

MODELAGEM DA FRAGILIDADE AMBIENTAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA

Rosilene de Melo França¹
Carlos Henrique Sopchaki²

INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais derivados da alteração de ecossistemas naturais são frequentemente motivo de preocupação pública devido aos efeitos relacionados à biodiversidade e à fragmentação florestal que, não só modificam os aspectos ecodinâmicos, mas também as questões econômicas e sociais ao redor do mundo (FRANÇA et. al, 2019).

O planejamento ambiental tem sido uma abordagem que visa minimizar o impacto socioespacial causado pela degradação, buscando propor medidas para a recuperação das áreas afetadas. Nesse sentido, a análise da fragilidade ambiental constitui-se um instrumento fundamental para elaboração de um planejamento territorial, permitindo avaliar não só os processos antrópicos em uma região, como também as potencialidades e as restrições de forma integrada (PACHECO; CASTRO, 2022).

A modelagem da fragilidade ambiental através dos estudos integrados da paisagem tem sido frequentemente empregada nas pesquisas acadêmicas. Neste cenário, a revisão dos estudos relacionada a esse tema constitui-se uma fase importante para o desenvolvimento dos trabalhos científicos, pois contribui para uma leitura mais refinada do estado da arte.

Este trabalho propõe, a partir da revisão sistemática e bibliométrica, apresentar as principais tendências e abordagens relacionadas à modelagem da fragilidade ambiental. Para isso, adotaram-se algumas perguntas norteadoras: Qual o panorama geral do tema? Quais são as principais aplicações?

A revisão sistemática possibilita realizar formas de pesquisas que se baseiam em uma fonte de dados relacionada à literatura de um tema específico. Ou seja, através da aplicação de métodos, busca sistematizada, avaliação crítica e síntese da informação selecionada, é possível acessar um resumo de evidências relacionadas a um tipo de intervenção específica (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Enquanto os estudos bibliométricos permitem, em diferentes níveis, realizar mensurações, diagnósticos e análises do crescimento de áreas e campos

¹ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC, rosileneinf@hotmail.com;

² Professor orientador: Doutor, Universidade Federal do Ceará - UFC, carlos.geografia@ufc.br;
Órgão de financiamento - PROEX/CAPES;

correlatos. Como ferramenta de pesquisa, possibilita a identificação do eixo relacionado à produção efetiva da temática analisada (VASCONCELOS, 2015).

METODOLOGIA

As etapas metodológicas foram realizadas com o objetivo de: coletar uma extensa base de metadados bibliográficos através da aplicação de estratégias de busca; remover dados duplicados; e por último, gerar indicadores bibliométricos.

1) Seleção e coleta das bases de metadados bibliográficos: O levantamento da literatura consistiu em sua primeira fase na coleta de metadados bibliográficos sobre o tema de fragilidade ambiental. Para isso, utilizou-se o Portal Periódicos da Capes que concentra uma quantidade expressiva de bases de dados indexadas nas diversas áreas do conhecimento. Neste caso, foram selecionadas a *Web of Science* e *Scopus* (Figura 1).

