

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NOS PROJETOS DE DRENAGEM URBANA EM SÃO PAULO

MILENA DE OLIVEIRA
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

AMARILIS LUCIA CASTELI FIGUEIREDO GALLARDO

Introdução

A urbanização desenfreada nas últimas décadas, associada a uma intensa impermeabilização do solo, culmina o surgimento das enchentes que se tornaram decorrentes no cotidiano dos centros urbanos, concebendo uma sucessão de impactos sentidos pela sociedade. Neste cenário, as Soluções Baseadas na Natureza (SbN), surgem como uma nova abordagem para amparar o escoamento de água da chuva, buscando trabalhar de maneira a complementar os mecanismos tradicionais de drenagem, por meio da inserção de espaços verdes que promovem a circulação da água, beneficiando toda a escala espacial.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Diante do contexto, o artigo busca compreender como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) podem atuar, no enfrentamento de enchentes, aliados aos sistemas de drenagem de águas pluviais, propostos nos projetos da cidade de São Paulo. As discussões em torno desta pesquisa almejam contribuir e promover futuras melhorias no planejamento urbano Paulistano, com vista a práticas sustentáveis (SbN), a partir da análise documental de doze Cadernos de Bacia Hidrográfica elaborados pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

Fundamentação Teórica

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) aponta que há uma estimativa de aumento das temperaturas até o final do século. Marengo et al. (2020) revela que os eventos de chuva se tornaram mais extremos e os períodos de estiagem mais longos, evidenciando episódios climáticos intensos e nocivos à sociedade. As SbN caminham no sentido de promover a sustentabilidade e restaurar o ecossistema, tendo em vista os desafios ocasionados pelos desastres naturais. Melhorias nas condições climáticas e redução de inundações, são alguns dos benefícios constatados.

Metodologia

A realização deste estudo contou com duas etapas, inicialmente efetuou-se uma pesquisa bibliométrica por meio de artigos científicos na base de dados "Scopus", decorrente das palavras chaves: "nature based solution*"; "flood"; "climate changes". A análise dos clusters no software VosViewer estabeleceu o referencial teórico e ressaltou o recorte proposto nesta pesquisa. Na segunda etapa, para abarcar os objetivos determinados, realizou-se o processo de análise documental, a partir da verificação de doze cadernos de bacia hidrográfica elaborados pela prefeitura de São Paulo.

Análise dos Resultados

Diante da pesquisa, observou-se que as alternativas propostas pelos cadernos de bacia hidrográficas, apoiam-se em construção de parques lineares e obras cinzas, sendo os métodos não convencionais (SbN) abordados de forma branda. Houve uma redução de 83% para 16,67% na proposição de parques lineares ao longo dos anos, nos documentos analisados. Os arquivos mais recentes propostos a partir de 2019, não apontam o Índice de Qualidade Ambiental. Contudo, afirma-se que o IQA tratava-se de uma análise pertinente, pois salientava a integração da infraestrutura verde e azul com a população.

Conclusão

O presente estudo revela que a ocorrência de alagamentos acarreta danos materiais, bem como, doenças contraídas pela água da chuva, impactos na mobilidade e na economia, sentidos diretamente pela sociedade. Os Cadernos de Bacia Hidrográfica elaborados pela SIURB e pela FCTH/USP revelam a preocupação do poder público em atenuar os impactos sentidos pela sociedade, no entanto, constata-se por meio da análise documental, que as práticas SbN ainda não são prioridades nestes projetos.

Referências Bibliográficas

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN: Gland, Switzerland, 97, 2016-036. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Marengo, J. A., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Young, A., Barreto, N. J., & Ramos, A. M. (2020). Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1), 5-20.

Palavras Chave

Soluções Baseadas na Natureza, Drenagem de Águas Pluviais, Mudanças climáticas

Agradecimento a órgão de fomento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NOS PROJETOS DE DRENAGEM URBANA EM SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

Um problema contumaz das grandes metrópoles no Brasil está relacionado à deficiência dos sistemas de drenagem das águas pluviais, que buscam gerenciar o escoamento da água da chuva no meio urbano, em consequência dos processos de urbanização. Os sistemas de drenagem de águas pluviais visam precaver e impedir inundações. O planejamento urbano deve ser integrado aos projetos de drenagem, para evitar ineficiência, falhas e altos custos (COSTA & ROCHA, 2019).

Neste contexto, a confecção e o estudo de projetos associados à drenagem é um desafio, uma vez que, as chuvas vêm causando grandes contratempos nas regiões metropolitanas do Brasil. Os problemas agravam-se na estação de cheias, durante o verão, momento em que o assunto se revela presente em noticiários, com destaque aos impactos negativos, vivenciados por toda população, especialmente, aquelas que se encontram em situações de vulnerabilidade, como, as que residem em áreas com riscos de inundações e deslizamentos (VALVERDE, CARDOSO & BRAMBILA, 2018; CANHOLI, 2014).

Conforme Canholi (2014), a urbanização acelerada e o uso inapropriado do solo sucedem na diminuição na aptidão natural de armazenamento dos escoamentos, desta forma, os deflúvios passam a ocupar outros locais, gerando picos de alagamento. O autor aponta que, o acelerado crescimento populacional nos centros urbanos, dificulta a preparação de estruturas adequadas.

Oportuno destacar que, devido aos processos de urbanização, a exploração de recursos naturais acentuou-se ao longo dos anos, agravando as mudanças climáticas, portanto, as ações voltadas ao desenvolvimento de práticas inteligentes e sustentáveis nos centros urbanos, se configuram em medidas para mitigar os impactos sentidos pelas diferentes esferas da sociedade, mediante ao enfrentamento de enchentes (MARTINS, GIORDANO, PAGANO, KEUR & COSTA, 2020).

No cenário atual observa-se que os países ocidentais, como no caso do Brasil, empregam medidas de microdrenagem e macrodrenagem, para lidar com o manejo de águas pluviais, tais medidas correspondem aos métodos de drenagem nomeados tradicionais ou infraestruturas cinzas, trata-se de medidas que enfrentam a problemática das inundações a partir de projetos executados em concreto e/ou materiais resistentes, promovendo um rápido afastamento das águas pluviais (DEPRIETRI & MCPHEARSON, 2017; CANHOLI, 2014).

