

Mapeamento geomorfológico em perspectiva global: uma reconstrução bibliométrica das publicações científicas (1990-2020)

Geomorphological mapping from a global perspective: a bibliometric reconstruction of scientific publications (1990-2020)

Jonathas Jesus dos Santos^{*1} ; Gabriel Santos da Mota¹ ; Rebeca Durço Coelho² ; Jurandyr Luciano Sanches Ross¹

¹Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

Recebido (Received): 22/12/2023

Aceito (Accepted): 31/03/2025

²Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

E-mail: motags@alumni.usp.br (GSM); rebeca.coelho@alumni.usp.br (RDC); juraross@usp.br (JLSR). *Email para correspondência: jonathas@alumni.usp.br

Resumo: As pesquisas bibliométricas constituem atualmente um meio valioso de investigação. Sua utilização para avaliação das pesquisas em mapeamento geomorfológico pode indicar as características e os caminhos seguidos por essa temática. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar temporalmente as publicações científicas indexadas que abordam metodologias relacionadas ao mapeamento geomorfológico nas últimas três décadas (1990-2020), destacando as diferentes aplicações e importância da temática. Utilizou-se a plataforma Scopus para coleta de dados, aplicando estratégias de busca que incluíram sinônimos do termo "mapeamento geomorfológico" combinados pelo operador booleano OR. A amostra foi filtrada por artigos publicados entre 1990 e 2020, com os termos de busca restritos ao título do trabalho, garantindo precisão temática. Os dados foram exportados para análise bibliométrica e construção de redes semânticas no software VOSviewer. Os resultados revelaram um crescimento progressivo das publicações a partir de 2005, com destaque para países como Itália, Estados Unidos, Reino Unido, Espanha e Brasil. A análise das palavras-chave identificou clusters temáticos associados a técnicas de sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e métodos de análise espacial, refletindo a integração entre geomorfologia e geotecnologias. As redes de colaboração internacional demonstraram interações entre pesquisadores de diferentes regiões, sem isolamentos significativos. Conclui-se que o mapeamento geomorfológico se mantém como uma área científica em expansão, com especialização metodológica e aplicações diversificadas, desde a gestão ambiental até a prevenção de riscos naturais.

Palavras-chave: Caminhos de pesquisa; Redes semânticas; Análise temporal.

Abstract: *Bibliometric research is currently a valuable means of investigation. Its use to evaluate research on geomorphological mapping can indicate the characteristics and paths followed by this theme. In this sense, the present study aims to analyze, over time, the scientific publications indexed in the Scopus database that address methodologies related to geomorphological mapping in the last three decades (1990-2020), highlighting the different applications and importance of the theme. The Scopus platform was used for data collection, applying search strategies that included synonyms of the term "geomorphological mapping" combined by the Boolean operator OR. The sample was filtered by articles published between 1990 and 2020, with the search terms restricted to the title of the work, ensuring thematic precision. The data were exported for bibliometric analysis and construction of semantic networks in the VOSviewer software. The results revealed a progressive growth in publications from 2005 onwards, with emphasis on countries such as Italy, the United States, the United Kingdom, Spain and Brazil. The analysis of keywords identified thematic clusters associated with remote sensing techniques, Geographic Information Systems (GIS) and spatial analysis methods, reflecting the integration between geomorphology and geotechnologies. International collaboration networks demonstrated interactions between researchers from different regions, without significant isolation. It is concluded that geomorphological mapping remains a growing scientific area, with methodological specialization and diverse applications, from environmental management to natural hazard prevention.*

Keywords: Research paths; Semantic networks; Temporal analysis.

1. Introdução

A análise bibliométrica constitui-se como uma ferramenta valiosa para a investigação científica, permitindo a mensuração e avaliação da atividade acadêmica por meio de métodos quantitativos. O crescente uso dessa abordagem deve-se, em grande parte, à ampla disponibilização de fontes e recursos digitais, que possibilitam a manipulação estatística de grandes volumes de dados (LIMA *et al.*, 2010). Nesse contexto, a bibliometria surge como uma alternativa promissora para identificar e analisar padrões no conjunto de publicações científicas, oferecendo insights sobre tendências e impactos de pesquisas em diversas áreas do conhecimento (ANDRADE e FILHO, 2019).

No âmbito das Geociências, a geomorfologia desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento seguro, econômico e sustentável do planeta Terra (GRIFFITHS *et al.*, 2011). O estudo do relevo e de suas características é essencial para o planejamento e a gestão ambiental, uma vez que fornece subsídios para a compreensão dos processos naturais e antrópicos que moldam a paisagem (CUNHA e QUEIROZ, 2012). Dentro desse escopo, o mapeamento geomorfológico destaca-se como um método amplamente utilizado para examinar os processos superficiais da crosta terrestre e a evolução da paisagem em diferentes contextos ambientais (CHANDLER *et al.*, 2018). Essa abordagem envolve a aplicação de técnicas como sensoriamento remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e análises morfométricas, que permitem a delimitação de unidades espaciais com base em critérios morfológicos, genéticos e topológicos (BISHOP *et al.*, 2012).

No entanto, a representação cartográfica do relevo enfrenta desafios relacionados à taxonomia e à padronização. A variedade de propostas metodológicas para a classificação e representação de feições geomorfológicas tem resultado em uma diversidade de simbologias e hachuras, muitas vezes incompatíveis entre diferentes abordagens (ROSS, 2011; SOUZA e CUNHA, 2013). Essa falta de uniformidade reflete a complexidade do mapeamento geomorfológico, que deve integrar múltiplos critérios, como forma, processo, composição e temporalidade, para garantir a precisão e a utilidade das representações cartográficas (BISHOP *et al.*, 2012).

