

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA: ALCANCE DA PRÁTICA DA CIÊNCIA CIDADÃ NA GEOMORFOLOGIA COM ÊNFASE NO AMBIENTE URBANO¹.

Luiz Humberto de Freitas Souza²
Silvio Carlos Rodrigues³

INTRODUÇÃO

Inundações severas e a degradação da qualidade da água representam desafios ambientais críticos em diversas partes do planeta. Na China, as mudanças climáticas e o rápido crescimento urbano têm contribuído significativamente para uma notável deterioração dos recursos hídricos (Zinda *et al.*, 2018). No Brasil, o saneamento precário em algumas regiões e a expansão urbana desordenada têm gerado graves consequências, incluindo eventos catastróficos relacionados a condições climáticas adversas, como inundações e deslizamentos de terra (Ferreira *et al.*, 2023).

A localização geográfica dos centros urbanos, juntamente com as condições precárias dos assentamentos informais, onde a atuação governamental é quase insuficiente e os investimentos em infraestrutura são escassos, contribuem para agravar a situação. Esses desafios são intensificados pela complexidade sociopolítica das áreas urbanas, especialmente em megacidades.

O envolvimento de pessoas “não especializadas” na coleta de dados tem crescido significativamente na última década (Follett & Strezov, 2015), demonstrando grande potencial na identificação de áreas com vulnerabilidades socioambientais. Nesse contexto, a prática da ciência cidadã se apresenta como uma ferramenta relevante a ser reconhecida e valorizada na pesquisa acadêmica, especialmente em disciplinas como Geografia e Geomorfologia (Le Coz *et al.*, 2016).

O conceito abrange uma ampla gama de disciplinas e contribuições, que vão desde o *crowdsourcing* (colaboração coletiva) por meio de plataformas online até a coleta de dados relativamente passiva (Venkatesh & Velkennedy, 2023). As novas

¹ Agradecemos o apoio da FAPEMIG - PCE00225/24 e CNPQ 403412/2023-4.

² Doutorando em Geografia - Universidade Federal de Uberlândia/MG, luizhumbertosouza@gmail.com

³ Professor orientador: Doutor em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia/MG, silgel@ufu.br

tecnologias de comunicação e imagem digital, incluindo as redes sociais, capacitam cidadãos a produzir e compartilhar inúmeras observações cotidianas, frequentemente acompanhadas de informações como autoria, data e hora, além de coordenadas georreferenciadas (Fohringer *et al.*, 2015; Bravo & Sluter, 2018; 2022).

A ONU reconhece o potencial da ciência cidadã para ampliar a disponibilidade de dados geográficos, promover critérios científicos e educar a sociedade (UN Environment, 2019). No contexto dos recursos hídricos, por exemplo, as pesquisas têm se voltado cada vez mais para essa prática, especialmente no âmbito do ODS 6 da ONU (água potável e saneamento). No entanto, há uma escassez de análises comparativas sobre o impacto direto desse método nesses estudos (Venkatesh & Velkennedy, 2023).

Apesar das incertezas sobre a confiabilidade dos dados coletados por não especialistas, a colaboração coletiva continua ganhando destaque. Isso inclui a calibração empírica de modelos preditivos aplicados às geociências (Buytaert *et al.*, 2014; Loïselle *et al.*, 2017; Dasgupta, 2022).

Nkwunonwo *et al.* (2020) destacam a importância da Geomorfologia Urbana para compreender as contínuas alterações na morfologia das cidades, assim como os desafios de planejamento e gestão das águas, influenciados pela pressão demográfica e ocupações irregulares resultantes das atividades humanas. Essa perspectiva é respaldada por estudos anteriores (Cooke *et al.*, 1982; Giardino *et al.*, 2015; Thornbush & Allen, 2018).

As atividades da Geomorfologia, especialmente em bacias urbanas, podem se beneficiar da integração de dados primários da ciência cidadã, o que facilita a previsão e a proposição de soluções mitigadoras mais adequadas à realidade local. Para isso, é importante explorar novos modelos e hipóteses científicas que incorporem dados e informações fornecidas pela população (Fava *et al.*, 2019).

