
APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA FOLHA OURICURI, PERNAMBUCO - BRASIL

KARLLA EMMANUELLE CUNHA ARRUDA¹
ALCINA MAGNÓLIA FRANCA BARRETO²

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG
Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife, PE
¹karllaemmanuelle@hotmail.com; ²alcinabarreto@gmail.com

RESUMO – O uso de geotecnologias na interpretação geomorfológica representa uma análise mais complexa das feições do terreno. Através de softwares que possibilitam uma representação tridimensional das imagens é possível aplicar diagnósticos com dados das variáveis morfométricas extraídas automaticamente, como altimetria e declividade, que podem ser conjugados com outras técnicas para auxiliar no mapeamento. A fotointerpretação de fotografias aéreas com o uso da estereoscopia e de anaglifos expande o potencial da análise geomorfológica. Assim, o presente trabalho tem como objetivo mostrar a importância das geotecnologias no estudo geomorfológico da paisagem. Foram utilizadas imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), mapas temáticos e fotografias aéreas, além de dados pré-existentes da geologia local. A área geográfica em estudo corresponde a Folha Ouricuri SB.24-Y-D-IV, onde se encontram rochas ígneas e metamórficas Pré-cambrianas e sedimentos Cenozóicos. O mapa geomorfológico digital resultante encontra-se na escala de 1:250.000, representando os domínios morfoestruturais e morfoesculturais do terreno.

ABSTRACT – The use of geotechnologies in geomorphological interpretation represents a more complex analysis of the terrain features. Through softwares that enables a three-dimensional images can be applied to diagnostic data form morphometric variables automatically extracted, as altimetry and slope, which can be combined with others techniques to aid in mapping. The photointerpretation of aerial photographs using stereoscopy and anaglyph expand the potential of geomorphological analysis. Therefore, this paper aims to show the importance of geotechnologies on the study of the geomorphology of the landscape. Were used images of radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), thematic maps and aerial photographs, as well as pre-existing data of the local geology. The geographic area under study corresponds to Ouricuri SB.24-Y-D-IV, where there are igneous and metamorphic Precambrian rocks and Cenozoic sediments. The resulting digital geomorphological map is at 1:250.000 scale, representing the fields morphostructural and morphosculptural of landscape.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos aplicados à caracterização da paisagem com variáveis morfométricas têm sido bastante utilizados para o delineamento de feições geomorfológicas com o desenvolvimento de métodos automáticos de extração dessas variáveis. Pelo fato de o relevo ser geralmente bem destacado em imagens de satélite, bem como pela disponibilidade de dados multitemporais que possibilitam o estudo de processos morfodinâmicos, a ciência geomorfológica é fortemente beneficiada pela tecnologia de sensoriamento remoto (Florenzano, 2008).

No presente trabalho foi aplicado um estudo geomorfológico através de Modelos Digitais de Terreno (MDTs), mapas de declividades e hipsométricos a partir de uma base planialtimétrica em meio digital extraídas de softwares de geoprocessamento, e visualização de fotografias aéreas a partir da estereoscopia e anaglifos permitindo um análise do terreno em três dimensões. Esse estudo foi associado a um conhecimento prévio da geologia encontrada na área geográfica em estudo.

A geomorfologia da área correspondente a Bacia Sedimentar do Araripe apresenta feições morfoesculturais que se originaram a partir da influência de processos erosivos e deposicionais característicos na área, influenciadas pelos elementos geológicos e com repercussão sobre os processos e dinâmicas superficiais. O Planalto tabular corresponde a

extensão de maior altitude da área, limitada por rebordos localmente festonados, disposto horizontalmente, desenvolvendo-se em estrutura concordante à Bacia Sedimentar do Araripe, inserida na região onde afloram rochas do embasamento cristalino e de extensa cobertura sedimentar neogênica em área de cerca de 10.000km², com cerca de 800m de sedimentos Paleozóicos e Mesozóicos. No trecho compreendido entre os municípios de Ouricuri e Trindade, sobressaem pequenos maciços residuais dissecados de forma convexa, em altitudes que atingem até cerca de 600m denotando traços de erosão. Nas cotas acima de 650m a alteração das rochas é bem maior e os solos lateríticos atingem espessuras que variam de 1,5 a 2,0m (BRASIL, 1983).

