

## MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO RIO PARAÍBA (PB) UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM OBJETOS

Geomorphological mapping of the Paraíba (PB) river basin using object-based classification

Cartografía geomorfológica de la cuenca del río Paraíba (CP) mediante una clasificación basada en objetos

Rafael Albuquerque Xavier  
Universidade Estadual da Paraíba  
[xavierra@uol.com.br](mailto:xavierra@uol.com.br)

Vinicius da Silva Seabra  
Universidade Estadual da Paraíba  
[vinigeobr@yahoo.com.br](mailto:vinigeobr@yahoo.com.br)

João Damasceno  
Universidade Estadual da Paraíba  
[damascenojoao@hotmail.com](mailto:damascenojoao@hotmail.com)

Patricia da Conceição Dornellas  
Universidade Estadual da Paraíba  
[p.dornellas@uol.com.br](mailto:p.dornellas@uol.com.br)

### Resumo

A bacia do rio Paraíba representa o maior conjunto hidrográfico drenante da porção oriental do Planalto da Borborema. Diante de sua grande importância regional, o presente estudo realizou um mapeamento dos principais conjuntos de feições geomorfológicas utilizando um modelo digital de elevação (MDE) Topodata. A partir de dados de declividade, amplitude de relevo e outras classificações já realizadas em estudos anteriores, foram definidas 8 categorias geomorfológicas para a bacia. A ferramenta utilizada mostrou-se eficaz, pois representou bem os diferentes compartimentos existentes e sua associação com os estudos sobre a gênese e evolução do Planalto da Borborema.

Palavras-chave: mapeamento geomorfológico; modelo digital de elevação; classificação baseada em objetos

### Abstract

The Paraíba River basin is the largest collection of hydrographic draining the eastern portion of the Borborema Plateau. Given its regional importance, this study conducted a mapping of the main sets of geomorphological features using a digital elevation model (DEM) Topodata. From data of slope, amplitude relief and other classifications already made in previous studies, 8 categories were defined for geomorphological basin. The tool used was effective because it represented well the different compartments and their association with existing studies on the genesis and evolution of the Borborema Plateau.

Keywords: geomorphological mapping; digital elevation model; object-based classification

## Resumen

La cuenca del río Paraíba es la mayor colección de drenaje hidrográfico de la parte oriental de la meseta Borborema. Dada su importancia regional, este estudio llevó a cabo un mapeo de los principales conjuntos de características geomorfológicas utilizando un modelo de elevación digital (DEM) Topodata. A partir de datos de la pendiente, el alivio de la amplitud y otras clasificaciones ya realizadas en estudios anteriores, los 8 categorías fueron definidas por cuenca geomorfológica. La herramienta utilizada fue eficaz porque representaba bien los diferentes compartimentos y su relación con los estudios existentes sobre la génesis y evolución de la Meseta Borborema.

Mots-Clés: Cartografía geomorfológica; modelo de elevación digital; clasificación basada en objetos

## Introdução

O mapeamento é técnica de uso antigo na ciência geomorfológica, pois é considerado o ponto de partida da pesquisa sobre a descrição, origem e evolução das formas do relevo. Reconhecer e espacializar as principais feições geomorfológicas de uma área é condição fundamental para o seu entendimento, planejamento e gerenciamento. Nas últimas décadas, as técnicas de mapeamento vêm se modernizando com o avanço da informática e o uso de sensores remotos em bases orbitais. De acordo com Carvalho e Bayer (2008), os estudos ambientais sofreram grande impacto das novas geotecnologias, incluindo, principalmente o sensoriamento remoto em bases orbitais. Neste sentido, Argento (1998) destacou que o uso de meios como o geoprocessamento por experimentos estatísticos, a cartografia computadorizada, os diferentes usos do sensoriamento remoto e o emprego de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), são fundamentais para a elaboração de mapeamentos geomorfológicos.

Dentre os principais produtos gerados, os Modelos digitais de elevação (MDEs) apresentam grande potencial de análise do relevo, pois permitem dentre outras funções, a tridimensionalidade. Segundo Landau e Guimarães (2011), os Modelos digitais de elevação representam fontes para o conhecimento do relevo da superfície terrestre, possibilitando a geração de subprodutos, como informações sobre a declividade, exposição solar e mapeamento da rede de drenagem de áreas extensas.

Os modelos digitais de elevação ASTER (NASA - *National Aeronautics and Space Administration*) e SRTM (USGS - *United States Geological Survey*) são os mais utilizados e constituem-se em exemplos de produtos obtidos através de diferentes técnicas de sensoriamento remoto. Recentemente, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir de processamentos digitais dos MDEs anteriores, lançou o TOPODATA, que sofreu correções e refinamentos que permitiram uma melhor resposta aos modelos de superfície real (Valeriano, 2008).

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma classificação das formas do relevo da bacia do Rio Paraíba (PB), utilizando parâmetros de declividade e amplitude do relevo produzidos a partir do Modelo digital de elevação Topodata.

## Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba está totalmente inserida no Estado da Paraíba, com aproximadamente 20.000 km<sup>2</sup> (Figura 1). No total a bacia drena totalmente ou parcialmente territórios de 85 municípios, com uma população total da bacia do rio Paraíba é de cerca de 1.900.000 habitantes (IBGE, 2003), o que representa 53% de toda população do Estado da Paraíba. O rio Paraíba e seus afluentes são de grande importância para o Estado, principalmente as mesorregiões da Borborema, Agreste e Mata Paraibana, abrangendo importantes cidades como Monteiro, Queimadas, Campina Grande, Sapé, Santa Rita e a capital João Pessoa (XAVIER *et. al.* 2013).

A região do alto curso do Rio Paraíba e a sub-bacia do Rio Taperoá possuem clima do tipo BSw<sup>h</sup> (classificação climática de Köppen) ou seja, semiárido quente, com precipitação pluvial média anual variando de 400 a 600 mm e com estação seca de 8 a 10 meses (MARINHO, 2011). Do interior para o litoral, onde o Rio Paraíba deságua entre os municípios de Cabedelo e Lucena, os índices pluviométricos vão aumentando gradativamente até o total anual de 1700 mm, em João Pessoa.

A geologia da bacia, principalmente o alto e o médio curso, é composta em sua maioria por rochas cristalinas que compõe o Escudo pré-cambriano do Nordeste. Constituído por formações oriundas do proterozóico e o arqueozóico, compostas por quartzitos, gnaisses, migmatitos e micaxistos. Existem também ocorrências de granitos originados de rochas vulcânicas e plutônicas (Lacerda, 2003). Geomorfologicamente, esses domínios correspondem a vertente oriental da Borborema, com diferentes níveis altimétricos que representam antigas superfícies de erosão. No baixo curso, o Rio Paraíba corta coberturas sedimentares Terciárias que compõem a Formação Barreiras. Neste nível a feição geomorfológica mais comum é o tabuleiro costeiro (XAVIER *et. al.*, 2013).

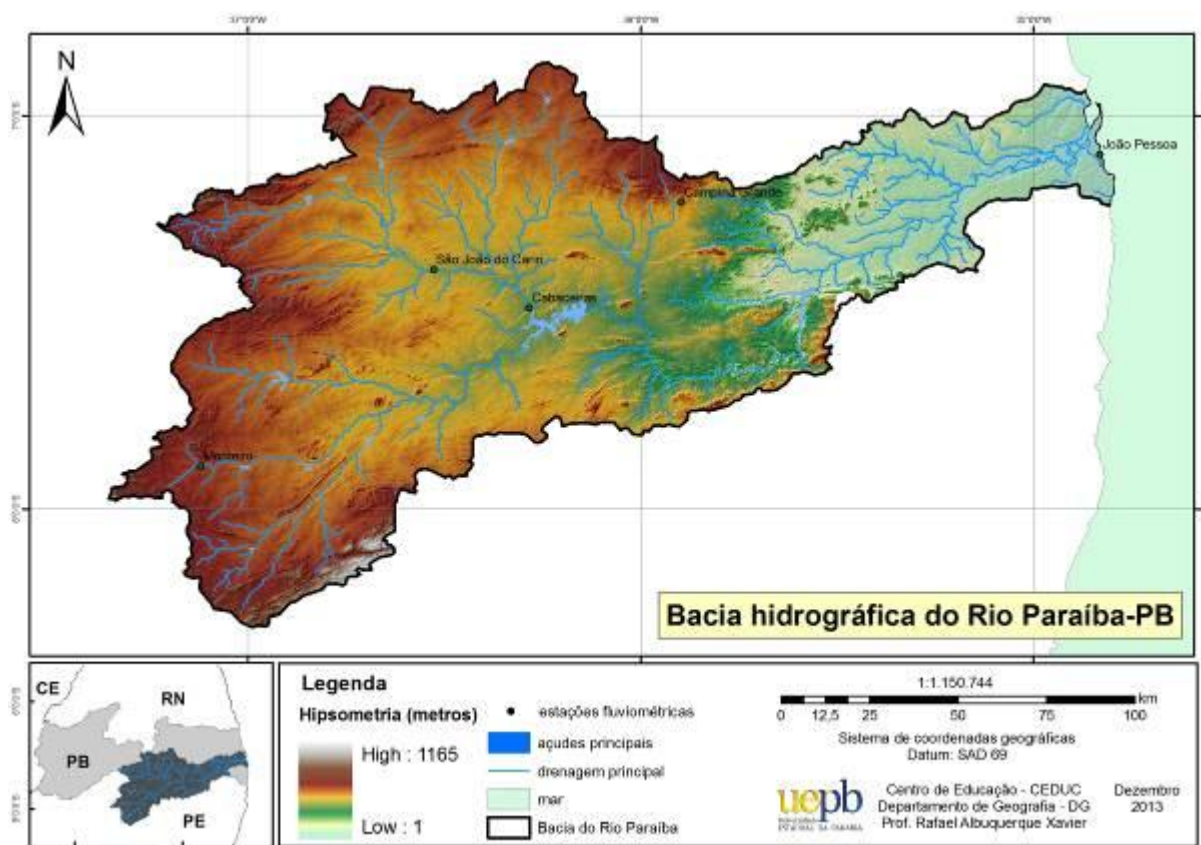


Figura 1. Mapa de localização da bacia do rio Paraíba-PB.

