

A utilização de Soluções Baseadas na Natureza no combate às Inundações Urbanas: tendências, atores e medidas adotadas

Maria Santiellas Costa Rodrigues

Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE, Brasil
maria.santiellas@gmail.com

Cristiano Capellani Quaresma

Professor Doutor, UNINOVE, Brasil.
quaresmacc@uni9.pro.br

Rodrigo Kuester Pereira

Mestrando em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE, Brasil
kuester.rodrigo@gmail.com

Andreza Portella Ribeiro

Professora Doutora, UNINOVE, Brasil
andrezp@uni9.pro.br

RESUMO

A crescente e acelerada concentração populacional em áreas urbanas, e que não foi acompanhada pelo devido planejamento, resultou em diversos problemas, os quais são ainda mais profundos nos países em desenvolvimento. Com a eliminação da cobertura vegetal natural, a impermeabilização dos solos e com outras ações antrópicas que não respeitaram as dinâmicas ambientais, é possível observar incrementos no número de ocorrências e na intensidade de fenômenos, à exemplo das inundações e das enchentes urbanas. Tais problemas atingem especialmente a camada populacional em condições de maior vulnerabilidade socioambiental, uma vez que, muitas vezes, ocupa áreas de risco, à exemplo das planícies fluviais. Visando combater tal problema, ações alternativas estão sendo utilizadas em detrimento a ações convencionais ligadas à infraestrutura cinza. Neste sentido, as Soluções Baseadas na Natureza (*Nature-Based Solutions*) surgem como uma forma alternativa de evitar e reduzir os impactos intrínsecos às inundações urbanas nas cidades, bem como, vêm sendo implementadas por meio de maneiras distintas e em localidades diferentes. Portanto, esse trabalho buscou identificar ações que estão sendo utilizadas por diversas cidades no mundo com vias a combater as inundações urbanas por meio das Soluções Baseadas na Natureza. Para tanto, foi-se realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com análises bibliométricas, a fim de se identificar processos, atores e tendências relacionados ao tema. Dessa forma, conclui-se que, apesar da importância dada ao assunto ter crescido nos últimos 6 anos, sobretudo pelo aumento das produções científicas e pela quantidade de soluções implementadas em diversos países, tais tendências estão concentradas, em grande parte, em cidades europeias e observadas por atores europeus.

PALAVRAS-CHAVE: Infraestrutura Verde. Planejamento Urbano. Águas Urbanas.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório apresentado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2015), atualmente, 54% da população mundial vivem em cidades. Entretanto, este número, no ano de 1950, era de apenas 30%, e segundo as projeções elaboradas pelo Departamento, chegará a 66% no ano de 2050. Porém, a transição urbana ao longo do tempo não se processou de maneira homogênea entre os diversos países do globo. De acordo com Santos (2014), a urbanização dos países do Sul, conforme denominação adotada pelo autor, caracterizou-se pelo desenvolvimento acelerado e pela falta de planejamento que resultaram no crescimento descontrolado das cidades (QUARESMA et al., 2017).

Neste sentido, este acelerado processo de urbanização não foi acompanhado no mesmo ritmo pelo planejamento urbano, resultando em impactos ambientais negativos, tendo em vista as mudanças no uso e ocupação que alteraram os ecossistemas imediatos. Esta alteração se desenvolveu por meio da supressão da maior parte da cobertura vegetal natural, com consequentes modificações no clima, e em especial, das variáveis relacionadas a precipitação pluviométrica e temperatura (QUARESMA et al., 2017).

Advindas desse cenário, as inundações urbanas ocorrem quando as águas dos rios, riachos ou galerias pluviais deixam seus leitos de escoamento, devido à falta de capacidade de transporte por parte de um destes sistemas, e acaba ocupando áreas destinadas à moradia, transporte, recreação, comércio, indústria, entre outros (TUCCI, 2004). Este fenômeno tem causado danos econômicos, ambientais e sociais nas cidades (KALANTARI et al., 2018), além das perdas de vidas humanas, afetando, de maneira especial, as populações vulneráveis do ponto de vista socioambiental.

Diante de tais impactos sociais, econômicos e ambientais, se fazem necessárias medidas de administração das águas, sobretudo relativas ao controle e ao combate às inundações urbanas. Neste sentido, a infraestrutura cinza (que se caracteriza por meio de obras tradicionais e convencionais de engenharia), está sendo predominantemente usada em detrimento a outras formas de combate aos efeitos causados pelas inundações urbanas nas cidades (FERREIRA et al., 2015). Destaca-se, no entanto, que embora haja pontos positivos a serem observados, as infraestruturas de engenharia civil

têm custos financeiros mais elevados e levam mais tempo a serem implementadas se comparadas a outras medidas não estruturais. Além desses fatores, as infraestruturas cinzas podem resultar em impactos indesejáveis ao meio ambiente (CARVALHO, 2015).

Tais soluções convencionais, portanto, são compostas por medidas estruturais que abrangem obras de engenharia, bem como, por medidas não-estruturais, que contemplam o planejamento da ocupação e uso do solo de acordo com as áreas de risco, levando em consideração a melhoria das legislações e a segurança no combate aos desastres relacionados a inundação urbana (FARIA; SANTORO, 2015).