Devido ao soerguimento ocorrido no interior do nordeste brasileiro durante o Paleógeno, a superfície sul-americana alçou a altitudes que alcançaram os 1.000m, processos de denudação do relevo passaram a ter maior intensidade e a superfície foi sendo rapidamente dissecada. Cessado o soerguimento, processos de denudação continuaram atuando em novo período de resfriamento, iniciado no final do Eoceno, resultando na atual geomorfologia do interior do Nordeste, onde relevos residuais, tais como a Chapada do Araripe, testemunham a grande extensão original da superfície sul-americana. Como produto da erosão dos relevos escarpados, depósitos de leques aluviais são encontrados nas baixas encostas da chapada (ASSINE, 2007).

1.1 Área de estudo

A área geográfica em estudo está inserida na mesorregião Sertão e microrregião Araripina do estado de Pernambuco, abrangendo os municípios de Araripina, Trindade, Ouricuri e Ipubi, representando uma área total de cerca de 3.000 km² entre as coordenadas 7°30'00"S/ 40°30'00"O e 7°30'00"S/40°00'00"O; e 8°00'00"S/40°30'00"O e 8°00'00"S/ 40°00'00"O.

A Bacia do Araripe está localizada na Província Borborema, no Nordeste do Brasil, e desenvolveu-se em consequência de uma série de eventos geológicos relacionados ao rifting do Gondwana e subsequente abertura do Atlântico Sul (MORAIS NETO et al., 2006; OLIVEIRA e LIMA, 2008). Sua evolução tectônica tem sido interpretada com base no registro geológico, apresentando uma diversificação litológica caracterizada por sequências alternadas de arenitos, siltitos, calcários e folhelhos (COGERH, 2010).

A área possui um clima predominante caracterizado por altas temperaturas e chuvas torrenciais de verão, engloba dois contextos geotectônicos bem distintos, o embasamento cristalino pré-cambriano e as rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Araripe. Essas unidades possibilitaram a elaboração de um modelado do relevo bastante complexo, estruturado sobre as formações de origem cretácea, pertencentes à Bacia do Araripe, os pedimentos e pediplanos arrasados do embasamento cristalino e os depósitos neocenozóicos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi executada a aplicação das variáveis morfométricas altimetria e declividade em dados extraídos automaticamente a partir da imagem de radar SRTM folha SB-24-Y-D (Figura 1) com resolução espacial de 90 metros e sistema de coordenadas geográficas datum WGS-84, na escala regional de 1:250.000.

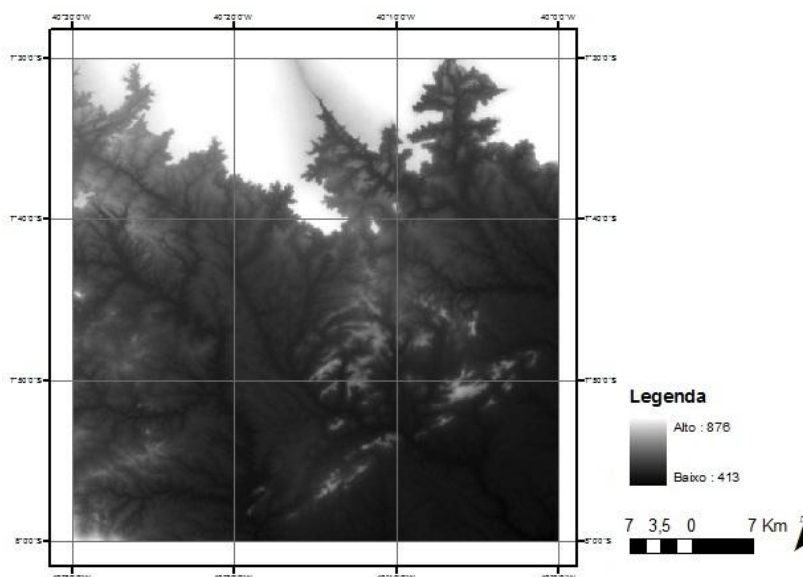


Figura 1 – Imagem SRTM da Folha Ouricuri. Fonte: Embrapa, 1999.

