

A utilização dos modelos SRTM na interpretação geomorfológica: técnicas e tecnologias aplicadas ao mapeamento geomorfológico do território brasileiro

José Eduardo Bezerra da Silva¹
Paulo Roberto Alves dos Santos¹

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Av. República do Chile, 500, 15^o andar – 20031-170 – Centro – Rio de Janeiro – RJ, Brasil
jose-eduardo.silva@ibge.gov.br
paulo.alves@ibge.gov.br

Abstract. This paper describes an experiment of use of models SRTM in the update of the mapping of the geomorphology in the scale 1:250.000 in the IBGE. The study area is delimited by the parallels 16°00' and 20° 00' South and the meridians 42° 00' and 48° 00' WGr, on Minas Gerais State, near Belo Horizonte city.

Palavras-chave: SRTM models, modelo SRTM, interferometry, interferometria, mapping of the geomorphology, mapeamento de geomorfologia, Belo Horizonte city, cidade de Belo Horizonte.

1. Introdução

A geomorfologia é o ramo das geociências que tem como objetivo analisar, descrever e classificar as formas do relevo terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais responsáveis por sua evolução. As técnicas utilizadas no mapeamento geomorfológico baseiam-se em diferentes etapas relacionadas, entre outras, à pesquisa bibliográfica e levantamentos cartográficos preliminares, trabalhos de gabinete e de campo, bem como a utilização de imagens de sensores aerotransportados e orbitais nos trabalhos de interpretação. (IBGE, 1995)

A utilização de Sensoriamento Remoto no levantamento de recursos naturais, no Brasil, teve na atuação do Projeto RADAMBRASIL, nos anos 1970 e 1980, um marco importante nos mapeamentos sistemáticos de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra, através do sensor radar aerotransportado, de visada lateral (SLAR) em banda X, inicialmente para a Amazônia e posteriormente para todo o Brasil. Desta feita, o radar consolidou-se como uma ferramenta eficaz para o mapeamento temático por representar, na época, uma nova vertente de informações, complementar ao tradicional método de fotointerpretação baseado na utilização de fotografias aéreas.

Além do reconhecimento do território nacional, a experiência acumulada por este projeto, ao longo de mais de 20 anos de atuação, representou um avanço evidente no que diz respeito ao desenvolvimento de metodologia de pesquisa sistemática aplicada, suprimindo uma lacuna, até então preenchida parcialmente e de forma fragmentária por uma diversidade de trabalhos publicados em níveis locais ou regionais.

Ao longo das últimas décadas, o Sensoriamento Remoto tem evoluído no sentido de tornar-se uma importante fonte de informações da superfície terrestre para estudos de características topográficas, tais como a elevação do terreno (Thoutin et al., 2000). No Brasil, algumas regiões apresentam como característica a cobertura quase que permanente de nuvens, chuvas constantes, presença de fumaça e dificuldade de acesso, o que acarreta uma deficiência de mapeamento topográfico e de informações de recursos naturais. O uso de Sensores Remotos é uma opção para obtenção de informações, embora com limitações no espectro

ótico em função de condições atmosféricas desfavoráveis, que dificultam o mapeamento sistemático destas regiões (Paradella et al., 2001).

A interferometria de radar é um método alternativo ao método estereoscópico tradicional de extração de informações altimétricas, utilizando as propriedades de coerência do Radar de Abertura Sintética (SAR) e aproveitando as vantagens dos sistemas de radar e do processamento digital de imagens (Thoutin e Gray, 2000). Por ser um sensor ativo, o radar não necessita de luz solar para o imageamento e, principalmente por atuar na região das microondas do espectro eletromagnético, não sofre a influência do ambiente. Em função destas características a interferometria SAR possibilita a elaboração de Modelos Digitais de Elevação (MDE), tão importantes para a geomorfologia.

Neste contexto, a missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) colocou em órbita em fevereiro de 2000 a nave espacial *Endeavour*. Esta nave levou em seu compartimento de carga um equipamento SAR interferométrico, operando nas bandas C e X. Uma haste mecânica presa à nave, levou em sua extremidade duas antenas receptoras do SAR, bandas C e X. Ao longo de 11 dias, utilizando a técnica de interferometria de uma passagem, foi imageada 80% da superfície terrestre, compreendendo os paralelos 60° Norte e 56° S, fornecendo modelos tridimensionais com amplitude da grade de 30 metros e processados e disponibilizados gratuitamente para o continente Sul Americano com grade de 90 metros (SRTM 3) (Chien, 2000).

