

Emprego de imagens SRTM para geração de mapas auxiliares ao mapeamento geológico – estudo de caso Folha Santana do Cariri.

Cynthia Romariz Duarte¹
José Antonio Beltrão Sabadia¹

¹ Departamento de Geologia
Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici – Bloco 912 – CEP 60455-760 – Fortaleza, CE
{cynthia.duarte, sabadia}@ufc.br

Abstract.

Digital elevation models (DEM) from Shuttle Radar Topographic Mission's (SRTM) images and maps derived from these data were used to establish the partitioning of the relief in the Santana do Cariri's area. This area is located south of the Ceará State, between the meridians 39°30' and 40°00' W and parallel 7° 00' and 7°30' S. To develop the relief partitioning of the Santana do Cariri's area was employed the digital elevation model, developed from data obtained by the sensor SIR-C/X-SAR SRTM project, run by NASA in 2000. This mission made the altimetric survey for the Earth's surface by interferometry data, with a spatial resolution of about 90 m, allowed to obtain the morphometric variables of altimetry, slope and landforms. These data are important tools for understanding of geomorphology to undergraduate students of the Geological Mapping. The integrating those products generated from the SRTM images, five main compartments of relief were identified: the plateau, the largest compartment with tops plans or gently undulating, sedimentary plateau and depression. The presence of morphologies with steeper slopes, both on the slopes of the plateau as peripheral depression, conditioned the drainage and demonstrates the performance of a marked lithological and structural control in the evolution of this landscape.

Palavras chave: Compartimentação de relevo, SRTM, Santana do Cariri

1. Introdução

A geomorfologia tem sido freqüentemente usada, em seu sentido mais amplo, para classificar a superfície terrestre tanto em termos de forma quanto de processo. Dados de sensoriamento remoto orbital, em especial, modelos digitais de elevação (DEM) contém informações relacionadas às feições geomorfológicas, podendo representar a topografia ou a forma do terreno, além de derivar uma série de produtos importantes na interpretação do relevo de uma determinada área.

Neste trabalho optamos por explorar os dados da missão SRTM da Nasa, obtidos pelo sensor SIR-C/X-SAR, que promoveu o levantamento altimétrico da superfície terrestre através de interferometria (Farr & Kobrick, 2000) As características da interferometria SAR possibilitam a elaboração do modelos digitais de elevação, que são importantes instrumentos no estudo da compartimentação de relevo (Silva & Santos, 2007), compartimentação esta de grande importância para a compreensão da geologia de uma determinada região.

O emprego deste conjunto de produtos gerados a partir dos dados SRTM e a análise computacional destes dados, que emprega métodos automatizados desenvolvidos pela comunidade de usuários de dados de sensoriamento remoto, vem sendo amplamente explorado na produção de mapas interpretativos de relevo.

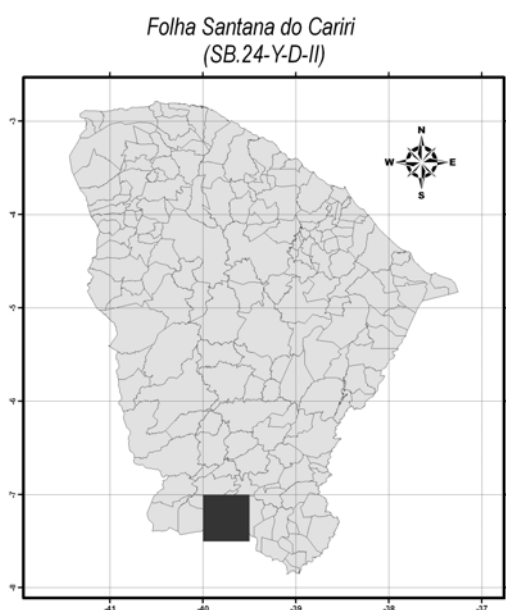
O objetivo do trabalho foi o de identificar e mapear as unidades geomorfológicas presentes na Folha Santana do Cariri (SB.24-Y-D-II), através do emprego de imagens SRTM, possibilitando assim fornecer aos alunos de mapeamento geológico ferramentas auxiliares na condução de seus estudos de campo.