Viles (2016) realizou uma análise abrangente das ferramentas e técnicas disponíveis na Geomorfologia, incluindo uma avaliação crítica do impacto das "novas tecnologias". O autor concluiu que, embora os profissionais dessa área tenham aceitado com certo atraso o desafio da ciência cidadã, existem amplas oportunidades para engajar não especialistas na coleta e análise de dados de cunho geomorfológico.

O presente trabalho propõe uma análise cienciométrica para avaliar o impacto da ciência cidadã na Geomorfologia, com ênfase no contexto urbano. Destaca-se que a

Cienciometria e a pesquisa bibliométrica são complementares, pois ambas utilizam métodos quantitativos para analisar a produção científica (Camargo & Barbosa, 2019).

METODOLOGIA

O estudo emprega o *software* livre VOSviewer na versão 1.6.18, em conjunto com a base de dados da ScienceDirect (Elsevier), acessada por meio de uma assinatura institucional. Essa combinação permite a criação de indicadores de atividade que refletem a produtividade bibliográfica recente. Vale ressaltar que o VOSviewer é amplamente reconhecido e utilizado para análises cienciométricas, aplicando algoritmos de agrupamento que facilitam o mapeamento bibliométrico (Van Eck & Waltman, 2010). Além disso, é importante salientar que há outras ferramentas disponíveis, como o pacote “R bibliometrix”, que também podem ser utilizadas para o mesmo propósito (Aria & Cuccurullo, 2017; Camargo & Barbosa, 2019).

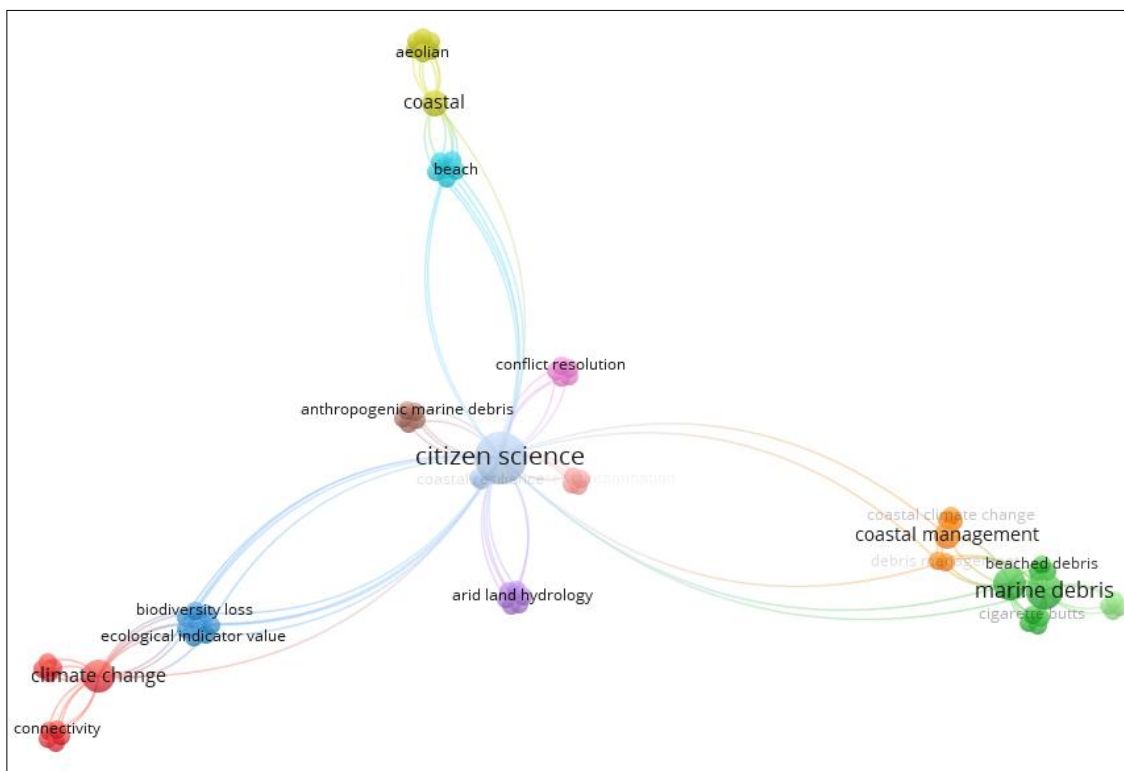
A análise cienciométrica envolve a consulta de artigos de revisão e pesquisa na base de dados da ScienceDirect, abrangendo um período de 20 anos até o ano de 2023. São utilizados três cenários de palavras-chave em inglês, com o objetivo de abranger uma ampla variedade de trabalhos publicados. O primeiro cenário consiste em uma busca mais ampla considerando os termos: “*citizen science*”, *geomorphology*, *modeling*, *flow*. Em seguida, é incluído o termo: *urban*, e por último ocorre a substituição deste por: *anthropogenic*. As citações resultantes são exportadas em formato .ris e analisadas no *software* VOSviewer.