O recobrimento de extensas áreas pelas cenas imageadas por sensores orbitais atende à perspectiva da análise regional da geomorfologia uma vez que nelas sobressaem os grandes quadros estruturais. Com isso ampliaram-se as possibilidades da realização de levantamentos dos recursos naturais de países de dimensões continentais, como é caso do Brasil.

2. Objetivo

O objetivo principal do presente trabalho é demonstrar a possibilidade de utilização dos Modelos Digitais de Elevação SRTM, como fonte de informações altimétricas nos estudos e mapeamentos geomorfológicos do território brasileiro, na escala de 1:250.000. Possibilitando uma sensível melhora no entendimento da morfologia do território.

3. Área de Estudo

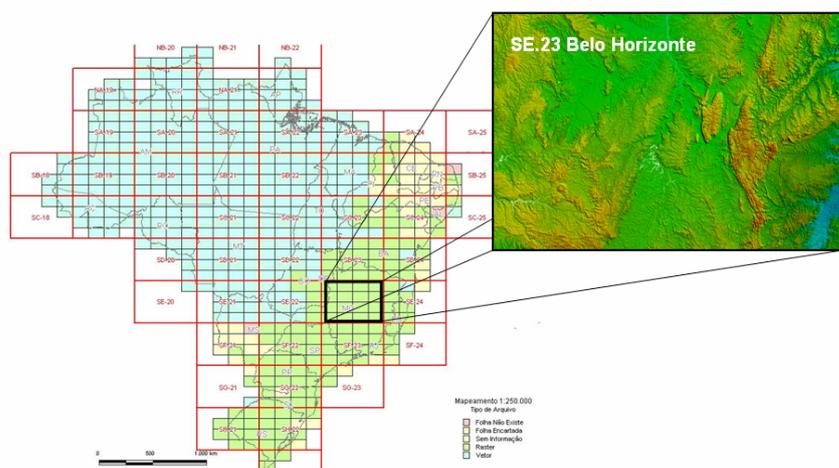


Figura 1 – Mapa índice com ampliação da área de estudo

A área de estudo é composta por 16 cartas na escala de 1:250.000 que compõem a área da folha SE.23, Belo Horizonte. Escala de 1:1.000.000 no formato do mapeamento topográfico sistemático, e delimitada pelos paralelos 16° e 20° S e meridianos 42° e 48° WGr..

4. Metodologia utilizada

A base da interpretação temática utilizada pela equipe de geomorfologia do IBGE, pauta-se na metodologia desenvolvida pelo Projeto RADAM. No âmbito da Coordenação de Recursos Naturais – CREN desenvolve-se uma atividade permanente denominada Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais visando atualizar, de forma sistemática, o mapeamento temático oriundo do projeto RADAM.

Partindo da identificação de padrões de imagens que individualizam o relevo em diversas categorias de modelados de acordo com sua gênese, a taxonomia adotada visa proceder a análise do relevo em níveis hierárquicos relacionados aos aspectos tempo-espaciais, que contemplam os Domínios Morfoestruturais, as Regiões Geomorfológicas, as Unidades Geomorfológicas e os Modelados (**Barbosa et al**).

As imagens de radar, por suas características, já demonstraram ser de grande utilidade na interpretação geomorfológica tendo em vista destacar com precisão os padrões de dissecação do relevo. Ressaltam, nas áreas de relevo muito acidentado, o sombreado dado pelo imageamento lateral e, a despeito da ausência de informações nas áreas de sombra, acentua o relevo e as principais direções estruturais. Estes tipos de imagens não sofrem interferência de nuvens, fator que algumas vezes é limitante nos trabalhos de interpretação, presente nas imagens óticas orbitais.

Neste contexto, além das imagens de radar, têm sido utilizadas imagens de satélite LANDSAT 5 TM e LANDSAT 7 ETM+ (resolução 30m), bandas 3, 4 e 5. Mais recentemente foram incorporadas imagens do sensor CBERS 2, bandas 2, 3 e 4 do sistema CCD disponibilizada gratuitamente pelo INPE, com resolução de 20m. Estas imagens são utilizadas em composições falsa-cor ou em banda individualmente.

