

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

VULNERABILIDADE E RISCO DE OCORRENCIA DE EVENTOS DE SECAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Jefferson Santos da Costa¹; Alysson Matheus Pimentel de Moraes²; Wesley Douglas Oliveira Silva³ & Manoel Mariano Neto⁴

Abstract: This study presents a bibliometric analysis of scientific production on droughts, focusing on risk and vulnerability approaches, from 2000 to 2024. Based on data extracted from the Web of Science and Scopus databases, and using the VOSviewer software, temporal trends and main thematic axes were mapped. The results indicate a significant growth in publications from 2014 onwards, peaking in 2021, suggesting a consolidation of the theme in the scientific agenda. The analysis of co-occurrence of keywords revealed four main groups: climate aspects, anthropogenic impacts, management and adaptation, and demographic dynamics. Brazil stood out as the largest scientific producer on the subject, followed by the United States and England. The research highlights the importance of integrated public policies that consider the multidisciplinary dimension of drought and its intensification due to climate change, contributing to more effective mitigation and adaptation actions.

Resumo: Este estudo apresenta uma análise bibliométrica da produção científica sobre secas, com foco na abordagem de risco e vulnerabilidade, no período de 2000 a 2024. A partir de dados extraídos das bases *Web of Science* e *Scopus*, e utilizando o software *VOSviewer*, foram mapeadas tendências temporais e principais eixos temáticos. Os resultados indicam um crescimento expressivo das publicações a partir de 2014, com pico em 2021, sugerindo uma consolidação da temática na agenda científica. A análise de coocorrência de palavras-chave revelou quatro grupos principais: aspectos climáticos, impactos antrópicos, gestão e adaptação, e dinâmicas demográficas. O Brasil destacou-se como o maior produtor científico sobre o tema, seguido por Estados Unidos e Inglaterra. A pesquisa evidencia a importância de políticas públicas integradas, que considerem a dimensão multidisciplinar da seca e sua intensificação em virtude das mudanças climáticas, contribuindo para ações mais eficazes de mitigação e adaptação.

Palavras-Chave – Mudanças climáticas; Adaptação climática; Gestão de riscos.

INTRODUÇÃO

As secas são caracterizadas pela redução prolongada de variáveis hidrológicas, como precipitação e umidade do solo, abaixo da média histórica (Maia; Troncoso, 2024; Um et al., 2020). Secas severas impactam ecossistemas e atividades socioeconômicas, exigindo estratégias de adaptação para mitigar seus efeitos (WMO, 2016). Estudos indicam que a frequência desses eventos tem aumentado, ampliando a exposição da população a desastres ambientais (Olímpio, 2024; Walker et al., 2024).

1) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, AL, Brasil, e-mail: jeff.tmbjj@gmail.com

2) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, AL, Brasil, e-mail: alysson.moraes@ctec.ufal.br

3) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, AL, Brasil, e-mail: wesley.silva@ceca.ufal.br

4) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, AL, Brasil, e-mail: manoel.mariano@ctec.ufal.br

O estudo do IPEA (2019) traz uma análise detalhada sobre a distribuição dos desastres naturais no Brasil, sendo 7.501 e 17.113 ocorrências nos períodos de 2003 a 2009 e 2010 a 2018, respectivamente. Tal análise também revela a predominância dos fenômenos de seca em relação a outros eventos climáticos extremos, chegando a atingir 72,35% das ocorrências. Essa prevalência pode ser atribuída a dois fatores principais: a natureza prolongada desses eventos, que podem perdurar por meses ou até anos, diferentemente de desastres súbitos como inundações; e a possibilidade de renovação dos decretos oficiais de emergência ou calamidade pública, que têm vigência de 180 dias, mas podem ser reemitidos caso as condições adversas persistam. Esse mecanismo acaba ampliando ainda mais o número total de registros, já que um mesmo período de seca pode gerar múltiplas declarações ao longo de sua duração.

Em um estudo abrangente, Řehoř et al. (2024) catalogaram 736 eventos globais de seca ao longo de 44 anos (1980–2023), revelando uma tendência crescente em sua frequência. Essa análise destaca não apenas a intensificação desses fenômenos, mas também sua distribuição geográfica ampliada, sugerindo uma possível correlação com mudanças climáticas de larga escala. Os dados reforçam a urgência de políticas adaptativas, uma vez que o aumento na recorrência de secas pode agravar crises hídricas, segurança alimentar e instabilidades socioeconômicas em regiões vulneráveis.

