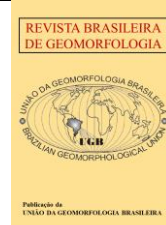




<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664



Artigo de Pesquisa

Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia

Geomorphological Mapping of the State of Minas Gerais: a proposal based on morphology

Silvio Carlos Rodrigues¹, Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin² e Thallita Isabela Silva Martins Nazar³

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Uberlândia, Brasil. silgel@ufu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5376-1773>

² Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, Brasil. cristinaaugustin@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3793-9989>

³ Universidade Federal de Catalão, Instituto de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia, Catalão, Brasil. thallitanazar@ufcat.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0257-1451>

Recebido: 11/05/2022; Aceito: 07/11/2022; Publicado: 31/03/2023

Resumo: A representação cartográfica do relevo demanda uma proposta de classificação que englobe tanto as tipologias das formas, como também a associação destas com fatores como a litoestrutura, processos atuantes durante a esculturação e a distribuição espacial das mesmas, conformada, necessariamente, à escala de representação escolhida. Este artigo propõem uma metodologia de classificação das Formas de Relevo aplicada ao estado de Minas Gerais, na escala de 1: 1.000.000, composta por 2 níveis taxonômicos: o morfoaltimétrico e o morfoestrutural, cuja aplicação resultou na identificação de 74 Unidades Geomorfológicas mapeadas, com utilização de produtos digitais como MDE, mapa geológicos, rede hidrográfica e técnicas semiautomáticas de interpretação e classificação em ambiente de SIG. O relevo de Minas Gerais é complexo, formado por uma grande variedade de morfologias, com gênese e dimensões distintas. O resultado do mapeamento mostra o predomínio no estado, em termos de área, do Sistema de Planaltos, seguido pelo Sistema de Depressões Relativas, Sistema de Montanhas e Serras, sendo o Sistema de Planícies, o de menor ocupação territorial.

Palavras-chave: Cartografia Geomorfológica; Morfoaltimetria; Morfoestrutura; Unidades Geomorfológicas.

Abstract: The cartographic representation of the relief demands a classification approach that encompasses both the typologies of the landforms, as well as their association with factors such as the rock lithostructure, the shaping processes involved as well as their spatial distribution, depending necessarily on the geographic scale adopted. This article proposes a methodology for classifying Relief Forms applied to the state of Minas Gerais, on a scale of 1: 1,000,000, composed of 2 taxonomic levels: morphoaltimetric and morphostructural, whose application resulted in the identification of 74 mapped Geomorphological Units, using digital products such as MDE, geological maps, hydrographic network and semi-automatic techniques of interpretation and classification in a GIS environment. The relief of Minas Gerais is a complex one, formed by a wide variety of morphologies with different genesis and dimensions. The mapping result shows in terms of area the predominance of the Plateau System, followed by the Relative Depression System, Mountains, and Sierras System, with the Plains System being the one with the lowest territorial occupation.

Keywords: Geomorphological Cartography; Morphoaltimetry; Morphostructure; Geomorphological Units.

1. Introdução

Mapeamentos geomorfológicos identificam, caracterizam e espacializam as formas de relevo da superfície da Terra quanto à sua origem, evolução e processos. Nessa tarefa, conseguem associar vários tipos de dados e informações concernentes ao meio ambiente, fornecendo, assim, uma base de interpretação e análise importante não somente para os geomorfólogos, como também para profissionais de outras áreas de conhecimento.

A principal função do mapeamento das formas de relevo, objeto de estudo da geomorfologia, além de proporcionar um “inventário da paisagem retratando as formas de relevo bem como os materiais das superfícies” (OTTO; SMITH, 2013, p. 1), é de gerar, de acordo com De Jong *et al.* (2021, p. 245), a “síntese de uma pesquisa”, revelando além do relevo, “[...] seu contexto geomorfológico, o que é essencial para entender ambas as formas individuais e a paisagem [...]”. Bishop *et al.* (2012, p. 5) ampliam ainda mais essa perspectiva ao destacarem que o mapeamento geomorfológico “desempenha um papel essencial na compreensão dos processos da superfície da Terra, geocronologia, recursos naturais, perigos naturais e evolução da paisagem”. Constitui, assim, um instrumento fundamental para as diversas análises ambientais, ou seja, essencial para subsidiar a investigação de campo (BARSCH; LIEDTKE, 1980; BRIERLEY *et al.*, 2013). Essa visão é reforçada por Loibl e Lehmkuhl (2013, p. 214), para quem os mapas podem ser importantes “para muitos campos científicos vizinhos (ex. ciência do solo e biologia) e para inúmeras aplicações práticas que dependem de dados geomorfológicos precisos, como avaliações de perigos naturais, planejamento ambiental e construção”.

Junta-se a esses aspectos, como destacado por vários autores, o fato de o mapeamento também oferecer uma base confiável para outros trabalhos e pesquisas, tendo em vista o caráter de duração e permanência (*long lasting*) das feições do relevo, mesmo após intensa transformação pelo homem (AUGUSTIN, 1979, 1995; GUSTAVSSON; KOLSTRUP; SEIJMONSBERGEN, 2006; AUGUSTIN; FONSECA; ROCHA, 2011; GARCIA; AUGUSTIN; CASAGRANDE, 2020).

É nesse contexto, que propomos o mapeamento geomorfológico do estado de Minas Gerais, na escala de 1:1.000.000, que integra o resultado dos elementos das feições morfológicas e morfométricas do relevo, e sua relação com os da geologia, como a litoestrutura, constituindo uma base de análise confiável para estudos de vários aspectos do meio físico do estado, na escala de informações considerada.

A proposição desse mapeamento geomorfológico se justifica, dada a importância que este tipo de representação tem como instrumento fundamental de análise da superfície da Terra, constituindo fonte relevante de informações e dados para várias áreas que estudam o meio ambiente (CHRISTIAN, 1958; MABBUT; STEWART, 1963; ROSS, 1992; GUSTAVSSON, 2006; GUSTAVSSON; KOLSTRUP; SEIJMONSBERGEN, 2006; SHAW; OLDFIELD, 2007; PARON; CLAESSENS, 2011).

2. A questão dos mapeamentos geomorfológicos

Os esforços para a produção de mapas geomorfológicos como instrumento de pesquisa tanto teórica como prática, não são recentes. As primeiras iniciativas teriam sido realizadas por Passarge (1912, 1914), na Alemanha, em escala de pouco detalhe, com a proposição do *Morphologischer Atlas* (COLTRINARI, 2011). Entretanto, conforme relata Klimaszewski (1990), os mapeamentos do relevo somente teriam avanço real após a Segunda Guerra Mundial, a partir do desenvolvimento das foto-aéreas para a análise de terreno, melhoria de materiais, como filmes, equipamentos, e de técnicas analíticas quantitativas sofisticadas, muitas provenientes de outras áreas de conhecimento. Isso permitiu, segundo apontado por vários autores, aumento na habilidade de estudar as formas de relevo (VERSTAPPEN; 2011; GUSTAVSSON; KOLSTRUP; SEIJMONSBERGEN, 2006), a partir de análises nas quais vários elementos da paisagem pudessem ser considerados conjuntamente (BARSCH; LIEDTKE, 1980; TWIDALE, 2012).

A proposta de um mapeamento geomorfológico contendo informações com bases científicas sólidas, em um nível que possibilite interpretações e aplicações para fins práticos e com caráter intercambiável das informações, tem constituído um grande desafio para os geomorfólogos (EMBLETON, 1981; KLIMASZEWSKI, 1990; GUSTAVSSON; SEIJMONSBERGEN; KOLSTRUP, 2008). Enquanto outras ciências que lidam com os fenômenos da superfície e mesmo da subsuperfície da Terra, como a geologia e a pedologia, conseguiram estabelecer critérios e métodos para gerar representações mais ou menos uniformes de seus objetos de estudo, na geomorfologia, este intento, até hoje, não obteve o mesmo êxito.

Isso, a despeito das diversas iniciativas lideradas por vários países na confecção de mapas geomorfológicos detalhados, com destaque para a Polônia, Suíça, Hungria, a antiga União Soviética, França, Alemanha, Tchecoslováquia, Bélgica e Japão. Diferenças metodológicas e a não adoção de uma legenda padronizada, impediram que esses mapas fossem comparáveis (BASHENINA *et al.*, 1971; DEMEK; EMBLETON, 1978). Nem mesmo: a) o reconhecimento da importância desses instrumentos para os diversos tipos de análise do terreno; b) a identificação de que os problemas dos mapeamentos básicos estão associados à dificuldade na standardização dos termos geomorfológicos; c) o desenvolvimento de legendas intercambiáveis (DEMEK; EMBLETON, 1978); e, d) a apresentação de um método uniforme de mapeamento geomorfológico de detalhe e estabelecimento de princípios básicos do mesmo para fins de comparação apresentados pela subcomissão criada em 1962 pela International Geographic Union (IAG), resultaram na adoção de um mapa geomorfológico comum (KLIMASZEWSKI, 1990; COLTRINARI, 2011). As dificuldades não são decorrentes apenas da diversidade dos conteúdos, natureza e escala dos mapas, o que resulta em uma grande variedade de legendas representando diferentes abordagens e propósitos dos mapeamentos, mas também da própria evolução na compreensão dos fenômenos (e de suas inter-relações) que ocorrem na superfície e subsuperfície do Planeta, incluindo os produzidos pelos humanos.

Mesmo levando em consideração que a revolução no campo das ciências da informação e das geotecnologias trouxe vários aperfeiçoamentos inclusive para aspectos que dificultavam a elaboração e atualização de mapas geomorfológicos mais confiáveis e capazes de integrar vários níveis de dados e informações, ela não foi capaz de conduzir à desejada unificação de legenda e metodologia, que continuam a impor dificuldades (BASTIAN; KRÖNERT; LIPSKÝ, 2006; GUSTAVSSON; SEIJMONSBERGEN; KOLSTRUP, 2008). A revolução tecnológica trouxe, no entanto, uma espécie de “renascimento” dos mapeamentos (GUSTAVSSON; KOLSTRUP; SEIJMONSBERGEN, 2006; VERSTAPPEN, 2011; TWIDALE, 2012; OTTO; SMITH, 2013). De acordo com Bishop *et al.* (2012, p. 5), os avanços do “sensoriamento remoto, ciência da informação geográfica (GIScience), tecnologias geoespaciais, bem como o desenvolvimento, em modelagem numérica, de processos de superfície”, tiveram grande impacto na abrangência e qualidade dos mapas. Esses efeitos se fizeram sentir em especial nos mapeamentos aplicados, com destaque para os estudos voltados para o meio ambiente, servindo de base para mapas “geomorfológicos” específicos, ou de detalhe, úteis em vários estágios do planejamento e gestão ambiental, bem como do planejamento territorial (SMITH; PAIN, 2009; LOIBL; LEHMKUHL, 2013; FRANCH-PARDO *et al.*, 2017; BUFANI *et al.*, 2021; SIART *et al.*, 2009). Deve-se ressaltar, contudo, que tais mapeamentos foram produzidos mesmo antes da disponibilização desses recursos técnicos e metodológicos, a exemplo dos de Savigear (1965) e Ross, (1992) e aqueles que utilizaram como base os “*landsystems*”, como Mabbut e Stewart (1963) e os de tradição da antiga União Soviética (SHAW; OLDFIELD, 2007).

Embora não tenha resultado na proposição do mapa base de detalhe, esse esforço concentrado contribuiu, juntamente com o avanço do sensoriamento, da área de ciências da informação, tecnologia geoespacial (GIScience) e de modelos numéricos dos processos de superfície, para a proliferação de mapas temáticos, em geral, em escala de detalhe (VERSTAPPEN, 2011; BISHOP *et al.*, 2012). Há, hoje, uma demanda cada vez mais crescente pelos mapeamentos temáticos, tendo em vista a capacidade de integração e representação espacial das complexas interações ambientais que a geomorfologia possibilita. Como já assinalado, as geotecnologias constituem um dos motores do ressurgimento do mapeamento geomorfológico a partir da disponibilidade de novas fontes de dados, com a aplicação de técnicas inovadoras e agilidade no mapeamento, que passou a acontecer a partir de um Sistema de Informações Geográficas (GRIFFITHS, SMITH; PARON, 2011). A revolução na disponibilidade de novas fontes de dados espaciais digitais ampliou o acesso (digital) à vastas regiões da superfície da Terra (e de outros planetas) para estudos que, de outro modo, teriam sido onerosos ou impossíveis de alcançar. É consenso que a organização de dados espaciais em uma estrutura digital, contribuiu para a qualidade dos mapeamentos, pois a capacidade de utilização de uma sequência de “camadas” para organizar dados de entrada e produzir estratos de conteúdo temático, cartografado, é de grande importância.

Um dos grandes destaques para a interpretação geomorfológica atualmente são os Modelos Digitais de Terreno (MDT) ou Modelos Digitais de Elevação (MDE), que representam a superfície terrestre em três dimensões e permitem a visualização, análise e interpretação do terreno, facilitando as pesquisas sobre sua superfície, em condições de laboratório. Ao mesmo tempo, como apontado por Smith (2011), vários conjuntos de dados são disponibilizados gratuitamente ao redor do mundo. No Brasil, é possível encontrar imagens de satélites e dados resultantes de interferometria por Radar (Shuttle Radar Topography Mission - SRTM) de um arco segundo (30

metros de resolução), sendo essa a base digital em 3D de melhor resolução distribuída gratuitamente para o país. Segundo o mesmo autor, a disponibilidade de dados digitais de sensoriamento remoto permite duas abordagens para o mapeamento geomorfológico. Em uma primeira, tem-se o mapeamento manual, baseada nos conhecimentos e na experiência do intérprete para identificar e delinear as formas de interesse, semelhante ao que foi usado para interpretar fotografias aéreas analógicas manuais. Esse, no entanto, como assinalado por Sampaio e Augustin, (2014) é um processo subjetivo, que utiliza técnicas visuais complexas para desenvolver relações entre as características na imagem exibida e as formas de relevo. As técnicas de interpretação incluem a avaliação da forma, tamanho, tom, textura, sombra, padrão, localização e associação entre elementos analisados. A segunda abordagem utiliza técnicas automatizadas ou semiautomatizadas para identificar características de interesse, as quais incluem uma gama de ferramentas, técnicas consistentes e parte do conhecimento específico do pesquisador.

A respeito das técnicas automatizadas e semiautomatizadas, Seijmonsbergen, Hengl e Anders (2011) apresentam a aplicação de um MDE para a extração de feições geomorfológicas, destacando os Parâmetros da Superfície Terrestre (PSTs) para categorizar áreas dentro de uma paisagem em classes com propriedades distintas que se referem a um determinado tipo de feição. A base dos PSTs são os MDEs, que podem ser derivados de muitas fontes e possuem a capacidade de criar informações geomorfológicas. Estes parâmetros, dentro da abordagem da geomorfometria, apresentam grande importância no cenário de mapeamento e representação geomorfológica atual, sendo os principais, o gradiente de inclinação, o aspecto e a curvatura.

Da maneira similar, Sampaio e Augustin (2014) apresentam abordagem que busca diminuir a subjetividade muitas vezes inerentes aos processos de obtenção e de delimitação das unidades do relevo e sua classificação inclusive para fins de mapeamento, a partir da utilização do Índice de Concentração de Rugosidade (ICR). Segundo estes autores (p. 51) o Índice “enquadra-se no grupo das análises tridimensionais, tratando-se de metodologia de classificação morfométrica que possibilita a aquisição de valores para representar unidades homogêneas de relevo, no que se refere à dissecação”. Esses valores (p. 51) representam “grandezas maiores que as partes da vertente” como, normalmente é obtido “na classificação pontual pixel-a-pixel”, possibilitando também a implementação automatizada via Sistema de Informação Geográfica (SIG).

3. Mapeamentos geomorfológicos no Brasil e no estado de Minas Gerais

No Brasil, os sistemas de classificação sistemática do relevo remontam à década de 1970. Apesar dos mapas sinóticos nacionais ou estaduais, como os apresentados anteriormente por Almeida (1964) e Ab'Sáber (1970), um processo sistemático de interpretação, classificação e mapeamento teve origem no início da década de 1970 como parte das atividades do Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 2009). Nestas primeiras experiências, a discussão metodológica foi direcionada para um modelo híbrido da tradição francesa e alemã. Durante os mais de 10 anos de funcionamento do Projeto RADAMBRASIL, diferentes modelos foram adotados, indicando diversas escolhas sobre o processo de classificação. Algumas informações a respeito dessa evolução precisam ser levadas em consideração, sendo a primeira delas, a de ordem escalar, pois os mapas eram produzidos para serem apresentados em escala 1: 1.000.000, e a outra, de ordem operacional, pois os mesmos eram produzidos a partir de imagens de radar interpretadas sobre impressão em papel. Disto remonta dificuldades técnicas e metodológicas nas escolhas finais para o sistema classificatório e sua representação gráfica.

