

# MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO PRELIMINAR EM DOMÍNIO MONTANHOSO DA REGIÃO SERRANA FLUMINENSE, BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS BENGALAS – TERESÓPOLIS (RJ)

Rosa Guimarães, L. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO) ; Rodrigues Dias, L. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO) ; Suzano da Fonseca Honorato, P. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO) ; Ribeiro Vieira, J. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO) ; de Souza Avelar, A. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

## RESUMO

A bacia hidrográfica do rio das Bengalas está localizada no município de Teresópolis (RJ), inserida em um complexo de relevo montanhoso. Para analisar a geodiversidade local, este trabalho tem como objetivo elaborar um mapa geomorfológico da bacia, em escala de semi-detilhe 1:25.000, para aferir os padrões de relevo existentes e compreender suas influências na dinâmica ambiental. Para tanto, foram utilizadas incursões de campo e trabalho em SIG através do Topographic Position Index (TPI) e mapa de Declividade para gerar um mapa geomorfológico funcional. Como resultados preliminares foram subdivididas sete classes: Fundo de vale; Planície de inundação; Sopé de encosta; Meia encosta; Alta encosta; Divisor aplainado; e Divisor agudo e Escarpa. Por conseguinte, as classes de maior expressão são setores de Média encosta, Alta encosta, Divisor aplainado e Divisor agudo e escarpa representam (87,2%) sendo, portanto, condizente com a literatura e com a área de estudo.

## PALAVRAS CHAVES

*Mapeamento geomorfológico; Região serrana Fluminense; Análise geoambiental; Domínio montanhoso; Teresópolis*

## ABSTRACT

The watershed of the Bengalas river is located in the municipality of Teresópolis (RJ), inserted in a complex mountainous relief. In order to analyze the local geodiversity, this work aims to elaborate a geomorphological map of this hydrographic basin, in a semi-detail scale of 1:25,000, to measure the existing relief patterns and understand their influences on the environmental dynamics. For that, field incursions and work in GIS were used through the Topographic Position Index (TPI) and slope map to generate a functional geomorphological map. As preliminary results, seven classes were subdivided: Valley bottom; Floodplain; Foothill slope; Half slope; High slope; flattened divider; and Acute Divider and Escarpment. Therefore, the most expressive classes are sectors of Medium slope, High slope, Flat divider and Acute divider and escarpment represent (87.2%) being, therefore, consistent with the literature and with the study area.

## INTRODUÇÃO

A fim de cartografar e auxiliar o estudo das formas de relevo, diferentes métodos digitalizados podem ser empregados em mapeamentos geomorfológicos. De acordo com Silva (2007), podem ser consideradas variadas propostas, escalas, metodologias, unidades taxonômicas e legendas em mapas geomorfológicos, tais como apontados em: Ponçano et al. (1981), RADAMBRASIL (1983), Nunes et al. (1995), Ross e Moroz (1997) e Dantas (2001). Dessa maneira, o presente trabalho embasou-se em uma classificação geomorfológica funcional, proposta por Coelho Netto et al. (2007), a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE) e do uso dos parâmetros de Declividade e Topographic Position Index (TPI). Mapeamentos geomorfológicos são ferramentas fundamentais para estudos geoambientais sendo, segundo Argento (1995), utilizados para elucidar problemas erosivos e deposicionais. Desse modo, a análise da geomorfologia é essencial para compreender as potencialidades e fragilidades locais, por meio de uma análise integrada dos elementos da natureza em busca do planejamento ambiental (BERGAMO; ALMEIDA, 2006). O município de Teresópolis está inserido na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro (RJ) e representa uma paisagem de relevante