Com a disponibilização dos modelos SRTM, está acontecendo um grande avanço na atualização do mapeamento geomorfológico no IBGE, pois a partir destes modelos têm-se obtido informações altimétricas e perfis topográficos, dados fundamentais para a geomorfologia. Estes modelos são utilizados concomitantemente com as imagens CBERS, sendo de grande utilidade em função de suas características similares às do radar aerotransportado (RADAM), origem do mapeamento temático, com a vantagem de possibilitar a localização de pontos com suas coordenadas e determinação das altitudes dos mesmos, com precisão compatível com a escala de trabalho conforme (**Santos, 2005**).

Os modelos SRTM apresentam a possibilidade de gerar imagens do formato tiff em composição colorida (RGB) e a utilização das bandas separadamente, como o que é feito com as imagens orbitais dos sensores óticos. Estes modelos permitem, ainda, a geração de curvas de nível, bem como de carta hipsométrica, e de perfis topográficos, também de grande utilidade na interpretação geomorfológica (**Figura 2**).

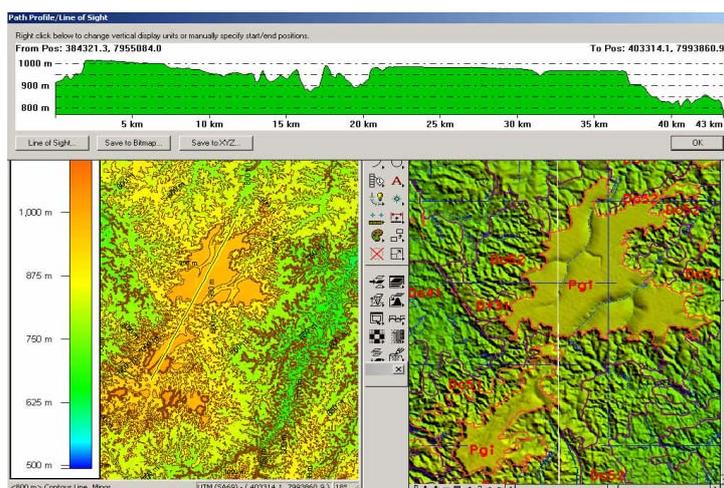


Figura 2 – Altimetria do SRTM e interpretação da geomorfologia

Cumprе ressaltar que a elaboração de curvas hipsométricas representa um método muito utilizado na tradução quantitativa do relevo por constituírem representações da freqüência das altitudes e permitirem a comparação entre áreas (Coque, 1987).

Eventuais limitações da representação do relevo através das curvas hipsométricas que fazem desaparecer ou mascaram particularidades significativas dos fenômenos, como as rupturas de declive, os pequenos testemunhos de superfícies de erosão, as escarpas, podem ser recuperados pela possibilidade de geração de perfis topográficos. Estes perfis, por apresentarem escalas vertical e horizontal possibilitam ainda que possam ser feitas inferências a respeito da dimensão dos interflúvios, do aprofundamento da drenagem, da declividade e do comprimento das rampas (Figura 3).

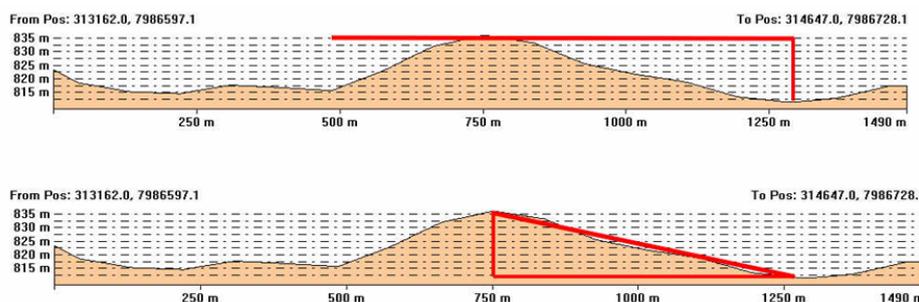


Figura 3 – Perfis SRTM

Por outro lado, as utilizações destes modelos, também possibilitam a construção de perfis de diferentes pontos de vista e ângulos de elevação, geração de vídeo e navegação sobre a superfície, permitindo ao intérprete uma visualização muito próxima da realidade do terreno. Foram realizados testes de campo que comprovaram a relativa eficácia destes modelos, bem como mapas de declividade gerados a partir destes. De modo geral, porém, a versatilidade e os recursos que esta ferramenta apresenta, complementam informações do relevo, sobretudo nas áreas onde não existam cartas topográficas disponíveis ou que as imagens de satélite apresentem cobertura de nuvens ou pouca nitidez para a interpretação geomorfológica.

