



IX - 298 - UM PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A DRENAGEM URBANA: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Júlio Eduardo de Oliveira Rocha⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Itajubá/MG e mestrando em Engenharia Hídrica pela Universidade Federal de Itajubá/MG.

Ana Paula Moni Silva⁽²⁾

Engenheira Hídrica pela Universidade Federal de Itajubá/MG. Mestre em Engenharia da Energia pela Universidade Federal de Itajubá/MG e Doutora em Engenharia Mecânica pela mesma universidade.

Marina Batalini de Macedo⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Doutora e Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento, no departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade de São Paulo. Pós-doutorada em Saúde Ambiental, pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Conselheiro Lafaiete, 163 - Sagrada Família - Belo Horizonte - MG - CEP: 31030-010 - Brasil - Tel: (35) 99866-0290 - e-mail: juliorocha@unifei.edu.br

RESUMO

Os alagamentos e as inundações são uma realidade em muitos municípios brasileiros, devido a precariedade do saneamento no que diz respeito à drenagem urbana e o tratamento de esgotos domésticos. O crescimento desordenado das cidades impulsionado pelo processo de industrialização no país estimulou o processo de impermeabilização das bacias hidrográficas e conseqüentemente aumento do escoamento superficial. Diante desse contexto, o presente artigo tem por objetivo realizar uma revisão bibliométrica baseada em uma metodologia definida sobre a temática com base nos documentos científicos pesquisados na base de dados da *Scopus*, incluindo busca no título, resumo e palavras-chave dos documentos. A partir dos dados obtidos, foi possível manipulá-los no *software* estatístico R, incorporado com a interface *R Studio*, e gerar gráficos referentes ao panorama das publicações ao longo do tempo. Além disso, foi possível identificar os países que mais discorrem sobre o assunto e os tipos de documentos científicos mais produzidos, para posterior análise dos resultados. Desse modo, foi possível observar um constante crescimento na produção de documentos, inclusive na última década, além de constatar que os países que mais possuem artigos publicados são China e Índia. Sendo assim, foi possível concluir que, apesar de ser um assunto recorrente no Brasil, o número de documentos científicos sobre o tema é pequeno e, mesmo com técnicas sustentáveis já implantadas em diversos municípios, deve-se estimular a criação de políticas públicas que incentivem a implantação de ações de drenagem urbana sustentável e o aumento da discussão científica acerca do tema.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem Urbana, Escoamento Superficial, Produção Acadêmica, Revisão.

INTRODUÇÃO

Os alagamentos e as inundações são realidade nos municípios brasileiros, devido a precariedade do saneamento básico, principalmente no que diz respeito à drenagem urbana e o tratamento de esgotos domésticos. Aliado a isso, o crescimento desordenado e sem planejamento dos grandes centros urbanos, ocasionado principalmente pelo processo de industrialização a partir da década de 1930, contribuiu para a maximização do problema. De acordo com dados do IBGE (2017), 27,2% dos municípios brasileiros foram atingidos por enchentes ou inundações nos últimos quatro anos anteriores à pesquisa.

Com esse processo de urbanização desenfreado, as características naturais das bacias hidrográficas são modificadas, o que altera os componentes do ciclo hidrológico natural, causado principalmente pela pavimentação impermeável e a execução de condutos artificiais para escoamento das águas pluviais (DEP, 2005). Dessa forma, podem ser observadas modificações do ciclo natural da bacia hidrográfica, bem como a redução da infiltração no solo e dos níveis dos lençóis freáticos, a diminuição da evapotranspiração, a atenuação da poluição difusa e contaminação do ambiente, além do aumento das vazões máximas de escoamento ao longo do tempo.

Uma forma de reverter esse cenário é a criação dos Planos Diretores de Drenagem Urbana nos municípios brasileiros, frente a crescente valorização do conceito de sustentabilidade ambiental e a necessidade de aumentar a segurança contra eventos hidrológicos extremos. Para isso, é fundamental compreender os processos hidrológicos que ocorrem na bacia hidrográfica, como exemplo, o caráter da precipitação histórica, as áreas de infiltração disponíveis, os processos de armazenamento e interceptação presentes no local. Frente a isso, é necessário um planejamento multidisciplinar para que ocorra o devido controle da urbanização de áreas sujeitas a riscos e inundações e também a correta orientação quanto ao uso e ocupação do solo do município, através de padrões e procedimentos técnicos, econômicos, institucionais, sociais e ambientais.

