

Caracterização Morfométrica dos Compartimentos do Relevo do Parque Nacional da Serra do Cipó, Serra do Espinhaço Meridional – Minas Gerais

Miguel F. Felipe^{1*}, Carolina A. Silva², André H. Souza², Antônio P. M. Júnior³

¹ Geógrafo, Mestre em Geografia (UFMG). Professor do Departamento de Geociências, UFJF.

² Graduando em Geografia (UFMG).

³ Geógrafo, Doutor em Desenvolvimento Sustentável (UNB). Professor do Departamento de Geografia, UFMG.

Resumo O mapeamento morfológico é uma importante ferramenta na interpretação de processos, materiais e formas do relevo regional. Sobretudo em Unidades de Conservação, auxilia no planejamento e gestão ambiental das áreas protegidas. Nesse contexto, o principal objetivo desse trabalho é caracterizar os compartimentos morfológicos do Parque Nacional da Serra do Cipó a partir da medição de parâmetros morfométricos. Os procedimentos metodológicos envolvem a sobreposição de dados cartográficos, a elaboração de perfis topográficos, a identificação de rupturas de declive e, finalmente, medições morfométricas. Os resultados mostram que o Parque Nacional da Serra do Cipó pode ser dividido em onze compartimentos morfológicos na escala de 1:50.000, demonstrando a importância da morfometria na individualização de unidades do relevo. Espera-se que esses resultados e os avanços metodológicos desse trabalho possam colaborar para pesquisas futuras assim como para a gestão de Unidades de Conservação na Serra do Cipó.

Palavras-Chave morfometria; compartimentação morfológica; Serra do Cipó.

1. Introdução

A evolução da ciência geomorfológica nas últimas décadas proporcionou uma aproximação dos estudos sobre o relevo com as questões ambientais. Novos métodos e técnicas foram desenvolvidos no escopo de uma geomorfologia aplicada, que tem como princípio a compreensão dos seres humanos como agentes de transformação do relevo no Tecnógeno. Nesse contexto, as ferramentas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e cartografia digital, associadas às tradicionais técnicas morfográficas e morfométricas, assumem importância primeira (GUERRA; MARÇAL, 2006).

A compreensão das potencialidades e fragilidades de um determinado ambiente é fundamental no planejamento da ocupação e uso do solo. Nesse processo, o mapeamento das formas de relevo se constitui em um instrumento essencial, pois permite a visualização dos compartimentos da paisagem, exaltando a organização e relações que as feições estabelecem entre si. Da mesma maneira, a modelagem e análise de sistemas ambientais através de metodologias quantitativas e de mensuração permitem uma interpretação mais precisa dos processos atuantes na paisagem.

Essa preocupação se torna especialmente importante em Unidades de Conservação de proteção integral, que visam conciliar a preservação dos ecossistemas com a promoção

de ações de educação ambiental e recreação (BRASIL, 2000). O Parque Nacional da Serra do Cipó (PNSCi) é uma das mais importantes Unidades de Conservação do Brasil em número de visitantes e pesquisas.

Localizado nos municípios de Jaboticatubas, Santana do Riacho, Morro do Pilar e Itambé do Mato Dentro, possui uma área superior a 33 mil hectares, sendo um atrativo turístico de destaque da área do entorno da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Apesar das inúmeras pesquisas realizadas no interior do parque, poucas foram aquelas que buscaram compreender a morfologia em escala regional. Entretanto, a definição de unidades de relevo é essencial para o efetivo planejamento ambiental da unidade, bem como para o balizamento de futuras pesquisas geoambientais nesse *loci*.

Diante disso, o objetivo principal deste trabalho é caracterizar morfometricamente os compartimentos morfológicos do Parque Nacional da Serra do Cipó, a partir da proposta previamente realizada por Souza *et al.* (2011). A interpretação dos parâmetros morfométricos possibilitará avaliar criticamente e validar a proposta, sugerindo eventuais alterações baseadas nos aspectos quantitativos do relevo mensurados via cartografia digital.

O mapeamento do relevo baseia-se em um conjunto de técnicas capazes de identificar e individualizar unidades geomorfológicas de relativa homogeneidade interna. Notadamente, a escala espacial da análise das formas, processos e materiais que recobrem a superfície é um

* miguel.felippe@ufjf.edu.br

elemento definidor do tipo de compartimentação a ser realizada (TRICART, 1965).

Diferentes técnicas e metodologias foram propostas para a elaboração de mapeamentos do relevo. Entretanto, ainda não existe um método internacional que estabeleça padrões (FLORENZANO, 2008). Isso se deve, sobretudo, à complexidade de uma improvável classificação universal ante a variabilidade de formas do relevo, as diferentes possibilidades de taxonomias e a multiescalaridade das abordagens.

Porém, alguns autores formularam sistemas de mapeamento que são bastante difundidos, destacando-se os de Tricart, Ross e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Nesse sentido, no contexto brasileiro, a proposta metodológica de Ross (1992) é a mais corriqueiramente utilizada para os diversos mapeamentos geomorfológicos. Essa proposta se baseou na definição de categorias de formas de relevo para o mapeamento dos fatos geomórficos considerando a escala e o aspecto fisionômico das formas. A partir desse referencial, como ressaltado por este autor, podem-se compreender aspectos da morfogênese e dos processos morfodinâmicos que atuaram e atuam nessas formas (ROSS, 1992).

A sistematização elaborada pelo IBGE (2009) foi utilizada para o mapeamento do projeto RADAM Brasil e consiste na diferenciação de grandes compartimentos em unidades básicas e seus agrupamentos em unidades menores, a partir de uma hierarquização. A individualização dos conjuntos de feições é definida por fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo (IBGE, 2009).

Na Serra do Espinhaço Meridional, já foram realizados alguns trabalhos de mapeamento geomorfológico como o de Augustin *et al.* (2011). O objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento analítico do relevo, representando os aspectos morfoestruturais e morfoesculturais, orientados pelo mapeamento dos quatro primeiros táxon da representação do relevo na escala de 1:100.000. Por outro lado, o mapeamento realizado por Resende e Salgado (2011) focou a caracterização das unidades da média Serra do Espinhaço Meridional, norteada pela classificação do terceiro táxon proposto por IBGE (2009). Desta forma, foram individualizadas depressões, planaltos e serras. Em termos de procedimentos técnicos, os dois trabalhos se mostraram semelhantes, utilizando o cruzamento de informação em ambiente GIS para a elaboração do mapeamento.

Em qualquer dos casos a utilização de parâmetros morfométricos fez-se necessária para o mapeamento morfológico. Como destacado por Tricart (1965), a morfometria se constitui em uma das principais ferramentas para o mapeamento geomorfológico. A altimetria, dimensões, desníveis, extensões entre outros itens associados à mensuração das unidades do relevo são elementos que auxiliam sobremaneira a interpretação do relevo (AUGUSTIN *et al.*, 2011). Considerando a diversidade de formas, processos e materiais do relevo, a morfometria diminui a subjetividade da análise, tornando-se uma técnica complementar que visa aprimorar os resultados das compartimentações geomorfológicas.