Em síntese a aplicação destes recursos, é precedida da *escanerização* dos originais de interpretação do tema geomorfologia da edição anterior, oriunda do projeto RADAM, georreferenciando-se estes originais na projeção adotada para o projeto, que é a Equivalente de Albers. Posteriormente ajusta-se estas interpretações em meio digital às imagens orbitais do CBERS II (Figura 4), visando a atualização do tema para a escala de 1:250.000.

As informações altimétricas para as análises geomorfológicas são obtidas dos modelos SRTM que possibilitam, além da elaboração de curvas de nível, o traçado de perfis da área de estudo. Com esta nova interpretação, o técnico avalia as áreas que necessitam de complementação de informações para o planejamento de campo, que é feito pelo próprio técnico que gerou a atualização de gabinete. Esta operação de campo é realizada utilizando-se GPS para posicionamento de feições e pontos de interesse.

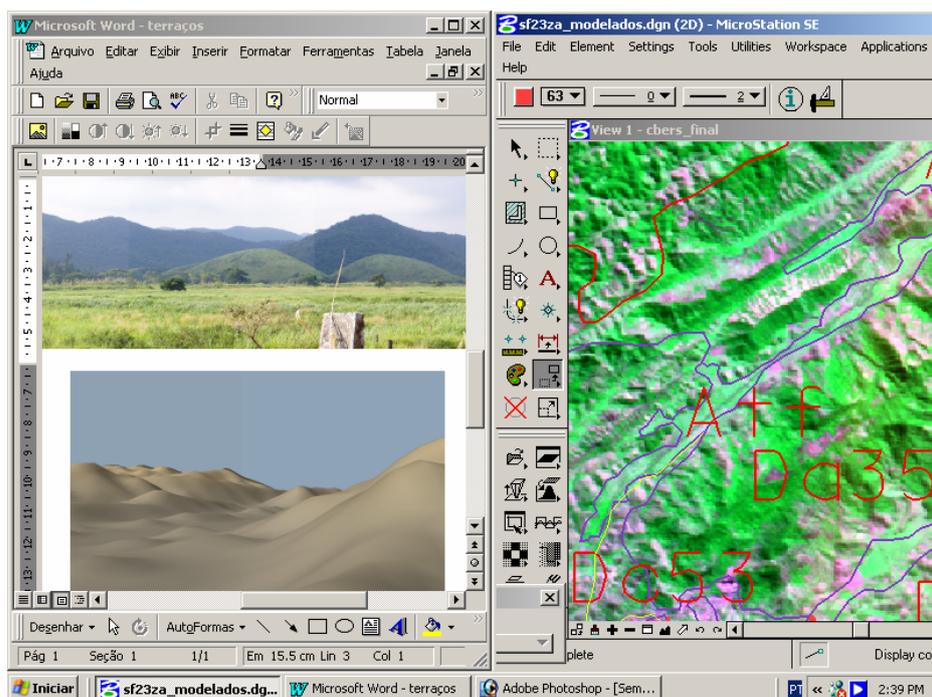


Figura 4 – Fotografia de campo, perfil do modelo de elevação e imagem CBERS com interpretação temática

5. Resultados encontrados

Este projeto encontra-se em desenvolvimento, mas já percebe-se alguns resultados parciais, dos quais o mais visível é um maior detalhamento das feições geomorfológicas, significando sensível melhora no mapeamento para a escala de 1:250.000, em relação ao anterior.

A possibilidade da geração de perfis topográficos concomitantemente ao trabalho de interpretação temática, também é um grande ganho da utilização dos modelos SRTM, pois permite uma avaliação mais precisa dos aspectos morfométricos dos modelados de dissecação, especialmente no que diz respeito aos índices de densidade e aprofundamento da drenagem.

