

XXX CLH

CONGRESO LATINOAMERICANO
DE HIDRAULICA | BRASIL | 2022

ANALES

- VOLÚMEN 2 -
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
Y SUBTERRÁNEA



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China

Organizadores

Dr. Cristiano Poletto - UFRGS (Presidente)
Dr. José Gilberto Dalfré Filho - UNICAMP
Dr. André Luís Sotero Salustiano Martim - UNICAMP

**ANALES DEL
XXX CONGRESO LATINOAMERICANO DE
HIDRÁULICA 2022**

**- VOLÚMEN 2 -
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
Y SUBTERRÁNEA**



Madrid – España
2023

Copyright © 2023, by IAHR Publishing.

Derechos Reservados en 2023 por **IAHR Publishing.**

Montaje: Cristiano Poletto

Organización General de la Obra: Cristiano Poletto; José Gilberto Dalfré Filho;
André Luís Sotero Salustiano Martim

Maquetación: Juliane Fagotti; Cícero Manz Fagotti

Relectura General: Elissandro Voigt Beier

Portada: Juliane Fagotti

Cristiano Poletto; José Gilberto Dalfré Filho; André Luís Sotero Salustiano Martim
(Organizadores)

ANALES del XXX Congreso Latinoamericano de Hidráulica – VOLÚMEN 2 –
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA / Organizadores: Cristiano Poletto; José
Gilberto Dalfré Filho; André Luís Sotero Salustiano Martim – MADRI, España: IAHR
Publishing, 2023.

958p.: il.;

ISBN • 978-90-832612-3-2

*ES AUTORIZADA la libre reproducción, total o parcial, por cualquier medio, sin
autorización escrita del Editor o de los Organizadores.*

SPONGE CITY: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Theresa Raquel Lopes de Andrea¹, Natani Dalbello de Melo¹, Alana de Azevedo Motta Sucupira¹,
Caroline Voser Pereira Roschild² e Cristhiane Michiko Passos Okawa^{1,2}

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá, PR, Brasil

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil
raqueldeandrea@hotmail.com, natanidalbello@gmail.com, alana.azevedomotta@gmail.com, carolinevoser@hotmail.com, cmpokawa@uem.br

RESUMO:

Problemas relacionados às águas urbanas começaram a surgir a partir da intensa urbanização das cidades que, aliada a políticas de planejamento ineficientes, ocasionam diversos problemas urbanos, tais como alagamentos, enchentes, poluição difusa e escassez hídrica, os quais causaram preocupações globais nos últimos anos. Neste sentido, e pensando nesta problemática, a China estabeleceu uma nova nomenclatura de gestão de águas urbanas, intitulada *Sponge City*. Este artigo tem como objetivo analisar as definições mais utilizadas quanto ao termo *Sponge City* ao redor do mundo, além de verificar quais medidas estruturais são as mais adotadas na construção destas cidades. Para isso, o artigo se desenvolveu a partir de um protocolo de revisão sistemática de literatura, sendo usadas as bases de dados Scopus e Web Of Science, utilizando o descritor “*Sponge City*”. Desta forma, a definição mais encontrada (29 vezes) nos artigos analisados conceitua “*Sponge City*” como uma cidade que trata, armazena e utiliza as águas da chuva em seu próprio benefício. Quanto às medidas estruturais, verificou-se que a estratégia mais utilizada (59 vezes) está relacionada à implantação de infraestrutura verde, como parques alagáveis, telhados verdes, entre outros. Por fim, conclui-se que, embora o conceito de *Sponge City* não seja inovador, é uma nomenclatura bastante usada na China para representar as técnicas compensatórias estruturais que auxiliam no manejo sustentável das águas pluviais.

ABSTRACT:

Problems related to urban water began to emerge from the intense urbanization of cities that, combined with inefficient planning policies, cause several urban problems, such as floods, floods, diffuse pollution and water scarcity, which have caused global concerns in recent years. In this sense, and thinking about this problem, China established a new nomenclature for urban water management, entitled *Sponge City*. This article aims to analyze the most used definitions of the term *Sponge City* around the world, in addition to verifying which structural measures are the most adopted in the construction of these cities. For this, the article was developed from a protocol of systematic literature review, using the Scopus and Web Of Science databases, using the descriptor “*Sponge City*”. In this way, the most found definition (29 times) in the analyzed articles conceptualizes “*Sponge City*” as a city that treats, stores and uses rainwater for its own benefit. As for the structural measures, it was found that the most used strategy (59 times) is related to the implementation of green infrastructure, such as floodable parks, green roofs, among others. Finally, it is concluded that, although the concept of *Sponge City* is not innovative, it is a term widely used in China to represent structural compensatory techniques that help in the sustainable management of rainwater.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de águas urbanas; Urbanização e sustentabilidade; manejo de águas pluviais urbanas.

INTRODUÇÃO

O rápido crescimento populacional, a urbanização acelerada e atividades antropogênicas mal planejadas modificam os aspectos naturais e o ciclo da água nas cidades e causam diversos problemas ambientais. Nas áreas urbanas, a redução das áreas permeáveis provoca o aumento do volume e da velocidade do escoamento de águas pluviais, o que causa transtornos para a população (YIN et al., 2021). A gestão ineficiente de águas pluviais interfere no desenvolvimento sustentável das cidades, devido aos problemas frequentes com enchentes, inundações, falta de água, erosões, poluição dos recursos hídricos existentes, causando até problemas sociais, como falta de moradia, infecção por doenças veiculadas pela água e até mortes de pessoas (HAMIDI; RAMAVANDI; SORIAL, 2021).

