

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MULATO (PIAUI, BRASIL)

GEOMORPHOLOGICAL COMPARTIMENTATION OF THE
HYDROGRAPHIC BASIN OF MULATO RIVER (PIAUI STATE, BRAZIL)

COMPARTIMENTACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA BACIA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO MULATO (PIAUI, BRASIL)

Karoline Veloso Ribeiro

Professora mestra em Geografia do Colégio Técnico de Bom Jesus/Universidade Federal do Piauí (CTBJ/UFPI). E-mail: karolynnyribeiro_18@hotmail.com

Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Professor adjunto I do curso de Geografia e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí (PPGGEO/UFPI). E-mail: lindemberg@ufpi.edu.br

Resumo

Os estudos geomorfológicos se revestem de grande importância para as pesquisas ambientais, pois fornecem informações relevantes quanto à gênese e à evolução do ambiente. Dessa forma, este estudo objetiva realizar uma compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato, situada na porção centro-norte do estado do Piauí, no Brasil. Como base metodológica, utilizou-se a proposta de Ross (1992), por apoiar-se na fisionomia das formas, que tem por base a gênese e a idade destas. A compartimentação teve como critérios fatores causais de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, além da análise da drenagem, para tornar a interpretação exequível e com alto grau de confiabilidade. A compartimentação geomorfológica mapeada foi estruturada em quatro níveis taxonômicos, considerando os domínios morfoestruturais, os domínios morfoesculturais, as unidades de relevo e as formas de relevo locais. A análise geomorfológica surge como uma ferramenta importante na compreensão geoespacial, inclusive, na perspectiva de fornecer subsídios ao gerenciamento do ambiente.

Palavras-chave: cartografia geomorfológica, bacia sedimentar, planejamento ambiental, rio Mulato, Piauí.

Abstract

Geomorphological studies are of great importance to environmental research, since they provide relevant information regarding genesis and evolution of the environment. Thus, this study objective to perform a geomorphological compartmentalization of the Mulato river basin, located in the central-northern portion of the state of Piauí, in Brazil. As a methodological basis, the Ross (1992) proposal was used, because it relies on the physiognomy of forms, which is based on genesis and age of these. The compartmentalization was based

on causal factors of a structural, lithological, pedological, climatic and morphodynamic nature, as well as drainage analysis, in order to make interpretation feasible and with a high degree of reliability. The mapped geomorphological compartmentalization was structured in four taxonomic levels, considering the morphostructural domains, morphocultural domains, geographical relief units and local geographical relief forms. Geomorphological analysis emerges as an important tool in geospatial understanding, including the perspective of providing subsidies to environmental management.

Keywords: geomorphological cartography, sedimentary basin, environmental planning, Mulato river, Piauí state/Brazil.

Resumen

Los estudios geomorfológicos revisten gran importancia a las investigaciones ambientales, pues proporcionan información relevante sobre la génesis y la evolución del medio ambiente. De esta forma, este estudio objetiva realizar una compartimentación geomorfológica de la cuenca hidrográfica del río Mulato, situada en la porción centro-norte del estado de Piauí, en Brasil. Como base metodológica, se utilizó la propuesta de Ross (1992), por apoyarse en la fisonomía de las formas, que tiene como base la génesis y la edad de estas. La compartimentación tuvo como criterios factores causales de naturaleza estructural, litológica, pedológica, climática y morfodinámica, además del análisis del drenaje, para hacer la interpretación factible y con alto grado de confiabilidad. La compartimentación geomorfológica mapeada fue estructurada en cuatro niveles taxonómicos, considerando los dominios morfoestructurales, los dominios morfoescultural, las unidades de relieve y las formas de relieve locales. El análisis geomorfológico surge como una herramienta importante en la comprensión geoespacial, incluso, en la perspectiva de proporcionar subsidios a la gestión del ambiente.

Palabras clave: cartografía geomorfológica, cuenca sedimentaria, planificación ambiental, río Mulato, Piauí/Brasil.

Introdução

O estudo geomorfológico se reveste de grande importância aos estudos ambientais, pois procura retratar a distribuição espacial dos conjuntos de formas que compõem cada compartimento estrutural-topográfico, frente à sua gênese e características evolutivas. Dessa forma, a análise geomorfológica consiste na identificação das formas de relevo, por meio do estudo de sua origem, estrutura, natureza das rochas, clima e dos fatores endógenos e exógenos responsáveis pelo modelado ou pela formação de determinados elementos da superfície terrestre (PENTEADO-ORELHANA, 1985).

Nesse sentido, conhecer os processos de origem e evolução do modelado terrestre é de grande valia para o reconhecimento do espaço geográfico (HUGGET, 2007), podendo contribuir no planejamento e na conservação dos recursos naturais. Com base nestes aspectos, é possível estabelecer formas adequadas de uso, uma vez que a geomorfologia fornece uma visão integrada do meio físico, pois considera as variáveis dentro da unidade estrutural que permeiam a paisagem.

A cartografia geomorfológica é um dos mais importantes veículos de comunicação e análise dos resultados que são obtidos nos estudos das formas e da compartimentação do relevo (LUPINACCI, MENDES, SANCHEZ, 2003). Nesse sentido, a presente pesquisa visa a realizar uma compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato (BHRM), situada na porção centro-norte do estado do Piauí, no Brasil.

A escolha da bacia hidrográfica do rio Mulato como recorte espacial e unidade de análise partiu da ideia de contribuir com os estudos relacionados ao gerenciamento do ambiente no estado do Piauí, uma vez que sua identificação e compreensão tendem a proporcionar uma melhor definição das diretrizes a serem implantadas em um espaço físico-territorial.

Dessa forma, esta pesquisa é motivada pela importância que o tema apresenta no sentido de fornecer informações objetivas e precisas como instrumento que tende a delinear um quadro sinóptico da compartimentação geomorfológica da área em análise, tendo em vista as limitações impostas pelo seu quadro natural. Além disso, a carência de estudos, no estado do Piauí, que se reportem às sub-bacias do rio Parnaíba, eixo principal da drenagem piauiense, também justifica esta pesquisa.

Menciona-se que a bacia hidrográfica representa uma unidade de análise fundamental na geografia por se configurar em um sistema (CHRISTOFOLETTI, 1980). Sua utilização como recorte espacial para os estudos ambientais tem sido a proposta de muitos autores, tendo em vista que as alterações decorrentes das interferências humanas sobre o ambiente se refletem na bacia hidrográfica como um todo, tendo em vista as suas características de integração.

Como base metodológica para o mapeamento da compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato, utilizou-se a proposta de Ross (1992), associada às discussões apresentadas por Lima (1987) no estudo sobre o relevo piauiense, considerando-se quatro níveis taxonômicos, a saber: domínios morfoestruturais, domínios morfoesculturais, unidades de relevo e formas de relevo locais.