O processamento, integração e análise dos dados de sensoriamento remoto em ambiente SIG vêm sendo amplamente utilizada como um aprimoramento das técnicas clássicas de mapeamento geomorfológico, possibilitando ao usuário a compreensão da diversidade morfológica e das unidades de paisagem presentes.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada ao sul do estado do Ceará e noroeste de Pernambuco, distando cerca de 600 km de Fortaleza, compreendida entre os meridianos 39°30' e 40°00' longitude W e os paralelos 7°00' e 7°30' latitude S (Figura 1), possuindo valores de altitude variando entre 328 e 965 m.



A Bacia do Araripe localiza-se no interior do Nordeste do Brasil, na Província Estrutural Borborema (Brito Neves, 1990), e ocupa parte dos Estados do Piauí, Pernambuco e Ceará. A área, geologicamente está contextualizada entre as rochas granito-gnáissicas do Embasamento Cristalino e as rochas sedimentares da Bacia do Araripe, com elevado controle estrutural e litológico. Litologicamente é formada por pacotes de rochas sedimentares compreendidas em quatro tectono-sequências formadas pelo Grupo Santana e Formação Exu que sustenta a capa e as escarpas da Chapada do Araripe (fase pós-rifte), Formações Abaira e Missão Velha (fase sin-rifte), Formação Brejo Santo (fase pré-rifte) e, Formação Mauriti (fase beta) (Neumann & Cambrera, 1999).

Figura 1: Localização da área de estudo.

2.2 Metodologia

Giles & Franklin (1998) colocam que modelos digitais de elevação (DEM) e dados de sensoriamento remoto contêm importantes informações geomorfológicas sobre a superfície terrestre. Um grid de DEM armazena valores de elevação em uma malha regular de distribuição dos pontos de maneira que a forma da superfície pode ser caracterizada. Estas caracterizações, tais como declividade e perfil de curvatura do relevo, tem amplas aplicações em geomorfologia (Pike, 1993 *apud* Giles & Franklin, 1998) e em modelagem hidrológica (Moore et al., 1991; Mitasova et al., 1996 *apud* Giles & Franklin, 1998).

A combinação das informações obtidas num modelo digital de elevação e em dados de sensoriamento remoto permite classificar geomorfológicamente alvos presentes na superfície através de procedimentos automatizados. Esses alvos são chamados unidades de relevo. Uma unidade de relevo é definida pela secção em um perfil bi-dimensional que possua forma, processo e litologia relativamente homogêneas (Giles & Franklin, 1998).

Modelos digitais de elevação representam uma ferramenta importante na análise e interpretação de estruturas geomorfológicas. Em geral a elaboração de modelos para o território brasileiro dá-se usualmente a partir da digitalização de cartas topográficas, entretanto já está disponível a obtenção de dados para geração de modelos digitais de elevação a partir de informações coletadas pela Shuttle Radar Topography Mission (SRTM),

feita pela NASA em 2000. A partir de 2003 a NASA disponibilizou gratuitamente os dados da América do Sul, com resolução espacial de 90m, resolução esta que pode ser considerada razoável para análises em escalas pequenas ou médias, mas não pode ser aplicada a estudos detalhados.

Grohmann et al (2008), a partir da análise de várias aplicações dos dados SRTM, colocam que um amplo campo de aplicações a estudos geomorfológicos foi aberto, permitindo o cálculo de variáveis topográficas, a identificação de formas de relevo e estruturas, potencialmente mascaradas em imagens ópticas, a visualização a partir de diversos pontos de vista e o cruzamento das informações altimétricas (e variáveis associadas) com dados de campo e de sensoriamento remoto óptico. Estas informações possibilitam a obtenção de dados topográficos de qualidade que podem ser aplicados em análise geomorfológica.

