



## Imagens SRTM: Importante Ferramenta Didática para o Ensino de Geociências – O Exemplo da Folha Santana do Cariri – Ceará/Pernambuco

Cynthia Romariz DUARTE<sup>1</sup>, José Antonio Beltrão SABADIA<sup>1</sup>,  
Cristiano Alves da SILVA<sup>2</sup>

**Resumo:** A geomorfologia é frequentemente empregada para classificar a superfície terrestre em relação à forma e ao processo que o gerou. Dados de sensoriamento remoto, em especial de modelos digitais de elevação (MDE/DEM) obtidos a partir de imagens orbitais, contêm informações relacionadas às feições geomorfológicas, podendo representar a topografia ou a forma do terreno, além de permitir a derivação de uma série de produtos importantes na interpretação das formas de relevo de uma determinada área, configurando-se como uma importante ferramenta para análise e interpretação de estruturas geomorfológicas. O objetivo do trabalho foi o de identificar e mapear as unidades geomorfológicas presentes na Folha Santana do Cariri (SB.24-Y-D-II), a partir do emprego de imagens obtidas pelo sensor de SIR-C/X-SAR, disponível na missão SRTM, possibilitando, assim, fornecer aos alunos de mapeamento geológico, ferramentas auxiliares na condução e interpretação de seus estudos de campo. A área está localizada ao sul do Estado do Ceará (noroeste de Pernambuco), entre os meridianos 39°30' e 40°00' W e paralelos 7°00' e 7°30' S, e altitude variando entre 328 e 965m. Geologicamente a área está contextualizada entre as litologias gnáissicas, xísticas e graníticas do Embasamento Cristalino e as rochas sedimentares da Bacia do Araripe, apresentando elevado controle estrutural e litológico. Para desenvolver a compartimentação do relevo da folha Santana do Cariri empregou-se o levantamento altimétrico efetuado pela missão SRTM que permite a obtenção das variáveis morfométricas tais como declividade, altimetria e acidentes geográficos, que são importantes aspectos para a compreensão da geomorfologia para estudantes de graduação em disciplinas de Mapeamento Geológico. A integração desses produtos gerados a partir das imagens SRTM, permitiu a identificação de cinco compartimentos principais do relevo: a chapada dominante e uniforme; as formas escarpadas das bordas mais íngremes que sustentam a chapada e possuem alta declividade; a depressão periférica; o relevo colinoso formado por rochas do Embasamento Cristalino; e relevo colinoso suave característico de rochas sedimentares. Os controles litológico e estrutural presentes na área ficaram bem evidenciados nas imagens, sobretudo no relevo sombreado. O processamento e integração de dados advindos de modelos digitais de

<sup>1</sup> GEOCE - Laboratório de Geoprocessamento - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará

<sup>2</sup> DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, Superintendência do DNPM no Ceará

Autor para correspondência: Cynthia Romariz Duarte

GEOCE - Laboratório de Geoprocessamento - Departamento de Geologia - Universidade Federal do Ceará.  
Avenida Mister Hull, s/n. Campus Universitário do Pici - Bloco 912, Fortaleza, CE. CEP 60.455-760, Brasil.  
E-mail: [cynthia.duarte@ufc.br](mailto:cynthia.duarte@ufc.br)

Recebido durante o XXVI SGNE 2015 / Aceito em 10 de Agosto de 2016.

elevação permitiram a compartimentação do relevo da área de interesse, possibilitando a individualização das diferentes unidades de relevo ali presentes de forma rápida e precisa.

