

MAPEAMENTO CIENTÍFICO DOS ÍNDICES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Eduarda Pinheiro Barbosa da Silva¹; Cristyam Robert Albuquerque de Lima Santos²; Wislley Barbosa Dionizio³; Bianca Maria Lima Cruz Pereira⁴; Geraldo Arthur Teodozio Boia⁵; Alyne Carneiro Mesquita Siffert Lemos⁶; Antônio Pedro De Oliveira Netto⁷; Manoel Mariano Neto⁸

RESUMO – O saneamento ambiental desempenha papel fundamental na promoção da saúde pública, embora ainda persistam déficits relacionados ao acesso e à gestão dos serviços sanitários em diferentes regiões do mundo. Nesse contexto, compreender a evolução e composição dos indicadores ambientais torna-se essencial para subsidiar estratégias de planejamento e mitigação das deficiências relacionadas ao saneamento. Assim, este estudo teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica relacionada aos índices de salubridade e saneamento ambiental. O levantamento foi realizado nas bases Web of Science e Scopus, considerando publicações entre 1973 e 2025. A análise contemplou evolução temporal das publicações, citações, redes de colaboração científica e estrutura temática da literatura, por meio da coocorrência de palavras-chave e do mapa temático. Os resultados identificaram 274 documentos publicados em 186 fontes distintas, com crescimento mais expressivo das publicações a partir de 2008. As análises temáticas evidenciaram que a literatura está estruturada principalmente na interface entre saneamento ambiental e saúde pública, com predominância de estudos voltados a fatores epidemiológicos e grupos populacionais específicos. O estudo contribui para a compreensão da evolução científica do tema e para o fortalecimento das discussões sobre saneamento, saúde e infraestrutura ambiental.

Palavras-Chave – Saneamento; indicadores ambientais; mapeamento científico.

ABSTRACT– Environmental sanitation plays a fundamental role in promoting public health, although deficits related to access to and management of sanitation services still persist in different regions of the world. In this context, understanding the evolution and composition of environmental indicators becomes essential to support planning strategies and mitigate deficiencies related to sanitation. Thus, this study aimed to carry out a bibliometric analysis of the scientific production related to environmental salubrity and environmental sanitation indices. The survey was conducted in the Web of Science and Scopus databases, considering publications from 1973 to 2025. The analysis included the temporal evolution of publications, citations, scientific collaboration networks, and the thematic structure of the literature through keyword co-occurrence and thematic mapping. The results identified 274 documents published in 186 distinct sources, with a more significant growth in publications after 2008. The thematic analyses showed that the literature is mainly structured around the interface between environmental sanitation and public health, with a predominance of studies focused on epidemiological factors and specific population groups. The study contributes to

¹) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, eduarda.silva@delmiro.ufal.br

²) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, cristyam.santos@ctec.ufal.br

³) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, wislley.dionizio@ctec.ufal.br

⁴) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, biancalima.p18@gmail.com

⁵) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, geraldo.boia@ctec.ufal.br

⁶) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, alyne.lemos@ctec.ufal.br

⁷) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, antonio.netto@delmiro.ufal.br

⁸) Universidade Federal de Alagoas – UFAL, manael.mariano@ctec.ufal.br

understanding the scientific evolution of the topic and to strengthening discussions on sanitation, public health, and environmental infrastructure.

Key-words – Sanitation; environmental indicators; scientific mapping.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a Lei nº 11.445/2007 define o saneamento básico como o conjunto de serviços relacionados ao abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A legislação também estabelece a responsabilidade dos estados e municípios na formulação de políticas públicas voltadas à universalização desses serviços (Brasil, 2007).

Apesar dos avanços observados nas últimas décadas, o acesso aos serviços de saneamento ainda apresenta importantes déficits no país. Em 2023, apenas 83,1% da população brasileira era atendida por redes de abastecimento de água, enquanto somente 59,7% possuíam conexão com redes coletoras de esgoto. Além disso, parte significativa dos resíduos sólidos ainda era destinada de forma inadequada, e 31,1% dos municípios brasileiros não haviam elaborado seus respectivos planos de saneamento, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA), do Ministério das Cidades (2024).

