

A região semi-árida nordestina: utilização dos dados SRTM para mapeamento geomorfológico de parte dos municípios de Jatobá Petrolândia e Tacaratu, Sub-Médio São Francisco, PE

Bruno Ferreira

*Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/Recife, PE
Departamento de Ciências Geográficas - DCG
e-mail: brunge2005@gmail.com*

Resumo

Nas últimas décadas a cartografia geomorfológica incorporou em suas metodologias, um significativo número de técnicas computacionais associadas aos modernos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), bem como, passou a utilizar dados de sensores, possibilitando a elaboração de Modelos Numéricos do Terreno - MNT, fornecendo ferramentas para um melhor detalhamento das unidades de relevo. Esse estudo consiste na utilização de dados de radar ou SRTM na elaboração do mapeamento geomorfológico de detalhe da região de Petrolândia no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Tendo como objetivo, associar as técnicas tradicionais de mapeamento, as modernas ferramentas de SIG para a representação das formas de relevo na região semi-árida nordestina, ainda carente de estudos mais detalhados. A modelagem de dados de radar (MNT), associados as técnicas tradicionais de mapeamento geomorfológico, possibilitaram a representação e posterior descrição das formas de relevo. Produzindo como resultado, um mapa geomorfológico na escala de 1:100.000, em conformidade com as recomendações da União Geográfica Internacional (UGI). Observou-se que as técnicas tradicionais de mapeamento, foram de grande utilidade para a elaboração desse estudo, dando suporte para a interpretação dos produtos advindos do geoprocessamento. A associação das técnicas tradicionais com as modernas ferramentas computacionais representa um grande avanço para a cartografia geomorfológica.

Palavras Chave: Mapemaneto Geomorfológico; Modelos Numéricos do Terreno; Petrolândia; Pernambuco; Brasil.

Abstract

In recent decades the geomorphological mapping incorporated in their methodology, a significant number of computational techniques associated with modern Geographic Information Systems (GIS) and, now using data from sensors, allowing the preparation of Digital Elevation Model - DEM, providing tools for a more detailed units of relief. This study use of radar data SRTM in the preparation of detailed geomorphological mapping of the region of Petrolândia in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. With an aim to combine their traditional mapping techniques, modern tools of GIS for the representation of landforms in semi-arid northeast, still in need of more detailed studies. The modeling of radar data (MNT), combined with the traditional techniques of geomorphological mapping enabled the representation and subsequent description of the forms of relief. Producing a geomorphological map at a scale of 1:100,000, in accordance with the recommendations of the International Geographical Union (IGU). It was observed that the traditional techniques of mapping, have been useful for the preparation of this study, giving support to the interpretation of the products arising from the GIS. The association of traditional techniques with modern computational tools represents a breakthrough for geomorphological mapping.

Key words: geomorphological map; digital elevation model; Petrolândia; Pernambuco; Brazil

Introdução

A Cartografia, em quanto ciência, busca o desenvolvimento de técnicas e instrumentos que visem a representação gráfica mais fiel a realidade espacial dos “objetos” mapeados (Souza *et al*, 2004). Ao longo do tempo as Geociências e, em especial, a Geografia vem se utilizando dos instrumentos e metodologias da Cartografia para representar seus objetos de estudo. Dentre os estudos que mais buscaram ou se adequaram a esse tipo de representação estão os da Geomorfologia.

“Os estudos geomorfológicos possuem grande relevância no escopo das Geociências, pois, a partir deles, é possível entender as condições gerais da dinâmica da paisagem contribuindo para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações das condições ambientais.”
(COELHO, 2008).

A cartografia geomorfológica tem por objetivo reconhecer e interpretar os fenômenos que tenham como expressão as formas do relevo (GOULART, 2001), buscando o entendimento entre a topografia, con-

junto de formas do relevo, e seus processos formadores, numa tentativa de reconhecimento da história de evolução da paisagem.

No Brasil a cartografia geomorfológica já está bem consolidada, com um vasto conjunto de estudos abordando o tema, como os de Troppmair, Ab´Saber, Bigarella, Tricart, Ross e tantos outros autores.

