaliação foi o MDE Curvas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), CNPq e ao CBP&D/Café pelos recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto e bolsas.

Referências bibliográficas

Chagas, C. S; Fernandes Filho, E. I; Rocha, M. F; Junior, W. C; Neto, N. C. S. N. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 218-226, 2010

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 superfícies (MDS) e do terreno (MDT) obtidos do Lidar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. Artigos, p. 5463. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1096.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

Galparsoro, L.U. e Fernández, S.P. Medidas de concordância: El índice Kappa. CAD Aten Primaria, p. 169-171, 21 out. 2008. Disponível em: <<http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa.htm>>. Acesso em: 3 mar. 2011..

Tomás, L. R; Oliveira, C. G; Fonseca, L. M. G; Almeida, C. M. Avaliação da Acurácia de Modelos Digitais de Superfícies Gerados a partir de um Esteriopar de iamgens IKONOS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 1897-1903. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.25/doc/1897-1903.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2012.