As representações desses resultados foram geradas no ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) ArcGIS 9.3 (ESRI, 2010), mantidos os mesmo valores de escala e coordenadas.

As imagens obtidas por sensoriamento remoto foram interpretadas com base nos seguintes elementos de interpretação: textura, tamanho, forma, sombra, altura, inclinação, padrão e localização.

Na representação da variável altimétrica seguiu a estratificação em intervalos com 15 classes (Figura 2). Foram aplicadas a partir da ferramenta 3D Analyst, a funcionalidade Hillshade, que permitem uma melhor visualização da altimetria através de sombreamento, e a funcionalidade Contour, que sobrepõe curvas de nível na imagem.

Ainda no software ArcGIS 9.3 foi utilizada a integração de dados da geologia local adquirida pelo CPRM, 2001.

A fotointerpretação foi utilizada a partir de fotografias aéreas com escala de 1:70.000, aos quais foram interpretadas tanto através de estereoscópio de espelho como de anaglifos extraídos através do software AnaMaker 3D - Anaglyph Maker (SEKITANI, 2004).

A análise do ângulo de inclinação das feições e direção de queda dos sedimentos foi interpretada com o auxílio do software Global Mapper 12 (BLUE MARBLE GEOGRAPHICS, 2011), através da funcionalidade Slope Direction Shader, sendo importante no conhecimento da orientação dos fluxos na área, que constitui uma informação de relevância em uma bacia sedimentar.

Considerando que a altimetria, declividade e as formas do terreno têm repercussão sobre os processos e dinâmicas superficiais da paisagem, foi-se diagnosticada a geomorfologia da área com base nas recomendações da UGI – União Geográfica Internacional, e sua Comissão de Mapeamento Geomorfológico (DEMEK, 1991).