A tradição do Projeto RADAMBRASIL foi herdada pelo IBGE, sendo apresentada nas duas versões do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 1995; IBGE, 2009) através de uma "Taxonomia de Fatos Geomorfológicos", estruturada em 4 níveis: Domínios Geomorfológicos, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas e Tipos de Modelados. Nesta proposta, a escala de apresentação do Mapa Geomorfológico é de 1: 250.000. O acervo dos mapas do tema Geomorfologia atualmente é disponibilizado no Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE.

Com a mesma base de estruturação teórico-metodológica, Ross (1992) formulou uma organização para a elaboração dos mapeamentos geomorfológicos buscando uma certa lógica na sua execução e abrangendo diferentes escalas de interpretação e representação cartográfica dos mapas. A taxonomia, nessa proposta, é composta por 6 níveis: Domínios Morfoestruturais, Domínios Morfoesculturais, Padrões de Formas Semelhantes, Tipos de Forma (formas individualizadas), Tipos de Vertentes e Formas Lineares ou Areolares Recentes. A metodologia disseminou-se no Brasil, sendo usada em mapas relacionados à pesquisas acadêmicas e aos órgãos institucionais. A cartografia associada às divisões político-administrativas foi usada para os estados de São Paulo

(ROSS; MOROZ, 2011), Rio de Janeiro (DANTAS *et al.*, 2001) e Paraná (SANTOS *et al.*, 2006), sendo que, neste último, ela já foi elaborada dentro de um Sistema de Informações Geográficas com material básico em Modelos Digitais de Elevação (MDE).

Ainda se tratando de mapeamentos que abrangem grandes áreas e que se utilizam da classificação baseada em sistemas genéticos, deve-se destacar a apresentada para o estado de Goiás (GOIÁS, 2006), baseada em Latrubesse, Rodrigues e Mamede (1998). Nesta proposta, a abordagem principal foi feita a partir de diferenciação do sistema genético predominante na conformação das unidades mapeadas, sendo também usada em mapeamento do relevo para o Bioma Cerrado, em estudo de planejamento regional (RODRIGUES, 2003).

Em consonância com os procedimentos técnicos realizados pelo Projeto RadamBrasil, a Fundação CETEC (1983) apresentou o primeiro Mapa Geomorfológico do Estado de Minas Gerais, produzido no âmbito do Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. Este produto mostra uma classificação em grandes compartimentos de relevo, utilizando imagens de radar e cartas topográficas como base técnica para identificação de grandes compartimentos, com apresentação do resultado na escala 1: 1.000.000. O Serviço Geológico do Brasil – CPRM (MACHADO; SILVA, 2010) publicou o Mapa de Geodiversidade do estado, que inclui, além dos aspectos geológicos, a classificação do relevo em cinco grandes domínios geomorfológicos, definidos a partir do conjunto dos processos atuantes (agração ou denudação) e dos litótipos presentes, bem como do documento relativo ao Levantamento da Geodiversidade do Estado de Minas Gerais, que lhe dá sustentação.

Mais recentemente, mapeamento geomorfológico do estado de Minas Gerais foi proposto por Da Costa (2021), no qual 6 macroestruturas são identificadas. No entanto, não ficam claros os critérios utilizados, sua relevância para a classificação das macroestruturas, e nem a taxonomia adotada para a identificação e posterior mapeamento dessas unidades.

Na proposta ora apresentada, o mapeamento geomorfológico do estado de Minas Gerais tem caráter regional. Constitui o que Otto e Smith (2013) denominaram de tipo básico, ou seja, focado na representação das feições da paisagem e elaborado na escala 1: 1.000.000. Nela, a compartimentação tem como base a abordagem morfológica, consolidada em uma legenda de 2 níveis nos quais são detalhadas as influências morfogenéticas, bem como sua espacialização.

4. Materiais e Métodos

4.1. Área de Estudo

O estado de Minas Gerais (MG) está situado na Região Sudeste do Brasil, abrange 588.384,30 km², distribuídos entre os paralelos 14°13'58" e 22°54'00" de latitude sul e os meridianos de 39°51'32" e 51°02'35" de longitude oeste (Figura 1). Possui uma topografia que varia entre, aproximadamente, 50 metros (bacia do Rio Mucuri) a 2.891,32 metros acima do nível do mar (Pico da Bandeira), ambas localidades situadas na divisa com Espírito Santo. A hidrografia do Estado é composta por grandes bacias hidrográficas, como às dos rios São Francisco, Paraná, Doce, Jequitinhonha, Paraíba do Sul, Pardo, Mucuri e São Mateus, entre outras.

De acordo com Baptista *et al.* (2010, p. 17), A geologia do estado é complexa, na qual se destacam os seguintes compartimentos: (i) Cráton do São Francisco; (ii) Faixa Brasília; (iii) Orógeno Araçuaí/Ribeira; (iv) Bacia do Paraná; (v) Coberturas Colúvio-Aluviais e Eluviais. Esta complexidade encontra-se associada à evolução tectônica do escudo brasileiro e de reativações ocorridas a partir da separação do supercontinente Gondwana, no Mesozoico (Ferreira; Silva; Alkmim, 2021).

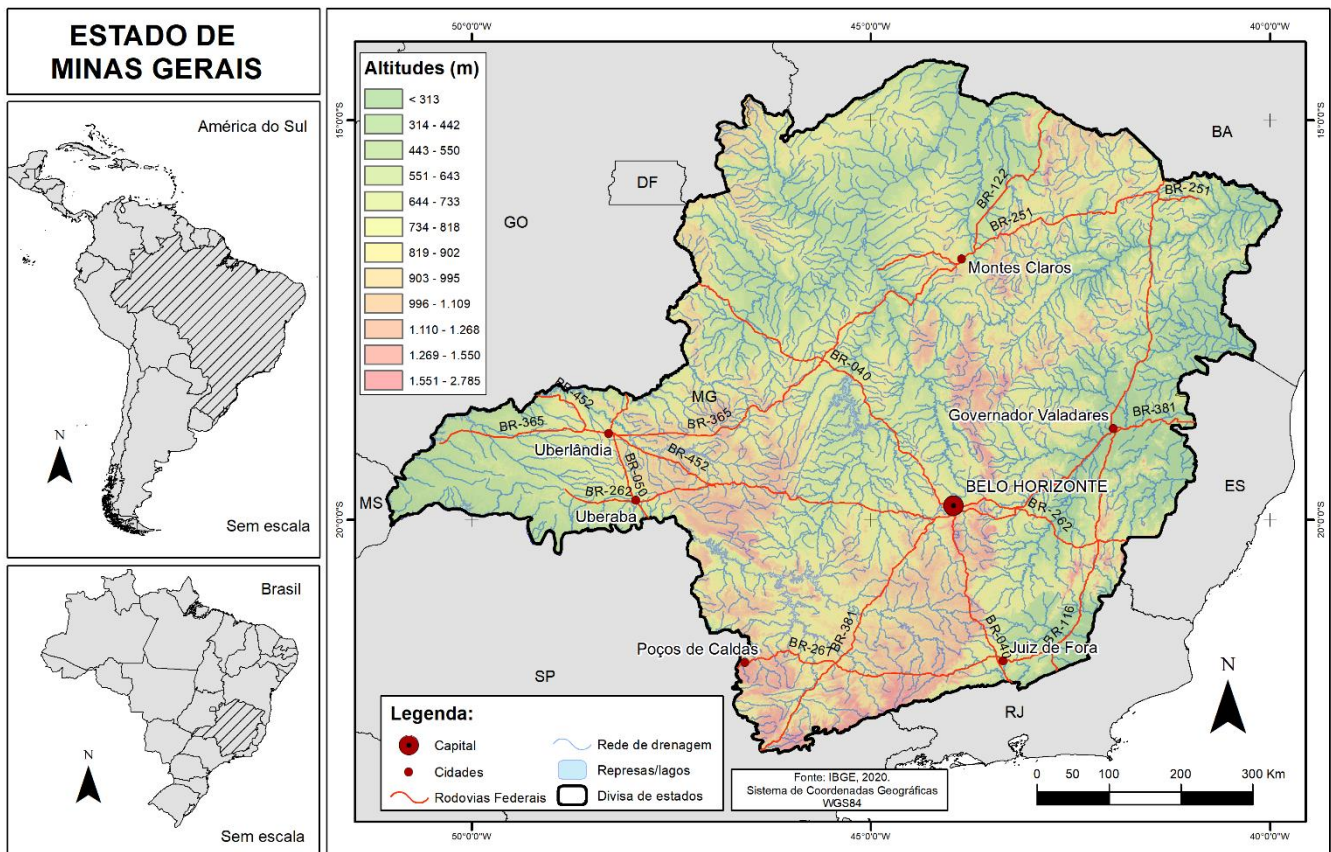


Figura 1. Localização do Estado de Minas Gerais no contexto da América do Sul. Fonte: Os autores, 2023.

Do ponto de vista geomorfológico Baptista et al. (2010), classificam o relevo em grandes padrões com base na gênese predominante das formas, subdividindo-os em: agradacionais, com três unidades, em geral, planas e oito denudacionais, de relevo mais íngreme e topograficamente mais elevados.

A cobertura vegetal de Minas Gerais, segundo o IEF-MG (2021) é formada por três biomas: Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. Segundo este Instituto, o Cerrado ocupa 54% da área total do estado e aparece especialmente nas bacias dos rios São Francisco e Jequitinhonha, sendo formado por gramíneas, arbustos e árvores. A Mata Atlântica, caracterizada pela presença de cobertura densa de árvores, ocupa 40% e ocorre de maneira mais extensiva nas áreas mais úmidas do estado. Já a Caatinga, o terceiro maior bioma de MG, ocupando 6% da área (IEF-MG, 2021), é composta por espécies adaptadas a um longo período de seca, ocorrendo nas porções com déficit hídrico anual do norte de MG. Outras fitofisionomias, inseridas dentro destes domínios são: a Mata Seca, que tende a se limitar aos domínios de rochas carboníferas, em especial, no vale do Rio São Francisco, tendo como principal característica, a perda das folhas no período dos meses secos, sendo formada, em grande parte, por espécies decíduas. Coura, Shimabukuro e Fonseca (2010) apontam ainda a presença dos Campos Rupestres, mais ou menos restritos às regiões montanhosas, e formados por espécies de porte baixo, em especial herbáceas, com estratos arbustivos e arbóreo raros.

Essa variedade de biomas e fitofisionomias é, em parte, resultado da extensão territorial do estado, mas também se encontra associada diretamente à diversidade de relevo, que influencia diretamente na criação e na riqueza dos habitats, e, indiretamente, na distribuição de chuvas e das temperaturas. As maiores pluviosidades médias anuais, com chuvas concentradas entre outubro e março em todo o estado, variam no estado, sendo que as maiores ocorrem nas regiões sul (1600 mm), topograficamente mais elevadas, as mais baixas (400 mm) no norte, com altitudes menos elevadas, enquanto a intermediária (900 mm), é registrada no centro-sul, também caracterizada por altitudes elevadas à intermediárias (VIOLA et al., 2010). Da mesma maneira, as temperaturas médias anuais apresentam variação do sul (17° C), com relevo mais elevado, para o norte (acima de 18° C), com altitudes mais baixas do estado (REBOITA et al., 2015). Viola et al. (2010) resumizam os tipos climáticos (classificação Köppen-Giger) de Minas Gerais da seguinte maneira: predominância do clima AW (tropical de savana com estação seca no inverno), cobrindo 67% da área total do estado; Cwa (clima temperado úmido com

inverno seco e verão quente), com 21% da área total e o Cwb (clima temperado úmido com inverno seco e verão moderadamente quente), com 11% do restante do estado. Essa classificação reflete, em grande parte, as variações topográficas e a latitude das diferentes porções de MG.

4.2. Princípios teóricos e metodológicos

Como apontado por Otto, Gustavsson e Geilhausen (2011, p. 254), “o desenho do mapa é um ato de arte comunicação visual, escolha de símbolos e cores e a compilação de conteúdos que requerem profunda consideração, de maneira a permitir que a mensagem do mapa seja transmitida”. Neste sentido, o mapeamento geomorfológico constitui ao mesmo tempo a representação e a interpretação de dados dos padrões de formas de relevo, ou dos processos nelas atuantes, utilizando-se critérios de ordenação e, em especial, de classificação. Isto permite integrar e agrupar informações tanto qualitativas, como quantitativas, indicativas da influência do *input* de energia (tectônica) no substrato rochoso e nos regolitos, dos fatores climáticos e dos biogênicos, da atuação dos processos geomorfológicos pretéritos e presentes, a depender das características litoestruturais do substrato. Também inclui os reflexos das taxas de disponibilização de material a ser transportado, bem como a eficiência dos sistemas de transporte para efetuar tal tarefa.

Partindo do princípio de que o modelado do relevo reflete essas interações ao longo do tempo, podemos assumir que as formas de relevo constituem uma espécie de produto resultante das forças de agradação e degradação atuantes na superfície do Planeta. Dessa maneira, seu estudo e representação são importantes para entender a dinâmica da porção na qual se desenvolvem as atividades humanas e que, ao mesmo tempo, é a mais diretamente afetada por elas.

Nossa proposta de mapeamento geomorfológico do estado de Minas Gerais, no sudeste do Brasil, abrange 588.384,30 km², distribuídos entre os paralelos 14°13'58" e 22°54'00" de latitude sul e os meridianos de 39°51'32" e 51°02'35" a oeste, o que corresponde à uma área um pouco maior do que a da França. Estas dimensões representam limitações no nível de detalhamento da representação geomorfo-cartográfica, enquadrando a proposta de mapeamento na escala regional, ou seja, naquela na qual são mapeadas grandes unidades do relevo (1: 1000.000). Isto significa a identificação e representação de grandes unidades geomorfológicas, com baixo nível de detalhe, mas cujo significado em termos de variação morfológica e evolutiva, consegue amalgamar informações que refletem não somente estas características, como também um padrão para todo o estado de Minas Gerais. Dessa maneira, as principais características dos grandes elementos da paisagem aparecem de maneira contínua, embora porções menores de relevo não homogêneo tenham sido “anexadas” às unidades morfológicas maiores.

4.3. Procedimentos Metodológicos

4.3.1. Conceitos e definição dos táxons

A elaboração do mapa demandou uma série de escolhas técnicas e de fontes de informações para a interpretação do caráter geomorfológico da superfície do estado, em suas dimensões topográficas, estruturais e de espacialização.

Para isto, foi necessária a definição de quais feições seriam identificadas e descritas; que critérios seriam utilizados e em que ordem seriam aplicados, o que nos levou à definição de duas classes (táxons) a serem empregadas na classificação das formas de relevo, como base para o mapeamento. O sistema classificatório construído (Quadro 1), contemplou somente dois dos quatro níveis taxonômicos recomendados pela IGU para a cartografia geomorfológica (GUSTAVSSON, 2006), tendo em vista que a escala adotada, restringiu o leque de formas a serem mapeadas.

São eles:

1. **NÍVEL 1 (Táxon I): Sistemas Morfoaltimétricos** identificado com base nos critérios da morfologia, entendida como a forma da superfície e identificada a partir do padrão de feições dominantes, ou de domínios da paisagem, incluindo, além das formas, a altimetria (morfometria) e continuidade espacial na paisagem (Quadro 1).

Este táxon engloba:

- **Montanhas e Serras:** definidas como uma série de feições topográficas mais elevadas, com a presença, embora nem sempre contínua, de linhas de cristas, e resultantes de processos tectônicos, formando terreno acidentado marcado por fortes declives.

- **Planaltos:** regiões mais elevadas do que o seu entorno, com topos convexos ou achatados, desenvolvidas em rochas com diferentes composições litológicas e características estruturais.

- **Depressões Relativas:** definidas como áreas topograficamente mais baixas do que as do seu entorno; são relativas, uma vez que nenhuma área no estado de Minas Gerais encontra-se abaixo do nível do mar (depressão absoluta).

- **Planícies:** entendidas como regiões mais baixas do que as do seu entorno, com relevo plano a ondulado, caracterizadas pela baixa declividade e pelo predomínio de deposição de sedimentos associada sempre à dinâmica fluvial.