Nas últimas décadas, o desenvolvimento de novas tecnologias, como o sensoriamento remoto e os SIG, tem impulsionado discussões sobre metodologias de mapeamento geomorfológico, ampliando suas aplicações e relevância (SILVA, 2021). Esses avanços permitiram a utilização do mapeamento geomorfológico em contextos variados, desde a análise de formas glaciais até a gestão de riscos ambientais, consolidando sua importância tanto para a pesquisa acadêmica quanto para o planejamento territorial (CHANDLER *et al.*, 2018; GONZÁLEZ *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, torna-se fundamental analisar como a temática do mapeamento geomorfológico tem evoluído no contexto das pesquisas mundiais. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar temporalmente as publicações científicas, indexadas em base de dados, relacionadas ao mapeamento geomorfológico nas últimas três décadas (1990-2020). Busca-se compreender a evolução global dessa temática, destacando as principais aplicações, tendências metodológicas e a importância do mapeamento geomorfológico em diferentes contextos ambientais e geográficos. Além disso, o estudo visa identificar os países, autores e instituições mais produtivos, bem como as redes de colaboração internacional, contribuindo para uma visão abrangente do estado da arte dessa área de pesquisa.

2. Materiais e métodos

Para a realização da análise bibliométrica, foi utilizada a plataforma Scopus, base de dados desenvolvida pela editora Elsevier. Reconhecida como uma das maiores e mais abrangentes bases de dados científicos do mundo, a Scopus indexa periódicos de diversas áreas do conhecimento, com artigos publicados a partir de 1966 (FALAGAS *et al.*, 2008). Sua ampla cobertura e ferramentas de análise a tornam ideal para investigações bibliométricas, permitindo uma avaliação detalhada da produção científica em nível global. Ressalta-se, no entanto, que os resultados apresentados neste estudo se referem exclusivamente aos artigos indexados nessa plataforma.

A primeira etapa da pesquisa consistiu na definição dos termos de busca, que foram selecionados com base na variabilidade terminológica associada ao mapeamento geomorfológico no campo científico. Para garantir a abrangência da busca, utilizou-se o operador booleano “OR” para incluir sinônimos e termos relacionados, como “geomorphological mapping”, “relief mapping” e “morphological mapping”. A escolha desses termos justifica-se pela necessidade de capturar a diversidade de abordagens e nomenclaturas utilizadas na literatura, uma vez que o mapeamento geomorfológico pode ser referido de diferentes formas, dependendo do contexto e da aplicação (BISHOP *et al.*, 2012; CHANDLER *et al.*, 2018).

Os termos de busca foram definidos da seguinte forma: < "geomorphological mapping" OR "geomorphological map" OR "geomorphological compartmentation" OR "relief mapping" OR "relief map" OR "relief compartmentation" OR "morphological mapping" OR "morphological map" OR "geomorphological assessments" OR "geomorphological cartography" OR "geomorphological survey" OR "topographical map" OR "topographical mapping" >. A utilização de múltiplos sinônimos visa abranger a pluralidade de abordagens metodológicas e aplicações do mapeamento geomorfológico, garantindo que a busca seja representativa da produção científica sobre o tema.

Em seguida, realizou-se a filtragem temporal da amostra, delimitando o período de busca entre os anos de 1990 e 2020. Essa escolha permite analisar a evolução das publicações sobre mapeamento geomorfológico ao longo de três décadas, capturando tendências e mudanças metodológicas ao longo do tempo. Para garantir a relevância dos resultados, optou-se por buscar os termos exclusivamente no título dos trabalhos. Essa estratégia aumenta a precisão da amostra, uma vez que termos como "mapeamento geomorfológico" e seus sinônimos podem aparecer em palavras-chave, resumos ou corpos de texto sem que o artigo trate especificamente do tema em questão (FALAGAS *et al.*, 2008).

Os resultados da busca no Scopus foram exportados em formato CSV, contendo informações detalhadas sobre cada documento, como título, autores, afiliações, país de publicação, ano, resumo, DOI e número de citações. Essa etapa permitiu a organização dos dados em planilhas, facilitando a análise das características gerais da amostra e das principais aplicações do mapeamento geomorfológico abordadas nos periódicos científicos.

Para a análise das redes semânticas, utilizou-se o software VOSviewer (versão 1.6.17), desenvolvido pela Universidade de Leiden. Essa ferramenta é amplamente reconhecida por sua capacidade de visualizar e analisar padrões de coocorrência de termos, autores e instituições em grandes conjuntos de dados bibliométricos (ECK e WALTMAN, 2010). No presente estudo, as redes semânticas foram construídas com base nas palavras-chave dos artigos, nos países de publicação e nos autores mais citados, permitindo identificar clusters temáticos e padrões de colaboração internacional. Foram estabelecidos os seguintes parâmetros para a análise: palavras-chave que apareceram em pelo menos cinco artigos, países com pelo menos duas citações e autores e instituições com maior número de publicações. Além disso, foram extraídos dados estatísticos diretamente da plataforma Scopus, incluindo gráficos sobre a evolução temporal das publicações, os países mais produtivos, os autores mais citados e as instituições de maior destaque. Esses dados complementaram a análise das redes semânticas, fornecendo uma visão abrangente da produção científica sobre mapeamento geomorfológico nas últimas três décadas.

A utilização de redes semânticas como ferramenta de análise bibliométrica é particularmente relevante para este estudo, pois permite identificar padrões e tendências na produção científica que não seriam evidentes em uma análise tradicional. Ao agrupar termos, autores e países em clusters, é possível visualizar as conexões entre diferentes abordagens metodológicas, aplicações e redes de colaboração, contribuindo para uma compreensão mais profunda do estado da arte do mapeamento geomorfológico (ECK e WALTMAN, 2010; ANDRADE e FILHO, 2019).

3. Resultados e discussões

As pesquisas científicas em mapeamento geomorfológico têm sido aplicadas em diferentes contextos e perspectivas, refletindo sua flexibilidade metodológica e sua relevância para diversas áreas do conhecimento. Entre as principais aplicações, destacam-se a caracterização do relevo em regiões montanhosas (GONZÁLEZ *et al.*, 2020), a prevenção de desastres naturais, como escorregamentos de encostas (QUESADA *et al.*, 2016), e a análise da evolução do relevo, contribuindo para o planejamento e ordenamento territorial (SILVA *et al.*, 2020). Além disso, o mapeamento geomorfológico tem sido utilizado para quantificar mudanças antropogênicas na paisagem, uma vez que a cartografia geomorfológica dinâmica permite representar diferentes estágios de ocupação e transformação do relevo (NETO *et al.*, 2017; CHIRICO *et al.*, 2020). Outra aplicação relevante é o mapeamento de ambientes costeiros (SILVA e REHBEIN, 2018; GUIMARÃES *et al.*, 2020) e de ambientes terrestres e marinhos (PRAMPOLINI *et al.*, 2017).