Esse cenário também é observado em outros países da América Latina e em regiões em desenvolvimento da África e da Ásia, onde persistem limitações relacionadas ao acesso e à gestão dos serviços de saneamento (Balza et al., 2025; Gómez Vidal et al., 2021; Okesanya et al., 2024; WHO; UNICEF, 2023).

Diante da crescente produção científica, as análises bibliométricas configuram-se como ferramentas relevantes para compreender a evolução do campo científico, permitindo identificar tendências temáticas, redes de colaboração e lacunas presentes na literatura (Durán-Sánchez *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2025). Além disso, essas abordagens contribuem para a sistematização do conhecimento científico e para o fortalecimento de discussões voltadas ao planejamento e à gestão do saneamento ambiental.

Apesar dos avanços relacionados à composição de índices ambientais, ainda persistem lacunas quanto à integração entre diferentes abordagens temáticas, especialmente no que se refere à articulação entre aspectos epidemiológicos, ambientais e estruturais da infraestrutura sanitária. Soma-se a isso a heterogeneidade metodológica presente na literatura, evidenciando a necessidade de estudos que permitam compreender a estrutura e a evolução desse campo científico.

Nesse sentido, este estudo tem como propósito realizar uma análise bibliométrica da produção científica relacionada aos índices de salubridade ambiental. A análise contempla a identificação de tendências temporais, redes de colaboração científica e principais tendências temáticas, buscando contribuir para o aprimoramento de instrumentos voltados ao planejamento e à gestão do saneamento ambiental.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória de abordagem quantitativa, desenvolvida por meio de análise bibliométrica da produção científica relacionada à salubridade ambiental e ao saneamento ambiental.

A análise bibliométrica caracteriza-se como uma vertente da literatura científica de abordagem predominantemente quantitativa, constituindo-se como ferramenta relevante para avaliar a produtividade científica, seu impacto e a identificação de tendências emergentes na pesquisa (Dagli *et al.* 2025).

O levantamento foi realizado nas bases de dados Web of Science (WOS) e Scopus. A escolha dessas bases fundamentou-se no fato de a WOS reunir trabalhos relevantes publicados em periódicos de elevado impacto científico, enquanto a Scopus apresenta equilíbrio entre qualidade e abrangência (Azevêdo *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2020). A busca inicial foi realizada em 19 de outubro de 2025, abrangendo todos os registros recuperados nas bases até a data de realização da pesquisa. A estratégia de busca empregou as seguintes combinações de palavras-chave com operadores booleanos:

- Web of Science: TS = (((("indicator*" OR "index*" OR "composite indicator" OR "composite index" OR "performance indicator") AND ("environmental sanitation" OR "basic sanitation" OR "environmental salubrity"))) AND ("public health" OR "environmental health" OR "sanitation services" OR "service coverage")));
- SCOPUS: TITLE-ABS-KEY ((("indicator*" OR "index*" OR "composite indicator" OR "composite index" OR "performance indicator") AND ("environmental sanitation" OR "basic sanitation" OR "environmental salubrity")) AND ("public health" OR "environmental health" OR "sanitation services" OR "service coverage")).

Na sequência, definiram-se os critérios de inclusão e exclusão (filtros) para a seleção final dos estudos. A Figura 1 ilustra o fluxograma das etapas de busca, seleção e análise dos dados.