Dessa forma, as medidas não estruturais apresentam características de natureza legal e institucional que visam reduzir os impactos dos desastres causados pelas inundações (SÃO PAULO, 2012). Tais medidas têm como objetivo, a partir do desenvolvimento e planejamento urbano, gerenciar os riscos a inundações, como também: regulamentação de ocupação do solo, sistema de previsão, e alerta de inundação e seguros (SÁ et al., 2016). Já as medidas estruturais retratam intervenções nas características do escoamento (SÃO PAULO, 2012), tendo foco na redução dos riscos de inundações urbanas a partir do controle do fluxo de água. Portanto, consiste em ações que envolvam desde engenharia civil pesada, com caráter estrutural, até soluções consideradas naturais, ou seja, desde soluções cinzas até soluções baseadas na natureza (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Por outro lado, atualmente, têm surgido como alternativa às soluções tradicionais cinzas, inúmeras iniciativas que destacam os potenciais do uso da natureza no controle e mitigação dos riscos e dos problemas relacionados às inundações em áreas urbanas (KALANTARI et al., 2018). Como exemplo, de acordo com Gutierrez e Ramos (2017), podem ser citadas o *BMP (Best Management Practices)*, *LID (Low Impact Development)*, *SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)*, *WSUD (Water Sensitive Urban Design)* e o *GI (Green Infrastructure)*.

As Soluções Baseadas na Natureza, dessa forma, proporcionam oportunidades para o enfrentamento dos desafios à gestão de água de forma a ser mais sustentável e efetiva. Nota-se uma crescente utilização de práticas sustentáveis baseadas na natureza para o enfrentamento das inundações em meio urbano em países como China, Estados Unidos e Espanha, que têm investido nessas práticas como parte de seus planejamentos urbanos. Portanto, as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) ou *Nature Based Solutions (NbS)*, “são inspiradas e apoiadas pela natureza e usam, ou imitam, processos naturais para efetivamente contribuir para o melhor gerenciamento da água” (UNESCO, 2018).

Sob outro prisma, Dushkova e Haase (2020) indicam que não há consenso em relação à utilização do termo. Para Cohen-Shacham et al. (2016, p.5) as SbN’s são “ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordam os desafios sociais de forma efetiva e adaptativa, simultaneamente fornecendo ao ser humano bem-estar e benefícios da biodiversidade”.

Neste sentido, encontram-se medidas baseadas na natureza para combate as inundações urbanas, tais como espaços verdes, restauração das planícies dos rios, bairros eco-eficientes com foco na gestão de águas pluviais, pavimentos permeáveis, áreas que possibilitem o rápido escoamento e infiltração, sistemas de coleta de águas pluviais privados, sistemas sustentáveis de drenagem de águas (HERZOG; ROZADO, 2019), parques urbanos, corredores, ruas, fachadas e telhados verdes (REYNAUD et al., 2017).

Portanto, de modo geral, práticas baseadas na natureza estão sendo empregadas ao redor do mundo para a mitigação e adaptação aos eventos extremos que geram inundações. Nesse sentido, tem crescido a implantação de projetos, principalmente em cidades europeias e chinesas, que vão

desde ações específicas até a criação de conceitos mais amplos que integram as cidades e o meio ambiente, como por exemplo as “cidades verdes” exposto por Herzog e Rozado (2019), e as “cidades-esponja” mencionado por Sousa (2019) e Chan et al. (2018).

Sendo assim, o presente trabalho buscou identificar ações que estão sendo utilizadas por diversas cidades no mundo com vias a combater as inundações urbanas por meio das Soluções Baseadas na Natureza. Contudo, como mencionado, as medidas relacionadas às infraestruturas cinzas ainda estão sendo amplamente implementadas para o combate das inundações urbanas, portanto, a pergunta de pesquisa deste trabalho segue em direção a entender a seguinte indagação: como as Soluções Baseadas na Natureza estão sendo utilizadas como medidas alternativas para o manejo das inundações em áreas urbanas?

Tal inquietação, em linhas gerais, insere-se em um contexto de total relevância, tendo em vista que, levando-se em consideração os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), conhecer as iniciativas de Soluções Baseadas na Natureza é fundamental para a geração de conhecimentos para além das soluções de infraestrutura cinza que vêm sendo utilizadas em maior escala e em âmbito local. Dessa forma, este trabalho se faz importante ao contribuir para a geração de conhecimento sobre as SBN's, bem como, ao subsidiar futuras ações e políticas públicas a serem aderidas por parte dos tomadores de decisão e pelo poder público, de uma maneira geral.

Por fim, no que se refere a uma perspectiva teórica, faz-se importante deixar claro que o comportamento dos cursos d'água pode resultar em cheias, enchentes e inundações. Dessa forma, há divergências de interpretação, tanto no meio científico, quanto no meio técnico, para os eventos de desastres naturais hidrológicos.