Em contrapartida, uma nova abordagem para amparar o escoamento de água da chuva tem surgido ao longo dos anos. Haase (2021) menciona uma abordagem de três conceitos que abrangem um único objetivo, são eles: serviços urbanos ecossistêmicos, infraestrutura verde e azul e Soluções baseadas na Natureza (SbN). Sendo o objetivo destes integrar serviços urbanos e ecossistêmicos, enfatizando os benefícios que as estruturas de natureza no meio urbano, podem trazer à população.

Ainda, segundo Haase (2021) a infraestrutura verde busca introduzir espaços verdes nas cidades e promover a circulação da água, beneficiando toda a escala espacial. As SbN são recursos inspiradas na natureza que trazem benefícios econômicos, ambientais e sociais, promovendo a resiliência das cidades e uma maior capacidade de adaptação aos problemas enfrentados diante da mudança climática. Sendo assim, a introdução dessas medidas no espaço

urbano traz inúmeros benefícios às cidades, como: regulação do clima, regulação de inundações, purificação de água, melhoria na qualidade de vida entre outros (COHEN, WALTERS, JANZEN & MAGINNIS, 2016).

A inserção de SbN em projetos de planejamento urbano tem sido cada vez mais difundida, a partir da percepção dos diversos benefícios que podem trazer para o contexto urbano. Alguns dos mecanismos de SbN direcionado para controle de inundações que são propagados nas grandes metrópoles são, telhados verdes, jardins de chuva e valetas de biorretenção (EMILSSON & SANG, 2017).

A partir dos desafios enfrentados pela população diante dos episódios de inundação, a Prefeitura Municipal de São Paulo disponibilizou doze Cadernos de Bacia Hidrográficas, que abarcam os pontos críticos de inundação existentes em toda região da cidade paulista. O documento tem por objetivo propor medidas para lidar com o enfrentamento de enchentes na cidade de São Paulo e esmerar os projetos hidráulicos da cidade (PMSP, 2021).

Pretende-se, portanto, neste cenário, compreender a partir da análise documental de doze cadernos de Bacia Hidrográfica, como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) podem atuar de maneira complementar aos sistemas tradicionais de drenagem (infraestrutura cinza) implantados na Cidade de São Paulo. Almeja-se, contribuir para discussões que possam promover melhorias no planejamento urbano, visando práticas sustentáveis.

2. ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

a) Urbanização e mudanças climáticas associadas aos impactos sentidos pela sociedade

Na concepção de Hussain e Imityaz (2018) a definição de urbanização pode ser considerada complexa, uma vez que, se refere a um fenômeno recente que está cada vez mais atrelado ao crescimento da densidade populacional que migra de áreas rurais para áreas urbanas, para os autores, as cidades são produto do processo de urbanização. A urbanização é responsável por trazer mudanças nos âmbitos econômicos, sociais e culturais de uma sociedade (HUSSAIN & IMITYAZ, 2018).

Silva e Macedo (2009) ressaltam que, a urbanização ocorre quando a população que habita os centros urbanos é maior que a população rural, apenas o crescimento de uma cidade por si só, não ocasiona o processo de urbanização.

Observa-se que, no cenário brasileiro, o processo de industrialização teve início em 1950 consequentemente o país caminhou em sentido da urbanização. Especificamente em São Paulo as décadas de 50 e 60 foram marcadas por intensos êxodos rurais e migrações populacionais (CARVALHO, 2019).

Neste momento o estado de São Paulo passou a investir vigorosamente em infraestrutura para a cidade paulista, como ferrovias, rodovias, portos e energia. Estes investimentos potencializaram o atrativo para que as populações rurais migrassem para a capital do estado (SOUSA, 2007; CARVALHO, 2019).

A partir do crescimento populacional acelerado, a capital paulista passou a sentir alguns impactos no bem-estar da sociedade, uma vez que, não atingiu crescimento econômico viável e não estabeleceu estrutura suficiente para compreender o grande fluxo populacional (SANTOS, 2014).

Cabral e Cândido (2019) mencionam que, ao observar o crescimento desordenado de uma cidade, nota-se impactos prejudiciais nas estruturas urbanas, uma vez que, dificulta o planejamento urbano adequado, salientando problemas relacionados à poluição, degradação ambiental, saneamento e gerenciamento de águas pluviais.

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) aponta que, com o passar dos anos, a população está cada vez mais habitando os centros urbanos, estima-se que até 2050, 70% da população mundial migrará para as cidades, deixando as zonas rurais. Neste âmbito, mediante os desafios enfrentados nas cidades, diante da urbanização, observa-se as pautas relacionadas às mudanças climáticas.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018), órgão de maior autoridade do mundo em ciência do clima, aponta que entre os anos de 2021 e 2040 há uma estimativa maior que 50% de que se observe um aquecimento de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais no cenário mundial, até o final do século esta estimativa poderá variar de 3,3 a 5,7°C.

Dados apontados por Marengo *et al.* (2020) sugerem que os eventos de chuva acima de 100mm aumentaram quase quatro vezes nos últimos 20 anos, em comparação com seis décadas anteriores. Menciona-se ainda que, precipitações intensas serão mais frequentes no futuro e ocorrerão em dias concentrados, principalmente em áreas vulneráveis, em contrapartida os períodos de estiagem serão mais longos.

Especificamente, na cidade de São Paulo - SP, prevê-se, que na década de 2020 as temperaturas da cidade poderão aumentar entre 0,9°C e 1,7°C e as precipitações aumentem em 43% (MARENGO *et al.* 2020).