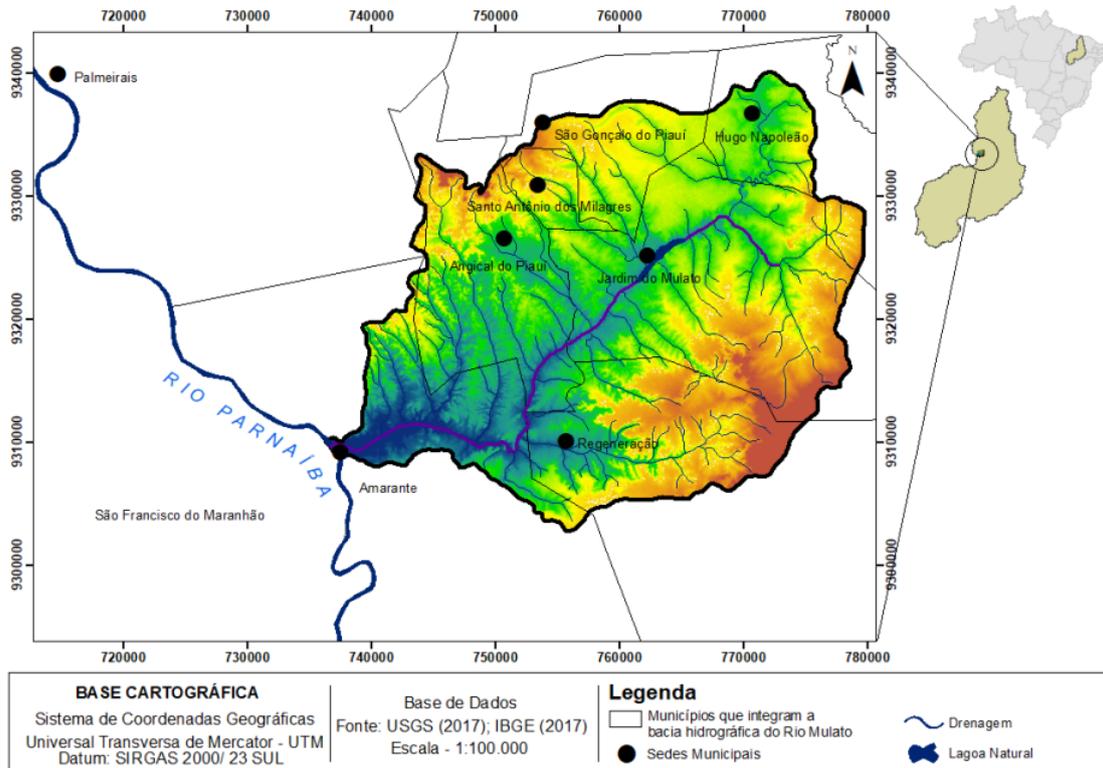
Fez-se o uso de procedimentos que correspondem à revisão de literatura e técnicas de geoprocessamento, aliado à pesquisa de campo. Corrobora-se que o estudo em bacia hidrográfica visa a sistematizar os conhecimentos sobre a natureza e sua estrutura, os elementos que a compõem e a maneira pela qual se influenciam, bem como o papel de cada um na dinâmica geral da unidade ambiental (SOUZA, 2013).

Destaca-se que a integralização e a espacialização dos dados e informações georreferenciadas se tornam um procedimento fundamental no estudo do espaço geográfico, constatando-se que a análise geoespacial se apresenta como um procedimento adequado nos estudos de bacias hidrográficas (ALBUQUERQUE, MEDEIROS, SOUZA, 2015).

Localização e caracterização da área em estudo

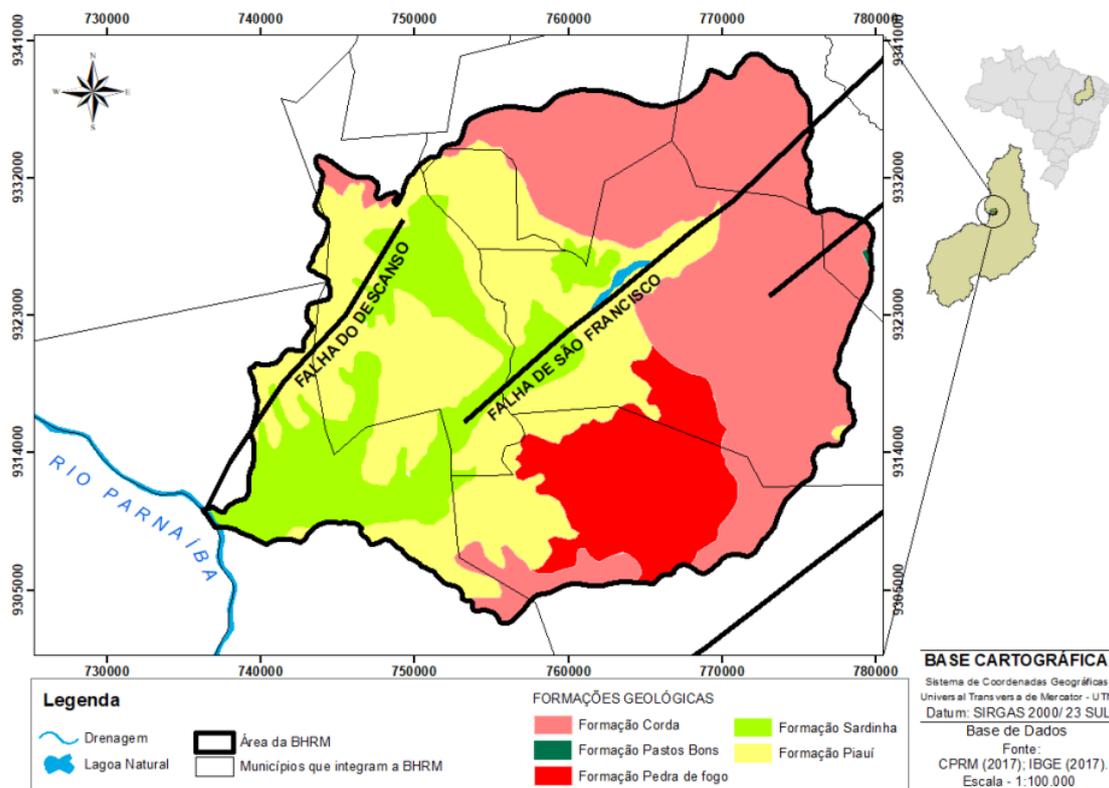
A bacia hidrográfica do rio Mulato, situada na porção centro-norte do estado do Piauí, engloba, no todo ou em parte, os municípios piauienses de Amarante, Angical do Piauí, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Palmeirais, Regeneração, Santo Antônio dos Milagres e São Gonçalo do Piauí, compreendendo uma área de 1.049,13 km² e um perímetro de 213,5 km (Figura 1). Esta bacia está inserida na microrregião do Médio Parnaíba Piauiense e conta com uma população estimada de 70.001 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Ao se considerar as características presentes na BHRM, observa-se que esta se encontra alicerçada sobre um ambiente com predomínio de formações geológicas que datam do Paleomesozoico (Figura 2), tais como as formações Corda (38,21% da área da bacia), Pastos Bons (0,04%), Pedra de Fogo (11,87%), Piauí (33,71%) e formação Sardinha (16,17%), integrantes da bacia sedimentar do Parnaíba.