**Palavras Chave:** Compartimentação de relevo, SRTM, Santana do Cariri.

**Abstract.** *The geomorphology is often used to classify the Earth's surface in relation to the form and the process that generated it. Remote sensing data, in particular digital elevation models (DEM) obtained from orbital images, containing information related to the geomorphological features and may represent the topography or the shape of the terrain, and allows the derivation of a number of important products for the interpretation of landforms, configured as an important tool for analysis and interpretation of geomorphological structures. The objective was to identify and map the geomorphological units present in the map of Santana do Cariri (SB.24-YD-II), from the use of images obtained by the SIR-C/X-SAR sensor, available in SRTM mission, thus enabling to provide auxiliary tools for geological mapping and interpretation of field studies for geology students. The area is located in the south of Ceará State (northwest of Pernambuco), between the meridians 39°30' and 40°00' W and parallels 7°00' and 7°30' S, with altitude ranging between 328 and 965m. Geologically this area is contextualized by gneissic and shale lithologies and granitics, of the Crystalline Basement and sedimentary rocks of the Araripe Basin, with high structural and lithological control. To develop the compartmentalization of the sheet of Santana of Cariri we used the altimetry survey conducted by the SRTM mission that provided the morphometric variables of slope, altitude and landforms, variables these that are important tools for understanding the geomorphology to the students in geological mapping disciplines. The integration of these products generated from the SRTM images allowed the identification of five main relief compartments: the dominant plateau; the escarpment forms that hold the plateau; peripheral depression; the hilly relief formed by the Crystalline Basement rocks; and characteristic soft hilly relief of sedimentary rocks. The lithological and structural controls present in the area were well evidenced in the images, especially in shaded relief. Processing and integration of data coming from digital elevation models allowed the partitioning of the relief of the area of interest, allowing the individualization of different relief units present there quickly and accurately.*

**Key Words:** Geomorphology, SRTM images, Santana do Cariri.

## 1. INTRODUÇÃO

A geomorfologia é frequentemente empregada, em seu sentido mais amplo, para classificar a superfície terrestre em relação à forma e ao processo de formação daquela feição. Dados de sensoriamento remoto orbital, em especial, modelos digitais de elevação (MDE/DEM) obtidos a partir de imagens orbitais, contém informações relacionadas às feições geomorfológicas, podendo representar a topografia ou a forma do

terreno, além de permitir a derivação de uma série de produtos importantes na interpretação das formas de relevo de uma determinada área.

Neste trabalho optou-se por explorar os dados da missão SRTM da NASA, obtidos pelo sensor SIR-C/X-SAR, que realizou o levantamento altimétrico da superfície terrestre através de interferometria (Farr & Kobrick, 2000). As características da interferometria SAR

possibilitam a elaboração de 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 geomorfologia/geologia de uma determinada região.

O emprego deste conjunto de produtos gerados a partir dos dados SRTM e a análise computacional destes dados, através de 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 (disciplinas Mapeamento de Terrenos Sedimentares e a anterior Geologia de Campo I do sétimo semestre do Curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará/UFC), ferramentas auxiliares na condução e interpretação de seus estudos de campo.

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

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada ao sul do estado do Ceará e noroeste de Pernambuco, distando cerca de 600km de Fortaleza, compreendida entre os

meridianos 39°30' e 40°00' de longitude W e os paralelos 7°00' e 7°30' de latitude S (Figura 1), possuindo valores de altitudes variando entre 328 e 965m.

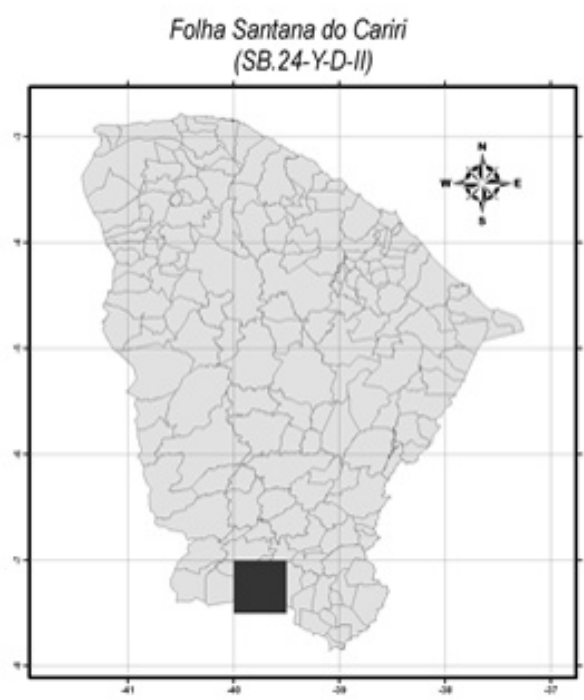


Figura 1: Localização da área de estudo.