O critério para elaboração dos mapas bibliométricos é estabelecido com base nos dados coletados, incluindo a análise de coocorrência de palavras-chave e a determinação dos limites de ocorrência e intensidade das conexões entre elas. Antes de gerar os produtos, os termos são verificados para garantir consistência e precisão conceitual. A similaridade de coocorrência é avaliada para quantificar o grau em que dois documentos compartilham termos ou palavras-chave comuns, exigindo pelo menos uma ocorrência simultânea em cada documento analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O VOSviewer oferece três formas básicas de visualização para o diagrama de análise bibliométrica: mapa de rede agrupado em *clusters* - grupos temáticos (Figura 1), sobreposição e densidade de ocorrência das palavras-chave.

Figura 1 – Mapa de rede agrupado em *clusters* para o primeiro cenário de busca por palavras-chave.



Fonte: Base de dados ScienceDirect (Elsevier); VOSviewer versão 1.6.18. Organização: Souza (2024).

Os resultados da primeira busca, relacionada aos termos "*citizen science*", *geomorphology*, *modeling*, *flow*, retornaram um total de 78 documentos, abrangendo artigos de revisão e pesquisa. Na segunda busca, ao incluir o termo *urban*, foram identificados 34 trabalhos. Na terceira busca, substituindo *urban* por *anthropogenic*, foram obtidos 44 documentos. No primeiro caso, foram encontradas 384 palavras-chave que satisfizeram o requisito mínimo de uma ocorrência simultânea. Nos outros dois cenários, foram obtidos, respectivamente, 174 e 221 termos relevantes.

No primeiro cenário, os termos mais recorrentes estão associados ao campo da ciência cidadã, abordando aspectos como "mudanças climáticas", "processos geomorfológicos costeiros", "sistemas estuarinos", "resolução de conflitos" e "resiliência costeira". No segundo cenário, mantiveram-se predominantes os aspectos da

ciência colaborativa ligados a pesquisas costeiras, porém, com elementos relacionados ao "ordenamento do território", "vulnerabilidade ambiental" e "adaptação climática". No último cenário, mesmo com a inclusão do termo *anthropogenic*, não foram observadas mudanças significativas em relação aos resultados anteriores, o que pode ser justificado pelo fato da gestão da erosão das praias exigir a aplicação da Geomorfologia Costeira, resultando em um maior número de citações (Lercari, 2023).