Observa-se que para as perspectivas futuras, os eventos extremos tendem a tornar-se mais intensos e nocivos, salientando os malefícios às populações vulneráveis (MARENGO *et al.*, 2020). Diversas esferas da sociedade sentem os impactos das inundações, seja a população com perda de bens materiais e físicos, a saúde devido a transmissão de doenças por veiculação hídrica, a economia, comércio e até a mobilidade urbana (CANHOLI, 2014; ONUBR, 2017; IBGE, 2014).

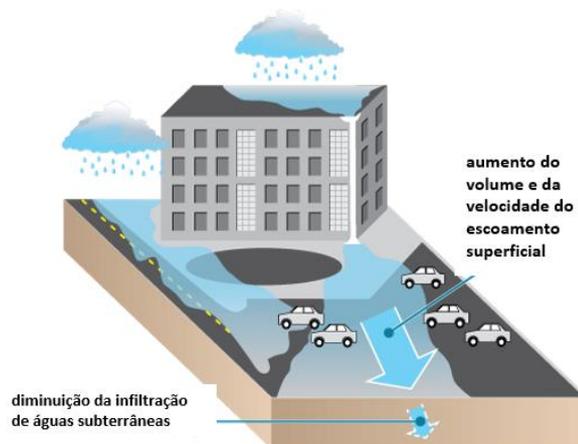
b) Infraestrutura cinza e os métodos tradicionais de drenagem

No Brasil e em diversas cidades ocidentais, os mecanismos utilizados para drenagem de águas pluviais são gerenciados por meio de técnicas tradicionais (DAVIS & NAUMANN, 2017).

As infraestruturas cinzas ou medidas tradicionais (Figura 01) são construções e projetos realizados com concreto e/ou materiais resistentes com intuito de "mediar o sistema humano e a variabilidade dos sistemas meteorológicos e o sistema climático". (DEPRIETRI & MCPHEARSON, 2017, p. 97).

Tais técnicas são instituídas convencionais ou tradicionais de drenagem de água das chuvas, são empreendidas em todo o mundo, sobretudo no Brasil. Neste cenário Canholi (2014, p. 32) evidencia que as medidas tradicionais são comuns aos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem, que compreendem desde “implantação de galerias e canais de concreto, ao tamponamento dos córregos, à retificação de traçados, ao aumento de declividades de fundo e demais intervenções”, trata-se de medidas que objetivam o rápido afastamento das águas pluviais.

Figura 1 – Infraestruturas cinzas, superfícies impermeáveis.



Fonte: Modificado de: <https://www.georgetownclimate.org/adaptation/toolkits/green-infrastructure-toolkit/introduction.html?full>.

Segundo a Prefeitura Municipal de São Paulo (2012, p. 34) a microdrenagem é “a estrutura de entrada no sistema de drenagem das bacias urbanas”, tem-se também que, os sistemas de microdrenagem “tem por objetivo garantir as características de tráfego e conforto dos usuários destas estruturas”. Alguns exemplos são: galeria de águas pluviais, bocas de lobo, tubos de ligação, sarjetas e guias e sarjetões.

A macrodrenagem refere-se aos escoamentos que se sucedem por meio de cursos d'água naturais ou de canais com maiores dimensões como diques, bacias de retenção e canais que visam atuar de modo a evitar as enchentes (RIGHETTO *et al.*, 2009), pode ser definida também como os sistemas de microdrenagem somados aos sistemas de grande porte, como canais, reservatórios e galerias de águas pluviais (TUCCI & BERTONI, 2003).

Os autores Depietri e McPhearson (2017) expressam que os métodos tradicionais de drenagem de água da chuva (infraestrutura cinza), podem falhar quando submetidos à eventos extremos, como por exemplo inundações. Menciona-se a exemplo, as sequelas do furacão Katrina ocorrido em 2005 em Nova Orleans e o furacão Sandy sucedido em 2012 em Nova York, as estruturas de ambas as cidades entraram em colapso devido a acentuada tempestade chuvosa e furacões. Estes episódios evidenciaram a necessidade de prever riscos futuros no planejamento urbano.

Portanto, nas áreas urbanas, as consequências das mudanças climáticas já estão sendo sentidas, os métodos tradicionais de drenagem, abarcam uma grande contribuição para o planejamento de escoamento pluvial no contexto urbano, no entanto, precisam ser complementados, especialmente, mediante ao enfrentamento de desafios ocasionados pelas mudanças climáticas.

c) Soluções Baseadas na Natureza

A definição de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) é considerada recente, com primórdios de definições no início de 2002 (Figura 04). A União Internacional para Conservação de Natureza (COHEN *et al.*, 2016, p. 02) define SbN como “ações para proteger, administrar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados” são medidas

que buscam lidar com desafios sociais (como mudanças climáticas e desastres naturais) de forma eficaz, gerando bem-estar e biodiversidade. A Figura 2 expressa a linha do tempo abrangendo as concepções que formaram o conceito de SbN.

Figura 2 – Linha do tempo conceitual das SbN.



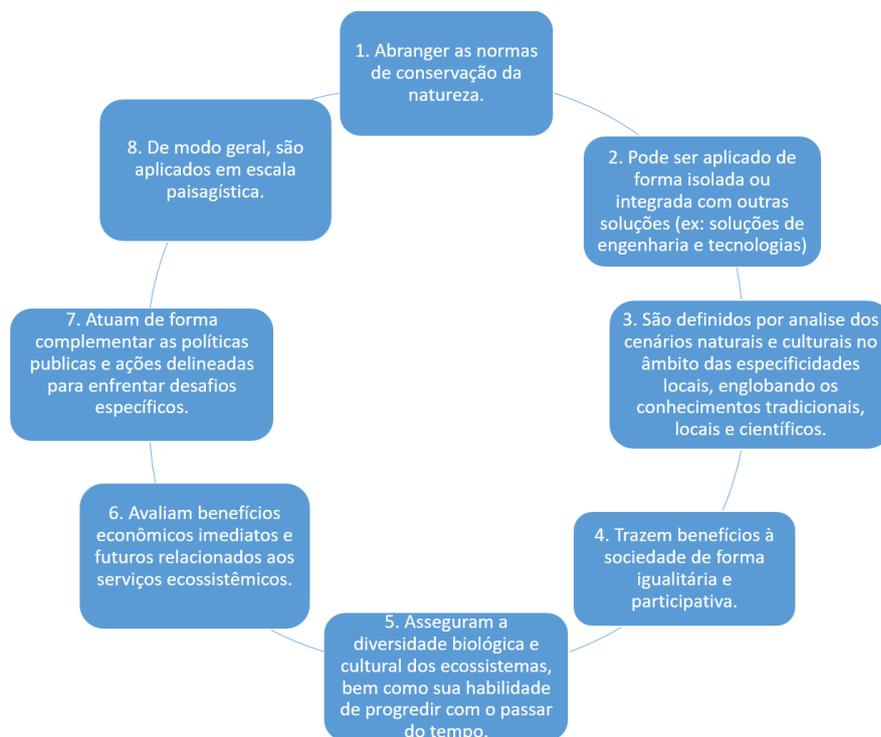
Fonte: Modificado de Cohen *et al.* (2016).