A Bacia do Araripe localiza-se no interior do Nordeste do Brasil, especificamente na Província Estrutural Borborema (Brito Neves, 1990), e ocupa parte dos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. A área, geologicamente está contextualizada entre as litologias gnáissicas, xísticas e graníticas, do Embasamento Cristalino e as rochas sedimentares da Bacia do Araripe, apresentando elevado controle estrutural e litológico.

Os pacotes de rochas sedimentares que preenchem a bacia do Araripe compreendem quatro tectono-sequências, definidas como associações de estratos, geneticamente relacionados, espacial e temporalmente, depositados durante fases específicas de atividade tectônica da bacia e limitadas por discordâncias regionais. São elas: 1. Tectono-sequência pós-rifte, compreen-

dendo o Grupo Santana (Aptiano-Albiano) e Formação Exu (neo-Cretáceo) que, em conjunto, formam a capa da Chapada do Araripe; 2. Tectono-sequência sin-rifte, representada pelas formações Abaiara (Eocretácica) e Missão Velha (Cretácio), limitada no topo, pela discordância pré-aptiana (base da tectono-sequência pós-rifte; que lhe é sobrejacente) e, na base pela discordância pré-neocomiana; 3. Tectono-sequência pré-rifte (Juro-Cretácica), limitada na base pela discordância pré-mesozóica – Formação Brejo Santo; e, 4. Tectono-sequência beta (Siluriana), assentada sobre a discordância pré-fanerozóica, representada pela Formação Mauriti (Neumann & Cabrera, 1999).

A chapada define-se na paisagem regional pelo seu rebordo com um relevo relativo de 400 metros em relação à Depressão Sertaneja sobre a qual se ergue.

### 3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Giles & Franklin (1998) enfatizam que modelos digitais de elevação (MDE/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; *in* Giles & Franklin, 1998) e em modelagem hidrológica (Moore *et al.*, 1991; Mitasova *et al.*, 1996; ambos *in* Giles & Franklin, 1998).

A combinação das informações obtidas em um modelo digital de elevação e em dados de sensoriamento remoto permite classificar geomorfo-

logicamente 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, cartas de declividade e drenagem interpretada, buscando maneiras de complementar a compreensão do relevo e os diferentes processos atuantes na região.

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 dos mapas de curvas de isoaltimetria também foi empregado o ENVI 4.4, em seu módulo *Overlay – Contour lines*, tendo sido aplicada uma equidistância de 50m 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*), e o mapa de declividade foi gerado a partir do Raster Surface do módulo *3D Analyst Tools* do ARCGIS 9.3.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Mapa de 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.

Ficam muito bem evidentes nesta composição cartográfica três compartimentações de relevo: a imponente Chapada do Araripe (arenito da Formação Exu) como compartimento geomorfológico dominante na região; o lineamento Patos ao norte da folha, segundo NE-SW limitando a bacia sedimentar do Araripe nesta porção; e, entre estas duas composições geomorfológicas, como também no setor centro sul da folha, as denominadas formações do vale (Formações Cariri/Mauriti, Barbalha e Santana).

### 4.2 Mapa de 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 os 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. Nos modelos de elevação do terreno (MED/DEM's) 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 mostram declividades médias, com o relevo passando de suavemente ondulado a fortemente ondulado (valores de declividade entre 2 e 20%).