2. **NÍVEL 2 (Táxon II):** *Compartimentos Morfoestruturais*, baseado na morfologia e sua relação com a estrutura geológica, ou seja, na associação entre a forma e o substrato rochoso. Incorpora critérios morfoestruturais que apontam para alguns elementos vinculados à morfogênese, na qual a tectônica e a estrutura geológica apresentam papel importante no desenvolvimento das formas de relevo e seu padrão de distribuição espacial. O segundo táxon (Nível 2), é baseado na subdivisão dos grandes sistemas em feições menores, com identificação do padrão de forma associado aos aspectos da morfogênese.

PARA OS SISTEMAS MORFOALTIMÉTRICOS DE MONTANHAS E SERRAS:

- **Substratos Rochosos Predominantemente Dobrados**, representando áreas submetidas a esforços tectônicos compressivos em várias litologias, com a predominância de comportamento dúctil das rochas.
- **Substratos Rochosos de Blocos Soerguidos e Predominantemente Falhado**, correspondendo às áreas formadas por rochas submetidas a esforços compressivos e distensivos, com predominância de comportamento rúptil das rochas.
- **Residuais de Intrusões/Magmatismo**, referem-se às estruturas formadas por intrusões ígneas resultantes do resfriamento e solidificação do magma antes que este atinja a superfície; são representados por batólitos, diques e sills.

PARA OS SISTEMAS MORFOALTIMÉTRICOS EM PLANALTOS:

- **Estruturas Sedimentares em Camadas Horizontalizadas a Sub-horizontalizadas**, presentes em substrato geológico formado por deposição sedimentar, com baixa ou nenhuma deformação por tectônica, ou inclinação proveniente da morfologia original; correspondem em geral às antigas bacias deposicionais.
- **Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas**, inclui as feições desenvolvidas sobre rochas neoproterozóicas ou mais antigas.

PARA OS SISTEMAS MORFOALTIMÉTRICOS EM DEPRESSÕES RELATIVAS:

- **Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas Erodidas**, incluindo as feições sobre rochas neoproterozóicas, ou mais antigas, geradas pelos processos tectônicos, ou de dissolução, por afundamento.
- **Estruturas de Falhas em Graben**, formadas quando os esforços tectônicos provocam a ruptura das rochas, levando ao deslocamento vertical ao longo de um plano de falha muito inclinado, que faz com que a capa se desloque, no caso do graben, para baixo.
- **Canyons**, entendidos em seu sentido morfológico como sendo vales profundos, com paredes íngremes, cortadas diretamente na rocha, em áreas de terrenos de planalto ou de montanhas, em geral com um curso de água perene no fundo e pouca ou nenhuma planície aluvial.

PARA OS SISTEMAS MORFOALTIMÉTRICOS EM PLANÍCIES:

- **Planície Aluvial**, áreas topograficamente baixas e com formas de relevo planas a levemente onduladas, com deposição de sedimentos associada à dinâmica de rios e, às vezes, com a presença de lagoas marginais e meandramentos, formando áreas úmidas (*wetlands*).

O termo Unidade Geomorfológica está sendo utilizada no sentido proposto por Miyogi *et al.* (1970), que o definem como uma forma de relevo geneticamente homogênea resultante de processos modeladores específicos, de tal maneira que permitiram sua individualização na paisagem, seguindo o que Speight (1974) aponta como um mapeamento de Padrões de Formas de Relevo, ou seja, de Unidades do Relevo.

Quadro 1. Síntese do sistema classificatório utilizado.

Sistema Morfoaltimétrico	Compartimentação da Morfoestrutura	*Unidades Geomorfológicas
Montanhas e Serras	Substratos Rochosos Predominantemente Dobrados	7 unidades
	Substratos Rochosos de Blocos Soerguidos e Predominantemente Falhado	3 unidades
	Residuais de Intrusões/Magmatismo	3 unidades
Planaltos	Estruturas Sedimentares em Camadas Horizontalizadas a Sub Horizontalizadas	23 unidades
	Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas	21 unidades
Depressões	Estruturas de Falhas em Graben	3 unidades
	Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas Erodidas	11 unidades
	Canyons	2 unidades
Planícies	Planícies Aluviais	1 unidade

Fonte: Os autores, 2022.

4.3.2. Técnicas e materiais utilizados

Para o mapeamento, buscou-se associar: a) técnicas manuais com semiautomação, tendo em vista a escala cartográfica adotada, que é decorrente do tamanho da área geográfica do estado de Minas Gerais, e b) uma base de dados e informações, obtida a partir de mapas geológicos (CODEMIG, 2014) e topográficos (IBGE, 2012; MIRANDA, 2005).

O processo de identificação iniciou-se pela organização de um Modelo Digital de Elevação (MDE) do Estado de Minas Gerais, utilizando-se imagens SRTM disponibilizadas pela EMBRAPA (MIRANDA, 2005), em ambiente SIG. Para isto, foi criado um arquivo único para todo o estado, em sistema WGS84/Geográfico. Esse MDE possibilitou a criação de diversos subprodutos utilizados na interpretação do relevo, como curvas de nível com equidistância de 50 metros, relevo sombreado.

A técnica de interpretação foi a visual, com sobreposição de layers, e o uso de dados de sombreado e topografia. O Mapa Geológico do estado de Minas Gerais (CODEMIG, 2014), a rede hidrográfica e os limites oficiais (IBGE, 2012), todos em formato *shapefile*, foram utilizados como informações básicas para compor o processo de

interpretação. A digitalização manual dos limites entre compartimentos, foi realizada em tela, com base em imagem fixada na escala 1:250.000. Durante este processo foram consultadas, por sobreposição de *layers*, as informações sobre rede de drenagem, hipsometria, rugosidade (ICR), que é um raster elaborado conforme metodologia descrita por Sampaio e Augustin (2014), além de dados geológicos. Esta combinação de visualizações permitiu adequar os limites dos compartimentos às informações, possibilitando assim ajustes necessários.

O arranjo da legenda foi pensado de modo a representar a diversidade morfológica do relevo de Minas Gerais, organizada em ordem alfanumérica, a fim de facilitar a leitura e a identificação das unidades no mapa, como abaixo:

1. Sistema de Montanhas e Serras

- 1.1. Substratos Rochosos Predominantemente Dobrados
- 1.2. Substratos Rochosos de Blocos Soerguidos e Predominantemente Falhado
- 1.3. Residuais de Intrusões/Magmatismo

2. Sistema de Planaltos

- 2.1. Estruturas Sedimentares em Camadas Horizontalizadas a Sub-Horizontalizadas
- 2.2. Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas

3. Sistema de Depressões (Relativas)

- 3.1. Estruturas de Falhas em Graben
- 3.2. Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas Erodidas
- 3.3. Canyons

4. Sistema de Planícies

- 4.1. Planícies Aluviais

Por fim, na identificação e cartografia das Unidades Geomorfológicas, empregou-se a lógica de que tonalidades mais escuras referem-se às unidades com cotas altimétricas mais elevadas, enquanto os tons mais claros, correspondem aos compartimentos com topografias mais baixas em relação às unidades adjacentes, dentro de cada subdivisão do Táxon Nível 2.

5. Resultados e discussão

Os resultados do mapeamento geomorfológico do estado de Minas Gerais, na escala de 1: 1.000.000 (MAPA 4) obtido a partir da integração de vários níveis de informações e dados sobre os elementos que influenciaram, e ainda influenciam, as formas de relevo, possibilitou o reconhecimento dos diferentes padrões de relevo e sua localização dentro do território do estado. É interessante notar que esses padrões, mesmo na escala de pouco detalhe utilizada, expressam a atuação de uma dinâmica variada dos processos geomorfológicos sobre as rochas do substrato, de tal maneira, que não mais expressam somente as características litoestruturais da base geológica. Há, assim, uma variedade maior de compartimentos de relevo do que os geológicos, considerando-se a mesma escala de mapeamento, o que significa que, em uma mesma unidade litoestratigráfica, há mais de um tipo de relevo.

Os resultados apresentados a seguir seguem a lógica dos parâmetros aplicados em cada táxon, ou classe, cada um tendo como base um critério analítico/classificatório, todos representados com suas legendas correspondentes.

5.1. Sistemas Morfoaltimétricos

Dos parâmetros utilizados no processo de classificação das formas, a topografia destaca-se como o de mais fácil entendimento, visto que representa as elevações do conjunto de feições com relação ao nível médio do mar. Ela foi fundamental para a delimitação dos compartimentos do relevo, ou seja, de um conjunto predominante de formas, identificados a partir da topografia, uma vez que ressaltos topográficos, linhas de escarpa, bem como lineamentos em geral ou depressões, nos propicia interpretação dos elementos associados às diferenças morfológicas entre diferentes domínios do relevo, como apresentado na Metodologia.

A identificação desses padrões no estado de Minas Gerais, mostrou uma grande diversidade de conjuntos de Sistemas Morfoaltimétricos (Quadro 1; Figura 2), subdivididos em Compartimentos Morfoestruturais específicos,

gerando um agrupamento de 74 Unidades Geomorfológicas. Em termos de variação topográfica, o menor valor obtido em mosaico MDE, refere-se aqueles próximos a 50 m acima do nível do mar, no Vale do Rio Mucuri, na divisa com o Estado do Espírito Santo. Já a maior elevação, a 2.854 m acima do nível do mar, é a do Pico da Bandeira, na Serra do Caparaó, também nos limites com o Estado de Espírito Santo, correspondendo à 3ª maior altitude registrada em território brasileiro.

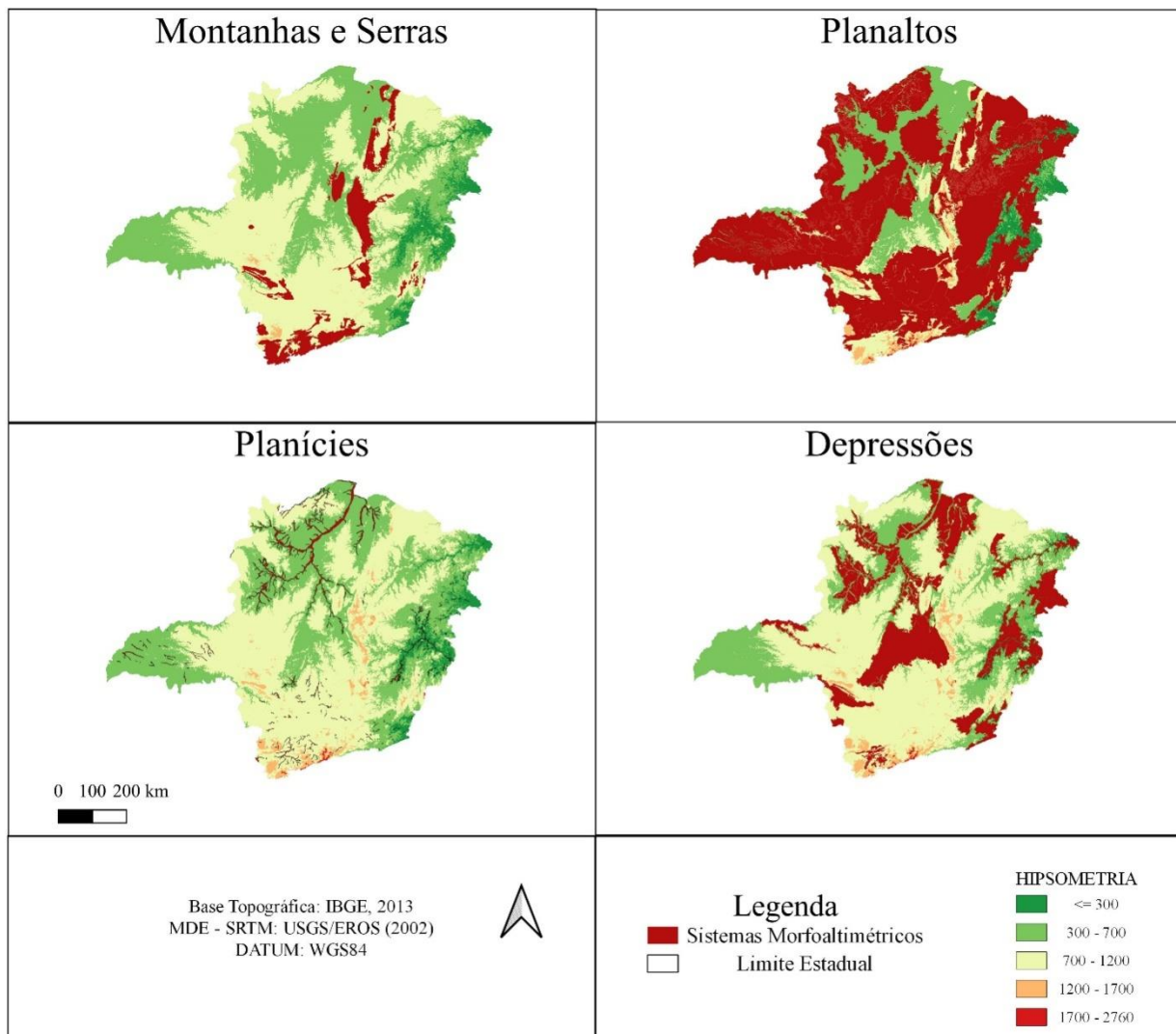


Figura 2. Distribuição espacial dos Sistemas Morfoaltimétricos no Estado de Minas Gerais. Fonte: Os autores, 2022.

Os Sistemas de Montanhas e Serras (Figura 2) distribuem-se predominantemente pelos setores centro-leste, sudeste e sul do estado. Nestas áreas, as altitudes encontram-se predominantemente acima dos 900 m, atingindo frequentemente valores acima de 1200. Conjuntos topográficos mais isolados, como a Serra do Caparaó, Maciço de Itatiaia e Serra do Espinhaço, no entanto, ultrapassam os 2000 metros.

O Sistema de Planaltos encontra-se distribuído por todo o estado de Minas Gerais constituindo o Sistema Morfoaltimétrico predominante em termos de área (Figura 2). Contudo, tomando como base a associação entre as rochas de litologias e gênese específicas, é possível observar uma maior concentração dos Planaltos Conservados nos setores oeste, centro-oeste e centro-norte do estado, onde as rochas sedimentares predominam (Figura 3). Esses compartimentos raramente ultrapassam os 1000 m de altitude. Já os planaltos modelados em rochas cristalinas encontram-se localizados preferencialmente no setor leste e sudeste, correspondendo às áreas que foram submetidas a esforços tectônicos compressivos e distensivos durante diferentes ciclos da dinâmica geológica dessa porção do estado.

O Sistema de Depressões (Figura 2) acompanha, de um modo geral, as grandes bacias hidrográficas do estado, com altitudes que raramente ultrapassam os 500 metros acima do nível do mar, tendo maior extensão territorial,

as altitudes entre 100 e 300 m. Depressões de origem tectônica, como os grabens, ocorrem na porção leste do estado (Paraíba do Sul, Doce e Rio Pomba), enquanto Depressões Erosivas encontram-se dispersas, destacando-se a maior de todas, a Depressão do Rio São Francisco, que ocupa extensas áreas do setor central e norte do estado.

Os Canyons são de ocorrência mais restrita, limitando-se, na escala deste mapa, à identificação de duas áreas: o do rio Jequitinhonha, no nordeste do estado, e o do rio Araguari, no Triângulo Mineiro, na porção oeste (Figura 2). Correspondem a trechos nos quais esses rios encontram-se entrincheirados, com paredes íngremes cortadas diretamente nas rochas, seja seguindo lineamentos, seja por efeito de soerguimentos tectônicos, ou de ambos, possibilitando a esses rios perenes, dissecar seus vales, sem a formação de planícies aluviais. A ausência dessas planícies indica também uma grande eficiência no transporte de sedimentos, tanto dos carreados da montante, como dos produzidos pelo intemperismo *in situ*, mesmo que lento, das paredes do próprio canyon.

Embora planícies ocorram ao longo de todos os cursos fluviais, neste mapeamento, em função da escala, elas somente foram identificadas e representadas nas atuais redes de drenagem de grandes rios (Figura 2). Este é o caso dos rios São Francisco, Doce, Paranaíba, Grande, Jequitinhonha, Mucuri e Paraíba do Sul, cujas planícies apresentam maior expressão territorial. A Planície Aluvial mais representativa é a do Rio São Francisco (RSF), em especial na porção norte do estado. Isto porque o RSF não só ocupa uma grande depressão com nome homônimo, como também capta as águas de uma imensa rede de drenagem que cobre praticamente toda a porção central do estado de Minas Gerais, concentrando as águas e os sedimentos transportados dos rios afluentes, antes de se dirigir para o estado da Bahia. Constitui, assim, a maior bacia hidrográfica do estado, com uma área de aproximadamente 14.203 km².