A partir dos dados SRTM para a Folha Santana do Cariri, foram derivados mapas de relevo sombreado, curvas de isovalor para altimetria, declividade e drenagem, buscando maneiras de complementar a compreensão do relevo e os processos atuantes na região por parte dos estudantes do curso de graduação em Geologia.

Os dados obtidos junto a NASA (<http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>), foram, inicialmente pré-processados no ENVI – *Environment for Visualizing Images*, versão 4.4, para efetuar sua correção geométrica.

O processamento dos dados SRTM foi efetuado utilizando-se o módulo *Topographic modeling* do ENVI 4.4, onde foi gerado o mapa de relevo sombreado. Para o mapa de relevo sombreado foi empregada a opção *shaded relief*, com elevação solar de 42° e azimute de 45°, por serem os mais adequados à estruturação das rochas no local. Ainda no módulo *Topographic* foram geradas visadas em 3D da área.

Para a geração do mapas de curvas de isoaltimetria também foi empregado o ENVI 4.4, em seu módulo *Overlay – Contour lines*, tendo sido aplicada uma equidistância de 50 m para as curvas de isovalor de altimetria, posteriormente exportadas para o formato do ARCGIS.

A extração automática da drenagem, bem como a delimitação das bacias foram efetuadas a partir dos interpoladores *Hidrology* do módulo de análise espacial (*Spatial Analyst Tools*) do, e o mapa de declividade foi gerado a partir do *Raster Surface* do módulo *3D Analyst Tools* do ARCGIS 9.3.

3. Resultados e Discussão

3.1 Relevo sombreado

O mapa de relevo sombreado (Figura 2) é empregado para uma melhor visualização, em um plano bidimensional, de superfícies rebaixadas e/ou elevadas, além dos lineamentos estruturais mais expressivos para a área, facilitando, sobremaneira a compartimentação dos padrões de relevo.