Figura 2: Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.

Fonte: CPRM (2017). Elaborado pelos autores (2018).

Na área em estudo, as formações geológicas vão desde o carbonífero (360 milhões de anos atrás) ao início do cretáceo (aproximadamente, 150 milhões de anos atrás), quando ocorreram os processos de reativação plataformar. Os eventos geotectônicos que deram origem ao oceano Atlântico provocaram o retrabalhamento das rochas preexistentes e a formação de falhamentos nos terrenos da bacia sedimentar do Parnaíba, sendo estes decorrentes do desenvolvimento da zona de falha do lineamento Transbrasiliiano (SCHOBENHAUS, NEVES, 2003).

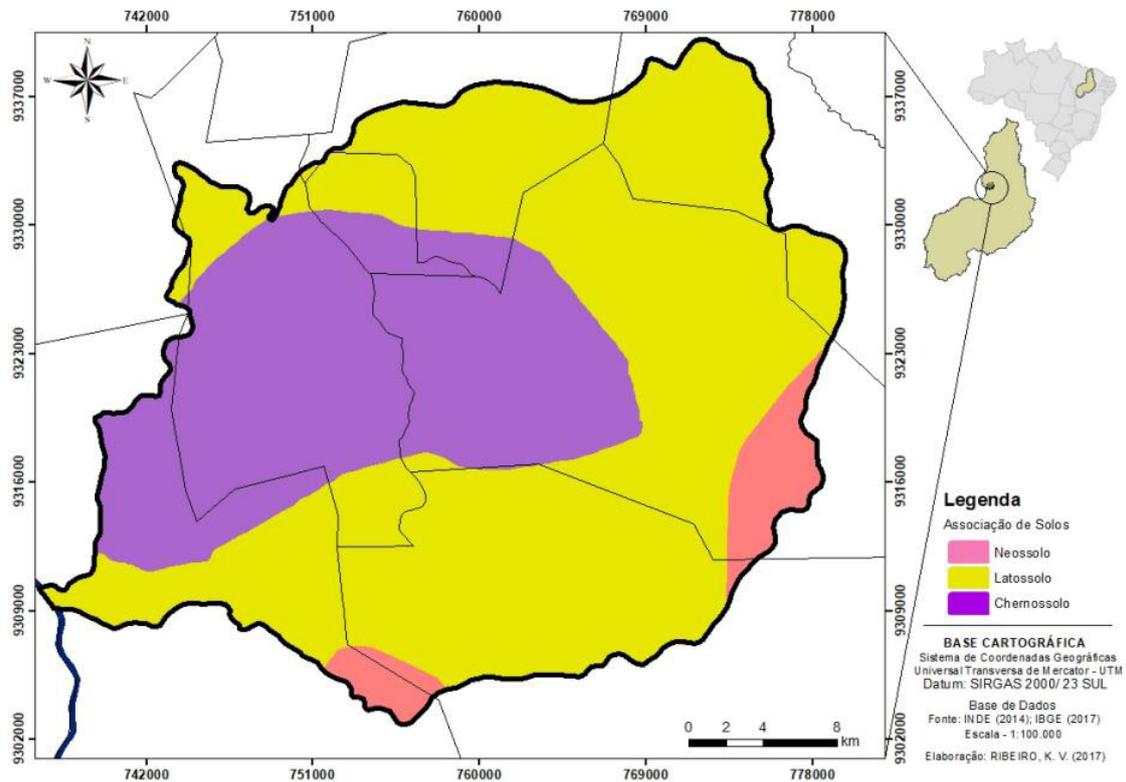
Nesse contexto, durante os períodos geológicos de formação e evolução desta unidade estrutural, ela foi atingida por movimentos tectônicos resultantes de forças internas do globo terrestre. Portanto, na área em análise, os registros de alguns desses movimentos podem ser identificados nos dobramentos e falhamentos em alguns setores específicos, como nos exemplos das falhas do Descanso e de São Francisco, formando fraturas localizadas (CPRM, 2006).

Ao se considerarem as características litológicas, deve-se mencionar que: a formação Piauí apresenta arenitos de granulação afanítica, com estratificação delgada e, por vezes, fanerítica, sendo conglomerático e com estratificação cruzada; a formação Pedra de Fogo é composta de arenitos,

siltitos e folhelhos, intercalando-se em proporções variadas, e, em certas áreas, é possível encontrar conglomerados e bancos de seixos (quartzo); a formação Pastos Bons apresenta uma sequência de folhelhos e arenitos, com variação de textura; a formação Corda é constituída de arenitos, siltitos e folhelhos, e a formação Sardinha é composta das extrusões magmáticas presentes no desenvolvimento das falhas normais de São Francisco e do Descanso, formando soleiras e diques de diabásio e basalto (BRASIL, 1973; CPRM, 2006).

Ao se considerarem os critérios causais de natureza pedológica, estes aparecem como sendo de fundamental importância para a compreensão das condições dos solos frente aos variados processos e/ou fenômenos erosivos. Neste viés, o conhecimento acerca das características físicas, químicas e ambientais de cada tipo de solo é de suma importância para a análise de uma determinada área (PEREIRA NETO, 2013). Considerando-se o exposto, na BHRM, sobressaem os neossolos litólicos, latossolos amarelo e chernossolos (Figura 3).

Figura 3: Mapa de solos da bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: CPRM (2017). Elaborado pelos autores (2018).

De acordo com a Embrapa (2013), os neossolos compreendem solos rasos, e sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo nestes mais limitada; apresentam, portanto, baixa fertilidade natural (distrófico). Os latossolos amarelos são solos desenvolvidos, bastante uniformes em textura, cor e estrutura; são profundos, bem drenados, mas de baixa fertilidade natural; sua textura areno-argilosa lhe imprime um maior grau de fragilidade quanto à ocorrência de ravinamentos. Os chernossolos são os mais férteis, uma vez que estes são resultantes da intemperização dos diques de diabásios da formação Sardinha. Em geral, estes são pouco desenvolvidos, no entanto, apresentam alto potencial agrícola em virtude de suas características químicas, tendo em vista seu elevado potencial nutricional.