Com o intuito de solucionar problemas relacionados às águas pluviais dentro das áreas urbanas, houve uma série de iniciativas para tornar o modelo de urbanização atual mais sustentável (WANG; PALAZZO, 2021). O conceito de cidade esponja surgiu como uma alternativa para o desenvolvimento do sistema de águas pluviais, onde a cidade se adapta às mudanças ambientais, permitindo o controle flexível e a restauração do ciclo natural da água, isso através de medidas estruturais e não estruturais, que podem ser aplicadas para gerenciar a circulação da água natural e água urbana (GUAN; WANG; XIAO, 2021; WANG; PALAZZO, 2021; ZHOU et al., 2021)

Conforme Fletcher et al. (2015), o conjunto de medidas estruturais e não estruturais para o manejo sustentável da água da chuva recebe diferentes nomenclaturas ao redor do mundo, porém, com significados muito semelhantes: Low Impact Development (LID) e Best Management Practices (BMPs), propostas pelos Estados Unidos; Water Sensitive Urban Design (WSUD), proposta pela Austrália; Sustainable Drainage System (SUDS), proposto pela Grã-Bretanha; e Low Impact Urban Design and Development (LIUDD), proposto pela Nova Zelândia. De acordo com Zhu e Chen (2017), essas concepções e medidas apresentadas valorizam o arranjo de medidas estruturais e medidas não estruturais, assim como as características da paisagem e as condições naturais de drenagem, para mitigar os impactos da ocorrência de chuvas intensas em meio urbano. A expressão “Sponge City” foi usada pela primeira vez na China, decretando sua implantação em larga escala em diversas cidades pelo país (KÖSTER, 2021).

As infraestruturas utilizadas podem ser cinzas e verdes, utilizadas em conjunto para garantir a drenagem de superfícies, redução do volume de água escoado, melhoria da qualidade da água, além da preservação das condições hidrológicas e ecológicas naturais (YIN et al, 2020). Algumas medidas estruturais e não estruturais que podem ser implantadas em uma Sponge City são as técnicas como os telhados verdes, bio-retenção, jardins de chuva, pavimentos permeáveis, reservatórios de águas pluviais, calhas de infiltração.

A Sponge City é uma alternativa viável, considerando que os problemas relacionados às águas pluviais estão mais comuns, principalmente nas grandes cidades, o que torna essencial a definição do conceito. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo buscar diferentes definições de cidade esponja nas bases de dados acadêmico-científico, além de analisar as principais medidas de infraestrutura utilizadas na sua implantação.

METODOLOGIA

O estudo tem como objetivo responder às seguintes perguntas: Qual é o conceito de “Sponge City” propagado pela comunidade científica ao redor do mundo? E quais as medidas estruturais mais utilizadas na construção destas cidades? Desta forma, a pesquisa foi realizada no dia 25 de agosto de 2021 nas bases de dados Scopus e Web Of Science, utilizando o descritor “Sponge City”.

Na base de dados Scopus, a palavra-chave foi pesquisada nos campos “título do artigo, resumo e palavra-chave”, enquanto que na base Web Of Science utilizou-se o campo “tópico”. Esta pesquisa

inicial sem a inserção de nenhum filtro resultou em 647 registros na Scopus e 440 na Web Of Science, totalizando 1.087 artigos.

Em seguida, aplicou-se os filtros de “open access”, “article” e “review” reduzindo o número de artigos para 160 registros na Scopus e 151 na Web Of Science, totalizando 311 artigos. Utilizamos o filtro *open access* devido à falta de recursos financeiros para a compra de artigos pagos. Após estes primeiros filtros, os 311 registros científicos foram transferidos para o gerenciador de referências “Zotero” para a verificação de títulos repetidos, sendo excluídos 126 estudos, totalizando 185 artigos analisados um por um.

Após esta seleção foram aplicados alguns critérios de inclusão e exclusão dos artigos como, tipo do documento, acesso ao artigo e se o foco do estudo correspondia ao escopo da pesquisa. Documentos que não atendiam a estes critérios foram descartados da revisão.

Desta forma, considerou-se na pesquisa apenas estudos de caso e/ou revisões de literatura, sendo desconsiderados livros, dissertações, teses e resumos. Na sequência foram deletados documentos que possuíam acesso bloqueado e que haviam aparecido na lista de artigos, mesmo tendo sido usado o filtro *open access*.

No processo de análise dos artigos utilizou-se a técnica *snowball* ou “bola de neve”, que consiste em uma amostragem utilizada em pesquisas qualitativas, a qual recupera publicações de atores secundários (BOCKORNI; GOMES, 2021)

A análise dos 185 registros científicos recuperados nas bases Scopus e Web Of Science, resultou em 98 artigos excluídos por título, resumo e introdução, ou seja, estudos que não atendiam a proposta da pesquisa, totalizando 87 estudos incluídos na revisão.

A organização destes 87 artigos realizou-se através de uma planilha eletrônica contendo as seguintes informações: a) título do estudo; b) nome do(s) autor(es); c) ano de publicação; d) país do primeiro autor; e) país do estudo; f) definição de “Sponge City” identificada no artigo; g) medida estrutural utilizada no artigo e h) escala espacial utilizada no estudo.

Após a tabulação destes artigos, analisou-se as definições encontradas com o objetivo de verificar as definições mais propagadas pelo mundo sobre o tema e as medidas estruturais mais utilizadas na construção de uma Sponge City, a fim de classificar os registros obtidos quanto às medidas estruturais em relacionadas à implantação de infraestrutura verde, ao aproveitamento e/ou armazenamento das águas pluviais e residuais e relacionada a qualidade da água.