interesse pela sua geomorfologia montanhosa. Historicamente, a serra fluminense é atingida por movimentos de massa devido a suas características geomorfológicas e seu uso e ocupação do solo. Ademais, por conta das atividades de cultivo de verduras e implementação de pastos, tende a ocorrer o aumento da erosão superficial e, conseqüentemente, o assoreamento dos rios e degradação da qualidade de água dos mananciais. A bacia do rio das Bengalas encontra-se sob o relevo montanhoso de Teresópolis (RJ), possuindo 136 km<sup>2</sup> e apresentando expressivo uso agrícola e turístico na região (figura 1). É um rio que drena para o rio Preto e este, por sua vez, é um dos principais afluentes do rio Piabanha que é um importante tributário direto do rio Paraíba do Sul. A referida bacia tem significativa importância para o ecossistema montanhoso florestal da região, assim como mostra elevada presença de moradores e produção agrícola (olericultura). O relevo regional é montanhoso e escarpado e, segundo o mapeamento geomorfológico de Dantas (2000), é descrito como Escarpas das Serras do Couto e dos Órgãos. A serra é uma grande barreira orográfica com orientação WSW-ENE, o que no município de Teresópolis atinge altitudes de até 2.263m (Pedra do Sino). Por conta da geomorfologia local, a ocupação se deu inicialmente nos alvéolos intramontanos e, após o adensamento populacional, nas encostas (DANTAS op. cit., 2000). A criação de leis de proteção e de unidades de conservação, como o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, atrelada às limitações de ocupação antrópica, fez com que uma área significativa de Mata Atlântica Ombrófila Densa Montana (VELOSO et al., 1991) fosse preservada. O avanço da ocupação na bacia pode agravar processos erosivos naturais e induzidos por ações humanas, passando a ser considerados desastres quando geram perdas sociais, econômicas e ecológicas (MASKREY et al., 1993). A supressão da Mata Atlântica nativa para a prática agropecuária combinada com o uso de técnicas agrícolas rudimentares acarreta em modificações permanentes na paisagem local. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo elaborar um mapa geomorfológico da bacia mencionada, em escala de semi-detalhe 1:25.000, para analisar os padrões de relevo existente e compreender suas influências na dinâmica geoambiental da bacia do rio das Bengalas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A realização do mapa geomorfológico em escala 1:25.000 ocorreu através das seguintes etapas: confecção do Topographic Position Index (TPI), elaboração do mapa de Declividade, sobreposição de ambos os mapas para gerar o mapeamento Geomorfológico e, por fim, a aferição e correção através do mapa de relevo sombreado e da imagem RapidEye, ano 2014. Os parâmetros utilizados no TPI foram a opção Annulus, onde o raio menor (inner radius) é de 30 metros e o raio maior (outer radius) de 80 metros. Os valores foram obtidos após diferentes testagens de raios, considerando o relevo montanhoso da área de estudo, a área equivalente a 136 Km<sup>2</sup> e a escala de 1:25.000. A classificação do TPI considerou a divisão feita pelo Natural Breaks, onde foram levantados cinco domínios: Fundo de vale, Sopé de encosta, Meia encosta, Alta encosta e Topo. A Declividade (Slope) foi gerada com valores de saída em graus. Os parâmetros foram embasados em trabalho de Coelho Netto et al. (2007), sendo as classes de 0-10° (somente deposição), 10-20° (erosão superficial, deslizamento translacional e rastejo), 20-35° (aumento da erosão superficial, deslizamento translacional e rotacional) e >35° (afloramentos de rocha, queda de blocos e deslizamento translacional). A sobreposição dos mapas de TPI e Declividade possibilitou a geração de uma análise integrada com as diferentes variáveis morfológicas e angulares (Quadro 1). (QUADRO INSERIDO COMO FIGURA NA SEÇÃO RESULTADOS) Isso resultou em uma classificação final, com os seguintes parâmetros geomorfológicos: Planície de inundação; Fundo de vale; Sopé de encosta; Meia encosta; Alta encosta; Divisor aplainado; e Divisor agudo e Escarpa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir do uso das técnicas digitais em SIG, foram cartografadas sete classes de identificação do relevo, situadas em planície, encostas e divisores, para compor o mapa geomorfológico funcional da bacia hidrográfica do rio das Bengalas (Figura 1). Foram considerados os aspectos morfológicos da área estudada, conforme metodologia proposta por Coelho Netto et al. (2007). As classes geomorfológicas são: (i) Fundo de vale, (ii) Planície de inundação, (iii) Sopé de encosta, (iv) Meia encosta, (v) Alta encosta, (vi) Divisor aplainado e (vii) Divisor agudo e escarpa. As classes de Meia encosta (52,3%) e Alta encosta (29,8%) apresentam ampla configuração espacial no mapeamento. As ocorrências de extensas encostas com alto grau de inclinação podem ser observadas durante as