Segundo Souza *et al* (2004) a “*análise*” é o primeiro estágio da elaboração de um mapa geomorfológico, pois a mesma está diretamente ligada a cartografia geográfica, ou seja, a representação gráfica de fenômenos e elementos espaciais em diferentes escalas. Com isso, a caracterização de cada unidade topográfica constitui-se, no ponto de partida para a interpretação das formas, dos processos e dos condicionantes do relevo (GOULART, 2001).

Nesse estudo, buscou-se aliar as técnicas tradicionais da cartografia geomorfológica (fotointerpretação, caracterizações topográficas, esborsos geomorfológicos, croquis, etc...) com as modernas técnicas de geoprocessamento, utilizando como base os dados SRTM, numa tentativa de aprimorar o mapeamento geomorfológico em meso-escala de regiões semi-áridas. Para tal seguiu-se as recomendações da UGI (União Geográfica Internacional) através de sua comissão de mapeamento geomorfológico, e adaptações metodológicas necessárias a realidade geomorfológica local.

A utilização de dados SRTM e modelos digitais de terreno na elaboração do mapeamento geomorfológico

A partir do final do século XX, a cartografia geomorfológica incorporou as suas metodologias, um significativo número de técnicas computacionais que, associadas aos modernos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), bem como, a utilização dos dados obtidos de sensores orbitais, possibilitaram a elaboração de Modelos Numéricos do Terreno - MNT, fornecendo ferramentas para um melhor detalhamento das unidades de relevo.

Diante desse contexto geotecnológico atual, uma das ferramentas que vem sendo usados nos mapeamentos geomorfológicos são os dados de radar ou SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Esses dados são utilizados na elaboração de modelos numéricos do terreno (CARVALHO e LATRUBESSE, 2004; COELHO, 2008), possibilitando uma representação do relevo em seus diversos aspectos: estruturas; modelados; rede de drenagens; entre outros.

O instrumento que gerou os dados SRTM consiste numa plataforma espacial de imageamento por radar de abertura sintética – SAR e SIR (*Space Imaging Radar*). Apresentando *pixels* de aproximadamente 3 *ard-seconds*, cerca de 90m (CARVALHO, 2007). Esses dados são

disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA no formato TIFF (*tag Image File Format*) e são trabalhadas em ambiente SIG.

Os modelos digitais de terreno - MDT ou modelos numéricos do terreno – MNT (Figura 1), aqui tratados como sinônimos, possuem diversas aplicações nas Geociências. Para as análises geomorfológicas, são utilizados na elaboração de mapas de concavidades e convexidades do relevo, rede hidrográfica, na projeção tridimensional do relevo; elaboração de perfis topográficos, entre outros (CARVALHO, 2007).

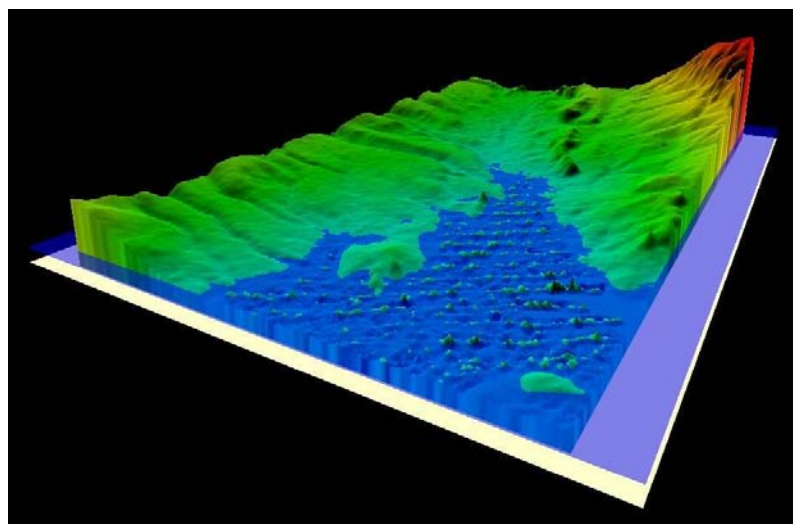


Figura 1. Modelo digital de elevação da área.