Por fim, realizou-se uma análise e discussão dos dados obtidos na pesquisa, descrevendo os conceitos encontrados e as medidas estruturais mais recorrentes na construção de Sponge Cities.

RESULTADOS

A pesquisa dos artigos na base de dados Scopus e Web Of Science, após a aplicação dos filtros e a seleção dos artigos conforme os critérios de inclusão e exclusão, resultou em 87 estudos selecionados. Desta forma, e com o objetivo de evidenciar a relevância do tema proposto, apresenta-se na Figura 1 a quantidade de artigos analisados conforme o ano de publicação.

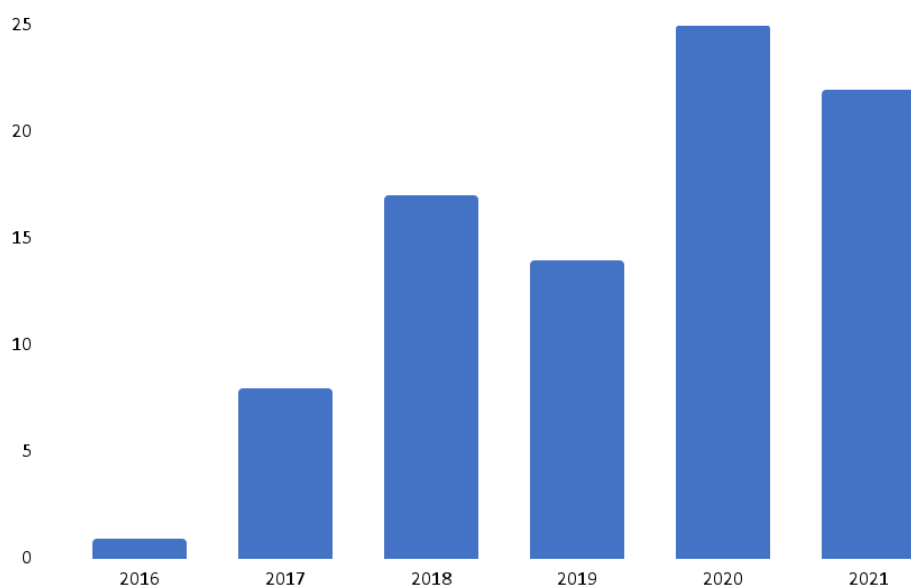


Figura 1.-Distribuição temporal dos artigos científicos

Apesar da pesquisa não ter limitado o período analisado e do termo “Sponge City” ser relativamente recente, sendo citado pela primeira vez em 2012 na China, é compreensível a ausência de publicações que antecedem este período, conforme ilustrado na Figura 1. Neste sentido, é possível verificar na Figura 1 que, somente em 2016 começaram a surgir artigos que abordavam sobre o conceito de “Sponge City” e as medidas estruturais utilizadas em sua construção.

Verifica-se também que as publicações começaram a se tornar mais frequentes a partir do ano de 2020, contendo 25 artigos sobre o tema analisado neste ano. Quanto às publicações do ano de 2021, vale salientar que, a pesquisa foi realizada em 25 de agosto obtendo 22 estudos sobre o tema, não sendo conhecidos dados de publicações após esta data.

Além da análise temporal dos artigos publicados, verificou-se também nesta pesquisa os países que mais possuem estudos sobre “Sponge City” e suas técnicas estruturais, sendo apresentados na Figura 2. É possível visualizar que, o país que mais publica sobre esta temática é a China (79), e isso se deve principalmente ao fato deste conceito ter surgido nesta região. Na sequência, Holanda e Inglaterra com 2 publicações e os demais contabilizando 1 publicação.

Após as análises quantitativas dos dados obtidos, realizou-se a primeira classificação a fim de responder os objetivos centrais da pesquisa, sendo inicialmente verificado nos artigos selecionados qual seria o conceito mais utilizado pela comunidade científica sobre “Sponge City”. Dentre os 87 artigos analisados, 77 continham alguma definição, enquanto que 10 artigos abordavam sobre “Sponge City” mas não continham a sua definição.

Desta forma, verificou-se que, entre as 77 definições analisadas, 19 conceituaram “Sponge City” como uma medida utilizada para a gestão de recursos hídricos urbanos, tendo como objetivo minimizar os impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos, por meio do controle do volume e da velocidade do escoamento superficial, minimizando enchentes e alagamentos, incentivando a captação e o tratamento de águas pluviais e a adoção de infraestrutura verde para, desta forma, realizar o manejo da precipitação de uma forma benéfica e ecologicamente correta.

Além desta definição, outros 29 artigos conceituaram “Sponge City” como uma cidade que absorve, armazena, filtra, purifica e libera lentamente a água da chuva semelhante a uma esponja. Além desses artigos, outros 11 a definiram como uma forma mais abrangente com soluções baseadas na natureza a fim de mitigar o escoamento superficial em áreas urbanas.