A análise morfométrica aplicada, sobretudo, na geomorfologia, contribui para a interpretação da evolução da paisagem. Destaca-se por sua vez, a aplicação de parâmetros morfométricos no estudo das formas de relevo e principalmente, na rede de drenagem. De acordo com Cherem (2008), a análise morfológica e morfométrica, em especial, das bacias hidrográficas, representam um avanço para a compreensão do modelado do relevo, fornecendo subsídios a futuras pesquisas.

A aplicação dos índices geomorfológicos e parâmetros morfométricos destaca-se como a alternativa mais precisa para a avaliação quantitativa do comportamento das bacias hidrográficas, método que vem sendo largamente aplicado em vários estudos do relevo de bacias (TONELLO *et al.*, 2006; BARROS *et al.*, 2010; RECKZIEGEL *et al.*, 2006; CHEREM, 2008, NETO, 2008). A morfometria apresenta a finalidade de caracterizar e interpretar os elementos geométricos das formas de relevo, estabelecendo indicadores relacionados à inter-relação entre os elementos, à forma e ao arranjo estrutural (BARROS *et al.*, 2010).

O trabalho de Horton (1945) é um marco na literatura por ser pioneiro na elaboração de parâmetros quantitativos aplicados às redes de drenagem. As leis de composição de Horton são representadas graficamente através da intersecção de duas retas, correspondendo ao comportamento ideal das bacias. O eixo da abscissa refere-se à ordem dos canais enquanto o eixo das ordenadas corresponde ao logaritmo por ordem de canal obtido através dos parâmetros. Uma bacia apresentará anomalias caso as leis de Horton não sejam aplicáveis, resultando em uma representação gráfica diferente da idealizada (CHEREM, 2008).

A partir de tais leis, outras propostas e metodologias foram definidas para a representação estatística da evolução das bacias, sobretudo na década de 50, como os trabalhos de Schumm (1956) e Strahler (1952, 1957). Por sua vez, na literatura nacional, destaca-se o trabalho desenvolvido por Christofoletti (1970), que contribuiu com a integração de novos índices (TONELLO *et al.*, 2006).

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da Área de Estudo: A Serra do Espinhaço Meridional e a Serra do Cipó.

O Parque Nacional da Serra do Cipó abrange parte de uma unidade serrana homônima que é considerada uma das subunidades da Serra do Espinhaço Meridional (IBGE, 2006). Esta macrounidade caracteriza-se como uma faixa dobrada mesoproterozoica embasada prioritariamente por rochas metassedimentares do Supergrupo Espinhaço (SAADI, 1995). Funciona como um divisor hidrográfico em nível continental das bacias do rio São Francisco e do rio Doce. Esta última drena a borda leste da Serra do Cipó em direção ao Planalto dos Campos das Vertentes (IBGE, 2006). A Serra do Espinhaço é um extenso maciço que recobre a porção oriental da Plataforma Sul-Americana. Estende-se desde o paralelo 20°S, nas proximidades da Serra do Cipó, até as o paralelo 12°S, já no estado da Bahia (IBGE, 2006). Alonga-se no sentido N-S, por mais de 800 km, configurando-se como o divisor de drenagem entre as

bacias hidrográficas do Leste e a bacia do rio São Francisco (FIG. 1).

Sua constituição fisiográfica configura um planalto irregular de primeira magnitude no relevo brasileiro, esculpido pela ação fluvial em rochas metassedimentares meso e paleoproterozóicas, com uma importante distinção morfotectônica entre sua porção meridional e setentrional (SAADI, 1995). Com heranças distintas do Evento Brasileiro, pode-se diferenciar a Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) como um cinturão móvel neoproterozóico que abrange toda a porção sul do maciço do Espinhaço até a divisa estadual entre Minas Gerais e Bahia (nas proximidades de Itacambira, paralelo 15°S), e a Serra do Espinhaço Setentrional (SdES), considerada um cráton neoproterozóico (IBGE, 2006). A Serra do Cipó marca o prolongamento meridional da SdEM.

O Espinhaço Meridional foi modelado em uma faixa orogênica pré-cambriana que limita, a sudeste, o cráton do São Francisco. Constitui-se na paisagem como uma sequência de cristas com destaque orográfico, preferencialmente orientada na direção SSE-NNW em sua porção sul e SSW-NNE em sua porção norte (ALMEIDA-ABREU; RENGGER, 2002; ABREU, 1995; SAADI, 1995).

Limita-se com a depressão intracratônica do São Francisco em sua borda oeste através de uma falha de empurrão E-W, típica de um front de cavalgamento (SAADI, 1995). Todavia, sua borda leste apresenta-se como uma sucessão de escarpas erosivas, condicionadas por falhamentos indiscriminados, que a individualiza ao sul do Planalto dos Campos das Vertentes e ao norte do Planalto dos rios Jequitinhonha/Mucuri (IBGE, 2006; SAADI, 1995).

A drenagem fluvial da SdEM está diretamente condicionada por essas heranças estruturais. O planalto setentrional é marcado por cavalgamentos ESE-WNW alinhando paralelamente anticlinais e sinclinais de direção preferencial SSW-NNE (SAADI, 1995; ABREU, 1995), configurando as cristas principais. Falhas indiscriminadas de abrangência regional possuem direção preferencial ESE-WNW e ENE-WSW, controlando a rede de drenagem.

Por outro lado, no planalto meridional, são identificados cavalgamentos ENE-WSW resultando em sequências paralelas de falhas inversas de direção SSE-NNW (ABREU, 1995). A mesma direção de falhas indiscriminadas encontradas no planalto setentrional é verificada no meridional (ESE-WNW e ENE-WSW), promovendo o controle estrutural da drenagem.

O modelado atual da SdEM reflete um longo período de dissecação associado a desnudação geoquímica diferencial proporcionada pelas diferentes resistências impostas pelas litologias que sustentam o planalto (RESENDE *et al.*, 2010). Esse fator levou a formação de subunidades morfológicas (ora erosivas ora deposicionais) distintas, denotando um importante trabalho geomorfológico da drenagem fluvial. No extremo sul da asa meridional do “bumerangue” descrito por Saadi (1995) encontra-se individualizada do contexto geral da SdEM, a Serra do Cipó.

A Serra do Cipó configura-se como um maciço planáltico orientado vulgarmente no sentido NW-SE, esculpido sobre rochas metassedimentares meso e paleoproterozóicas. Possui uma extensão E-W média de 20 km, abrangendo parte dos municípios de Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas,

Nova União, Itabira, Santana do Riacho, Itambé do Mato Dentro, Morro do Pilar e Conceição do Mato Dentro (FIG. 2).