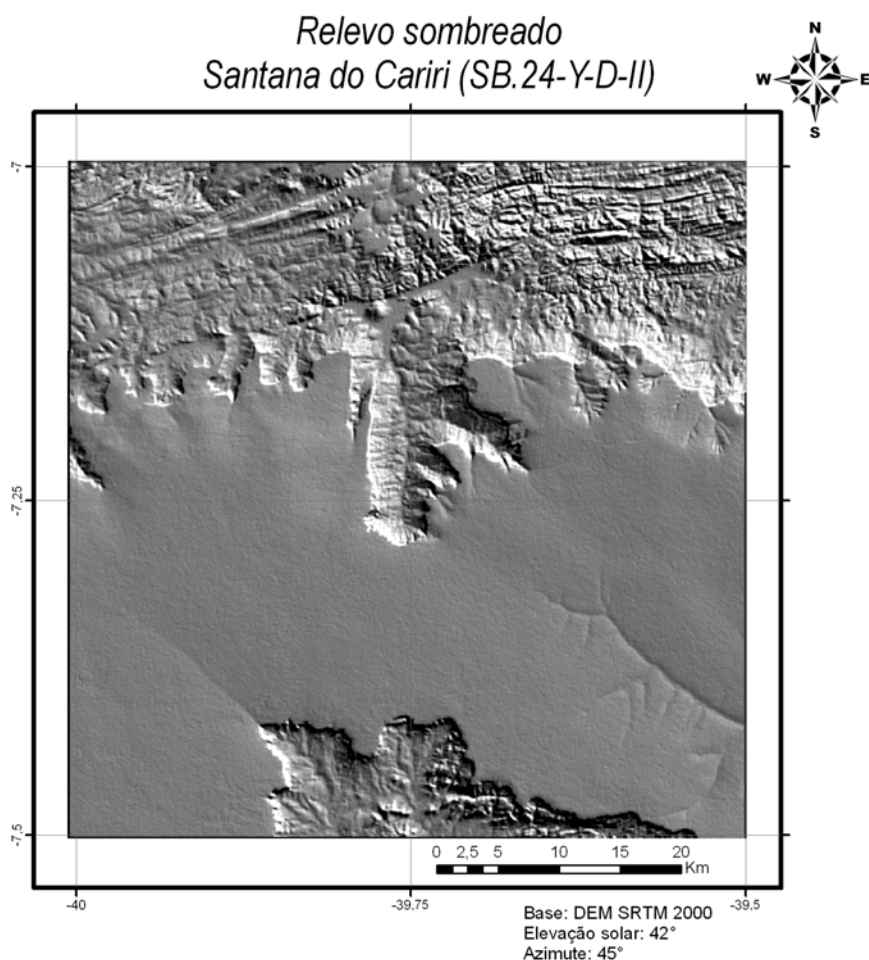


Figura 2: Mapa de relevo sombreado para a folha Santana do Cariri.

3.2 Declividade

O conhecimento da declividade de um determinado terreno é de importância primordial na aplicação e interpretação geomorfológica, além das questões de planejamento, em função de sua estreita relação com processos de transporte gravitacional, como por exemplo escoamento, erosão e deslizamentos. A declividade é definida como o ângulo de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, normalmente expressa em ângulo ou em porcentagem, em DEMs, sua estimativa se baseia na análise dos desníveis entre pixels vizinhos (Valeriano, 2008). A Figura 3 apresenta o mapa de declividade para a área, onde podemos observar que toda a área da Chapada apresenta declividade muito baixa (< 2%), as escarpas da Chapada apresentam as maiores declividades (entre 20 e 37,5%) e as áreas de planalto e da depressão declividades médias, com o relevo passando de suave ondulado a fortemente ondulado (valores de declividade entre 2 e 20 %).

