

# MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DAS MONTANHAS DA SERRA DO MAR PARANAENSE

Silveira, C.T. (UFPR) ; Silveira, R.M.P. (UFR)

## RESUMO

O presente trabalho apresenta o mapeamento geomorfológico das montanhas da Serra do Mar Paranaense, condizente à escala 1:25.000, que contempla o quarto táxon geomorfológico (padrões de relevo) e o quinto táxon (padrões de vertente). A classificação foi executada com o emprego de técnicas de análise digital do relevo, utilizando-se um Modelo Digital do Terreno com resolução de 10 metros para o cálculo dos atributos geomorfométricos. Foram identificados três padrões de relevo: 1) serras montanhosas altas, 2) serras montanhosas baixas e 3) rampas coluvionares. Em nível mais detalhado, os padrões de vertente contemplaram as classes de morfogênese fluvial e denudacional (subdivididas em processos construtivos e destrutivos, que têm relação com a forma e a dinâmica das encostas) e as classes morfográficas representando os vales (fechados, abertos e planos) e as cristas.

## PALAVRAS CHAVES

*Geomorfometria; Modelo Digital do Terreno; Classificação do relevo; Morfogênese; Análise Digital do Relevo*

## ABSTRACT

The study presents the geomorphological mapping of the mountains of Serra do Mar Paranaense, consistent with the 1:25,000 scale, which includes the fourth (landform patterns) and the fifth (slope patterns) geomorphological taxon. The classification was elaborated with the use of digital terrain analysis techniques, using a Digital Terrain Model with a resolution of 10 meters to calculate the geomorphometric attributes. Three relief patterns were identified: 1) high mountain ranges, 2) low mountain ranges and 3) colluvial slopes. At a more detailed level, the slope patterns contemplated the fluvial and denudational morphogenesis classes (subdivided into constructive and destructive processes, which are related to the form and dynamics of the slopes) and the morphographic classes representing the valleys (closed, open and flat) and the crests.

## INTRODUÇÃO

As montanhas são formas relevo imponentes e que se destacam nas paisagens. Entretanto, as montanhas brasileiras têm sido objeto de debate entre os pesquisadores, há décadas, em relação à sua existência ou não. As montanhas não aparecem nos mapas de relevo na escala regional do país, como no Mapa de Unidades de Relevo do Brasil de IBGE (2006) ou Manual Técnico de Geomorfologia de IBGE (2009), nem na proposta de classificação do Relevo Brasileiro de Ross (1985; 1992) e não é representada em Ross (1995), que é uma obra adotada por diversos autores de livros didáticos de Geografia da Educação Básica, e nem é mencionada quando Ross (2006) aplica as unidades de relevo do país ao planejamento ambiental. Apesar da argumentação de alguns de que não há montanhas no Brasil, partindo da compreensão de que elas estão localizadas exclusivamente nos orógenos modernos, diversos pesquisadores assumem o relevo de montanhas no Brasil. Já no ano de 1931 foi publicado o “Ensaio sobre as montanhas do Brasil e suas gênesis” (MORAES REGO, 1931). Ab'Saber (1975) trata de montanhas no Brasil, mas com características genéticas distintas, em orógenos antigos. Ab'Saber (1986) destaca a importância das montanhas de blocos falhados, como a Serra do Mar (AB'SABER, 1985; 2006), e as velhas montanhas proterozoicas brasileiras (AB'SABER, 1948). Com o objetivo de esclarecer a controvérsia sobre a existência de montanhas no país, Sartori e Sartori (2004) concluem de que há relevo de montanhas no Brasil, cuja gênese se relaciona com movimentos de epirogênese que ocorreram a partir do Período Devoniano, e com os falhamentos em blocos do continente sul-americano, associados ao evento da abertura do Oceano Atlântico, bem como à orogênese andina. Nesse sentido, um conjunto de geomorfólogos brasileiros inicia a

