

### Brasil em Relevo: processamento de modelos digitais de elevação oriundos da Missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Marcos Cicarini Hott<sup>1</sup>  
Marcelo Guimarães<sup>†</sup>  
Evaristo Eduardo de Miranda<sup>3</sup>

#### Introdução

A carência de informação altimétrica no território nacional, no que tange à bases de dados contínuos, sejam elas analógicas ou digitais, vetoriais ou matriciais, é marcada por lacunas ou máculas cadastrais e cartográficas.

A demanda deste tipo de informação na sociedade é muito grande, e advindas em grande parte de organizações governamentais, mas essa necessidade passa a ser maior ainda quando se cria condições para sua utilização de uma maneira fácil e objetiva.

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, mestre em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite ([marcos@cnpm.embrapa.br](mailto:marcos@cnpm.embrapa.br))

<sup>†</sup> Biólogo, mestre em Ecologia pela Universidade de São Paulo, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite (in memoriam)

<sup>3</sup> Agrônomo, mestre e doutor em Ecologia pela Universidade de Montpellier (França), pesquisador e chefe-geral da Embrapa Monitoramento por Satélite ([mir@cnpm.embrapa.br](mailto:mir@cnpm.embrapa.br))

Com o advento da missão de levantamento altimétrico por radar realizada no ano 2000 pela NASA (National Aeronautics and Space Administration), a bordo da nave Endeavour, os grandes vazios em termos de altimetria no Brasil puderam ser preenchidos, e com boa precisão cartográfica. Transportando um radar de abertura sintética (SAR) e operando com antenas separadas em uma distância fixa na plataforma (baseline), a nave coletou dados que permitiram a geração da topografia (ZYL, 2001).

Nessa missão, os dados foram adquiridos nas bandas X e C e as informações altimétricas da superfície foram processadas através de interferometria com a geração de modelos digitais de elevação bastante precisos considerando-se uma escala global, com 16 metros de precisão vertical.

Os dados do SRTM constituíram a base sobre a qual gerou-se imagens do relevo realçado das Unidades da Federação, utilizando uma paleta recomendada pelo USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos). No entanto, na fase de processamento, os dados brutos tiveram que ser corrigidos. Essa correção foi realizada pela FAO (Food and Agriculture Organization) e incorporada à base de dados original.

A correção do MDE SRTM no que diz respeito às áreas sem informação (ou com valores nulos) foi realizada pelos técnicos da FAO, que também fizeram a inserção de planos nas áreas de lagos e a eliminação de picos espúrios.

## **Materiais e Métodos**

Os dados foram obtidos por nossa equipe a partir do Website do GLCF (Global Landcover Facility) para todo o território brasileiro, nos quais foram inseridas as informações interpoladas pela FAO, ou seja, os dados originais do SRTM receberam valores de pixels referentes às áreas sem informação, mantendo-se o restante.

No processo de correção global efetuado pela FAO, os pixels referentes às áreas de oceanos foram determinados a zero, os lagos maiores que 600 metros de comprimento foram preenchidos com um valor constante de altitude, os rios maiores que 183 metros de largura foram aprofundados e as ilhas com eixo maior que 300 metros ou com relevo superior a 15 metros foram identificadas.

Nas bordas, os pixels foram ajustados e nas áreas vazias, com número de pixels contínuos igual ou inferior a 16, os mesmos foram interpolados a partir dos valores da vizinhança. Nas áreas vazias com número superior a 16 pixels foram interpoladas usando SRTM30 (base de dados GTOPO30 – MDE mundial com resolução de 30 segundos de arco ou 1 km – interpolado com o SRTM).

Os picos ou pontos que excederam o desnível de 100 metros foram eliminados. Foram geradas curvas de nível com equidistância de 10 metros a partir do SRTM, previamente tratado, e as curvas foram utilizadas em uma interpolação sofisticada.

Os dados do MDE corrigido pela FAO foram usados para preencher as áreas vazias no MDE original mantendo-se os

dados brutos nas áreas com informação com o objetivo de eximir-nos de eventuais problemas que pudessem ter ocorrido na correção feita pelo órgão citado.

Logo após a etapa de ajuste com os dados originários da FAO, primeiramente foram criadas as máscaras dos mosaicos originais das imagens de satélite Landsat, e procedido ao recorte do MDE SRTM nos mesmos moldes para haver compatibilização cartográfica entre ambos.

A partir dos comandos de reamostragem do Sistema de informações Geográficas (SIG) procedeu-se à uniformização da resolução espacial do SRTM (90 metros) com os mosaicos Landsat, variando de 30 a 90 metros, de acordo com a Unidade da Federação, pelo método de convolução cúbica, o qual altera os valores dos pixels mas suaviza a transição entre os pixels, formando imagens com aparência mais natural.

Posteriormente, foram processados os modelos para a geração do relevo realçado com sombreamento num ângulo zenital e de elevação solares iguais a 345° e 45°, respectivamente, e exagero vertical igual a 3, com a paleta recomendada pelo USGS com 20 classes de altitude.

## Resultados

Nos Estados da Federação onde existiam muitos pontos amostrados, cartograficamente consistentes, para o registro das imagens de satélite, tais como no Estado de São Paulo e Minas Gerais, a justaposição das feições entre

relevo realçado e imagem de satélite foi a desejada.