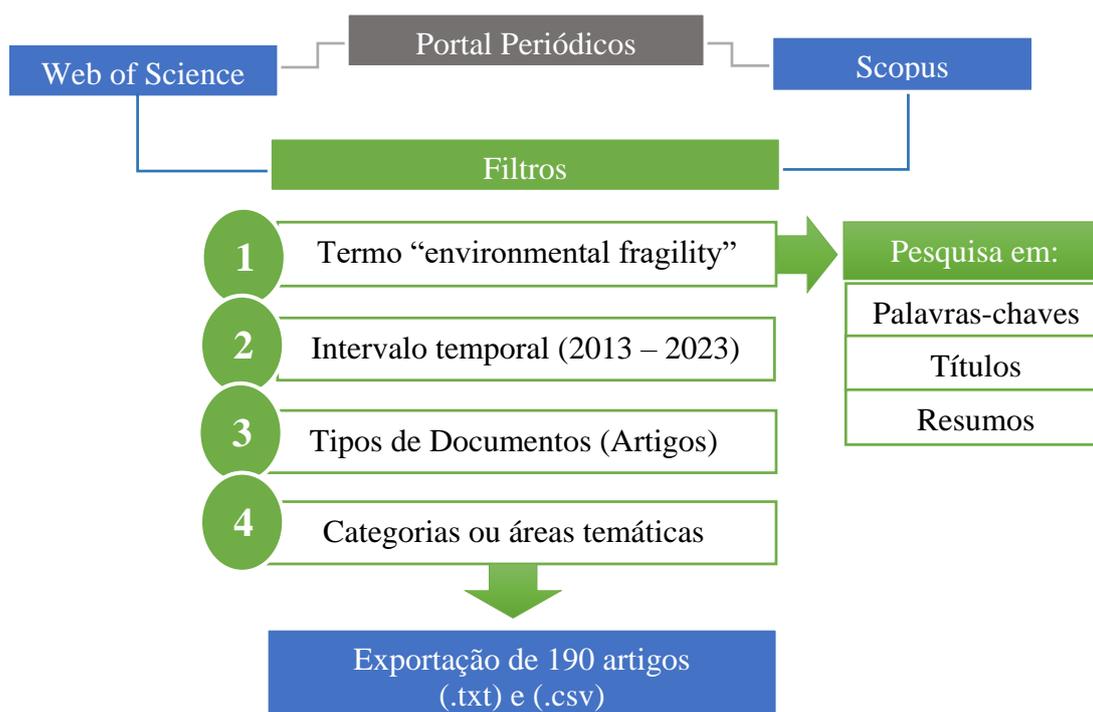


Figura 1. Fluxograma das estratégias de busca nas bases de dados Web of Science e Scopus.
Fonte: Autoria própria (2024)

2) Aplicação de estratégias de busca: As bases de dados supracitadas foram acessadas individualmente, contudo, ressalta-se que foram adotadas estratégias de busca semelhantes. Dito isso, em cada base de dados foi aplicado o termo “*environmental fragility*” (fragilidade ambiental, em português), tendo em vista que o texto em inglês promove um alcance maior de obras relacionadas ao tema. Salienta-se que a adoção destas duas palavras em conjunto deve-

se à necessidade de direcionar resultados mais específicos, evitando assim, um quantitativo de obras com temas muito amplos que se distanciam do objetivo deste trabalho. No que se refere aos filtros aplicados (Figura 1): a) Pesquisa do termo “*environmental fragility*” em palavras-chaves, títulos e resumos; b) Intervalo temporal de 2013 a 2023; c) Seleção de documentos publicados em formato de artigos; d) Seleção de categorias ou áreas temáticas relacionadas ao tema. Após a aplicação da filtragem, os metadados bibliográficos da *Web of Science* e *Scopus* foram exportados nos formatos (.txt) e (.csv), resultando em 69 e 121 artigos, respectivamente.

3) Instalação do Pacote Bibliometrix e Conversão de dados para Excel: O Bibliometrix é uma ferramenta de código aberto para executar uma análise abrangente de mapeamento científico da literatura científica. Foi programado em R para ser flexível e facilitar a integração com outros pacotes estatísticos e gráficos (ARIA; CUCCURULLO, 2017). No programa RStudio, o primeiro passo foi selecionar o diretório dos arquivos através do comando *setwd*. Para realizar a instalação do pacote Bibliometrix utilizou-se o comando *install.packages("bibliometrix")*, em seguida, o comando *library(bibliometrix)* para carregar sua biblioteca de funções. Para converter os arquivos de texto em Excel, foi preciso instalar e carregar o pacote Excel com os comandos *install.packages("openxlsx")* e *library(openxlsx)*, respectivamente. Em seguida, para leitura dos arquivos e criação do objeto utilizou-se o comando *convert2df*, acompanhado do nome do arquivo, fonte de dados (*dbsource*) e formato do arquivo (*format*). Por último, aplicou-se o comando *write.xlsx* para exportar os dados em formato de Excel (.xlsx). Ressalta-se que, para este trabalho preferiu-se utilizar os metadados bibliográficos da *Scopus* e *Web of Science* separadamente, ao invés da mesclagem das duas bases de dados.