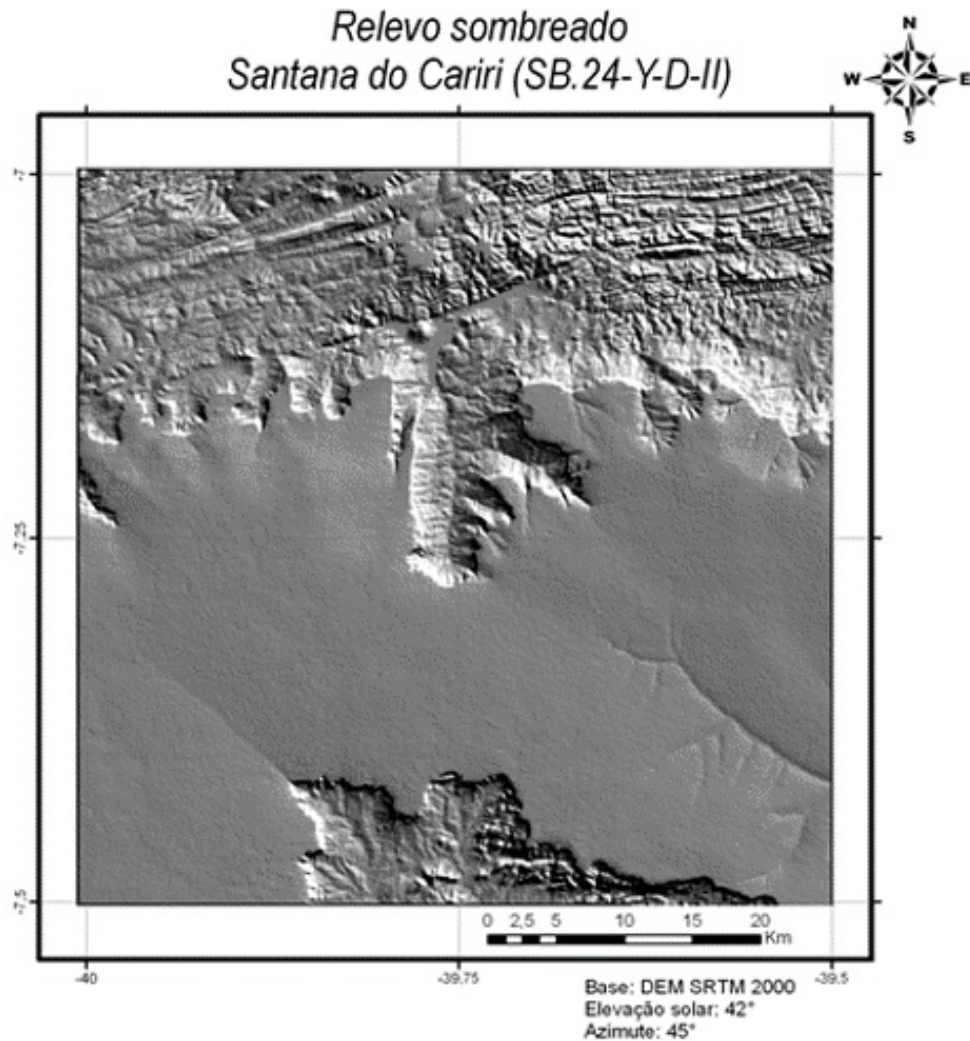


Figura 2: Mapa de relevo sombreado para a folha Santana do Cariri.

A carta de declividade aqui gerada põe em destaque os terrenos planos dominantes da chapada do Araripe em contraste com os abruptos desníveis de suas escarpas. Ao norte da folha, mais notavelmente na sua porção nordeste, observa-se fortes desníveis em litologias do embasamento cristalino, de igual magnitude a das escarpas da chapada, relacionados ao lineamento Patos. Este setor nordeste representa áreas de afloramentos dominantes de xistos e filitos cinza esverdeados, com consideráveis desníveis topográficos, marcadamente onde se alojam as drenagens encaixadas nos lineamentos.

### 4.3. Mapa de 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) relacionado a feições lineares simples ou compostas, alinhadas e que, muito provavelmente refletem fenômenos de subsuperfície. A figura 4 apresenta o mapa de drenagem extraído automaticamente a partir dos dados SRTM.