5.2. Compartimentos Morfoestruturais

5.2.1. Elementos da Geologia

A base geológica constitui um dos fatores mais importantes no desenvolvimento e elaboração das formas de relevo de uma área, através da sua influência tectônica e litoestrutural. Utilizada como o segundo critério para a classificação do relevo, constitui um parâmetro que permite identificar e refinar as diferenças entre os grandes domínios morfológicos da área mapeada.

Minas Gerais apresenta grande complexidade geológica, abarcando estruturas geológicas do Arqueano ao Holoceno, que se superpõem espacial e temporalmente (Figura 3).

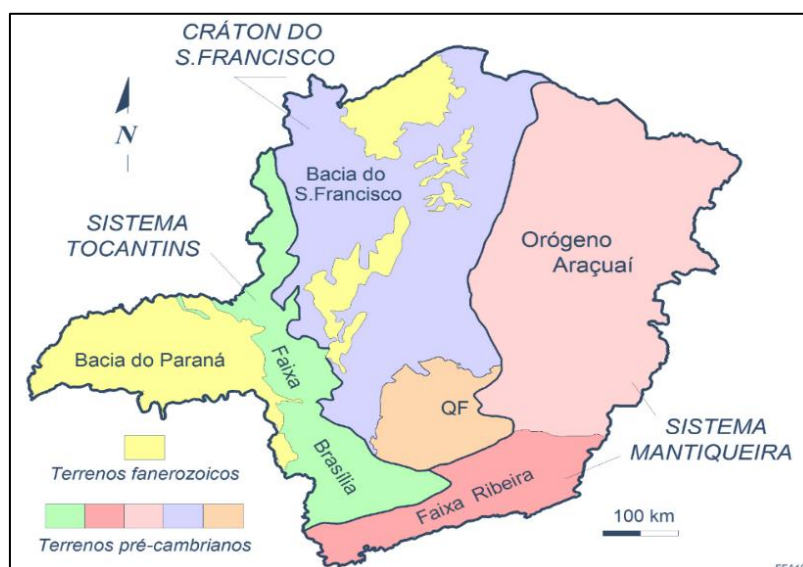


Figura 3. Mapa de Macroestruturas do estado de Minas Gerais. Fonte: ALKMIM, 2018.

Representar e analisar essa evolução no contexto de um mapeamento geomorfológico não é uma tarefa fácil. Mesmo assim, podem ser identificados pelo menos 4 grandes compartimentos litoestruturais no estado de Minas Gerais (Figura 3): 1) Cráton do São Francisco, no centro norte; 2) o Sistema Mantiqueira, caracterizado por segmentos do Orógeno Araçuaí e da Faixa Ribeira, presentes nas regiões leste e sul do estado; 3) o Sistema

Tocantins, no leste, representado pela Faixa Brasília; e 4) a Faixa de rochas fanerozóicas das Bacias Sedimentares do Paraná e do Rio São Francisco (ALKMIM, 2018, p. 4)

O Cráton do São Francisco corresponde à porção do embasamento cristalino constituído por rochas tectonicamente estabilizadas por volta de 1,8 bilhões de anos, que ocupa a parte centro-norte do estado (Figura 3), delimitado pelos Sistemas Tocantins a oeste, e Mantiqueira, ao sul e a leste (ALMEIDA, 1977; ALCKMIN, 2018). Embora o Cráton seja formado por rochas arqueanas, como as que compõem o Quadrilátero Ferrífero e proximidades, onde Alkmim (2018) reporta a presença de afloramentos do embasamento com idades de até 3,2 bilhões de anos, ele também abriga unidades mais recentes, como a Bacia Sedimentar do São Francisco. Esta bacia é representada, em Minas Gerais, por rochas meta-pelíticas e carbonáticas das cinco formações do Grupo Bambuí, com idades entre 630 e 575 Ma (CUNHA, 2012; IGLESIAS, 2007; IGLESIAS; ULHEIN, 2009), que cobrem toda sua extensão.

As feições de relevo do Cráton podem compreender tanto Serras e Montanhas (ex. Quadrilátero Ferrífero), Planaltos (ex. Planalto do Alto São Francisco), como Depressões Relativas, a exemplo da Depressão do Médio São Francisco, que se encontra recoberta por rochas da Bacia Sedimentar do São Francisco, que em sua porção norte, é composta por rochas sedimentares pré-cambrianas e fanerozóicas (ALKMIM; MARTINS-NETO, 2001; SGARBI *et al.*, 2001; REIS *et al.*, 2017). Tendo em vista sua história evolutiva, o relevo do Cráton tende a variar tanto no que se refere ao padrão dominante das formas, como altitudes entre 440 e 1200 m, a depender da localização mais próxima ou distante das zonas de deformações tectônicas. Nas bordas da bacia sedimentar, essas altitudes tendem a ser maiores por causa da influência tectônica das áreas adjacentes, mesmo que sejam de baixo metamorfismo. Já na porção central, onde as rochas encontram-se horizontalizadas, indicando pouca deformação tectônica, o relevo é formado por vertentes alongadas, topos planos e altitudes médias entre 600 e 900 m. Em parte da Depressão, as rochas neoproterozóicas do Bambuí encontram-se recobertas por rochas sedimentares horizontalizadas depositadas no Cretáceo (CAMPOS; DARDENNE, 1997b; IGLESIAS; UHLEIN, 2009).

Outro grande compartimento geológico é representado pelo Sistema Mantiqueira, representada pelos terrenos do Orógeno Araçuaí (Figura 3) e da Faixa Ribeira, ocupando a região leste do estado, desde a sua divisa, ao sul, com o estado de São Paulo, a leste, com o Rio de Janeiro e Espírito Santo, e ao norte e nordeste, com a Bahia.

O Orógeno Araçuaí compreende a maior parte dos terrenos ao norte do Sistema Mantiqueira, entre o leste do Cráton do São Francisco e as divisas com os estados do Espírito Santo e Bahia (Figura 3). Esta unidade geotectônica apresenta litoloestruturas das diversas fases de sua formação, refletidas na grande diversidade de relevo, desde Serras e Montanhas (ex. Serra do Espinhaço), até Depressões (ex. Depressão do Rio Doce) e Planaltos (ex. Planalto do Leste de Minas) (ALKMIM *et al.*, 2007; SILVA, L. C. *et al.*, 2016; DIAS *et al.*, 2016; SOUZA, 2018).

A porção sul da Província Mantiqueira (Figura 3) é formada pela Faixa Ribeira, nos limites de Minas Gerais com os de São Paulo e Rio de Janeiro, em paisagem que reflete sua complexa história evolutiva durante o evento Brasileiro, entre 630 e 510 milhões de anos (HEILBRON *et al.*, 2017).

O Sistema Tocantins é representado em Minas Gerais por seu cinturão externo, a Faixa Brasília, delimitada a leste pelo Cráton do São Francisco e a oeste, pela Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 3). Mais recentes do que 1,8 bilhão de anos, suas litoloestruturas compreendem um conjunto complexo de rochas metamórficas de diversas tipologias, que foram intensamente dobradas e empurradas em direção leste (VALERIANO *et al.*, 2004, 2017). Predominam nestes terrenos, formas de relevo de Montanhas e Serras (ex. Serra da Canastra) e Planaltos (ex. Planalto de Araxá/Ibiá).

Também presentes no estado, estão as rochas cretáceas predominantemente areno-basálticas dos Grupos São Bento e Bauru, encontradas na porção oeste de Minas Gerais, conhecida como Triângulo Mineiro, formando a Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 3), sobre as quais foram esculpidos Planaltos (ex. Planalto Dissecado do Triângulo Mineiro) e pequenas unidades de Depressões (ex. Depressão do Rio Paranaíba).

Rochas sedimentares areníticas recentes (cretáceas), com estruturas horizontais a sub-horizontais, dos Grupos Areado e Urucuaia, são também encontradas na Bacia do São Francisco (Figura 3), onde formam relevos relativamente planos e altos, representados por chapadas (CAMPOS; DARDENNE, 1997a). Destaca-se, ainda, a ocorrência de rochas vulcânicas cretáceas do Grupo Mata da Corda, associadas a intrusões alcalinas, carbonatíticas e kimberlíticas, como a dos domos de Araxá, Tapira e Serra Negra (CAMPOS; DARDENNE, 1997b; SGARBI; HEAMAN, GASPARGAR, 2004; OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2014).

5.3. Mapa Geomorfológico do Estado de Minas Gerais

O Mapa Geomorfológico (Figura 4) sintetiza a variedade dos principais padrões de formas de relevo, associada à complexidade morfoestrutural do estado de Minas Gerais, com a definição de diferentes Unidades Geomorfológicas, estruturadas na legenda.

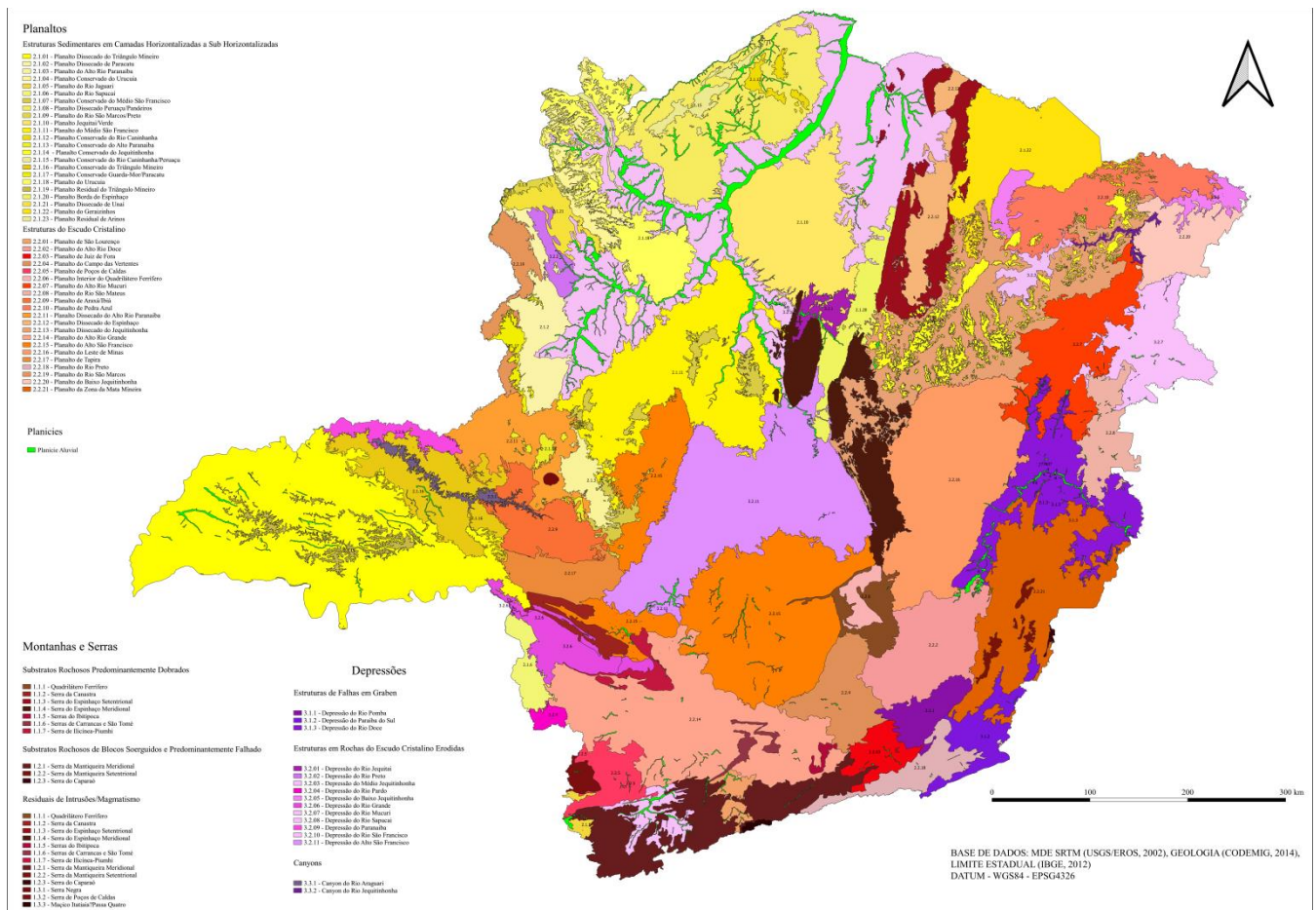


Figura 4. Mapa de Unidades Geomorfológicas do estado de Minas Gerais. Fonte: Os autores, 2022.

Neste mapa, é possível distinguir a variedade das unidades geomorfológicas representativas dos conjuntos agrupados pelos dois critérios morfoaltimétricos e morfoestruturais utilizados. Suas principais características são apresentadas abaixo:

5.3.1. Montanhas e Serras

O sistema geomorfológico de Montanhas e Serras (Figuras 4 e 5) corresponde aos conjuntos de relevos que se destacam na paisagem por possuir altitude absoluta geralmente superior a 1200 metros, ou uma diferença significativa de altitude em relação aos relevos vizinhos. Esses conjuntos, ocupando posição altimérica superior a todos os relevos vizinhos, ocorrem sobre qualquer tipologia e estruturas de rochas, possuindo, no entanto, forte relação com a litoestrutura do substrato rochoso local, fato evidenciado, por exemplo, no controle que a geologia exerce na rede de drenagem e no tipo da transição topográfica, em geral abrupta, deste tipo de relevo. No estado, estão associadas predominantemente às províncias tectônicas submetidas, no passado, a eventos de dobramento e falhamento, ou a eventos intrusivos, incluindo reativações tectônicas mais recentes, como as do Terciário (CAMPOS; DARDENNE, 1997a).

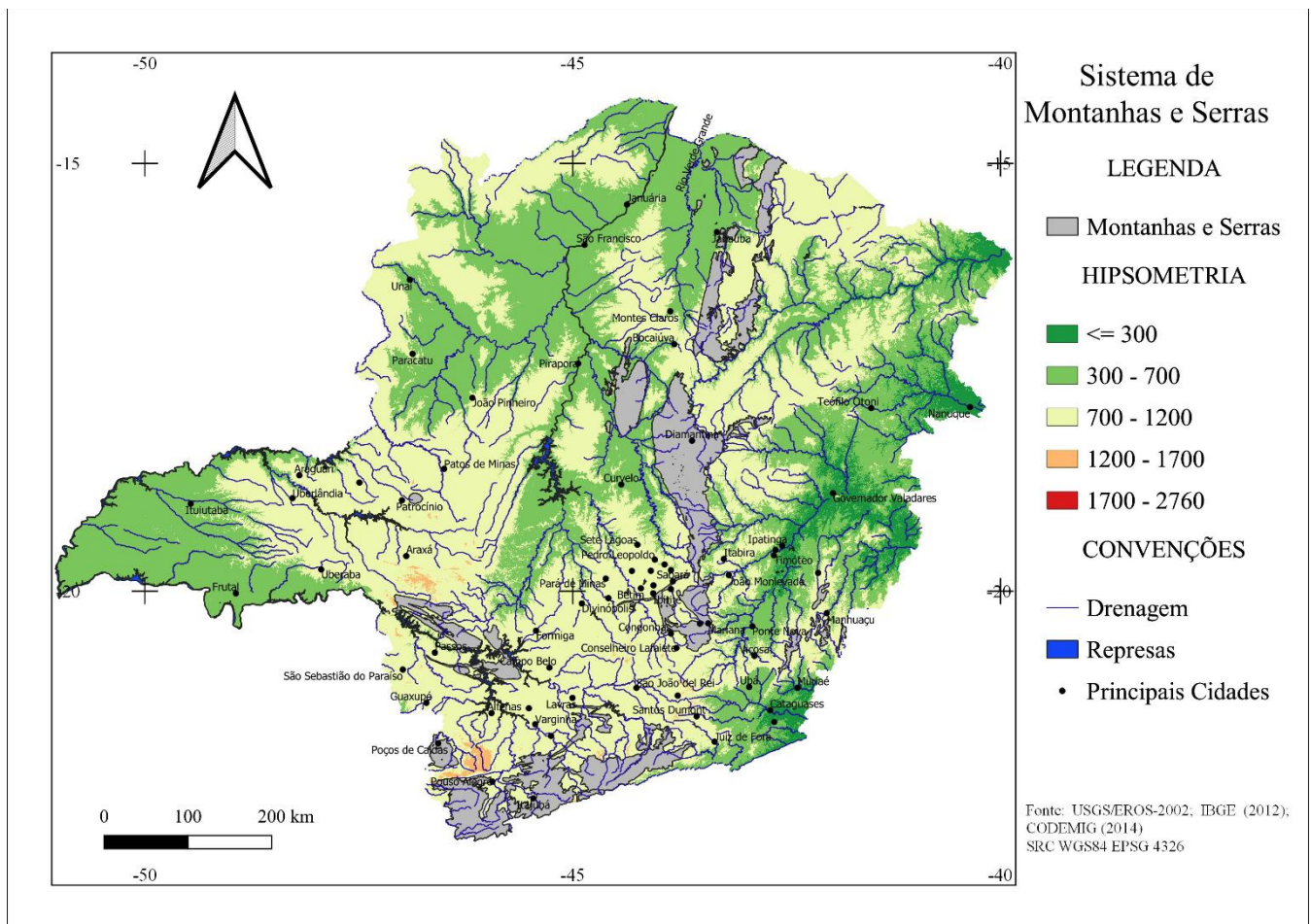


Figura 5. Mapa do Sistema de Montanhas e Serras. Fonte: Os autores, 2022.