Carvalho (2007) e Coelho (2008) propõem uma descrição do relevo a partir da elaboração de modelos digitais do terreno, utilizando um conjunto de medidas que possibilitam o detalhamento do relevo em diferentes escalas. Carvalho (*op cit*) baseado nos estudos de Franklin e Peddle na década de 1980, se utilizam de cinco parâmetros básicos: *elevação*, onde o gradiente topográfico representa a taxa de mudança de altitude; *declividade*, sendo um ponto do terreno definido a partir do ângulo entre o vetor normal a uma superfície e um na vertical no mesmo ponto; *orientação*, formada por um ângulo existente entre o vetor direcionado ao norte e outro projetado horizontalmente na superfície do mesmo ponto; *curvatura*, a mudança de declividade entorno de um ponto, representada pela concavidade/convexidade do relevo; *rugosidade*, distinção de áreas uniformes em terrenos rugosos.

Localização da área

A área de estudo (Figura 2) compreende uma extensão de aproximadamente 375 Km², localizada na confluência dos municípios de Jatobá, Petrolândia e Tacaratu, na meso-região do sertão de Pernambuco, micro-região de Itaparica, Sub-Médio São Francisco na área da Bacia Sedimentar de Jatobá, entre os meridianos 38°19'11,67" / 38°5'34,393" W e paralelos 8°54'44,932" / 9°2'42,442" S.

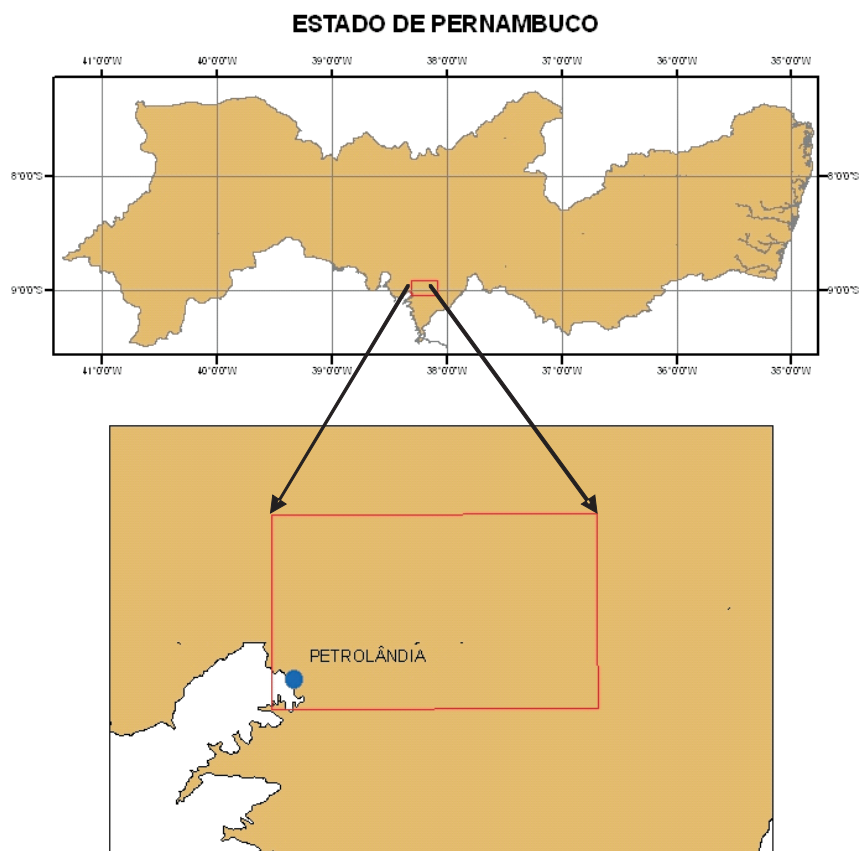


Figura 2. Localização da área de estudo.