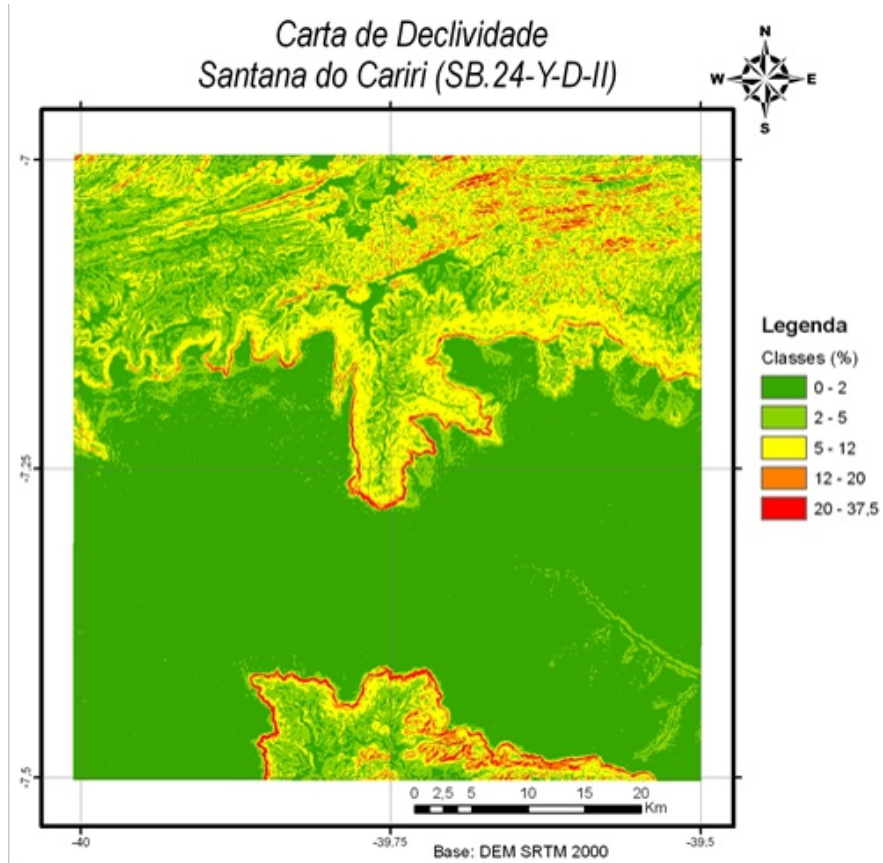


Figura 3: Carta de declividade para a Folha Santana do Cariri.

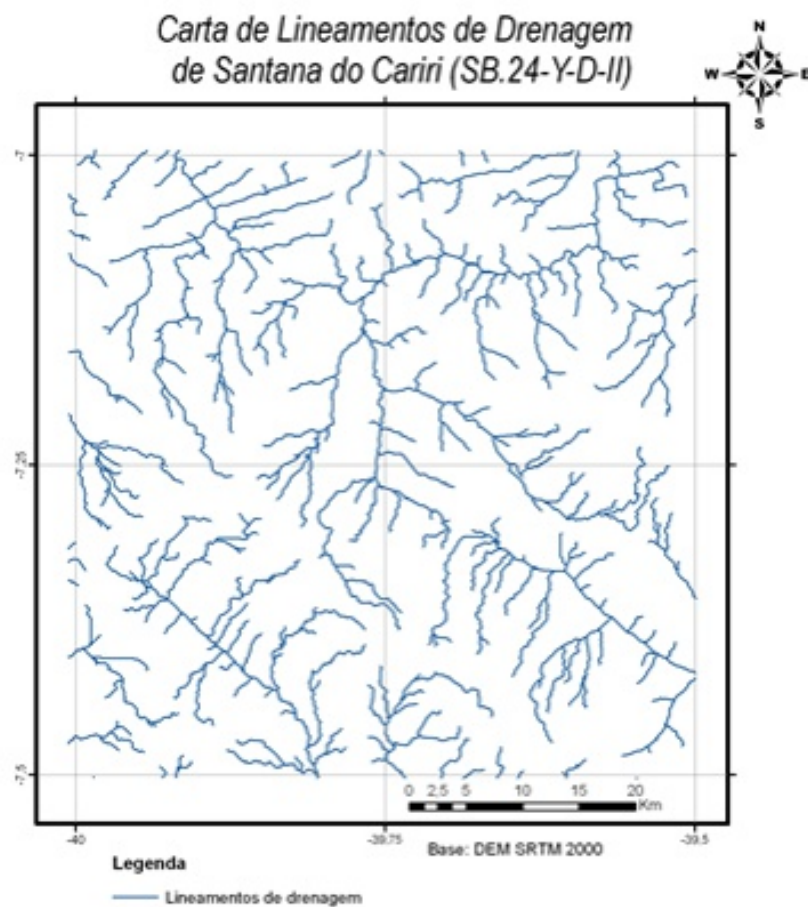


Figura 4: Mapa de drenagem extraída a partir dos dados SRTM da Folha Santana do Cariri.