Estudos também têm empregado o mapeamento geomorfológico para a análise de formas glaciais, fornecendo dados essenciais para pesquisas orientadas a processos e reconstruções paleoglaciológicas (NIEUWENDAM *et al.*, 2016; SCHMID *et al.*, 2017; CHANDLER *et al.*, 2018; PETSCHE *et al.*, 2020). A metodologia tem sido igualmente útil para extrair informações sobre conjuntos de juntas verticais, padrões de afloramento rochoso e processos de intemperismo (CHELLI *et al.*, 2016; MICHNIEWICZ *et al.*, 2020), além

de subsidiar a conservação do patrimônio geomorfológico (VON AHN e SIMON, 2017) e a análise de padrões em sítios arqueológicos (GIOIA *et al.*, 2016), entre outras aplicações.

Ao analisar o gráfico de publicações sobre mapeamento geomorfológico no período de 1990 a 2020 (**Figura 1**), verifica-se que, durante a década de 1990 e o início dos anos 2000, o número de publicações com a temática em seus títulos era comparativamente baixo. Aparentemente, houve uma tendência de declínio no uso da metodologia ao longo da década de 1990. No entanto, a partir de 2005, observou-se uma mudança nessa tendência, com um aumento no número de documentos publicados, embora com flutuações ao longo dos anos seguintes. Esses dados indicam uma variabilidade na produção científica sobre o tema, indicando que o mapeamento geomorfológico não segue um padrão ou meta específica de publicações.

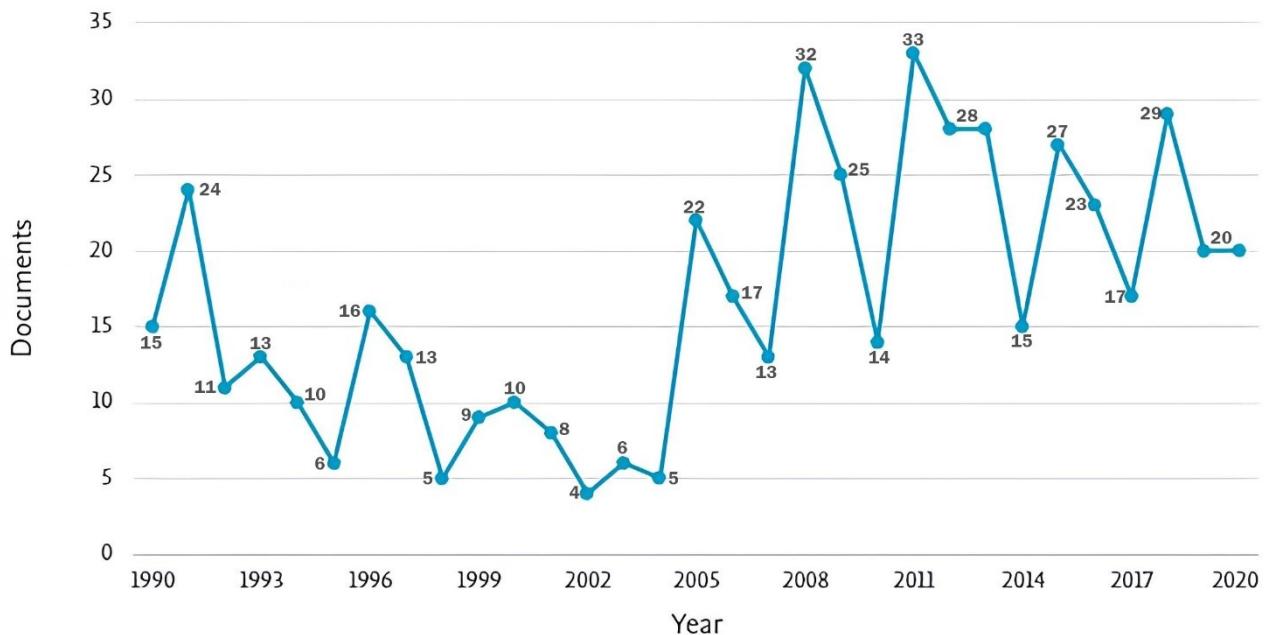


Figura 1: Evolução temporal das publicações em periódicos científicos com a temática Mapeamento Geomorfológico. Observa-se um maior aumento das publicações no começo do ano de 2005. Fonte: Scopus (2023).

As análises das palavras-chave por meio de redes semânticas organizadas em clusters (agrupamentos) (**Figura 2**) permitiram compreender os principais recursos e técnicas utilizados nas pesquisas sobre mapeamento geomorfológico. A maioria das palavras em destaque refere-se a procedimentos técnicos e metodológicos, revelando as tendências e abordagens predominantes na área. No cluster vermelho, destacam-se termos como morfometria, análise de imagens e método de mapeamento, indicando uma forte ênfase em técnicas quantitativas e no uso de imagens para a caracterização do relevo. No cluster azul escuro, observam-se palavras-chave como cartografia, dados de satélite e fotografia aérea, que evidenciam a importância de ferramentas de aquisição e processamento de dados espaciais. No cluster lilás, o termo sensoriamento remoto aparece como central, reforçando sua relevância para o mapeamento geomorfológico.

Por fim, no cluster verde, destacam-se termos como Sistema de Informação Geográfica (SIG), declividade e modelo digital de elevação (MDE), que refletem a aplicação de geotecnologias para a análise e representação do relevo. Esses resultados demonstram que o mapeamento geomorfológico tem sido amplamente apoiado por técnicas de geoprocessamento, com destaque para o uso de sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica e métodos de análise espacial. A presença dessas palavras-chave nos clusters reforça a integração entre a geomorfologia e as geotecnologias, que têm se mostrado fundamentais para a segmentação, medição e classificação de formas de relevo de maneira objetiva e eficiente (NAPIERALSKI *et al.*, 2013). Comparando com estudos similares, como o de Liu *et al.* (2022), que analisou a produção científica em geomorfologia entre 1981 e 2021, observa-se uma convergência no crescimento do uso de geotecnologias, como sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para mapeamento geomorfológico.