Sua morfologia configura-se como uma sequência de cristas orientadas preferencialmente NNW-SSE entrecortadas por vales fluviais dissecados e intercalados com patamares erosivos. Os principais alinhamentos serranos encontram-se na borda leste da Serra do Cipó, configurando o divisor hidrográfico regional entre as bacias do rio Doce (leste) e São Francisco (oeste). Escarpas de falha são coincidentes com as principais frentes de cavalgamento identificadas por Abreu (1995), promovendo vales com alto grau de dissecação, dos quais se destaca o do rio Mascote. A borda do planalto marca escarpas erosivas associadas a diferenças litológicas de resistência.

A litoestratigrafia da Serra do Cipó apresenta sequências metassedimentares relacionadas à deposição macaúbas e à bacia sedimentar do Espinhaço, bordejada por clasto-químicas do Grupo Bambuí e granitoides arqueanos, ao oeste e leste, respectivamente.

Toda a borda oeste da Serra é recoberta por depósitos glaciogênicos neoproterozóicos do Grupo Macaúbas (ALMEIDA-ABREU; RENGGER, 2002). Nessa unidade litoestratigráfica predominam metadiamictitos, quartizitos e metassiltitos. Em contato com os depósitos Macaúbas, ocorre o Grupo Conselheiro Mata, no topo da estratigrafia do Supergrupo Espinhaço. São depósitos marinhos rasos relacionados a variações eustáticas (CHEMALE JR *et al.*, 2011), com profundidades que variam entre 100 e 1000 metros (ABREU, 1995). Na Serra do Cipó, o Grupo Conselheiro Mata aparece nas formações Córrego dos Borges e Santa Rita. A primeira é constituída de metarenitos e localmente brechas/conglomerados quartzíticos; enquanto na segunda predominam metapelitos (ALMEIDA-ABREU; RENGGER, 2002).

A Formação Galho do Miguel apresenta-se como uma das mais representativas espacialmente na Serra do Cipó. Possui contato superficial de transgressão com o Grupo Conselheiro Mata denotando, também, controle eustático (CHEMALE JR *et al.*, 2011). Ocorrem quartizitos com elevado grau de pureza de origem eólica. O pacote sedimentar é espesso, podendo atingir 3000 metros de profundidade (ABREU, 1995). Essa formação sustenta as cristas no topo orográfico da Serra do Cipó devido ao seu elevado grau de resistência aos processos desnudacionais (RESENDE *et al.*, 2010; SALGADO; VALADÃO, 2003).

A configuração morfológica da Serra do Cipó responde a essas variações litológicas. Assim, predominam vertentes com declividade média a alta, topos em crista e patamares indiscriminados. As altitudes variam entre aproximadamente 800 metros na calha do rio Cipó, até valores superiores a 1600 metros no divisor regional entre as bacias do São Francisco e Doce.

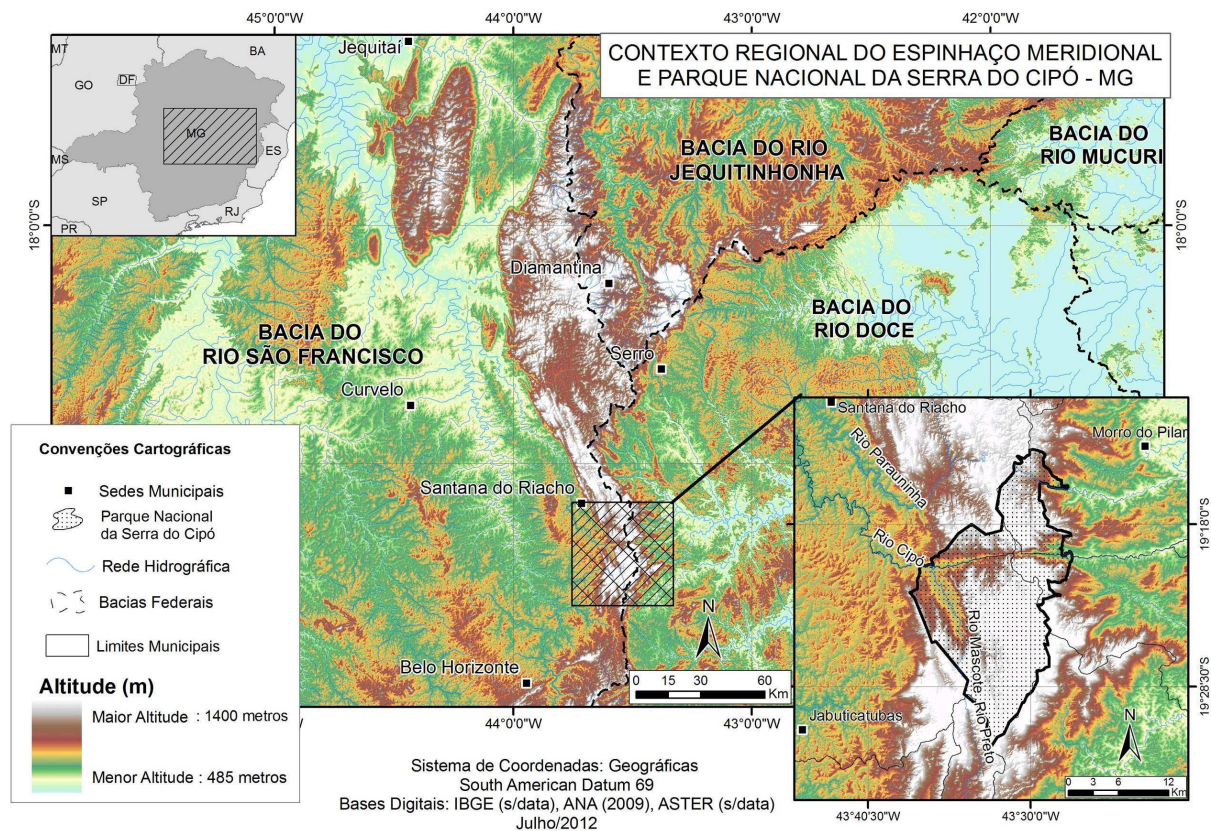


Figura 1. Contexto Regional do Espinhaço Meridional e Parque Nacional da Serra do Cipó - MG

2.2. Métodos

Seguindo orientações metodológicas de Ross (1992) é necessário definir a escala de interpretação a partir da hierarquia taxonômica do relevo. O primeiro táxon considera a influência da morfoestrutura na concepção das formas geomorfológicas, tratando-se, portanto, de grandes unidades, como as bacias sedimentares. Por sua vez, as unidades referentes ao segundo táxon são originadas dos processos desnudacionais que geram unidades morfoesculturais como grandes planaltos e depressões (ROSS, 1992).