Metodologia

Referencial teórico

Para elaboração do mapa geomorfológico, seguiu-se as recomendações da divisão de mapeamento geomorfológico da UGI, para realização

mapeamentos geomorfológicos em escala de detalhe e semi-detalhe. Foram analisados: a **morfometria** - altimetria, dimensões, desníveis, extensões; a **morfologia** - formas do perfil, concavidades, convexidades, retilineidades, rupturas, topos, fundos de vale, etc; a **gênese** - degradação ou agadação; a **cronologia relativa** - idade relativa das formas (RODRIGUES, 1998).

Os procedimentos de elaboração desse estudo estão distribuídos em três etapas a saber: 1 - **revisão bibliográfica**, levantamento dos estudos prévios realizados na área, sobre contexto geomorfológico regional; 2- **geoprocessamento**, tratamento e modelagem dos dados de radar, imagens de satélite e *plotagem* das informações da fotointerpretação; 3 - **trabalho de campo**, visita a campo para verificação *in situ* das informações obtidos nos modelos elaborados em laboratório e posterior correção.

Obtenção e tratamento dos dados

Os dados de radar (SRTM) utilizados nesse estudo compreendem parte das folhas SC-24-X-A e SC-24-X-C disponibilizadas no formato *TIFF* pela EMBRAPA. Esses dados foram corrigidos e modelados em ambiente SIG, utilizando o *software* de geoprocessamento *arc gis 9.2*.

A confecção do mapa geomorfológico foi realizada em duas etapas. Primeiro elaborou-se um modelo digital do terreno, mostrando a distribuição e morfologias das unidades morfológicas. Em segundo momento, com base no MDT, foram elaboradas cartas hipsométricas, de declividade e de direção de fluxo. A interpretação do conjunto dessas informações possibilitou a elaboração de um mapa geomorfológico em escala de semi-detalhe.

Após os procedimentos laboratoriais, foi realizado um trabalho de campo, onde a área foi percorrida, com marcação de cinquenta pontos de amostragem georreferenciados para aferição e delimitação das unidades morfológicas.

Resultados e discussão

Geologia da área

Antes da realização desse estudo, Lima (2008) realizou um mapeamento geológico da área na escala de 1:000.000. Nesse estudo estão detalhadas a litologia e as unidades estruturais que compõem o arranjo geológico local, no entanto, o autor não abordou os aspectos morfológicos em que esse arranjo geológico aparece na paisagem.

A Geologia da área (Figura 3) é composta pelas unidades

litoestratigráficas da borda sul da Bacia de Jatobá, compostas pelas Formações: Tacaratu e Inajá (Paleozóico), Aliança e Sergi (Mesozóicas), além dos depósitos cenozóicos, formados pelo retrabalhamento das formações mais antigas (LIMA, 2008).

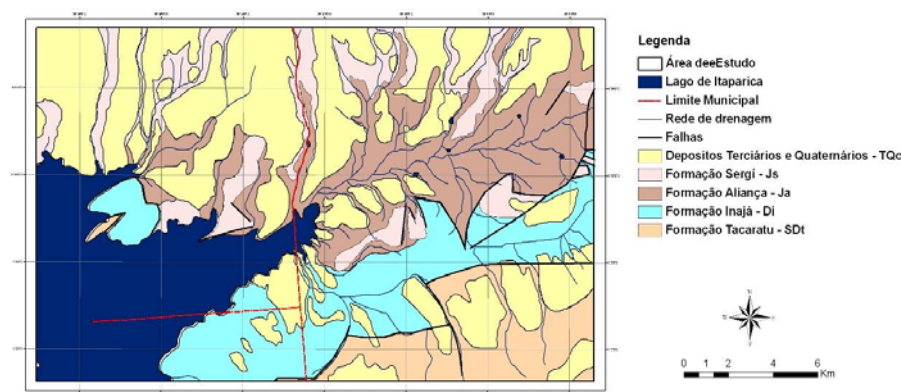


Figura 3. Esboço geológico da área.
Fonte: Simplificado de Lima (2008).