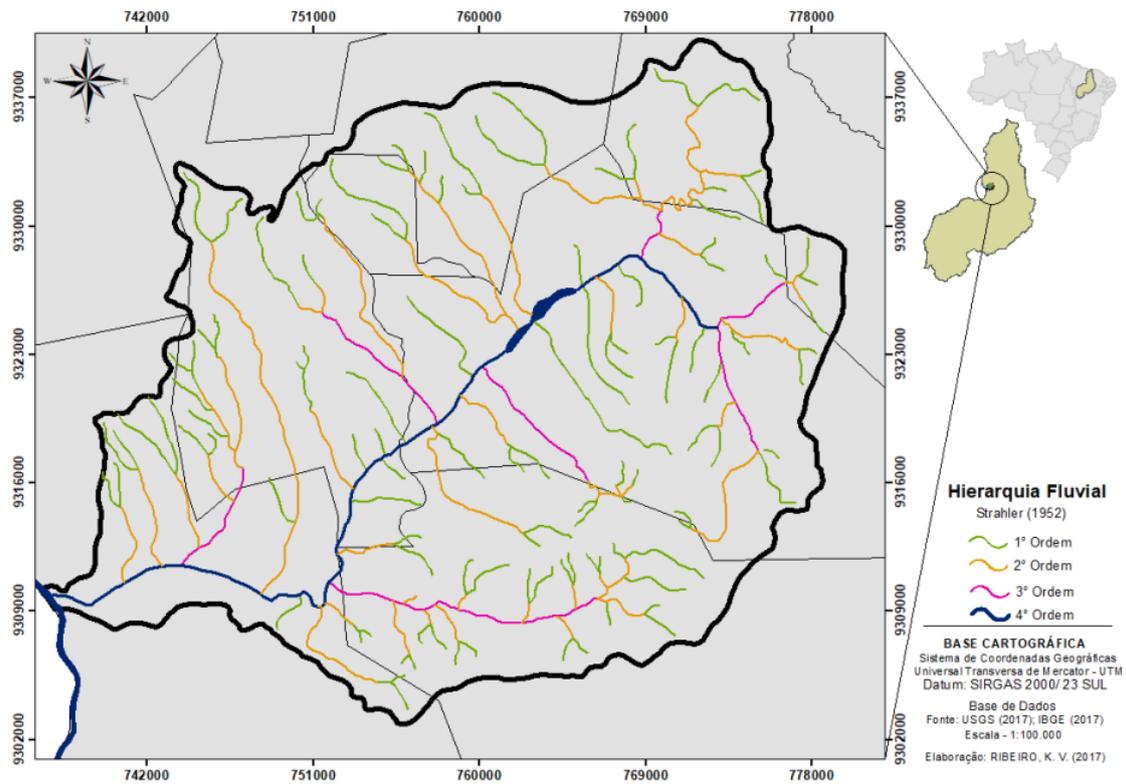
Com relação ao clima regional, este está submetido à influência do clima semiárido (quente e seco – Bwsh), segundo a classificação de Köppen, cuja principal característica é a irregularidade espaço-temporal das chuvas e elevadas temperaturas durante todo o ano (KÖPPEN-GEIGER, 1930). Tem-se que as chuvas mais significativas iniciam em dezembro, podendo se estender até maio ou junho, a depender das condições atmosféricas e oceânicas. De acordo com Ab'Saber (1999, p. 10), nesta região, “podem ocorrer anos muito secos e eventuais períodos de grandes chuvas, com inundações catastróficas”.

Sobre a rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Mulato, esta se encontra diretamente atrelada às formas estruturais do relevo, que funcionam como divisores topográficos desta bacia, juntamente à própria estrutura litológica e aos lineamentos de falhas. Portanto, ao se analisar, de forma mais detalhada, constata-se que o rio Mulato apresenta um baixo grau de sinuosidade e possui uma simetria levemente expressiva. No entanto, verificou-se uma pequena influência geológica local, de feições de controle estrutural sobre o arcabouço do canal, onde é possível perceber anomalias e padrões de drenagem distintos em alguns segmentos fluviais.

Em termos gerais, a BHRM apresenta um padrão de drenagem subparalelo, uma vez que esta rede de drenagem se localiza em áreas onde há presença de controles estruturais que motivam a ocorrência de espaçamento regular entre os fluxos hídricos superficiais, sendo comum em áreas de falhas paralelas ou em regiões com lineamentos topográficos.

No que se refere à ordem dos canais, ao considerar a hierarquia fluvial de Strahler (1952), tem-se o rio Mulato como um canal de quarta ordem, do ponto de vista hierárquico, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4: Hierarquia fluvial na bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Compartimentação geomorfológica: aspectos teóricos da abordagem

O relevo se apresenta como o grande palco de atuação das sociedades humanas, pois é nele que se estabelecem as bases físicas para o desenvolvimento das atividades produtivas e manifestações culturais (SANTOS, 2011). Embora, numa rápida observação, o relevo pareça ser um componente estático do meio, ele está em constante processo de evolução, com velocidades variadas, interagindo, a todo instante, com os demais componentes que moldam a paisagem (TRENTIN, SANTOS, ROBAINA, 2012).

Nesse sentido, as formas de relevo não são componentes independentes na paisagem, e, conseqüentemente, a sua evolução também não é. Assim, quando se pretende entender a evolução da forma de relevo de uma determinada área, sua compreensão passa, necessariamente, pelo entendimento da inter-relação com os demais componentes do ambiente (ROSS, 1992), tais como as características geológicas, climáticas, hidrológicas, pedológicas e biológicas, bem como a atuação antrópica, pois o homem também é um componente do meio e um agente modificador do espaço.

A gênese, a dinâmica e o modelado das diferentes formas sobre a superfície terrestre ainda são alvos de intensos debates e teorias. Entender a evolução das paisagens e, conseqüentemente, as funcionalidades ambientais requer uma discussão mais aprofundada para se discutir e compreender a geomorfologia como um objeto próprio de observação e estudo (PEREIRA NETO, 2013).