discussão sobre o emprego de montanhas na descrição morfológica do relevo brasileiro em escala regional. Esse Grupo de Trabalho (GTD) foi composto pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Relevos (SBCR), na realização do 1º Workshop do SBCR (IBGE, 2023). As Montanhas passam a ser uma unidade de relevo, expressa no primeiro táxon geomorfológico, que é representável no relevo do Brasil, conceituadas como “feições elevadas com amplitude altimétrica superior a 300 metros em relação às áreas circunvizinhas, predominantemente com topos aguçados ou em cristas e vertentes declivosas, cuja ocorrência normalmente está associada a conjuntos dissecados contínuos, em sistemas orogênicos ou crátons” (COMITÊ EXECUTIVO NACIONAL – CEN/SBCR, 2022, p. 215). Partindo da classe de montanhas como uma unidade de relevo do Brasil, que apresentam diferentes tipos de origem, dentre elas as montanhas de blocos falhados, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o mapeamento geomorfológico das montanhas da Serra do Mar Paranaense (Figura 1), na escala 1:25.000, que atende ao quarto e quinto táxon geomorfológico, bem como seu método de execução, que emprega técnicas de análise digital do relevo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O Modelo Digital do Terreno (MDT) utilizado como dado geomorfométrico de entrada tem resolução espacial de 10 metros e foi interpolado pelo método Topogrid (HUTCHINSON, 1989) a partir de curvas de nível, hidrografia e pontos cotados digitalizados de cartas topográficas na escala 1:25.000 do Programa Pró-Atlântica. O MDT foi gerado no ArcGIS 10.1 e as demais etapas operacionais foram desenvolvidas pelo QGIS 3.22, incluindo o cálculo dos sete atributos geomorfométricos utilizados na modelagem: declividade, amplitude altimétrica, área de contribuição, índice de posição topográfica (IPT), índice topográfico de umidade (ITU) white top hat (WTH), black top hat (BTH). O mapeamento geomorfológico contemplou dois níveis taxonômicos: i) padrão de relevo, condizente ao 4º táxon e ii) padrão de vertente, cujo detalhamento se atém ao 5º táxon geomorfológico, na escala 1:25.000. A classificação dos padrões de relevo considerou a altimetria, a declividade (em %) e a amplitude altimétrica (calculada com raio de 1200m, equivalente à extensão média das vertentes na área). Utilizou-se como referência a unidade da Serra do Mar pertencente ao 3º táxon do mapa geomorfológico do Paraná (SANTOS et al., 2006). Nas áreas com elevação superior a 20m, a amplitude altimétrica inferior a 380m foi o parâmetro para mapear as serras montanhosas baixas, enquanto a variação superior a 380m representou as serras montanhosas altas. As rampas coluvionares foram mapeadas em porções com altimetria inferior a 120m e declividade inferior a 16%. Em nível mais detalhado, os padrões de vertente contemplaram classes morfogenéticas (fluvial e denudacional, subdivididas em processos construtivos e destrutivos), que têm relação com a forma e a dinâmica das encostas, e classes morfográficas, com os vales (fechados, abertos e planos) e as cristas, baseados na proposta de Silveira e Silveira (2020). A definição das classes morfogenéticas foi baseada na concepção de mapas geomorfológicos poloneses (KLIMASZEWSKI, 1963a; 1963b) e alemães (LESER; STÄBLEIN, 1975), onde a morfogênese representa um agrupamento das formas a partir de sua origem e evolução em relação aos agentes genéticos e processos atuantes em comum. Considerou-se, também, a concepção de Demek (1967), na qual um complexo de agentes contribui para a gênese da maioria das formas de erosão-denudação, porém, um dos fatores normalmente predomina sobre os outros, sendo normalmente decisivo para o desenvolvimento das formas. Parâmetros da morfogênese fluvial: hipsometria > 20m; área de contribuição > 1km<sup>2</sup>; IPT (raio de 100m) < - 1 desvio padrão; ITU > média e IPT (raio de 500m) < - 1 desvio padrão. A morfogênese denudacional foi mapeada com os parâmetros inversos da morfogênese fluvial. Referente aos processos morfogenéticos, as áreas fluviais foram segmentadas como destrutivas (declividade > 8% ou área de contribuição > 1km<sup>2</sup>) e construtivas sendo o inverso disso. Nas áreas denudacionais, a divisão foi feita pelo IPT para setORIZAR as porções destrutivas (IPT com raio de 500m > 0) e construtivas (IPT com raio de 500m < 0). Os terços superiores das vertentes estão associados, sobretudo, à gênese denudacional destrutiva, os terços médios à gênese denudacional construtiva e os terços inferiores à gênese fluvial. Referente às classes morfográficas, os parâmetros foram os seguintes: vales planos (área de contribuição > 1km<sup>2</sup> e BTH com raio de 100m < 1 desvio padrão); vales abertos (área de contribuição > 1km<sup>2</sup> e BTH com raio de 100m > 1 e < 3 desvios padrões); vales fechados (área de contribuição > 1km<sup>2</sup> e BTH com raio de 100m > 3 desvios padrões); cristas (WTH com raio de 100m > 2 desvios padrões e extensão > 1km<sup>2</sup>). Foram realizados, por fim, trabalhos de campo para a conferência in loco da modelagem em porções representativas das