## Metodologia

O mapeamento do relevo da bacia do Rio Paraíba realizou-se a partir de processo de classificação baseada em objetos (*Definiens®*), que utiliza os polígonos gerados na segmentação para definição dos objetos de imagem a partir de um conjunto de dados, chamados de descritores. As características das variáveis consideradas relacionadas à forma e relações de vizinhança são as informações utilizadas na descrição destes objetos. A partir destes descritores, os objetos podem ser agrupados em categorias com significado ou em classes temáticas.

Cruz *et. al.* (2007) apontam que a classificação baseada em objetos busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para identificação de feições, baseada na descrição de padrões identificadores. Este método de classificação ainda se diferencia dos demais por apresentar a possibilidade de se realizar multissegmentações, gerando níveis hierarquizados, incluindo ainda aspectos de multirresolução.

Para a classificação do relevo na bacia do rio Paraíba, foram considerados como descritores a altitude do terreno, a amplitude do relevo e a declividade (Figura 2). Estas variáveis foram obtidas a partir de processamento dos dados do Topodata (VALERIANO, 2008), realizados no software ArcGis 9.3.

Ao contrário da declividade e altitude do terreno, que foram grandezas extraídas de processamentos diretos do MDE Topodata, a amplitude do relevo exigiu um conjunto de operações para ser obtida. A primeira etapa para a sua obtenção foi a delimitação das bacias de drenagem de terceira ordem da bacia do

Rio Paraíba. Em seguida, foram delimitadas as bacias restantes, tendo então toda a área subdividida em bacias de 3º, 2º ou 1º ordem. A delimitação destas bacias foi efetuada de forma semiautomática, com o uso da função *watershed delineation* (ArcGIS) e edição vetorial.

Em seguida, para cada uma destas bacias foram calculados os respectivos níveis de base, que foram então definidos a partir da confluência de rios de 3º ordem, ou da cota altimétrica da foz dos rios de menor ordem. Com estes limites hidrográficos e com os valores de altitude absoluta, tornou-se possível realizar o cálculo do nível de base para cada sub-bacia e posteriormente o cálculo da amplitude do relevo em cada ponto.

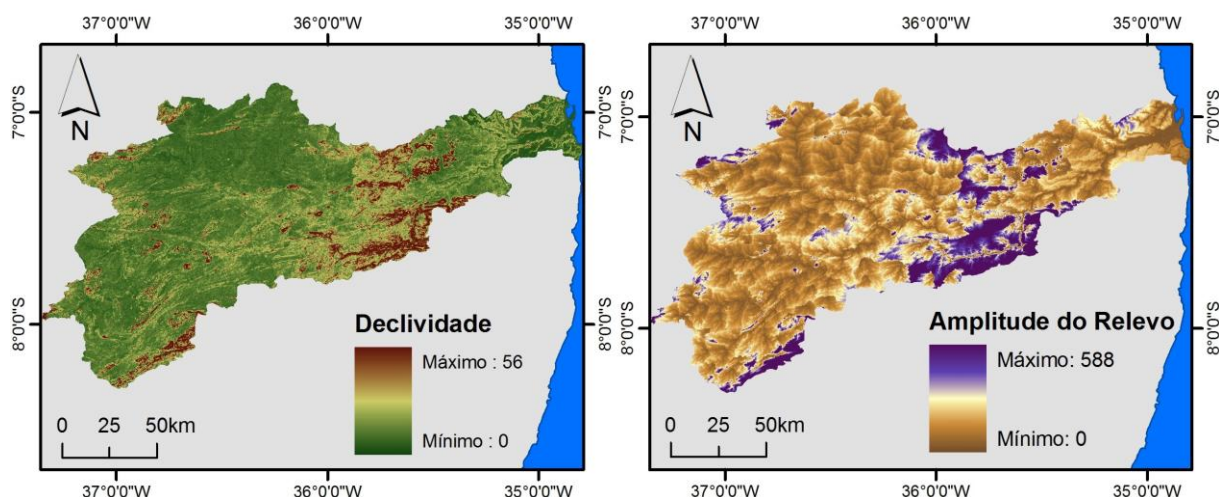


Figura 2. Declividade e amplitude do relevo da bacia do rio Paraíba.

Antes de serem incorporados ao *software Definien*s, os modelos numéricos de amplitude do relevo e altitude foram divididos, em calculadora de *raster*, por 10 e 20 respectivamente. Esta divisão tornou-se necessária para homogeneização dos intervalos dos descritores, para que desta forma pudéssemos considera-los com o mesmo peso no processo de segmentação, que foi gerada com parâmetro de escala igual a 10.

A identificação e modelagem das classes geomorfológicas mapeadas foram construídas a partir do conhecimento da área e de definições encontradas na literatura sobre a geomorfologia da região Nordeste (LIMA, 2008; CORREA *et. al.*, 2010; MAIA *et. al.*, 2010; MAIA & BEZERRA, 2011; XAVIER *et. al.*, 2014).