idas a campo, em especial no alto curso, próximo à escarpa da Serra do Mar, e na porção leste da bacia. A ampla configuração de vertentes com alto grau de inclinação dificulta a ocupação humana e seu respectivo uso agrícola, tendo em vista a dificuldade de controlar a erosão sem que haja intenso manejo (Dantas et al., 2017), o que acaba por favorecer a preservação da floresta nativa. Ademais, os setores de Divisor aplainado (3,9%) e Divisor agudo e escarpa (1,2%) apresentam menor expressão espacial na área de estudo. A ocorrência dessas classes está relacionada com os limites de divisores da área de estudo e com divisores das sub bacias. O divisor agudo e escarpa é mais representado na porção leste da bacia, onde predominam os pontões graníticos de elevado gradiente topográfico, segundo levantamento de Girão et al. (2022). Juntos, os setores de Média encosta, Alta encosta, Divisor aplainado e Divisor agudo e escarpa representam 87,2% da área do mapeamento, o que também se faz presente na literatura. Conforme Girão et al. (2022), a unidade morfoescultural relacionada a bacia do rio das Bengalas é a do Planalto de Reverso Estruturo-Denudativo e, mais especificamente, a unidade de relevo Domínio Montanhoso, onde “consiste em um relevo montanhoso, muito acidentado, com predominância de vertentes côncavas a retilíneas, densidade de drenagem alta, topos de cristas alinhadas aguçadas a suavemente arredondadas e amplitudes altimétricas superiores a 400 metros”. Conforme já observado em campo, o mapeamento apontou diminutas áreas de Fundo de Vale (4,6%), Planície de inundação (5,6%) e Sopé de encosta (2,7%) (Figura 2), concentradas no meio e baixo curso da bacia. As informações são condizentes com as análises realizadas durante as idas a campo, uma vez que a área de estudo compreende vales estreitos e amplos segmentos de encosta. Essas características acabam limitando a ocupação humana em concisos e esparsos núcleos que, em geral, são utilizados para agricultura de hortaliças em pequenas propriedades. A baixa concentração de setores de planície e parte inferior de encosta no levantamento são corroborados pela literatura. Segundo Dantas (2001), a unidade morfoescultural de planaltos residuais, onde se localiza a bacia do rio das Bengalas, compreende terrenos montanhosos e amorreados, com elevada amplitude de relevo, localizada no reverso das escarpas serranas. O mesmo autor expõe que os núcleos agrícolas de Teresópolis ocupam os trechos de fundo de vale e baixas encostas de alvéolos com relevo menos acidentado.

*Quadro 1: Classificação do mapa geomorfológico a partir dos valores de*

Quadro 1: Classificação do mapa geomorfológico a partir dos valores de TPI e Declividade.