Formação Tacaratu – SDt

A Formação Tacaratu (BARBOSA, 1964) constitui a base da seqüência sedimentar da Bacia de Jatobá, tem idade Paleozóica e repousa discordantemente sobre o embasamento cristalino. Essa formação apresenta uma litologia bastante monótona, constituída por arenitos grossos e conglomerados de cor cinza claro, além de arenitos finos amarelados, róseos e avermelhados. Sua espessura é de aproximadamente 400m com afloramentos em todo o bordo da bacia, apresentando estratificação cruzada em diversas áreas, evidenciando um ambiente de sedimentação continental de águas rasas (MELO, 1980; VIANA, 1981).

Segundo Lima (2008) a Formação Tacaratu está representada na área por arenitos médios a grossos, mal selecionados, com níveis conglomeráticos de cor creme a cinza, estratificação cruzada tabular e intensos fraturamento e falhamento. São arenitos conglomeráticos derivados de sistemas fluviais.

Formação Inajá

A Formação Inajá (BARRETO, 1968) está sobreposta a Formação Tacaratu e apresenta idade devoniana. A litologia dessa unidade é bas-

tante variada apresentando arenitos, folhelhos, siltitos, calcários e margas. Viana (*op cit*) apresenta uma subdivisão dessa formação em cinco seqüências Silito Basal, Arenito Feldspático, Arenito Cacimba, Silito Cacimba e Arenito Lages, formando um pacote sedimentar de aproximadamente 250m de espessura.

Lima (2008) identificou em seu mapeamento geológico na área, arenitos finos a médios com níveis silte-argilosos intercalados, moderadamente a bem selecionados de coloração creme avermelhada, creme acinzentada e roxa. Sendo comuns também, níveis de seixos milimétricos e fácies de granulometria grossa.

Essa formação apresenta ainda, marcas de ondas, em arenitos finos de ambiente marinho raso, representados por feições ruiformes ou lajes (LIMA, *op cit*).

A Formação Aliança

A Formação Aliança (SHEARER, 1942) possui é do Jurássico Superior e apresenta uma litologia composta por arenitos e siltitos de cor avermelhada com intercalações de leitos de calcários dolomíticos (VIANA, *op cit*).

Na área, os sedimentos Aliança afloram em regiões baixas do relevo suave ondulado, geralmente em vales dissecados pela rede de drenagem. São compostos por folhelhos, argilitos e siltitos com tons esverdeados, amarronzados e também esbranquiçados (carbonatos). São identificados ainda, níveis de calcários compactos, pouco laminados intercalados a sedimentos clásticos.

A Formação Sergi

A Formação Sergi (PACK & ALMEIDA, 1945) apresenta idade jurássica superior e é constituída por arenitos de cores e granulometrias variadas, argilosos, com pouco feldspato e caulínicos, com alguns seixos de sílex, quando conglomeráticos (VIANA, *op cit*; MELO, *op cit*).

Lima (2008) identificou nos sedimentos Sergi, arenitos e conglomerados, em regiões mais elevadas do relevo, apresentando feições de morretes e serrotes. Esse pacote é formado por arenitos de cor creme a avermelhada, por vezes cinza e granulometria fina a média, moderadamente a bem selecionada.

As Coberturas neogênicas

Capendo o relevo da bacia sedimentar, existem ainda espessos mantos eluviais decorrentes do intemperismo mecânico das rochas

sedimentares. Esse material é formado por areias brancas e ferruginosas, de granulação fina à média, tendendo para siltosa ou mesmo grossa de acordo com a área fonte (MELO, 1980). Viana (1981) identificou também aluviões quaternários formando amplos terraços arenosos, às vezes, recobertos por cascalhos silicosos bem rolados, evidência do transporte hidráulico a que foram submetidos. Esses aluviões são bastante raros na área da bacia e distribuem-se principalmente nas margens dos rios São Francisco e Moxotó.