As SbN podem compreender medidas não estruturais (conservação de ecossistemas naturais) e medidas estruturais, também podem ser estabelecidas de forma integrada às soluções convencionais (infraestrutura cinza), buscando contribuir para melhoramentos nas cidades. (COHEN *et al.*, 2016)

Emilsson e Sang (2017) mencionam que alguns dos benefícios concedidos pelas SbN estão relacionados ao enfrentamento do aumento de temperaturas e as inundações, agravados por mudanças climáticas. Logo, a criação de parques urbanos, por exemplo, pode contribuir para reduzir temperaturas em cerca de 1°C por dia e a incorporação de corpos d’água e paredes verdes nos centros urbanos também corrobora na capacidade de refrigeração urbana.

De acordo com Cohen *et al.*, (2016) e conforme expresso na Figura 3, existem oito princípios que regem e norteiam as definições SbN. Estes princípios evidenciam a importância do termo no que tange a arquitetura, engenharia, sociedade e ecossistemas como um todo.

Figura 3 – Princípios que regem as SbN.



Fonte: Modificado de Cohen *et al.* (2016).

Ressalta-se que, as SbN possuem uma singularidade derivada da sua capacidade multifuncional, assim podem prover serviços ecossistêmicos desempenhando diversas funções, como atenuar os impactos negativos advindo das mudanças climáticas e concomitantemente trazer vantagens nos aspectos ambientais, econômicos e sociais (MARTINS *et al.*, 2020).

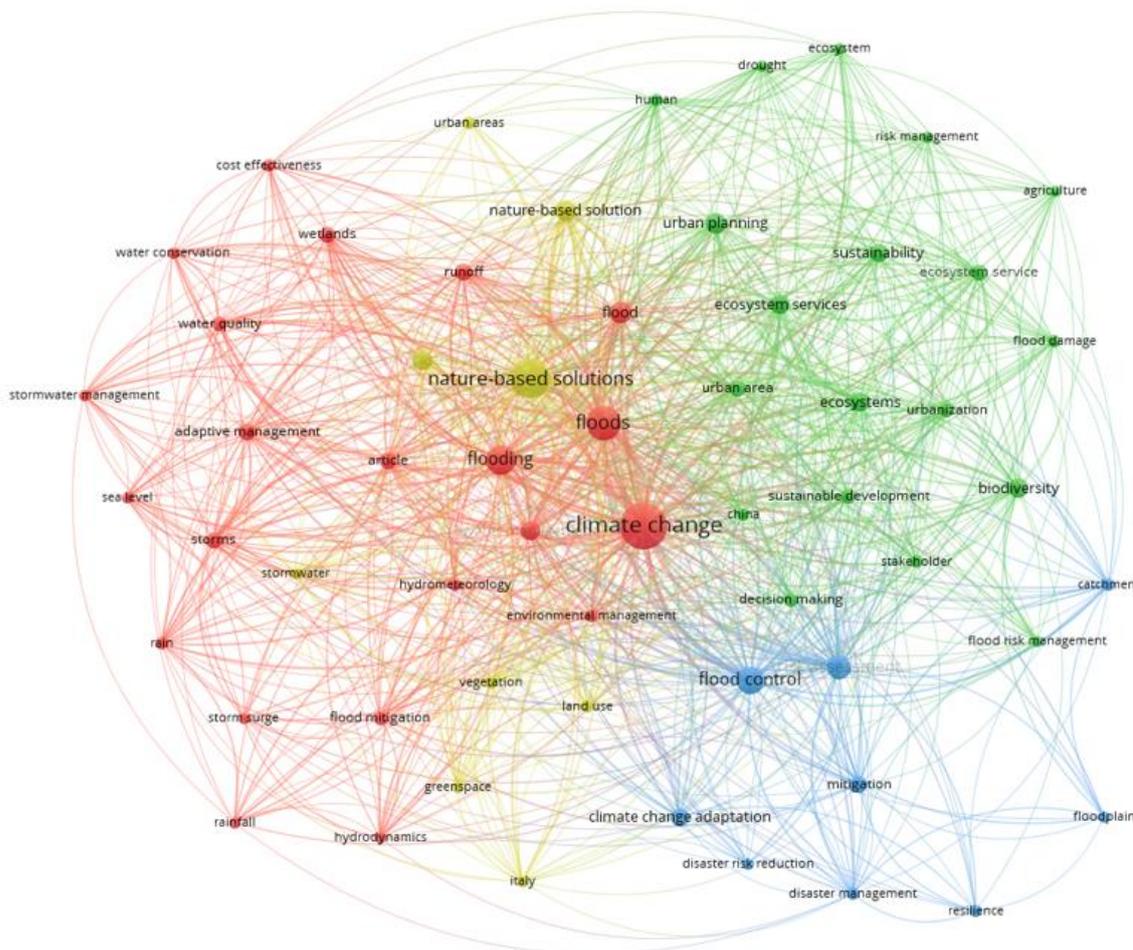
Os telhados verdes, jardins de chuva e valetas de biorretenção, destacam-se dentre as SbN como alternativas para enfrentamento de inundações locais (EMILSSON & SANG, 2017). Para a escolha dos métodos, faz-se necessário um planejamento prévio, avaliando e ponderando a escolha do tipo de vegetação, a distância entre as árvores e onde devem inseri-las, pois estes fatos influenciarão a grandeza dos benefícios atribuídos (EMILSSON & SANG, 2017).