Entre os conjuntos de relevo das Montanhas e Serras (Figura 5), com diferenciações intimamente associadas às características geológicas do substrato rochoso, foi possível diferenciar a seguinte divisão da morfologia do relevo, como indicada no Quadro 1:

5.3.1.1. Substratos Rochosos Dobrados

Compreendendo o conjunto de Montanhas e Serras, este nível abrange compartimentos de relevo sustentados por cadeias orogênicas de idade Brasileira (ex. províncias Mantiqueira e Tocantins ou ainda áreas residuais de dobramentos pertencentes ao Cráton do São Francisco). O sistema de Montanhas e Serras identificado nesta proposta (Figuras 4 e 5) possui estudos detalhados que indicam suas características morfológicas e evolutivas, como por exemplo, os do Quadrilátero Ferrífero (CHEMALE *et al.*, 1994; MADEIRA *et al.*, 2019); da Serra da Canastra (SOUZA; RODRIGUES, 2014; BARCELOS; RODRIGUES, 2020; MAGALHÃES; RODRIGUES, 2020 NAZAR; RODRIGUES, 2019, 2020, RODRIGUES *et al.*, 2022), da Serra do Espinhaço Meridional (ALMEIDA-ABREU, 1995; DINIZ; OLIVEIRA; AUGUSTIN, 2005; FELIPPE *et al.*, 2012; KUCHENBECKER, 2014; AUGUSTIN *et al.*, 2014; GONÇALVES-DIAS *et al.*, 2016; SILVA, L.C. *et al.*, 2016; NOVO *et al.*, 2018; FÉRES, 2020), do Espinhaço Setentrional (SAADI; MAGALHÃES JUNIOR, 1997; CALIXTO *et al.*, 2008; BERSAN, 2015), do Ibitipoca (RODELA, 2010; BENTO; RODRIGUES, 2014), de Carrancas (MARQUES NETO, 2012; TOYOSHIMA; MAFRA; MILANI, 2015; SILVA *et al.*, 2016) e São Tomé (MARQUES NETO, 2007, 2012) e de Ilicínea-Piumhi (PEREIRA *et al.*, 2008; MARTINS, 2013; MARTINS; RODRIGUES, 2016).

5.3.1.2. Substratos Rochosos de Blocos Soerguidos

Encontrados em especial no setor sudeste e leste de Minas Gerais (Figuras 4 e 5), estes substratos rochosos constituem o resultado de esforços distensionais que conformam a borda continental Atlântica, decorrentes das

fases de abertura do Oceano Atlântico durante a separação do supercontinente Gondwana. Representam o conjunto de relevos serranos entremeados por depressões encontrados na Serra da Mantiqueira Meridional (MARQUES NETO, 2016) e na Serra da Mantiqueira Setentrional (MARQUES NETO *et al.*, 2016, 2017).

5.3.1.3. Substratos Residuais de Intrusões/Magmatismo

O processo de abertura do Oceano Atlântico também resultou em atividades tecto-magmáticas que atingiram os terrenos hoje ocupados pelos limites sul-sudeste do estado (Figuras 3, 4 e 5). Um dos efeitos da criação do novo assoalho oceânico foi o processo de rifteamento, com a ocorrência de intrusões plutônicas alcalinas, em três áreas em Minas Gerais. Esse conjunto de suítes intrusivas alcalinas de idade cretácea, delimitam atualmente as áreas serranas de Poços de Caldas (DORANTI *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2014), da Serra Negra (CASSETI, 1977; OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2014; SILVA, 2018) e do Maciço Itatiaia-Passa-Quatro (MARQUES NETO, 2016).

5.3.2. Planaltos

Neste trabalho, os padrões de relevo classificados como Planaltos, constituem formas do modelado que ocorrem em posição topográfica elevada em relação a maioria dos relevos vizinhos, excetuando-se as Montanhas e Serras. Eles são caracterizados por se desenvolverem em qualquer litologia ou estruturas, podendo ter variação de rugosidade, densidade de drenagem nos limites dos domínios, com transição, tanto gradual como abrupta, para outros compartimentos (Figuras 4 e 6).

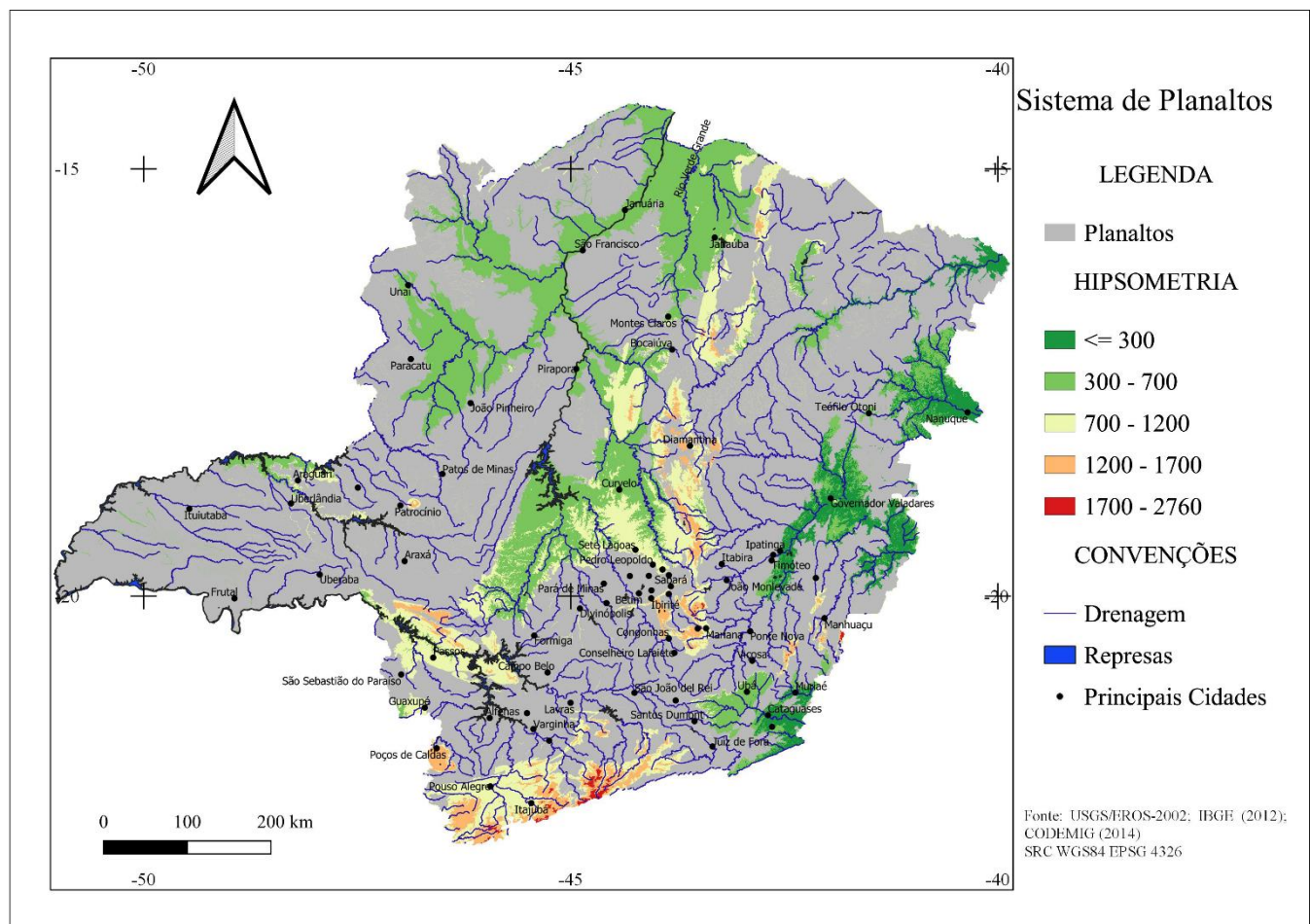


Figura 6. Mapa de Distribuição espacial do Sistema de Planaltos. Fonte: Os autores, 2022.

A diferenciação entre tipos de planaltos é feita em função da litoestrutura que lhes dá sustentação, o que influencia os padrões de rugosidade que podem ser distintos, além dos processos dominantes da sua formação.

No estado, foram identificados dois tipos de estruturas associadas aos Planaltos: 1- Estrutura Sedimentar em Camadas Horizontalizadas a Subhorizontalizadas e 2- as Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas.

5.3.2.1. Estrutura Sedimentar em Camadas Horizontalizadas a Subhorizontalizadas

Esta tipologia de Planalto (Figuras 4 e 5) ocorre associada, em especial, às rochas sedimentares da Bacia do Paraná, como as do Grupo Bauru e Serra Geral, bem como às da Bacia Sedimentar do São Francisco (CAMPOS; DARDENNE, 1997a, b; IGLESIAS, 2007), englobando aquelas dos grupos Urucuaia, Areado e Mata da Corda, ocorrendo também em locais de coberturas Detrito-Lateríticas (Terciárias e Quaternárias). Predominam nessas estruturas mais horizontalizadas, extensos topos planos com encostas abruptas, ou seja, formas denominadas de chapadas e chapadões. Em nossa proposta de mapeamento, os compartimentos modelados nessas estruturas foram também classificados com base no seu grau de preservação, ou seja, em função da intensidade de dissecação. Neste caso, aqueles classificados como Planaltos Conservados correspondem às amplas superfícies planas com baixa densidade de drenagem e baixo índice de rugosidade. Os compartimentos nos quais a intensidade da dissecação é mais intensa, são denominados de Planaltos Dissecados, enquanto os Planaltos Residuais, correspondem aos compartimentos posicionados em situação interfluvial e com baixa densidade de drenagem (BACCARO *et al.*, 2001; Martins e Rodrigues, 2012). Esses tipos de feições planálticas são predominantes em todo o território do Triângulo Mineiro e parte do Alto Paranaíba, conforme apontado por Rocha *et al.* (2001), bem como na porção Norte do estado, na bacia do São Francisco, como indicado por Oliveira e Rodrigues (2007), em estudos do Planalto do São Francisco (Conservados e Dissecados), assim como por Spigolon e Alvarenga (2002), Iglesias (2007), Aranha e Augustin (2012), Augustin e Maia-Rodrigues (2012), Neves *et al.* (2015), Oliveira, Augustin e Fonseca (2017) e Silva *et al.* (2019).

5.3.2.2. Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas

O conjunto de planaltos formados sobre estas estruturas está presente em diversas porções de Minas Gerais (Figuras 4 e 5), associado às rochas metamórficas e magmáticas do embasamento cristalino, tanto do Cráton do São Francisco, como das províncias Mantiqueira e Tocantins (HEILBRON *et al.*, 2004). Trata-se de compartimentos de relevo dissecado, raramente ultrapassando os 1200 metros de altitude, com padrões de formas predominantemente de colinas e morros de topo convexizado e vertentes íngremes, formando uma paisagem de “mares de morros”, denominação consagrada por Ab’Sáber (1966). Geralmente apresentam maior densidade de drenagem do que planaltos elaborados em rochas sedimentares (RESENDE; RESENDE, 1996; OLIVEIRA, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2018).

5.3.3. Depressões Relativas

As Depressões ocorrem sobre qualquer tipo de rocha e estrutura, estando posicionadas topograficamente mais baixas do que os relevos circunvizinhos, excetuando os das Planícies, com variações de rugosidade e densidade de drenagem em função das litologias subjacentes (Figuras 4 e 7). Estão classificadas em dois subtipos: (i) Estruturas de Falhas em Gráben, como os grabens do Rio Paraíba do Sul e do Rio Doce, ou (ii) Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas Erodidas, que estão associadas aos processos de evolução de bacias hidrográficas. Também foram inseridas neste sistema, as formas do tipo (iii) Canyon, que é uma garganta profunda, com paredes íngremes, geralmente ocupada por um rio. Sua formação encontra-se associada aos processos erosivos fluviais, que desenvolvem profunda incisão vertical facilitada, em alguns casos, por soerguimento tectônico. O exemplo mais significativo dessa forma de relevo é observado no Rio Jequitinhonha, em seu trecho sobre rochas dobradas e falhadas do Supergrupo Espinhaço, representadas por quartzitos ortoquartzíticos e quartzitos conglomeráticos com intercalações lenticulares de filitos e xistos (IBGE, 1997; KUCHENBECKER, 2018) (Figura 7).

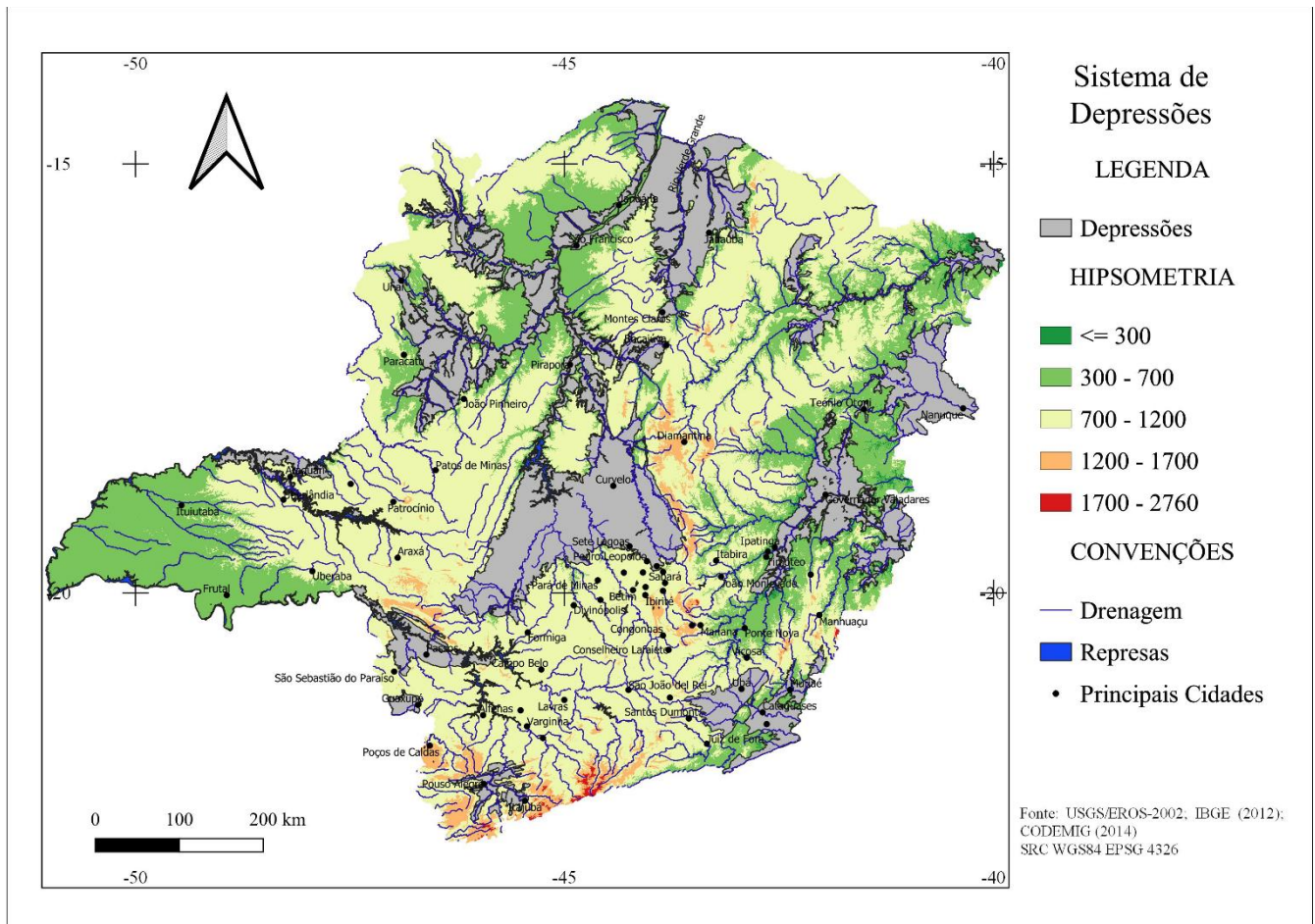


Figura 07. Mapa de Distribuição espacial do Sistema de Depressões. Fonte: Os autores, 2022.