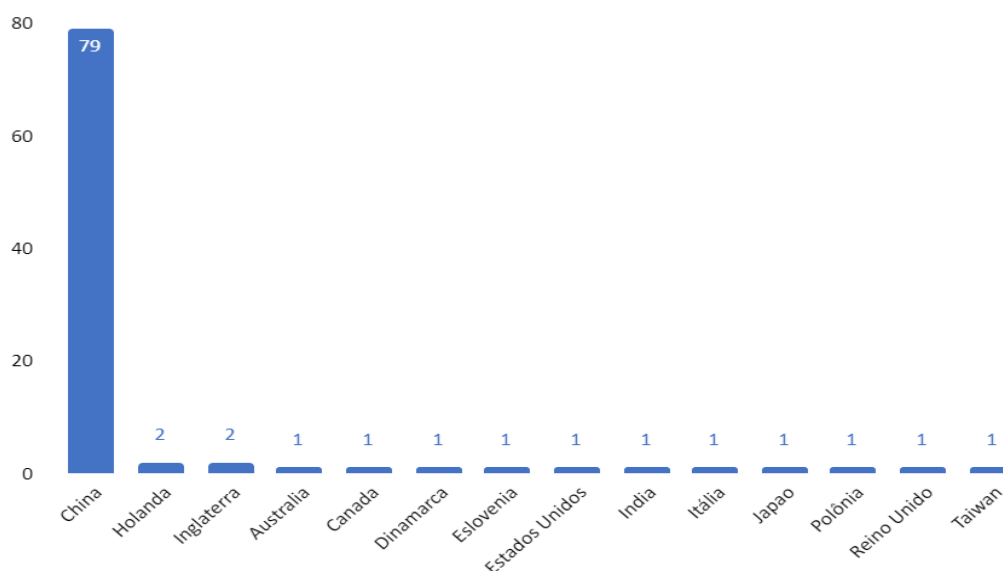


Figura 2.- Países de aplicação dos artigos inseridos nesta revisão

E por fim, 18 artigos abordaram “Sponge City” a comparando com outras técnicas que adotam princípios semelhantes, como Low Impact Development (LID), Integrated Urban Drainage System (IUDS), Water Sensitivity Urban Design (WSUD), Sustainable Urban Water Management (SUWM) Active Beautiful Clean (ABC) e Sustainable Urban Drainage System (SUDS).

Desta forma, a segunda classificação realizada nos artigos selecionados teve como objetivo verificar a escala espacial utilizada, classificando-as em local, regional ou global. Portanto, em relação a escala espacial abrangida pela implantação de “Sponge City”, verificou-se que a mais utilizada foi a escala local (66), devido principalmente ao fato de que a implantação de medidas relacionadas a “Sponge City” serem mais usuais em ambientes urbanos, geralmente em uma área da cidade. Verificou-se também que 12 estudos abordaram a escala regional, fornecendo informações quanto à implantação de medidas semelhantes ou diferentes, em mais de uma cidade. Além disso, 9 artigos relacionaram o termo “Sponge City” em escala global, ou seja, a adoção das técnicas em diversas e distintas regiões de um país.

E, por fim, a terceira classificação realizada nos artigos selecionados teve como foco principal analisar quais medidas estruturais foram mencionadas como aquelas que contribuem para a construção de uma “Sponge City”. Desta forma, dos 87 artigos analisados, 26 abordaram apenas 1 técnica, como espaços verdes urbanos, interceptação e uso de águas pluviais e residuais, estações de bombeamento de drenagem, capacidade de infiltração do solo, wetlands e pavimento permeável (SONG et al., 2020; SU et al., 2019; SUN et al., 2020; SUN, 2021; WANG et al., 2019, 2018; WEI et al., 2018; YANG et al., 2019; ZHANG et al., 2021; ZHOU; PENNING-ROWSELL, 2021, XUEZHOU; MATSUMOTO, 2020; JING et al., 2021; HU et al. 2018; DINTHER et al., 2021; CHEN et al., 2021), sistema de biorretenção (entradas no meio fio, rodoviária), parque fluvial aberto, polímeros superabsorventes, tubulação de exfiltração, (LUAN et al., 2017; LI et al., 2020; LI et al., 2018; LIU & CHIU, 2017; REN et al. 2021; LUO et al., 2020; PENG et al., 2017; QIU et al., 2021; QIN et al., 2020; MCBEAN et al., 2019; LI et al., 2021).

Enquanto que, 52 estudos utilizaram mais de uma medida estrutural na implantação e construção de “Sponge City”, como a junção de técnicas LID ao sistema convencional de drenagem urbano, jardins de chuva, telhado verde, inserção ou aumento de áreas verdes, reservatórios de águas pluviais, valas vegetadas, células de bio-retenção, calhas de infiltração, entre outras (FU et al., 2018; JIA et al., 2020; HU et al. 2019; BARBARO et al., 2021; DONG et al., 2021; LENG et al., 2020; DING et al., 2021; FENNER, 2017; STARZEC; DZIOPAK; SLYS, 2020; WEN et al., 2021; WU et

al., 2020; XIANG et al., 2019; XU et al., 2020; YANG et al., 2020; ZENG et al., 2019; ZHANG et al., 2018, 2021, QI et al., 2021; LIANG et al., 2020; LYU et al., 2016; LIAO et al., 2018; LIU et al., 2021; FAZHI LI et al., 2021; MAHUA et al., 2017; LIU et al., 2017; YU LI et al., 2019; PENG et al., 2019; JIAKE LI et al., 2019; LI et al., 2018; QI et al., 2021; RANDALL et al., 2019; MA et al., 2018; JIAKE LI et al., 2020; LEI LI et al., 2020; NGUYEN et al., 2019; LIANG et al., 2020; LIANG et al., 2018; CHANGCHAO LI et al., 2019; LEI LI et al., 2020; MEN et al., 2020; NAN LI et al., 2018; ZHENGZHAO LI et al., 2018; NAN LI et al., 2018; LIN et al., 2018; PENG et al., 2020; ZHENG et al., 2017; LUAN et al., 2017; MENG et al., 2019; LI et al., 2017 LIANG et al., 2020; RUBINATO et al., 2019; RADINJA et al., 2021).