A simples extração automatizada dos lineamentos de drenagem presentes na área (a partir dos dados de SRTM) gerou um mapa com uma distribuição de densidades de drenagens muito homogênea e, isto não é condizente como o que de fato ocorre na região (densidade de drenagem representa a relação entre o comprimento dos canais fluviais e a área por onde estes canais dominam;  $L/L^2$ ).

Na Bacia Sedimentar do Araripe, a chapada (formação Exu), é o compartimento geomorfológico de maior expressão regional e, de igual maneira para a Folha Santana. Trata-se de arenitos vermelhos, médios, grossos e conglomeráticos, com estratificações cruzadas, tabulares e acanaladas, originados em sistemas fluviais entrelaçados a meandranes (Medeiros, 2001). Representam, portanto, litologias com elevada permeabilidade tendo a capacidade de absorver a maior parte do volume das precipitações pluviométricas por infiltração, reduzindo em muito o escoamento superficial e seus efeitos, ao longo do tempo, sobre este pacote sedimentar (marcas de drenagens).

Bem distintamente do que acontece com os arenitos da Formação Exu, as litologias do embasamento cristalino, que se distribuem ao norte da Folha Santana do Cariri, são extremamente refratárias ao processo de infiltração destinando, portanto, praticamente todas as águas pluviais que caem sobre elas ao escoamento superficial. Assim sendo, ao longo do tempo (geológico), mesmo representando as litologias pré-cambrianas rochas de elevada competência geológica (resistência) a densidade de drenagem existente nestes terrenos é nitidamente bem superior se comparada à densidade de drenagem desenvolvida nas outras litologias ocorrentes na Folha Santana.

Estas diferenças na densidade de drenagem entre os distintos compartimentos geomorfológicos chapada e embasamento, podem ser muito bem visualizadas no mapa de relevo sombreado e na carta de declividades vistos anteriormente neste trabalho. Nas formações consideradas como formações do vale (Formações Cariri/Mauriti, Barbalha e Santana), entre as duas composições geomorfológicas marcadas pelo embasamento cristalino e a chapada, como também no setor centro sul da folha, como já mencionado, a densidade de drenagem é intermediária.

Tem-se então, notavelmente demarcado pelo mapa de relevo sombreado e secundariamente pela carta de declividade da Folha Santana três (03) distintas densidades de drenagem para a Folha Santana do Cariri: extremamente baixa no setor da chapada, intermediária para as consideradas formações do vale e elevada para as litologias do embasamento pré-cambriano. Entretanto o mapa de drenagem interpretada gerado automaticamente não pode mostrar estas francas diferenças.

#### **4.4. Modelos em 3D**

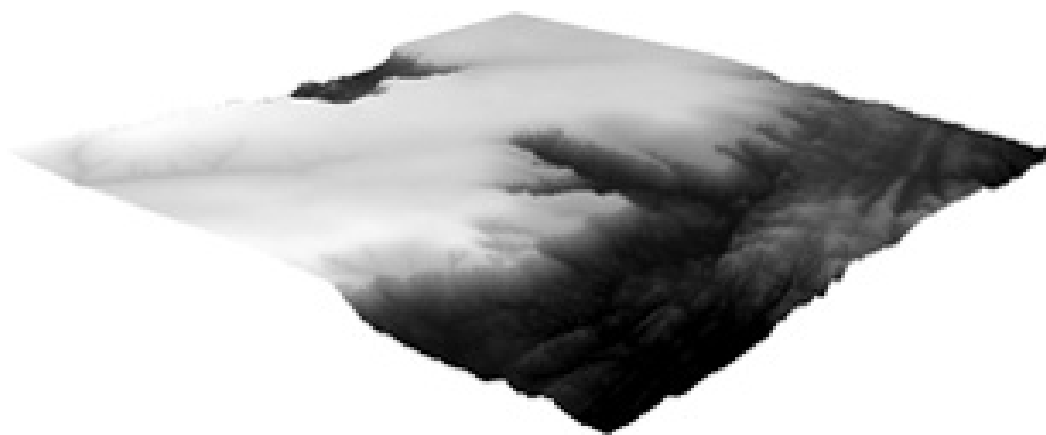
A partir dos dados brutos da missão SRTM foram geradas simulações de visualização 3D da área, que são auxiliares no processo de interpretação das unidades de relevo. As figuras 5 e 6 apresentam duas destas simulações, com visadas NE-SW e NW-SE, respectivamente. Os modelos se encontram com sobrelevação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