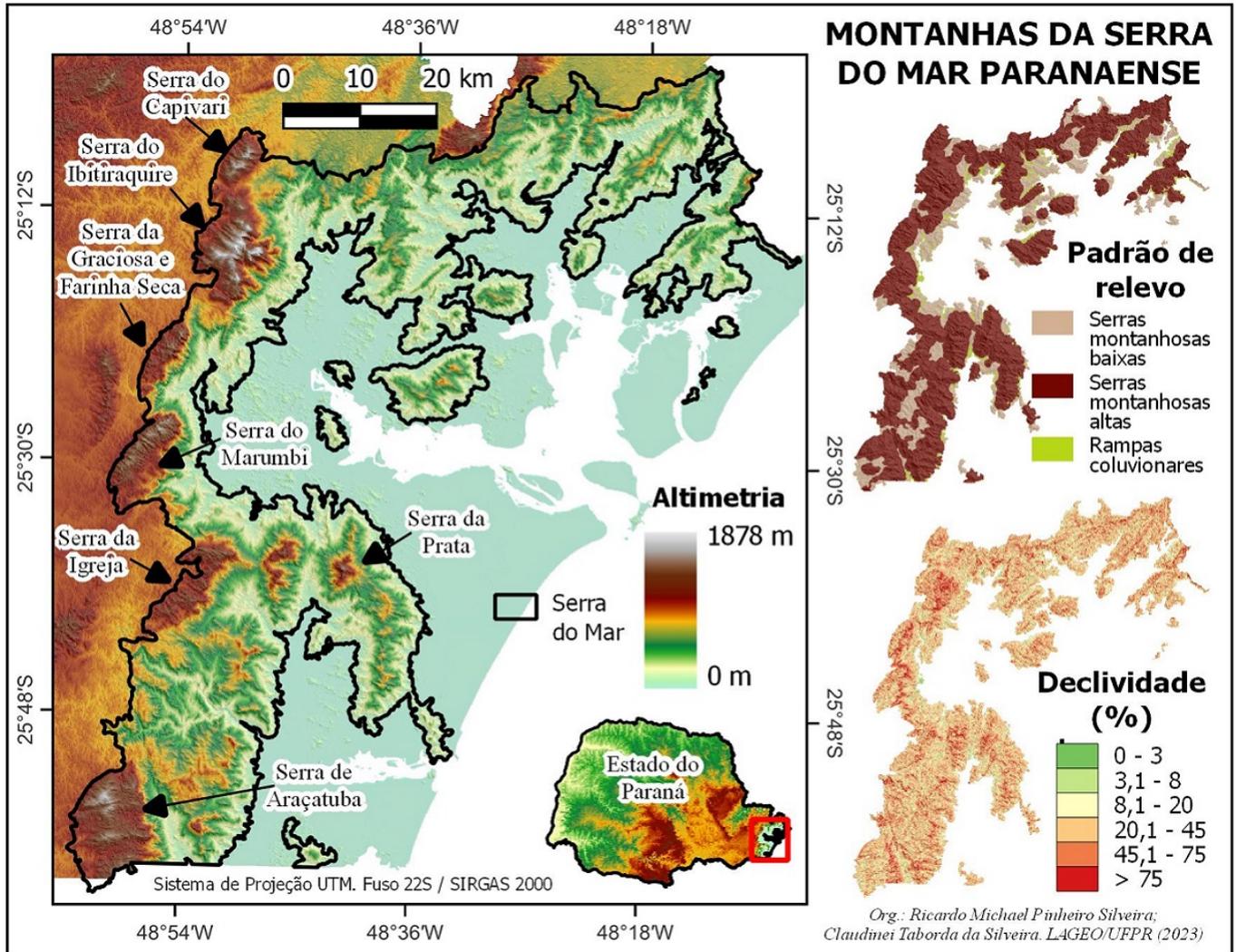
montanhas da Serra do Mar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento derivado viabilizou um avanço na cartografia geomorfológica da Serra do Mar paranaense, uma vez que as classes de padrões de relevo viabilizaram a individualização dos principais conjuntos montanhosos sustentados por intrusões graníticas e as classes de morfogênese permitiram uma interpretação vinculada às formas e processos atuantes em nível de vertente (Figuras 1, 2 e 3, com representações ilustrativas em 2D e 3D). A denominação atribuída à Serra do Mar é de notável consenso na designação das escarpas de blocos falhados que circundam a borda leste entre o planalto e litoral nas regiões sul e sudeste do país. O acréscimo do termo montanhoso, para complementar a designação de serra, teve como propósito assumir esse compartimento morfoescultural como um conjunto de montanhas, à luz do foi recentemente estabelecido pelo SBCR uma unidade de relevo que presente na paisagem do Brasil, representável a partir do primeiro táxon geomorfológico (COMITÊ EXECUTIVO NACIONAL - CEN/SBCR, 2022). As montanhas da Serra do Mar se diferem das montanhas dos dobramentos modernos, aos moldes de típicas cadeias orogênicas (GUERRA; GUERRA, 2008), caracterizando-se como montanhas de blocos falhados (AB'SABER, 1985; 2006). O emprego da denominação de serra para esse ambiente, continua válido, pois trata-se de toponímia consolidada, válida para a Serra do Mar e outras serras que trazem denominação local. O que se distingue no presente mapeamento são as serras em relevo de montanha, como é o caso da Serra do Mar Paranaense, das serras situadas em borda de planalto ou em planaltos dissecados, visto que muitas vezes eram todas agrupadas como uma mesma unidade de relevo em escala regional (IBGE; 2006; 2009) por apresentarem alguns aspectos morfométricos em comum, tal como elevada declividade e amplitude altimétrica. No quarto táxon foram identificados três padrões de montanhas: 1) serras montanhosas Baixas; 2) serras montanhosas baixas e 3) rampas coluvionares (Figura 1). A Serra do Ibitiraquire (Figura 2), que detém as maiores elevações do sul do Brasil, o Pico Paraná (1877m), o Caratuva (1860m) e o Itapiroca (1805m) que são os três cumes mais elevados, exemplifica os resultados da modelagem e a eficácia da proposta metodológica na representatividade do relevo, no qual são destacadas as classes que compõe os padrões de vertentes com representação da morfogênese