Verificou-se também que 4 artigos apresentaram as técnicas LID como medidas estruturais para a implantação de “Sponge City”, mas não especificaram quais foram utilizadas (YAWEN et al., 2020; YIN et al., 2020; ZHANG et al., 2021c; ZHOU et al., 2021). Identificou-se que, 5 artigos realizaram pesquisas focadas em “Sponge City”, mas investigando revisão de literatura, caracterização de espaços para construções, validações de ferramentas para obtenção de dados (LI et al., 2018; LI et al., 2019; LUO et al., 2019; QU et al., 2018; SHAO et al., 2021).

Analisou-se que, entre as medidas estruturais abordadas nos estudos, a mais utilizada foi a implantação de cinturões verdes, reflorestamento de áreas impermeabilizadas, espaços verdes urbanos, gramados, zona de vegetação, telhado verde, jardins de chuva e capacidade de infiltração do solo, ou seja, medidas relacionadas à implantação de infraestrutura verde, as quais evitam a sobrecarga no sistema de drenagem urbano auxiliando a infiltração das águas pluviais no solo, sendo citadas em 59 artigos. Verificou-se também que, a adoção de pavimentos permeáveis, que tem como objetivo reter o escoamento superficial na fonte, foram abordados em 45 estudos.

Em seguida, identificou-se que, a implantação de medidas relacionadas ao aproveitamento e/ou armazenamento das águas pluviais e residuais, tais como bombeamento e armazenamento de águas pluviais em escala de lote e cidade, foram citadas em 28 artigos. Outras medidas estruturais são caracterizadas por apresentarem um enfoque na qualidade da água, tais como lagoas de biorretenção e bioretentores, pois essas estruturas têm a função de conter as partículas de solo carregadas pelo escoamento superficial, sendo abordadas em 18 artigos.

Outra importante medida estrutural relacionada a qualidade da água, denomina-se wetlands ou parques alagáveis e são implantados geralmente em áreas estratégicas das cidades, tendo a função de promover o tratamento biológico das águas da chuva. Esta medida foi encontrada em 10 artigos, com o objetivo, em todos os estudos, de conter as águas da chuva e ocupar espaços vazios na cidade.

As medidas estruturais menos utilizadas na implantação de “Sponge City” abordadas nos artigos analisados foram: a interceptação e uso de águas residuais, sendo encontrada em apenas 1 artigo; técnicas que envolvem a construção de oleodutos, tanque de detenção, volume de armazenamento, tratamento fluvial, estação de tratamento de águas residuais, superfícies de água, canais e diques, citadas também em 1 estudo.

CONCLUSÃO

Este estudo atingiu o objetivo a que se propôs, de identificar a definição de cidade esponja e de identificar quais as medidas estruturais mais citadas nos artigos da comunidade científica mundial, desde o surgimento deste termo em 2016. Constatou-se que o termo Sponge City restringiu-se praticamente aos pesquisadores da China, já que foi criado um termo novo para um conceito já existente, não sendo este termo adotado pela comunidade científica mundial.

As principais limitações deste estudo foram a utilização de apenas um termo de pesquisa e de apenas duas bases de dados. Portanto, recomenda-se, para trabalhos futuros, que se amplie a pesquisa quanto aos termos de busca e quanto ao número de bases de dados.

Conclui-se, por fim, que pesquisas dessa natureza são importantes para contribuir para o estado da arte no tema cidades sustentáveis que utilizam o conceito de retenção da água da chuva na fonte por meio da implantação de infraestrutura verde em área urbana.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; os autores agradecem também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. E ainda ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá, pela parceria entre os mestrandos de ambos os Programas.

REFERENCIAS

- Barbaro, G.; et al.** (2021). Innovations in best practices: approaches to managing urban areas and reducing flood risk in reggio calabria (italy). *Sustainability*, v. 13, n. 6, mar. 2021.
- Bockorni, B. R. S.; Gomes, A. F.** (2021). A amostragem em snowball (bola de neve) em uma pesquisa qualitativa no campo da administração. *Revista de ciências empresariais da unipar*, [s. L.], v. 22, n. 1, 2021.
- Chen, W.; et al.** (2021). Simulation of surface runoff control effect by permeable pavement. *Water science and technology*, v. 83, n. 4, p. 948–960, 2021.
- De Graaf-Van Dinther, R.; et al.** (2021) From pilot projects to transformative infrastructures, exploring market receptivity for permeable pavement in the netherlands. *Sustainability*, v. 13, n. 9, maio 2021.
- Ding, K.; Zhang, Y.** (2021). Practical research on the application of sponge city reconstruction in pocket parks based on the analytic hierarchy process. *Complexity*, v. 2021, 25 mar. 2021.
- Dong, X.; et al.** (2021). Optimizing green-gray infrastructure for non-point source pollution control under future uncertainties. *International journal of environmental research and public health*, v. 18, n. 14, jul. 2021.
- Fan, x.; Matsumoto, T.** (2020). Comparative analysis on urban flood countermeasures based on life cycle thinking: a comparison between enhancing of drainage capacity project and sponge city. *Environments*, v. 7, n. 7, jul. 2020.
- Fenner, R.** (2017). Spatial evaluation of multiple benefits to encourage multi-functional design of sustainable drainage in blue-green cities. *Water (switzerland)*, v. 9, n. 12, 2017.
- Fletcher, T. D.; et al.** (2015).“SUDS, LID, BMPS, WSUD and more–The evolution and application of terminology surrounding urban drainage”. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015.
- Fu, J.C.; et al.** (2018). Cross-analysis of land and runoff variations in response to urbanization on basin, watershed, and city scales with/without green infrastructures. *Water*, v. 10, n. 2, fev. 2018.
- Galvão, M. C. B.; Ricarte, I. L. M.** (2019). Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. *Logeion: filosofia da informação*, [s. L.], v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.
- Guan, X.; Wang, J.; Xiao, F.** (2021). Sponge city strategy and application of pavement materials in sponge city. *Journal of cleaner production*, [s. L.], v. 303, p. 127022, 2021.
- Hamidi, A; Ramavandi, B.; Sorial, G. A.** (2021). Sponge city — an emerging concept in sustainable water resource management: a scientometric analysis. *Resources, environment and sustainability*, [s. L.], v. 5, p. 100028, 2021.
- Hu, M.; et al.** (2018). Flood mitigation by permeable pavements in chinese sponge city construction. *Water*, v. 10, n. 2, fev. 2018.
- Hu, M.; et al.** (2019). Flood mitigation performance of low impact development technologies under different storms for retrofitting an urbanized area. *Journal of cleaner production*, v. 222, p. 373–380, 2019.
- Jia, L.; et al.** (2020). Effects of sponge city development on soil moisture and water quality in a typical city in the loess plateau in china. *Frontiers in earth science*, v. 8, 2020.
- Jing, Y.; et al.** (2021). Design and performance of urban sponges in red soil: improvement of physical and chemical properties. *Journal of water and climate change*, v. 12, n. 2, p. 371–383, mar. 2021.