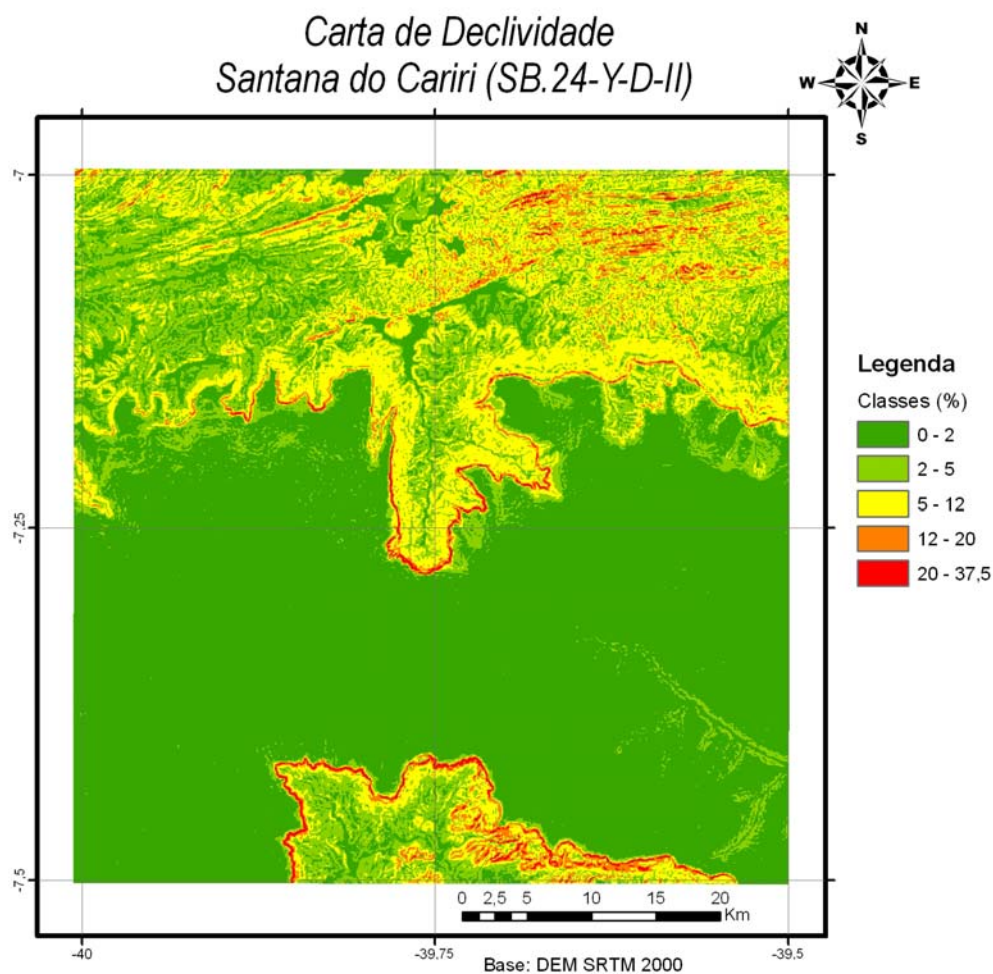


Figura 3: Carta de declividade para a Folha Santana do Cariri.

3.3 Drenagem interpretada

A partir dos dados SRTM é possível se proceder à extração automatizada dos lineamentos de drenagem presentes na área. Cabe aqui colocar que, ainda mais se tratando de uma região semi-árida, a presença de um lineamento de drenagem não implica na presença da drenagem propriamente dita.

O conceito de lineamento está, segundo O'Leary et al (1976, in Carraro e Mexias, 2005) a feições lineares simples ou compostas, alinhadas e que, provavelmente refletem fenômenos de subsuperfície. A figura 4 apresenta o mapa de drenagem extraído automaticamente a partir dos dados SRTM.

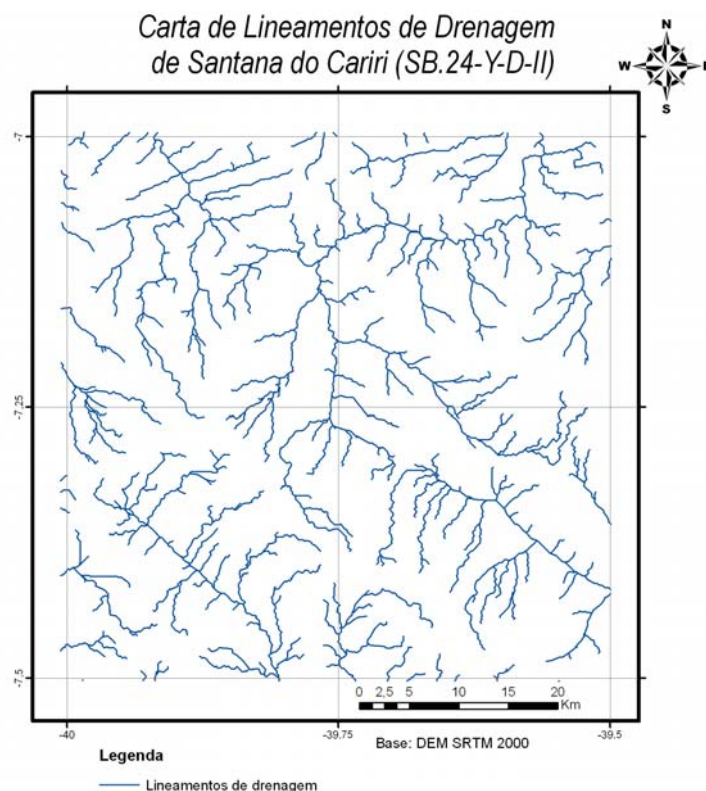


Figura 4: Mapa de drenagem interpretada a partir dos dados SRTM da Folha Santana do Cariri.

3.4 Modelos em 3D

Partindo dos dados brutos da missão SRTM foram geradas simulações de visualização 3D da área, que são auxiliares no processo de interpretação das unidades de relevo. As figuras 5 e 6 apresentam duas destas simulações, com visadas NE-SW e NW-SE, respectivamente. Os modelos se encontram com sobrelevação de 10.