Aria e Cuccurullo (2017) destacam que o mapeamento científico se tornou uma ferramenta essencial para pesquisadores, dada a expansão fragmentada e acelerada da produção acadêmica. Essa abordagem é crucial tanto para sintetizar o conhecimento quanto para orientar políticas e práticas, ao identificar a estrutura intelectual e as fronteiras de pesquisa em diferentes áreas. Além disso, as redes colaborativas entre pesquisadores estão se expandindo, indicando uma crescente abordagem interdisciplinar para estudos sobre a seca (Yildirim et al., 2022).

Embora o debate científico sobre secas tenha se intensificado, ainda existe uma carência de pesquisas que ofereçam uma síntese da produção acadêmica, capazes de mapear tendências, autores, tópicos emergentes e deficiências no conhecimento. Esses insights são fundamentais para direcionar novos estudos e embasar políticas públicas de adaptação e mitigação mais assertivas.

Este trabalho propõe-se a realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre eventos de seca entre 2000 e 2024, com ênfase nas pesquisas que abordam vulnerabilidade e risco associados a esses fenômenos. Ao mapear tendências temporais, redes de cooperação acadêmica e palavras-chave predominantes, a pesquisa visa sistematizar o conhecimento produzido na área, oferecendo insumos para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes diante dos impactos das mudanças climáticas.

METODOLOGIA

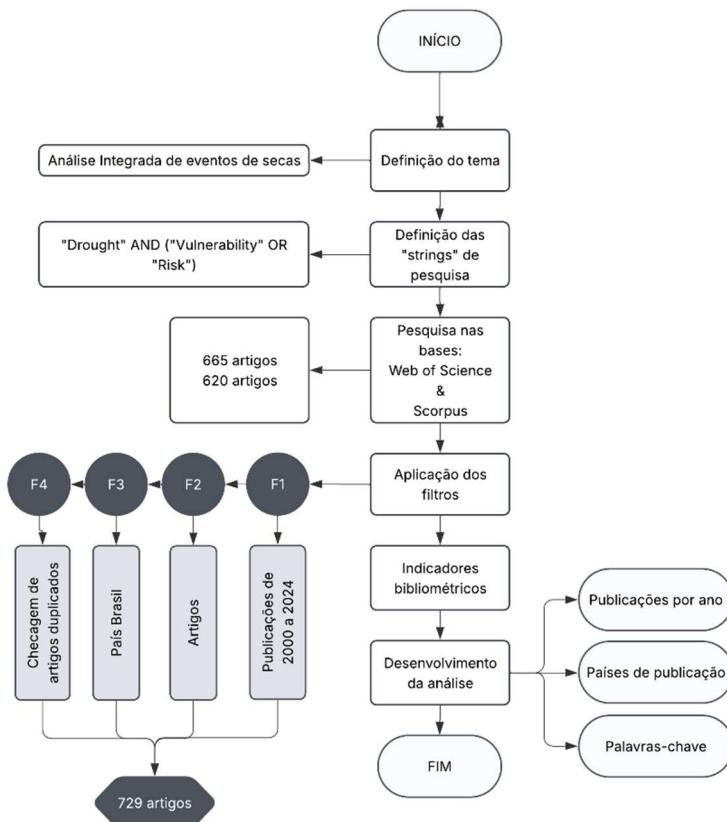
Este trabalho utiliza uma abordagem exploratória fundamentada em análise bibliométrica para mapear e organizar os progressos científicos significativos sobre eventos extremos de seca no âmbito das mudanças climáticas. A análise bibliométrica foi adotada por constituir um método sistemático capaz de responder a uma pergunta de pesquisa claramente definida, ao permitir a identificação, seleção e análise crítica da literatura científica relevante (Macedo et al., 2010). A investigação foi guiada pelo seguinte questionamento: Quais as tendências predominantes e deficiências de conhecimento existentes na produção científica brasileira sobre secas associadas às mudanças climáticas no período de 2000 a 2024?

A análise bibliométrica foi conduzida em agosto de 2024, com base em publicações indexadas na base de dados *Web of Science* e *Scopus* que abrange uma ampla gama de publicações científicas, o que facilita tanto a identificação de resultados relevantes e tendências ao longo do tempo quanto a

detectação de áreas emergentes e tópicos ainda pouco explorados, contribuindo para a orientação de futuras pesquisas.