em: a) fluvial (construtivo), b) fluvial (destrutivo), c) denudacional (construtivo) e d) denudacional (destrutivo); também da morfografia: a) vales planos, vales abertos, vales fechados e cristas. Conforme é ilustrado pela Figura 3, no Marumbi – berço da atividade esportiva de montanhismo no Brasil-, o mapeamento caracterizou o predomínio dos processos morfogenéticos. Morfometricamente essa diferenciação da gênese denudacional foi realizada pela posição topográfica (atributo geomorfométrico IPT), embora também seja observada pela transição entre segmentos convexos (predomínio degradacional) e côncavos (agradacional) das vertentes. Tem-se que as porções de gênese denudacional construtiva abarcam os depósitos coluvionares, cuja transição é marcante na Serra do Mar com a quebra de declive entre o terço superior e terço médio das vertentes. As rampas coluvionares, por sua vez, condizentes ao 4º nível taxonômico, representam as áreas de transição entre as montanhas e o início da planície fluviomarinha, cuja remobilização do material coluvionar nos sopés das vertentes caracteriza um padrão específico no âmbito da Serra do Mar. Esse padrão já foi mapeado como representação do relevo em modelado de acumulação coluvial por Costa et al. (2005). As porções de gênese fluvial evidenciaram o padrão de dissecação do relevo na região serrana, onde o desnível e a acentuada declividade (média de 34%) conferem densidade de incisões fluviais com vales escavados. Como consequência, 85% das áreas de gênese fluvial foram mapeadas como processo morfogenético destrutivo, evidenciadas nos terços médios das vertentes, enquanto os 15% de área com processo construtivo se concentraram, sobretudo, nos terços inferiores. O mesmo padrão de vertente foi observado para a gênese denudacional, na qual os topos e áreas adjacentes contemplaram processo morfogenético destrutivo e as porções imediatamente inferiores, que dispõem de material coluvionar, por processo construtivo. Quanto às áreas fluviais construtivas, verificou-se que foram modeladas de modo adequado no sopé das montanhas e, eventualmente, em porções superiores que podem estar associadas a bacias de drenagem suspensas em remanescentes de paleosuperfícies, conforme discutido por Nascimento et al. (2013). Referente aos vales mapeados, 70% foram categorizados como fechados, 25% como vales abertos e 5% como vales planos, o que indica o padrão de dissecação do relevo. Os vales têm predominância SE-NW, devido à tectônica do