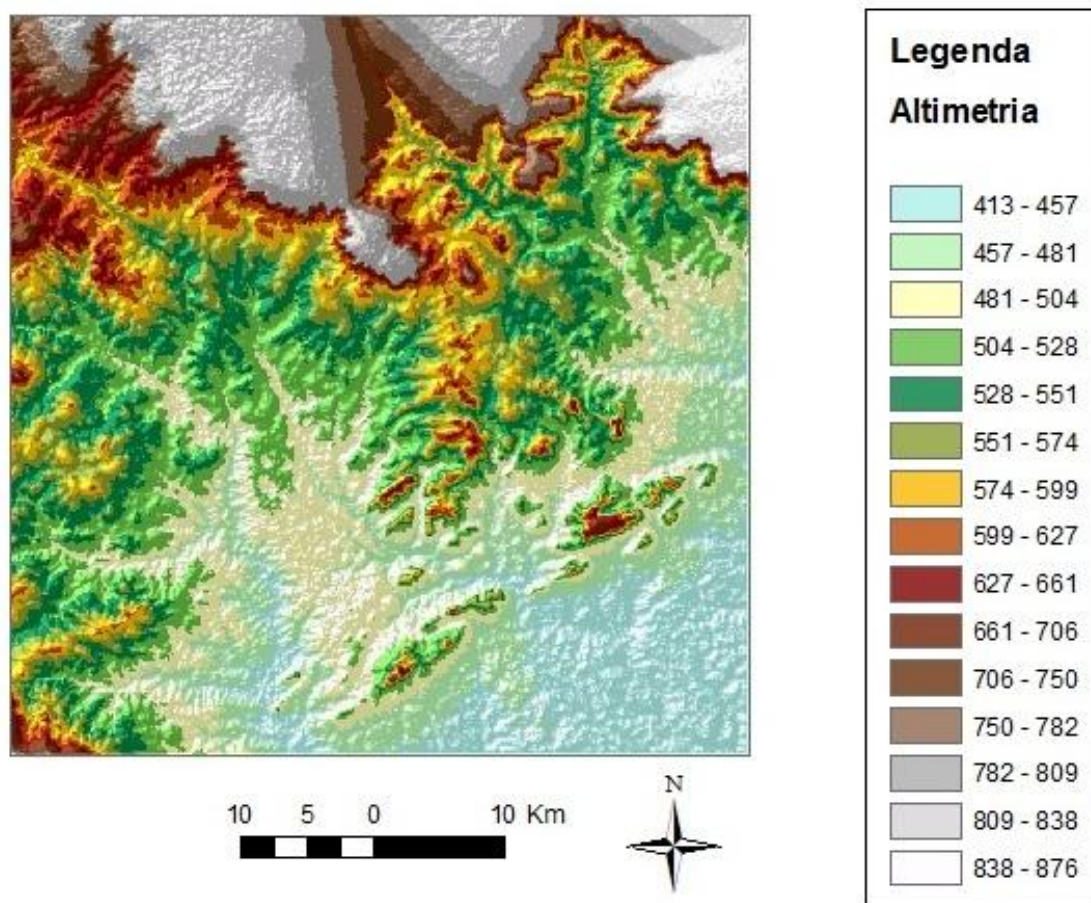


Figura 2 - Mapa Altimétrico da Folha Ouricuri.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altitude média da chapada sedimentar do Araripe situa-se em torno dos 800m, a área em estudo possui superfícies com valores de 413m no ponto mínimo, na planície fluvial, para 876 no ponto máximo, na chapada.

Pôde-se definir como Unidades Morfoestruturais (Figura 3): a Chapada Sedimentar do Araripe, concentrado no norte da área de estudo, com uma média de altitude de 800m e escarpas erosivas; a Bacia sedimentar do Araripe, constituída por sequências estratigráficas limitadas por discordâncias regionais, gerada em ambiente tectônico; os

Depósitos Sedimentares Cenozóicos, concentrados em sua maior parte no município de Trindade com extensão de aproximadamente 25Km na direção norte-sul, e de 12Km na direção leste-oeste; o Cráton Neoproterozóico, a oeste, se caracterizando pela presença de geológica de monzodioritos e monzonitos; e o Cinturão Móvel Neoproterozóico, ao sul no município de Ouricuri formado por rochas Proterozóicas ao qual estão presentes gnaisses, migmatitos, granitos, quartzitos, sienitos, calcários cristalinos e filitos, bastante falhadas e dobradas, revelando uma evolução tectônica complexa.