Conforme exposto na Codificação Brasileira de Desastres (BRASIL, 2020), as inundações são definidas como: “Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas [...]” (BRASIL, 2007a). Já a enchente ou cheia é caracterizada pelo aumento normal e temporário da elevação do nível d'água no canal de drenagem, devido ao aumento da vazão, porém, sem que possa ser gerado transbordamento (BRASIL, 2007a). Portanto, ao se referir as inundações urbanas, este trabalho leva em consideração a definição exposta na Codificação Brasileira de Desastres, como supracitado.

Neste sentido, as inundações, segundo Sausen e Narvaes (2015) e Amaral e Ribeiro (2015), são os desastres naturais que mais prevalecem no mundo, sendo provavelmente os que ocorrem com mais frequência. Para Tucci (2007), o processo de urbanização e a inundação natural em áreas ribeirinhas, provocadas devido à ausência de planejamento para a ocupação da população nas margens de rios, são dois exemplos de processos que resultam em inundações urbanas. Em complemento às observações apresentadas por Tucci (2007), outros fatores abordados por Sausen e Narvaes (2015) que contribuem para o entendimento sobre as inundações são as durações e intensidades das precipitações, o desmatamento, a obstrução de canais e práticas inadequadas de uso e ocupação do solo.

2. METODOLOGIA

Com relação ao seu objetivo, a metodologia adotada no presente trabalho pode ser classificada como exploratória, tendo em vista que buscou proporcionar maior familiaridade com o problema abordado, a fim de torná-lo mais explícito, constituir hipóteses e aprimorar ideias ou

descobrir intuições (SLLTIZ; WRIGHTSMAN; COOK, 1967; SEVERINO, 2017).

Com relação aos procedimentos técnicos utilizados (Gil, 2009), a pesquisa está baseada em dois processos principais: o primeiro, a partir de um levantamento bibliográfico nos moldes de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) (XIAO; WATSON, 2017), para que fossem realizadas análises bibliométricas com vias de se identificar tendências, atores e suas correlações (SPINAK, 1996). Em um segundo momento, foram incluídos outros trabalhos que auxiliaram no processo de discussão dos resultados advindos da busca inicial.

Dessa forma, seguindo a metodologia adotada por Zhou et al. (2021), foram compilados, sintetizados e analisados o uso do conceito “*Nature Based Solutions*”, considerando, como recorte temporal, a produção científica entre os anos de 2015 e 2020, correspondendo a um período de 06 anos. Para tanto, adotou-se o banco de dados Scopus, pelo fato desta base ser multidisciplinar, englobando áreas como tecnologia e ciências sociais, além de possuir mais de 22 mil títulos de periódicos revisados por pares e 5 mil editoras, proporcionando diversidade de conteúdo (ELSEVIER, 2016).

A consulta realizada à referida base de dados se deu em dezembro de 2020, utilizando as seguintes combinações propostas de *strings*: “*Nature Based Solutions*” AND “*flood*”; “*Nature Based Solutions*” AND “*innundation*”; “*Nature Based Solutions*” AND “*flooding*”. Com tal correlação entre as variáveis foi possível encontrar trabalhos que observaram a problemática das inundações em áreas urbanas pelo prisma das soluções baseadas na natureza, analisando-as como medidas principais para lidar com a questão. Ademais, é válido ressaltar que a busca foi restringida aos campos “título”, “palavras-chave” e “resumo”, e retornou um total de 94 artigos científicos.

Neste sentido, o Quadro 1 sintetiza os critérios de elegibilidade utilizados para a formação do corpus documental que serviu como base para a revisão de literatura e para as análises bibliométricas.

Quadro 1 - Critérios de Elegibilidade

Critério	Descrição dos Critérios	Nº de Artigos
Elegibilidade	<p>A. Artigos com no máximo 05 anos (2015-2020);</p> <p>B. Artigos encontrados na base de dados da SCOPUS;</p> <p>C. Busca pelas <i>strings</i> nos campos “título”, “resumo” e “palavras-chave”;</p> <p>D. <i>Strings</i>: “<i>Nature Based Solutions</i>” AND “<i>flood</i>”; “<i>Nature Based Solutions</i>” AND “<i>innundation</i>”; “<i>Nature Based Solutions</i>” AND “<i>flooding</i>”.</p>	94