Diante do cenário apresentado, uma ferramenta para mapear as principais lacunas entre as necessidades urbanas relacionadas a drenagem urbana e o seu desenvolvimento científico é a Revisão Bibliométrica, a qual explicita um mapeamento da produção científica e constitui de forte indicador para o direcionamento do desenvolvimento de trabalhos acadêmicos. Logo, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar uma revisão bibliométrica acerca da drenagem urbana no cenário mundial. Além disso, tem-se como objetivos específicos analisar o panorama das publicações sobre o assunto, bem como identificar os países que mais produzem acerca do tema e a devida colaboração científica entre os países.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho foi baseado na metodologia de Conforto et. al (2006), a qual divide a revisão sistemática em três fases, sendo elas: a entrada, o processamento e a saída, conforme Figura 1.

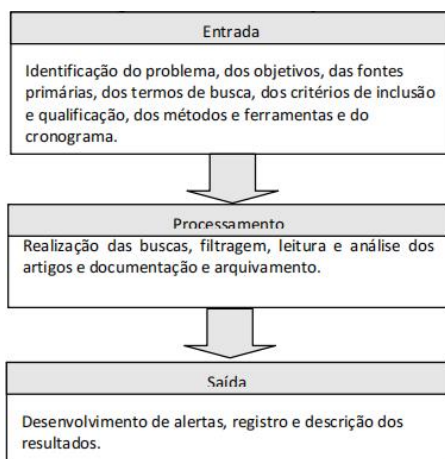


Figura 1: Fases de desenvolvimento da pesquisa.
Fonte: Souza et. al (2019)

A primeira etapa para o desenvolvimento da revisão bibliométrica consistiu-se na definição dos critérios de escolha e a elaboração das strings (palavras-chave) para a pesquisa das publicações nos bancos de dados, sendo considerado todos os produtos científicos produzidos até o mês de Janeiro de 2023. Para a definição das *strings*, foram escolhidas palavras relevantes e relacionadas com a drenagem urbana, sendo elas, escoamento superficial, águas pluviais e gestão da água, conforme Tabela 1. Ressalta-se a importância da correta definição e elaboração da primeira fase da pesquisa, tendo em vista que, se realizado um processo de entrada de baixa qualidade, os resultados gerados na fase de Saída serão inválidos, independente da qualidade da etapa de Processamento.

Em seguida, como parte da segunda fase do estudo e com o intuito de verificar a quantidade de artigos nas plataformas de buscas, foram pesquisadas as *strings* definidas, considerando a busca no título, resumo e palavras-chave dos documentos, nas listas de base de dados da *Scopus* e *Web of Science* (WOS), ambas acessadas através da plataforma CAFE disponibilizada pelo Periódicos CAPES.

A Tabela 1 explicita as buscas realizadas e a quantidade de produtos científicos localizados para cada base de dados.

Tabela 1: Strings de busca nas plataformas Scopus e Web of Science.

Strings de busca (palavras-chave)	Número de produtos científicos	
	Scopus	WOS
("urban drainage" or "water management") and "surface runoff"	1.224	501
("urban drainage" or "water management") and "surface runoff" and rainwater	111	45
("urban drainage" or rainwater) and "surface runoff" and "water management"	137	45
"urban drainage" and "water management" and "surface runoff"	45	18

Após a verificação das strings elaboradas e a quantidade de trabalhos disponíveis para leitura e análise, optou-se por definir a seguinte equação como objeto de estudo: **("urban drainage" or "water management") and "surface runoff" and rainwater**, devido a quantidade satisfatória de documentos encontrados e consistência das palavras-chave definidas.

Em continuidade da segunda fase da pesquisa, foi escolhida a plataforma *Scopus* para a elaboração da fase de Saída, a qual consiste na produção dos gráficos e descrição dos resultados. Assim, foi extraído do site de buscas o arquivo *BibTex*, contendo informações relevantes sobre os trabalhos científicos encontrados para, posteriormente, serem manipulados. Para a análise dos dados foi utilizado o software estatístico R, em sua versão 4.3.2, por meio da interface *R Studio*, com a entrada do pacote *Biblioshiny* para o mapeamento de código aberto definido pelo *Bibliometrix*.

Por fim, como resultado da etapa de Saída, foi possível gerar os seguintes gráficos para discussão e posterior comparação com demais autores: um panorama da publicação sobre o tema ao longo do tempo, a produção científica por país, os tipos de documentos mais produzidos e o cenário da colaboração entre os países.

RESULTADOS OBTIDOS

Após o desenvolvimento das etapas explicitadas no item anterior, foi possível elaborar os gráficos para posterior análise dos resultados. A Figura 2 apresentada um panorama das publicações científicas ao longo do tempo.