- Köster, S.** (2021). How the sponge city becomes a supplementary water supply infrastructure. *Water-energy nexus*, [s. L.], v. 4, p. 35–40, 2021.
- Leng, L.; et al.** (2020). Performance assessment of coupled green-grey-blue systems for sponge city construction. *Science of the total environment*, v. 728, 2020.
- Li, B.; et al.** (2019). “Development of a heterogeneity analysis framework for collaborative sponge city management”. *Water* 11, no 10, 2019.
- Li, C.; et al.** (2019). “Isotope-based water-use efficiency of major greening plants in a sponge city in northern china”. *Plos one* 14, no 7 (2019).
- Li, C.; et al.** (2018). “Evaluating the hydrologic performance of low impact development scenarios in a micro urban catchment”. *International journal of environmental research and public health* 15, no 2 (fevereiro de 2018).
- Li, F.; et al.** (2021). “Assessing the effectiveness and cost efficiency of green infrastructure practices on surface runoff reduction at an urban watershed in china”. *Water (switzerland)* 13, no 1 (2021).
- Li, H.; et al.** (2017). “Sponge city construction in china: a survey of the challenges and opportunities”. *Water (switzerland)* 9, no 9 (2017).
- Li, J.; et al.** (2020). “Evaluating hydrological and environmental effects for low-impact development of a sponge city”. *Polish journal of environmental studies* 29, no 2 (2020): 1205–18.
- Li, J.; et al.** (2020). “Hydrologic-environmental effects of sponge city under different spatial scales”. *Journal of water reuse and desalination* 10, no 1 (1o de março de 2020): 45–56.
- Li, L.; et al.** (2020). “Identifying enablers and barriers to the implementation of the green infrastructure for urban flood management: a comparative analysis of the uk and china”. *Urban forestry and urban greening* 54 (2020).
- Li, L.; et al.** (2021). Mapping the research landscape of nature-based solutions in urbanism”. *Sustainability* 13, no 7 (abril de 2021).
- Li, N.; C. Qin; P. Du.** (2018) “Optimization of china sponge city design: the case of lincang technology innovation park”. *Water (switzerland)* 10, no 9 (2018).
- Li, N.; L. Xie; P. Du; X. Huang** (2018). “Multi-criteria evaluation for china low-impact development based on principal component analysis”. *Water (switzerland)* 10, no 11 (2018).
- Li, X.; et al.** (2020). “Evaluating efficiency improvement of deep-cut curb inlets for road-bioretenion stripes”. *Water (switzerland)* 12, no 12 (2020).
- Li, X.; et al.** (2018). “Evaluating the road-bioretenion strip system from a hydraulic perspective case studies”. *Water* 10, no 12 (dezembro de 2018).
- Li, Y.; et al.** (2020). Design of low impact development in the urban context considering hydrological performance and life-cycle cost”. *Journal of flood risk management* 13, no 3 (2020).
- Li, Z.; et al.** (2018). “Objectives and indexes for implementation of sponge cities-a case study of changzhou city, china”. *Water (switzerland)* 10, no 5 (2018).
- Li, Z.; et al.** (2021). “Urban rainfall characteristics and permeable pavement structure optimization for sponge road in north china”. *Water science and technology* 83, no 8 (15 de abril de 2021).
- Li, Z.; Shuyan X.; Liming Y** (2018). “A systematic literature mining of sponge city: trends, foci and challenges standing ahead”. *Sustainability* 10, no 4 (abril de 2018).
- Liang, C.; et al.** (2020). “The effect of sponge city construction for reducing directly connected impervious areas on hydrological responses at the urban catchment scale”. *Water (switzerland)* 12, no 4 (2020).
- Liang, C.; et al.** (2020) “An integrated framework to select resilient and sustainable sponge city design schemes for robust decision making”. *Ecological indicators* 119 (2020).
- Liang, X.** (2018). “Integrated economic and financial analysis of china’s sponge city program for water-resilient urban development”. *Sustainability (switzerland)* 10, no 3 (2018).
- Liang, X.; et al.** (2020). “Implementing water policies in china: a policy cycle analysis of the sponge city program using two case studies”. *Sustainability* 12, no 13 (julho de 2020).
- Liao, X.; et al.** (2018) “approach for evaluating lid measure layout scenarios based on random forest: case of guangzhou-china”. *Water (switzerland)* 10, no 7 (2018).
- Lin, X.; et al.** (2018). “Prediction of life cycle carbon emissions of sponge city projects: a case study in shanghai, china”. *Sustainability* 10, no 11 (novembro de 2018).
- Liu, C.Y.; T.F.M. Chui** (2017). “Factors influencing stormwater mitigation in permeable pavement”. *Water (switzerland)* 9, no 12 (2017).
- Liu, L.; Jensen M. B.** (2017). “Climate resilience strategies of beijing and copenhagen and their links to sustainability”. *Water policy* 19, no 6 (novembro de 2017): 997–1013.