3. MÉTODO

Este estudo realizou-se em duas etapas, inicialmente efetuou-se uma pesquisa bibliométrica por meio de artigos científicos na base de dados “Scopus”, decorrente das palavras chaves: “nature based solution*”; “flood”; “climate changes”.

Restringiu-se o período temporal entre 2015 até 2022, o levantamento trouxe como resultado 120 documentos. O intuito desta perquirição foi compreender como os temas estão sendo abordados e as quais relações podem ser estabelecidas, além de construir um referencial teórico.

Figura 4 – Análise de associações (clusters).



Fonte: Próprio autor - via VOSVIEWER, 2022.

Os dados foram exportados para o software Vosviewer (Figura 4), este software permite verificar a associação entre os temas propostos na pesquisa. Por meio da correlação dos clusters é possível observar a conexão entre as palavras-chave desta inquirição, evidenciando o forte relacionamento entre os temas: SbN, inundações e mudanças climáticas.

Além da associação entre as três palavras-chave, observa-se ainda, uma forte conexão com os termos “planejamento urbano”, “áreas urbanas”, “sustentabilidade”, “urbanização” e “adaptação climática”, termos estes que evidenciam e justificam a importância do estudo e do recorte propostos nesta pesquisa.

Na segunda etapa, para abarcar os objetivos determinados, realizou-se o processo de análise documental, a partir da verificação de doze cadernos de bacia hidrográfica elaborados pela prefeitura de São Paulo, os dados averiguados nos documentos serão: ano de publicação dos documentos, características das bacias hidrográficas, regiões em alerta de enchentes e as soluções propostas pelos cadernos na perspectiva de Infraestrutura Cinza e SbN.

A análise documental tem por objetivo providenciar informações para um problema de pesquisa em questão, este método consiste na análise, entendimento e verificação de diversos

documentos, que servirão de alicerce para informações e interpretações pertinentes ao tema da pesquisa, ponderando o contexto dos documentos verificados (JUNIOR, OLIVEIRA, SANTOS & SCHNEKENBERG, 2021).

Essa pesquisa, verificou através da análise documental, os Cadernos de Bacia Hidrográfica elaborados pela Prefeitura Municipal de São Paulo, atualmente existentes. São eles: (i) Córrego Água Espraiada (COR1); (ii) Córrego Cabuçu de Baixo (COR2); (iii) Córrego Jacu (COR3), (iv) Córrego Jaguaré (COR4); (v) Córrego Mandaqui (COR5); (vi) Córrego Morro do S (COR6); (vii) Córrego Verde Pinheiros (COR7); (viii) Córrego Uberaba (COR8); (ix) Córrego Pirajuçara (COR9); (x) Córrego Aricanduva (COR10); (xi) Córrego Anhangabaú (COR11) e (xii) Córregos Água preta e Sumaré (COR12).

4. ANÁLISE DOCUMENTAL – CADERNOS DE BACIA HIDROGRÁFICA DE SÃO PAULO

A cidade de São Paulo conta com o Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais (PMAPSP). Este documento propôs a elaboração dos Cadernos de Drenagem de Águas Pluviais, sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB), em parceria com a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, da Universidade de São Paulo (FCTH/USP).

O intuito da produção dos Cadernos de Drenagem consiste em expressar planos para lidar com o enfrentamento de enchentes por meio de pontos críticos de inundações. Refere-se a um instrumento para estabelecer estratégias que visam melhorar o desempenho das obras hidráulicas da cidade de São Paulo (PMSP, 2021).

Segundo a PMSP (2021) os cadernos de drenagem são elaborados conforme as seguintes diretrizes básicas: (a) diagnóstico geral da bacia, (b) definição das diretrizes básicas do estudo, (c) apresentação de medidas estruturais e não estruturais, (d) orçamento estimativo das propostas, (e) definição de prioridades e (f) mapeamento de pontos críticos de inundação atuais e futuros.

Os cadernos de bacias hidrográficas apontam características importantes para compreender as áreas de estudo, abarcando informações acerca da localização, hidrografia, relevo, cartas geográficas, subprefeituras, características de uso e ocupação do solo, zoneamento urbano, densidade demográfica, sistemas viários / transporte coletivo e por fim, os pontos críticos de inundações (PMSP, 2021).

Alguns dos métodos utilizados para verificações das enchentes, presentes nos cadernos são o método IDF – Intensidade, Duração e Frequência – refere-se a uma curva delineada por meios estatísticos, que relaciona o histórico de precipitação de um determinado lugar com a duração da precipitação (CANHOLI, 2014). Nos cadernos, o IDF foi realizado para os períodos de retorno de chuva de 2, 10, 25, 50 e 100 anos.

Outro método é denominado de Índice CN - Curve Number - que aponta a capacidade de escoamento superficial de uma determinada área, este índice permite avaliar os impactos do uso e ocupação do solo em áreas de estudo (PMSP, 2021).

Os relatos e registros de acontecimentos de enchentes, também foram cruciais para levantamento dos pontos críticos, na cidade de São Paulo, para lidar com enchentes. A partir da junção de todos dados coletados, os cadernos apontam a realização de simulações alternativas, que buscam contribuir para atenuar as enchentes, a partir do uso da interface PCSWMM, onde delineou-se alternativas que são propostas como meios de atenuar a problemática das enchentes nas distintas áreas analisadas.

Mediante ao entendimento das definições citadas, analisou-se os doze cadernos de bacia hidrográfica, a partir da investigação das propostas apresentadas no que concerne o enfrentamento de enchentes nas diferentes regiões de São Paulo (Tabela 1).

Tabela 1: Levantamento de dados dos cadernos de bacia hidrográfica.