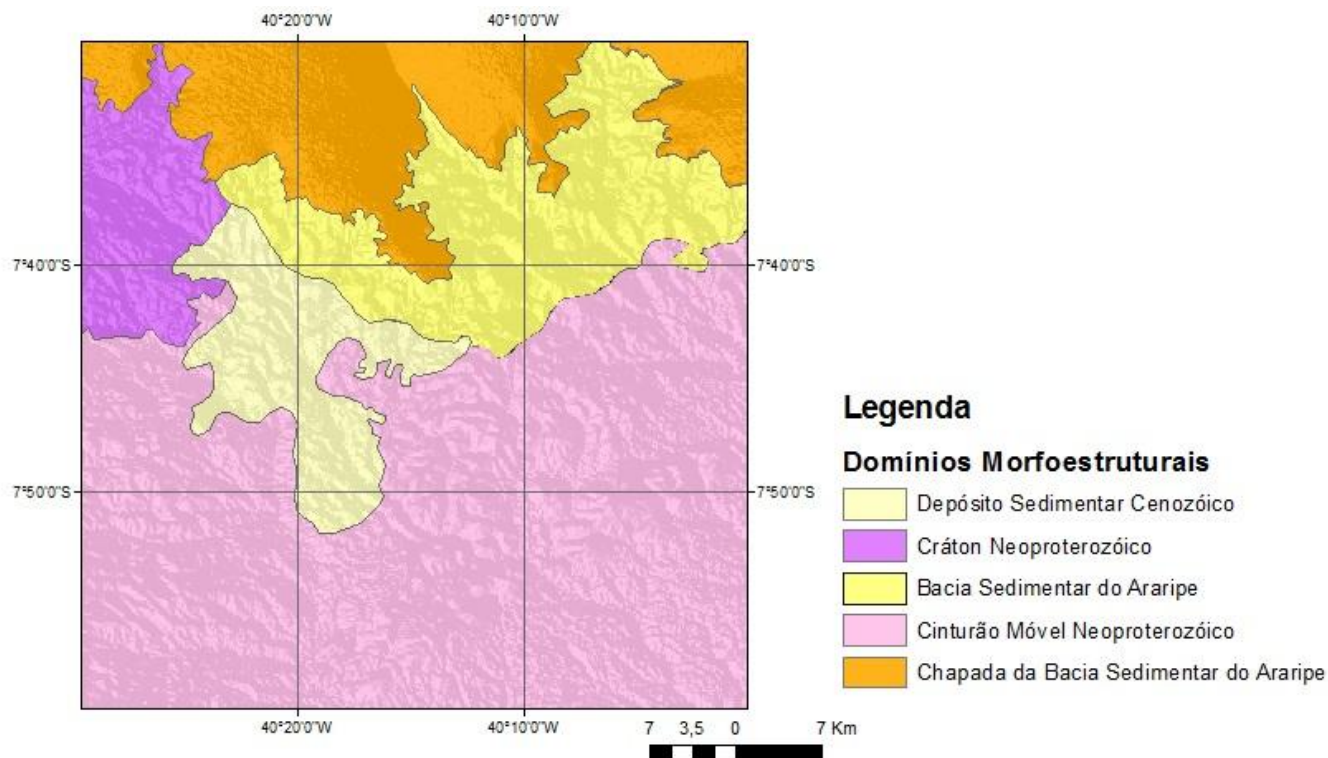


Figura 3 – Domínios Morfoestruturais da Folha de Ouricuri.

3.1 Decaimento das vertentes

A partir do ângulo de decaimento nas feições geomorfológicas encontradas (Figura 4) foi possível diferenciar alguns elementos a partir da direção e orientação das vertentes, apresentando o sentido preferencial dos escoamentos superficiais favorecendo visualizar locais propícios a erosão e a acumulação de sedimentos, como é o caso do canyon, localizado ao norte da imagem, na chapada do Araripe, com forte decaimento para o Leste.

A orientação das vertentes é uma medida de ângulo horizontal da direção esperada do escoamento superficial, expressa em relação ao Norte geográfico, onde o valor 0° (ou 360°), crescendo dessa direção, no sentido horário. Quanto maior a latitude, maior a influência da orientação das vertentes no regime térmico pela incidência solar, maior nas vertentes orientadas ao Norte, isso ocorre nos maciços residuais encontrados na parte central da área em estudo. A chapada, em sua maior parte está orientada para o Sul, onde sofre erosão no seu limite escarpado.

É possível ainda observar a profundidade dos vales fluviais, com forte decaimento marginal, favorecendo a acumulação de sedimentos na zona basal.