O mapa final foi elaborado em escala 1:250.000, pois o objetivo inicial do mapeamento foi a identificação dos grandes domínios geomorfológicos. No entanto, os recursos utilizados no mapeamento (Topodata e trabalho de campo) possibilitaram uma melhor definição dos limites entre as classes temáticas, gerando um produto apto a ser detalhado semanticamente, servindo como ponto de partida para geração de mapas de maior detalhe (1:100.000) em áreas específicas.

Para reconhecimento e validação das classes temáticas foram feitos trabalhos de campo na bacia, entre os dias 17 e 20 de março de 2013, onde foram adquiridos 290 pontos de observação, com 701 fotografias, num percurso total de 1056 km (Figura 3), seguindo a metodologia apresentada por Seabra *et. al.* (2014). A figura 4 apresenta algumas formas encontradas na bacia do rio Paraíba.

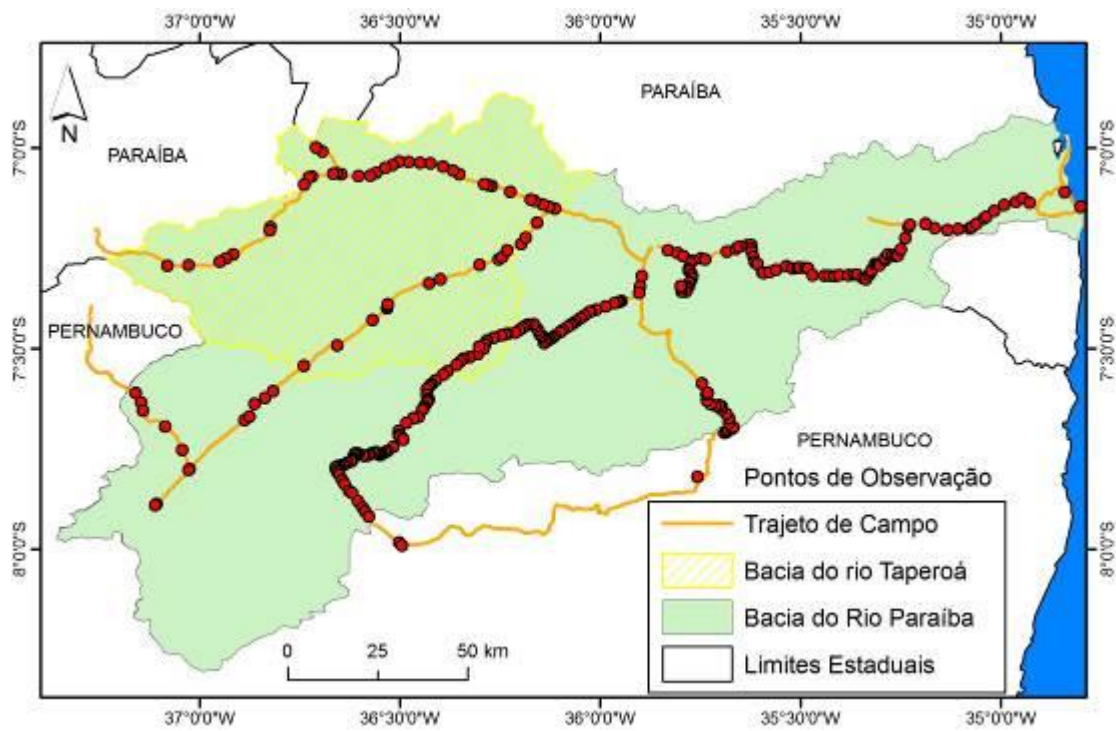


Figura 3. Representação do percurso feito no trabalho de campo na bacia do rio Paraíba.





Figura 4. Principais conjuntos de formas encontradas na bacia do rio Paraíba. a) Superfície aplainada e suavemente ondulada que predomina no alto curso da bacia; b) Serras com topos suaves; c) Serras com topos ondulados; d) Serras elevadas; e) Superfície ondulada; f) Superfície aplainada dos tabuleiros costeiros.

As classes e parâmetros utilizados em suas definições podem ser observados a seguir:

1. Planície Costeira ou Fluvio-Lagunar – altitude menor que 200m, amplitude do relevo menor que 50m e declividade menor que 3°.
2. Bordas de Tabuleiros e/ou vales dissecados – altitude menor que 200m, amplitude do relevo menor que 50m e declividade maior que 3°)
3. Tabuleiros Costeiros – altitude menor que 100m, amplitude do relevo maior que 50m e declividade menor que 3°.
4. Superfícies Onduladas (convexas e côncavas) – altitude entre 100 e 200m, amplitude do relevo maior que 50m e declividade entre 3 e 20°.