Córrego	Nomenclatura	Ano de publicação	Localização/ Extensão (km²)	Propostas de drenagem pluvial
Água espriada	COR1	2016	Zona Sul SP / 11,3 km ²	Opção 1: Parque linear + obras cinzas; Opção 2: Obras cinzas.
Cabuçu de Baixo	COR2	2016	Zona Norte SP / 42,6 km ²	Opção 1: Parque linear + obras cinzas; Opção 2: Parque linear + obras cinzas (variando extensões).
Córrego Jacu	COR3	2016	Zona Leste SP / 37,6 km ²	Opção 1: Obras cinzas; Opção 2: Parque linear + obras cinzas; Opção 3: Parque linear + obras cinzas (variando extensões).
Córrego Jaguaré	COR4	2016	Zona Oeste SP / 28,2 km ²	Opção 1: Parque linear + obras cinzas; Opção 2: Parque linear + obras cinzas (variando extensões); Opção 3: Parque linear + obras cinzas (variando extensões).
Córrego Mandaqui	COR5	2016	Zona Norte SP / 18,6 km ²	Opção 1: Parque linear + obras cinzas; Opção 2: Parque linear + obras cinzas (variando extensões); Extra: Medidas não convencionais (teoria).
Córrego Morro do S	COR6	2016	Zona Sul SP / 22,6 km ²	Opção 1: Parque linear + obras cinzas; Opção 2: Parque linear + obras cinzas (variando extensões).
Córrego Verde Pinheiro	COR7	2021	Zona Oeste SP / 7,5 km ²	Opção 1: Obras cinzas; Opção 2: Obras cinzas (variando extensões).
Córrego Uberaba	COR8	2019	Zona Sul SP / 10,6 km ²	Opção 1: Obras cinzas; Opção 2: Obras cinzas (variando extensões); Opção 3: Parque linear + obras cinzas.

Córrego	Nomenclatura	Ano de publicação	Localização/ Extensão (km²)	Propostas de drenagem pluvial
Córrego Pirajuçara	COR9	2020	Zona Oeste SP / 72,4km ²	Opção 1: Parque linear + obras cinzas; Opção 2: Parque linear + obras cinzas (variando extensões); Opção 3: Parque linear + obras cinzas (variando extensões).
Córrego Aricanduva	COR10	2020	Zona Leste SP / 103,9 km ²	Opção 1: Obras cinzas; Opção 2: Obras cinzas (variando extensões); Opção 3: Parque linear + obras cinzas.
Córrego Anhangabaú	COR11	2021	Zona Central SP / 5,45 km ²	Opção 1: Obras cinzas; Opção 2: Obras cinzas (variando extensões).
Córrego Água Preta e Sumaré	COR12	2019	Zona Oeste SP / 7,7 km ²	Opção 1: Obras cinzas; Opção 2: Obras cinzas (variando extensões); Opção 3: Parque linear + obras cinzas.

Fonte: Próprio autor.

Cada caderno aponta entre duas e três proposições alternativas, que buscam complementar os métodos de drenagem já existentes e serão analisadas nesta pesquisa, pelo atributo de três perspectivas: (i) parques lineares – enquadra-se como SbN -, (ii) obras cinzas: reservatórios, canalização, alteamento e diques/polders e (iii) medidas não convencionais de drenagem de água pluvial: telhados ou paredes verdes, jardins de biorretenção e pavimentos porosos – enquadram-se como SbN.

O estudo do caderno aponta ainda, o índice de Qualidade Ambiental (IQA) elaborado pela FCTH. Trata-se de um índice que reflete a relação da água com o ambiente urbano, propiciando seu uso e averiguação por parte da população. Além de mensurar benefícios que a paisagem urbana pode trazer para instigar o bem-estar na sociedade e para mitigar as enchentes. O conceito de IQA varia entre: Muito Alto, Alto, Médio e Baixo.

O IQA revela a importância dos projetos de infraestrutura no tocante à melhora da drenagem pluvial urbana. Menciona-se a exemplo, os projetos que sugerem a criação de parques lineares são classificados com IQA “muito alto” pois, revelam benefícios ambientais proporcionados pela reservação de água, incorporando com a população a infraestrutura verde e azul (PMSP, 2022).

Em contrapartida, parâmetros que propõem a criação de tuneis e construções em concreto, recebem IQA “baixo”, uma vez que, desvia a água por meios subterrâneos, impossibilitando a averiguação visual da população (PMSP, 2022).

5. DISCUSSÕES

O processo de análise documental possibilitou constatar informações para lidar com as enchentes na cidade de São Paulo, a partir da indicação de construções cinzas e SbN. Em seguida, elaborou-se uma tabela resumo, revelando os preceitos primordiais dessa pesquisa, no que concerne a prática de construções cinzas e de SbN para manejar as águas pluviais.

Os cadernos apresentados com a nomenclatura COR 1 ao COR 7 foram publicados no ano de 2016, enquanto os demais, são documentos mais recentes, datados a partir do ano de 2019. Observa-se, no contexto da pesquisa, que as alternativas propostas pelo caderno (Tabela 2) apoiam-se em construção de parques lineares e obras cinzas, sendo os métodos não convencionais (SbN) abordados de forma branda como uma solução extra, apenas no caderno do COR 5.

Tabela 2 – Planos de drenagem de águas pluviais presentes nos Cadernos de Bacia Hidrográfica.

Córrego	Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa 3			Extra		
	Parque Linear	Obras Cinzas	Medidas não convencionais	Parque Linear	Obras Cinzas	Medidas não convencionais	Parque Linear	Obras Cinzas	Medidas não convencionais	Parque Linear	Obras Cinzas	Medidas não convencionais
COR 1	x	x			x				Inexistente			Inexistente
COR 2	x	x		x	x				Inexistente			Inexistente
COR 3		x		x	x		x	x				Inexistente
COR 4	x	x		x	x		x	x				Inexistente
COR 5	x	x		x	x				Inexistente			x
COR 6	x	x		x	x				Inexistente			Inexistente
COR 7		x			x				Inexistente			Inexistente
COR 8		x			x		x	x				Inexistente
COR 9	x	x		x	x		x	x				Inexistente
COR 10		x			x		x	x				Inexistente
COR 11		x			x				Inexistente			Inexistente
COR 12		x			x		x	x				Inexistente

Fonte: Próprio autor.