- Liu, X.; et al.** (2021). “Assessing sponge cities performance at city scale using remotely sensed lulc changes: case study nanjing”. *Remote sensing* 13, no 4 (2021): 1–14.
- Luan, B.; et al.** (2017). “Collaborative design of site-scale green infrastructure: a case study on the ecological restoration design of weiliu wetland park in xianyang”. *Landscape architecture frontiers* 5, no 5 (novembro de 2017): 26–43.
- Luan, Q.; et al.** (2017). “Runoff effect evaluation of lid through swmm in typical mountainous, low-lying urban areas: a case study in china”. *Water (switzerland)* 9, no 6 (2017).
- Luo H.; et al.** (2020). “Performance evaluation of enhanced bioretention systems in removing dissolved nutrients in stormwater runoff”. *Applied sciences-basel* 10, no 9 (maio de 2020).
- Luo, Z. H.; et al.** (2019). “Development of the emergy-gis method of selecting areas for sponge-like urban reconstruction”. *Applied ecology and environmental research* 17, no 2 (2019): 3769–80.
- Lyu, H.; et al.** (2016). “Analysis and gis mapping of flooding hazards on 10 may 2016, guangzhou, china”. *Water* 8, no 10 (outubro de 2016).
- Ma, T.; Z. Wang; J. Ding.** (2018). “Governing the moral hazard in china’s sponge city projects: a managerial analysis of the construction in the non-public land”. *Sustainability (switzerland)* 10, no 9 (2018).
- Mahua, M.** (2017). “Celebrating urban water, nature and ecological processes to mitigate urban risk”. *Wit transactions on ecology and the environment* 216 (2017): 101–11.
- Mcbean, E.; et al.** (2019). “The effectiveness of exfiltration technology to support sponge city objectives”. *Water* 11, no 4 (abril de 2019).
- Men, H.; et al.** (2020). “Mathematical optimization method of low-impact development layout in the sponge city”. *Mathematical problems in engineering* 2020 (28 de abril de 2020).
- Meng, M.; M. Dabrowski.; D. Stead.** (2020). “Shifts in spatial plans for flood resilience and climate adaptation: examining planning procedure and planning mandates”. *Sustainability (switzerland)* 12, no 1 (2020).
- Nengshi Z.; et al.** (2018) “Resilient ecology and landscape systems of the fengxinglong ecological park, sanya”. *Landscape architecture frontiers* 6, no 4 (agosto de 2018): 32–41.
- Nguyen T.; et al.** (2019). “Implementation of a specific urban water management - sponge city”. *Science of the total environment* 652 (20 de fevereiro de 2019): 147–62.
- Peng, C.; et al.** (2017). “Practice of ecological management in the chuanzi river basin, changde city”. *Landscape architecture frontiers* 5, no 1 (abril de 2017): 98–108.
- Peng, Y.; Yong-shuai, D.** (2020). “Research on the schemes formulation and optimization method of sponge reconstruction in a highway service area”. *Water science and technology* 82, no 12 (15 de dezembro de 2020): 2889–2901.
- Peng, Z. et al.** (2019). “Effects of low-impact development on urban rainfall runoff under different rainfall characteristics”. *Polish journal of environmental studies* 28, no 2 (2019): 771–83.
- Qi, Y.; et al.** (2021). “Exploring the development of the sponge city program (scp): the case of gui’an new district, southwest china”. *Frontiers in water* 3 (20 de maio de 2021).
- Qi, Y.; et al.** (2020). “Addressing challenges of urban water management in chinese sponge cities via nature-based solutions”. *Water* 12, no 10 (outubro de 2020).
- Qi, Y.; et al.** (2020). “Study on water absorption-dehydration characteristics for sap composite soil for rainwater harvesting”. *Water* 12, no 9 (setembro de 2020).
- Qi, Y.; et al.** (2021). “Rainfall runoff features of permeable sidewalk pavement”. *Journal of water and climate change* 12, no 3 (maio de 2021): 730–40.
- Qu, Y.; et al.** (2018). “Soil moisture investigation utilizing machine learning approach based experimental data and landsat5-tm images: a case study in the mega city beijing”. *Water (switzerland)* 10, no 4 (2018).
- Radinja, M.; Natasa A.; Alma Z. L.** (2021). “Water view of the introduction of blue-green infrastructure in cities”. *Urbani izziv-urban challenge* 32, no 1 (junho de 2021): 28–39.
- Randall, M.; et al.** (2019). “Geographic object based image analysis of worldview-3 imagery for urban hydrologic modelling at the catchment scale”. *Water* 11, no 6 (junho de 2019).
- Ren, W.; et al.** (2021). “Optimal mixing ratio and swcc fitting of lightweight soil with cotton stalk fibres”. *Soils and foundations* 61, no 2 (2021): 453–64.
- Rubinato, M.; et al.** (2019). “Urban and river flooding: comparison of flood risk management approaches in the uk and china and an assessment of future knowledge needs”. *Water science and engineering* 12, no 4 (2019): 274–83.
- Shao, W.; et al** (2021). “Urban resilience of shenzhen city under climate change”. *Atmosphere* 12, no 5 (2021).