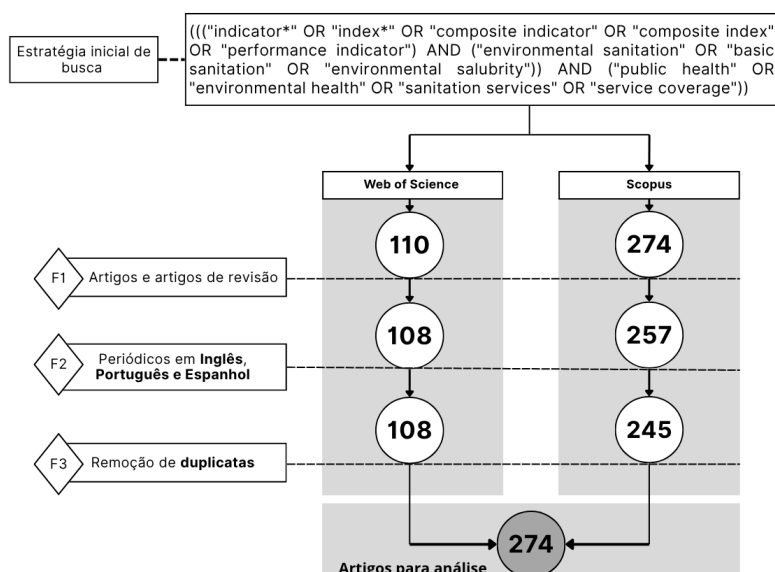


Figura 1 - Fluxograma das estratégias de busca
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Para o processamento e análise dos dados, utilizou-se o software Biblioshiny, interface web do pacote Bibliometrix desenvolvido na linguagem R, amplamente empregado em estudos de mapeamento científico (Aria e Cuccurullo, 2017).

A partir do conjunto final de artigos selecionados, a análise bibliométrica contemplou a evolução temporal das publicações, análise de citações, artigos mais influentes, distribuição geográfica da produção científica, redes de colaboração entre países e estrutura temática da literatura, por meio da coocorrência de palavras-chave e elaboração do mapa temático.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise bibliométrica contemplou o período de 1973 a 2025, totalizando 274 documentos publicados em 186 fontes distintas. O conjunto analisado envolveu 1.271 autores, com média de 4,88 coautores por documento. Foram identificados 809 termos distintos nas palavras-chave das publicações, evidenciando a diversidade temática do campo investigado, bem como a diversidade terminológica empregada na delimitação do tema. Esses dados permitem uma visão inicial da dimensão e da dinâmica estrutural do campo de pesquisa.

A Figura 2 apresenta a distribuição anual do número de artigos publicados e das publicações acumuladas no período de 1973 a 2025. Os primeiros registros da amostra datam de 1973 e concentram-se em estudos voltados ao monitoramento da qualidade ambiental, incluindo avaliações de programas de saúde ambiental reportadas por grupo científico da Organização Mundial da Saúde

(OMS). Esses trabalhos iniciais estabeleceram as bases temáticas que orientaram as investigações desenvolvidas nos anos subsequentes.