A estratégia de busca empregou a seguinte combinação de palavras-chave com operadores booleanos: ("Drought*") AND ("Vulnerability" OR "Risk"). A Figura 1 ilustra o fluxograma das etapas de busca, seleção e análise dos dados.

Figura 1 – Fluxograma das estratégias de busca



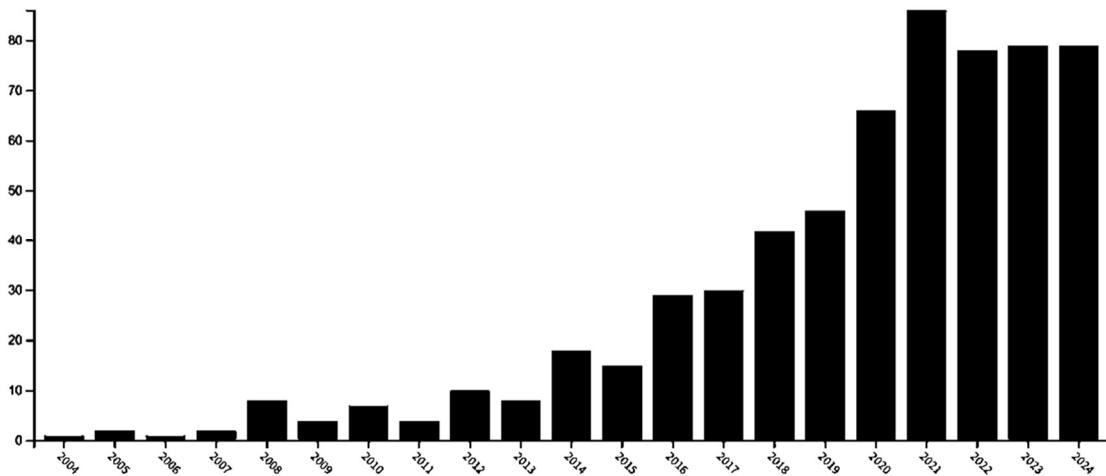
Durante o processo de triagem, foram adotados os seguintes filtros: recorte temporal de 2000 a 2024; seleção de artigos; e exclusão de registros duplicados. Após a filtragem dos resultados, foram extraídos os principais indicadores bibliométricos, tais como o número de publicações por ano, a distribuição geográfica das produções por país, e as palavras-chave mais frequentes.

Para a análise de cocorrência de termos e mapeamento das redes de colaboração científica, empregou-se o software *VOSviewer*. Esta ferramenta possibilita: (i) a visualização de clusters temáticos; (ii) o processamento de extensos conjuntos de dados extraídos de bases acadêmicas; e (iii) a aplicação de múltiplos indicadores bibliométricos (Thomas et al., 2024; Altay et al., 2024; Al Barra et al., 2024).

RESULTADOS E DISCURSÕES

Ao analisar a evolução temporal das publicações relativas à temática investigada nesta pesquisa percebe-se na Figura 02 que, até 2013 há um número baixo de estudos, variando entre 1 a 10 contribuições por ano. A partir de 2014 ocorre um incremento expressivo na produção acadêmica, com um ápice particularmente relevante no ano de 2021, quando a quantidade de publicações anuais chegou à marca de 86 artigos.

Figura 2 – Artigos Publicados por ano (2004-2024)