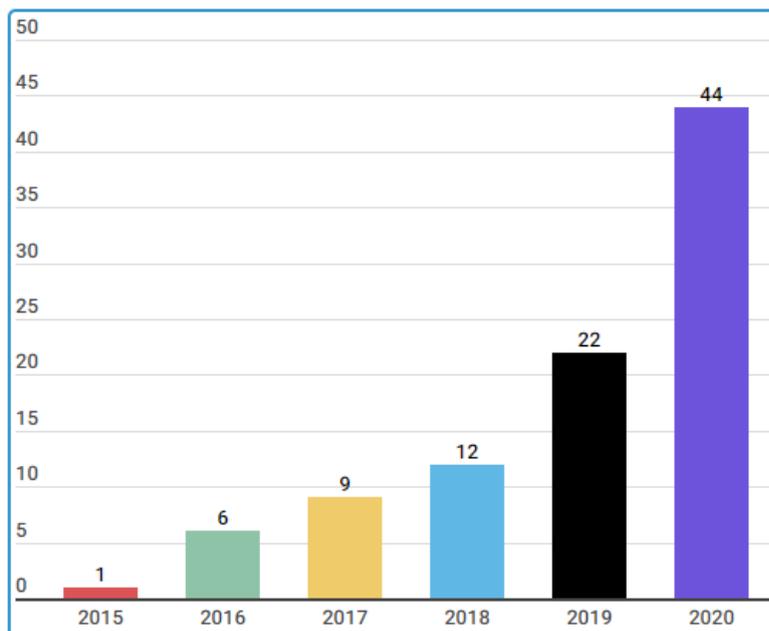
Fonte: elaborado pelos autores (2022)

Dessa forma, todos os 94 artigos selecionados foram lidos na íntegra, para que pudessem ser realizadas as análises bibliométricas e a discussão dos resultados. Já no que diz respeito aos demais trabalhos incluídos, todos foram selecionados levando-se em consideração o mesmo recorte temporal utilizado na busca principal (2015-2020) e, em grande parte, se referem a documentos abertos da Comissão Europeia, IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), Unesco e Nações Unidas, haja vista que são entidades vinculadas ao tema, e que serviram de base para explanação do assunto.

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com a literatura identificada na busca inicial à base Scopus e pela quantidade de artigos retornados com a utilização dos critérios estabelecidos, foi possível inferir que o estudo sobre as soluções baseadas na natureza e as inundações urbanas apresenta uma tendência de crescimento, como ilustrado na Figura 1, sobretudo pelo crescimento de 120% quando comparado os anos de 2019 e 2020, aos demais períodos selecionados.

Figura 1 - Artigos publicados por ano



Fonte: elaborado pelos autores (2022)

A partir da análise da Figura 1 é possível afirmar que houve aumento significativo em relação ao número de produções científicas, se observado o período entre o ano 2015 e 2020. Outro fator importante diz respeito ao idioma presente nesses trabalhos, haja vista que, com base na avaliação dos 94 artigos selecionados, verificou-se que o idioma inglês foi o mais utilizado nas publicações, estando presente em 98% deles.

Por conseguinte, de acordo com os artigos analisados, ao serem observadas as informações sobre os países de afiliação dos autores, foram identificados 30 países diferentes, sendo que 3 destes artigos estavam classificados como indefinidos. Ao consultá-los, foi identificado que, em 1 dos 3 artigos, os autores possuíam afiliação com o Brasil, porém o trabalho fora cadastrado na base da Scopus sem ilustrar o nome do país, apenas com o nome da cidade. Sendo assim, a análise foi ajustada, restando um total de 2 artigos em que não foi possível identificar a natureza dos autores.

Conforme ilustrado na Tabela 1, nota-se que o maior número de publicações se deu por autores pertencentes ao continente europeu (74,46%), seguido pelos países da América (10,63%), da Ásia (8,50%), da Oceania (4,25%) e da África (2,12%)

Tabela 1- Quantidade de autores por continente

Continente	Total Geral	Total Geral
Europa	70	74,46%
América	10	10,63%
Ásia	8	8,50%
Oceania	4	4,25%
África	2	2,12%
Total Geral	94	100%

Fonte: elaborado pelos autores (2022)

Ao se levar em consideração o Tabela 1, é possível identificar que os números apresentados convergem com os investimentos feitos por cidades europeias e chinesas em soluções baseadas na natureza e, deste modo, os dados corroboram com aqueles apresentados por Herzog e Rozado (2019), Sousa (2019) e Chan et al. (2018), entre outros.

Em 45,7% dos artigos ficou evidenciado o estabelecimento de diversas parcerias internacionais, refletidas pela diversidade de países e de autores em uma mesma produção. Assim, 2,2% dos artigos avaliados envolveram 5 países, 1,1% (4 países), 6,5% (3) e 35,9% (2). No que diz respeito às produções elaboradas por apenas um autor e, conseqüentemente, representado por apenas 1 país, foram identificados 50 artigos (54,3%), desconsiderando os 2 artigos classificados como indefinidos.

Sendo assim, os países com mais artigos atrelados foram o Reino Unido (14), Países Baixos (12) e Itália (9). Estes são os 3 primeiros da lista de 30 países observados pelas produções científicas, ficando o Brasil em 15º lugar, com um número total de 2 artigos científicos publicados. Tal posição evidencia, sobretudo se observada a Tabela 2, a baixa produção brasileira em trabalhos acadêmicos que observam as soluções baseadas na natureza e sua correlação com questões relacionadas às inundações urbanas. Além disso, em 1 dos trabalhos produzidos no Brasil houve a colaboração de outros autores provenientes do Reino Unido.