- Song, P.; et al.** (2020). “Hydrological effects of urban green space on stormwater runoff reduction in Luohe, China”. *Sustainability (switzerland)*, [s. L.], v. 12, n. 16, 2020.
- Starzec, M.; Dziopak, J.; Slys, D.** (2020). “An analysis of stormwater management variants in urban catchments”. *Resources-basel*, [s. L.], v. 9, n. 2, 2020.
- Su, D. et al.** (2019). “Development of a water cycle management approach to sponge city construction in xi’an, China”. *Science of the total environment*, [s. L.], v. 685, p. 490–496, 2019.
- Sun, B.; et al.** (2020). Selection of waterlogging-tolerant and water purification herbaceous plants for the construction of a sponge city in shenzhen, china. *Notulae botanicae horti agrobotanici cluj-napoca*, [s. L.], v. 48, n. 2, p. 1043–1056, 2020.
- Sun, X.** (2021). Study on engineering performance of green porous sponge ecological concrete. *Advances in materials science and engineering*, [s. L.], v. 2021, 2021.
- Wang, S.; Palazzo, E.** (2021). Sponge city and social equity: impact assessment of urban stormwater management in baicheng city, china. *Urban climate*, [s. L.], v. 37, p. 100829, 2021.
- Wang, J.; et al.** (2019). A simplified assessment model of environmental geology suitability combined with in-situ infiltration test for stormwater management and application. *Applied ecology and environmental research*, [s. L.], v. 17, n. 5, p. 11901–11910, 2019.
- Wang, Y.; et al.** (2018). Initial evaluation methodology and case studies for life cycle impact of permeability of permeable pavements. *International journal of transportation science and technology*, [s. L.], v. 7, n. 3, p. 169–178, 2018.
- Wei, D.; et al.** (2018). Application of citydrain3 in flood simulation of sponge polders: a case study of kunshan, china. *Water*, [s. L.], v. 10, n. 4, 2018.
- Wen, X.; et al.** (2021). Influence of rainwater infiltration in partial anti-seepage bioretention on adjacent municipal roads in different collapsible grades loess sites. *Water (switzerland)*, [s. L.], v. 13, n. 15, 2021.
- Wu, J.; et al.** (2020). Exploring the optimal cost-benefit solution for a low impact development layout by zoning, as well as considering the inundation duration and inundation depth. *Sustainability (switzerland)*, [s. L.], v. 12, n. 12, 2020.
- Xiang, C.; et al.** (2019). Sponge city construction in china: policy and implementation experiences. *Water policy*, [s. L.], v. 21, n. 1, p. 19–37, 2019.
- Xu, D.; Ouyang, Z.; Wu, T.; Han, B.** (2020). Dynamic trends of urban flooding mitigation services in shenzhen, china. *Sustainability*, [s. L.], v. 12, n. 11, 2020.
- Yang, M.; et al.** (2020). Challenges in urban stormwater management in chinese cities: a hydrologic perspective. *Journal of hydrology*, [s. L.], v. 591, 2020.
- Yang, S.; et al.** (2019). Study on strength variation of permeable concrete based on differential calorimetry method and multi-index test. *Advances in materials science and engineering*, [s. L.], v. 2019, 2019.
- Yawen, W.; et al.** (2020). Towards government mechanisms of sponge city construction in china: insights from developed countries. *Water policy*, [s. L.], v. 22, n. 4, p. 574–590, 2020.
- Yin, D.; et al.** (2020). Integrated 1d and 2d model for better assessing runoff quantity control of low impact development facilities on community scale. *Science of the total environment*, [s. L.], v. 720, 2020.
- Yin, D.; et al.** (2021). Sponge city practice in china: a review of construction, assessment, operational and maintenance. *Journal of cleaner production*, [s. L.], v. 280, p. 124963, 2021.
- Zeng, J.; et al.** (2019). First flush of non-point source pollution and hydrological effects of lid in a guangzhou community. *Scientific reports*, [s. L.], v. 9, n. 1, 2019
- Zhang, B.; et al.** (2021). The influence of geometric parameters of pump installation on the hydraulic performance of a prefabricated pumping station. *Energies*, [s. L.], v. 14, n. 4, 2021. A.
- Zhang, S.; et al.** (2018). Storm water management and flood control in sponge city construction of beijing. *Water*, [s. L.], v. 10, n. 8, 2018.
- Zhang, Y.; et al.** (2021). Assessment on the effectiveness of urban stormwater management. *Water*, [s. L.], v. 13, n. 1, 2021.
- Zhang, Z.; et al.** (2021). Design of urban runoff pollution control based on the sponge city concept in a large-scale high-plateau mountainous watershed: a case study in yunnan, china. *Journal of water and climate change*, [s. L.], v. 12, n. 1, p. 201–222, 2021.
- Zhou, T; Penning-Rowell, E.** (2021). China’s ‘sponge cities’: the role of constructed wetlands in alleviating urban pluvial flooding. *Water and environment journal*, [s. L.], v. 35, n. 3, p. 1133–1146, 2021.
- Zhu, Z.; Chen, X.** (2017). Evaluating the effects of low impact development practices on urban flooding under different rainfall intensities. *Water*, v. 9, n. 7, p. 548, 2017.