Ressalta-se, a partir do exposto na Tabela 2, as alternativas 1,2,3 e alternativa “extra” diferem-se apenas no que tange a quantidade de parques lineares propostos, à quantidade de reservatórios e/ou às variações de extensão de canalização. Tais medidas são comumente aplicáveis nos sistemas de drenagem de águas pluviais, revelando-se as propostas essenciais como métodos de drenagem tradicionais.

Nos cadernos mais antigos (COR 1 ao COR 6) os parques lineares estavam propostos em cerca de aproximadamente 83% das alternativas 1, 2 e - quando existente - alternativa 3. Enquanto, nos cadernos mais recentes (COR 7 ao COR 12) os parques lineares aparecem em aproximadamente 16,67% das alternativas 1 e 2, sendo citados com maior enfoque apenas nas alternativas 3.

Logo, observa-se que, houve uma queda na proposição de estruturas verdes sugeridos pelos cadernos de bacia hidrográfica. Anteriormente, os parques lineares estavam presentes com maior frequência, distinguindo as alternativas apenas na relação de metragem quadrada.

Os documentos publicados a partir de 2019, mais recentes (COR 7, COR 8, COR 9, COR 10, COR 11 e COR 12) sugerem um capítulo particular englobando os métodos de drenagem de controle na fonte, citando - o que são e para que servem - os jardins de chuva,

biovaletas, telhados/paredes verdes, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis e microrreservatórios, que poderiam se enquadrar em métodos de SbN.

As medidas são citadas como possíveis métodos para promover melhoramentos nos mecanismos de drenagem de águas pluviais, no entanto, essas medidas não estão incluídas nas alternativas propostas pelos cadernos, nem são simuladas no software PCSWMM, a fim de constatar os eventuais benefícios que estes poderiam abarcar nos projetos de drenagem.

A análise possibilitou também a elaboração da Tabela 3, que aponta a relação do IQA de acordo com cada uma das alternativas propostas nos devidos cadernos de bacia hidrográfica.

Tabela 3 – Relação IQA presentes nos cadernos de drenagem.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Extra
Córrego	IQA	IQA	IQA	IQA
COR 1	Muito Alto	Alto	-	-
COR 2	Médio	Alto	-	-
COR 3	Alto	Muito Alto	Muito Alto	-
COR 4	Alto	Médio	Muito Alto	-
COR 5	Alto	Médio	-	-
COR 6	Muito Alto	Alto	-	-
COR 7		Inexistente		
COR 8		Inexistente		
COR 9		Inexistente		
COR 10		Inexistente		
COR 11		Inexistente		
COR 12		Inexistente		

Fonte: Próprio autor.

Evidencia-se que a partir do documento COR 7, que são documentos mais recentes – 2019 - o índice IQA não mais é utilizado. Contudo, afirma-se que tratava de uma análise pertinente, visto que salientava a integração da infraestrutura verde e azul com a população, assim demonstrando a importância de aplicar práticas SbN, na promoção do bem-estar e na qualidade de vida da sociedade. Esse conceito trata-se de uma premissa essencial, prevista nos oito princípios que regem a SbN segundo Cohen *et al.*, (2016) – Figura 1.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo revela que a ocorrência de alagamentos acarreta danos materiais, bem como, doenças contraídas pela água da chuva, impactos na mobilidade e na economia. Efeitos estes, que são sentidos diretamente pela sociedade e ressaltam a necessidade de promover medidas que mitiguem as consequências negativas, para instigar melhoria no bem-estar e na qualidade de vida da população que habitam os centros urbanos.

Os desafios enfrentados pelas mudanças climáticas, agravados pela urbanização acelerada na cidade de São Paulo, revelam a necessidade de integrar práticas sustentáveis ao planejamento urbano. O cenário atual de drenagem de águas pluviais na cidade de São Paulo constitui-se predominantemente de medidas tradicionais de drenagem.

Os Cadernos de Bacia Hidrográfica elaborados pela SIURB e pela FCTH/USP revelam a preocupação do poder público em atenuar os impactos sentidos pela sociedade, no entanto, constata-se por meio da análise documental, que as práticas SbN ainda não são prioridades nestes projetos.

Neste tocante, as SbN surgem para promover áreas verdes em ambientes já existentes, adotar essas medidas no planejamento urbano amplia o fornecimento de serviços ecossistêmicos, ressaltando benefícios importantes para o alcance de objetivos para adaptações climáticas e promoção de cidades inteligentes e sustentáveis.

Neste viés sugere-se para estudos futuros, um aprofundamento dos dados fornecidos pelas medidas propostas nos cadernos de bacia hidrográfica, para analisar quais medidas que de fato foram executadas na cidade de São Paulo. Tenciona-se ainda, uma análise em software, buscando simular práticas SbN no planejamento urbano, para perceber os reais benefícios de práticas verdes associadas aos métodos tradicionais, a fim de averiguar a redução do volume de água que escoar para os sistemas já existentes de drenagem de águas pluviais, com vista a reduzir os impactos no meio ambiente urbano e no seio social.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabral, L. D. N., & Cândido, G. A. (2019). Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/urbe/a/b6W57J68KwHWXbbHRGvG8gG/abstract/?lang=pt>>.

Recuperado em: 2022-04-18.

Canholi, A. P. (2014). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. (2ª ed). São Paulo: Oficina de Textos. ISBN: 978-85-7975-160-8.

Carvalho, R. C. (2019). As migrações e a urbanização no Brasil a partir da década de 1950: um breve histórico e uma reflexão à luz das teorias de migração. *Revista Espinhaço*. Disponível em: < <http://www.revistaespinhaco.com/index.php/revista/article/view/130>>. Recuperado em: 2022-04-04.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN: Gland, Switzerland, 97, 2016-036. Disponível em: < https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_93FD38C8836B.P001/REF>. Recuperado em: 2021-11-16.

