

Panorama mundial de Inselbergs: Uma análise bibliométrica

Borges Neto, I.O. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ) ; Santos, L.J.C. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ) ; Souza, J.J.L.L. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA) ; Souza, B.I. (UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA) ; Xavier, R.A. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA)

RESUMO

Os inselbergs são feições de relevo que se destacam nas paisagens e apresentam condições edáficas e microclimáticas extremas, servindo muitas vezes de refúgio para flora e fauna. Eles ocorrem em uma ampla gama de climas e biomas, além de deterem alto valor científico, ecológico, cultural, paisagístico e econômico. Baseado na importância desses relevos, realizamos uma análise bibliométrica para identificar o panorama global da produção científica acerca dos inselbergs. O levantamento ocorreu na plataforma Scopus, em todo o período amostral disponível. Os dados foram trabalhados no software Microsoft Excel, e para a elaboração da nuvem de palavras utilizamos a plataforma Fluorish. Os resultados revelaram um crescimento nas publicações que remetem aos inselbergs a partir do período 1983-92. Os campos científicos da botânica e da geomorfologia são os que predominam. Sugerimos que estudos futuros utilizem análises de cocitação e coautoria para identificar um fluxo acadêmico mais detalhado.

PALAVRAS CHAVES

Inselberg; Botânica; Geomorfologia; Análise bibliométrica; Refúgio

ABSTRACT

Inselbergs are landforms that stand out in landscapes and present extreme edaphic and microclimatic conditions, often serving as a refuge for flora and fauna. They occur in a wide range of climates and biomes, in addition to having high scientific, ecological, cultural, scenic and economic value. Based on the importance of these landforms, we carried out a bibliometric analysis to identify the global panorama of scientific production about inselbergs. The survey took place on the Scopus platform, throughout the available sample period. The data were processed using Microsoft Excel software, and the Fluorish platform was used to create the word cloud. The results revealed an increase in publications referring to inselbergs from the period 1983-92 onwards. The scientific fields of botany and geomorphology predominate. We suggest that future studies use co-citation and co-authorship analyzes to identify a more detailed academic flow.

INTRODUÇÃO

O termo “inselberg” – de origem alemã – foi criado pelo pesquisador Wilhelm Bornhardt, em 1900, para descrever as abruptas elevações rochosas, isoladas, encontradas nas extensas planícies da Namíbia, África (LIMA et al., 2009). Segundo Bastos et al. (2021) essas feições são formadas por rochas mais resistentes ao intemperismo, geralmente oriunda de litologias graníticas e gnáissicas (POREMSKY; BARTHLOTT, 2000), correspondendo a massas rochosas escarpadas, com morfologias côncavo-convexas, isoladas ou agrupadas, que afloram em superfícies erosivas (MIGOÑ, 2006; RODRIGUES; MAIA; GOMES, 2019). Migoñ (2006) e Twidale (1982; 2002) reforçam ainda que, os inselbergs ocorrem predominantemente em ambientes tropicais/subtropicais sob contextos climáticos que variam do semiárido ao árido, cuja evolução está associada à alternância de fases de aplainamento (MILLOT, 1977; RODRIGUES; MAIA; GOMES, 2019). Normalmente, os inselbergs apresentam limites nítidos, onde as condições pedológicas (BURKE, 2002), geomorfológicas (MIGOÑ, 2006; TWIDALE, 1982; 2002), ecológicas (POREMSKI, 2007) e hidrológicas (LUNGUINHO, 2018) se diferem bastante com a de seus arredores (BURKE, 2001; 2019; SCHUT et al., 2014). Tais atributos favorecem a ocorrência de ecossistemas altamente especializados e/ou endêmicos (KULKARNI et al., 2022; YATES et al., 2019). Dependendo da escala de análise, é possível considerar os inselbergs como “ilhas de habitats” (POREMSKY; BARTHLOTT, 2000) ou “ilhas terrestres” (LIMA et al., 2009). Essas áreas são conhecidas pela topografia íngreme e até escarpada e de difícil ocupação humana para o desenvolvimento de suas atividades apresentando baixos níveis de interações bióticas, que