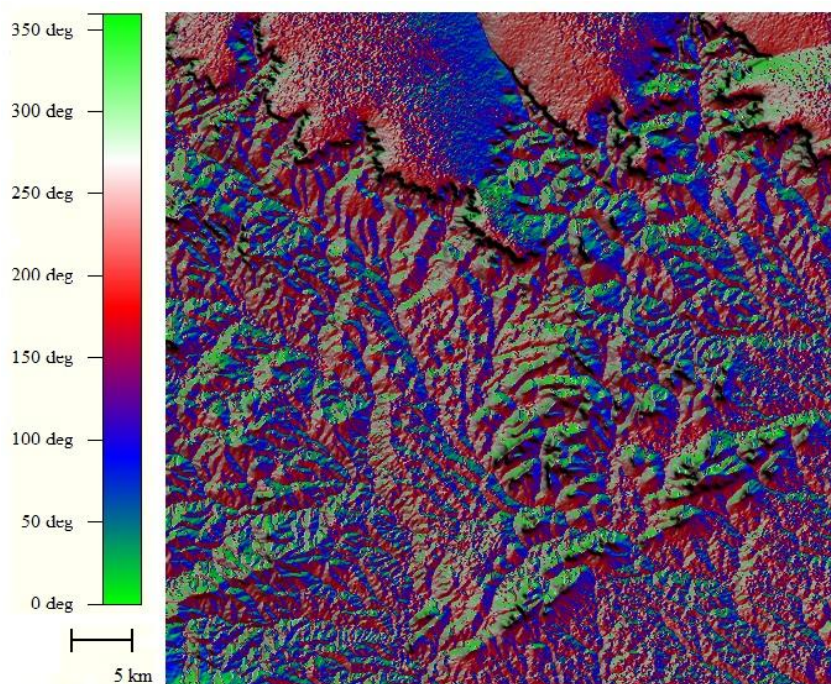


Figura 4 – Ângulo de decaimento das feições geomorfológicas da Folha de Ouricuri.

3.2 Geomorfologia

A partir da compilação de dados adquiridos das geotecnologias mencionadas pode-se chegar na confecção de um mapa geomorfológico (Figura 5), no qual foram relacionadas 9 unidades morfoesculturais descritas a seguir:

Canyon

Vale profundo escavado no planalto do Araripe, com vertentes íngremes e desnível elevado, com profundidade de aproximadamente 200m, com o paredão direito apresentando uma inclinação de 200 graus NE-SO, e o paredão esquerdo com inclinação de 100 graus Oeste-Leste.

Escarpa erosiva

Desnível abrupto localizado no limite do planalto do Araripe decorrente da atuação dos processos erosivos com o recuo das vertentes. Apresenta inclinação íngreme nos últimos 100m de altura, e inclinação suave na encosta até o encontro com o pedimento interplanáltico.

Chapada

Corresponde a extensão de maior altitude da área. É limitada por rebordos localmente festonados, disposto horizontalmente, desenvolve-se em estrutura concordante à bacia sedimentar do Araripe com altitude média de 800m.

Maçios residuais

Formas residuais com declives íngremes localizadas na superfície de aplanamento interplanáltica. Concentram-se em grande parte nos municípios de Trindade e Ouricuri, sendo feições de resistência, localizados em compartimentos correspondentes às Suítes Magmáticas do Neoproterozóico, Possuindo altitude média de 650 metros.

Morro testemunho

Relevos residuais de topo plano, limitado por escarpas íngremes, resultante do recuo pela erosão do planalto do Araripe. Aparecem em toda área frontal da chapada representando seu testemunho em tempos pretéritos. Possuem normalmente a mesma altitude da Chapada ao qual residiu, correspondendo a mesma camada sedimentar, no caso do indivíduo de maior extensão na área, apresenta em seu topo a formação Exu.

Pedimentos dissecados em embasamento cristalino

Caracteriza-se por apresentar uma zona de contato embasamento cristalino-sedimento marcado por uma superfície de aplanamento, localizado à sudeste da área.

Pedimentos interplanálticos

Superfície de aplanamento localizada à frente da chapada, resultante da erosão dos sedimentos sobre embasamento cristalino, sendo de grande extensão, localizado na parte central da área de estudo.

Encostas estruturadas em colúvio

Sedimentos correspondentes a degradação lateral da chapada, com superfície de aplanamento de inclinação suave, variando de 2,5 à 5 graus na área, acompanha os limites escarpados da chapada.