Nos Estado do Norte tais como Amazonas e Rondônia, o registro das imagens ficou comprometido pela pouca quantidade de pontos disponíveis. Tal fato provocou deslocamentos variáveis entre as feições do relevo e as imagens de satélite, porém sem comprometer a visualização.

Gerou-se recortes do MDE SRTM pós-processado para possibilitar *downloads* no *Website* concebido para o projeto Brasil em Relevo.

Na Figura 1 encontra-se fluxograma geral do processamento dos dados SRTM.

Além das informações e dados digitais já mencionados, a página do Brasil em Relevo traz informações gerais para georreferenciamento aproximado das figuras do relevo realçado disponibilizadas nas diversas articulações do IBGE ou formatos de recortes, bem como informações a respeito da manipulação dos dados para geração de visualizações 3D, com exemplos, e trabalhos técnico-científicos realizados com os dados do SRTM, disponíveis para o usuário.

## Conclusões

As imagens do relevo realçado no âmbito do projeto Brasil em Relevo atenderam à expectativa de colocar uma opção de dados altimétricos disponíveis para a visualização e para geração de subprodutos diversos, de acordo com a necessidade do público

em geral, juntamente com a possibilidade da visualização concomitante com as imagens do satélite Landsat, bem como da possibilidade de fazer o *download* dos MDE's pós-processados e recortados na articulação das cartas 1:250.000 do IBGE e convertidos para GEOTIFF.

A conclusão do processamento dos dados brutos foi seguido pela conversão das matrizes no formato TIFF e publicação por meio da confecção das páginas para a WEB.

## Referências

ZYL, J. J. The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): a breakthrough in remote sensing of topography. **Acta Astronautica**, v. 48, p. 559-565, 2001.

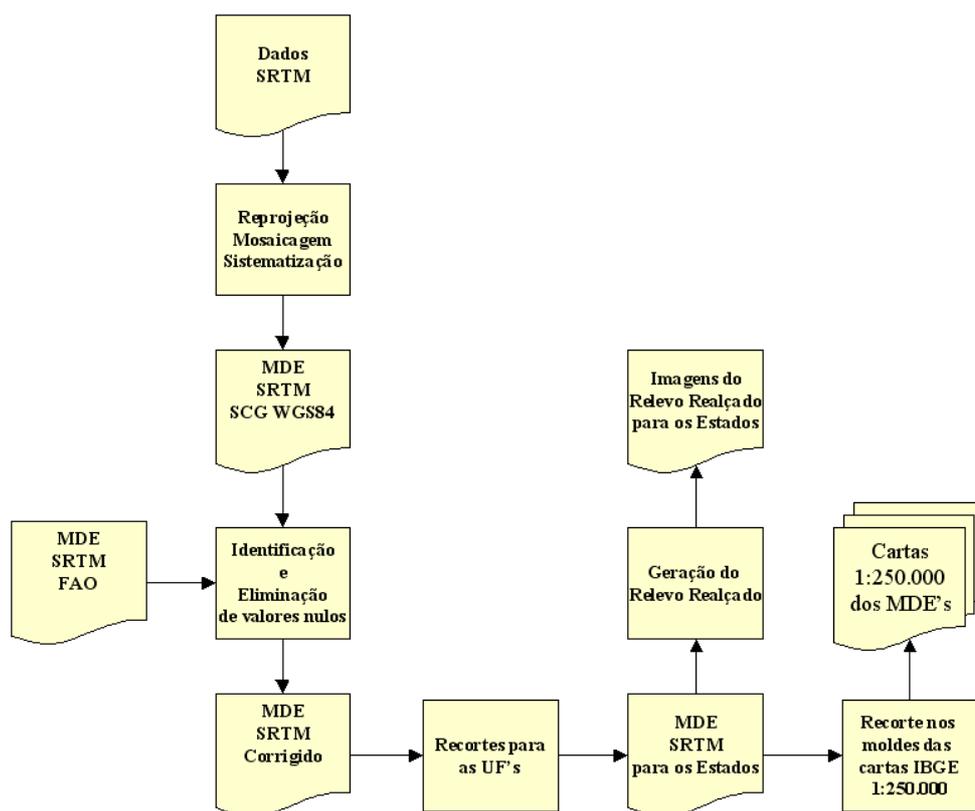


Figura 1 – Fluxograma das operações no SIG.

## Comunicado Técnico, 21



Embrapa Monitoramento por Satélite  
Área de Comunicação e Negócios (ACN)

**Endereço:** Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803  
Parque São Quirino  
CEP 13088-300 - Campinas (SP)  
Caixa Postal 491, CEP 13001 970  
**Fone:** (19) 3256 6030  
**Fax:** (19) 3254 1100  
**E-mail:** [sac@cnpm.embrapa.br](mailto:sac@cnpm.embrapa.br)  
<http://www.cnpm.embrapa.br>

## Comitê de Publicações

**Presidente:** José Roberto Miranda  
**Secretária:** Shirley Soares da Silva

**Membros Efetivos:** Adriana Vieira de Camargo de Moraes, André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Alberto de Carvalho, Carlos Fernando Quartaroli, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Graziella Galinari, Mateus Batistella.

**1ª edição, 1ª impressão (2006)**

Tiragem: 100 exemplares  
Fotografias: Arquivo do Centro

© Todos os direitos reservados.