O terceiro táxon está relacionado ao agrupamento de unidades de formas semelhantes esculpidas por processos erosivos recentes. Os demais táxons são definidos a partir do aumento da escala cartográfica de análise, evidenciando formas originadas de processos erosivos e deposicionais. A caracterização dos tipos de formas de relevo e os tipos de vertente tornam-se importantes para o mapeamento geomorfológico nestas escalas locais (ROSS, 1992).

Atualmente, o mapeamento geomorfológico vem sendo aprimorado pelo avanço de programas e ferramentas para o tratamento de dados espaciais, sobretudo com o desenvolvimento do sensoriamento remoto, na década de 80. A possibilidade de sobreposição de diversas variáveis

georreferenciadas facilita a associação e o estabelecimento de padrões morfológicos na paisagem. Contudo, o desafio que se coloca na elaboração desses trabalhos é a busca de novas técnicas e procedimentos que aumentem a precisão do mapeamento, diminuindo assim, a subjetividade encontrada em muitos trabalhos já realizados (SILVA; Z Aidan, 2004; FLORENZANO, 2008).

Os atributos empregados nos parâmetros morfométricos são selecionados de acordo com a área de estudo e o objetivo da pesquisa. Se a forma de relevo estudada se restringir à bacia hidrográfica, fatores específicos são aplicados à morfometria, como o cálculo do comprimento dos canais fluviais, declividade da bacia e dos canais, cálculo da área, perímetro e comprimento da bacia, dentre outros atributos. Tendo em vista a execução de pesquisas e análises morfométricas em outras unidades de relevo, os elementos aplicados na morfometria são retrabalhados e direcionados para atingir o objetivo da pesquisa. Os atributos empregados na análise morfométrica são adequados às demandas físicas da área estudada (CHEREM, 2008).

A metodologia proposta para o trabalho perpassa cinco etapas distintas, sintetizadas na FIG. 2.

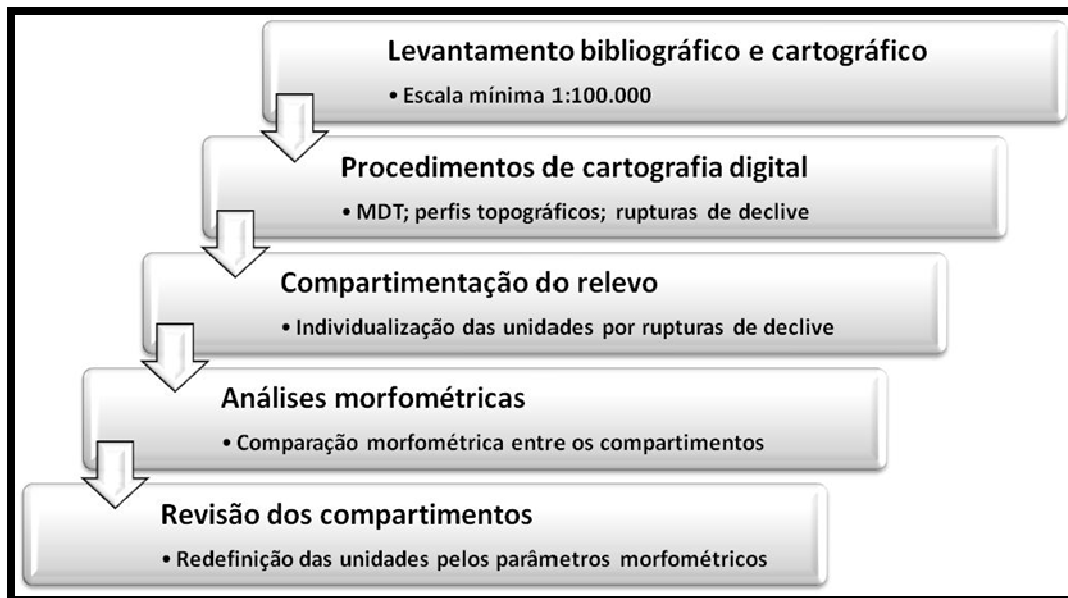


FIGURA 2. Síntese dos procedimentos metodológicos.

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura, baseada, sobretudo, em pesquisas elaboradas na área de estudo e que abordam técnicas de compartimentação geomorfológica. Nessa perspectiva, foi aplicada a proposta de representação cartográfica do relevo apresentada por Ross (1992), com interpretação do 3º táxon hierárquico. O mapeamento dos compartimentos morfológicos foi pautado em procedimentos digitais de interpretação de dados vetoriais disponíveis em uma escala mínima de 1:100.000. Foi utilizado o software ArcGIS 9.3 para a construção de mapas temáticos básicos para a interpretação do relevo, como o hipsométrico, declividade e o Modelo Digital de Terreno - MDT.

Adicionalmente, foram elaborados perfis topográficos sequenciais, que abrangessem toda a área do PNSCi, os quais foram utilizados na identificação de rupturas de declive que demarcassem os limites dos compartimentos. Uma vez definidas as rupturas, utilizou-se a curva de nível para a delimitação de cada unidade.

A associação entre a interpretação qualitativa das formas de relevo predominantes, a leitura dos mapas temáticos construídos e as rupturas de declive identificadas, permitiu o estabelecimento dos contornos de cada compartimento morfológico.

Em um processo posterior à compartimentação realizada via geoprocessamento e visando a validação da proposta, foram aplicados parâmetros morfométricos específicos que possibilitassem uma análise comparativa entre os compartimentos.

Os parâmetros adotados foram: i) densidade hidrográfica; ii) densidade de drenagem; iii) índice de rugosidade; e iv) declividade (média, máxima e mínima). Foi necessária uma adaptação realizada na aplicação dos cálculos, substituindo as áreas das bacias hidrográficas pelas dos compartimentos em questão.

Esses parâmetros foram considerados os mais eficientes para os objetivos propostos, uma vez que possibilitam a comparação entre as unidades de relevo sendo calculados em função das respectivas áreas. Além disso, a

preconização de avaliações ligadas à rede de drenagem remete à já reconhecida importância dos processos fluviais na esculturação do relevo da Serra do Espinhaço Meridional. Outros parâmetros podem ser aplicados posteriormente na complementação dos resultados, porém, reafirma-se a capacidade de síntese dos quatro selecionados.

O parâmetro *densidade hidrográfica* (Dh), proposto por Horton (1945), consiste na relação entre o número de cursos d'água e uma área de determinada bacia, a saber:

$$Dh = N/A ;$$

N equivale ao número de rios e A equivale à área total estudada.

Aplicado à pesquisa, a área em questão é proporcional a um determinado compartimento.

A *densidade de drenagem* (Dd) é um parâmetro que estabelece a relação entre o comprimento total ou ordem hierárquica dos canais de drenagem e a área de drenagem. A aplicação na análise dos compartimentos foi utilizada a relação entre o comprimento total dos rios e a área estudada.

$$Dd = Lt/A ;$$

sendo: Lt equivalente ao comprimento total dos canais e A equivalente à área total estudada.