As simulações de visualização 3D da área apresentam nitidamente três (03) compartimentações bem distintas de relevo a Folha Santana do Cariri: a dominante chapada nas cotas mais elevadas do terreno (cores claras); as formações do vale (já comentadas)

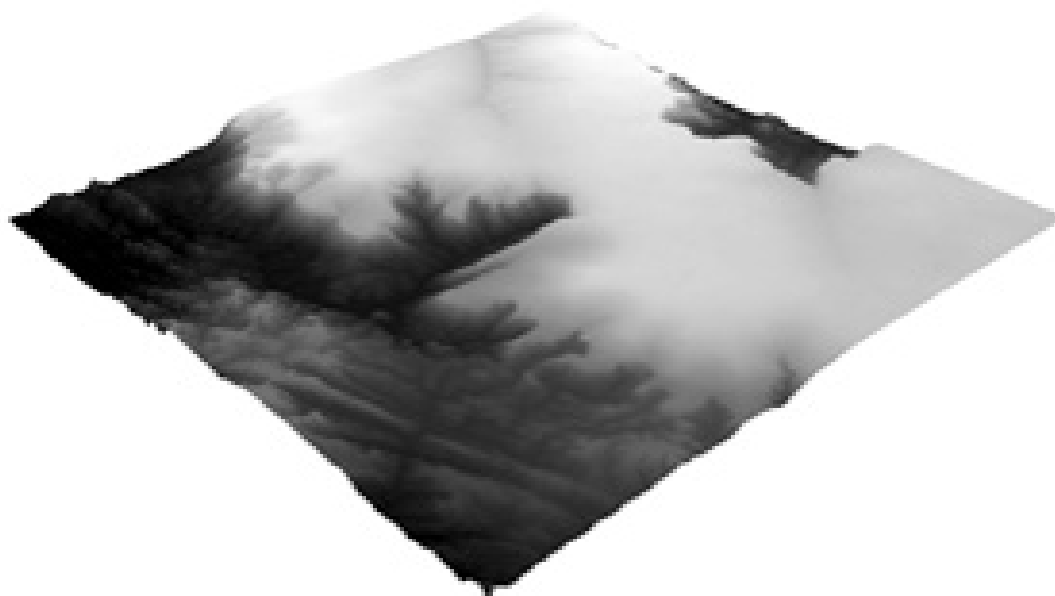


nas cotas mais rebaixadas (centro norte e centro sul da folha) e as feições fortemente lineares (segundo NE-SW) das litologias do embasamento cristalino em cotas intermediárias às primeiras duas unidades. Assim como o mapa de relevo sombreado e a carta de declividades aqui

trabalhadas o modelo tridimensional para área, em ambas as visadas consideradas, representa uma ferramenta de precisa definição para as distintas unidades de paisagem e correspondentes feições geomorfológicas que demarcam a Folha Santana do Cariri.



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



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

#### 4.5. 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 (sistema de informações geográficas).

A delimitação das unidades de relevo foi norteadada 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.

O mapa da compartimentação do relevo, realizado através da análise e integração dos diversos dados gerados, como já dito, vem apresentar de maneira conjunta as diferentes formas geomorfológicas presentes na área. Distribuem-se, portanto, as seguintes unidades de relevo: a chapada dominante e uniforme; as formas escarpadas das bordas mais íngremes que sustentam a chapada e possuem alta declividade; a depressão periférica; o relevo colinoso formado por rochas do Embasamento Cristalino; e relevo colinoso suave característico de rochas sedimentares.