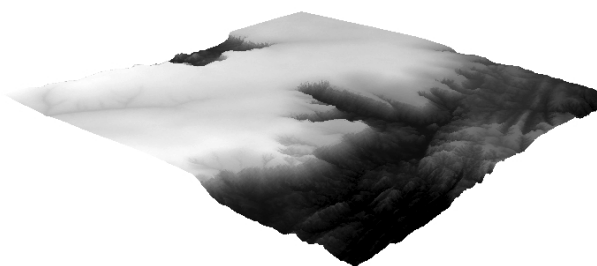


Figura 5: Modelo tridimensional para a área, em visada NE-SW.

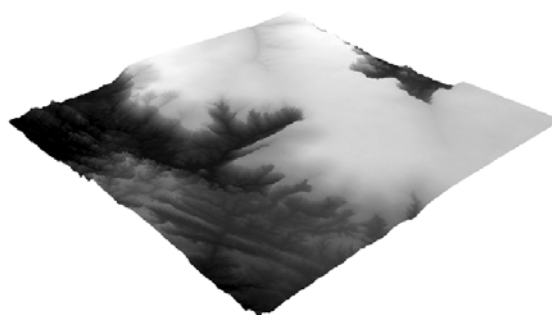


Figura 6: Modelo tridimensional para a área, em visada NW-SE.

3.6 Mapa de compartimentação de relevo

A delimitação das unidades de relevo (Figura 7) foi realizada através da análise e integração dos diversos dados gerados pela modelagem da declividade, do relevo sombreado, das curvas de isoaltimetria e dos visadas dos modelos 3D. A individualização dos padrões de

modelados, para separação das unidades entre si, foi feita através da análise visual dos dados, interpretação e vetorização dos mesmos em ambiente SIG.

A identificação das unidades de relevo foi norteada pela semelhança fisionômica e fisiográfica das unidades que é devida a uma evolução geomorfogenética comum (IBGE, 1995). Cada unidade apresenta a predominância de um tipo de modelado e seus processos originários, representando assim o arranjo das formas de relevo, fisiografia e elementos de paisagem.