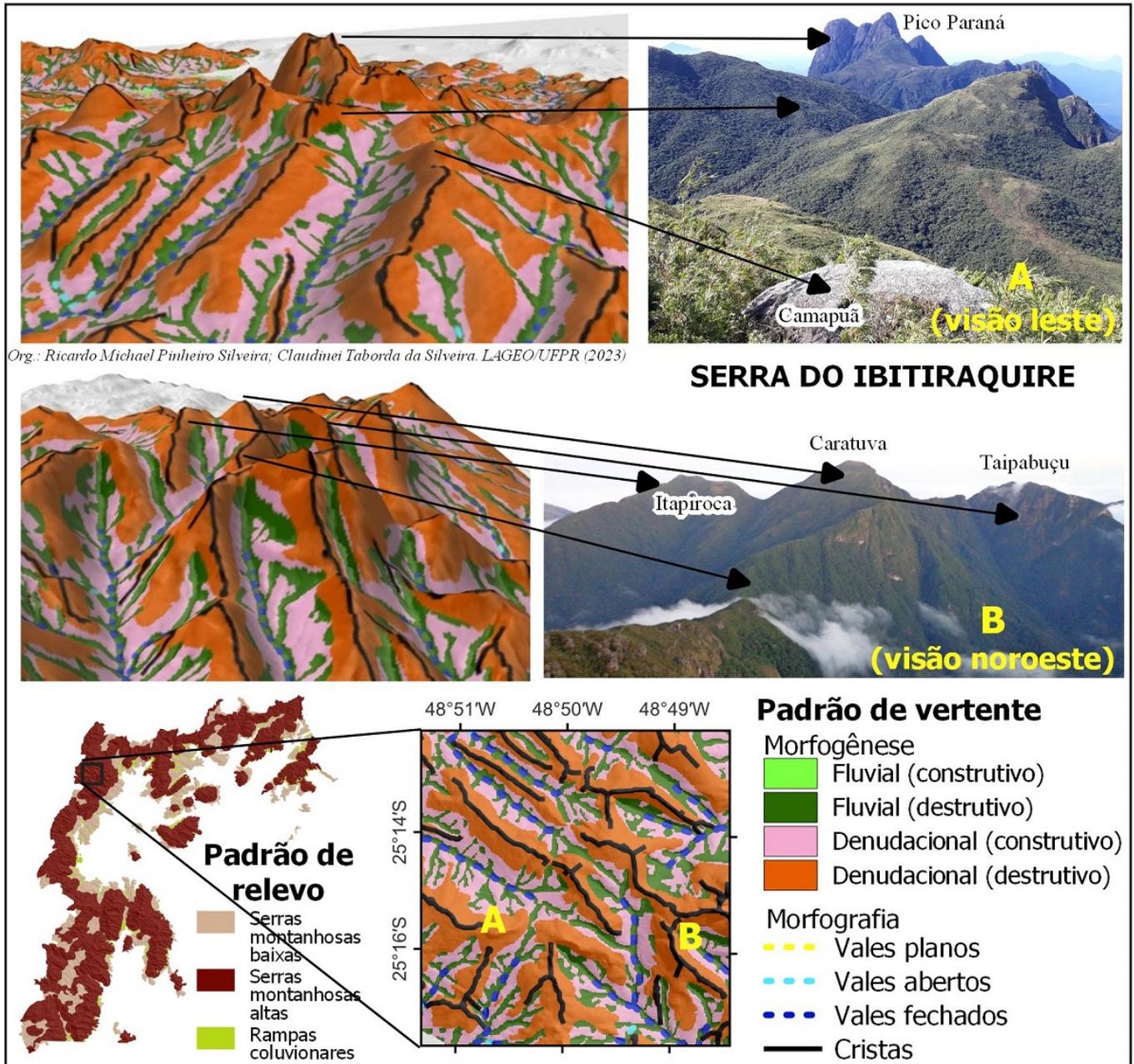
rift continental de idade paleocênica e da influência dos diques de diabásio do Arco de Ponta Grossa (MINEROPAR, 2001; RAPOSO, 1995) que, sob atuação da erosão diferencial, conferem porções dissecadas com desníveis superiores a 400m. Na Serra do Mar, a estrutura geológica compreende as rochas mais antigas do estado do Paraná, com mais de 3 bilhões de anos, aflorando rochas ígneas e metamórficas de idades entre o Arqueano e início do Paleozoico, do embasamento cristalino, denominado de Escudo Paranaense (MINEROPAR, 2001). A Serra do Mar Paranaense apresenta o Cinturão Granítico Costeiro (BASEI et al. 1992), que sustentam um relevo acidentado de morros e serras (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998), refletidos nos topos caracterizados no mapeamento como linhas de cristas e com gênese denudacional destrutiva. Potencializado pelo efeito orográfico, elevado volume pluviométrico e solos rasos, as referidas porções têm alta suscetibilidade à deflagração de movimentos de massa (SILVEIRA et al, 2014; ALMEIDA; CARNEIRO, 1998). O mapeamento morfogenético, portanto, tem grande potencial de aplicação ao zoneamento de processos morfodinâmicos. A partir do inventário de cicatrizes no contexto serrano, verificou-se