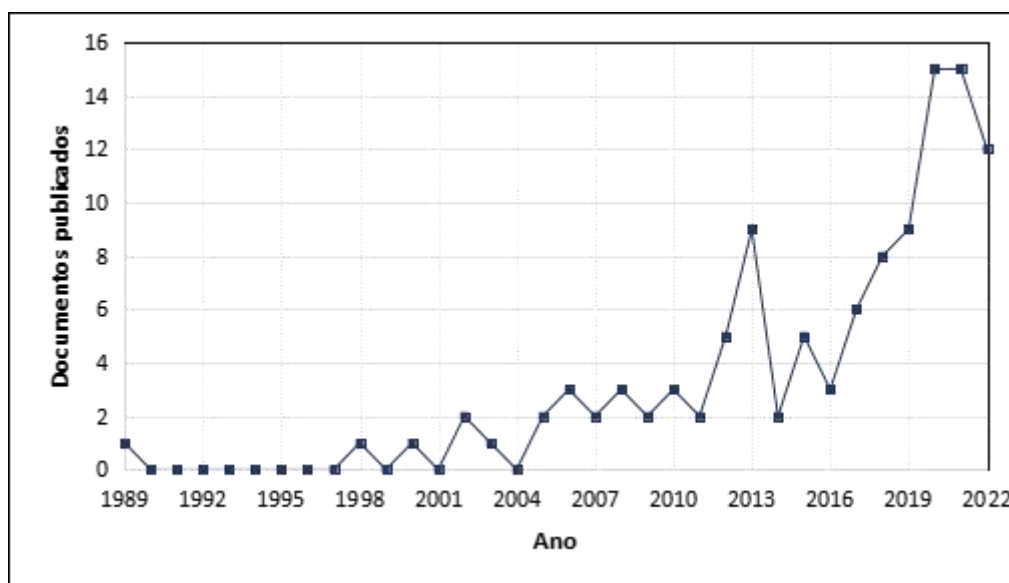


Figura 2: Produção de documentos por ano.



A partir da Figura 3, é possível observar a produção dos documentos científicos de cada país, com base nos 10 países que mais desenvolvem sobre o assunto.

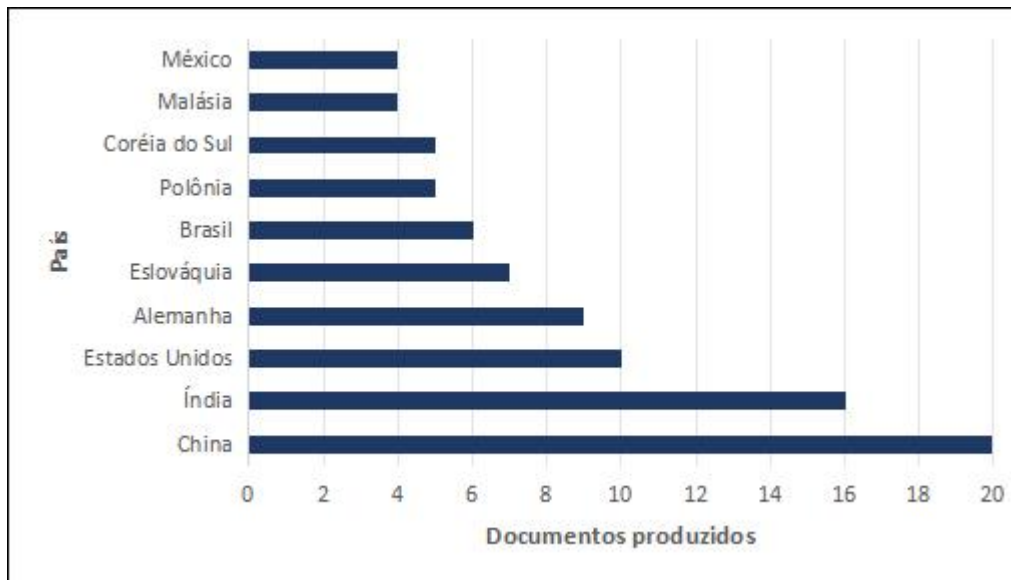


Figura 3: Produção de documentos por país.

Na Figura 4 é mostrado um cenário dos tipos de documento produzidos, com base na pesquisa realizada.