fornecem locais mais estáveis e seguros às espécies nativas e/ou endêmicas (POREMSKI; BARTHLOTT, 2000) ou possibilitam a ocorrência de espécies azonais (BURKE, 2001), ou seja, funcionam como verdadeiros refúgios para a fauna e flora (BURKE, 2001, 2002; 2003; 2019; FITZSIMONS; MICHAEL, 2017; KEPPEL et al., 2012). Baseado nas características paisagísticas icônicas e na importância exercida para proteção e manutenção de ecossistemas raros/especializados, realizamos um levantamento bibliométrico para compreender o panorama mundial da produção acadêmica acerca dos inselbergs.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização da análise bibliométrica, utilizamos a plataforma Scopus (<https://www.scopus.com>). Essa plataforma é o maior banco de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares, com ferramentas bibliométricas para acompanhar, analisar e visualizar a pesquisa. Empregamos o termo “inselberg*”, nos campos do título, resumo e palavras-chave (TITLE-ABS-KEY) das produções existentes na plataforma. Consideramos todos os registros encontrados, sem fazer qualquer processo de triagem/elegibilidade, ou seja, foram incluídos todos os registros que de alguma forma fizessem menção ao termo de busca definido, conforme os critérios pré-estabelecidos. Também utilizamos todo o período amostral disponível, exceto o ano de 2023. As primeiras buscas ocorreram em janeiro e, atualizadas em março do corrente ano. Todas as informações bibliométricas (tipos de documentos, língua, autores, periódicos, países/territórios, áreas temáticas, além da evolução temporal das publicações) foram importadas em formato csv para o software Microsoft Excel 365, visando facilitar a organização e contabilidade dos dados bibliométricos. Também elaboramos uma nuvem de palavras “word cloud” na plataforma da Flourish* (<https://flourish.studio>), para identificar a predominância dos conceitos modais presentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram encontrados 883 registros, divididos em artigos (795 - 90,0%), capítulos de livro (36 - 4,1%), revisões (22 - 2,5%), trabalhos em eventos (20 - 2,3%), cartas (5 - 0,6%), notas (3 - 0,3%), livro (1 - 0,1%) e breve pesquisa (1 - 0,1%). Sobre a língua da escrita, o inglês é amplamente mais utilizado (762 - 86,3%), depois temos o português (36 - 3,6%), francês (21 - 2,4%), alemão (19 - 2,2%), espanhol (14 - 1,6%), polonês (10 - 1,1%), russo (7 - 0,8%), italiano (4 - 0,5%), húngaro (2 - 0,2%), chinês (1 - 0,1%) e sueco (1 - 0,1%). A ampla predominância de documentos em formato de artigos e da língua dominante já era esperada, pois são os meios mais utilizados mundialmente para divulgação do conhecimento científico (FUZA, 2017). Por meio da distribuição temporal da produção acadêmica, observamos um crescente interesse dos estudos que de alguma forma fazem referência aos inselbergs (Figura 1). Conforme mostrado na Figura 1, os trabalhos publicados a partir de 1983-92 aumentam gradualmente, representando assim um alto nível de interesse acadêmico e popularidade sobre o tema ($R^2 = 0,86$). Para se ter ideia, só na última década (2013-22) foram publicados 44,6% de todos os registros encontrados. Figura 1. Evolução temporal da quantidade de estudos. Fonte: Scopus (2023). A Figura 2 revela as listas de autores, periódicos e países/territórios mais influentes. O geomorfólogo australiano Charles Rowland Twidale é o pesquisador com maior número de publicações (40), seguido de perto pelo botânico alemão Stefan Poremski (38). O também alemão e botânico Wilhelm Barthlott e o geomorfólogo polonês Piotr Migoń compartilham a mesma quantidade de publicações (20). O primeiro brasileiro da lista é o botânico Dayvid Rodrigues Couto, contando com 17 registros. Em relação aos periódicos temos a *Phytotaxa* (31), *Geomorphology* (18), *Rodriguesia* (18), *Zootaxa* (16) e a série de livros denominada *World Geomorphological Landscapes* como os principais em números de registros. Em relação aos principais países/territórios, o Brasil destaca-se no número de publicações, contando com 237, que representam cerca de 20,7% do total. Logo em seguida temos a Alemanha (115), Estados Unidos (99), Reino Unido (87), Austrália (75) e França (69). Figura 2. Lista dos 20 principais autores (A), periódicos (B) e países/territórios (C). Fonte: Scopus (2023). Levando em consideração a formação e área temática de atuação dos principais pesquisadores e os periódicos mais procurados, percebemos que a botânica e a geomorfologia – guardada as devidas proporções e suas respectivas especificidades – são os dois campos do conhecimento mais predominantes nos estudos que retratam os inselbergs. Sabendo que a Scopus analisa a quantidade de documentos publicados por países/territórios de acordo com os órgãos e instituições em que os autores estão vinculados,