que a classe denudacional-destrutiva se vincula aos deslizamentos e a fluvial-destrutiva às corridas de detritos. Na bacia do rio Jacareí, por exemplo, que concentrou a maior parte dos registros catastróficos de movimentos de massa em março de 2011, a margem direita (elevação de ~1400m e mapeada como serras montanhosas altas) teve predomínio de deslizamentos translacionais e um conjunto de corridas de detritos, enquanto a margem esquerda (elevação de ~350m e mapeada como serras montanhosas baixas) registrou deslizamentos rotacionais e poucas corridas de detritos (SILVEIRA et al, 2014). Em suma, as técnicas de análise digital do relevo demonstraram potencial para o refinamento da modelagem e detalhamento do mapeamento a partir da inclusão de variáveis geomorfométricas afins, tal como a modelagem dos leques aluviais publicada por Silveira e Silveira (2020). Considerando que a cartografia geomorfológica deve contemplar elementos morfográficos, morfométricos, morfodinâmicos, morfogenéticos e morfocronológicos, outro exemplo é o estudo de Silveira e Silveira (2016), que trouxe um mapeamento morfográfico detalhado da Serra da Prata. Nesse sentido, o presente trabalho buscou avançar nas discussões teórico-metodológicas acerca da Serra do Mar no estado do Paraná.