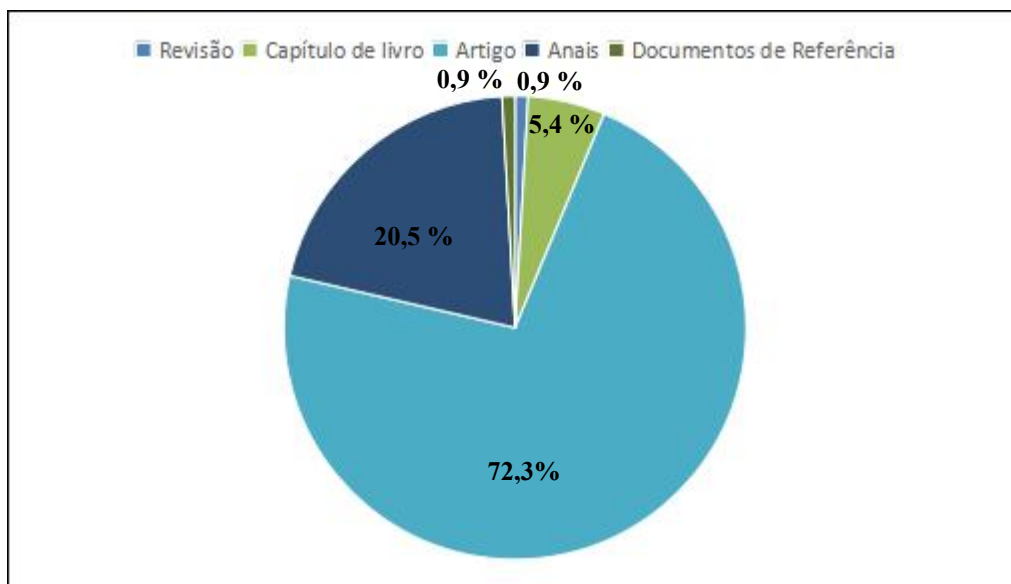


Figura 4: Tipos de documentos produzidos.

Por fim, na Figura 5 é apresentada a colaboração científica entre os países.

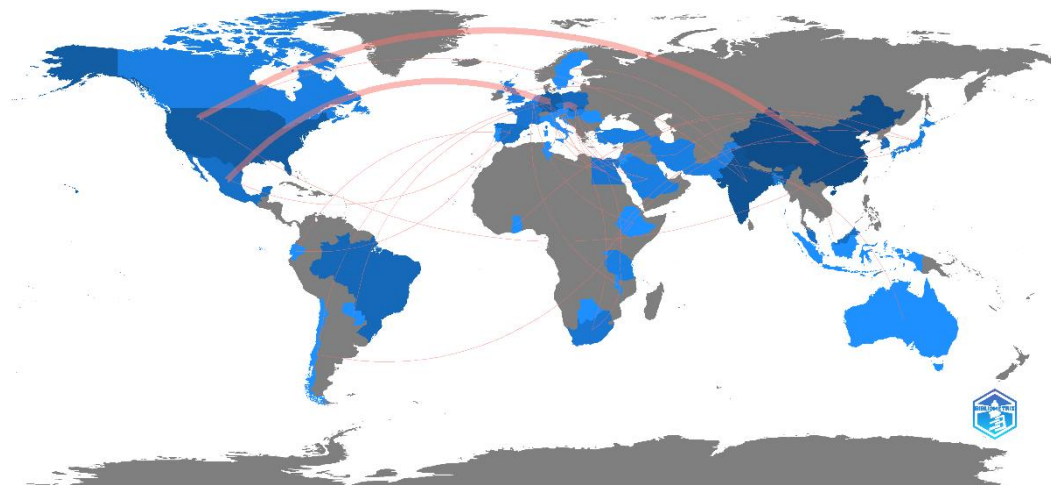


Figura 5: Mapa de colaboração entre os países.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a obtenção dos resultados, foi possível analisar os gráficos elaborados e compará-los com demais autores que trataram sobre o assunto. Com relação ao número de publicações no decorrer dos anos, explicitado na Figura 2, foi possível perceber um crescimento considerável de artigos produzidos entre os anos de 2011 e 2013 e, de maneira geral, um crescimento ao longo dos anos, porém faz-se necessário investigar a possível redução de 9 para 2 artigos produzidos do ano de 2013 para 2014 após 2 anos de crescimento. Entretanto, pode-se notar um aumento significativo no número de produções a partir do ano de 2016, o que pode ser justificado pela promulgação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, em 2015 pelas Nações Unidas, a qual apresenta a ODS 11 como objetivo para o desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis, tornando-as ambientes seguros e resilientes.