5.3.3.1. Estruturas de Falhas em Graben

Esta tipologia está associada à Província Mantiqueira, em especial à Faixa Ribeira, que compõe os setores leste e sudeste de Minas Gerais (Figura 7). Essas depressões correspondem às áreas topograficamente mais baixas, formadas por grabens resultante de falhas provocadas por esforços tectônicos durante o processo de abertura do Oceano Atlântico. Na categoria de Depressão, há três Unidades Geomorfológicas mapeadas: a do Rio Doce (SILVA *et al.*, 2006), do Rio Paraíba do Sul (RICCOMINI; SANT'ANNA; FERRARI, 2004; SILVA, T.P. 2012; ZALÁN; OLIVEIRA, 2005) e a do Rio Pomba (MARENT; VALADÃO, 2015; FERREIRA; SILVA, 2019).

5.3.3.2. Estruturas em Rochas Ígneas e Metamórficas Erodidas

As Estruturas Cristalinas ou Sedimentares Erodidas ocorrem em todo os setores do estado (Figuras 4 e 7), associadas aos processos erosivos promovidos pelos grandes sistemas de drenagem, como os dos rios Paranaíba, Grande, Jequitinhonha e São Francisco (RESENDE; RESENDE, 1996; OLIVEIRA, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2018). Elas correspondem às porções mais baixas do relevo regional, ocorrendo indistintamente tanto nas áreas do embasamento cristalino, como nas de rochas sedimentares. São compostas por superfícies rebaixadas nas quais predominam formas colinosas com topos convexos suaves.

5.3.3.3. Canyon

No mapeamento geomorfológico foram representados dois Canyons em rios que cortam superfícies com topos planos em sua vizinhança (Figuras 4 e 7). O Canyon do Rio Araguari, situado na porção NE do Triângulo Mineiro, em uma área com relevo fortemente entalhado recortado em camadas sedimentares da Bacia Sedimentar do Paraná até atingir o embasamento da Província Tocantins e, em pequenos trechos, o embasamento cristalino conforme

indicado por Rodrigues e Martins (2012). Já o Canyon do Rio Jequitinhonha encontra-se localizado na porção noroeste do Estado, sendo bordejado por relevos residuais planos, recobertos por Formações Detrito-Lateríticas, e recortado em rochas do Supergrupo Espinhaço, do Grupo Macaúbas, e nos fundos de vale, por rochas arqueanas, do complexo granito-gnássico (CODEMIG, 2014). Nos setores mais dissecados apresenta até 500 m de desnível (KUCHENBECKER, 2018).

5.3.4. Planícies

5.3.4.1. Planícies Aluviais

São áreas topograficamente baixas e com formas de relevo planas a levemente onduladas, quase sempre associadas à dinâmica dos rios, tanto em termos do material depositado, como transportado, bem como à variação morfológica dos mesmos, como a presença de lagoas marginais e meandramentos, formando *wetlands* (BORGES, 2009; TRINDADE, 2016; SANTOS; LATRUBESSE, 2022) (Figura 8).

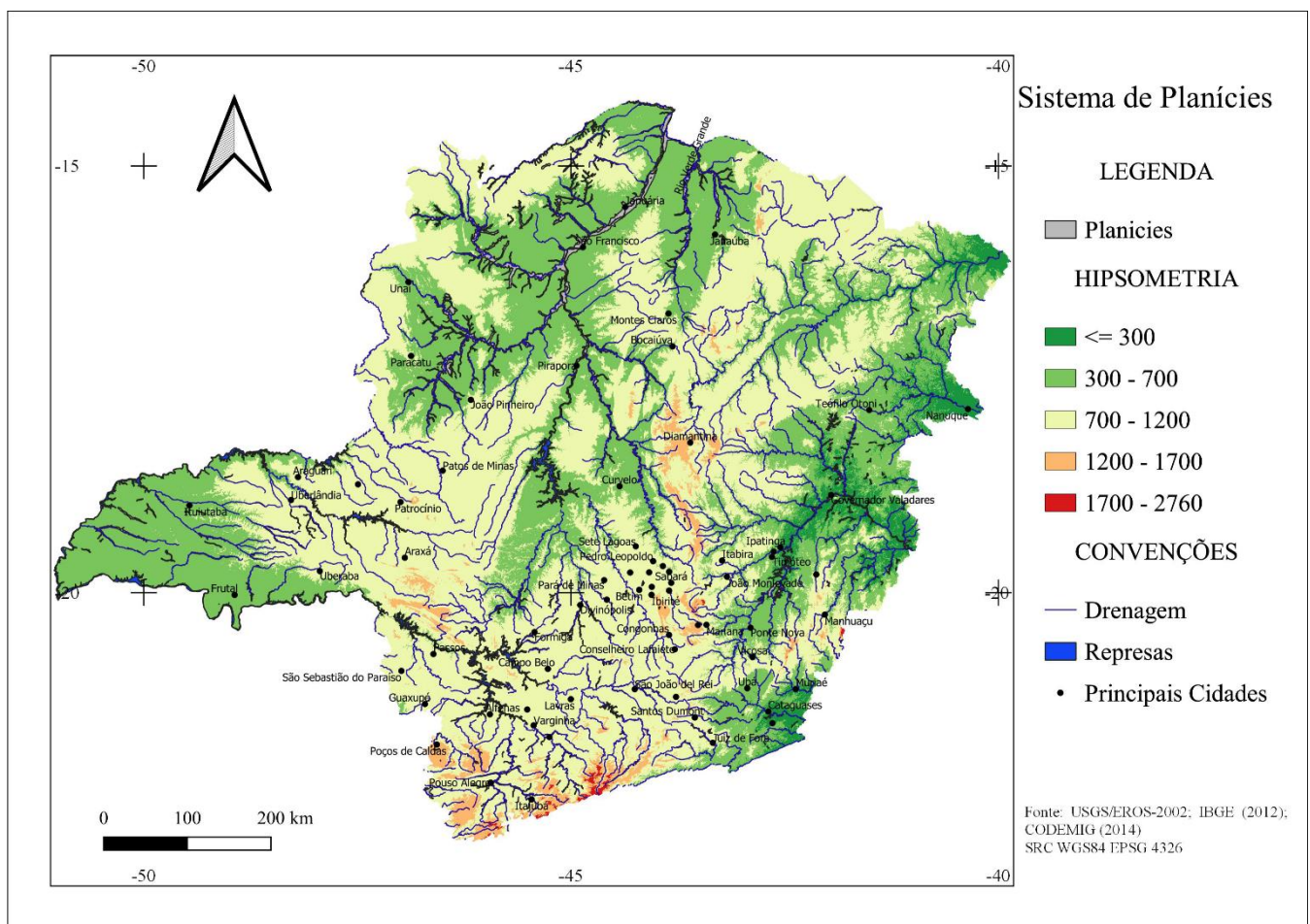


Figura 08. Mapa de Distribuição espacial do Sistema de Planícies Fonte: Os Autores, 2022.

As principais planícies aluviais (Figuras 8), que correspondem àquelas mapeáveis na escala deste mapeamento, são as dos grandes cursos de água, de importância estadual e nacional, como as dos rios Paraná, Doce, Paraíba, Araguari, Grande, Paranaíba, Jequitinhonha, Mucuri, entre outros, com destaque para a do rio São Francisco, que forma uma extensa e larga área de deposição de sedimentos, em especial no norte do estado (Figuras 4 e 8).

6. Conclusões

Mapas geomorfológicos são representações resultantes da análise das formas de relevo e seus padrões espaciais de distribuição territorial. Nessa análise, além da própria forma do modelado, foram utilizados elementos que influenciam os processos geomorfológicos envolvidos em sua elaboração, tais como o substrato geológico, tanto em suas dimensões litológicas como estruturais, herdadas e representativas da sua história evolutiva. Sobre este substrato, atuam, e atuaram, os processos associados à dinâmica climática e aos sistemas biológicos, bem como às próprias formas de relevo pré-existent, gerando características específicas da superfície da crosta terrestre que influencia, e é influenciada, pelas atividades do homem.

Como resultado dessas interações, e do fato de que estas têm efeito direto sobre o meio natural e o meio antrópico, as características superficiais da crosta terrestre causam grande impacto na vida do planeta. Portanto, o mapeamento dessas características constitui um instrumento importante para praticamente todas as áreas do conhecimento que lidam com os efeitos das ocupações do espaço físico.

Diferentemente de outros mapeamentos geomorfológicos do estado de Minas Gerais, ou análogos, a presente proposta resgatou as formas de relevo como o grande diferencial na análise da superfície dos terrenos nos limites estaduais. Isto mostrou que as interações entre a geologia, aspectos climáticos e biológicos, se refletem na intensidade e nos tipos de processos envolvidos, gerando grande variedade de paisagem na porção superficial, ou epiderme, da Terra.

A importância deste mapeamento baseado nos padrões dominantes de relevo no estado de Minas Gerais possibilitou a contextualização dos mesmos com relação sua distribuição espacial, a relação com a geologia, a drenagem e mesmo aos processos genéticos associados, oferecendo um quadro mais abrangente de análise que contribui para a localização das principais áreas suscetíveis à erosão (degradação) e à deposição de material (agradiação), dos caminhos de redistribuição de energia e materiais (sistemas de drenagem) e suas zonas de influência.

As características que devem ser analisadas, e espacialmente representadas, não têm, contudo, uma definição comum pré-determinada. Estas vão depender de uma série de pré-requisitos, entre os quais se incluem, os objetivos do mapeamento, que interações do meio natural se pretende realçar, os níveis de conhecimento já existentes sobre os diversos elementos que interferem no modelado, quais características do relevo se quer analisar e, em especial, da escala de representação do mapeamento.

Para a classificação das formas de relevo como base para a identificação dos padrões dominantes e a construção da legenda na escala proposta, ou seja, de 1: 1.000.000, em decorrência do tamanho da área mapeada, buscou-se dar ênfase à topografia e às formas de relevo (morfoaltimetria), partindo-se do princípio de que elas constituem o resultado da interação entre elementos do meio físico da paisagem, através da atuação dos processos ao longo do tempo. Isto possibilitou a identificação de uma grande variação de padrões de formas de relevo, representativas dos quatro (4) grandes Sistemas Morfoaltimétricos utilizados no 1º táxon, subdivididos em nove (9) Compartimentos Morfoestruturais no 2º táxon, sendo identificadas 74 Unidades Geomorfológicas no estado de Minas Gerais.

Isto conferiu ao mapeamento, um nível de consistência metodológica e de representação muito grande. A utilização de técnicas semiautomatizadas e com base em Modelo Digital de Elevação, trabalhados em SIG, contribuíram para limitar a subjetividade e imprecisão dos dados, tornando a metodologia acessível para mapeamentos semelhantes em outras áreas.

Observa-se, ainda, que o mapa geomorfológico elaborado traz inovações em sua estrutura metodológica, bem como nos resultados gerados, pela aplicação na escala de 1:1.000.000. Comparando-se os resultados encontrados neste estudo com os mapas anteriores, a saber CETEC (1983) e IBGE (2020), nota-se a ampliação das unidades de mapeamento. Enquanto o mapa do CETEC, de 1983, apresentava apenas 1 nível taxonômico, o IBGE apresenta 3 níveis taxonômicos em função de sua base ser na escala 1:250.000. No mapeamento aqui apresentado, foram utilizados 2 níveis taxonômicos que resultaram em 73 unidades mapeadas, significando um detalhamento muito maior em função da combinação de fatores topográficos, rugosidade do terreno, litoestrutura e, de maneira indireta, das bacias hidrográficas. O posicionamento diferencial das unidades em relação a seu entorno foi fundamental para a identificação dos compartimentos.

Entendemos também que nosso resultado se difere de outras metodologias aplicadas a mapas geomorfológicos de outras unidades da federação, como São Paulo (Ross e Moroz, 2011), Goiás (GOIAS, 2006), Rio

de Janeiro (Dantas et al., 2001), e Paraná (Santos et al., 2006), por utilizar Sistemas Morfoaltimétricos como nível inicial de delimitação e a Compartimentação Morfoestrutural em segundo nível e, diferentemente de todos os outros, permitindo privilegiar em primeiro plano, um atributo morfométrico e genético, que já é, internacionalmente e mesmo pelo IBGE (2009), preconizado

A estrutura conceitual utilizada permitiu, em um segundo nível, utilizar a contribuição das litoestruturas como um elemento diferenciador para o primeiro nível, que em escala como a usada, possibilitou uma identificação clara dos compartimentos do relevo.

Também, o uso de geotecnologias neste trabalho permite uma distribuição dos resultados em uma plataforma que é nova, comparada com outros mapeamentos citados anteriormente, pois com a utilização de materiais em meio digital, visto que outros estudos são disponibilizados em meio analógico, possibilita que nosso estudo seja distribuído a usuários que possam trabalhar em escalas distintas da nossa, além de permitir, em uma abordagem futura, realizar mapeamento em escala de semidetalhe, como a de 1:100.000.

Contribuições dos Autores: "Os autores Silvio Carlos Rodrigues (SCR), Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin (CHARRA) e Thallita Isabela Silva Martins Nazar (TISMN) informam que contribuíram com o artigo como a seguir: Concepção, SCR, CHARRA e TISMN; metodologia, SCR, CHARRA e TISMN.; software, SCR e TISMN.; preparação de dados, SCR e TISMN.; escrita do artigo, SCR, CHARRA e TISMN.; revisão, SCR, CHARRA e TISMN.; Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito".

Financiamento: "Esta pesquisa foi financiada parcialmente pelo CNPQ, Bolsa PQ 302924/2019-1, e Projeto CAPES/UFU/PRINT 88887.311520/2018-00".

Conflito de Interesse: "Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

1. AB'SÁBER, A. N. O domínio dos mares de morros no Brasil. **Geomorfologia**, v. 2, p. 1-9, 1966.
2. AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, n. 20, p. 1-26, 1970. Disponível em: biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1348920_ProvinciasGeologicas.pdf. Acesso em: 26 out. 2021.
3. ALKMIM, F. F. **História Geológica de Minas Gerais. Governo do Estado de Minas Gerais, Recursos Minerais de Minas Gerais**, Belo Horizonte. 2018. 35 p. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/historia-geologica-de-minas-gerais/>. Acesso em: 05 abr. 2021.
4. ALKMIM, F. F.; MARTINS-NETO, M. A. A Bacia Intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C.P.; MARTINS-NETO, M. A. (eds.). **Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais**. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) – Núcleo MG, p. 9-30, 2001.
5. ALKMIM, F. F.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; CRUZ, S. C. P. Sobre a evolução tectônica do orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. **Geonomos**, v. 15, n. 1, p. 25-43, 2007. DOI: 10.18285/geonomos.v15i1.105
6. ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.
7. ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. In Geologia do Estado de São Paulo. Boletim do IGG/SP. V.41. p.167-264. 1964.
8. ALMEIDA-ABREU, P. 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. DOI: 10.18285/geonomos.v3i1.211
9. ARANHA, P. R. A.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Utilização do GPR para auxiliar na compreensão da evolução da paisagem: estudo de caso do Parque Estadual Veredas do Peruaçu-MG, Brasil. In: QUINTA-FERREIRA, M.; BARATA, M. T.; LOPES, F. C.; ANDRADE, I.; HENRIQUE, M. H.; PENA DOS REIS, R.; COIMBRA, I. A. (Eds.) **Para Desenvolver a Terra**. Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono, Sessão 4: Prospecção: entender o que não se vê (1ª ed.). Coimbra: Universidade de Coimbra, v. 3, p. 46-53, 2012.