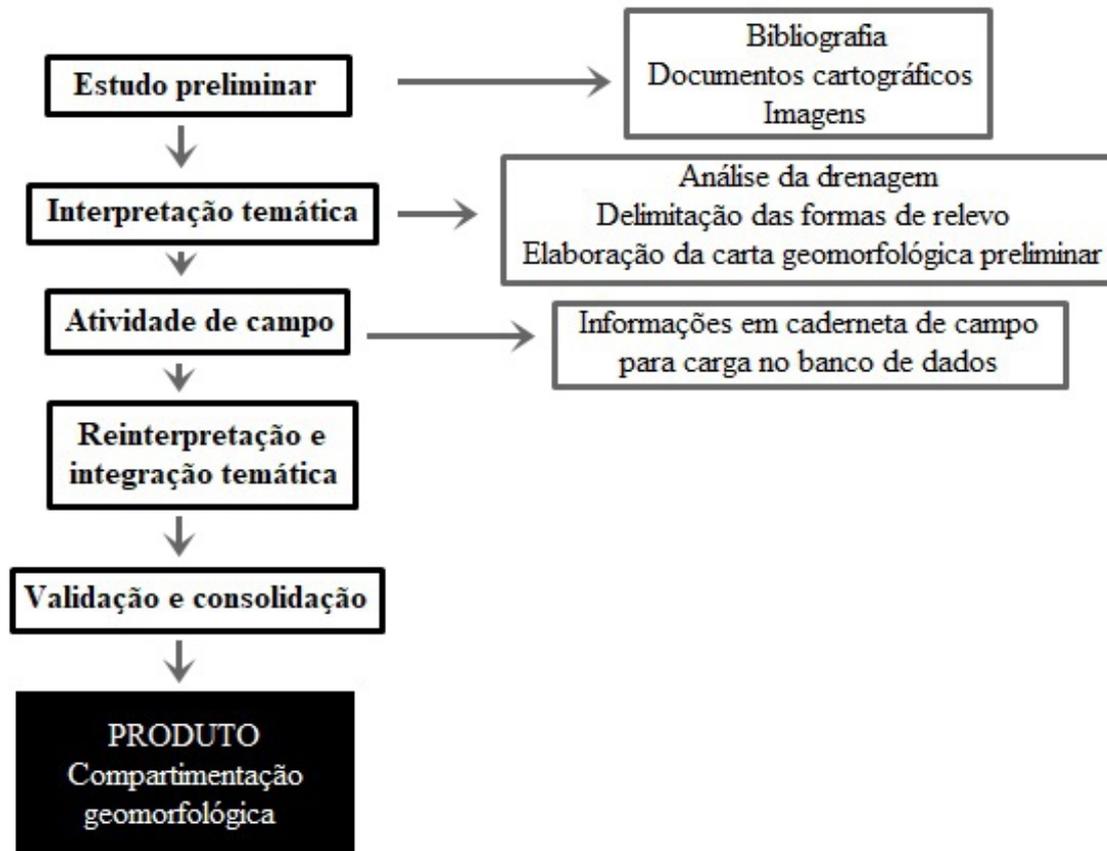
Assim, Ross (1992) classifica o relevo em seis unidades taxonômicas: 1) primeiro táxon (unidades morfoestruturais): ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas; 2) segundo táxon (unidades morfoesculturais): correspondem ao modelado gerado por meio da ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais (fatores exógenos), conferindo-lhes características genéticas comuns; 3) terceiro táxon (unidades morfológicas): correspondem aos padrões de tipos de relevo; 4) quarto táxon (formas individualizadas): representam as formas de relevo individualizadas dentro de cada padrão de forma semelhante ou tipos de relevos; 5) quinto táxon (tipos de vertentes): correspondem aos setores das vertentes inseridas no âmbito de cada uma das formas de relevo; e 6) sexto táxon (formas lineares ou areolares recentes): correspondem às formas menores produzidas pelos processos atuais ou produzidos pelas atividades humanas.

Destarte, para a compartimentação geomorfológica da BHRM, foram considerados fatores causais de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, além da análise da drenagem, sendo estes responsáveis pela evolução das formas e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico, adotando-se a proposta metodológica de Ross (1992), associada às discussões apresentadas por Lima (1987) no estudo sobre o relevo piauiense.

Procedimentos metodológicos e operacionais

Para atender ao objetivo desta pesquisa, levou-se em conta uma variedade de técnicas que congregam as atividades de gabinete e de campo, conforme é retratado na Figura 5.

Figura 5: Procedimentos adotados para a compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Na etapa de estudo preliminar, foram consultados e analisados referenciais teóricos e documentos técnicos disponíveis em condições de fornecer uma gama variada de informações que contribuíssem para uma melhor obtenção dos resultados. Esta fase compreendeu: levantamento da bibliografia geral e específica; seleção e consulta de mapas, quanto às características físico-naturais, para conhecimento geral da área; aquisição de imagens orbitais e dados georreferenciados.

A abordagem sistêmica ofereceu um conjunto sistemático de informações em perspectiva integrada para a compreensão temática, no intuito de nortear o desenvolvimento das investigações ora em análise, cujas observações devem ser suficientemente abrangentes e capazes de subsidiar o mapeamento da compartimentação geomorfológica da BHRM em escala cartográfica compatível ao objetivo proposto.

Os trabalhos de campo foram realizados em três momentos (setembro/2017, abril/2018 e novembro/2018), constituindo-se base primordial nesse processo e possibilitando, assim, a aferição e o reconhecimento da realidade terrestre, bem como a validação das informações geradas em gabinete (com o auxílio de um aparelho de recepção GPS). Tais procedimentos técnico-operacionais, além de fornecerem informações precisas para a análise, tendem a complementar as informações obtidas em gabinete, no intuito de validar o produto gerado.

Na sequência, a reinterpretação assume grande importância dentro dos procedimentos adotados, pois é a fase em que se incorporam as alterações e atualizações de campo e se processa toda a revisão do mapeamento geomorfológico e da integração com as variáveis contíguas a esta. Por sua vez, a etapa de validação e consolidação consiste na verificação da consistência dos dados, sendo delineado, conseqüentemente, o mapeamento final.

Para a criação da base de dados, primeiramente, realizou-se a delimitação da área da bacia hidrográfica em estudo, por meio de cotas altimétricas, utilizando-se como base as curvas de nível com equidistância de 30 metros, no sentido de vetorizar/digitalizar as principais informações da área e de seus limites topográficos. Os dados foram obtidos junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), a partir das imagens do Modelo Digital de Elevação (MDE), derivadas da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Deve-se mencionar que estes dados possibilitaram a realização do levantamento morfométrico/morfológico do relevo e da rede de drenagem da área em estudo, a partir da utilização de procedimentos técnicos com o auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Corroborar-se que a interpretação temática compreendeu a análise da drenagem, no intuito de tornar a interpretação exequível e com alto grau de confiabilidade no produto gerado, que corresponde à compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato.

O levantamento das informações referentes à caracterização dos componentes ambientais (arquivos vetoriais e/ou digitalizados) foi obtido em diversos órgãos: o mapeamento geológico do estado do Piauí foi obtido na Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM, 2006); o mapeamento geomorfológico, na Folha SB-23 Teresina, na Folha SB-24 Jaguaribe e no Projeto RADAMBRASIL (INDE, 2018); e a base vetorial municipal foi adquirida no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

A cartografia se deu com o uso de imagens de satélite (sensor *Operational Land Imager* – OLI do Landsat 8), cenas 4, 5 e 6, composição RGB, ponto/órbita 219/64 (08/08/16), tendo sido executada na escala média de 1:100.000. De acordo com o princípio básico de organização taxonômica, presente em Ross (1992), este mapeamento alcançou a quarta ordem de grandeza, a

saber: 1º) domínios morfoestruturais, considerando-se os fatos geomorfológicos que permeiam a escala regional; 2º) domínios morfoesculturais, representados pelo modelado derivado das ações dos fatores climáticos pretéritos e atuais; 3º) unidades de relevo, correspondentes às unidades morfológicas que modelam a paisagem, e; 4º) formas de relevo locais, concebendo-se as formas de relevo individualizadas.

Ao se considerar que a análise geomorfológica surge como uma ferramenta importante na compreensão geoespacial, na perspectiva de fornecer subsídios ao gerenciamento do ambiente, elaborou-se o mapa de declividade, pois este apresenta uma grande influência na caracterização e na delimitação das unidades geomorfológicas, associado ainda aos processos ocupacionais que ocorrem na bacia em epígrafe. Cabe destacar que a análise e a própria escala cartográfica de informação foram construídas a partir da proposta metodológica de Ross (1992), de modo que se aproximassem da realidade local, buscando a identificação dos níveis taxonômicos na área em estudo. Para tal, adotaram-se as terminologias definida por Lima (1987).