Lima (2008) em seu mapeamento, identificou depósitos arenosos, elúvios, colúvios e aluviões em toda a área estudada. Encontrou também, areias aluvionares com presença de cimento carbonático, formando depósitos de “calcretes” com presença fossilífera.

A compartimentação geomorfológica

Como escala de representação do relevo da área, propõe-se 1:100.000, compatível com as recomendações da UGI para os mapeamentos geomorfológicos de detalhe. Sugere-se então, uma compartimentação geomorfológica agrupada em 3 unidades morfoestruturas e suas respectivas unidades morfológicas (Figura 4), a saber:



Figura 4 . Altas encostas conservadas¹; Baixas encostas conservadas².
Autor: Bruno Ferreira (2009)

1. Planalto Sedimentar

Altas Encostas Conservadas com Cobertura Coluvial “1” – São áreas circundam as superfícies de cimeira, formando amplas rampas muito inclinadas, ora de denudação, ora de deposição de leques coluviais.

Baixas Encostas Conservadas sem Cobertura Coluvial “2” – São áreas de relevo ondulado moderadamente inclinado que serve de transição entre as altas encostas e os pedimentos.

Altas Encostas Dissecadas sem Cobertura Coluvial “3” – Representam encostas muito íngremes dissecadas pela rede de drenagem local, formando amplas cabeceiras de drenagem e divisores d`água. Não apresentam cobertura coluvial em decorrência da intensa dissecação.

Baixas Encostas Dissecadas sem Cobertura Coluvial “4” – São encostas esculpidas pela intensa dissecação dos capeamentos sedimentares. Representam níveis de encostas baixas e amplas, fortemente entalhadas pela rede de drenagem local.

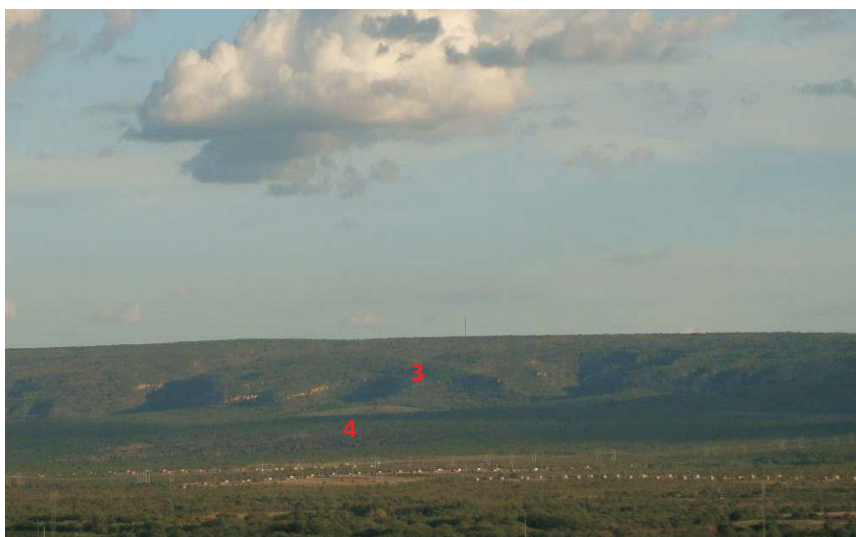


Figura 5 . Altas encostas dissecadas³; Baixas encostas dissecadas⁴.
Autor: Bruno Ferreira (2009).

Superfícies de Cimeiras – Correspondem a níveis topográficos bastante elevados, com cerca de 700m. Apresentam topos planos capeados por eluvios derivados da desagregação mecânica dos arenitos da Formação Tacaratú. Essa unidade conservu-se na paisagem devido a diferenciação litológica, que lhes possibilitou maior resistência aos processos intempéricos e erosivos locais.

Colinas Fortemente Onduladas – Relevo pluriconvexo, amplas colinas pouco dissecadas esculpidas em terrenos sedimentares, circundadas pela rede de drenagem axial, apresentam diversas cabeceiras de drenagens.