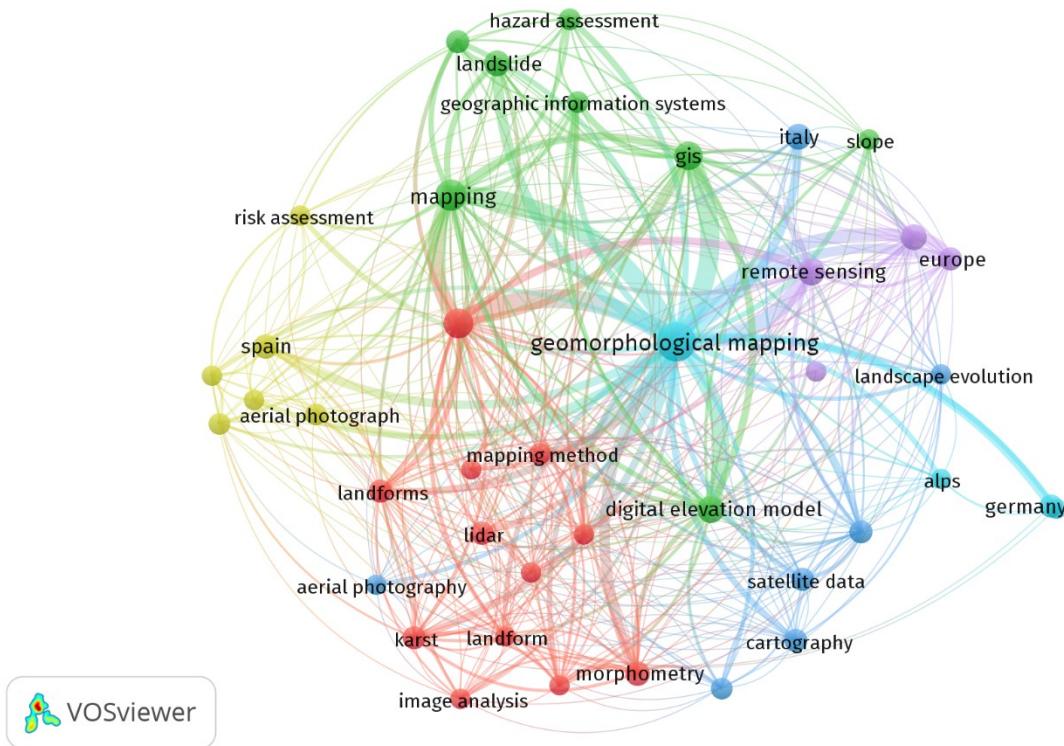


Figura 2: Principais palavras-chave das últimas três décadas (1990-2020) dos periódicos científicos com a temática de mapeamento geomorfológico. Observa-se a presença de 6 clusters em diferentes cores que mantêm relações de correspondência. Fonte: Scopus (2023)

Por sua vez, os metadados de publicações organizados por países com a temática mapeamento geomorfológico (Figura 3) revelam os países que mais publicaram o tema nas três últimas décadas (1990-2020). Nesse contexto, em primeiro lugar aparece a Itália com mais de 60 documentos. Em seguida, temos os Estados Unidos com mais de 50, seguido do Reino Unido, Espanha e Brasil. No caso da Itália, observa-se que a cartografia geomorfológica atingiu níveis de alto valor científico para a análise da paisagem e no retorno de dados territoriais corretos do ponto de vista dimensional, além de fornecer as informações geomorfológicas necessárias para diversos setores científicos (MASELLA, 2007). Nos Estados Unidos, a Geomorfologia destaca-se desde os tempos de William Morris Davis com a concepção do ciclo geográfico e sistematização do estudo do relevo (MONTEIRO, 2001). Em comparação com estudos anteriores, como o de Dal Pai *et al.* (2022), que analisou a produção científica em geomorfologia, observa-se que o Brasil tem aumentado sua participação no cenário internacional, embora ainda em menor volume que os países líderes. Essa evolução pode ser atribuída ao crescente investimento em geotecnologias e à formação de redes de colaboração com instituições estrangeiras.

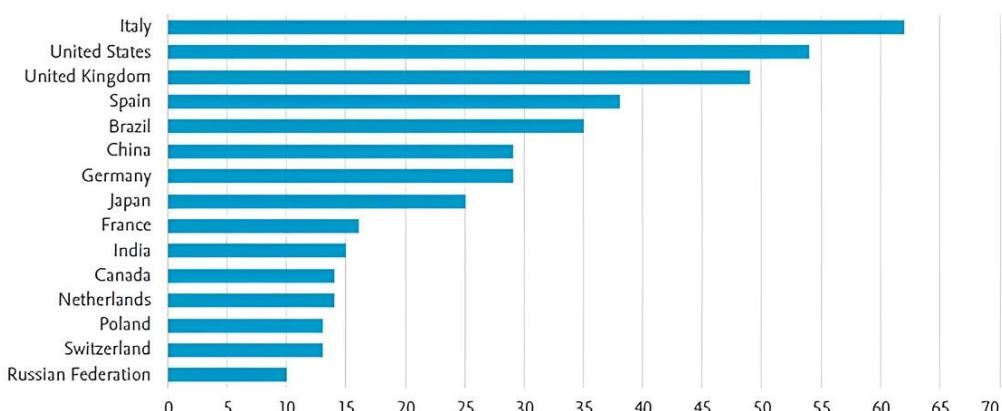


Figure 3: Número de documentos publicados por país com a temática mapeamento geomorfológico. Fonte: Scopus (2023).

As análises das redes semânticas de países mais citados por clusters (**Figura 4**) permitiram entender quais são os países que são referências do tema mapeamento geomorfológico das últimas três décadas. Nessa perspectiva, identifica-se quatro clusters de países que possuem correspondências e padrões de citações. Relacionando esse dado com a evolução temporal dos países citados (**Figura 5**), percebemos quais países eram referências nos anos 90 e 2000, e quais são referências recentes no tema. Adicionalmente, a análise desta distribuição em rede nos permite identificar as redes acadêmicas de colaboração, permitindo compreender as interações entre pesquisadores de países diferentes e suas afinidades profissionais.