O parâmetro *Índice de Rugosidade* (Ir), segundo Strahler (1958) representa uma inter-relação entre a declividade e o comprimento da vertente através do contrabalanço da amplitude altimétrica e à densidade de drenagem.

$$Ir = H/Dd ;$$

H equivale à amplitude altimétrica e Dd à densidade de drenagem.

Por fim, o parâmetro de *Declividade Média* (Dm) expressa a energia e a intensidade dos processos morfogenéticos, incluindo a dinâmica dos escoamentos superficiais concentrados e difusos (laminar) nas vertentes (CHEREM, 2008).

Para a realização dos cálculos morfométricos foi utilizado o software de geoprocessamento ArcGIS 9.3, a partir das mesmas bases cartográficas utilizadas para a elaboração da compartimentação primária. O emprego da morfometria permitiu um aprimoramento da delimitação das unidades de

relevo, por meio de ajustes na individualização e delimitação das mesmas.

3. Resultados e Discussões

Como resultado da interpretação qualitativa das informações cartográficas, associadas à delimitação das rupturas de declive, às feições do relevo, a declividade e as estruturas geológicas foi possível identificar e descrever 15 compartimentos morfológicos no PNSCi (FIG. 3).

Alguns compartimentos morfológicos se destacam na paisagem como resultado da interação dos processos geomorfológicos com o quadro litoestrutural, a destacar a erosão diferencial. Os processos fluviais também exercem forte influência na evolução do relevo regional, associados a possíveis atividades neotectônicas que, por sua vez, alteram os gradientes de energia e a intensidade dos processos morfogenéticos.

A interpretação dos resultados obtidos na aplicação dos parâmetros morfométricos propiciou a realização de ajustes na delimitação desses compartimentos. Os parâmetros aplicados permitiram uma leitura dos processos fluviais atuantes em cada compartimento e suas implicações para a evolução do relevo. Da mesma maneira, foi possível compreender a intensidade da atuação dos processos morfogenéticos em cada compartimento, realizando uma comparação da energia atuante em cada um. A associação do comportamento hidrológico e sua interação com a litologia e estruturas geológicas permitiram a distinção entre alguns compartimentos e a associação de outros.

Desse modo, possibilitou-se a reorganização e redução do número total de compartimentos do PNSCi para 11 unidades (FIG. 4). Alguns compartimentos com resultados semelhantes quanto aos índices analisados e, sobretudo, quanto às características morfológicas, foram unidos em apenas um compartimento. A análise das feições do relevo foi realizada por meio das imagens de satélite disponíveis para a área de estudo e por meio dos mapas temáticos construídos previamente. Os resultados dos parâmetros morfométricos são sintetizados na TAB. 1.

Os compartimentos *Baixas Vertentes do Córrego Mascates* e *Planícies Fluviais da Confluência dos Rios Mascates, Bocaina e Cipó* apresentaram resultados muito semelhantes, justificando a junção dos dois setores em um novo compartimento denominado *Terras Baixas e planícies dos Rios Mascates, Bocaina e Cipó*. O compartimento é delimitado, na margem ocidental, por uma falha geológica que demarca, por sua vez, o contato entre a formação Galho do Miguel e o Grupo Macaúbas. Neste contexto, a falha separa o setor de um outro compartimento denominado *Encostas Dissecadas do Vale do Rio Mascates*, o qual apresenta características morfológicas muito distintas, com altitudes variando de 825 a 1.260 metros e declividades acentuadas.

Igualmente, os compartimentos *Encostas Dissecadas da Borda Oriental do PNSCi* e *Encostas Dissecadas e Íngremes do PNSCi* foram unidos e receberam o nome de *Encostas Dissecadas do PNSCi*. Os resultados obtidos nos parâmetros morfométricos em tais compartimentos são muito semelhantes, sobretudo, no Índice de Rugosidade e na

Declividade Média. Todavia, os compartimentos não se diferenciam de modo destacado quanto à Densidade de Drenagem e à Densidade Hidrográfica, o que justifica a sua junção.

Por sua vez, os compartimentos *Cristas e Montanhas da Borda Oriental do PNSCi*, *Cristas e Morros da Borda Ocidental do PNSCi* e *Cristas e Morros da Borda Setentrional do PNSCi* foram unidos, em função dos parâmetros morfométricos, em um compartimento denominado *Cristas e Morros do PNSCi*. A diferenciação entre os compartimentos estava relacionada principalmente à sua localização no parque, mas a semelhança quanto aos resultados da análise morfométrica e à morfologia (relevo pronunciadamente acidentado) justifica a fusão. Neste compartimento estão situadas as maiores elevações do parque e uma amplitude altimétrica elevada que atinge 1.700 metros.

Um outro ajuste realizado na compartimentação está relacionado ao nome do compartimento *Patamares da Borda Setentrional do PNSCi*. Como resultado da interpretação das imagens de satélite e uma análise aprofundada dos parâmetros morfométricos aplicados, verificou-se que o compartimento não apresenta patamares como feições de relevo, evidenciando uma desconexão entre a denominação e a morfologia. O compartimento foi renomeado como *Morros Dissecados da Borda Setentrional do PNSCi*. A amplitude altimétrica é bem reduzida, variando de 1.200 a 1.390 metros.

O compartimento *Patamares da Porção Centro-Sul do PNSCi* apresenta a maior extensão no contexto do parque. O relevo é modelado predominantemente sobre as rochas da Formação Galho do Miguel e sua amplitude altimétrica varia de 1.075 a 1.510 metros. Próximas à borda sul do parque estão localizadas as cabeceiras dos Córregos do Cocho e da Serra, além dos Córregos da Farofa e Taioba.

O compartimento *Encostas e Morros Suavizados da Borda Ocidental do PNSCi* apresenta altitudes moderadas, com elevações suaves na forma de colinas ao longo da extensão da vertente. A origem da *Depressão Intrasserrana do Ribeirão Bandeirinha* tem relação direta com a dinâmica fluvial quaternária desse curso d'água, marcada por eventos de encaixamento e abertura do vale. O compartimento é margeado por setores que apresentam altitudes bem mais elevadas e um relevo acidentado, o que justifica a terminologia "intrasserrana" dada ao compartimento. A cabeceira do Ribeirão Bandeirinha está localizada no compartimento *Cristas e Morros do PNSCi*, o qual torna-se mais declivoso à jusante, no setor *Encostas Dissecadas do Vale do Rio Mascates*.

Por sua vez, o compartimento *Escarpamento da Borda Oriental do PNSCi* resulta da erosão diferencial dos litotipos da Unidade Serra do Lobo. O lineamento apresenta uma amplitude altimétrica bastante elevada, variando de 1.075 a 1.390 metros.