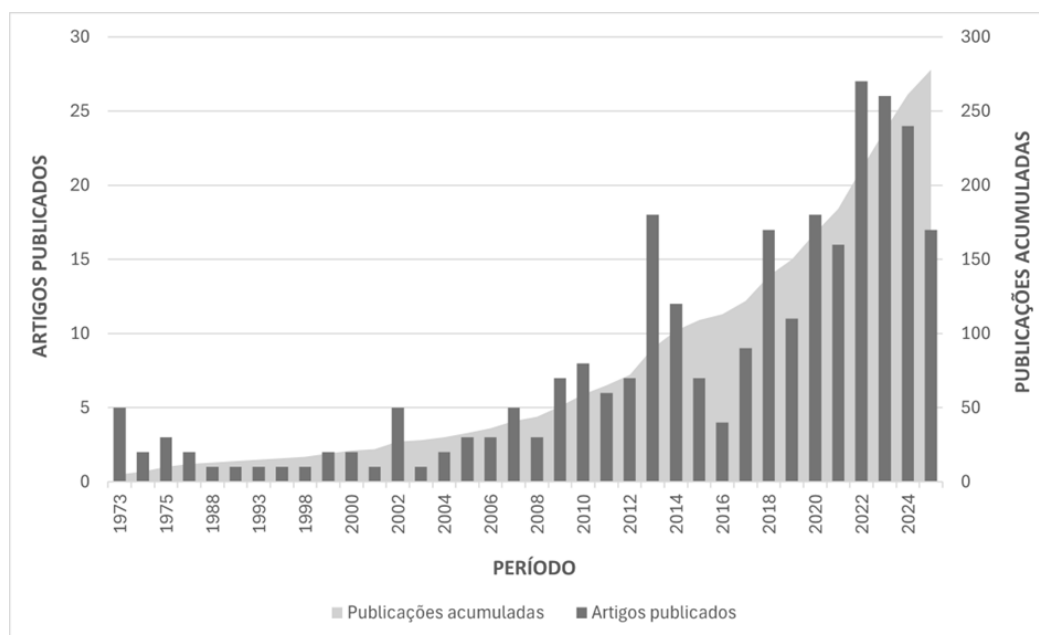


Figura 2 - Número quantitativo de artigos e publicações acumulados ao longo dos anos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Após os registros iniciais, a produção científica manteve-se reduzida nas décadas seguintes, com baixo número anual de publicações até o início dos anos 2000. A partir de 2008 observa-se crescimento mais consistente, intensificado após 2014. O período entre 2020 e 2023 concentra os maiores quantitativos anuais da série histórica.

Na Figura 3 é possível observar as tendências do quantitativo de citações ao longo do período analisado, bem como a evolução do valor acumulado. Nota-se que determinados anos apresentam picos expressivos de citações, com destaque para 2009. Esse aumento está diretamente relacionado ao artigo de Costello et al. (2009), publicado na Lancet, que acumula 2284 citações. Os artigos com maior número de citações estão apresentados na Tabela 1.

Verificam-se também elevações nos anos de 2013 e 2016, relacionadas aos artigos de Graham e Polizzotto (2013); Onis e Branca (2016); Spears *et al.* (2013); Turley *et al.* (2013), que figuram entre os mais citados da amostra. O crescimento acentuado do acumulado após 2009 reflete a contribuição desses estudos para o aumento do total de citações.

Os artigos com maior número de citações estão apresentados na Tabela 1.

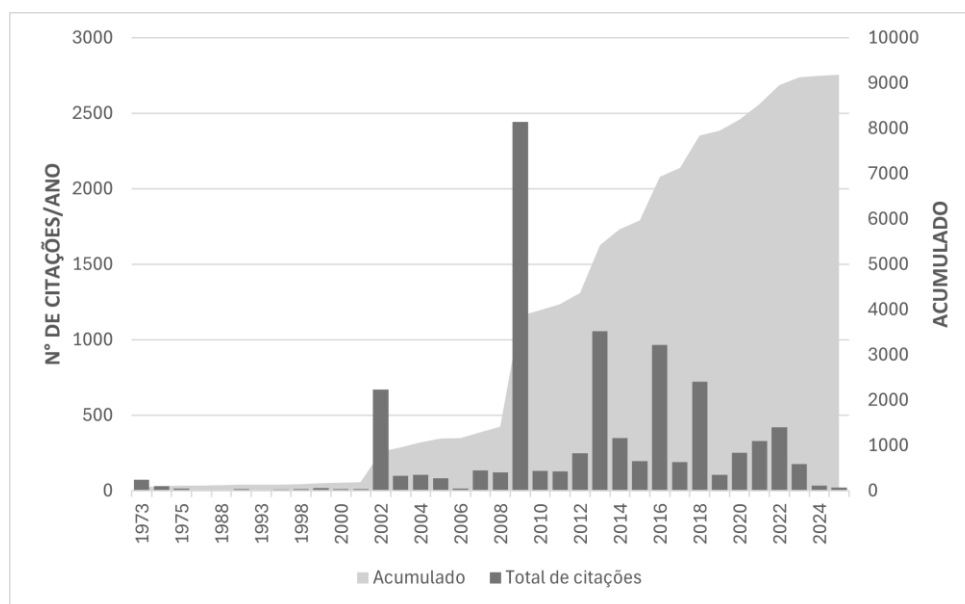


Figura 3 - Número de citações de artigos e seu número acumulado
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Tabela 1 - Artigos mais citados globalmente