*Figura 1 - Localização da área de estudo e representação do padrões de*



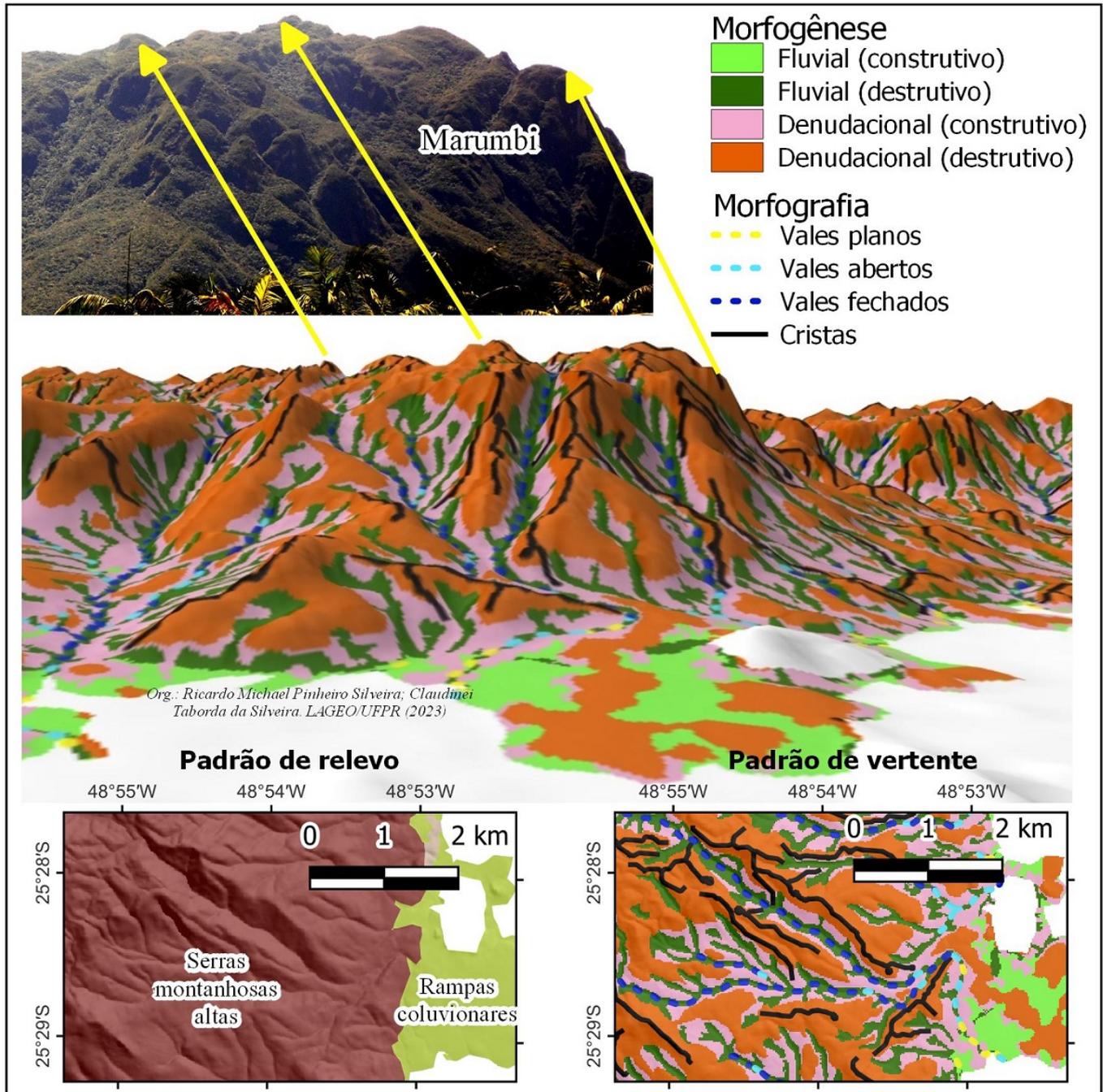
A figura apresenta a localização, permite identificar a toponímia das principais serras e hipsometria, apresenta os padrões de relevo e a declividade.

Figura 2 - Padrões de Relevo e de Vertentes na Serra do Ibitiraquire



A figura apresenta uma amostra espacial que permite visualizar em detalhe as informações para todo o ambiente de Montanha da Serra do Mar do Paraná.

Figura 3 - Padrões de Relevo e de Vertentes na Serra do Marumbi



A figura permite a visualização com maior detalhe os padrões de vertentes que representam a morfogênese e morfometria, disponível para toda a S.M.P.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Serra do Mar Paranaense é uma das principais paisagens montanhosas do Brasil e é o único conjunto de relevo de montanha presente no estado do Paraná, com destacada diversidade de formas e processos. A aplicação das técnicas empregadas para o mapeamento geomorfológico, apoiadas nos preceitos da análise digital do relevo, demonstrou a exequibilidade da proposta metodológica, em acordo com os objetivos estabelecidos de alcançar o quarto e quinto táxon geomorfológico. A vinculação de classes morfográficas e morfogenéticas potencializa a utilização do mapa geomorfológico para fins de gestão e ordenamento territorial, sobretudo em áreas onde o relevo exerce grande influência na deflagração de processos. Além disso, a utilização de atributos

geomorfométricos oportuniza a reprodutibilidade do método e reduz a subjetividade nas etapas operacionais de delimitação, uma vez que os parâmetros possam ser testados e adaptados conforme o contexto geomorfológico local. Ressalta-se, nesse sentido, a importância do embasamento conceitual acerca dos objetos que foram modelados, conforme distinção apresentada neste trabalho, referente às serras e às montanhas.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao PPGGEO-UFPR, à CAPES pela bolsa PROEX e ao CNPq pelo recurso de fomento ao projeto de pesquisa Desenvolvimento Metodológico e Aplicações Modelagem Digital do Terreno no Mapeamento Geomorfológico, Processo: 434343/2018-8.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA**

AB'SABER, A. N. Notas sobre a geomorfologia do Jaraguá e vizinhanças. Boletim FFCL - USP, São Paulo, v. 12, n. 10, p.15-25, 1948.