explicitamos que mesmo o Brasil não tendo os autores com maior número de publicações na lista (Figura 2), ele se destaca na quantidade de documentos publicados (237). Esse dado parece indicar que a distribuição das publicações entre pesquisadores brasileiros é mais equilibrada. A Figura 3 representa visualmente uma nuvem de palavras com as 200 palavras de maior frequência identificadas. Os resultados mostram que o conjunto de palavras-chave e/ou conceitos modais dos estudos que remetem aos inselbergs é bastante semelhante entre os números de registros e a frequência. De acordo com a frequência, “inselberg(s)” revela ser a palavra-chave mais influente, seguida por “specie(s)”, “rock(s)”, “area(s)”, “study(ies)”, “plant(s)”, “vegetation(s)”, “granite(ic)”, “forest(s)”, “weathering”, “brazil(ian)”, “surface(s)”, “landscape(s)”, “habitat(s)”, “outcrop(s)”, “diversity”, “analyse(s)”, “diferente(ces)” e “soil(s)” respectivamente. Essa descoberta reforça a ideia de predominância dos registros no Brasil, assim como nos campos de estudo da botânica e da geomorfologia. Figura 3. Nuvem das 200 palavras e/ou conceitos mais utilizados nos 883 documentos identificados. Principais tendências e pesquisadores dos estudos sobre inselbergs

Com base na análise bibliométrica aqui realizada, identificamos dois caminhos preferenciais e de certa forma bem consolidados em relação aos estudos dos inselbergs. O primeiro voltado para os campos do conhecimento que focam na dinâmica biótica (botânica, biogeografia, ecologia, entre outras) e o segundo a explicar os processos geológico-geomorfológicos evolutivos dos inselbergs. Como já mencionado anteriormente, Porembsky e Barthlott se destacam nos estudos relacionados a biota dos inselbergs. Uma excelente revisão e resumo de informações sobre inselbergs encontra-se em Porembski e Barthlott (2000). Com foco principalmente nas regiões tropicais, esses autores fornecem um inventário completo de muitos aspectos da biodiversidade, condições físicas e adaptações da biota, sob uma análise baseada em aspectos biogeográficos e taxonômicos. Em resumo, a literatura evidencia que a presença de inselbergs em regiões de climas mais úmidos (tropicais) condiciona a ocorrência de plantas adaptadas a ecossistemas xéricos, enquanto inversamente, em climas mais secos (áridos e semiáridos), eles fornecem condições de maior umidade que permitem o desenvolvimento de plantas adaptadas a ambientes méxicos (POREMBSKY; BARTHLOTT, 2000; POREMBSKY; 2007). Essa tendência global também é indicada por Burke (2003), Fitzsimons e Michael (2017), Schut et al. (2014), Yates et al. (2019) entre tantos outros. No contexto geomorfológico, Twidale e Migoñ são grandes referências para os estudos dos inselbergs. Os principais trabalhos utilizam predominantemente os modelos teóricos da Pediplanação (Pediplanation) (KING, 1956) e da Etchiplanação (Etchplanation) (BÜDEL, 1982) para explicar a origem e desenvolvimento dessas feições excepcionais. Grande parte desses modelos teóricos concentram suas discussões na evolução de paisagens de litologia granítica em climas secos sob uma ótica morfoclimática. Maia et al. (2015) revelam que as concepções de duplo aplainamento (pediplanação e etchiplanação) vêm sendo amplamente utilizadas para explicar a exumação e exposição do embasamento rochoso em superfície, uma vez que, o reconhecimento dos elementos que conduzem a evolução dos inselbergs estão relacionados a processos que ocorrem na frente de intemperismo (contato entre solo e rocha) e não apenas em superfície (MIGOÑ, 2006; TWIDALE, 1982; 2002). Sendo assim, os inselbergs constituem verdadeiros remanescente de erosão que pode fornecer informações importantes sobre a evolução da paisagem geomorfológica das áreas onde ocorrem (LIMA et al., 2019; MAIA et al., 2015; MATMON et al., 2013). Além disso, nos inselbergs várias feições morfológicas podem ser encontradas, como por exemplo gnammas, caneluras e fraturas, que em alguns casos possibilitam o acúmulo de umidade e conseqüentemente desenvolvimento de solo (BURKE, 2002), esses por sua vez, servem de alicerce para o desenvolvimento da biota de características singulares aqui presentes (BURKE, 2001; POREMBSKY; BARTHLOTT, 2000; POREMBSKY; 2007), funcionando como uma espécie de refúgio (KEPPEL et al., 2012). Alertamos que, ainda que a maioria dos trabalhos estejam empenhados em estimar de maneira taxonômica os elementos da flora e fauna, além dos processos geológico-geomorfológico evolutivos dessas feições, é essencial ter uma atenção especial em relação a variabilidade pedológica, pois na maioria dos estudos são negligenciados. Nesses ambientes o solo é um recurso muitas vezes escasso e valioso, e sua análise pode servir para os estudos de reconstituição paleoambiental, como realizado por Souza et al. (2022) em inselbergs no semiárido brasileiro. Segundo Bouma et al. (2022) funcionam como “portadores de informações” apresentando a história do ambiente, e, portanto, precisam receber a devida atenção por parte dos estudos realizados em inselbergs.