Autor – Ano – Revista	Total de citações
Costello A, 2009, Lancet	2284
De O M, 2016, Matern Child Nutr	910
Prüss A, 2002, Environ Health Perspect	583
Graham J, 2013, Environ Health Perspect	327
Hogan D, 2018, Lancet Global Health	293
Spears D, 2013, Plos One	261
Wolf J, 2022, Lancet	194
Turley R, 2013, Cochrane Database Syst Rev	147
Gerlak A, 2018, Environ Sci Policy	131
Nishtar S, 2013, Lancet	120

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Ao analisar a Figura 4 é possível perceber que a distribuição territorial da produção científica evidencia a centralidade do Brasil na temática, indicando forte inserção nacional no desenvolvimento das pesquisas analisadas. Esse protagonismo pode estar associado à relevância do tema no contexto brasileiro, especialmente diante dos desafios estruturais relacionados ao saneamento e à saúde ambiental. Observa-se também participação significativa de países como Estados Unidos, Índia, Etiópia, Nigéria e China, o que demonstra que a discussão não se restringe a um único eixo geográfico.

Quanto à colaboração internacional, as conexões identificadas entre países de diferentes continentes indicam a formação de redes de cooperação científica. As parcerias envolvendo Brasil e

Estados Unidos, bem como interações entre países da América, Europa e África, evidenciam intercâmbio de conhecimento e integração acadêmica sobre o tema.

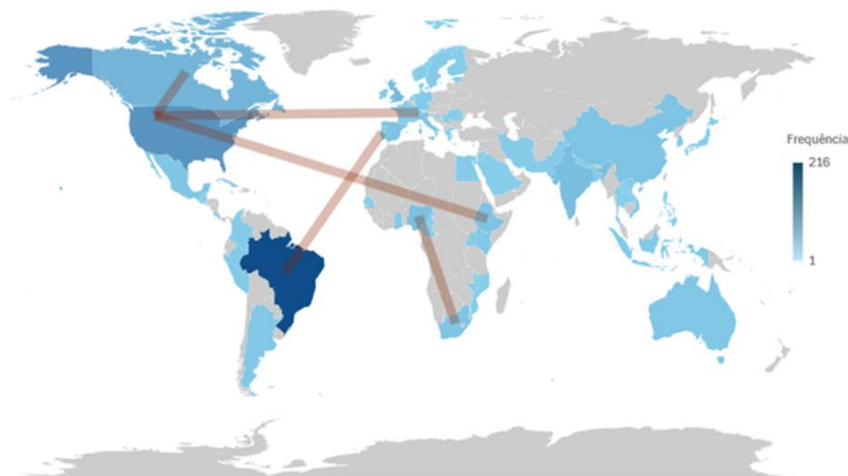


Figura 4 - Produção científica e colaboração entre países
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

A análise da rede de coocorrência, mostrada na Figura 5, identificou dois clusters principais, evidenciando a organização temática da produção científica. O primeiro agrupamento concentra termos como *environmental sanitation*, *sanitation*, *public health*, *water supply* e *environmental health*, indicando que a literatura está estruturada na interface entre saneamento ambiental e saúde pública. Esses descritores articulam discussões relacionadas ao abastecimento e à qualidade da água, higiene, avaliação de riscos e desenvolvimento sustentável.