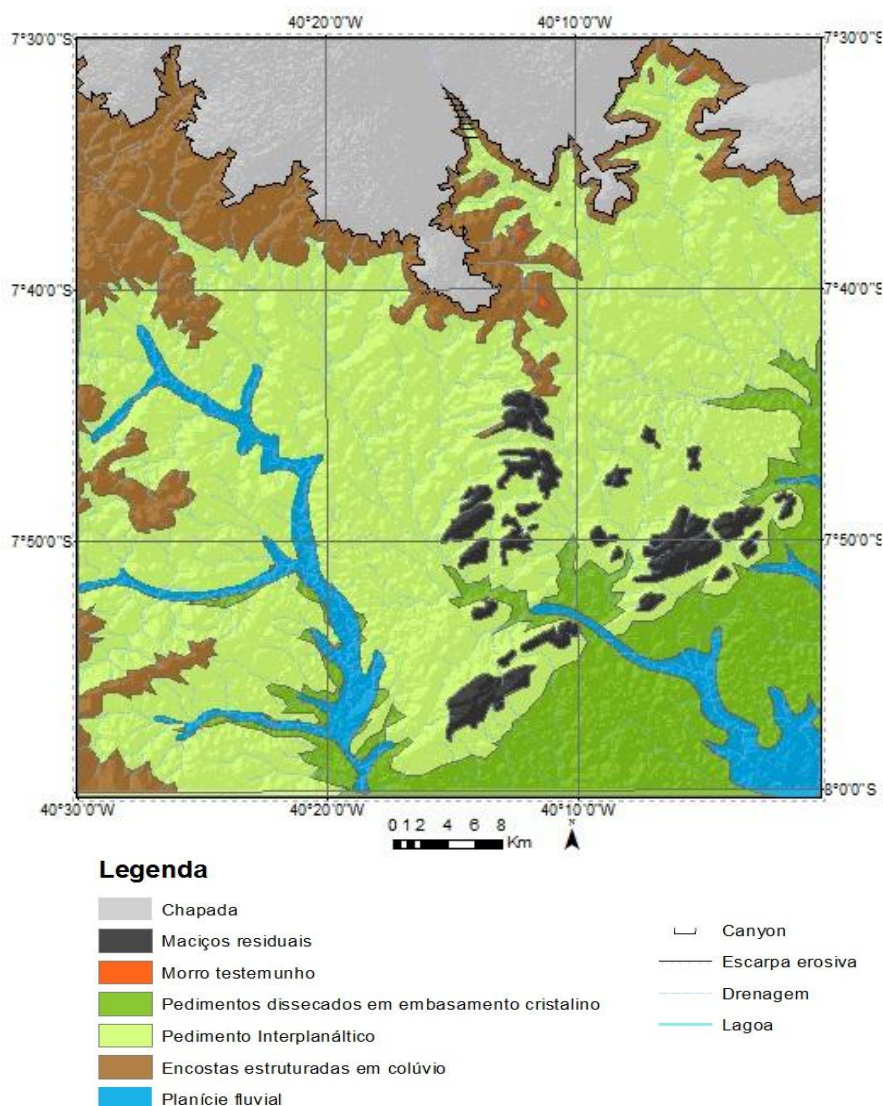


Figura 5 – Mapa Geomorfológico da Folha Ouricuri.

Morro testemunho

Relevos residuais de topo plano, limitado por escarpas íngremes, resultante do recuo pela erosão do planalto do Araripe. Aparecem em toda área frontal da chapada representando seu testemunho em tempos pretéritos. Possuem normalmente a mesma altitude da Chapada ao qual residiu, correspondendo a mesma camada sedimentar, no caso do indivíduo de maior extensão na área, apresenta em seu topo a formação Exu.

Pedimentos dissecados em embasamento cristalino

Caracteriza-se por apresentar uma zona de contato embasamento cristalino-sedimento marcado por uma superfície de aplanamento, localizado à sudeste da área.

Pedimentos interplanálticos

Superfície de aplanamento localizada à frente da chapada, resultante da erosão dos sedimentos sobre embasamento cristalino, sendo de grande extensão, localizado na parte central da área de estudo.

Encostas estruturadas em colúvio

Sedimentos correspondentes a degradação lateral da chapada, com superfície de aplanamento de inclinação suave, variando de 2,5 à 5 graus na área, acompanha os limites escarpados da chapada.