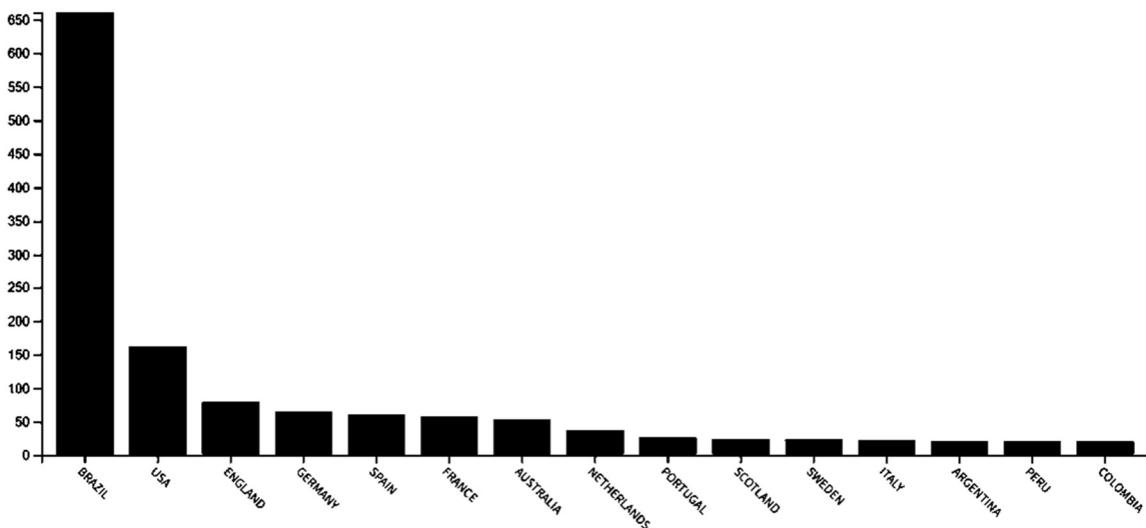


Esse crescimento exponencial sugere que o tema ganhou relevância na agenda científica recente, fato que pode estar associado à maior urgência de questões globais, particularmente às mudanças climáticas e à intensificação de riscos ambientais, como eventos extremos de seca.

No período subsequente (2022-2024), mantém-se um patamar elevado de publicações, embora sem alcançar os níveis máximos registrados no ano de 2021. Essa estabilização pode refletir tanto uma consolidação do campo de estudo quanto uma transição para pesquisas mais especializadas e aprofundadas, em detrimento de investigações exploratórias em larga escala.

A Figura 3 mostra a distribuição das publicações por país, destacando uma concentração significativa de artigos provenientes de alguns países, com Brasil liderando o número de publicações seguido por Estados Unidos e Inglaterra.

Figura 3 – Publicações por Países



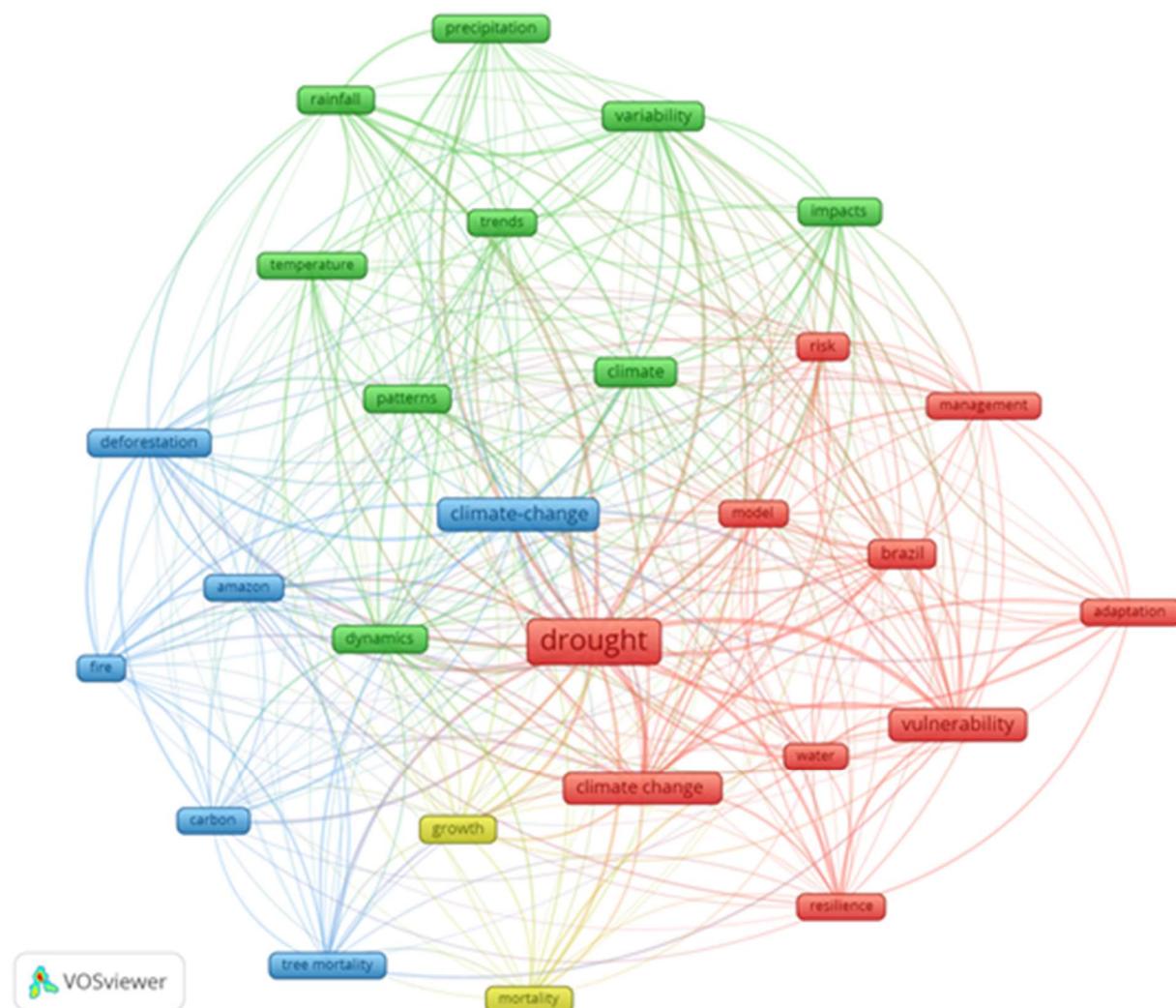
A distribuição geográfica das publicações sobre secas e vulnerabilidade revela um cenário marcado por disparidades e interesses estratégicos. O Brasil emerge como um dos principais polos de produção científica nessa área, acompanhado de perto pelos Estados Unidos, o que demonstra não