5. Superfícies Aplainadas e/ou suavemente onduladas - altitude maior que 100m e amplitude menor que 100m e declividade menor que 12°.
6. Serras com Topos Suaves - altitude maior que 100m, amplitude entre 100 e 300m e declividade menor que 5°.
7. Serras com Topos Ondulados – altitude maior que 100m, amplitude entre 100 e 300m e declividade entre 5 e 25°.
8. Serras Elevadas - amplitude maior que 300m

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do rio Paraíba compõe a maior rede hidrográfica que drena a porção oriental do Planalto da Borborema, promovendo, assim, o mais pronunciado recuo das escarpas dessa parte do planalto. Com uma área de cerca de 20.000 km<sup>2</sup> e um eixo de quase 290 km de extensão, a bacia apresenta todos os níveis altimétricos descritos na literatura sobre a geomorfologia da Borborema. O ponto altimétrico mais elevado foi observado na parte sudoeste da bacia, no município de São João do Tigre, com 1170 metros, e os maiores desnivelamentos situam-se neste mesmo trecho e na faixa de transição entre as terras baixas costeiras e a borda oriental do Planalto da Borborema. Este segmento mais elevado corresponde a um remanescente da superfície Teixeira-Triunfo, estabelecida na literatura geomorfológica a partir dos 950 metros.

O rio Paraíba segue a orientação preferencial NE-SW, coincidindo com as direções dos principais lineamentos regionais. Segundo Maia e Bezerra (2011), a região Nordeste do Brasil apresenta uma forte relação entre a rede de drenagem e as estruturas geológicas, onde, com efeito, os rios seguem as direções preferenciais dos lineamentos NE-SW e E-W, desenvolvidos desde o final do Ciclo Brasileiro.

### Mapeamento geomorfológico

Para análise do mapa geomorfológico gerado será subdividida, didaticamente, a bacia do rio Paraíba em duas porções: a primeira corresponde toda a parte da bacia que drena o Planalto da Borborema; e a segunda reúne as terras baixas compostas por planícies litorâneas, tabuleiros costeiros e colinas rebaixadas convexo-concavas.

Como limite transitório entre esses dois segmentos (Borborema – terras baixas), atribuímos a cota de 200 metros, pois, sobremaneira, concordamos com Corrêa *et. al.* (2010) ao definirem o Planalto da Borborema como:

*(...) conjunto de terras altas contínuas que se distribuem ao longo da fachada do Nordeste oriental do Brasil, ao norte do rio São Francisco, acima da cota de 200 metros, cujos limites são marcados por uma série de desnivelamentos topográficos, cuja gênese epirogênica está ligada ao desmantelamento do Gondwana e ao magmatismo intraplaca atuante ao longo do Cenozóico. (CORRÊA et. al., 2010, p.35)*



## O domínio das terras baixas

O domínio aqui denominado de terras baixas (altitudes inferiores a 200 metros) coincide com a transição do embasamento geológico cristalino para o sedimentar, dominado pelos depósitos terciários-quaternários da Formação Barreiras. Foi observado, através do mapa da classificação geomorfológica (Figura 5), a ocorrência de feições de baixas amplitude e declividade. Foram observadas formas típicas de terrenos sedimentares como as planícies costeiras, incluindo a restinga de Cabedelo-PB, onde o rio Paraíba deságua, e as fluviais que preenche principalmente o vale principal próximo a foz. Ainda sobre terrenos sedimentares desenvolvem-se os tabuleiros costeiros e suas respectivas bordas delineando os vales fluviais. Com declividades inferiores a 3° os tabuleiros costeiros constituem-se em uma forma marcante na paisagem de quase todo o litoral nordestino, onde em alguns trechos eles alcançam o mar, formando falésias ativas, como no litoral sul da Paraíba.

No patamar superior aos tabuleiros costeiros, com altitudes entre 100 e 200 metros aparece um relevo mais movimentado formado por colinas de topos convexos, porém com baixa amplitude (até 50 metros). A existência de rochas cristalinas conjugadas com altos índices pluviométricos (1.200 – 1.500 mm/ano) permitiu um bom desenvolvimento dos mantos de intemperismo.

## O domínio Borborema

O domínio do Planalto da Borborema abrange a maior parte da bacia (aproximadamente 80% da área), sendo marcado pela transição dos climas semiúmido para o semiárido. Corrêa *et. al.* (2010) realizaram uma compartimentação megageomorfológica do Planalto da Borborema onde definiram 8 compartimentos, sendo dois de relevância para a área da bacia do rio Paraíba. O primeiro foi denominado de Depressão Intraplanáltica Paraibana, que segundo os autores a ausência de uma reativação tectônica mais intensa proporcionou o desenvolvimento de feições aplainadas. Essa extensa depressão intraplanáltica seria limitada ao sul pelos Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal, marcando as cabeceiras da bacia do rio Paraíba na fronteira com o Estado de Pernambuco.