De modo geral, a rede não apresentou isolamentos plenos, demonstrando uma imbricada relação entre pesquisadores de instituições da América Latina, América do Norte, Europa e Ásia, diretamente ou indiretamente. Comparando com o estudo de Liu *et al.* (2022), que analisou redes de colaboração em geomorfologia, observa-se uma semelhança no padrão de cooperação internacional, com destaque para a Europa e América do Norte como núcleos centrais. Comparando com o estudo de Dorn (2022), que analisou a produção científica em geomorfologia entre 1976 e 2000, observa-se uma semelhança de padrão de cooperação entre Estados Unidos e Europa. No entanto, este presente estudo revela uma maior diversificação geográfica, com a Itália emergindo como líder em publicações, seguida pelos Estados Unidos, Reino Unido, Espanha e Brasil.

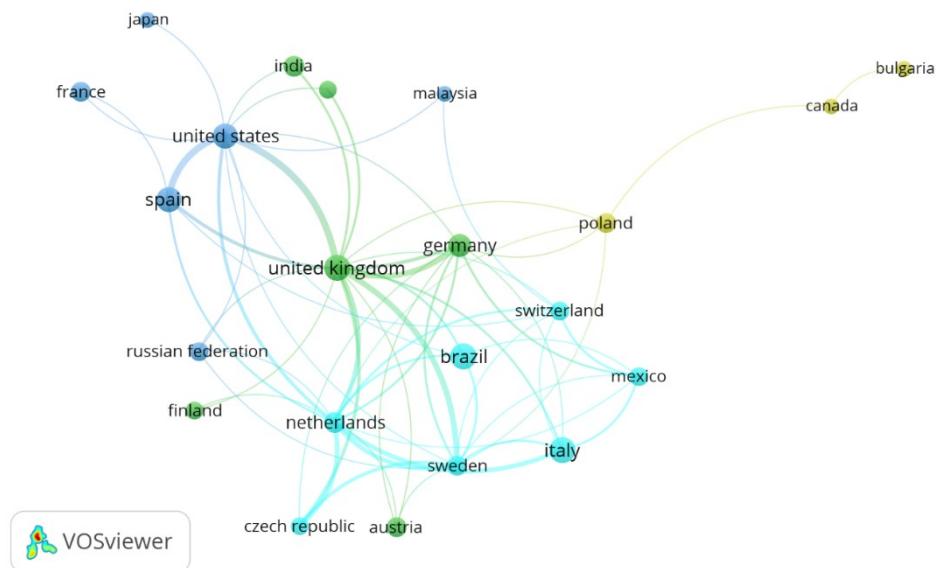


Figura 4: Redes semânticas em clusters de países mais citados em periódicos científicos com temática mapeamento geomorfológico das últimas três décadas (1990-2020). Fonte: Scopus (2023)

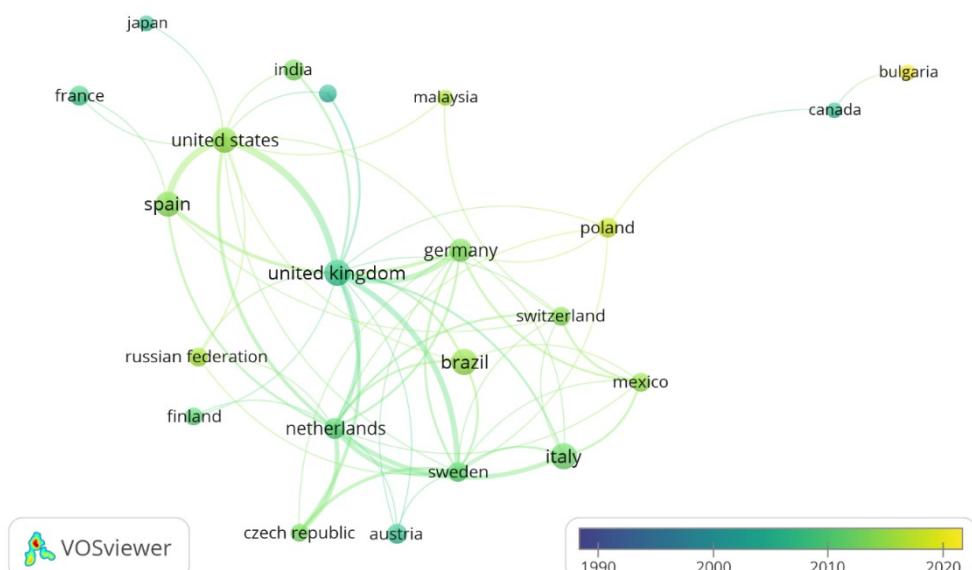


Figura 5: Evolução temporal dos países mais citados na temática Mapeamento Geomorfológico (1990-2020). Fonte: Scopus (2023).

Do ponto de vista de autores e das instituições mais recorrentes no universo amostral desta pesquisa bibliométrica (**Figuras 6 a 8**), destaca-se a obra de Gutiérrez (6 documentos), da Universidade de Zaragoza, refletindo os números de destaque relacionados com a produção oriunda da Espanha (20 documentos). Na sequência, o destaque fica para os trabalhos de Seijmonsbergen, com 5 documentos dentro da amostra em questão, docente na Universiteit van Amsterdam (Holanda). De forma subordinada, três autores se destacam com 4 documentos: Carbonel (Espanha, Universidade de Zaragoza), Smith (Inglaterra, University London) e Oliveira (Brasil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul). O destaque desses nomes reverbera e evidencia as instituições de referência, ao menos do ponto de vista quantitativo da produção acadêmica, dentro da amostra em questão: Universidad de Zaragoza (7 documentos, Espanha), Università di Padova (5 documentos, Itália), Universiteit van Amsterdam (5 documentos, Holanda), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (5 documentos, Brasil), Consiglio Nazionale delle Ricerche (5 documentos, Itália) e Kingston University (5 documentos, Reino Unido).

A presença da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) entre as instituições mais produtivas reflete o papel do Brasil no cenário internacional, embora ainda em menor escala comparado aos países líderes. Essa tendência é corroborada por estudos como o de Silva *et al.* (2021), que destacam o crescimento da produção científica brasileira em geomorfologia, especialmente nas áreas de mapeamento costeiro e análise de processos erosivos.