apenas o engajamento acadêmico dessas nações, mas também sua exposição a desafios climáticos e socioeconômicos relacionados à escassez hídrica.

Na Europa, países como Inglaterra, Alemanha, Espanha, França, Holanda, Portugal, Escócia, Suécia e Itália também se destacam com um volume expressivo de estudos, indicando que o tema transcende fronteiras geográficas e climáticas. Essa produção europeia pode ser associada tanto a preocupações locais—como secas recorrentes no Mediterrâneo—quanto a uma tradição de pesquisa em riscos climáticos e cooperação internacional em ciência e tecnologia. Nações latino-americanas como Argentina, Peru e Colômbia, embora apresentem uma contribuição mais modesta em números absolutos, demonstram um envolvimento relevante, sinalizando um crescente reconhecimento da importância do tema na região.

A Figura 4 apresenta um mapeamento de redes de coocorrência terminológica. Os 27 termos destacados no diagrama correspondem aos vocábulos com frequência igual ou superior a 30 ocorrências, configurando-se como os conceitos centrais da temática investigada. O diagrama evidencia a estruturação de quatro grupos, referentes às diferentes abordagens adotadas nos estudos sobre as secas ao longo do período analisado.

Figura 4 – Rede de palavras-chave mais frequentes



O grupo verde tem enfoque predominante nos aspectos climáticos e meteorológicos, ilustrado por termos como 'clima', 'chuva', 'precipitação' e 'temperatura'. Também se destacam palavras como 'tendências', 'padrões', 'variabilidade', 'modelos' e 'impactos'. Dessa forma, constata-se que grande parte dos esforços científicos direcionados aos estudos sobre as secas concentrou-se na compreensão dos aspectos biofísicos desse fenômeno, sobretudo os hidrológicos, meteorológicos e climáticos.

Os termos em azul estão associados à uma tríade constituída pelas secas, ações antrópicas e as mudanças climáticas, no qual mostram termos como 'desflorestamento' e 'mortalidade de árvores' indicando as ações humanas como agravantes das 'mudanças climáticas', o que agrava as secas.

As palavras em vermelho indicam um direcionamento à gestão, avaliação e monitoramento por uma perspectiva mais abrangente, que considera a integração de múltiplas dimensões (sociais, ambientais, econômica), evidenciado por termos como 'risco', 'adaptação', 'vulnerabilidade' e 'resiliência'. Desse modo, revela uma visão sistêmica, combinando monitoramento técnico (dados climáticos e hídricos) com fatores sociais (capacidade institucional e participação comunitária).

Por fim, os termos em amarelo se associam às dinâmicas demográficas, os termos 'crescimento' e 'mortalidade' podem estar associados à variação populacional em fenômenos extremos, às perdas na agropecuária, em função da morte de culturas agrícolas e de rebanhos. Por ser um grupo com apenas 2 termos, esses estudos alcançam uma menor amplitude.

CONCLUSÃO

A análise bibliométrica realizada neste estudo evidencia a crescente relevância das pesquisas sobre secas no Brasil, sobretudo diante da intensificação dos eventos extremos associados às mudanças climáticas. A produção científica no período de 2000 a 2024 revela não apenas uma ampliação quantitativa, mas também uma sofisticação temática, refletida na emergência de abordagens interdisciplinares que integram aspectos físicos, sociais e institucionais do risco e da vulnerabilidade.