10. AUGUSTIN, C. H. R. R. **A preliminary integrated survey of the natural resources near Alcantarilla, Southeast Spain**. 1979. 327p. Thesis (Master of Sciences) - Geography Department, Sheffield University, Sheffield, UK, 1979.
11. AUGUSTIN, C. H. R. R. **Geoökologische Studien im Südlichen Espinhaço Gebirge bei Gouveia, Minas Gerais, Brasilien Unter Besonderer Berücksichtigung der Landschaftsentwicklung**. 1995. 254p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade de Frankfurt, Frankfurt a.m., Alemanha, 1995.
12. AUGUSTIN, C. H. R. R.; COE, H. G.; CHUENG, K. F.; GOMES, J. G. Analysis of geomorphic dynamics in ancient quartzite landscape using phytolith and carbon isotopes, Espinhaço Mountain Range, Minas Gerais, Brazil. **Geomorphologie: relief, processus, environment** (Paris), v. 4, p. 355-376, 2014. DOI: 10.4000/geomorphologie.10794
13. 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. DOI: 10.18285/geonomos.v19i2.41
14. AUGUSTIN, C. H. R. R.; MAIA-RODRIGUES, B. H. Geomorphic and geologic influences in a tropical semi-humid climate ecosystem. In: American Geophysical Union, 2012, Fall Meeting, San Francisco. **Proceedings...** São Francisco: AGU, Session: Ecogeomorphology: Footprints on a Landscape I Posters EP31B-0814. 2012.
15. BACCARO, C. A. V.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. **Sociedade & Natureza**, v. 13, n. 25, p. 115-127, 2001. DOI:10.14393/SN-v13-2001-29958
16. BARCELOS, A. C. ; RODRIGUES, S. C. . Estudo geomorfológico da folha topográfica Vargem Bonita - MG: esboço dos padrões de relevo. *Caderno de Geografia*, v. 30, p. 77-98, 2020. DOI: 10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p77-98
17. BARSCH, D; LIEDTKE, H. Principles, scientific value, and practical applicability of the geomorphological map of the Federal Republic of Germany at the scale of 1: 25,000 (GMK 25) and 1: 100,000 (GMK 100). **Zeitschrift für Geomorphologie**, Suppl. Bd, 36, p. 296-313, 1980.
18. BASHENINA, N. V.; BLAGOVOLIN, N. S.; DEMEK, J.; DUMITRASHKO, N. V.; GANESHIN, G.S.; GELLERT, J. F.; LEONTYEV, O. K.; MIRNOVA, A.V.; SCHOLZ, E. (Compilers). *Legend to the International Geomorphological Map of Europe 1:2,500,000*. 5th version. Brno, Czechoslovakia: **Czechoslovak Academy of Sciences**, Institute of Geography. 1971. 30 p.
19. BASTIAN, O.; KRÖNERT, R.; LIPSKÝ, Z. Landscape diagnosis on different space and time scales - A challenge for landscape planning. **Landsc. Ecol.**, v. 21, p. 359–374, 2006 DOI: 10.1007/s10980-005-5224-1
20. BAPTISTA, M. C.; da SILVA, S. F.; DANTAS, M. E.; DUARTE, K. S.; ALMEIDA, B. F. de; MURICY FILHO, A. F.; COUTINHO, C. I.; PEDROSA, L. Aspectos Gerais do Meio Físico. In: Machado, M. F.; Silva Sandra, F. da (Org.). *Geodiversidade do Estado de Minas Gerais*, p. 17-31. Belo Horizonte: CPRM, 2010. 131 p.
21. BENTO, L. C. M. ; RODRIGUES, S.C. . Geoturismo no Parque Estadual do Ibitipoca/MG (PEI): Potencialidades e Limitações. *Boletim de Geografia* (Online), v. 32, p. 50, 2014. DOI: 10.4025/bolgeogr.v32i2.19409
22. BERSAN, S. M. **Análise estrutural do embasamento e da cobertura no extremo norte do Cinturão de Cavalgamentos da Serra do Espinhaço**. 2015. 107p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto-MG, Ouro Preto, 2015.
23. BISHOP, M. P.; JAMES, L. A.; SHRODER JR., J. F.; WALSH, S. J. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. **Geomorphology**, v. 137, p. 5–26, 2012. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.06.027

24. BORGES, K. M. R. Avaliação da susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Carinhanha (MG/BA) por meio da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2009.
25. BRIERLEY, G.; FRYIRS, K.; CULLUM, C.; TADAKI, M.; HUANG, H.Q.; BLUE, B. Reading the landscape: Integrating the theory and practice of geomorphology to develop place-based understandings of river systems. **Prog. Phys. Geogr.**, v. 37, p. 601–621, 2013. DOI: 10.1177/0309133313490007
26. BUFANI, M.; MATERAZZI, M.; DE AMICIS, M.; PAMBIANCHI, G. From traditional to modern ‘full coverage’ geomorphological mapping: a study case in the Chienti river basin (Marche region, central Italy). **Journal of Maps**, v. 17, n. 3, p. 17-28, 2021, DOI: 10.1080/17445647.2021.1904020
27. CALIXTO, F. A.; SANTOS, Y. L. O. P.; UHLEIN, A.; PEDREIRA, A. J.; FAULSTICH, F. R. L. A Geologia entre Macaúbas e Canatiba (Bahia) e a evolução do Supergrupo Espinhaço no Brasil Oriental. **Geonomos**, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2008. DOI: 10.18285/geonomos.v16i1.89
28. CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 3, p. 283-294, 1997a.
29. CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 3, p. 269-282, 1997b. DOI: 10.25249/0375-7536.1997269282
30. CASSETI, V. **Estrutura e gênese da compartimentação da paisagem de Serra Negra-MG**. 1977. 138p. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978. doi:10.11606/D.8.1978.tde-17092021-202937. Acesso em: 2021-03-30.
31. CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Série Publicações Técnicas, n. 10, 1983. 158p.
32. CHEMALE, F. J. R. F.; ROSIERE, C. A.; ENDO, I. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Precambrian Research**, v. 65, p. 25–54, 1994. DOI: 10.1016/0301-9268(94)90098-1
33. CHRISTIAN, C.S. The concept of land units and land systems. **Proceedings 9th Pacific Science Congress**, v. 20, p. 74-81, 1958.
34. CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais. 2018. *Portal da Geologia*. Disponível em <http://www.portalgeologia.com.br/>. Acesso em 5/10/2015
35. COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 121-130, 2011. DOI: 10.20502/rbg.v12i0.265
36. COURA, S. M. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; FONSECA, L. M. G. Mapeamento da cobertura vegetal em escala regional do estado de Minas Gerais utilizando imagens MODIS. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 661-681, set./dez. 2010.
37. CUNHA, R. B. **Quimioestratigrafia 87SR/86SR das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí**. 2012. 79f. TCC (Graduação em Geologia), Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
38. DA COSTA, L. R. F. Considerações Sobre as Macrounidades Geomorfológicas do Estado de Minas Gerais – Brasil. **William Morris Davis, Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 11-18, 2021. DOI: 10.48025/ISSN2675-6900.v2n1.2021.109
39. DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. M.; SILVA, C. R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERA, S. J. F.; CALDERANO, S. B.; CARVALHO FILHO, A. **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Mapa. CD-ROM. Brasília/CPRM. In: Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, 2001.

40. DE JONG, M. G. G.; STERK, H. P.; SHINNEMAN, S.; SEIJMONSBERGEN, A. C. Hierarchical geomorphological mapping in mountainous areas. **Journal of Maps**, v. 17, n. 2, p. 214-224, 2021. DOI: 10.1080/17445647.2021.1897047. DOI: 10.1080/17445647.2021.1897047
41. DEMEK, J.; EMBLETON, C. (Eds). **Guide to Medium-Scale. Geomorphological Mapping**. International Geographical Union. Commission on Geomorphological Survey and Mapping. Geomorphology. 1978. 384 p.
42. DIAS, T. G.; CAXITO, F. A.; PEDROSA-SOARES, A. C.; STEVENSON, R.; DUSSIN, I.; SILVA, L. C.; ALKMIM, F.; PIMENTEL, M. Idade, proveniência e ambiente tectônico do Complexo Jequitinhonha de alto grau, Orógeno Araçuaí. *Brazilian Journal of Geology*, v. 46, n. 2, p. 199-219, June 2016. DOI: 10.1590/2317-4889201620160012
43. DINIZ, A. D.; OLIVEIRA, C. V.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Relações solos - superfícies geomórficas na porção norte da bacia do Ribeirão Chiqueiro. Gouveia, MG. **Geonomos**, v. 13, n. 1, 2, p. 19-27, 2005. DOI: 10.18285/geonomos.v13i1e2.131
44. DORANTI, C.; HACKSPACHER, P. C. ; SIQUEIRA-RIBEIRO, M. C. ; GLASMACHER, U. A.; SOUZA, D. H. Evolução do relevo da região do planalto de Poços de Caldas (SP/MG) baseado em dados de termocronologia de baixa temperatura e modelagem termocinemática 3D. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, p. 291-310, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i2.491
45. EMBLETON, C. Commission on geomorphological survey and Mapping. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v. 25, n. 2, p. 213-218, 1981.
46. FELIPPE, M. F.; SILVA, C. A.; SOUZA, A. H.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Caracterização Morfométrica dos Compartimentos do Relevo do Parque Nacional da Serra do Cipó, Serra do Espinhaço Meridional – Minas Gerais. **Revista Espinhaço**, v. 1, n. 1, p. 03-14, 2012.
47. FÉRES, W. M. L. **Integração de mapeamento geológico e análise geofísica na Serra do Espinhaço Meridional**. 2020. 99p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 2020.
48. FERREIRA, F. L. D.; SILVA, T. P. da. Avaliação morfotectônica com base em assimetria de bacias de drenagem em um setor da depressão topográfica do Rio Pomba (Palma/MG/RJ). **Revista Mundo Livre**, Campos dos Goytacazes, v. 5, n. 2, p. 132-147, ago/dez 2019.
49. FONSECA, B. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Análise morfométrica de bacias de drenagem e sua relação com a estrutura geológica, Serra do Espinhaço Meridional-MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 153-172, abr.-jun., 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i2.296
50. FERREIRA, M. M.; SILVA, S. F. da (Orgs.). *Geodiversidade do Estado de Minas Gerais*, Belo Horizonte: CPRM, 2010. 131 p.
51. FRANCH-PARDO, I.; CANCER-POMAR, L.; NAPOLETANO, B. M. Visibility analysis and landscape evaluation in Martin River Cultural Park (Aragon, Spain) integrating biophysical and visual units. **Journal of Maps**, v. 13, p. 415–424, 2017. DOI: 10.1080/17445647.2017.1319881
52. GARCIA, P. M. B.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; CASAGRANDE, P. B. Geomorphological Index as Support to Urban Planning. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, e19003, 2020. ISSN:1984-2201. DOI: 10.4215/rm2020.e19003
53. GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. *Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia: Série Geologia e Mineração, n. 2, 2006. 128 p.
54. GONÇALVES-DIAS, T.; CALIXTO, F. A.; PEDROSA-SOARES, A. C.; STEVENSSON, R.; DUSSIN, I. A.; SILVA, L. C.; ALKMIM, F. F.; PIMENTEL, M. M. Age, provenance and tectonic setting of the high-grade Jequitinhonha Complex, Araçuaí Orogen, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, n. 2, p. 199-219, 2016. DOI: 10.1590/2317-4889201620160012

55. GRIFFITHS, J. S.; SMITH, M. J.; PARON, P. Introduction to applied geomorphological Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P. GRIFFITHS, J. S. (Eds). **Geomorphological Mapping: methods and applications**. Elsevier, 2011. p. 3-12. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00001-X
56. GUSTAVSSON, M. **Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden**. 61p. 2006. Thesis (PhD at The Faculty of Science and Technology) - Uppsala University, Sweden, 2006.
57. GUSTAVSSON, M.; KOLSTRUP, E.; SEIJMONSBERGEN, A. C. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. **Geomorphology**, v. 77, p. 90–111, 2006. DOI: 10.1016/j.geomorph.2006.01.026
58. GUSTAVSSON, M.; SEIJMONSBERGEN, A. C.; KOLSTRUP, E. Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map - With an example from Liden, central Sweden. **Geomorphology**, v. 95, n. 3-4, p. 335-349, 2008. DOI: 10.1016/J.GEOMORPH.2007.06.014
59. HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C. DA; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. de A. Província Mantiqueira. Capítulo XIII, **Research Gate**, p. 203-234, 2004.
60. HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; VALERIANO, C. M.; PACIULLO, F. V.; ALMEIDA, J. C. H; TROUW, R. J. A.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO SILVA, L. G. The Ribeira belt. In: HEILBRON, M.; CORDANI, U. G.; ALKMIM, F. F. (Eds.). **São Francisco craton, eastern Brazil. Tectonic Genealogy of a Miniature Continent. Regional Geology Reviews**. Springer International Publishing Co., p. 277-302, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-01715-0_15
61. IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Jequitinhonha: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Ronaldo do Nascimento Gonçalves (Supervisor-Projeto). Salvador: Diretoria de Geociências, 1ª Divisão de Geociências do Nordeste – DIGEO 1/NE .1, Ministério do Planejamento e Orçamento, 1997. 70p.
62. IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1995. 113 p.
63. IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. 182 p.
64. IBGE. **Mapa Físico do Estado de MG**. 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_estaduais_e_distrito_federal/fisico/mg/fisico1200k_2012.pdf . Acesso em 26. Jan. 2019.
65. IBGE. **Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA - <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>)**, 2020.
66. IEF-MG – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Cobertura vegetal de Minas Gerais**. Portal meio ambiente.mg. <http://www.ief.mg.gov.br/florestas>. Acesso 19-10-2022.
67. IGLESIAS, M. M. **Estratigrafia e tectônica do Grupo Bambuí no norte do estado de Minas Gerais**. 2007. 122p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2007.
68. IGLESIAS, M.; UHLEIN, A. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p 256-266, junho de 2009. Arquivo digital disponível on-line no site www.sbgeo.org.br.
69. KLIMASZEWSKI, M. Thirty years of detailed geomorphological mapping. **Geographia Polonica**, v. 58, p. 11-18, 1990.
70. KUCHENBECKER, M. Evolução geológica dos vales do Jequitinhonha e Mucuri: uma revisão. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 53-64, 2018. DOI: 10.5281/zenodo.3954964
71. KUCHENBECKER, M. **Relações entre coberturas do Cráton do São Francisco e bacias situadas em orógenos marginais: o registro de datações U–Pb de grãos detríticos de zircão e suas implicações geotectônicas**. Tese

(Doutorado em Geologia). 2014. 175p. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2014.

72. LATRUBESSE, E. M.; RODRIGUES, S. C.; MAMEDE, L. Sistema de Classificação e Mapeamento Geomorfológico: uma nova proposta. **Geosul** (UFSC), Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 682-687, 1998.

73. LOIBL, D.; LEHMKUHL, F. High-resolution geomorphological map of a low mountain range near Aachen, Germany. **Journal of Maps**, v. 9, n. 2, p. 245-253, 2013. DOI: 10.1080/17445647.2013.771291. DOI:10.1080/17445647.2013.771291.

74. MABBUT, J. A.; STEWART, G. A. The application of geomorphology in resource surveys. **Rev. Geomorphol. Dyn.**, v. 14, p. 97-109, 1963.

75. MACHADO, M. F.; SILVA, S. F. (Orgs.) **Geodiversidade do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2010. 131 p.

76. MADEIRA, M. R.; MARTINS, M. S.; MARTINS, G. P.; ALKMIM, F. F. Caracterização faciológica e evolução sedimentar da Formação Moeda (Supergrupo Minas) na porção noroeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista do Instituto de Geociências - USP, Geol. USP, Série Científica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 129-148, 2019. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v19-148467

77. MAGALHÃES, C. S. ; RODRIGUES, S. C. . A aplicação de parâmetros morfométricos no estudo do relevo das bacias do Rio Santo Antônio e Ribeirão Grande, Serra da Canastra, Sudoeste de Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 30, p. 136-153, 2020. DOI: 10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p136-153

78. MARENT, B. R.; VALADÃO, R. C. Compartimentação geomorfológica dos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 255-270, abr.-jun., 2015. DOI: 10.20502/rbg.v16i2.634

79. MARQUES NETO, R. As paisagens quartzíticas do planalto do alto Rio Grande: relações entre rocha-relevo-solo-vegetação na Serra de Carrancas (MG). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 263-281, mar/2012. DOI: 10.14393/RCG134116457

80. MARQUES NETO, R. **Compartimentação do meio físico, evolução morfológica e aspectos morfotectônicos em São Thomé das Letras (MG)**. 2007. 210p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP. 2007.