Costa, A. J. S. T., & da Silva Rocha, Í. V. (2019) O uso de grandes reservatórios para a armazenagem da água da chuva no controle de enchentes urbanas. Disponível em: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_2/agb_xxiii_2_web/agb_xxiii_2-16.pdf>. Recuperado em: 2022-04-18.

Davis, M., & Naumann, S. (2017). Making the case for sustainable urban drainage systems as a nature-based solution to urban flooding. In *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas* (pp. 123-137). Springer, Cham.

Depietri, Y., & McPhearson, T. (2017). Integrating the grey, green, and blue in cities: Nature-based solutions for climate change adaptation and risk reduction. In *Nature-based solutions to climate change Adaptation in urban areas* (pp. 91-109). Springer, Cham.

Emilsson, T., & Ode Sang, Å. (2017). Impacts of climate change on urban areas and nature-based solutions for adaptation. In *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas* (pp. 15-27). Springer, Cham.

Haase D. (2021) Integrating Ecosystem Services, Green Infrastructure and Nature-Based Solutions—New Perspectives in Sustainable Urban Land Management. In: Weith T., Barkmann T., Gaasch N., Rogga S., Strauß C., Zscheischler J. (eds) *Sustainable Land Management in a European Context. Human-Environment Interactions*, vol 8. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50841-8_16. Recuperado em 2021-10-21.

Hussain, M., & Imityaz, I. (2018). Urbanization concepts, dimensions and factors. *Int J Recent Sci Res*, 9(1), 23513-23523. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330564226_URBANIZATION_CONCEPTS_DIMENSIONS_AND_FACTORS?enrichId=rgreq-14c591d1a30315b2560380d41dfaa7c2XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzMzMDU2NDIyNjBUzo3MTgyMzMyMTI1NzE2NDIAMTU0ODI1MTU1MDMzNw%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf>. Recuperado em: 2022-04-20.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia. Munic 2013: enchentes deixaram 1,4 milhão de desabrigados ou desalojados entre 2008 e 2012. Agência IBGE Notícias. 30 abr. 2014. Disponível em:<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/14601-asi-munic-2013-enchentes-deixaram-14-milhao-de-desabrigados-ou-desalojados-entre-2008-e-2012.html>>. Recuperado em: 2022-08-15.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Junior, E. B. L., de Oliveira, G. S., dos Santos, A. C. O., & Schnekenberg, G. F. (2021). Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. *Cadernos da FUCAMP*, 20(44). Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2356>>. Recuperado em 2022-06-10.

Marengo, J. A., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Young, A., Barreto, N. J., & Ramos, A. M. (2020). Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1), 5-20. Disponível

em: <<https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nyas.14307>>. Recuperado em: 2021-12-02.

Martín, E. G., Giordano, R., Pagano, A., van der Keur, P., & Costa, M. M. (2020). Using a system thinking approach to assess the contribution of nature based solutions to sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, 738, 139693. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720332137>>. Recuperado em: 2022-04-20.mes/>. Recuperado em: 2022-08-15.

ONUBR, Organização das Nações Unidas no Brasil. Desastres naturais custam R\$ 800 milhões ao Brasil por mês. 19 jan. 2017. Disponível em <[https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701](https://nacoesunidas.org/desastres-naturais-custam-r-800-milhoes-ao-brasil-por-Organização das Nações Unidas, ONU (2019). ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050 BR. Disponível em: <. Recuperado em: 2022-04-05.>

Prefeitura Municipal de São Paulo (2012). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: Gerenciamento do Sistema de Drenagem Urbana, 1. São Paulo: Smdu. ISBN 978-85-66381-01-6. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v1.pdf>. Recuperado em 2021-10-20.

Prefeitura Municipal de São Paulo (2022). Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras. Plano diretor de drenagem do município. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/obras_de_drenagem/index.php?p=230496>. Recuperado em: 2022-08-20.

Righetto, A. M., moreira, L. F. F., & Sales, T. D. (2009). Manejo de águas pluviais urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 4.

Santos, F. A. (2014). Governo do Estado de São Paulo. Inundações na cidade de São Paulo: uma construção social. In: *Histórica - Revista Online do Arquivo Público do Estado de São Paulo: São Paulo e suas Águas: Passado e Presente*. 10. ed, n. 62. p. 15-22. ISSN 1808 – 6284. Disponível em: <<http://www.arquivoestado.sp.gov.br/site/assets/publicacao/anexo/historica62.pdf>>. Recuperado em: 2022-06-08.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo, PMSP (2021). Secretaria de Obras publica novos Cadernos de Drenagem. Disponível em:<<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/noticias/?p=316050>>. Recuperado em: 2022-06-12.

Silva, N. C. Regina; Macedo, S. Celenia. A Urbanização Mundial. Geografia Urbana. Aula 04, 2009. Divisão de Serviços Técnicos: Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UEPB. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Sousa, Adriano Amaro de. O processo de Industrialização em São Paulo e o seu desdobramento no Oeste Paulista: O caso das indústrias de Marília/SP e Presidente Prudente/SP. *ETIC: III Encontro de Iniciação Científica e II Encontro de Extensão Universitária*, v. 3, n. 3, p.1-10, 2007. ISSN 21-76-8498. Disponível

em:<<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/1421/1357>>.
Recuperado em: 2022-08-15.

Tucci, Carlos E. M.; Bertoni, J. C. (2003). Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 150 p. ISBN: 85-88686-07-4. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/266883894_INUNDACOES_URBANAS_NA_AMERICA_DO_SUL>. Recuperado em: 2022-06-08.

Valverde, M. C., de Oliveira Cardoso, A., & Brambila, R. (2018). O padrão de chuvas na região do ABC Paulista: os extremos e seus impactos. Revista Brasileira de Climatologia, 22. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/45929>> . Recuperado em: 2022-04-20.