AB'SABER, A. N. Formas de relevo: Texto básico. São Paulo, FUNBEC/Edart, 80p., 1975.

AB'SABER, A. N. O Ribeira de Iguape: uma setorização endereçada ao planejamento regional. Boletim Técnico Sudelpa, São Paulo, n. 1, p. 1-35, jan. 1985.

AB'SABER, A. N. Montanhas de blocos falhados. Scientific American Brasil, n. 47, p. 98, 2006. Tradução. Disponível em: [biblio.fflch.usp.br/AbSaber\\_AN\\_1667445-\\_MontanhasDeBlocosFalhados.pdf](http://biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1667445-_MontanhasDeBlocosFalhados.pdf).

ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências, n.28, v.2, p.135-150, 1998.

BASEI, M. A.S.; SIGA JR., O.; MACHIAVELLI, A.; MANCINI, F. Evolução tectônica dos terrenos entre os cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR-SC). Revista Brasileira de Geociências, v. 22, n. 2, p. 216-221, 1992.

BORTOLINI, W; SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. Emprego de técnicas geomorfométricas na identificação de padrões de relevo. Revista Ra'e Ga, v. 41, p. 131-150, 2017.

COMITÊ EXECUTIVO NACIONAL – CEN/SBCR. Breve estado da arte do Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo (SCBR): contribuições de e para a sociedade científica geomorfológica. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 67, n. 2, p. 212-227, jul./dez. 2022.

COSTA, R.C.; BUSS, M.D.; ROSA, R.O. Capítulo 2 – Geomorfologia. In: Levantamento de Recursos Naturais, Volume 35: folha SG.22 Curitiba, parte da folha SG.21 Asunción e folha SG.23 Iguape (Relatório técnico do extinto Projeto RADAMBRASIL), Org. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, 2005.

DEMEK, J. (Ed.) Manual of Detailed Geomorphological Mapping. IGU Commission for Geomorphological Mapping. Academia, Prague, 1972.

HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. Journal of Hydrology, 106, p. 211-272, 1989.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de unidades de relevo do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Escala 1: 5000 000. Projeção policônica.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatório Técnico do 1º Workshop sobre o

Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 77p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101731.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

KLIMASZEWSKI, M. Landform list and signs used in the detailed geomorphological map. *Geographical Studies*, n. 46 (Problems of geomorphological mapping), p. 139-177, 1963a.

KLIMASZEWSKI, M. The principles of the geomorphological map of Poland. *Geographical Studies*, n. 46 (Problems of geomorphological mapping), p. 67-72, 1963b.

LESER, H.; STÄBLEIN, G. (eds.). *Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1:25000*. Berliner Geogr. Abh., Sonderheft: 25 S.; Berlin, 1975.

MORAES REGO, L. F. Ensaio sôbre as montanhas do Brasil e suas gênesis. *Revista do Clube Militar*, v. 4, n. 20, p. 83-89, 1931.

NASCIMENTO, E. R.; SALAMUNI, E.; QUEIROZ, G. L.; SILVA, P. A. H.; FIORI, A. P. Evidências de determinação morfotectônica e neotectônica no relevo da Serra do Mar no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.14, n.3, p. 287-299, 2013.

RAPOSO, M. I. B. Episódios intrusivos no Arco de Ponta Grossa, determinados através de estudos paleomagnéticos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25, n. 1, p. 3-19, 1995.

ROSS, J. L. S. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia. FFLCH - USP. São Paulo*. n. 4, p. 25-29, 1985.

ROSS, J. L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista Geografia. São Paulo, IG-USP*, p. 17-29, 1992.

ROSS, J. L. S. Os Fundamentos da Geografia da Natureza. In: ROSS, Jurandy Luciano Sanches (org). *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp. p.13 – 65, 1996.

ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SARTORI, P.L.P.; SARTORI, M.G.B. Um Brasil de montanhas. *Ciência e Natura, UFSM*, v. 26, n. 2, p. 61-74, 2004.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; SCHILIPACK, P.; DIAS, S. M. Mapeamento preliminar da suscetibilidade natural a movimentos de massa da Serra do Mar Paranaense apoiado na análise digital do relevo. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 1, p. 3-22, 2014.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. Análise digital do relevo aplicada à cartografia geomorfológica da porção central da Serra do Mar Paranaense. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, nº 4, 615-629, 2016.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. Método geomorfométrico para mapeamento de topos, cristas e vales. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 21, p. 697-717, 2020.