Figura 6 . Superfícies de cimeira.
Autor: Bruno Ferreira (2009).



Figura 7. Colina Fortemente Ondulada.
Autor: Bruno Ferreira (2009).

2. Depressão Sanfranciscana

Pedimento Suave – São áreas moderadamente onduladas, com altitudes médias de 350m. Constituem setores de dispersão de sedimentos

com estrutura superficial pouco movimentada, sobre a qual se formam pavimentos detríticos por erosão laminar das fácies mais finas.



Figura 8. Pedimento suave ondulado.
Autor: Bruno Ferreira (2009).

Morros Testemunhos – Foram identificados 2 morros isolados elevando-se por sobre a superfície pedimentada. Representam elevações, ora denunciando os antigos níveis de pedimentação, ora formas residuais resultantes da diferenciação litológica frente aos processos intempéricos.

3. Maciço Residual

Morro Testemunho – Morro isolado circundado por encostas íngremes e depósitos de *talus* na base. Conservado na paisagem em decorrência da resistência dos arenitos e conglomerados da Formação Tacaratú, frente aos processos intempéricos locais.

Encostas Íngremes sem Cobertura Coluvial – São encostas que circundam o maciço residual. Esculpidas sobre os sedimentos da Formação Inajá, formada por arenitos de conglomerados.



Figura 9. Morro testemunho.
Autor: Bruno Ferreira (2009).

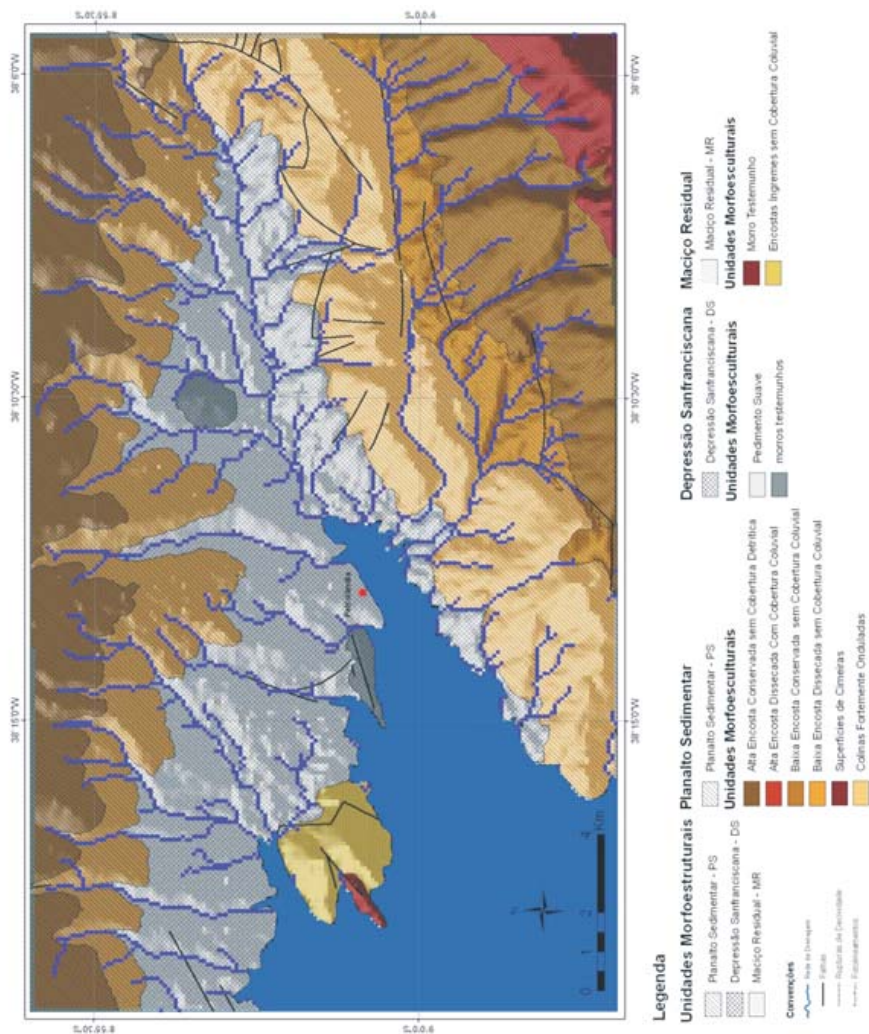


Figura 10. Mapa geomorfológico da área.