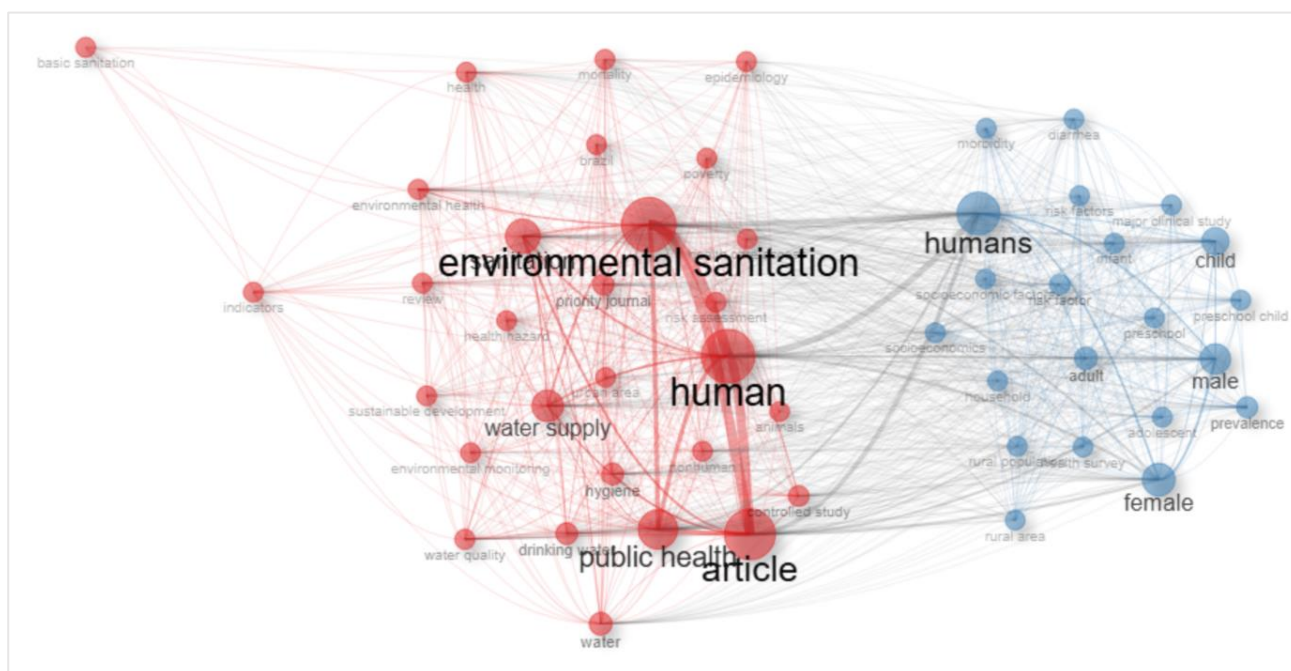


Figura 5 - Rede de coocorrência das palavras-chave
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

O segundo cluster reúne termos associados às características populacionais e despechos em saúde, como *humans, female, male, child, diarrhea, risk factor* e variáveis socioeconômicas. Esse agrupamento demonstra que parte significativa dos estudos analisa os impactos do saneamento sobre grupos específicos e condições epidemiológicas.

A Figura 6 apresenta o Mapa Temático da literatura analisada. Essa representação complementa a análise de coocorrência (Figura 5) ao permitir a avaliação da centralidade e da densidade dos agrupamentos temáticos identificados, possibilitando compreender sua relevância e seu nível de desenvolvimento dentro do campo científico.

O cluster associado a *humans* e aos despechos epidemiológicos posiciona-se como tema motor no Mapa Temático, apresentando alta centralidade e densidade. Esse resultado indica que os estudos voltados à mensuração dos impactos do saneamento sobre grupos populacionais constituem o núcleo consolidado da literatura, com forte integração estrutural e maturidade temática.