Tabela 2 – Número de autores por país

Países	Quantidade de Artigos	Países	Quantidade de Artigos
Reino Unido	14	Eslovênia	1
Países Baixos	12	Canadá	1
Itália	9	Índia	1
EUA	8	Noruega	1
Alemanhã	6	Senegal	1
Suécia	5	Áustria	1
China	5	Chipre	1
França	4	Bélgica	1
Grécia	3	Rússia	1
Espanha	3	Polinésia Francesa	1
Austrália	2	Sérvia	1
Irlanda	2	Polônia	1
África do Sul	2	Dinamarca	1
Tailândia	2	Portugal	1

Brasil	2	Nova Zelândia	1
Subtotal	79	Subtotal	15
Total	94		

Fonte: elaborado pelos autores (2022)

3.1 Casos de Soluções Baseadas na Natureza aplicadas ao controle de inundações urbanas

Conforme apresentado no Quadro 2, nota-se que os trabalhos advindos da pesquisa à base de dados da SCOPUS (2015-2020), bem como da inclusão de outras produções externas (2015-2020) e que também abordaram a temática, demonstraram a ampla variedade de ações que podem ser adotadas em relação às inundações urbanas e as Soluções Baseadas na Natureza, desde pequenas, a grandes escalas.

Quadro 2 - Síntese de soluções com os respectivos países que as implementaram

Solução	Local	Autor
Telhados verdes, pavimentos permeáveis, áreas para o rápido escoamento e infiltração, sistemas de drenagem de águas que atua de forma sustentável	Alemanha	Herzog e Rozado (2019)
Parque urbano Templehof	Berlim	Herzog e Rozado (2019), Davies et al. (2017)
Cinturão verde	China	Liu e Jensen (2017)
Cidade-esponja	China	Chan et al. (2018)
Parques urbanos	China e Chipre	Médici e Macedo (2020), Davies et al. (2017), Giannakis et al. (2016)
Jardins de chuva, bacias secas e húmidas, valas próximas a estradas, biovaletas gramadas, telhados verdes, parques urbanos, corredores verdes, troca da vegetação para melhorar a absorção das águas, substituição de pavimentação asfáltica em parques por zonas verdes	Dinamarca	Herzog e Rozado (2019), Davies et al. (2017)
Parque Larragorr, reutilização das águas pluviais para irrigação de fachada e telhados verdes, cinturões verdes internos, telhado e fachadas verdes	Espanha	Herzog e Rozado (2019)
Bairro ecoeficiente	Finlândia	Herzog e Rozado (2019)
Revegetação de solo e taludes, plantação de árvores, cerca-viva e faixas de grama	Grécia	Lilli et al. (2020)
Praça Benthemplein	Holanda	Médici e Macedo (2020)
Restauração das planícies dos rios, com desvio do curso do rio, ou com a formação de áreas de para armazenamento natural	Holanda	Lombardo (2018)
Floresta vertical, Parque aquático Gorla, corredores e ruas verdes	Itália e Portugal	Herzog e Rozado (2019), Reynaud et al., 2017)
Parque urbano (Parco Urbano Gavoglio), espaços verdes, restabelecer cursos de água, fachadas e telhados verdes	Países Baixos	Herzog e Rozado (2019)

Parque Chulalongkorn	Tailândia	Médici e Macedo (2020)
Telhados e paredes verdes, parques, restauração de rios, florestas urbanas	Austrália	Fastenrath, Bush e Coenen (2020)
Renaturalização de corpos d'água e revegetação em áreas urbanas, restauração da vegetação ribeirinha e de pântanos	Eslovênia e Alemanha	Santoro et al. (2019) e Albert et al., (2019)

Fonte: elaborado pelos autores (2022)

A De acordo com o Quadro 2, a menção aos referidos termos na literatura analisada pode ser observada, em um primeiro momento, à luz do trabalho de Herzog e Rozado (2019) que destacou a criação de um parque urbano (Parco Urbano Gavoglio) em um antigo quartel situado nos Países Baixos, com o objetivo de melhorar a gestão da água, espaços verdes e a resiliência climática. Entre outras ações, foram implantadas bacias de infiltração, grupos de árvores, pastos xerófilos com flores e gabiões, com pedra e vegetação.

Sob outro prisma, conforme apontado por Fastenrath, Bush e Coenen (2020), soluções como telhados e paredes verdes, parques, restauração de rios, florestas urbanas, estão no caminho da elaboração de políticas públicas e do planejamento urbano e que observam aspectos relacionados à natureza como medida de superação de problemas urbanos, sobretudo relacionados às inundações.

Segundo Médici e Macedo (2020), na Tailândia, foi construído o parque Chulalongkorn, localizado na cidade de Bangcoc. De forma semelhante, observa-se a construção do parque de Qunli, na China. Nesse sentido, Herzog e Rozado (2019) mencionam antigas áreas em Berlim que puderam ser transformadas em parques, como por exemplo, Templehof, o antigo aeroporto que foi transformado em um parque urbano. O projeto de 20 trilhos verdes representa mais de 500 km de áreas selecionadas e separadas do tráfego rodoviário, que interligam as zonas residenciais às áreas de recreação.