Conclusões

A compartimentação geomorfológica da área mostra uma grande diversidade na intensidade dos processos de dissecção da borda sul da Bacia de Jatobá, onde o intenso fraturamento dos capeamentos sedimentares paleozóicos e jurássicos, aliados a atuação da dinâmica erosiva, possibilitaram a abertura de amplos vales, condicionados pela resistência litológica frente aos eventos e regimes climáticos locais ao longo do Quaternário.

A modelagem dos dados SRTM apresentou bons resultados na elaboração de modelos digitais de terreno para a área. Apresentando uma boa representação da topografia, incisões da rede de drenagem, divisores d'água e feições morfológicas. Tal modelagem foi de grande importância na elaboração desse estudo, fornecendo os elementos necessários a representação e interpretação geomorfológica.

A técnicas tradicionais de mapeamento, foram de grande relevância na elaboração desse estudo, dando suporte para a interpretação dos produtos advindos do geoprocessamento. Além disso, o trabalho de campo fora decisivo na delimitação das unidades morfológicas, complementando os modelos de compartimentação previamente elaborados. A fotointerpretação ajudou na finalização desse estudo, elucidando as últimas dúvidas quanto a delimitação e morfologia das unidades aqui individualizadas.

A elaboração desse estudo representa os primeiros passos para um melhor entendimento da compartimentação geomorfológica da borda sul da Bacia de Jatobá. Essa bacia sedimentar sempre negligenciada nos estudos geomorfológicos realizados sobre o Nordeste brasileiro. No entanto, é de suma importância a aplicação de novas metodologias e abordagens no estudo geomorfológico da região.

Referências

- CARVALHO, T. M. **Métodos de sensoriamento remoto aplicados à Geomorfologia.** Geografia Acadêmica v. 1 n. 1 (Xii. 2007) 44-54.
- CARVALHO, T. M.; LATRUBESSE, E. M. **Aplicação de modelos digitais de terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia.** Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 5, N° 1 (2004) 85-93.
- COELHO, L. N. **Uso de Dados SRTM como Ferramenta de Apoio ao Mapeamento Geomorfológico de Bacias de Médio e Grande Porte.** Geografia Acadêmica v. 2 n. 2 (viii. 2008) 138-153.
- GOULART, A. C. O. **Relevos e Processos Dinâmicos: Uma Proposta Metodológica de Cartografia Geomorfológica.** Geografares, Vitória, n° 2, jun. 2001.
- LIMA, F. J. C. **Mapeamento Geológico e Paleontológico de Parte dos Municípios de Petrolândia, Tacaratu e Jatobá – Pernambuco.** Monografia de conclusão de curso de graduação, apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco. 2008.

MELO, J. G. **Estudo Hidrogeológico da Bacia de Jatobá (PE) Recursos Exploráveis e Dispositivos de Captação.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1980. 134 p.

SOUZA, L. H. F.; FERREIRA, I. L.; RODRIGUES, S. C. **Cartografia digital aplicada ao mapeamento geomorfológico.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, 16 (30): 133-144, jun. 2004.

RODRIGUES, S. C. **Análise Empírico-Experimental da Fragilidade do Relevo-Solo no Cristalino do Planalto Paulistano: Sub-bacia do Reservatório Billings.** Tese de Doutorado. FFLCH-USP, São Paulo, 1998. 267p.

VIANA, S. F. **Estudos Hidrogeoquímicos na Bacia de Jatobá – PE.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1981. 173 p.

Sumetido em: 10/setembro/2009

Aceito em: 26/abril/2010