Os produtos cartográficos foram gerados no programa ArcGis 10.5 (licença estudantil), adotando o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o Datum oficial adotado, atualmente, no Brasil.

Resultados e discussão

No que diz respeito às formas e modelados predominantes na paisagem da BHRM, estes são decorrentes do desenvolvimento de falhas normais, como nos exemplos do São Francisco e do Descanso, que apresentam uma direção geral NE-SW junto aos municípios de São Francisco do Maranhão (MA) e Amarante (PI) (BRASIL, 1973). Cabe destacar que, além dos falhamentos regionais, ocorre grande número de fraturamentos por toda a bacia sedimentar do Parnaíba, que se reflete no comportamento das formas de relevo também em nível local (LIMA, 1987).

Ao seguir os preceitos de Ross (1992), menciona-se que a morfoestrutura que compõe a bacia sedimentar do Parnaíba é a unidade de maior expressão (1º táxon). Sua gênese e cronologia são mais antigas que as unidades morfoesculturais esculpidas em seu interior, portanto, esta unidade é formada por rochas sedimentares essencialmente paleomesozoicas.

A literatura geológica observa que a posição intracratônica dessa bacia favoreceu a deposição sedimentar que oscilou com as transgressões e regressões marinhas, associadas aos movimentos de subsidência e soerguimento. Esta sedimentação se processou a partir do Siluriano, em ciclos de duração e intensidades variados, sobre uma superfície que se rebaixou quando da subsidência de grandes regiões, formando, entre outras, a sinéclise que compreende esta bacia sedimentar (LIMA, 1987).

Corroborar-se que o caráter litogenético e a ausência de grandes perturbações em suas camadas indicam que essa bacia não foi testemunho de processos orogenéticos. O seu soerguimento vertical se deu em conjunto, atestando, assim, um caráter epirogenético, quando as perturbações diastróficas lhe causaram grandes raios de curvaturas, resultando em suaves dobramentos e falhas, orientados na direção NE e NW, predominantemente (LIMA, 1987; 2013).

As unidades morfoesculturais (2º táxon) se referem às formas de relevo regionais que, associadas ao clima, permitem a individualização e a classificação destas. Os critérios prioritários para esta classificação são de ordem estrutural, topográfica e de evolução. Assim, esse nível taxonômico é representado pelos compartimentos regionais de relevo presentes no estado do Piauí, estando a bacia hidrográfica do rio Mulato inserida no compartimento regional dos Baixos Planaltos do Médio-Baixo Parnaíba.

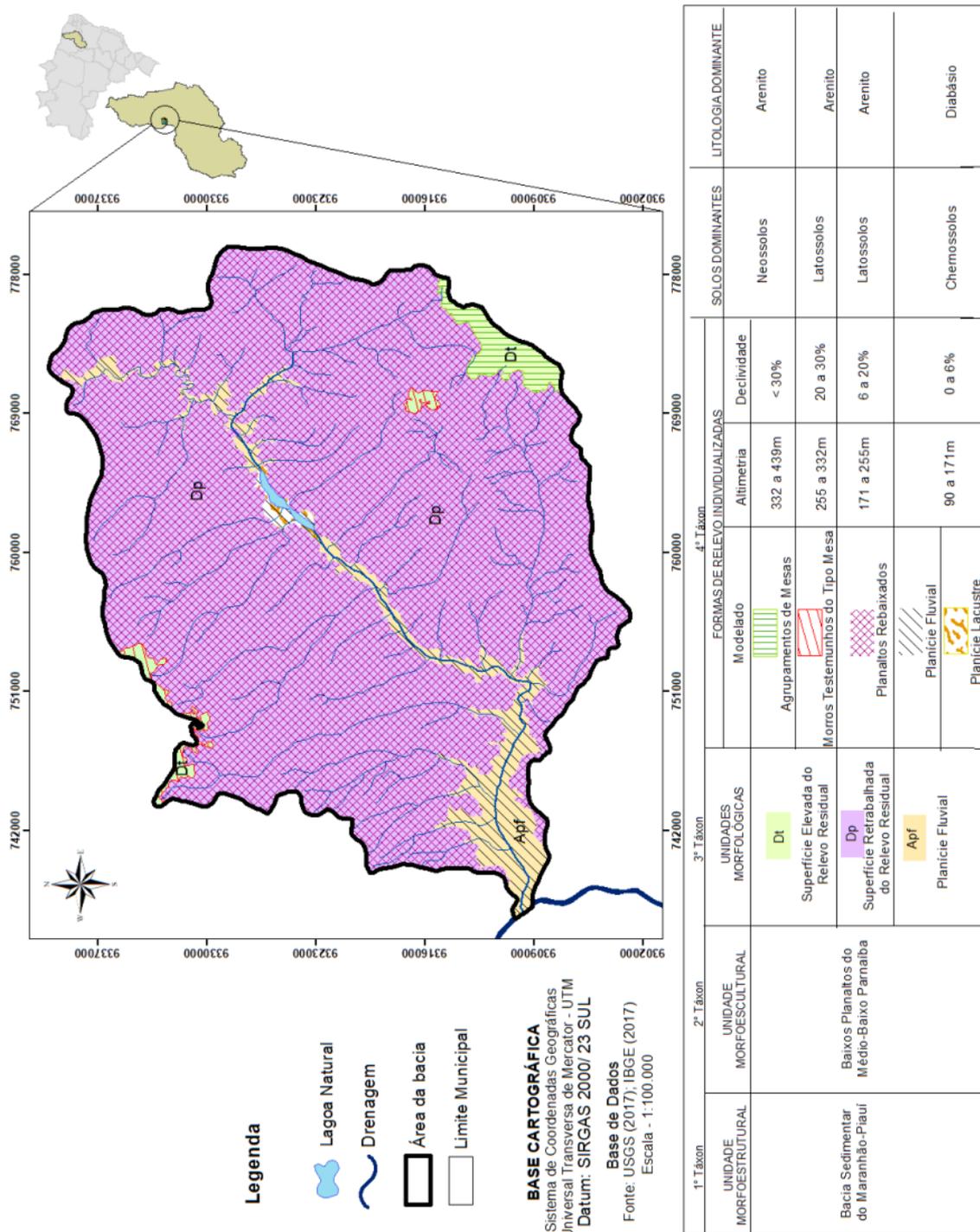
Este compartimento inicia-se com o arco norte dos sedimentos paleozóicos das formações Serra Grande e Pimenteiras, no contato com a formação Barreiras, ao norte do Estado. A leste, limita-se com o Planalto Oriental da Bacia Sedimentar – a cuesta da Ibiapaba – e, ao sul, com os Chapadões do Alto-Médio Parnaíba. Topograficamente, este compartimento apresenta reflexos, ainda que fracos, do mergulho geral das camadas sub-horizontais como continuidade aos terrenos da cuesta da Ibiapaba (LIMA, 1987).