4) Exclusão de artigos duplicados e não relacionados com o tema: Esta fase consistiu na análise mais detalhada individualmente dos artigos listados no Excel, buscando remover possíveis duplicações. Observou-se que 47 de 69 artigos da *Web of Science* também se encontravam na *Scopus*, ou seja, 68% de sobreposição documental. Sendo assim, optou-se por excluir àqueles situados na base com menor volume (*Web of Science*). Além disso, identificou-se 2 artigos duplicados na base *Scopus*, neste caso, manteve-se apenas um de cada. Também foram excluídos artigos que, apesar de estarem inseridos dentro da estratégia de busca (filtros), não apresentaram relação direta com o tema pesquisado. Sendo assim, após essa segunda análise mais refinada, a quantidade final chegou a 86 artigos selecionados, sendo 17 da *Web of Science* e 69 da *Scopus*. Após a filtragem, análise e exclusão dos artigos, a próxima etapa consistiu na geração e visualização de dados estatísticos no Bibliometrix. Para

isso, no programa RStudio, aplicou-se o comando *biblioshiny()* para acessar a interface *web* e inserir os arquivos Excel já refinados para fins de análise bibliométrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção Científica por país:

A partir da análise bibliométrica dos artigos levantados, observa-se uma concentração de estudos sobre fragilidade ambiental, especialmente no Brasil. Os mapas da Figura 2 representam a nacionalidade dos autores que compõem a coleção, enquanto a intensidade da cor indica a proporção do número de publicações. Além do Brasil, verificam-se autores dos seguintes países: China, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, USA, Portugal, Espanha, Itália, Romênia e Austrália.

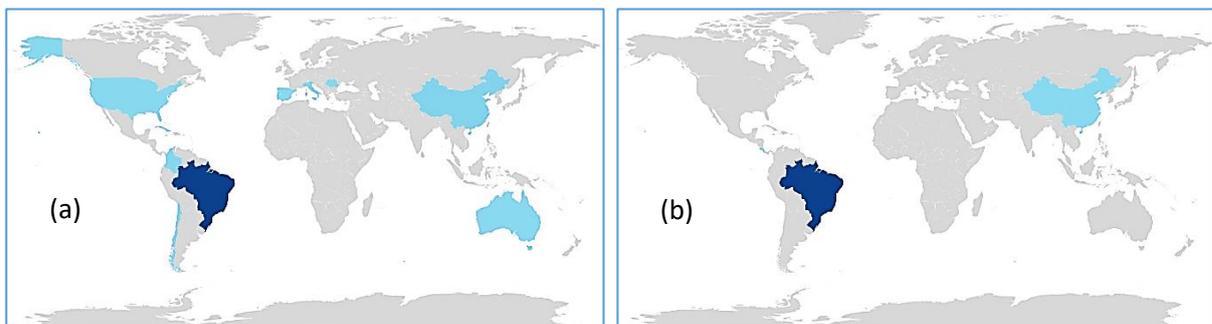


Figura 2 – Mapa indicando a nacionalidade dos autores e a proporção do número de publicações na (a) Scopus (b) Web of Science. Fonte: Biblioshiny (2024)

Palavras-Chave dos Autores:

As palavras-chave dos autores resumem os principais temas abordados em uma obra específica. Para fins de análise, essas informações disponibilizam uma visão geral das publicações. O gráfico da Figura 3 apresenta as palavras-chaves mais frequentes utilizadas pelos autores nos estudos de fragilidade ambiental.