Apesar do universo amostral específico desta análise, pode-se considerar esses artigos, autores, países e instituições como a principal frente de trabalho na temática do mapeamento geomorfológico, o correspondente aos “colégios invisíveis” — uma produtiva rede de interações entre grupos independentes de pesquisadores, de diversas universidades e nacionalidades, que têm grande produção e influência em um determinado campo científico (GUEDES, 2012). Comparando com o estudo de Bishop *et al.* (2012), que analisou o mapeamento geomorfológico em escala global, observa-se uma tendência semelhante de integração entre técnicas tradicionais e tecnologias avançadas, com destaque para a aplicação de modelos digitais de elevação (MDE) e análise de dados espaciais.

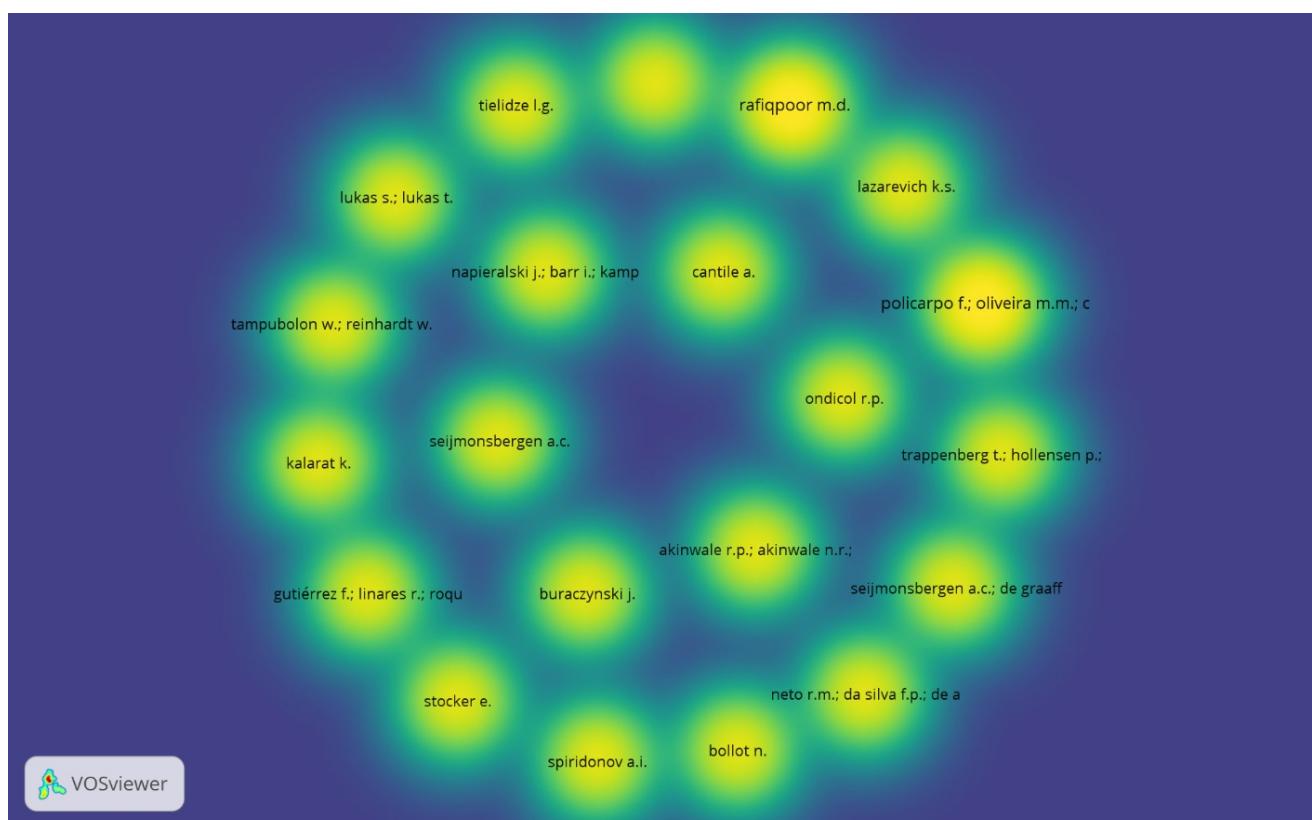


Figura 6: Densidade de autores mais citados. Fonte: Scopus (2023).

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.

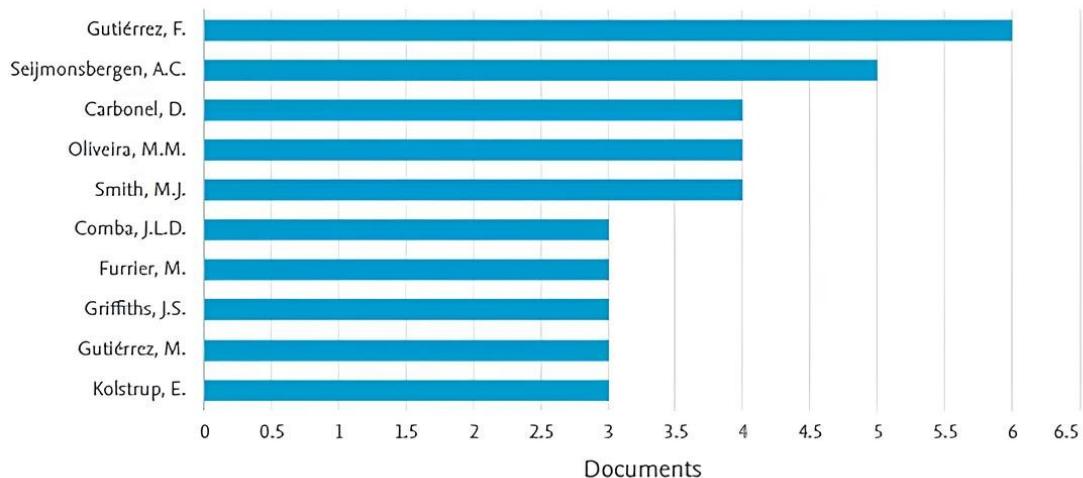


Figura 7: Autores com maiores volumes de publicações das últimas três décadas em mapeamento geomorfológico. Fonte: Scopus (2023).