Na cidade de Pequim, no *Local Flooding Control Plan (LFCP)* elaborado pelo *Beijing Municipal Planning and Design Institute (BMPDI)*, Liu e Jensen (2017) mencionaram alternativas como cinturão verde para controle das inundações e para aumentar a infiltração, coleta de águas pluviais, combinando com uma solução convencional para melhoria a capacidade de descarga, tubulações e estações de bombeamento.

Copenhague conseguiu implementar práticas para gerir as águas pluviais e reduzir o risco de inundações, a partir da alteração da legislação nacional para obtenção de recursos para financiamento de soluções naturais como medida adotada para o gerenciamento das águas, dentre elas: jardins de chuva, bacias secas e húmidas, valas próximas a estradas, transporte e infiltração da água no solo, e biovaletas gramadas. Outras ações como telhados verdes, parques urbanos, corredores verdes, troca da vegetação para melhorar a absorção das águas, substituição de pavimentação asfáltica em parques por zonas verdes, complementaram as práticas (HERZOG; ROZADO, 2019).

Na Itália, nas proximidades do bairro de Porta Nova, foram distribuídas 900 árvores e mais de 20.000 plantas na fachada em um par de torres, impactando na melhoria do ar e da biodiversidade. O Parque aquático Gorla possui característica de apresentar a infraestrutura verde polivalente, ou seja, possui área para lazer/ recreação, área para eliminação de poluentes e outra para prevenção de inundações. Corredores e ruas verdes associadas com medidas de retenção

natural de água foram implantadas em Lisboa, no total foram mais de 30.000 árvores 78 plantadas nas ruas entre o período de 2013 e 2017 (HERZOG; ROZADO, 2019; REYNAUD et al., 2017).

Na Espanha, ações para transição em um ambiente sustentável têm sido adotadas na cidade de Vitoria-Gasteiz, sobretudo no ano de 2012, demonstrando resultados como zonas verdes, um terço da área municipal sendo coberta de floresta, deslocamentos que contam com duas linhas de bonde, trechos para bicicleta e pedestres. Entre os últimos projetos implementados está o Parque Larragorr, que reutiliza águas pluviais para irrigação de fachadas e telhados verdes, cinturões verdes internos e recuperação de edifícios, incluindo telhado e fachadas verdes (HERZOG; ROZADO, 2019).

Da mesma forma, o desafio de melhoria na gestão das águas pluviais está presente nas metas dos Países Baixos, com isso Eindhoven buscou implantar em áreas do centro da cidade, espaços verdes, fachadas e telhados verdes, bem como restabelecer cursos de água existentes (HERZOG; ROZADO, 2019).

Médici e Macedo (2020) elucidaram que foi construída, em Roterdã, a Praça Benthemplein, um tipo de praça-piscina composta por bacias que se enchem após um período de armazenamento, e que favorecem a infiltração das águas e o reabastecimento dos reservatórios de água subterrânea.

De acordo com Lombardo (2018), em 2009, foi criado o programa “*Room for the River*”, uma iniciativa holandesa, orçada em € 2,5 bilhões. O objetivo de tal programa foi o de restauração planícies fluviais, revegetar trechos ao longo dos rios e corrigir cursos fluviais, quando necessário. A restauração da paisagem ao longo dos rios, funcionando como “*natural water sponges*”, em que as ações englobaram o aumento da profundidade dos rios, realocação de diques, redução de esporões (estrutura construída em rios que atrapalha o fluxo de água) e remoção de polders.

Nesse caminho, considerada como uma cidade verde, Friburgo é uma cidade localizada na Alemanha, e que, para gerenciamento de suas águas pluviais, adotou telhados verdes, pavimentos permeáveis, áreas que possibilitam o rápido escoamento e infiltração, sistemas de drenagem de águas que atua de forma sustentável e sistemas privados de coleta de águas pluviais (HERZOG; ROZADO, 2019). Do mesmo modo, conforme exposto por Herzog e Rozado (2019), a Finlândia pretendia criar, até 2021, o projeto de um bairro ecoeficiente em Vuores, focado na gestão de águas pluviais.

Nas cidades de Taizhou e Jinhua, parques foram colocados em substituição à muros de concreto que canalizavam rios (MÉDICI; MACEDO, 2020). Práticas similares vêm sendo adotadas ao redor do mundo em cidades como Berlim, Copenhague e Bangcoc. Corroborando com as ações apontadas no estudo de Davies et al. (2017), em que se faz menção ao plantio de árvores para o combate da inundação, na medida em que estas são muito mais eficientes, tendo em vista seus processos de absorção e transpiração.

O conceito de cidade-esponja, apresentado por Chan et al. (2018), aborda a possibilidade de usar a infraestrutura de engenharia para controle e armazenamento das águas pluviais nos episódios extremos de chuva. Os mencionados autores ainda citam que a China tem investido em novas ideias nesse sentido.

Na bacia hidrográfica do Rio Koiliaris, localizado em Creta Ocidental, na Grécia, foram implementadas soluções classificadas como sistemas para controle de erosão, revegetação de solo e taludes, plantação de árvores, cerca-viva e faixas de grama para interceptar o escoamento de água superficial e para aproveitamento da vegetação já localizada ao longo da bacia (LILLI et al., 2020).