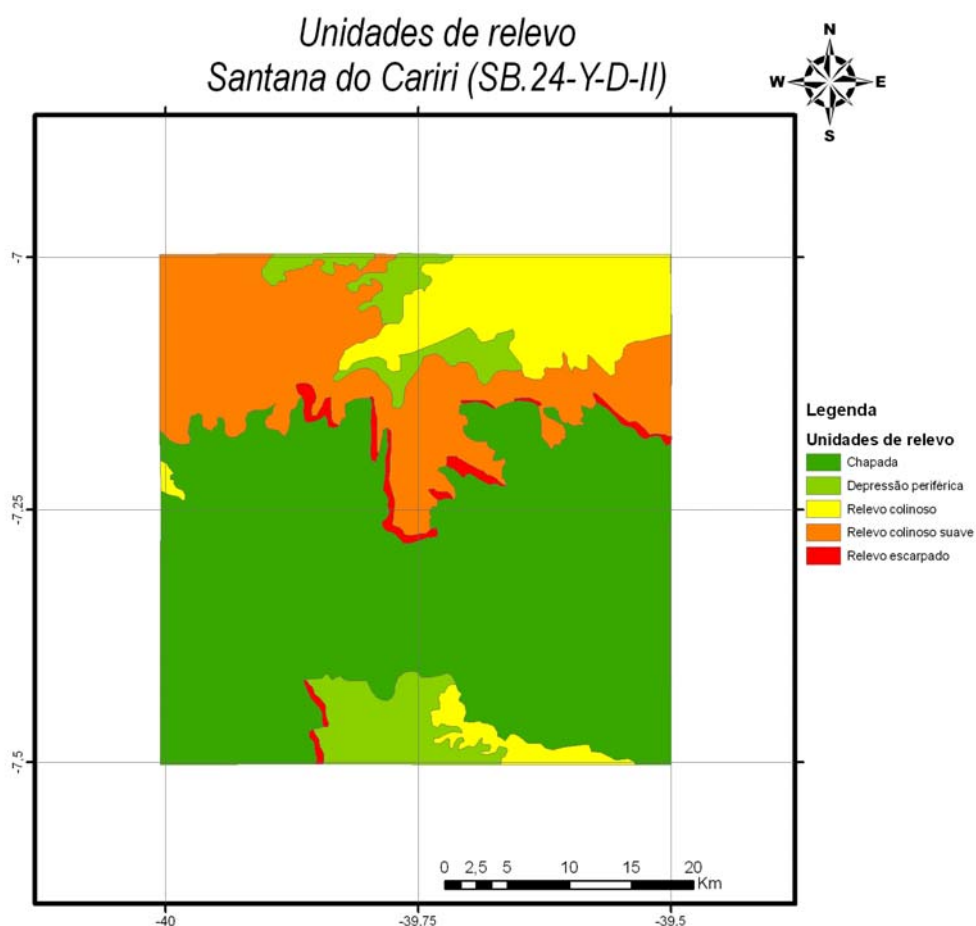


Figura 7: Mapa das unidades de relevo interpretadas para a Folha Santana do Cariri.

4. Conclusões

O processamento e integração de dados advindos de modelos digitais de elevação, obtidos da missão SRTM, processados empregando-se processadores de análise em 3D e análise espacial, permitiu a compartimentação do relevo da área de estudo, possibilitando a individualização das unidades de relevo ali presentes de forma rápida e precisa.

A aplicabilidade destes dados é de importância enorme, uma vez que estão disponibilizados para *download* nas bases ligadas ao sensoriamento remoto, apresentam-se como uma importante ferramenta para análise em pequenas e médias escalas de trabalho e auxiliando, sobremaneira, a compreensão do relevo e conseqüentemente da estruturação geológica presente, compreensão esta de grande valia para alunos de graduação em seus primeiros mapeamentos geológicos.

Referências Bibliográficas

Brito Neves, B. B. 1990. **A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional**. I Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacia Interiores do Nordeste. Crato, Ceará. DNPM, p. 21-33.

Carraro, C.C. & Mexias, A.S. **Imagens de Sensoriamento Remoto no Mapeamento de Lineamentos do Centro do Escudo Sul-Rio-Grandense**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1757-1764.

Farr, T. G. & Kobrick, M. 2000 **Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data**. Amer. Geophys. Union Eos, 2000. v. 81, p. 583-585.

Giles, P.T.; Franklin, S.E. 1998 **An automated approach to the classification of the slope units using digital data**. Geomorphology, p. 251-264.

Grohmann, C.H.; Riccomini, C.; Steiner, S.S. **Aplicações dos modelos de elevação SRTM em Geomorfologia**. Rev. Geogr. Acadêmica v.2 n.2 (VIII.2008) 73-83

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1995 **Manual Técnico de Geomorfologia**. Série de Manuais Técnicos em Geociências, número 5, 111p.

Mitasova, H., Hofierka, J., Zlocha, M., Iverson, L.R., 1996. **Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS**. Int. J. Geog. Inf. Syst. 10, 629-641.

Moore, I.D., Grayson, R.B., Ladson, A.R., 1991. **Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications**. Hydrol. Process. 5, 3-30.

Neumann, V. H.; Cabrera, L. **Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la cuenca de Araripe, nordeste de Brasil**. In: Simpósio Cretáceo Brasileiro, 5, Serra negra, 1999. UNESP, **Boletim de Resumos: 279-285**.

O'LEARY, D.W.; FRIEDMAN, J. D.; POHN, H. A. **Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms**. *GSA Bulletin*, v. 87, p. 1463 - 1469, 1976.

Pike, R.J., 1993. **A Bibliography of Geomorphometry**. U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 93-262-A, 132 pp.

Ross, J.L.S. 1985 **Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação**. *Rev. Depto. Geog.*, São Paulo, n. 4, p. 25 – 39.

Silva, J. E. B. da; Santos, P. R. A. **A utilização dos modelos SRTM na interpretação geomorfológica: técnicas e tecnologias aplicadas ao mapeamento geomorfológico do território brasileiro**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, 2007.

Valeriano, Márcio de Morisson. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. <http://www.dpi.inpe.br/topodata/contato.php> acesso em 09/2010.