Figura 1. Evolução temporal da quantidade de estudos. Fonte: Scopus (2)

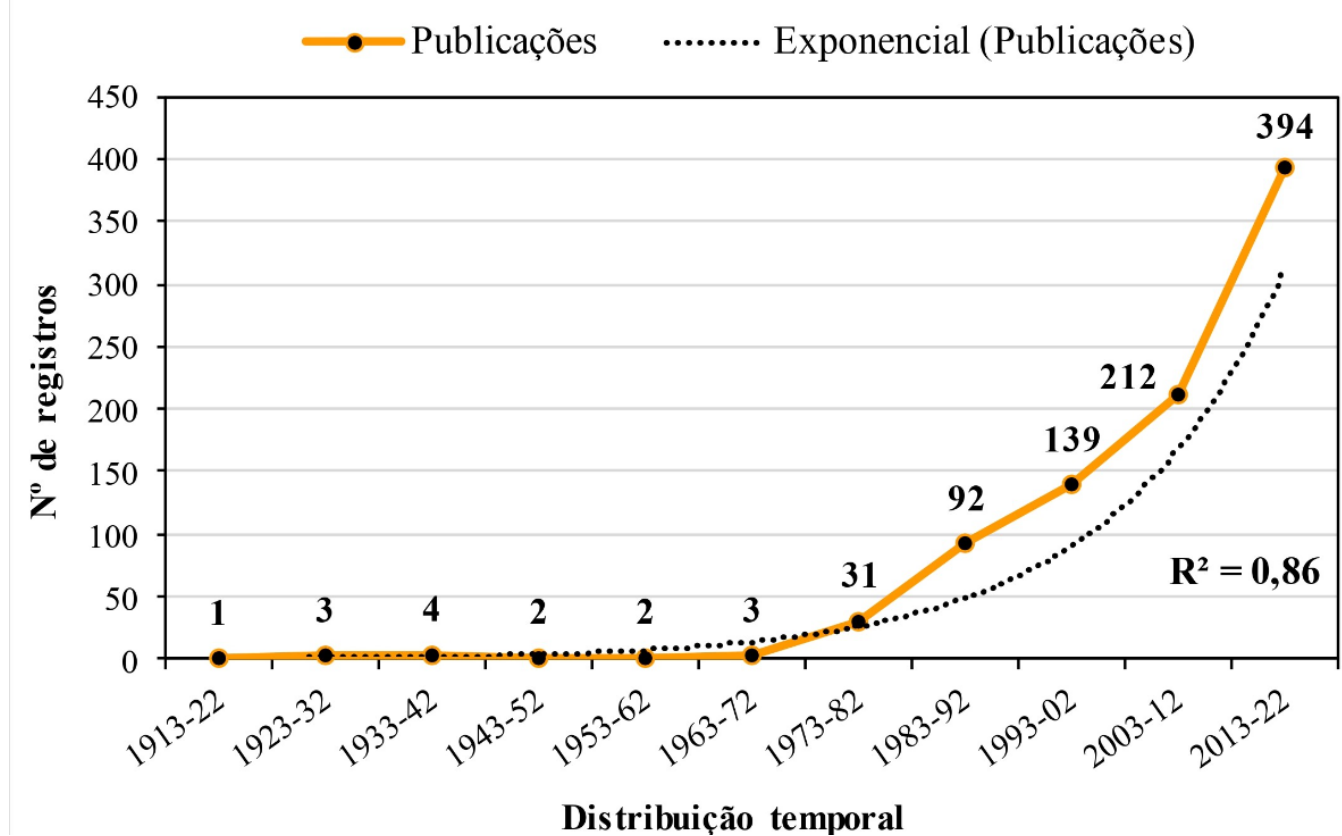
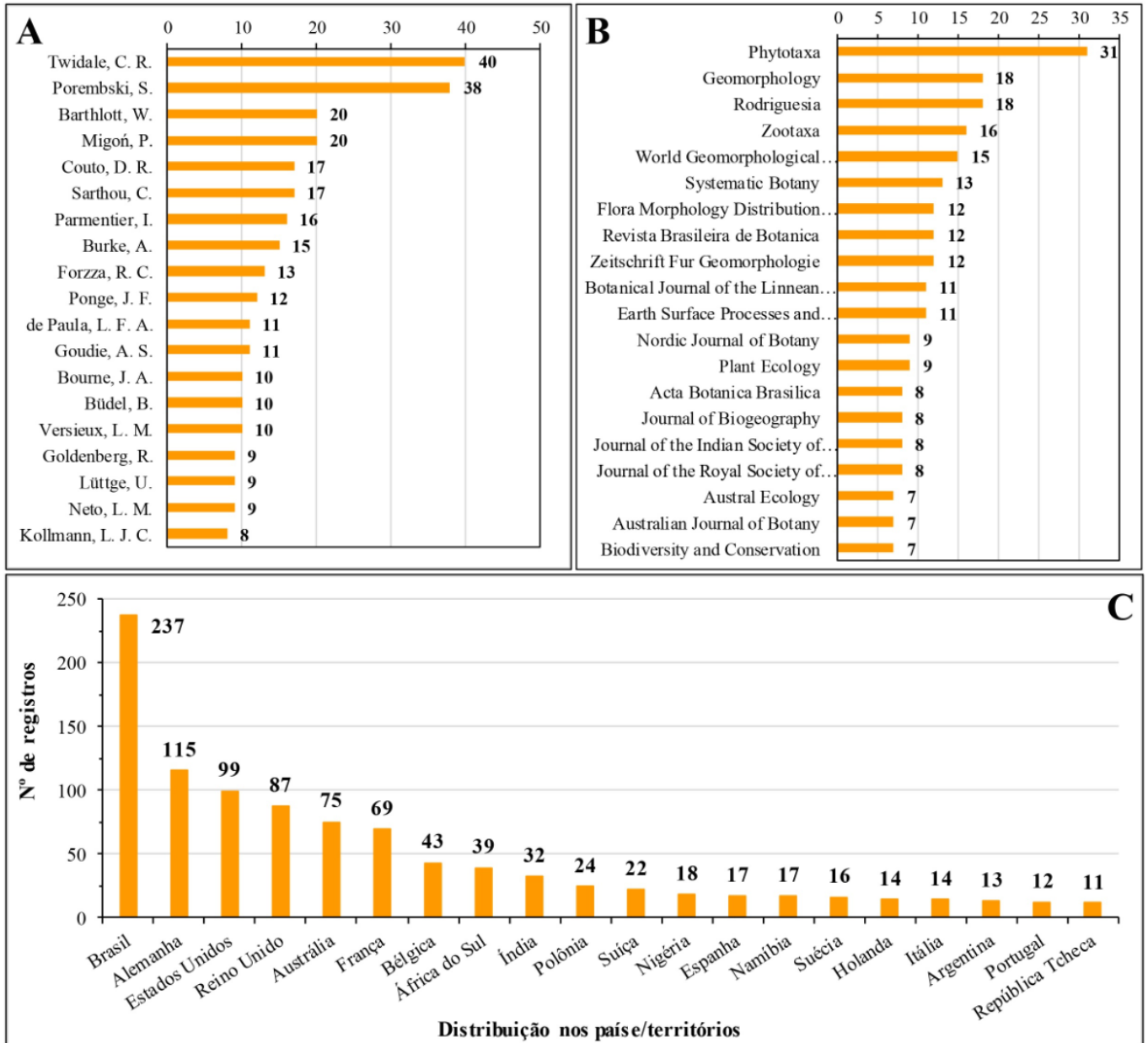


Figura 2. Lista dos 20 principais autores (A), periódicos (B) e países



*Refere-se a uma série de livros publicados pela Springer.