As unidades morfológicas (3º táxon) retratam um determinado aspecto fisionômico que decorre das influências dos processos erosivos mais recentes, ou seja, posteriores àqueles que se encarregaram de esculpir planaltos de níveis intermediários, entre outros. Dessa forma, foi possível mapear três unidades: 1) a superfície elevada do relevo residual; 2) a superfície retrabalhada do relevo residual; e 3) a planície fluvial. Vale salientar que estas variações nas feições se justificam, fundamentalmente, por fatores de ordem estrutural e climática.

O 4º táxon se refere a cada uma das formas de relevo contidas nas unidades morfológicas. Assim sendo, a identificação dos modelados encontrados nas unidades dos padrões de formas semelhantes foi: 1) agrupamentos de mesas e morros testemunhos; 2) planaltos rebaixados; e 3) planície flúvio-lacustre. Percebe-se que cada uma destas formas tem aspectos fisionômicos e genéticos próprios, embora pertençam ao mesmo táxon. Apesar de esse compartimento ser classificado como categoria erosiva, observa-se que este desgaste é, em parte, ainda, orientado pela estrutura geológica.

Portanto, ao se considerar a fisionomia das formas (aspecto fisionômico), que tem por base a gênese e idade, foi possível mapear e classificar o relevo da bacia hidrográfica do rio Mulato em quatro ordens de grandeza, obedecendo aos níveis taxonômicos de Ross (1992), como retratado na Figura 6.

Figura 6: Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Ao se considerar as escalas de representação das formas de relevo, apresentam-se, a seguir, os setores representativos dos táxons da concepção metodológica de Ross (1992), a partir das unidades dos padrões de formas semelhantes:

Agrupamentos de mesas e morros testemunhos (Figura 7): são caracterizados como relevos uniformes com topos aplainados, separados por vales, constituindo-se relevos ondulados a fortemente ondulados. Esta unidade ocupa 0,72% da área total da BHRM, com altitudes que variam de 255 a 439 metros.

Figura 7: Agrupamentos de mesas na bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: Autores (2018).

Planaltos rebaixados (Figura 8): caracterizados por relevos dissecados, em interflúvios tabulares, isolando pequenos planaltos considerados mesas com simetria de vertentes, pela sua forma tabular que ora se adensa, formando agrupamento de mesas, ora se esparsa, formando vales colúvio-aluviais. As altitudes evoluem de oeste para leste, constituindo características de relevo suave plano a ondulado. Esta unidade ocupa 76,17% da área da BHRM, com altitudes que variam de 171 a 255 metros.

Figura 8: Planaltos rebaixados na bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



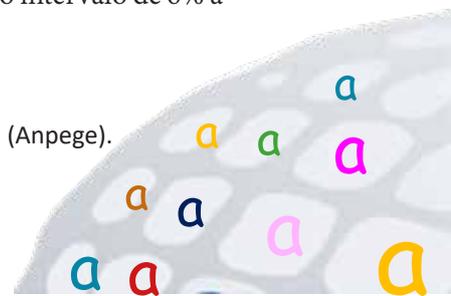
Fonte: Autores (2018).



Fonte: Autores (2018).

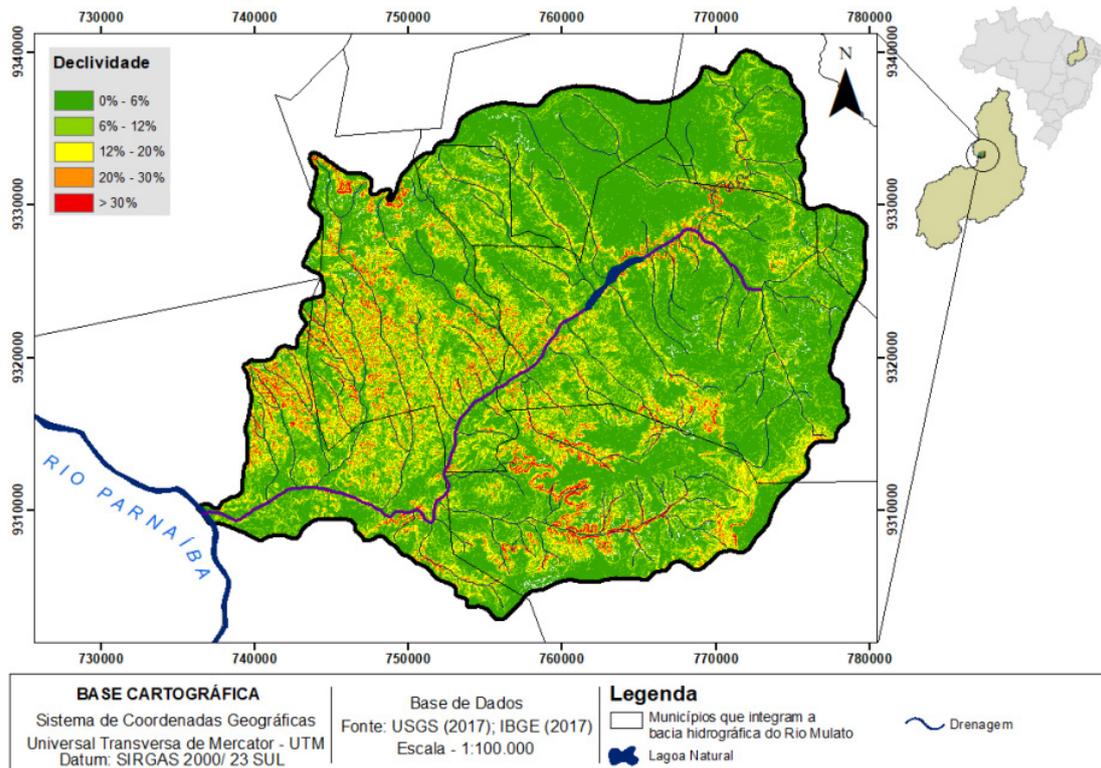
Do ponto de vista natural, a análise da rede hidrográfica exerce um papel fundamental na compartimentação geomorfológica, pois possibilita gerar informações passíveis de utilização. Destacam-se as análises hidrológicas e geomorfológicas, cuja apreciação permite o reconhecimento da espacialidade do sistema quanto às características da área e da rede de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1969).

Ao considerar que a declividade apresenta grande influência na determinação das áreas mais e/ou menos frágeis, elaborou-se o mapa de declividade. Dessa forma, na BHRM (Figura 10), predomina o relevo plano a suave ondulado (com declive de 0% a 6%), compondo a classe de maior área nesta bacia (799,10 km² ou 76,17%). As declividades que se apresentam no intervalo de 6% a



30% estão distribuídas em toda a área da bacia, principalmente próximas aos cursos d'água, sendo o declive de 20 a 30% restrito a alguns pontos. Juntas, essas declividades abrangem 23,69% km² da área total da bacia em estudo. Por fim, a classe maior que 30% apresenta a menor área dentro da bacia (1,46 km²), correspondendo a 0,14%. Os dados de área por declividade são sistematizados e apresentados na Tabela 1, no intuito de uma melhor visualização.