Por fim, os *Morros da Borda Oriental do PNSCi* representam o compartimento com a menor extensão no parque. As altitudes não são muito expressivas, alcançando aproximadamente 1.450 metros. O relevo é modelado nas rochas da Unidade Serra do Lobo e os morros se configuram em um contexto de decaimento altimétrico.

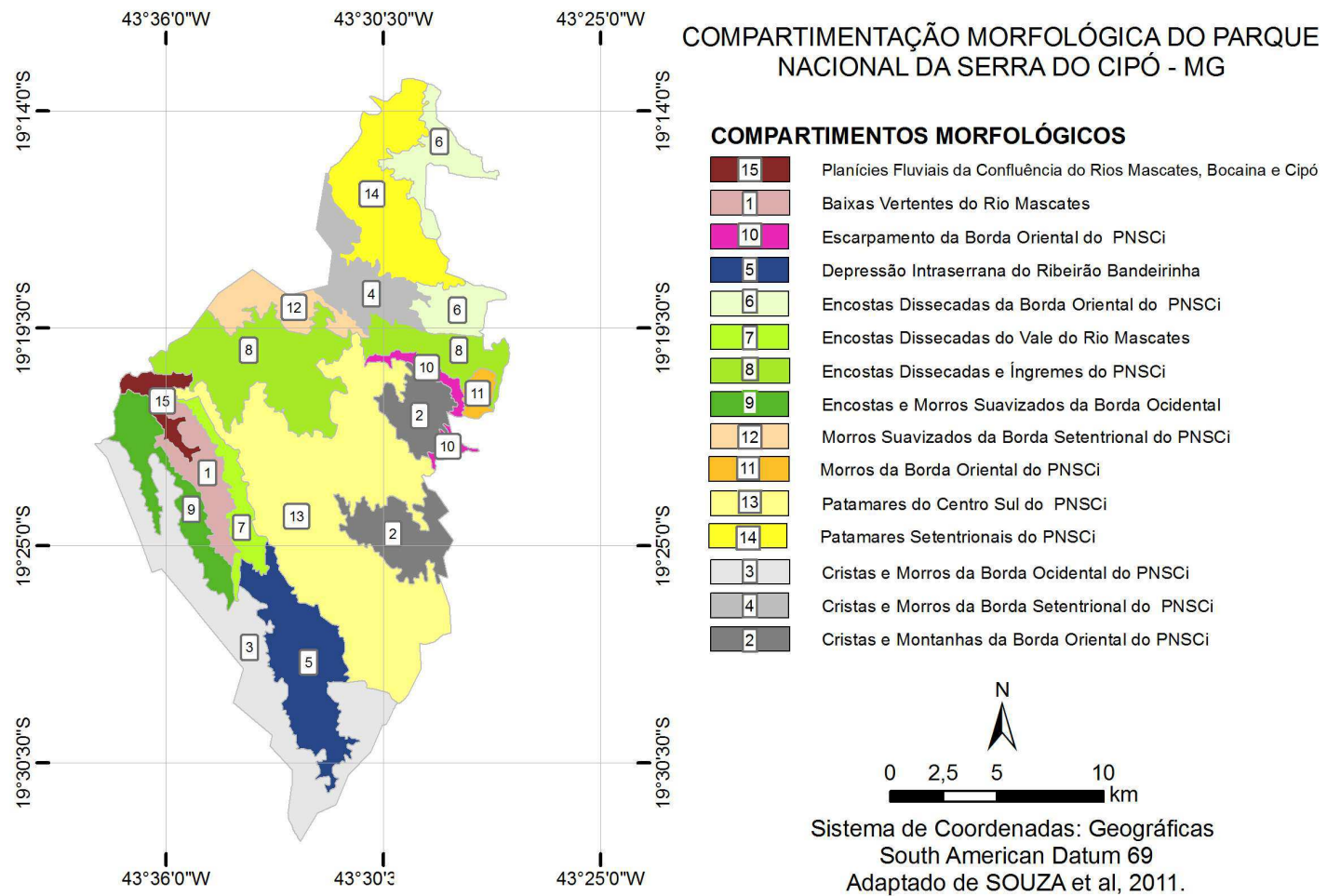


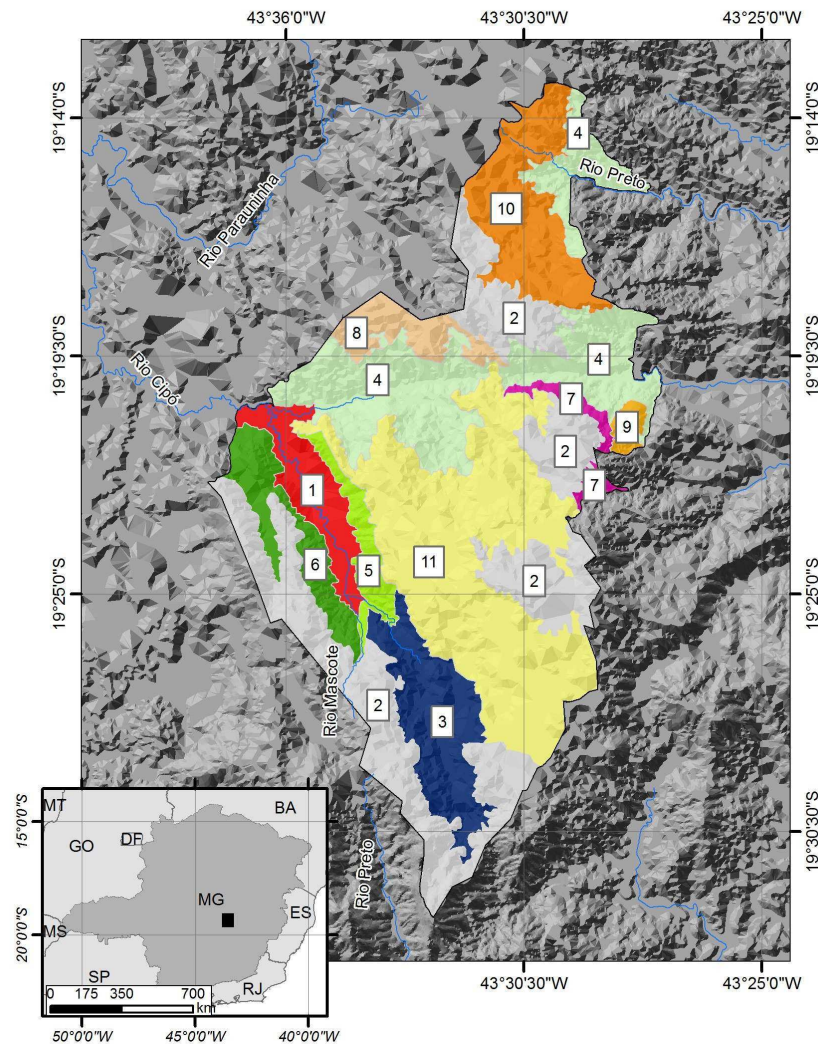
Figura 3. Compartimentos Morfológicos do PNSCi.