Já o agrupamento formado por *environmental sanitation, public health e environmental health* aparece como tema básico, com elevada centralidade e menor densidade. Isso demonstra que o saneamento ambiental é elemento estruturante do campo, amplamente conectado a outras discussões, embora apresente menor coesão interna quando comparado ao núcleo epidemiológico.

Por sua vez, termos como *sanitation, water supply e water* ocupam posição periférica ou emergente, indicando menor consolidação temática.

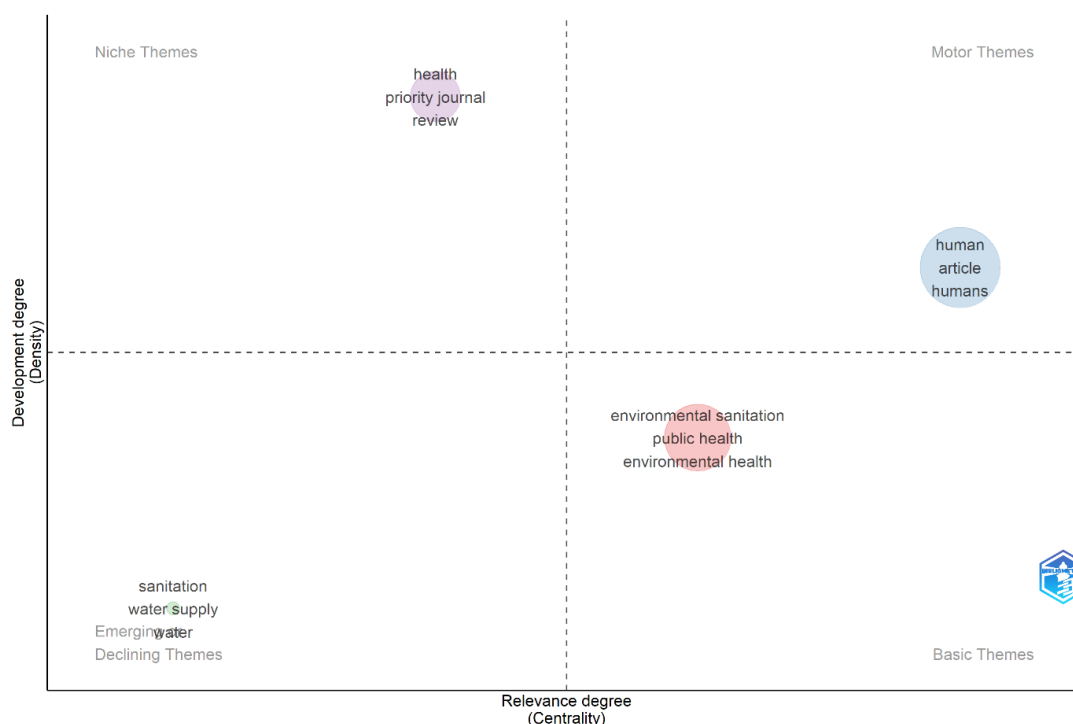


Figura 6 - Mapa temático
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

De forma integrada, as duas análises evidenciam que o campo está organizado em torno do eixo saneamento–saúde, com predominância de estudos epidemiológicos sobre populações específicas, enquanto as dimensões estruturais e técnicas da infraestrutura sanitária, embora centrais, apresentam menor desenvolvimento interno.

CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram crescimento da produção científica, especialmente a partir de 2008, com maior concentração de publicações entre 2020 e 2023. A análise das citações demonstrou a consolidação do tema no cenário científico internacional, impulsionada principalmente por estudos relacionados à saúde pública e aos impactos epidemiológicos do saneamento.

As análises de coocorrência e do mapa temático indicaram que a literatura está estruturada na interface entre saneamento ambiental e saúde pública, com predominância de estudos voltados a fatores de risco, condições epidemiológicas e grupos populacionais específicos. Em contrapartida, aspectos estruturais e técnicos da infraestrutura sanitária apresentaram menor consolidação temática.