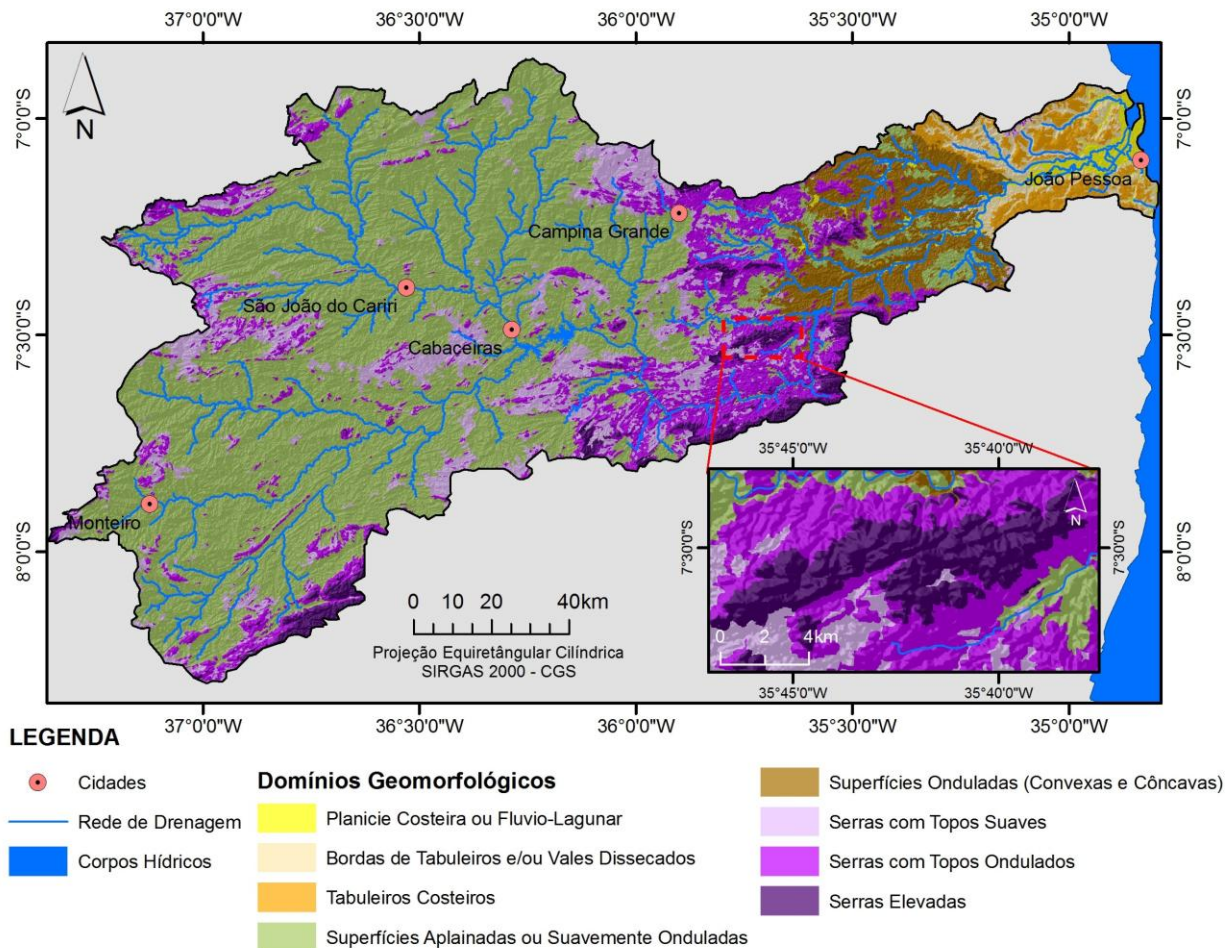
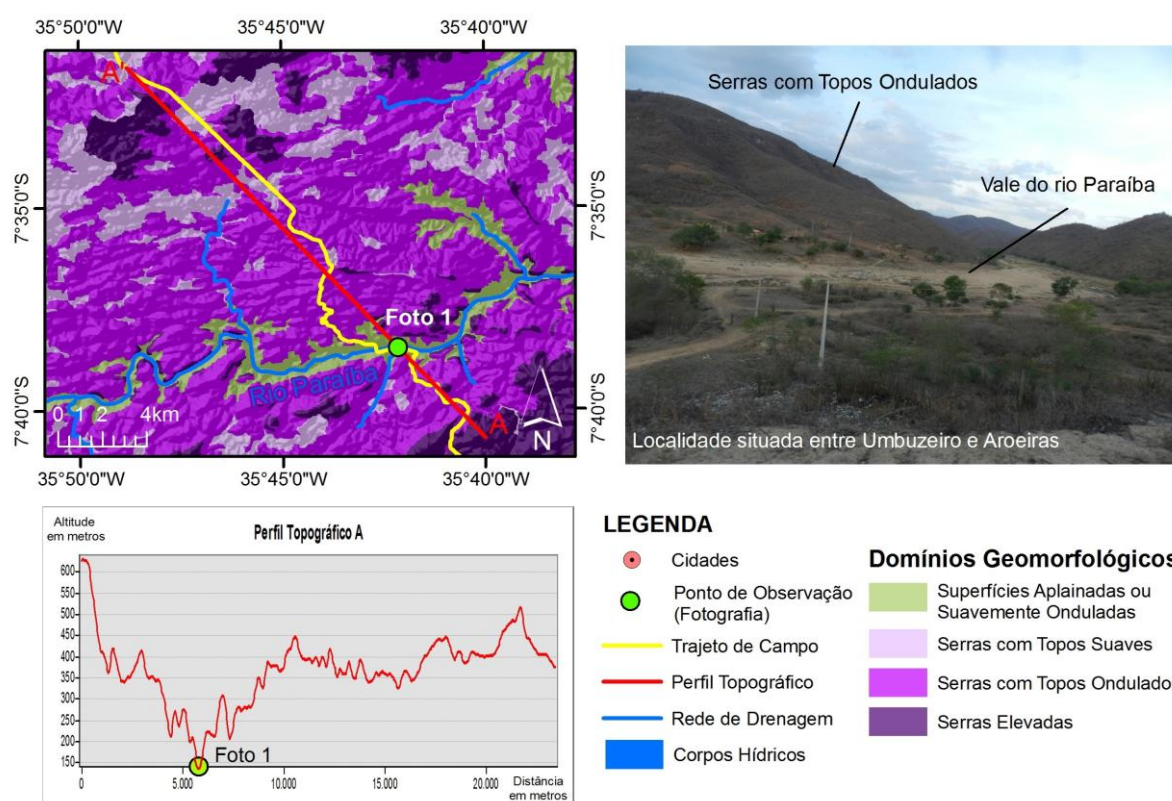