Compartimentos morfológicos	Densidade Hidrográfica (canais/m²)	Densidade de Drenagem (m/m²)	Índice de Rugosidade (m²)	Declividade Média (°)	Declividade Mínima (°)	Declividade Máxima (°)
Baixas Vertentes do Córrego Mascates	0,00000360	0,00276499	0,0013	4,6348	0,0000	37,2736
Cristas e Montanhas da Borda Oriental do PNSCI	0,00000256	0,00172895	0,0015	10,0416	0,0000	58,8923
Cristas e Morros da Borda Ocidental do PNSCI	0,00000271	0,00177076	0,0015	12,2999	0,0413	44,3779
Cristas e Morros da Borda Setentrional do PNSCI	0,00000314	0,00165602	0,0019	11,5349	0,0082	47,7094
Depressão Intrasserana do Ribeirão Bandeirinha	0,00000331	0,00300101	0,0011	11,5995	0,0000	48,4611
Encostas Dissecadas da Borda Oriental do PNSCI	0,00000453	0,00360882	0,0013	20,5418	0,0809	48,8263
Encontas Dissecadas do Vale do Rio Mascates	0,00000431	0,00229660	0,0019	25,9790	0,1188	55,6354
Encontas Dissecadas e Íngrimes do PNSCI	0,00000340	0,00306238	0,0011	17,6937	0,0350	64,7473
Encostas e Morros Suavizados da Borda Ocidental	0,00000327	0,00245075	0,0013	13,1811	0,0149	43,9242
Escarpamento da Borda Oriental do PNSCI	0,00000574	0,00295353	0,0019	25,7373	0,3048	57,4430
Morros Suavizados da Borda Setentrional do PNSCI	0,00000288	0,00167844	0,0017	10,1983	0,0000	55,4029
Morros da Borda Oriental do PNSCI	0,00000671	0,00346071	0,0019	21,7369	0,2853	59,0765
Patamares da Borda Setentrional do PNSCI	0,00000336	0,00265418	0,0013	8,5755	0,0000	39,1523
Paramares da Porção Centro-Sul do PNSCI	0,00000250	0,00227670	0,0011	9,6396	0,0000	58,2761
Plânícies Fluviais da Confluência dos Rio Mascates Bocaina e Cipó	0,00000387	0,00359492	0,0011	2,6453	0,0000	20,1741

Fonte: bases cartográficas PNSCI, escala 1:50.000

TABELA 1: Parâmetros morfométricos calculados para os 15 compartimentos do relevo pré-definidos do Parque Nacional da Serra do Cipó

COMPARTIMENTOS MORFOLÓGICOS DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ A PARTIR DA ANÁLISE MORFOMETRICA

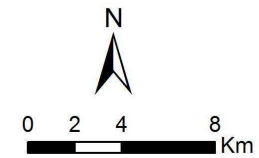


COMPARTIMENTOS MORFOLÓGICOS

- 1 Terras Baixas e planícies dos Rios Mascates, Bocaina e Cipó
- 7 Escarpamento da Borda Oriental do PNSCi
- 3 Depressão Intraserrana do Ribeirão Bandeirinha
- 11 Patamares da porção Centro Sul do PNSCi
- 4 Encostas Dissecadas do PNSCi
- 5 Encostas Dissecadas do Vale do Rio Mascates
- 6 Encostas e Morros Suavizados da Borda Ocidental do PNSCi
- 8 Morros Suavizados da Borda Setentrional
- 9 Morros da Borda Oriental do PNSCi
- 10 Morros Dissecados da Borda Setentrional do PNSCi
- 2 Cristas e Morros do PNSCi

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Rede Hidrográfica
- Parque Nacional da Serra do Cipó



Sistema de Coordenadas: Geográficas
 South American Datum 69
 Bases Digitais: ANA (2009), ASTER (s/data)
 IBGE (s/data)

Figura 4. Mapa dos Compartimentos Morfológicos do Parque Nacional da Serra do Cipó a partir da Análise Morfométrica.

4. Considerações Finais

A identificação de compartimentos do relevo é um procedimento corriqueiro em estudos geomorfológicos exploratórios de escala regional. Porém, a não existência de uma metodologia universal que balize esse procedimento promove uma série de distorções nos resultados produzidos, muitas vezes relacionados à má aplicação das técnicas, à escala de análise, ou mesmo à subjetividade dos procedimentos. Os parâmetros morfométricos se inserem nesse contexto no intuito de maximizar os resultados das compartimentações morfológicas. A partir da quantificação de determinados elementos do relevo, a subjetividade inerente à definição das unidades pode ser reduzida. Com isso, os mapas resultantes são mais profícuos e retratam melhor a realidade, possuindo maiores possibilidades de uso.

A compartimentação morfológica do Parque Nacional da Serra do Cipó foi realizada a partir da interpretação da sobreposição de camadas cartográficas de elementos do relevo regional (hipsometria, declividade e MDT), associada à análise de perfis topográficos indiscriminados. A marcação de rupturas de declive definiu os limites das unidades pré-determinadas. Por fim, foram calculados parâmetros morfométricos para validação dos compartimentos, a partir da comparação dos seus resultados.

Contudo, foram definidos onze compartimentos morfológicos no Parque Nacional da Serra do Cipó, compatíveis com o 3º táxon da proposta metodológica de Ross (1992) em escala de 1:50.000. Tais unidades denotam certa homogeneidade interna em relação às principais formas do relevo, às formações superficiais inconsolidadas, à litologia e estrutura das rochas e aos parâmetros morfométricos. As unidades geomorfológicas propostas no trabalho são: Terras baixas e planícies dos rios Mascates, Bocaina e Cipó; Cristas e montanhas do PNSCi; Depressão intrasserana do ribeirão Bandeirinha; Encostas dissecadas do PNSCi; Encostas dissecadas do vale do Rio Mascates; Encostas e morros suavizados da borda ocidental do PNSCi; Escarpamento da borda oriental do PNSCi; Morros suavizados da borda setentrional do PNSCi; Morros da borda oriental do PNSCi; Morros dissecados da borda setentrional do PNSCi; Patamares da porção centro do sul do PNSCi.

Longe de encerrar a discussão sobre as unidades de relevo da Serra do Cipó, este trabalho avança em uma proposta metodológica que envolve um encadeamento de técnicas visando a minimização de eventuais subjetividades inerentes a esse tipo de proposta. Além disso, a partir da definição das unidades, pode-se verticalizar na interpretação da morfogênese regional da Serra do Cipó e, também, da Serra do Espinhaço Meridional.