Também destaca-se na etapa final de delimitação de Unidades Geomorfológicas, utilizadas na metodologia e apoiada fortemente nos níveis altimétricos, tendo em vista a possibilidade da geração de carta hipsométrica. Isto pode ser avaliado, por exemplo, no mapa de Unidades de Relevo, escala de 1:5.000.000 (IBGE, 1995) onde é possível ser constatada a alta correlação existente entre a delimitação destas unidades e os padrões de textura e de cores referentes a altimetria, geradas no modelo para a folha SE23 Belo Horizonte (Figura 5).

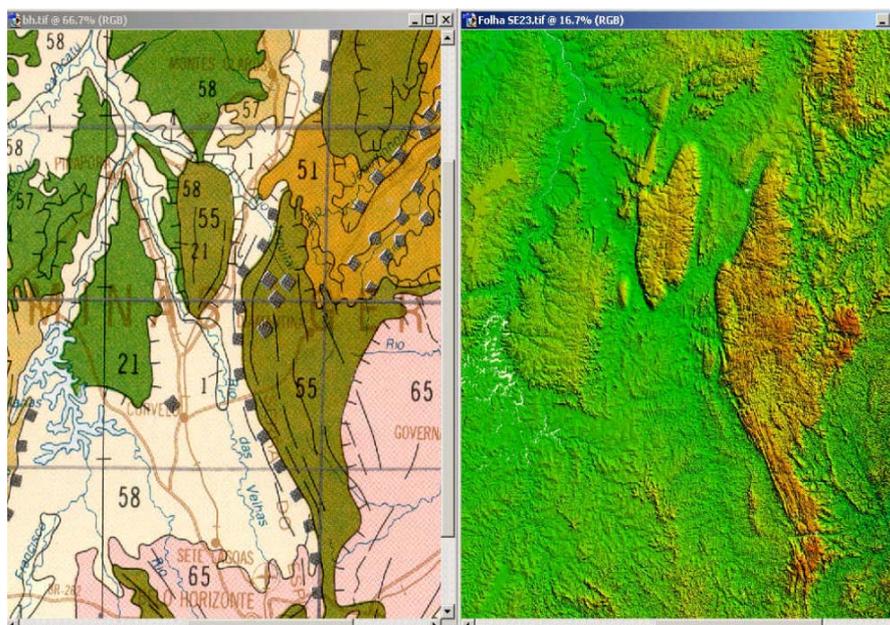


Figura 5 – Unidades de relevo e modelo SRTM Belo Horizonte

6. Conclusões

Nas conclusões, embora que parcialmente, pode-se afirmar que os modelos SRTM é uma imensa fonte de informações altimétricas, imprescindível ao mapeamento geomorfológico do território brasileiro.

Referências

- Almeida, V. et al (1995). Manual Técnico de Geomorfologia. IBGE. Rio de Janeiro.
- Barbosa, G. V. et al. (1984). Evolução da Metodologia para Mapeamento Geomorfológico do Projeto Radambrasil. Boletim Técnico Projeto Radambrasil. Série Geomorfologia. Salvador, out. 1984.
- Chien, P. Endeavour maps the world in three dimensions. **Geoworld**, n. 37, p. 32 – 38. Abril 2000.
- Coque. R. (1987). Geomorfologia. Alianza Universidad Textos, Madri.
- Paradella, W.R.; Cecarelli, I.C.F.; Oliveira, C.G.; Luiz, S.; Morais, M.C.; Cottini, C.P. **A geração de modelos digitais de elevação pela estereoscopia de radar: conhecimento atual e resultados com imagens radarsat-1 na Amazônia**. X SBSR, Foz do Iguaçu, 2001.
- Santos, P. R. A., **Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM em diferentes escalas: um estudo de caso na Amazônia**. Dissertação de mestrado. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2005.
- Toutin, T., Gray, L. **State-of-the-art of elevation extraction from satellite SAR data**. Canada Centre for Remote Sensing (CCRS), 2000.
- Toutin, T.; Mattar, K.; Brisco, B.; Gray, L.; Manore, M. Producción de MDA a partir de Radarsat: Panorama y Exemplos. **Revista Cartografica, Instituto Panamericano de Geografia y Historia**, 135-174, 2000.