Em ambas bases de dados, nota-se que os termos mais representativos são: “fragilidade ambiental” e “geoprocessamento”. Isso demonstra uma tendência dos estudos em adotar técnicas de geoprocessamento como instrumento de análise e integração de dados geoespaciais. Também é possível identificar a presença significativa de outros termos correlacionados como: “álgebra de mapas”, “sensoriamento remoto”, “geotecnologias” e “SIG”.

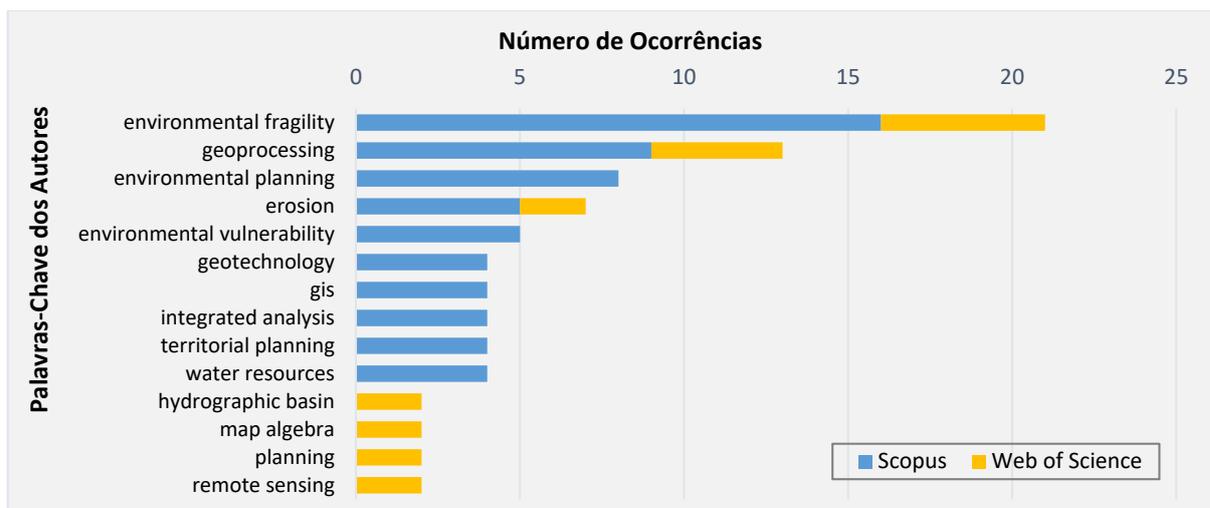


Figura 3 – Gráfico demonstrando as principais palavras-chave dos autores.
Fonte: Biblioshiny (2024) adaptado pelos autores (2024)

Outro destaque é a palavra “planejamento”, ocorrendo de forma isolada ou em associação (planejamento ambiental e territorial). A ocorrência expressiva desta palavra indica que os estudos de fragilidade ambiental têm sido desenvolvidos, sobretudo, visando o planejamento e ordenamento territorial.

Alguns autores têm citado a palavra-chave "erosão", especialmente em estudos voltados na mitigação dos processos erosivos intensificados pelo manejo inadequado do solo. A erosão do solo pode impactar direta e indiretamente os diversos setores da sociedade, afetando não só a qualidade ambiental, mas também, a esfera socioeconômica.

O termo “vulnerabilidade ambiental” nos estudos de fragilidade ambiental indica quase sempre uma relação com o trabalho de Crepani et. al (2001), seja através de adaptações metodológicas ou análises comparativas com outras metodologias.

A palavra-chave “análise integrada”, adotada por alguns autores, está associada à capacidade dos estudos de fragilidade ambiental de sintetizar e integrar as informações ambientais.

As temáticas sobre “recursos hídricos” e “bacias hidrográficas” também têm destaque nos estudos, motivados principalmente pela crescente preocupação com a conservação e perenidade da água face às constantes intervenções antrópicas.