Planície fluvial

Corresponde a área resultante de acumulação fluvial, a maior extensão acompanha um vale no pedimento, com direção sul-norte, e cerca de 40Km de extensão, com profundidade relativa ao pedimento de cerca de 60m. Com altitude média de 450m no terraço fluvial. O leito de maior extensão corresponde ao do riacho São José no município de Trindade, seguido pelo leito localizado em Ouricuri, abastecendo o açude Tamboril.

4 CONCLUSÃO

O uso de geotecnologias para elaboração de um mapa geomorfológico é um importante instrumento no auxílio à pesquisa de campo, sendo uma análise prévia das feições encontradas no relevo da paisagem. As informações topográficas extraídas dos ambientes de SIG, leva ao estabelecimento de unidades de mapeamento convenientes para a caracterização do terreno na escala e para os objetivos do mapeamento desejado.

Dentre os dados mais importantes obtidos está a variável altimétrica extraída automaticamente da imagem de radar SRTM através do software ArcGIS 9.3, sendo fundamental na elaboração do estudo geomorfológico, permitindo delinear as principais feições apresentadas no relevo e separá-las primeiramente pela altitude, e a partir da interpolação de dados geológicos, diferenciar cada uma dessas feições.

O software Global Mapper 12 gerou dados importantes sobre o ângulo e a inclinação das vertentes, permitindo estabelecer a declividade e o sentido fluxo e caimento das feições geomorfológicas, importante no estudo sedimentar, possibilitando delimitar áreas propícias a erosão e a sedimentação, fundamental no estudo ambiental para planejamento urbano.

A utilização da estereoscopia permitiu a visão tridimensional da área, possibilitando o delineamento de pequenas feições, sendo inapropriada para definições altimétricas, pois apresenta um exagero vertical de aproximadamente três vezes a escala do relevo.

O mapeamento geomorfológico gerado neste trabalho possibilitou uma visualização do relevo a partir dos seus condicionantes estruturais e processuais. Demonstrando como a morfologia está representada na área, e se mostrando uma alternativa viável de baixo custo de obtenção e manipulação para estudos realizados em áreas muito distantes do observador. O próximo passo da pesquisa será o estudo aprofundado no campo, para complementação das informações geomorfológicas e seguida de coleta de amostras para o conhecimento pedológico e geológico da área, sendo assim possível um melhor diagnóstico dos processos físicos atuantes e seus depósitos associados a geomorfologia.

REFERÊNCIAS

- ASSINE, M.L., 2007. **Bacia do Araripe**. Boletim Geociências Petrobrás, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.371-389, maio/Nov.
- BLUE MARBLE GEOGRAPHICS, 2011. **Global Mapper**. Disponível em: <<http://www.globalmapper.com>> . Acesso: 2 setembro 2011.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia, 1983. **Projeto RADAMBRASIL**. Volume 23. Rio de Janeiro.
- COGERH, 2010. **Plano de Monitoramento e Gestão dos Aquíferos da Bacia do Araripe**. Estado do Ceará, Fortaleza-CE: Companhia de Gestão de Recursos Hídricos.
- CPRM. 2001. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT. Mapas Escala 1:500.000.
- DEMEK J. 1972. **Manual of detailed geomorphological mapping**. Praga, IGU, Comm Geomorph. Surv. Mapping, 368p.
- EMBRAPA, 1999. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Folha SB.24-Y-D.
- ESRI, 2010. **ArcGIS**. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>> . Acesso: 17 abril 2011
- FLORENZANO, T.G., 2008. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos.
- MORAIS NETO, J.M.; HEGARTY, K. A.; KARNER, G. D., 2006 – **Abordagem preliminar sobre paleotemperatura e evolução do relevo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, a partir da análise de traços de fissão em apatita**. In: B. Geociências. Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 113-119.
- SEKITANI, T., 2004. **Anaglyph Maker Ver1.08**. Disponível em: <http://www.stereoeye.jp/software/index_e.html>. Acesso: 5 novembro 2011.