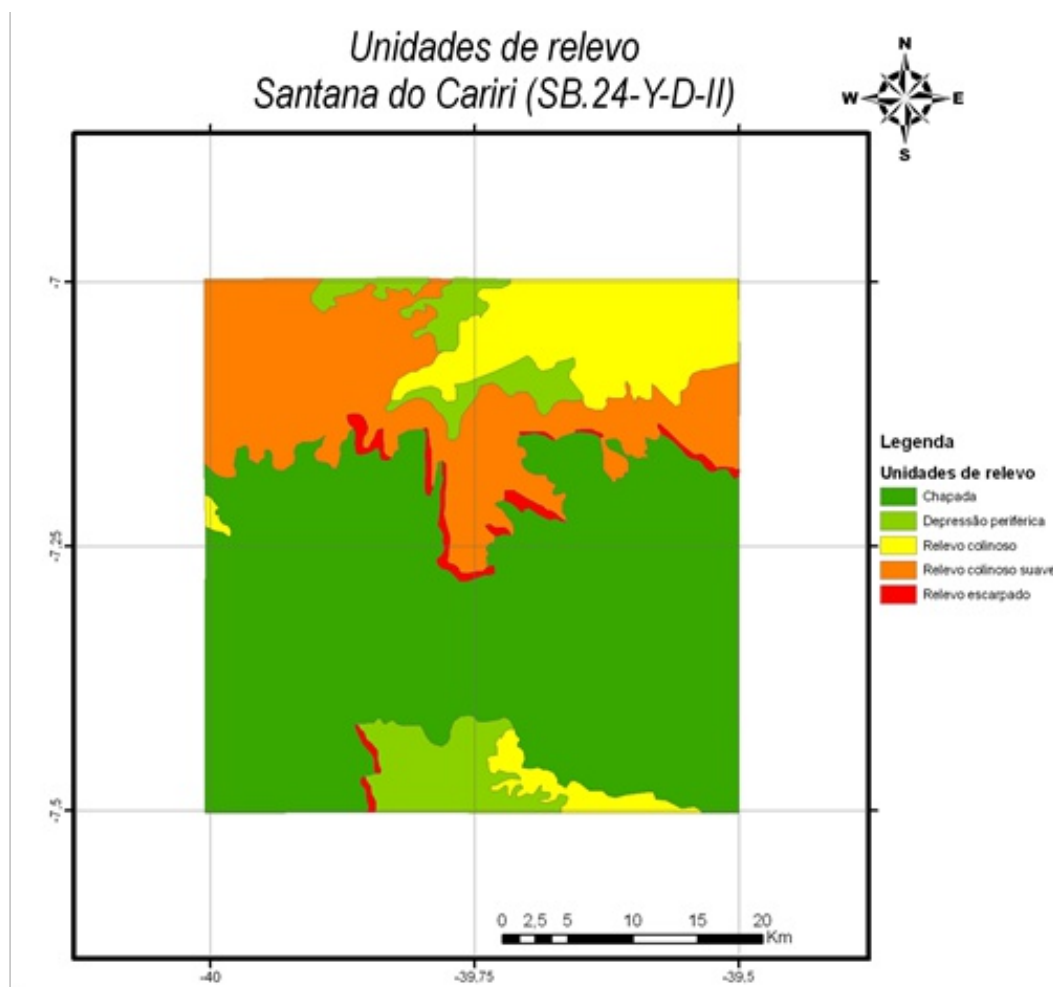


Figura 7: Mapa das unidades de relevo interpretadas para a Folha Santana do Cariri.

## 5. CONCLUSÕES

O processamento e integração de dados advindos de modelos digitais de elevação, obtidos a partir da missão SRTM empregando-se processadores de análise em 3D e análise espacial, permitiu a compartimentação do relevo da área de estudo, possibilitando a individualização das diferentes unidades de relevo ali presentes de forma rápida e precisa. Somente o mapa de drenagem interpretada gerado automaticamente e aqui apresentado não pode mostrar estas francas diferenças.

A aplicabilidade destes dados é de importância enorme, uma vez que estão disponibilizados abertamente 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 consequentemente da estruturação geológica presente, compreensão esta de grande valia para alunos de graduação e de pós-graduação para a sua perfeita formação e habilitação técnica.

## 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. 2005. Imagens de Sensoriamento Remoto no Mapeamento de Lineamentos do Centro do Escudo Sul-Rio-Grandense. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 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. 2008. 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, Nº 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. 1999. 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, M. DE M. 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.