Souza et. al. (2019) em seu trabalho intitulado “Um estudo Bibliométrico e Sistemático sobre o Planejamento de Sistemas de Drenagem Urbana” apresentou resultados que corroboram com os aqui desenvolvidos, ao mencionar a crescente publicação de trabalhos científicos acerca do tema. No que se refere a publicação de artigos nos países, o trabalho citado apresenta a Alemanha como o principal produtor científico e com relação ao Brasil, esse ocupa a 12^a posição no *ranking*, enquanto no presente estudo a China é detentora do maior número de publicações e o Brasil se apresenta na 6^a posição.

O trabalho de Brito et. al. (2022) intitulado “Desenvolvimento de baixo impacto no manejo de águas pluviais urbanas: Uma Revisão Bibliométrica” apresentou queda na quantidade de publicações científicas no ano de 2022, resultado semelhante com o aqui apresentado, além de apresentar os Estados Unidos e a China como os países que mais publicaram sobre o tema. Vale ressaltar que, apesar dos trabalhos comparados apresentarem a mesma metodologia, as palavras-chave pesquisadas foram distintas, o que justifica a diferença nos resultados.

Alves et. al. (2023), em seu trabalho o qual discorre sobre as “Abordagens baseada na natureza para gestão sustentável de águas pluviais em ambientes urbanos: Uma Análise Bibliométrica” concluiu que somente na última década revelou-se um crescimento nas publicações referentes as abordagens baseadas na natureza para o gerenciamento de águas pluviais, além de destacar os países da Europa Ocidental como os locais que mais contribuíram com pesquisas relacionadas a gestão das águas no espaço urbano e utilização de sistemas de drenagem sustentável, além da China e Estados Unidos.

CONCLUSÕES

A Revisão Bibliométrica apresenta-se como principal meio para identificar as tendências e evoluções no campo da drenagem urbana ao longo do tempo, além de difundir a rede de pesquisa predominante entre países



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



e direcionar o desenvolvimento científico. Assim, a partir dos gráficos gerados, foi possível estabelecer um panorama geral sobre a temática da drenagem urbana no cenário mundial e concluir que, apesar da importância do assunto e a relevância das discussões como possibilidade de resolução dos problemas enfrentados nos grandes centros urbanos, a produção científica, principalmente no âmbito brasileiro, ainda é pequena.

Dessa forma, é fundamental a produção de incentivos e políticas públicas baseadas em evidências que fomentam a discussão acerca do tema e que envolvam o ambiente acadêmico, principalmente que incluam assuntos relacionados às mudanças climáticas na solução de problemas, tendo em vista os resultados aqui obtidos. Logo, é fundamental a promoção do diálogo entre pesquisadores, gestores públicos e demais agentes no alinhamento das descobertas científicas e das reais necessidades sociais, que podem ser aplicadas nos centros urbanos. Além disso, é extremamente necessária a implantação de sistemas de avaliação de impacto para mensurar o real sucesso e funcionamento das políticas públicas que estão implantadas atualmente e utilizar desses resultados para a inserção na comunidade acadêmica, a ser utilizado como guia para as futuras pesquisas.

Como limitações do presente estudo, salienta-se o fato do trabalho ter utilizado somente os dados da plataforma *Scopus* para geração dos gráficos, apesar de ter-se comparado a quantidade de publicações no banco de dados da *Web of Science*. Assim, para pesquisas futuras, sugere-se a busca por materiais em outros repositórios, como *Science Direct* e *Scielo*, e o refinamento do método de escolha dos artigos. Além disso, como proposta para continuidade da pesquisa, é pertinente comparar o perfil das publicações científicas após o mês de maio do ano de 2024, tendo em vista o cenário das enchentes ocorridas no Sul do Brasil e o caráter das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, R. A. et. al. Abordagens baseada na natureza para gestão sustentável de águas pluviais em ambientes urbanos: uma análise bibliométrica. Dossiê Metodologias Qualitativas de Pesquisa e/ou Ação. Vol. 9. 2023.
2. BRITO, H. C. et. al. Desenvolvimento de baixo impacto no manejo de águas pluviais urbanas: Uma Revisão Bibliométrica. Anais do XIV Encontro Nacional de Águas Urbanas. 2022.
3. DEP. Departamento de Esgotos Pluviais. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Manual de Drenagem Urbana. Volume VI. Porto Alegre. 2005.
4. CONFORTO, E. C. et al. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP, 1–12, 2006.
5. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. 2017.
6. SOUZA, W. B. et. al. Um estudo Bibliométrico e Sistemático sobre o Planejamento de Sistemas de Drenagem Urbana. Revista Boletim do Gerenciamento. 2019.