As redes de colaboração e os clusters temáticos identificados indicam uma consolidação do campo científico, com destaque para investigações voltadas à modelagem climática, impactos socioambientais, políticas de adaptação e resiliência. A liderança brasileira no volume de publicações aponta para uma resposta acadêmica à realidade nacional, marcada por recorrentes crises hídricas e desigualdades socioeconômicas que agravam os efeitos da seca.

Todavia, persistem lacunas no aprofundamento de estudos sobre impactos demográficos e soluções baseadas na natureza, assim como uma sub-representação de abordagens participativas e comunitárias na gestão do risco. Nesse sentido, este trabalho contribui ao fornecer uma base estruturada para pesquisadores, gestores e formuladores de políticas públicas, ao tempo em que reforça a necessidade de estratégias integradas e contínuas de monitoramento, prevenção e adaptação às secas no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AL BARRA, A. F.; SAPUTRO, D. R. S.; WIDIANINGSIH, P. (2024). "Bibliometric Analysis of Spline Regression Model for Trend Mapping and Strategy Development Research Using Vosviewer". *Nucleus*, 5(02), pp. 74–81.
- ALTAY, E.; BALIM, A. G. (2024). "VOSviewer application within the scope of bibliometric analysis: Literature review on the use of virtual laboratories in education". *Education Mind*. 3 (2), pp. 214-228.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. (2017) “*bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*”. *Journal of Informetrics*, 11(4), pp. 959-975.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Tomar Medidas Urgentes Para Combater A Mudança Do Clima E Seus Impactos. Caderno Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 – AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA. Brasília Ipea, 2019.

MACEDO M.; BOTELHO, L.L.R.; DUARTE, M.A.T. (2010). “*Revisão bibliométrica sobre a produção científica em aprendizagem gerencial*”. *Rev Gestão Sociedade*, 4(8).

MAIA, Rafaela Camargo; TRANCOSO, Jesus Souza. The effect of extreme climatic events on littorinid snails in two estuarine environments, temperate (NW Spain) and tropical (NE Brazil). *Ocean And Coastal Research*, v. 72, 2024. DOI: 10.1590/2675-2824072.23060

OLÍMPIO, João Luís Sampaio; CUNICO, Camila; LUCENA, Daisy. VULNERABILIDADE SOCIAL AOS DESASTRES AMBIENTAIS NO ESTADO DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL. *Geo UERJ*, n. 44, 2024. DOI: 10.12957/geouerj.2024.76107

ŘEHOR, Jan; BRÁZDIL, Rudolf; RAKOVEC, Oldřich; HANEL, Martin; FISCHER, Milan; KUMAR Rohini; BALEK, Jan; TRNKA, Miroslav. Cataloguing global soil moisture droughts since 1980. EMS Annual Meeting Abstracts, vol. 21, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5194/ems2024-437>

THOMAS, M. A.; T. J.; (2024). “Exploring the Landscape of Digital Nudging: A Comprehensive Bibliometric Analysis Using VOSviewer”. *IMIB Journal of Innovation Management*, 3(1).

UM, Myoug-Jin; KIM, Yeonjoo; PARK, Daeryong; JUNG, Kichul; WANG, Zhan; KIM, Mun Mo; SHIN, Hongjoon. Impacts of potential evapotranspiration on drought phenomena in different regions and climate zones. *Science of The Total Environment*. 703, 135590, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135590>.

WALKER, David W.; VERGOPOLAN, Noemi; CAVALCANTE, Louise; SMITH, Kelly Helm; AGOUNGBOME, Sehouevi Mawuton David; ALMAGRO, André; APURV, Tushar; DAHAL, Nirmal Mani; HOFFMANN, David; SINGH, Vishal; XIANG, Zhang. Flash Drought Typologies and Societal Impacts: A Worldwide Review of Occurrence, Nomenclature, and Experiences of Local Populations. *Weather, Climate, and Society*, v. 16. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-23-0015.1>.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Handbook of drought indicators and indices. Geneva: Integrated Drought Management Programme (IDMP), 2016. (Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series, 2). Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3313. Acesso em: 26 janeiro de 2025.

YILDIRIM, G.; RAHMAN, A.; SINGH, V. P. (2022) “*A Bibliometric Analysis of Drought Indices, Risk, and Forecast as Components of Drought Early Warning Systems*”. *Water*, 14(2), pp. 253.