Figura 5. Classificação Geomorfológica da bacia do rio Paraíba, PB.

Dessa forma, a Borborema da bacia paraibana é marcada por uma extensa superfície aplainada entre 400 e 600 metros de altitude, com a presença de serras esparsas de baixa a moderada amplitude (serras com topos suaves e ondulados). A categoria superfícies aplainadas e suavemente onduladas representou 60% da área total da bacia. Essa superfície coincide com a descrição geomorfológica de superfícies de aplainamento propostas por Ab' Saber (1969) e Jardim de Sá *et. al.* (2005), que definiram a superfície “Cariris Velhos”, onde os últimos autores a interpretaram com altitudes entre 450 e 570 metros

Quebrando a monotonia da paisagem geomorfológica do alto curso surgem algumas serras elevadas, com amplitudes superiores a 300 metros, bordeando os divisores da bacia na fronteira com o Estado de Pernambuco. Essas serras Corrêa *et. al.* (2010) denominaram de Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal, que seria a área mais afetada pelos arqueamentos, revelando elevadas cimeiras e os relevos mais pronunciados. No mapa essas feições aparecem como serras com topos ondulados e principalmente serras elevadas no alto curso. Este domínio ainda ocorre de forma marcante na transição terras baixas-borborema, onde a rede de drenagem dissecando as escarpas orientais do planalto produziu vales de grande amplitude (Figura 6).

Figura 6. Detalhe do trecho do vale do rio Paraíba entre os municípios de Umbuzeiro e Aroeiras.



Analisando a bacia por setores, alto, médio e baixo cursos (Figura 7), observa-se o predomínio de classes geomorfológicas em cada um deles. No domínio Borborema, encontram-se o alto e o médio curso do rio Paraíba e que, de certa forma, demonstram diferenças morfológicas significativas entre si.

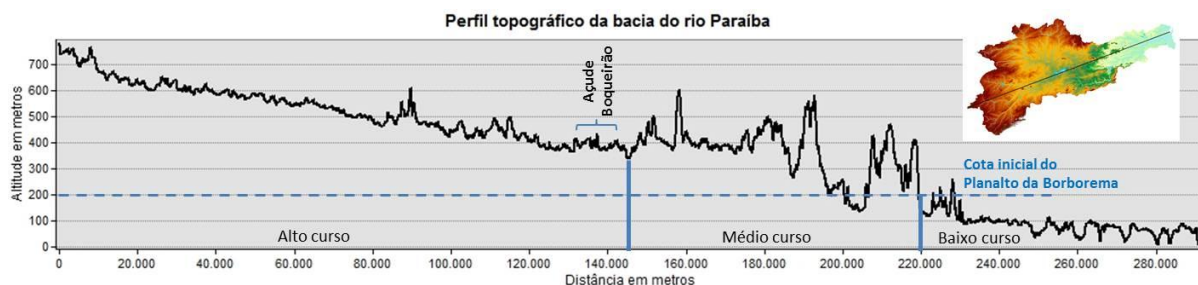


Figura 7. Perfil topográfico da bacia do rio Paraíba.

O alto curso do rio Paraíba é demarcado exatamente na confluência com o rio Taperoá, seu maior afluente. Neste trecho foi construída na década de 50 uma grande barragem que formou o Açude Epitácio Pessoa, popularmente conhecido como “Boqueirão”. Esta barragem, que possui 411 milhões de m<sup>3</sup>, funciona como um grande nível de base regional, controlando a evolução geomorfológica do alto curso da bacia. Predomina neste setor a extensa superfície que varia de aplainada a suavemente ondulada, com a presença de algumas serras de topos suaves e ondulados, contudo as serras elevadas são raras. O embasamento cristalino associado ao clima semiárido promoveu o desenvolvimento dessa suave superfície, onde, de modo geral, as intrusões ígneas respondem pela presença das serras neste setor.

No médio curso, ainda dentro do domínio Borborema, o aumento dos totais pluviométricos permitiu o desenvolvimento de mantos de intemperismo mais profundos e com isso observa-se um relevo mais movimentado. A rede de drenagem diseca o relevo neste setor, formando vales mais profundos, assim predomina uma superfície serrana, com alternâncias entre as de topos suaves e as onduladas, incluindo a presença mais marcante das serras elevadas. O limite inferior do médio curso marca a transição do domínio Borborema para o domínio terras baixas.