| TPI             | Declividade          | Geomorfologia           |
|-----------------|----------------------|-------------------------|
| Fundo de Vale   | 0-10°                | Planície de inundação   |
|                 | 10-20°; 20-35°       | Sopé de encosta         |
|                 | >35°                 | Meia encosta            |
| Sopé de encosta | 0-10°                | Planície de inundação   |
|                 | 10-20°; 20-35°; >35° | Meia encosta            |
| Meia encosta    | 0-10°                | Fundo de Vale           |
|                 | 10-20°; 20-35°       | Meia encosta            |
|                 | >35°                 | Alta encosta            |
| Alta encosta    | 0-10°                | Divisor aplainado       |
|                 | 10-20°; 20-35°; >35° | Alta encosta            |
| Topo            | 0-10°; 10-20°        | Divisor aplainado       |
|                 | 20-35°               | Alta encosta            |
|                 | >35°                 | Divisor agudo e Escarpa |

Fonte: autores

Quadro da metodologia que não foi possível encaminhar através da plataforma.

Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Bengalas - Teresópolis

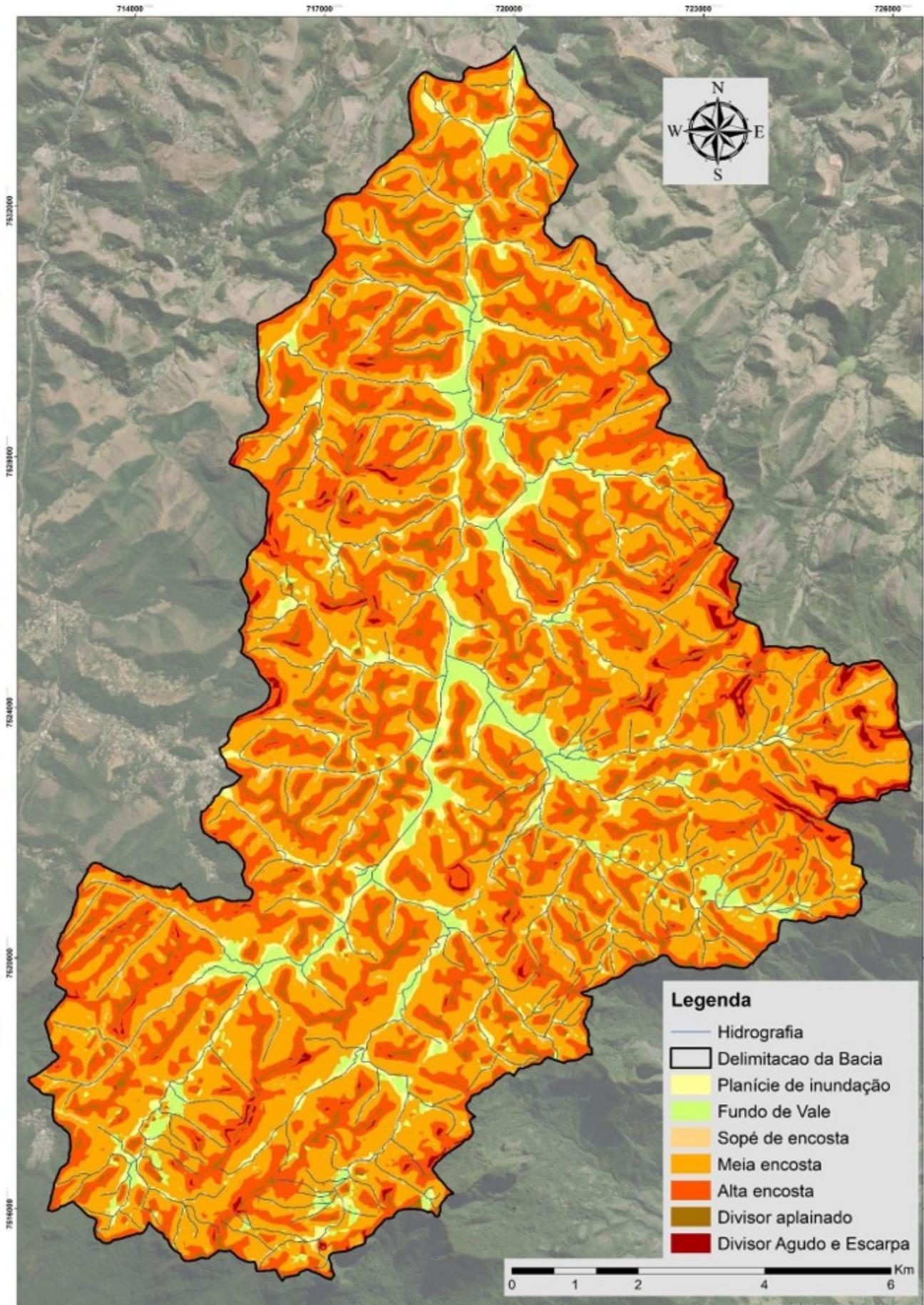


Figura 1: Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Bengalas - Teresópolis (RJ) (2023).

Distribuição espacial das feições do mapa geomorfológico.