Figura 10: Mapa clinográfico da bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.



Fonte: *Elaboração dos autores (2018).*

Tabela 1: Classes de declividade na bacia hidrográfica do rio Mulato, estado do Piauí.

Classes de declividade (%)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
0 - 6	799,10	76,17
6 - 12	188,06	17,92
12 - 20	54,47	5,19
20 - 30	6,04	0,58
> 30	1,46	0,14
Total	1.049,13	100%

Fonte: *Adaptado de Ross (1994). Organizado pelos autores (2018).*

De acordo com Ross (1994), os valores de declividade indicam as características do relevo que geram energia potencial para a ocorrência de processos geomorfológicos, como erosão laminar e deslizamentos. Nesse sentido, quanto à descrição morfológica da classe de 0 a 6%, observou-se terreno com superfície de topografia horizontal, onde os desníveis são quase inexistentes, ao longo das planícies fluviais. Quanto aos processos erosivos, quase não há perda de solos. A classe de 6 a 20% corresponde a terrenos pouco movimentados, constituídos por planaltos rebaixados, com declive suave, apresentando início de solifluxão e, em alguns setores, escoamento difuso e laminar. A classe correspondente a declive de 20 a 30% refere-se a terrenos pouco movimentados, no entanto, mais acentuados que a classe anterior, constituindo-se encostas de morros (elevações de 200 a 300 metros), predominando escoamento laminar, ravinamentos e, em alguns setores, movimentos de massa. A classe acima de 30% apresenta terrenos movimentados, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas de planaltos tabulares, variando de 300 a 400 metros, sendo comum a ocorrência de movimento de blocos.

Diante do exposto, é notória a compreensão de que a análise geomorfológica surge como uma ferramenta importante na compreensão geoespacial, inclusive, na perspectiva de fornecer subsídios ao gerenciamento do ambiente, sendo que o mapeamento dos compartimentos do relevo tende a subsidiar as ações ocupacionais, pautadas no conservacionismo e/ou no preservacionismo.

Considerações finais

A compartimentação geomorfológica teve como base os critérios estruturais, topográficos e climáticos, sistematizados da seguinte forma:

1) A base geológica da bacia hidrográfica do rio Mulato corresponde às formações Corda, Pastos Bons, Pedra de Fogo, Piauí e Sardinha.

2) Esta base geológica ou litoestrutural (gênese e idade) se reflete nas formas de relevo regionais que, associadas ao clima, permitem a individualização e a classificação dos compartimentos geomorfológicos ou formas de relevo locais.

3) Como processos resultantes dos aspectos geológicos e das condições climáticas pretéritas e atuais, foram definidas quatro feições geomorfológicas, a saber: agrupamento de mesas, morros testemunhos do tipo mesa, planaltos rebaixados e planície flúvio-lacustre.

4) A estrutura geológica, os paleoclimas, a organização da rede de drenagem e a litologia foram os responsáveis diretos pela estruturação dos compartimentos regionais de relevo dessa bacia, possibilitando, assim, o desenvolvimento dessas formas.

A compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mulato foi estruturada em quatro níveis taxonômicos, considerando os domínios morfoestruturais (1º táxon), os domínios morfoesculturais (2º táxon), as unidades de relevo (3º táxon) e as formas de relevo locais (4º táxon).

Portanto, o mapeamento geomorfológico representa um dos produtos de suma relevância na análise do meio físico, podendo, ainda, subsidiar ações que visem ao planejamento ambiental, sobretudo se forem consideradas, nesta análise, as restrições do ambiente quanto às potencialidades e limitações de uso, de forma a contribuir com posteriores estratégias de planejamento ambiental ou territorial.

Referências bibliográficas

1. AB'SABER, A. N. **Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida**. In: *Estudos Avançados*, vol.13, n. 36, São Paulo, p. 3-21, 1999.
2. ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N. **Geoinformação na abordagem de problemas socioambientais: aplicação do IDG no município de Horizonte, estado do Ceará**. In: *Revista Equador (UFPI)*, v. 4, n. 2, p. 128-144, 2015.
3. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**. Levantamento de recursos naturais, v. 2, Folha SB-23 Teresina e Folha 24 Jaguaribe, Rio de Janeiro, 1973.
4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. 2ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
5. _____. **Cidades**. 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2018.
6. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geológico do estado do Piauí: 2ª versão**. Piauí: CPRM, 2006.
7. CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas**. In: *Revista de Geomorfologia*, Campinas, v.18, n. 9, p. 35-64, 1969.
8. _____. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1980.
9. EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed., Brasília/DF: Embrapa, 2013.
10. HUGGETT, R. J. **Fundamentals of Geomorphology**. 2ª ed., 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN: Routledge, 2007.
11. LIMA, I. M. M. F. **Relevo piauiense: uma proposta de classificação**. In: *Carta Cepro*, Teresina, v. 2, n. 2, p. 55-84, ago./dez. 1987.

12. _____. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013, 309 f.
13. LUPINACCI, C. M.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. S. **A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas de gestão ambiental.** In: *Revista Brasileira de Geomorfologia*, ano 4, n. 1, p. 1-9, UGB, 2003.
14. PENTEADO-ORELHANA, M. M. **Metodologia integrada no estudo do meio ambiente.** In: *Geografia*, Rio Claro, v. 10, n. 20, p. 125-148, 1985.
15. PEREIRA NETO, M. C. **Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB – Brasil).** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.
16. ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 1990.
17. _____. **O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo.** In: *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 6, USP, 1992.
18. _____. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.** In: *Revista do Departamento de Geografia da USP*, n. 8, p. 63-74, São Paulo, USP, 1994.
19. _____. **Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs.** In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia e meio ambiente.* Rio de Janeiro: BERTRAND Brasil, p. 291-336, 2003.
20. SANTOS, J. O. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza/CE: contribuições ao ordenamento territorial.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
21. SCHOBENHAUS, C.; NEVES, B. B. B. **A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana.** In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M (orgs.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil.* Brasília: CPRM, p. 5-30, 2003.
22. SOUZA, J. C. O. **Identificação de geossistemas e sua aplicação no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel – Alagoas.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
23. SOUZA, M. J. N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará.** In: CRUZ, L. C.; SOUZA, M. J. N.; MORAIS, J. O. (orgs.). *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.* Fortaleza: Ed. FUNECE, p. 13-98, 2000.
24. STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography.** In: *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, n. 10, p.1117-1142, 1952.

25. TRENTIN, R.; SANTOS, L. J. C.; ROBAINA, L. E. S. **Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Itu – oeste do Rio Grande do Sul – Brasil.** In: *Sociedade & Natureza*, Uberlândia/MG, n. 1, p. 127-142, 2012.