No domínio das terras baixas observamos todo o baixo curso do rio Paraíba. No baixo curso a diferença morfológica da topografia é explicada pela litologia. O clima tropical úmido predomina neste setor. No trecho superior do baixo curso as rochas cristalinas sob clima tropical úmido, formaram espessos mantos de intemperismo que devido a forte dissecação deram origem a superfície ondulada (convexo-côncava), que alguns autores denominaram de “mar de morros”. Na parte inferior do baixo curso, a litologia é caracterizada por rochas sedimentares da Formação Barreiras, o que condicionou a existência dos extensos tabuleiros costeiros.

## Conclusões

A bacia do rio Paraíba apresenta grande importância geomorfológica regional, pois reúne em seu conjunto todos os níveis altimétricos descritos para o Planalto da Borborema, representando, assim, um importante laboratório de estudos investigativos sobre a origem e evolução deste planalto.

O mapeamento mostrou, também, a influencia das estruturas geológicas no controle da rede de drenagem e das formas do relevo. Os principais lineamentos mapeados regionalmente em estudos anteriores, seguindo orientações preferenciais NE-SW e E-W, controlam a orientação da rede de drenagem e de diversos conjuntos de serras.

O modelo de elevação digital (MDE) Topodata mostrou-se uma ferramenta eficiente nos estudos do relevo, pois, com efeito, permitiu uma clara visualização das formas e dos seus respectivos compartimentos geomorfológicos dentro da bacia, além de gerar subprodutos, como, declividade, amplitude, dados morfométricos, dentre outros.

A utilização de classificação baseada em objetos para o mapeamento geomorfológico da bacia do rio Paraíba, mostrou resultados muito mais satisfatórios que os métodos tradicionais, o que refletiu num menor esforço de edição dos mapas finais. Esta metodologia de classificação possibilitou a utilização de múltiplos descritores, com adoção de modelagem Fuzzy e análise de conhecimento, o que tornou possível a automatização de todo o processo de mapeamento que, a partir de análise qualitativa em trabalho de campo, mostrou-se totalmente compatível com a realidade observada.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a UEPB e ao CNPq pelo suporte financeiro e logístico no desenvolvimento desta pesquisa.

## **Referências Bibliográficas**

- AB' SABER, A. N. **Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro**. IGEOG-USP, Bol. Geomorfologia, SP, n 19, 38p., 1969.
- ARGENTO, M. S. F. **Mapeamento geomorfológico**. In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da (orgs.). 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 365-391, 1998.
- CARVALHO, T. M. & BAYER, M. **Utilização dos Produtos da “SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION” (SRTM) no Mapeamento Geomorfológico do Estado de Goiás**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.9, n.1, p.35-41, 2008
- CORREA, A.C.de B., TAVARES, B. de A. C., MONTEIRO, K. de A., CAVALCANTI, L. C. de S. e LIRA, D. R. de. **Megageomorfologia e morfoestrutura do planalto da Borborema**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010.
- CRUZ, C.B.M., VICENS, R.S., SEABRA, V.S., REIS, R.B., FABER, O.A., RICHTER, M., ARNAUT, P.K.E., ARAUJO, M. (2007) **Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis, Brasil. 2007.



JARDIM DE SÁ, E.F., SOUZA, Z.S., VASCONCELOS, P.M.P., SAADI, A., GALINDO, A.C., LIMA, M.G., OLIVEIRA, M.J.R. , **Marcos temporais para a evolução cenozóica do Planalto da Borborema**, X Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 2005.

LACERDA, A. V. de. **A semi-aridez e a gestão em bacias hidrográficas: visões e trilhas de um divisor de ideias**. João Pessoa: Autor Associado/UFPB, 2003, 164p.

LANDAU, E. C. & GUIMARÃES, D. P. **Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4003-4010.

LIMA, M. da G. **História do intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas**. Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica, UFRN, Tese de doutorado, 461f, 2008.

MAIA, R. P., BEZERRA, F.H.R. & CLAUDINO-SALES, V. **Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas**. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, especial VIII SINAGEO, n.1, Set., 6-18p., 2010.

MAIA, R. P. & BEZERRA, F. H. R. **Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: Uma análise preliminar do contexto nordestino**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.12, n.3, p.37-46, 2011

MARINHO, C.F.C.E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido), Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2011, 67p.

SEABRA, V. DA S.; XAVIER, R. A.; DAMASCENO, J. & DORNELLAS, P. DA C. 2014. **Mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia do rio Taperoá: região semiárida do estado da paraíba**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 15, n. 50 Jun/2014 p. 127–137.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <[http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia\\_enx.pdf](http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia_enx.pdf)>. Acesso em: 09 dezembro 2012.

XAVIER, R. A., DORNELLAS, P. da C., MACIEL, J. dos S. e CICERO DO BÚ, J. **Caracterização do regime fluvial da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba – PB**. Tamoios.

XAVIER, R.A., SEABRA, V. DA S., DAMASCENO, J. & DORNELLAS, P. DA C. 2014. **Mapeamento de unidades geomorfológicas na bacia do rio Taperoá, região semiárida da paraíba, utilizando modelo digital de elevação (MDE) topodata**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 4, V.10, N.3, p.166-171.