Figura 3. Nuvem das 200 palavras e/ou conceitos mais utilizados nos 88



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica demonstrou um crescente número de publicações a respeito dos inselbergs, principalmente no último período de análise (2013-22). A grande maioria dos documentos foi publicada na língua inglesa e em formato de artigo, representando cerca de 86,3 e 90,0%, respectivamente. Estes dados indicam um aumento no interesse por parte da comunidade acadêmica para os estudos que fazem referência aos inselbergs. Com os resultados referentes aos principais autores, periódicos, países/territórios e palavras-chave, identificamos uma preferência pelas áreas do conhecimento da botânica e da geomorfologia. Os inselbergs para a botânica são muito importantes, pois conforme suas características físico- ambientais extremas, a possibilidade de encontrar espécies endêmicas é bem maior do que nas áreas mais rebaixadas de seus arredores, funcionando como refúgios. Para a geomorfologia, os inselbergs são verdadeiros testemunhos do passado evolutivo e, em muitos casos, permitem a manutenção de paleoambientes essenciais para compreender o processo de evolução geológico-geomorfológico das áreas onde ocorrem. Este trabalho pode ajudar outros pesquisadores a compreender as tendências do conhecimento atual e estimular suas percepções acadêmicas para estudos futuros sobre os inselbergs. Recomendamos que pesquisas futuras busquem implementar uma análise de cocitação e coautoria para identificar um fluxo acadêmico mais detalhado de acordo com o avanço dos estudos referentes aos inselbergs.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pela bolsa de doutorado Nº 88887.616334/2021-00 do primeiro autor. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia-UFPR e a parceria entre os autores e suas respectivas

instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BASTOS, F. H.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Relevos graníticos do nordeste brasileiro: uma proposta taxonômica. In: JUNIOR, O. A. C.; GOMES, M. C. V.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. (Ed.). Revisões de literatura da Geomorfologia brasileira. São Paulo: União da geomorfologia brasileira, 2021, p. 737- 762.

BOUMA, J.; BONFANTE, A.; BASILE, A.; VAN TOL, J.; BROEKE, M. J. D. H.; MULDER, M.; HEINEN, M.; ROSSITER, D. G.; POGGIO, L.; HIRMAS, D. R. How can pedology and soil classification contribute towards sustainable development as a data source and information carrier? *Geoderma*, v. 424, p. 1-11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115988>

BÜDEL, J. *Climatic Geomorphology*. New Jersey. Princeton University Press, 1982.

BURKE, A. Determinants of inselberg floras in arid Nama Karoo landscapes. *Journal of Biogeography*, v. 28, n. 10, p. 1211-1220, 2001. DOI: [10.1046/j.1365-2699.2001.00623.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00623.x)

BURKE, A. Inselbergs in a changing world - global trends. *Diversity and Distributions*, v. 9, n. 5, p. 375-383, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2003.00035.x>

BURKE, A. How important is patch size relative to patch isolation in an arid inselberg landscape?. *South African Journal of Botany*, v. 127, p. 1-11, 2019. DOI: [10.1016/j.sajb.2019.08.029](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.029)

BURKE, A. Properties of soil pockets on arid Nama Karoo inselbergs - the effect of geology and derived landforms. *Journal of Arid Environments*, v. 50, n. 2, p. 219-234, 2002. DOI: [10.1006/jare.2001.0907](https://doi.org/10.1006/jare.2001.0907)

FITZSIMONS, J. A.; MICHAEL, D. R. Rocky outcrops: A hard road in the conservation of critical habitats. *Biological Conservation*, v. 211, Part B, p. 36-44, 2017. DOI: [10.1016/j.biocon.2016.11.019](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.019)

FUZA, A. F. O papel da língua inglesa na publicação acadêmico-científica: reflexões teóricas e o caso dos cursos de escrita on-line brasileiros. *Signótica, Goiânia*, v. 29, n. 2, p. 302-328, 2017. DOI: [10.5216/sig.v29i2.43926](https://doi.org/10.5216/sig.v29i2.43926)