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations.

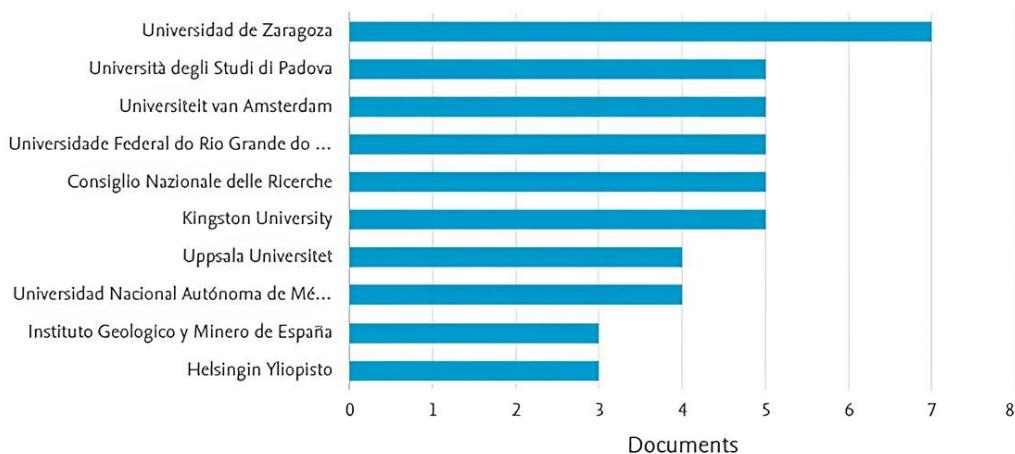


Figura 8: Instituições com maiores números de publicações na temática mapeamento geomorfológico. Fonte: Scopus (2023).

4. Conclusão

A análise bibliométrica realizada neste estudo permitiu compreender a evolução das pesquisas sobre mapeamento geomorfológico nas últimas três décadas (1990-2020), com base em artigos indexados na plataforma Scopus. Os resultados evidenciaram que a temática tem se consolidado como uma área de pesquisa dinâmica e em expansão, com aplicações diversificadas e uma base metodológica cada vez mais robusta, impulsionada pelo uso de geotecnologias como sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e modelos digitais de elevação (MDE). Essas ferramentas têm permitido a segmentação, medição e classificação de formas de relevo de maneira objetiva e eficiente.

Em termos de produção científica, a Itália emergiu como o país com maior número de publicações, seguida pelos Estados Unidos, Reino Unido, Espanha e Brasil. A liderança da Itália reflete o alto valor científico de sua cartografia geomorfológica, que tem sido amplamente aplicada para a análise da paisagem e o fornecimento de dados precisos para diversos setores científicos (MASELLA, 2007). Já os Estados Unidos

mantém sua tradição na geomorfologia, consolidada desde os trabalhos pioneiros de William Morris Davis (MONTEIRO, 2001). No caso do Brasil, observou-se um crescimento significativo na produção científica, especialmente em áreas como mapeamento costeiro e análise de processos erosivos, embora ainda em menor volume comparado aos países líderes.

As redes de colaboração internacional, analisadas por meio de redes semânticas, revelaram a existência de quatro clusters principais, com interações entre pesquisadores da Europa, América do Norte, América Latina e Ásia. Essa configuração demonstra a natureza globalizada da produção científica em mapeamento geomorfológico, com destaque para a Europa e América do Norte como núcleos centrais de colaboração. A ausência de isolamentos plenos entre os grupos reforça a importância das redes acadêmicas e das parcerias internacionais para o avanço do conhecimento nessa área.

Do ponto de vista dos autores e instituições mais produtivos, destacaram-se Gutiérrez (Universidade de Zaragoza, Espanha) e Seijmonsbergen (Universiteit van Amsterdam, Holanda), seguidos por Carbonel (Espanha), Smith (Reino Unido) e Oliveira (Brasil). A presença da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) entre as instituições mais produtivas reflete o papel crescente do Brasil no cenário internacional, embora ainda haja espaço para maior integração e investimento em pesquisas nessa área. Esses resultados corroboram a noção de “colégios invisíveis” — redes de colaboração entre pesquisadores de diferentes instituições e nacionalidades que exercem grande influência em um determinado campo científico (GUEDES, 2012).

Em síntese, este estudo demonstrou que o mapeamento geomorfológico continua a se consolidar como uma área de pesquisa relevante e em expansão, com aplicações diversificadas e uma base metodológica cada vez mais robusta. A análise bibliométrica não apenas revelou os principais atores e tendências globais, mas também destacou a importância das colaborações internacionais e do uso de tecnologias avançadas para o avanço do conhecimento nesse campo. Além disso, a comparação com outros trabalhos e a análise da produção brasileira evidenciam o papel crescente do Brasil no cenário internacional, embora ainda haja espaço para maior integração e investimento em pesquisas nessa área. Esses achados reforçam a necessidade de continuar explorando o potencial do mapeamento geomorfológico para o planejamento territorial, a gestão ambiental e a prevenção de desastres naturais em diferentes contextos geográficos.

Referências

- ANDRADE, F.M.; FILHO, A.P.Q. Boletim Paulista de Geografia (1949-2018): uma abordagem bibliométrica. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 23, n. 2, p. 375-393, 2019. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2019.157649.
- BISHOP, M. P.; JAMES, L. A.; SHRODER, J. F. Geospatial Technologies and Digital Geomorphological Mapping: Concepts, Issues and Research. **Geomorphology**, v. 137, n. 1, 5-26, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.06.027>.
- CHANDLER, B.M.P. et al. Glacial geomorphological mapping: A review of approaches and frameworks for best practice. **Earth-Science Reviews**, v. 185, p. 806–846, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.07.015>.
- CHELLI, A. et al. Large-scale geomorphological mapping as a tool to detect structural features: the case of Mt. Prinzera ophiolite rock mass (Northern Apennines, Italy). **Journal of Maps**, v. 12, n. 5, p. 770–776, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1072115>.
- CHIRICO, P. G. et al. Geomorphological mapping and anthropogenic landform change in an urbanizing watershed using structure-from-motion photogrammetry and geospatial modeling techniques. **Journal of Maps**, p. 241–252, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1746419>.
- CUNHA, C. M. L.; QUEIROZ, D. S. A cartografia geomorfológica de detalhe: Uma proposta visando à multidisciplinaridade. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 7, p. 22-45, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/5339>. Acesso em 01 dez. 2024.
- DAL PAI, M. O.; SALGADO, A. A. R.; MARTINS, F. P. Geomorfologia Brasileira: Análise bibliométrica da produção de alto impacto no quinquênio entre 2016-2020. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 3, p. 1753–1765, 2022. DOI: <https://10.20502/rbg.v23i3.2163>.