Os resultados quantitativos demonstram uma baixa incidência da ciência cidadã na Geomorfologia, especialmente no contexto do ambiente urbano. A conclusão está alinhada com as observações feitas por Viles (2016) sobre as oportunidades significativas para engajar não especialistas na coleta e análise de dados geomorfológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise cienciométrica realizada destaca a crescente importância da ciência cidadã na Geomorfologia. No entanto, ainda existem lacunas a serem preenchidas em sua aplicação, especialmente no campo da Geomorfologia Urbana. Portanto, é essencial que pesquisadores e profissionais estejam atentos a essas tendências e reconheçam o trabalho de não especialistas como uma ferramenta valiosa para avançar no conhecimento e na gestão dos fenômenos relacionados ao ambiente urbano. Apesar dos desafios, essa abordagem oferece oportunidades promissoras para expandir a compreensão e abordar questões ambientais complexas.

Palavras-chave: Geomorfologia; Ciência Cidadã; *Crowdsourcing*; Ambiente Urbano.

REFERÊNCIAS

ARIA, M. & CUCCURULLO, C.; bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

BRAVO, J. V. M., SLUTER, C. R. O Mapeamento Colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas (Collaborative Mapping: its emergence, characteristics and how does it work). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1902-1916>

BRAVO, J. V. M., SLUTER, C. R. Crowdsourcing Map-Using and Map-Generating Tasks into OpenStreetMap. **The Professional Geographer**, 75(2), 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/00330124.2022.2094424>

BUYTAERT, W., *et al.* Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. **Frontiers in Earth Science**, v. 2, 2014. DOI: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2014.00026>

CAMARGO, L. S. de; & BARBOSA, R. R. Bibliometria, cienciometria e um possível caminho para a construção de indicadores e mapas da produção científica. **PontodeAcesso**, [S. l.], v. 12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9771/rpa.v12i3.28408>

COOKE, R. U. *et al.* **Urban geomorphology in drylands**. Oxford Univ. Press. 1982.

DASGUPTA, A., *et al.* A simple framework for calibrating hydraulic flood inundation models using Crowd-sourced water levels. **Journal of Hydrology**, v. 614, Part A, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128467>

FAVA, M. C., *et al.* Flood modelling using synthesised citizen science urban streamflow observations. **J Flood Risk Management**, v. 12, (Suppl. 2):e12498, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12498>

FERREIRA, M. A. M., *et al.* Impact of climate change on public health in Brazil. **Public Health Chall**, v. 2, e62, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/puh2.62>

FOHRINGER, J. *et al.* Social media as an information source for rapid flood inundation mapping. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 15, n. 12, p. 2725-2738, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-15-2725-2015>

FOLLETT, R., STREZOV, V. An analysis of citizen science based research: usage and publication patterns. **PLoS One**. v. 10, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143687>

LE COZ, J., *et al.* Crowdsourced data for flood hydrology: Feedback from recent citizen science projects in Argentina, France and New Zealand. **Journal of Hydrology**, v. 541, Part B, p. 766-777, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.07.036>

LERCARI, D. Sandy beaches: Publication features, thematic areas and collaborative networks between 2009 and 2019. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 281, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108211>

LOISELLE, S., *et al.* Citizen scientists supporting environmental research priorities. **Science of The Total Environment**. v. 598, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.142>

NKWUNONWO, U. C., *et al.* A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries. **Scientific African**, v. 7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00269>

THORNBUSH, M. J.; ALLEN, C. D. **Urban Geomorphology, Landforms and Processes in Cities**. Elsevier. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02169-1>

UN ENVIRONMENT. **Global environmental outlook - GEO6: healthy planet, healthy people**. Nairobi, Kenya: UNEP. 2019. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27539>>. Acesso em: 02 abr. 2024.

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

VENKATESH, B., & VELKENNEDY, R. Formulation of citizen science approach for monitoring Sustainable Development Goal 6: Clean water and sanitation for an Indian city. **Sustainable Development**, v. 31, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/sd.2373>

VILES, H. Technology and geomorphology: Are improvements in data collection techniques transforming geomorphic science? **Geomorphology**, v. 270, p. 121-133, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.07.011>

ZINDA, J. A., LI Y., LIU, J. C-E. China's summons for environmental sociology. **Current Sociology**, v. 66(6), p. 867-885, 2018. DOI: [10.1177/0011392118778098](https://doi.org/10.1177/0011392118778098)