KEPPEL, G.; VAN NIEL, K. P.; WARDELL-JOHNSON, G. W.; YATES, C. J.; BYRNE, M.; MUCINA, L.; SCHUT, A. G. T.; HOPPER, S. D.; FRANKLIN, S. E. Refugia: identifying and understanding safe havens for biodiversity under climate change. *Global Ecology and Biogeography*, v. 21, n. 4, p. 393-404, 2012. DOI: [10.1111/j.1466-8238.2011.00686.x](https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00686.x)

KING, L. C. Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 18, n. 2, 1956, p. 147-256. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1956_v18_n2.pdf

KULKARNI, A.; SHIGWAN, B. K.; VIJAYAN, S.; WATVE, A.; KARTHICK, B.; DATAR, M. N. Indian rock outcrops: review of flowering plant diversity, adaptations, floristic composition and endemism. *Tropical Ecology*, p. 1-17, 2022. DOI: [10.1007/s42965-022-00283-5](https://doi.org/10.1007/s42965-022-00283-5)

LIMA, G. M. P.; FARIAS, F. F.; BARBOSA, J. S. F.; GOMES, L. C. C. *Inselberge: ilhas terrestres*. 1ª Ed. EDUFBA: Salvador. 2009, 123p.

LUNGUINHO, R. L. Nos caminhos dos relevos residuais: contribuição a ecologia de encostas no semiárido brasileiro. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (PPGG-UFPB), João Pessoa-PB, 2018, 266 p.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; NASCIMENTO, M. A. L.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 2, p. 239-253. 2015. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i2.651>

MATMON, A; MUSHKIN, Y; ENZEL, T; GRODEK, ASTER, T. Erosion of a granite inselberg, Gross Spitzkoppe, Namib Desert. *Geomorphology, Amsterdam*, v. 201, p. 52-59, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.06.005>

MIGÓN, P. *Granite Landscapes of the World*. First ed. England: Oxford University Press, 2006, 416p.

MILLOT, G. Géochimie de la surface et formes du relief. *Société Géologie Bulletin, Paris*, v. 30, n. 4, p. D229-D233, 1977.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Springer Science & Business Media, v. 146, 2000, 524p.

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Brazilian Journal of Botany*, v. 30, p. 579-586, 2007. DOI: [10.1590/S0100-84042007000400004](https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000400004)

RODRIGUES, W. F.; MAIA, R. P.; GOMES, D. D. M. Condicionamento morfoestrutural do inselberg Pedra da Andorinha, sertão norte do Ceará, Brasil. *Revista Brasileira Geomorfologia*, v. 20, n. 4, p. 861-876, 2019. DOI: [10.20502/rbg.v20i4.1521](https://doi.org/10.20502/rbg.v20i4.1521)

SCHUT, A. G. T.; WARDELL-JOHNSON, G. W.; YATES, C. J.; KEPPEL, G.; BARAN, I.; FRANKLIN, S. E.; HOPPER, S. D.; VAN NIEL, K. P.; MUCINA, L. BYRNE, M. Rapid Characterisation of Vegetation Structure to Predict Refugia and Climate Change Impacts across a Global Biodiversity Hotspot. *PLoS ONE*, v. 9, n. 1, e82778, p. 1-15, 2014. DOI: [10.1371/journal.pone.0082778](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082778)

SOUZA, J. J. L. L.; SOUZA, B. I.; XAVIER, R. A.; CARDOSO, E. C. M.; MEDEIROS, J. R.; FONSECA, C. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. Organic carbon rich-soils in the brazilian semiarid region and paleoenvironmental implications. *Catena*, v. 212, 106101, 2022, p. 14. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106101>

TWIDALE, C. R. *Granite Landforms*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 1982, 372p.

TWIDALE, C. R. The Two-Stage Concept of Landform and Landscape Development Involving Etching: Origin, Development and Implications of an Idea. *Earth-Science Reviews*, v. 57, n. 1-2, p. 37-74, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(01\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00059-9)

YATES, C. J.; ROBINSON, T.; WARDELL-JOHNSON, G. W.; KEPPEL, G.; HOPPER, S. D.; SCHUT, A. G. T.; BYRNE, M. High species diversity and turnover in granite inselberg floras highlight the need for a conservation strategy protecting many outcrops. *Ecology and Evolution*, v. 9, n. 13, p. 7660-7675, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.5318>