DORN, R.I. Analysis of geomorphology citations in the last quarter of the 20th century. **Earth Surf. Processes and Landforms**, v. 27, n. 6, 667-672, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/esp.345>.

ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

FALAGAS, M. E. et al. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB Journal**, v. 22, n. 2, p. 338-342, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>.

GIOIA, D. et al. A geoarchaeological study of the metaponto coastal belt, southern Italy, based on geomorphological mapping and gis-supported classification of landforms. **Geografia Fisica e Dinamicca Quaternaria**, v. 39, n. 2, p. 137-148, 2016. DOI: 10.4461/GFDQ.2016.39.13.

GONZÁLEZ, M. B. et al. Geomorphological mapping and landforms characterization of a high valley environment in the Chilean Andes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 104, p. 102918, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102918>.

GRIFFITHS, J. S.; SMITH, M. J.; PARON, P. Introduction to Applied Geomorphological Mapping. In: **Developments in Earth Surface Processes**. v. 15, p. 3-11, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00001-X>.

GUIMARÃES, U.S. et al. Cosmo-SkyMed and TerraSAR-X datasets for geomorphological mapping in the eastern of Marajó Island, Amazon coast. **Geomorphology**, v. 350, p. 106934, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106934>.

GUEDES, V.L.S. A bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura. **Ponto de Acesso**, v. 6, n. 2, p. 74-109, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaaci/article/view/5695>. Acesso em 30 mar. 2022.

LIMA, R. A.; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L.; Análise Bibliométrica da Atividade Científica da Embrapa Solos (1975-2009). **Embrapa Solos**, 1º ed. 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/880986>. Acesso em 02 mar. 2022.

LIU, Z. et al. Quantitative Analysis of Tectonic Geomorphology Research Based on Web of Science from 1981 to 2022. **Remote Sensing**, v. 14, n. 20, 5227, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14205227>.

MASELLA, G. Carta Geomorfologica d'Italia 1:50.000 - Guida alla Rappresentazione Cartografica. In: **ISPRA**, Quaderni Serie III, v. 10, 2007. Disponível em: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi/carta-geomorfologica-ditalia-1-50-000-guida-all-a>. Acesso em 02 mar. 2022.

MICHNIEWICZ, A.; JANCEWICZ, K.; MIGONÍ, P. Large-scale geomorphological mapping of tors – Proposal of a key and landform interpretation. **Geomorphology**, v. 357, p. 107106, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107106>.

MONTEIRO, C.A.F. William Morris Davis e a teoria geográfica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 01-20, 2001. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v2i1.4>.

NAPIERALSKI, J. et al. 3.8 Remote Sensing and GIScience in Geomorphological Mapping. In: **Treatise on Geomorphology**. Elsevier, v. 3, p. 187-227. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00050-6>.

NETO, R.M.; et al. A Espacialidade do Relevo em Paisagens Transformadas e sua Representação: Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Rio Paraibuna, Sudeste de Minas Gerais. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 41, p. 65-81, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v41i0.49186>.

NIEUWENDAM, A. et al. Postglacial Landscape Changes and Cryogenic Processes in the Picos de Europa

(Northern Spain) Reconstructed from Geomorphological Mapping and Microstructures on Quartz Grains. **Permafrost and Periglacial Processes**, v. 27, n. 1, p. 96–108, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppp.1853>.

PETSCH, C. et al. O Uso de Métodos de Mapeamento Automático de Relevo para Análise de Formas Glaciais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i2.1771>.

PRAMPOLINI, M. et al. Geomorphological mapping of terrestrial and marine areas, northern Malta and Comino (central Mediterranean Sea). **Journal of Maps**, v. 13, n. 2, p. 457–469, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2017.1327507>.

QUESADA, J. F. A.; LEGORRETA PAULÍN, G.; LUGO HUBP, J.; UMAÑA ROMERO, J.; LEGORRETA CUEVAS, H. A. Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México. **Investigaciones Geográficas**, v. 91, p. 43-55, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14350/ig.46503>.

ROSS, J. L. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Rev. Dep. de Geografia**, v. 6, p. 17–19, 2011. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>.

SCHMID, T. et al. Geomorphological mapping of ice-free areas using polarimetric RADARSAT-2 data on Fildes Peninsula and Ardley Island, Antarctica. **Geomorphology**, v. 293, p. 448–459, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.09.031>.

SILVA, A. R. E.; REHBEIN, M. O. Análise e Mapeamento Geomorfológico da Área de Influência da Planície Costeira de Pelotas (Rio Grande do Sul, Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v19i3.1342>.

SILVA, B. F.; SILVEIRA, A.; BARBOSA, M. I. M. Cartografia Geomorfológica Aplicada à Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Brejão, Município de Nova Ponte (MG): Indicativos da Evolução do Relevo e Contribuições ao Planejamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, n. 3, p. 474–489, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv72n3-53365>.

SILVA, T. M. Raízes dos Mapeamentos Geomorfológicos e perspectivas atuais. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/57380>. Acesso em 01 dez. 2024.

SOUZA, T. A.; CUNHA, C.M.L. Análise da aplicação de técnicas de mapeamento geomorfológico: o litoral Sul paulista como estudo de caso. **CLIMEP**, v. 8, n. 2, p. 1-27, 2013. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/7397>. Acesso em 01 dez. 2024.

VON AHN, M. M.; SIMON, A. L. H. Geomorphological Mapping and Geodiversity: Study at The Minas do Camaquã Geosite Protection Area (Brazil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v18i2.1137>.



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhamentoIgual* (CC BY-NC-SA).