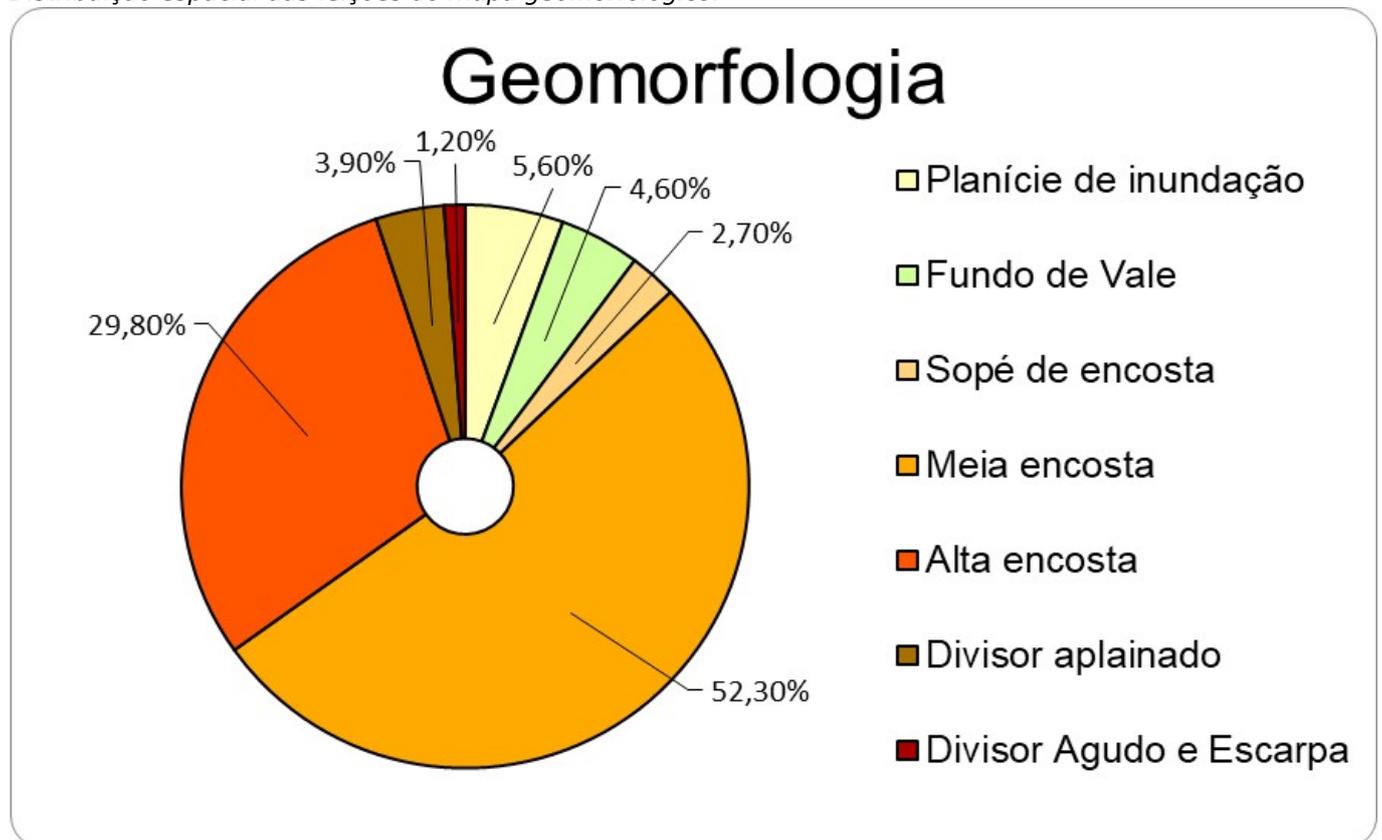


Figura 2: Distribuição espacial das feições do mapa geomorfológico.

Figura 2: Distribuição espacial das feições do mapa geomorfológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada no desenvolvimento do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio das Bengalas apresentou resultados satisfatórios, principalmente ao comparar os resultados com o que foi observado em campo e com bibliografias de outros mapeamentos, em que é possível encontrar a caracterização relativa às classificações de unidades morfoesculturais, nas quais a área de estudo está inserida. Ao classificar a bacia hidrográfica segundo as morfologias dos setores de planície e encosta, foi possível identificar, de acordo com a declividade, que a maior parte dessa região apresenta áreas que não favorecem a expansão habitacional e isso pode ser um fator que ajuda na preservação da vegetação nativa. Por outro lado, outros tipos de setores favorecem o desenvolvimento de atividades econômicas e da urbanização. Dessa forma, a geomorfologia se apresenta como um dos fatores que possibilitam a ocupação de áreas e o desenvolvimento de determinadas atividades socioeconômicas. Com tudo isso, mapeamentos geomorfológicos, tal qual este trabalho, são importantes instrumentos para análises geoambientais. Dessa forma, o presente mapeamento traz informações relevantes que podem servir como subsídio para o planejamento ambiental do território, podendo ser utilizado pelos instrumentos de ordenamento territorial.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos participantes do Laboratório Interdisciplinar de Estudos Geoambientais (LIEG) pelas valiosas discussões. Agradecemos também à Geografia da UFRJ, ao CNPq, CAPES, PIBIC e