Santoro et al (2019) identificaram na Eslovênia ações de “renaturalização” de corpos d’água urbanos, redução de obras de canalização, revegetação de áreas urbanas, restauração da vegetação ribeirinha, construção de áreas de retenção seca sobre as áreas de planícies, criação de corpos d’água para armazenamento temporário de água e restauração de pântanos.

Também na Alemanha, Albert et al (2019) mencionaram ações como a restauração de pântanos, a revitalização de várzeas, a proteção da flora, fauna e mata ciliares que apoiam o combate às inundações, além de proporcionarem benefícios sociais e ambientais.

4. CONCLUSÃO

A identificação de casos na aplicação das SBN’s para o combate às inundações urbanas, e que foram analisados com base na literatura, evidenciaram a diversidade de medidas que podem ser aplicadas a partir de projetos de infraestrutura verde.

Com base nos resultados, é possível apontar que as medidas variam em termos de escala espacial de implantação. Assim, em alguns casos, ocorre a necessidade de disposição de áreas grandes, à exemplo dos parques urbanos. Por outro lado, em determinadas situações, as soluções podem ser aplicadas em espaços menores, à exemplo de jardins de chuva.

Outro ponto destacado pelo presente estudo trata-se da identificação de benefícios advindos da utilização de soluções verdes para a sociedade e para o meio ambiente.

Entretanto, ao serem observados os resultados das análises bibliométricas, identificou-se que grande parte das Soluções Baseadas na Natureza implementadas em áreas urbanas está localizada em cidades europeias e analisadas por produções científicas advindas da mesma região. A partir de tais constatações, é possível concluir que os países em desenvolvimento, e que se tratam dos mais atingidos por problemas estruturais decorrentes da rápida, e indevidamente planejada, urbanização, demonstraram um grau menor de implementação de soluções baseadas na natureza se comparados a cidades de países desenvolvidos. Além disso, identificou-se também o baixo número de produções científicas elaboradas por esses países, fato que corrobora com a mencionada falta de iniciativa na utilização de infraestruturas verdes para a gestão de inundações em tais áreas urbanas.

De maneira geral, os resultados apresentados permitem contribuir com futuros estudos que se interessem por alternativas e soluções para os problemas de inundação urbana, as quais venham a promover maior sustentabilidade, combatendo um problema que aflige especialmente a população mais vulnerável e contribuindo para a ampliação de áreas verdes que possuem papel fundamental à melhoria da qualidade ambiental e de vida nas cidades.

Para estudos futuros, sugere-se que os autores ampliem o alcance das proposições intrínsecas a este trabalho, sobretudo, em três pontos principais: 1) Ao robustecerem o protocolo de Revisão Sistemática de Literatura, levando em consideração a inserção de critérios de inclusão e exclusão, ranqueamento qualitativo dos estudos incluídos, dentre outras ações características da RSL; 2) Ao estenderem o recorte temporal de análise para além de 2020, haja vista que, devido à pandemia do novo coronavírus e das mudanças geopolíticas ocorridas no Sistema Internacional, é importante que seja observada a utilização das Soluções Baseadas na Natureza a partir desta nova conjuntura; e 3) Ao levarem em consideração a interface entre as SBN’s e as Mudanças climáticas, tendo em conta que, a utilização de soluções verdes nesta seara pode causar impactos positivos em questões relacionadas à mudança do clima, como por exemplo, no combate às inundações urbanas, despoluição atmosférica, no aumento do bem-estar das cidades, aprisionamento de CO₂, na redução dos efeitos advindos das ilhas de calor e do aquecimento global.

5. REFERÊNCIAS

ALBERT, C. et al. Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? **Landscape and Urban Planning**, v. 182, p. 12–21, 2019.

BENEDICT, M.; MACMAHON, E. **Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century**. [s.l.] The Conservation Fund, 2001.

BRASIL. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007^a

BRASIL. **CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/informacoes/100uteis/centro-nacional-de-gerenciamento-de-riscos-e-desastres-cenad>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

CARVALHO, D. W. DE. Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres. **Revista de informação legislativa**, v. 52, n. 206, p. 53–65, 2015.

CHAN, F. K. S. et al. “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. **Land Use Policy**, v. 76, p. 772–778, 2018.

COHEN-SHACHAM, E. et al. **Nature-based solutions to address global societal challenges**. xiii, 97p. ed. [s.l.] IUCN, Gland, Switzerland, 2016.

DAVIES, H. J. et al. Challenges for tree officers to enhance the provision of regulating ecosystem services from urban forests. **Environmental Research**, v. 156, p. 97–107, 2017.

DERKZEN, M. L.; VAN TEEFFELLEN, A. J. A.; VERBURG, P. H. Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents’ views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences? **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 106–130, 2017.

DUSHKOVA, D.; HAASE, D. Not simply green: Nature-based solutions as a concept and practical approach for sustainability studies and planning agendas in cities. **Land**, v. 9, n. 1, 2020.