Além disso, observou-se forte participação do Brasil na produção científica e nas redes de colaboração internacional. Dessa forma, o estudo contribui para a compreensão da evolução científica do tema e evidencia a necessidade de pesquisas mais integradas sobre saneamento, saúde e infraestrutura ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pelo apoio financeiro e pelo fomento à pesquisa científica, fundamentais para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. (2017). “*Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*”. Journal of Informetrics 11(4), pp. 959–975.
- BALZA, L.H.; CUARTAS, J.; GOMEZ-PARRA, N.; SEREBRISKY, T. (2025). “*Infrastructure Services and Early Childhood Development in Latin America and the Caribbean: Water, Sanitation, and Garbage Collection*”. World Development 185, pp. 106817
- BRASIL. (2007). *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- COSTELLO, A.; ABBAS, M.; ALLEN, A.; BALL, S.; BELL, S.; BELLAMY, R. et al. (2009). “*Managing the health effects of climate change*”. The Lancet 373(9676), pp. 1693–1733.

DAGLI, N.; HAQUE, M.; KUMAR, S. (2025). “*Bibliometric Analysis in Scientific Research: Applications, Limitations, and Key Considerations for Authors*”. Bangladesh Journal of Medical Science 24(1), pp. 7–10.

DURÁN-SÁNCHEZ, A.; ÁLVAREZ-GARCÍA, J.; GONZÁLEZ-VÁZQUEZ, E.; RÍO-RAMA, M. DE LA C. DEL. (2020). “*Wastewater Management: Bibliometric Analysis of Scientific Literature*”. Water 12(11), pp. 2963.

GÓMEZ VIDAL, A.; MACHADO, F.; DATSHKOVSKY, D. (2021). *Water and Sanitation Services in Latin America: Access and Quality Outlook*. Washington, D.C.

GRAHAM, J.P.; POLIZZOTTO, M.L. (2013). “*Pit Latrines and Their Impacts on Groundwater Quality: A Systematic Review*”. Environmental Health Perspectives 121(5), pp. 521–530.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. (2025). *Painel de Indicadores*. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

OKESANYA, O.J.; ADELEKE, O.; LAWAL, A. et al. (2024). “*Water, sanitation, and hygiene (WASH) practices in Africa: exploring the effects on public health and sustainable development plans*”. Tropical Medicine and Health 52(1), pp. 68.

OLIVEIRA AZEVÊDO, R. DE; ROTELA JUNIOR, P.; ROCHA, L.C.S.; CHICCO, G.; AQUILA, G.; PERUCHI, R.S. (2020). “*Identification and Analysis of Impact Factors on the Economic Feasibility of Photovoltaic Energy Investments*”. Sustainability 12(17), pp. 7173.

ONIS, M. DE; BRANCA, F. (2016). “*Childhood stunting: a global perspective*”. Maternal & Child Nutrition 12(S1), pp. 12–26.

SINGH, S.; DHIR, S.; DAS, V.M.; SHARMA, A. (2020). “*Bibliometric overview of the Technological Forecasting and Social Change journal: Analysis from 1970 to 2018*”. Technological Forecasting and Social Change 154, pp. 119963.

SOUZA, G.; SANTOS, C.; LISBOA, É. (2025). “*Water, Sanitation, and Hygiene in Urban Areas: A Review*”. Water 17(17), pp. 2634.

SPEARS, D.; GHOSH, A.; CUMMING, O. (2013). “*Open Defecation and Childhood Stunting in India: An Ecological Analysis of New Data from 112 Districts*”. PLOS ONE 8(9), pp. 73784.

TURLEY, R.; SAITH, R.; BHAN, N.; REHFUESS, E.; CARTER, B. (2013). “*Slum upgrading strategies involving physical environment and infrastructure interventions and their effects on health and socio-economic outcomes*”. Cochrane Database of Systematic Reviews 2013(1).

WHO; UNICEF. (2023). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender*. United Nations Children’s Fund and World Health Organization New York.