FAPERJ pelas bolsas concedidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. T; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. Capítulo 9, p.365-392.

BERGAMO, E. P.; ALMEIDA, J. A. P. A importância da geomorfologia para o planejamento ambiental: um estudo do município de Fartura/SP. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia-GO, 2006.

COELHO NETTO, A. L., AVELAR, A. S., FERNANDES, M. C., & LACERDA, W. A. Landslide susceptibility in a mountainous geocosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The role of morphometric subdivision of the terrain. *Geomorphology*, v. 87, n. 3, 2007, p. 120-131.

DANTAS, Marcelo Eduardo. Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2001.

DANTAS, M.E.; MORAES, J.M.; FERRASSOLI, M.A.; JORGE, M.D.Q.; HILQUIAS, V.A. Geodiversidade do estado do Rio de Janeiro, 2017.

GIRÃO, R. S., VICENS, R. S., ALMEIDA, J. C. H., FERNANDES, P. J. F.. Mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.15, n.01 (2022) 153-174.

MASKREY, A.; Cardona, O.; García, V.; Lavell, A; Macías, J. M.; Romero, G.; Chaux, G. W. Los desastres no son naturales. 1993.

NUNES, B. de A. Manual técnico de geomorfologia. IBGE, 1995.

PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. v. 1. (Monografias 5).

RADAMBRASIL, Projeto. Folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. 1983.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; MOROZ, Isabel Cristina. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: escala 1: 500.000. 1997.

SILVA, T. M.. Mapeamentos geomorfológicos: escalas, aplicações e técnicas de compartimentação do relevo. *Geo Uerj*, v. 1, n. 17, p. 70-94, 2007.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, 1991.