Os resultados abrem caminho para a continuidade das pesquisas, especificamente a descrição dos compartimentos na escala de campo a partir da identificação mais precisa de processos e materiais associados às formas do relevo. Pretende-se ainda expandir a compartimentação proposta para toda a Serra do Espinhaço Meridional, avaliando suas possibilidades para outras escalas de análise.

Espera-se que os resultados apresentados possam contribuir para a continuidade dos estudos geomorfológicos na Serra do Cipó, bem como para o fomento de informações para auxiliar na gestão ambiental das Unidades de Conservação lá inseridas.

REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, P. A. A. O supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 1-18, 1995.
- [2] ALMEIDA-ABREU, P. A.; RENGGER, F. E. Serra do Espinhaço meridional: um orógeno de colisão do mesoproterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 1, p. 1-14, mar 2002.
- [3] AUGUSTIN, C.H.R.R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, v. 19, n. 2, p. 50-69, 2011.
- [4] BARROS, L.F.P., BARROS, P.H.C.A; MAGALHÃES JR, A.P. Condicionamento Litológico e Tectônico na Morfometria da Bacia do Rio Conceição – Quadrilátero Ferrífero/MG. **Revista de Geografia**. Recife, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, 2010.
- [5] BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2005**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 de julho de 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>>. Acesso em: 8 jun. 2012.
- [6] CHEMALE JR, F.; DUSSIN, I. A.; MARTINS, M.; SANTOS, M. N. Nova abordagem tectono-estratigráfica do Supergrupo Espinhaço em sua porção meridional (MG). **Geonomos**, v. 19, n. 2, p. 173-41, 2011.
- [7] CHEREM, L. F. S. Análise morfométrica da bacia do alto Rio das Velhas: comparação de metodologias e dados. **Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais)**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008.
- [8] CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas. **Tese (Doutorado)**. Universidade Estadual Paulista (Rio Claro), 1970.
- [9] FLORENZANO, T. G.. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: **Oficina de Textos**, p. 105-128, 2008.
- [10] GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. Geomorfologia ambiental. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 2006.
- [11] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro. Manuais técnicos em geociências, v. 1, n. 5, IBGE, 2009.
- [12] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. IBGE, 2006.

- [13] NETO, R. T. L. Análise morfométrica e ambiental da microbacia hidrográfica do rio Granjeiro, Crato/CE. **Revista Escola de Minas** – Revista da Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, v. 61, n. 3, 2008.
- [14] RECKZIEGEL, E. W.; ROBAINA, L. E. S. Estudo de parâmetros morfométricos do relevo e da rede de drenagem da área situada entre os rios Jaguari e Ibicuí no município de São Vicente do Sul – RS. IN: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6. Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFGO, 2006.
- [15] RESENDE, E. A.; SALGADO, A. A. R. Mapeamento de Unidades de relevo na média Serra do Espinhaço – MG. **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 1, n. 30, p. 45 - 60, 2011.
- [16] REZENDE, E. A.; LEÃO, M. R.; SALGADO, A. A. R.; OLIVEIRA, C. K. R. O.; JÚNIOR, H. A. N. A influência litológica nas taxas de denudação geoquímica do médio Espinhaço Meridional – MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 503-514, dez. 2010.
- [17] ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo, **Rev. do Depto. Geografia**, FFLCH-USP, São Paulo, v. 1, n. 6, p.17-29, 1992.
- [18] SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 41-63, 1995.
- [19] SALGADO, André A.; VALADÃO, Roberto C. Contribuição da Desnudação Geoquímica na Evolução da Erosão Diferencial no Espinhaço Meridional – MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 2, p. 31-40, 2003.
- [20] SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, N. Jersey, v. 67, p. 597-646, 1956.
- [21] SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- [22] SOUZA, A. H.; CARMO L. G.; FELIPPE, M. F. Compartimentação morfológica do parque Nacional da Serra do Cipó - MG a partir de técnicas de geoprocessamento e interpretação de perfis topográficos. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011, Dourados – MS, Brasil. **Anais do...** Dourados. Universidade Federal da Grande Dourados, 2011.
- [23] STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 10, p. 1117-1142, 1952.
- [24] STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Geophysical Union Trans.**, v. 38, p. 912-920, 1957.
- [25] TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; ALVARES, C. A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.
- [26] TRICART, J. Principes et Méthodes de la Geomorphologie. Paris: Masson et Cie, 1965.

Morphometric Characterization of the Relief Compartments of The Serra do Cipó National Park, Southern Serra do Espinhaço, Minas Gerais

Miguel F. Felipe¹, Carolina A. Silva², André H. Souza², Antônio P. M. Junior³

¹ Geographer, M.Sc in Geography (UFMG). Professor at UFJF.

² Undergraduate student (UFMG).

³ Geographer, Ph.D. in Sustainable Development (UNB). Professor at UFMG.

Abstract The morphological mapping is an important tool for processes interpretation, materials and regional relief forms. Especially in protected areas, assist in environmental planning and management of protected areas. The main objective of this work is to characterize the morphological compartments in The Serra do Cipo National Park by measuring some morphometric parameters. Methodological procedures are based on overlaying cartographic data, preparation of topographic profiles, knickpoints identification and, finally, morphometric measures. Results show that The Serra do Cipo National Park can be divided in eleven morphological compartments in the scale of 1:50.000, demonstrating that morphometry is fundamental to individualize the relief units. It is expected that the results and the methodological advances of this work can collaborate to future researches as well as to the management of Conservation Units in The Serra do Cipó.

Keywords morphometry; morphological compartments; Serra do Cipó.

Informações sobre os autores

Miguel F. Felipe (UFJF)

Endereço para correspondência: Rua José Lourenço Kelmer. Campus Universitário. Bairro São Pedro. Juiz de Fora, Minas Gerais. Brasil. CEP: 36036-330.

Email: miguel.felippe@ufjf.edu.br

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3591101019508810>

Carolina A. Silva (UFMG)

Endereço para correspondência: Av. Antônio Carlos, 6627. Pampulha. Belo Horizonte, Minas Gerais. Brasil. CEP: 31270-901.

Email: carol.asilva@yahoo.com

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/7465479020839884>

André H. Souza (UFMG)

Endereço para correspondência: Av. Antônio Carlos, 6627. Pampulha. Belo Horizonte, Minas Gerais. Brasil. CEP: 31270-901.

Email: ahenri03@yahoo.com.br

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3264001226761604>

Antônio P. M. Júnior (UFMG)

Endereço para correspondência: Av. Antônio Carlos, 6627. Pampulha. Belo Horizonte, Minas Gerais. Brasil. CEP: 31270-901.

Email: magalhaesufmg@yahoo.com.br

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/4282669608406708>

Artigo Recebido em: 16-07-2012

Artigo Aprovado em: 14-09-2012