81. MARQUES NETO, R. Geomorfologia e geossistemas: influências do relevo na definição de unidades de paisagem no maciço alcalino do Itatiaia (MG/RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, p. 729-742, 2016. DOI: 10.20502/rbg.v17i4.907

82. MARQUES NETO, R. O fenômeno cárstico em São Thomé das Letras (MG) e a mineração: evolução e degradação de cavernas em quartzito. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 4, p. 443-450, out-dez, 2012. DOI: 10.20502/rbg.v13i4.301

83. MARQUES NETO, R. O horst da Mantiqueira meridional: proposta de compartimentação morfoestrutural para sua porção mineira. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, no 3, 2017. DOI: 10.20502/rbg.v18i3.1118

84. MARQUES NETO, R.; MOREIRA, J. A.; ANDRADE, A. P.; MOURA, T. C. Horst do Caparaó: influências morfoestruturais e morfotectônicas na dinâmica e evolução do relevo. **Geographia Meridionalis**, v. 2, p. 173-193, 2016. <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/index>.

85. MARTINS, T. I. S. **Mapeamento geomorfológico da folha Piumhi, Minas Gerais**. 2013. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. 2013. DOI: 10.14393/ufu.di.2013.200

86. MARTINS, T. I. S.; RODRIGUES, S. C. The use of geotechnologies in the landscape fragility analysis of medium lower Araguari river basin, Brazil. *Investigaciones Geográficas*, (44), Pág. 3–16. (2012). DOI: 10.5354/0719-5370.2012.26366
87. MARTINS, T. I. S.; RODRIGUES, S. C. Compartimentação Geomorfológica da Folha Piumhi, Região do Alto São Francisco, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)*, São Paulo, v. 17, n. 1, jan. Mar., p. 145-162, 2016. DOI: 10.20502/rbg.v17i1.873
88. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 Abr, 2021
89. MIYOGI, D.; SARKAR, S.K.; MALLICK, S. Geomorphic mapping in the plains of West Bengal, India. In: *International Geographical Congress, Calcutta, India, 1968. XXI. Selected Papers, Calcutta, National committee for Geography. Physical Geography*, v. 1, p. 89-94, 1970.
90. NAZAR, T. I. S. M.; RODRIGUES, S. C. Relevo do Chapadão do Diamante, Serra da Canastra/MG, Brasil: compartimentação e análise a partir dos aspectos geomorfométricos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, p. 69-88, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i1.1300
91. NAZAR, T. I. S. M.; RODRIGUES, S. C. Análise comparativa de geocoberturas em três vertentes no Chapadão do Diamante, Serra da Canastra-MG, Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 30, Número Especial 1, p. 1-18, 2020. DOI: 10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p1-18
92. NEVES, W. V.; MENEZES, E. P.; OLIVEIRA, F. S.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. Estudo das coberturas superficiais na interface cerrado-vereda no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 3, p. 351-367, 2015. DOI: 10.20502/rbg.v16i3.765
93. NOVO, T. A.; PEDROSA-SOARES, A. C.; VIEIRA, V. S.; DUSSIN, I.; SILVA, L. C. The Rio Doce Group revisited: An Ediacaran arc-related volcanosedimentary basin, Araçuaí orogen (SE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 85, p. 345–361, 2018. DOI: 10.1016/j.jsames.2018.05.013
94. OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. Caracterização e interpretação geoecológica da paisagem na Serra Negra e Serra das Três Cruzes/MG. In: *I SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA*, Alfenas 26 a 30 de maio de 2014. Alfenas: **Anais...**Alfenas: paper 489, 16 p., 2014. ISBN: 978-85-99907-05-4.
95. OLIVEIRA, D. A.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M. Proposta de mapeamento e delimitação dos domínios geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Pandeiros-MG. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R.R. (Orgs.) **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento.**, Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, p. 6253-6262, 2017. DOI: 10.20396/sbgfa.v1i2017.2520
96. OLIVEIRA, L. A. F. de. **A dinâmica fluvial quaternária e a configuração do modelado do relevo no contato entre a depressão do Rio Pomba e o planalto de Campos das Vertentes - Zona da Mata de Minas Gerais**. 2012. 224p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.
97. OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Cartografia do Relevo: Um Estudo Aplicado na Região Oeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, p. 37-44, 2007. DOI: 10.20502/rbg.v8i2.91.
98. OTTO, J. C.; GUSTAVSSON, M.; GEILHAUSEN, M. Cartography: Design, Symbolisation and Visualisation of Geomorphological. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. (Eds.) **Geomorphological Mapping: methods and applications**, Chap. 9, *Developments in Earth Surface Processes*, v. 15, p. 253-295, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00009-4
99. OTTO, J. C.; SMITH, M. J. Geomorphological mapping. **Geomorphological Techniques**, Chap. 2, Sec. 6, British Society for Geomorphology (Ed.), 2013. 10 p.

100. PARON, P.; CLAESSENS, L. Makers and Users of Geomorphological Maps. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. (Eds.) **Geomorphological Mapping: methods and applications**, Chap. 4, Developments in Earth Surface Processes, v. 15, p. 75-106, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00004-5
101. PASSARGE, S. Über die Herausgabe eines physiologischen Atlas. **Dt. Geogr. Tag Innsbruck**, Vehr. 18, p. 236-247, 1912.
102. PASSARGE, S. Morphologischer Atlas. Erläuterungen zu Lief. 1, Morphologie des Messtischblattes Stadtremba (1:25.000). **Mitt. Geogr. Gesell.** Hamburg, 1914.
103. PEREIRA, R. M.; ROZA, T.; CASTRO, C.; NEUMANN, C.; DE BROT, P.; KARFUNKEL, J.; SGARBI, G. N. Dispersão de Picroilmenita, Estudo de caso aplicado ao Kimberlito Cancã, Ilicínea, Minas Gerais. *Geociências*, v. 27, n.1, p. 79-86, 2008.
104. REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, Ano 11, v. 17, p. 216-226, jul/dez, 2015. DOI: 10.5380/abclima.v17i0.41493
105. REIS, H. L. S.; ALKMIM, F. F.; FONSECA, R. C. S.; NASCIMENTO, T. C.; SUSS, J. F.; PREVATTI, L. D. The São Francisco Basin. In: HEILBRON, M., CORDANI, U. G., ALKMIM, F. F. (Eds.). São Francisco craton, eastern Brazil. Tectonic Genealogy of a Miniature Continent. **Regional Geology Reviews**, Springer International Publishing Co., p. 177-143, 2017. ISBN: 9783319017150, DOI: 10.1007/978-3-319-01715-7.
106. RESENDE, S. B.; RESENDE, M. Solos dos Mares de Morros: ocupação e uso. In: ALVARES, V.H.V. *et al.* (Org.) O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado, Viçosa, MG, 1996. **Anais...** Viçosa: SBSCS, p. 261-288, 1996.
107. RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, p. 383-405, 2004.
108. ROCHA, M. R.; FERREIRA, I. L.; BACCARO, C. A. D.; RODRIGUES, S. C. Mapeamento Geomorfológico do Triângulo Mineiro. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina, 8º, 2001, Santiago. **Anais...Santiago, Chil: 8º Encuentro de Geografos de America Latina**, 2001. (Departamento de Geografia. Universidade do Chile)
109. RODELA, L. G. Relevo do Parque Estadual do Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais. In: Colóquio de Pesquisadores de Turismo, Hospitalidade, Paisagem e Recursos Naturais: Integrando Ideias, 1, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade Nove de Julho, p. 225 – 245, 2010.
110. RODRIGUES, S. C. Mapa geomorfológico do cerrado aplicado a definição de ecorregiões. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 1-9, 2003.
111. RODRIGUES, S. C.; SILVA, T. I. . Dam Construction and Loss of Geodiversity in the Araguari River Basin, Brazil. *Land Degradation & Development* (Print), v. 23, p. 419-426, 2012. DOI: 10.1002/ldr.2157
112. RODRIGUES, S. C.; SANTOS, F.C.; CARVALHO, R.F.F.; NAZAR, T.I.S.M. Chronology of Quartzitic Slopes from Minas Gerais, Brazil. *Mercator*, Fortaleza, v. 21, 2022. <https://doi.org/10.4215/rm2022.e21032>
113. ROSS, J. L. S., MOROZ, I. C. (2011). Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, v10, 41-58. <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004>
114. ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Depto de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992. DOI: 10.7154/RDG.1992.0006.0002
115. SAADI, A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. A geomorfologia do planalto do Espinhaço Setentrional avaliada para a implantação de barragem: A UHE de Irapé – MG. **Geonomos**, v. 5, n. 2, 9-14, 1997.

116. SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, p. 47-60, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i1.376
117. SANTOS, L. A.; LATRUBESSE, E. M. Unidades geomorfológicas da planície aluvial do Médio Rio São Francisco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 23, n. 1, 2022. DOI: 10.20502/rbg.v23i1.1999
118. SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, n. 2, p. 3-12, 2006. DOI: 10.20502/rbg.v7i2.74
119. SAVIGEAR, R. A. G. A technique of morphological mapping. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 55, n. 3, p. 514-538, 1965. DOI: 10.1111/j.1467-8306.1965.tb00532.x
120. SEIJMONSBERGEN, A. C.; HENGL, T.; ANDERS, N. S. Semi-Automated Identification and Extraction of Geomorphological Features Using Digital Elevation Data. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. (Eds.) **Geomorphological Mapping: methods and applications**, Chap. 4, *Developments in Earth Surface Processes*, v. 15, p. 297-335, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00010-0
121. SGARBI, G. N. C.; SGARBI, P. B. A.; CAMPOS, J. E.; DARDENNE, M. A.; PENHA, U. C. Bacia Sanfranciscana: o registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. *Bacia do São Francisco – Geologia e Recursos Naturais*. Belo Horizonte, SBG-MG, p. 93-138, 2001.
122. SGARBI, P. B. A.; HEAMAN, L.; GASPAR, J. C. U-Pb perovskite ages for brazilian kamafugitic rocks: further support for a temporal link to a mantle plume hotspot track. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 16, p. 715-724, 2004. DOI: 10.1016/j.jsames.2003.12.005
123. SHAW, D. J.; OLDFIELD, J. D. Landscape science: a Russian geographical tradition. **Ann. Assoc. Am. Geogr.**, v. 97, p. 111–126, 2007. DOI: 10.1111/j.1467-8306.2007.00526.x
124. SIART, C.; BUBENZER, O.; EITEL, B. Combining digital elevation data (ASTER / SRTM), high 4 resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: a multi-component case study 5 on Mediterranean karst in Central Crete. **Geomorphology**, v. 112, p. 106-121, 2009. DOI: doi:10.1016/j.geomorph.2009.05.010.
125. SILVA, L. C.; PEDROSA-SOARES, A. C.; ARMSTRONG, R.; PINTO, C. P.; MAGALHÃES, J. T. R.; PINHEIRO, M. A. P., SANTOS, G. G. Disclosing the Paleoproterozoic to Ediacaran history of the São Francisco craton basement: The Porteirinha domain (northern Araçuaí orogen, Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 68, p. 50-67, 2016. DOI: 10.1016/j.jsames.2015.12.002
126. SILVA, F. P.; LIMA, C. A. D.; NUNES, J.; SOUZA, P. A. A.; SOUZA, F. F. C.; MARQUES NETO, R. Mapeamento Hidrográfico da bacia do Ribeirão Carrancas (Carrancas-MG). In: SINAGEO, XI, 2016, Maringá/PR. **Anais...** Maringá-PR: UBG, 6p. 2016.
127. SILVA, P. D. O.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; MOREIRA, R. M.; LIMA, A. C. P.; OLIVEIRA, D. A. 7Be e técnicas nucleares aplicadas às medidas de erosão de sedimentos: análise preliminar. In: PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (Eds.) **Geografia Física e as Mudanças Globais**. Universidade Federal do Ceará. **Livro Digital**, p. 641-653, 2019. ISBN: 978-85-7282-778-2. 2019.
128. SILVA, R. E. **Assinaturas topográficas humanas (ATH'S) no contexto dos canais derivados multifuncionais e suas repercussões hidrogeomorfológicas**. 2018. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. DOI: 10.14393/ufu.te.2018.606
129. SILVA, T. M.; MONTEIRO, H. S.; CRUZ, M. A.; MOURA, J. R. S. Anomalias de Drenagem e Evolução da Paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP). **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v. 29, no 2, p. 210-224, 2006.

130. SILVA, T. P. **Modelo Geológico-Geomorfológico da Evolução da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. 2012. 139p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências. UFRJ. RJ, 2012.
131. SIQUEIRA, R. G.; SOUZA, J. J. L. L.; FARIA, A. L. L.; FERNANDES FILHO, E. I. Controle Estrutural e Neotectônica na Dissecção do Relevo em Mares de Morros no Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 2, p. 532-546, 2018. DOI: 10.26848/rbgf.v11.2.p532-546
132. SMITH, M. J. Digital Mapping: visualization, interpretation and quantification of landforms. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. (Eds.) **Geomorphological Mapping: methods and applications**. London: Elsevier, p. 225- 251, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00008-2
133. SMITH, M. J.; PAIN, C. Applications of Remote Sensing in Geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 33, n. 4, p. 568- 582. 2009. DOI: 10.1177%2F0309133309346648
134. SOUZA, D. A.; RODRIGUES, S. C. Aspectos Morfoestruturais e Morfoesculturais da Serra da Canastra e Entorno (MG). **Revista do Departamento de Geografia –USP**, v. 27, p. 47-66, 2014. DOI: 10.11606/rdg.v27i0.472
135. SOUZA, D. H. **Reativações pós-rifte e evolução do relevo da área central da margem continental do sudeste brasileiro**: relações entre dinâmicas de longo e curto prazo no tempo geológico. 2018. 147 f. Tese (Doutorado em Geociências.) - Instituto de e Ciências Exatas Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2018.
136. SOUZA, D. H.; HACKSPACHER, P. C.; DORANTI-TIRITAN, C.; GODOY, D. F. Comparação da dinâmica evolutiva, a longo e curto prazo, entre o planalto de Poços de Caldas e o planalto de São Pedro de Caldas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, p. 251-572, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i2.481.
137. SPEIGHT, J.G. A parametric approach to landform regions. In: Brown, E. H. & Waters, R. S. (eds.), *Progress in Geo-morphology*, London: Alden Press, p. 213-230, 1974
138. SPIGOLON, A. L. D.; ALVARENGA, C. J. S. Fácies e elementos arquiteturais resultantes de mudanças climáticas em um ambiente desértico: Grupo Urucuiá (Neocretáceo), Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 4, p. 579-586, dezembro de 2002. DOI: 10.25249/0375-7536.2002324579586
139. TOYOSHIMA, A. H. P.; MAFRA, C. N.; MILANI, L. A. **Relatório Parcial de Mapeamento Geológico de Carrancas - MG: Área IV**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. SP. 2015. 30p.
140. TRINDADE, W. M. Lagoas marginais do alto-médio curso do rio São Francisco: dinâmica hidrogeomorfológica, geocronologia e impactos ambientais. 2016. 144f. Tese (Doutorado em Geografia) -Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
141. TWIDALE, C. R. Landscape analysis: derivation and rediscovery of ideas. **Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement**, v. 18, n. 3, p. 259-277, 2012. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.9900>
142. VALERIANO, C. M.; DARDENNE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. A Evolução Tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (Eds.). **Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Beca, São Paulo, p. 575-592. 2004. ISBN: 8587256459.
143. VALERIANO, C.M. The Southern Brasília Belt. In: HEILBRON M., CORDANI U.G., ALKMIM F.F. (eds.). **São Francisco craton, eastern Brazil. Tectonic Genealogy of a Miniature Continent. Regional Geology Reviews**, Springer International Publishing Co., p. 189-203. 2017. ISBN: 9783319017150, DOI: 10.1007/978-3-319-01715-0_10.
144. VERSTAPPEN, H. T. Old and New Trends in Geomorphological and Landform Mapping. **Developments in Earth Surface Processes**, v. 15, p. 13-38, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00002-1
145. VIOLA, M.R.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F.; MELLO, J. M.; ÁVILA, L. F. Métodos de interpolação espacial para mapeamento da precipitação pluvial. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 14, n. 9, p. 970-978, 2010. DOI: 10.1590/S1415-43662010000900009

146. ZALÁN, P. V.; OLIVEIRA, J. A. B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 13, n. 2, p. 269-300, 2005.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.