ELSEVIER. **Scopus - Guia de referência rápida**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <www.elsevier.com/scopus>

FARIA, D. G. M.; SANTORO, J. Gerenciamento de Desastres Naturais. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO (Eds.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3a ed ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 161–178.

FASTENRATH, S.; BUSH, J.; COENEN, L. Scaling-up nature-based solutions. Lessons from the Living Melbourne strategy. **Geoforum**, v. 116, p. 63–72, 2020.

FERREIRA, M. L. et al. Cidades inteligentes e sustentáveis: problemas e desafios. **BENINI, Sandra Medina; GODOY, Jeane Aparecida Rombi de. Estudos Urbanos: Uma abordagem interdisciplinar da cidade contemporânea**, p. 81– 111, 2015.

GIANNAKIS, E. et al. Linear parks along urban rivers: Perceptions of thermal comfort and climate change adaptation in Cyprus. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 10, 2016.

HERZOG, C. P.; ROZADO, C. A. **Diálogo setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza**. [s.l.: s.n.].

JHA, A.; BLOCH, R.; LAMOND, J. Cidades e Inundação: Um Guia para a Gestão Integrada de Inundação Urbanas para o Século XXI. **The World Bank**, p. 1–54, 2012.

KALANTARI, Z. et al. **Nature-based solutions for flood-drought risk mitigation in vulnerable urbanizing parts of East-Africa** *Current Opinion in Environmental Science and Health*. Elsevier B.V., 1 out. 2018.

LILLI, M. A. et al. Vision-based decision-making methodology for riparian forest restoration and flood protection using nature-based solutions. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 8, 2020.

LOMBARDO, M. **Soluções Baseadas Na Natureza**. Seminário: “Ação Ambiental 2018”, Painel “Infraestrutura verde – A Natureza a Nosso Favor”. Anais...Rio de Janeiro: 2018.

LIU, L.; JENSEN, M. B. Climate resilience strategies of Beijing and Copenhagen and their links to sustainability. **Water Policy**, v. 19, n. 6, p. 997–1013, 2017.

MÉDICI, D.; MACEDO, L. **Cidades-esponja: conheça iniciativas pelo mundo para combater enchentes em centros urbanos | Mundo | G1**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/02/16/cidades-esponja-conheca-iniciativas-pelomundo-para-combater-enchentes-em-centros-urbanos.ghtml>>. Acesso em: 1 dez. 2020.

QUARESMA, C. C. et al. Cidades Inteligentes e Sustentáveis. In: CORTESE, T. T. P.; KNISS, C. T.; MACCARI, E. A. (Eds.). **Cidades inteligentes e Sustentáveis**. 1a edição ed. A crise de mobilidade urbana brasileira e seus antecedentes socioespaciais: Editora Manole, 2017. p. 176.

RAYMOND, C. M. et al. A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. **Environmental Science and Policy**, v. 77, n. June, p. 15–24, 2017.

REYNAUD, A. et al. Going green? Ex-post valuation of a multipurpose water infrastructure in Northern Italy. **Ecosystem Services**, v. 27, p. 70–81, 2017

SÁ, L. et al. **Gestão do Risco de Inundação-Documento de Apoio a Boas Práticas**. [s.l: s.n.].

SANTORO, S. et al. Assessing stakeholders' risk perception to promote Nature Based Solutions as flood protection strategies: The case of the Glinščica river (Slovenia). **Science of the Total Environment**, v. 655, p. 188–201, 2019

SÃO PAULO. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano**, v. 1, p. 168, 2012.

SAUSEN, T. M.; NARVAES, I. DA S. Sensoriamento Remoto para inundação e enxurrada. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. (Eds.). **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: [s.n.]. p. 119–147.

SELLTIZ, C., WRIGHTSMAN, L.S., COOK, S.W. (1967) **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. Editora da Universidade de São Paulo, SP.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2017.

SOUSA, M. **Cidade-esponja: a natureza é a solução para inundações** | Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/924346/cidade-esponja-a-natureza-e-a-solucao-parainundacoes>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de bibliometria, cienciométrica e informétrica**. Caracas: UNESCO, 1996.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Rega/Global Water Partnership South América**, v. 1, n. 1, p. 59–73, 2004.

TUCCI, C. E. M. INUNDAÇÕES URBANAS. In: Porto Alegre: **ABRH RHAMA**, 2007. p. 15–29.

UNESCO. **Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018 SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA GESTIÓN DEL AGUA** Intercomunicación. Paris: [s.n.].

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision Population Division (2018)**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/CountryProfiles/>>. Acesso em: 21 maio. 2020. CASTELO BRANCO, Álvaro Chagas. Paradiplomacia e entes não-centrais no cenário internacional. Curitiba: **Juruá**, 2008.

XIAO, Y., WATSON, M. Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. **Journal of Planning Education and Research**, 2017, 39(1), 93–112. <https://doi.org/10.1177/0739456x17723971>.

ZHOU, Decheng et al. Satellite Remote Sensing of Surface Urban Heat Islands: Progress, Challenges, and Perspectives. **Remote Sensing**, v. 11, n. 1, p. 48, 29 dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs11010048>.SBN.