Rede de Co-citações:

A co-citação de dois artigos ocorre quando ambos são citados em um terceiro artigo (ARIA; CUCCURULLO, 2017). Este indicador ilustra as redes temáticas, a influência e o

No âmbito da Geografia Física e áreas afins, este autor tem sido comumente adotado como referência nos estudos integrados da paisagem. Dentre os estudos construídos sob o prisma de Tricart (1977), destacam-se os modelos de fragilidade ambiental de Ross (1994) e de vulnerabilidade natural à erosão do solo de Crepani et. al (2001). Portanto, infere-se que a presença significativa de citações deste autor se deve à relação teórico-conceitual da ecodinâmica com os estudos de fragilidades ambiental.

Christiane Spörl também tem destaque nas duas bases de dados. Esta autora é responsável por alguns estudos acadêmicos (dissertação e tese) que abordam a análise comparativa de diferentes metodologias sobre a modelagem da fragilidade ambiental e também proposição de novas abordagens com a utilização de redes neurais artificiais.

Crepani et. al (2001) são frequentemente citados na rede de autores. Eles são responsáveis pelo trabalho intitulado “*Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial*”. Apesar de não ter sido desenvolvido visando a análise da fragilidade ambiental, este roteiro metodológico foi ao longo do tempo sendo adotado por alguns pesquisadores, de forma complementar à metodologia de Ross (1994).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas apontaram uma concentração de estudos, sobretudo no Brasil, com a aplicação predominante do modelo de Ross (1994). Constatou-se também que os mapas-síntese de fragilidade ambiental constituem importantes instrumentos no âmbito do planejamento. Em relação às ferramentas utilizadas, o geoprocessamento tem apresentado considerável adesão dos pesquisadores. Face à existência de poucos trabalhos de revisão sistemática e bibliométrica relacionados à fragilidade ambiental, esta pesquisa trouxe importantes contribuições sobre a produção científica deste tema.

Palavras-chave: Fragilidade ambiental; Bibliometria; Planejamento; Geoprocessamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao financiamento do PROEX/CAPES, processo nº 88887.920180/2023-00: Programa de Excelência Acadêmica.

REFERÊNCIAS

ARIA, M; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis, *Journal of Informetrics*, 11(4), p. 959-975, **Elsevier**. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

CREPANI, E; MEDEIROS, J. S; HERNANDEZ FILHO, P; FLORENZANO, T. G; DUARTE, V; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

FRANÇA, L. C. J; MUCIDA, D. P; MORAIS, M. S; CATUZZO, H; ABEGÃO, J. L. R; PEREIRA, I. M. Zoneamento da fragilidade ambiental de ecossistemas naturais e antropizados por meio de avaliação multicritério. *Nativa*, [S.L.], v. 7, n. 5, p. 589, 12 set. 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7300>.

OKUBO, Y. Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers N° 1997/01**. OECD Publishing, Paris. 2017. <https://doi.org/10.1787/208277770603>.

PACHECO, F. F; CASTRO, J. F. M. Fragilidade ambiental como instrumento de planejamento ambiental em Unidades de Conservação: o caso da APA Serra da Piedade: MG. *Revista Entre-Lugar*, [S.L.], v. 13, n. 25, p. 117-152, 29 jun. 2022. Universidade Federal de Grande Dourados. <http://dx.doi.org/10.30612/rel.v13i25.14893>.

ROSS, J. L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, v. 8, p. 63-74, São Paulo, USP, 1994. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>.

ROSS, J. L. S. Landforms and environmental planning: potentialities and fragilities. **Revista do Departamento de Geografia**, 38-51. 2012. <https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0112.0003>

SAMPAIO, R; MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, 11(1), p. 83-89. 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREM, 1977. 99p.

VASCONCELOS, Y. L. Estudos Bibliométricos: Procedimentos Metodológicos e Contribuições. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2015. DOI: 10.17921/2448-2129.2014v15n2p%p.