

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS**

MARIA SANTIELLAS COSTA RODRIGUES

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÕES
BASEADAS NA NATUREZA NO COMBATE DE INUNDAÇÕES URBANAS NA
CIDADE DE SÃO PAULO/SP-BRASIL**

São Paulo

2021

MARIA SANTIELLAS COSTA RODRIGUES

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÕES
BASEADAS NA NATUREZA NO COMBATE DE INUNDAÇÕES URBANAS NA
CIDADE DE SÃO PAULO/SP-BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis**

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Capellani Quaresma

São Paulo

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Rodrigues, Maria Santiellas Costa.

Oportunidades e desafios para a utilização de soluções baseadas na natureza no combate de inundações urbanas na cidade de São Paulo/ SP-Brasil. / Maria Santiellas Costa Rodrigues. 2021.

114 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2021.

Orientador (a): Prof. Dr. Cristiano Capellani Quaresma.

1. Desastre natural. 2. Enchente. 3. Partes interessadas. 4. Sustentabilidade urbana. 5. Gestão de desastres.

I. Quaresma, Cristiano Capellani. II. Título.

CDU 711.4

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÕES
BASEADAS NA NATUREZA NO COMBATE DE INUNDAÇÕES URBANAS NA
CIDADE DE SÃO PAULO/SP-BRASIL**

Por

MARIA SANTIELLAS COSTA RODRIGUES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, sendo a Banca Examinadora formada por:

Orientador Prof. Dr. Cristiano Capellani Quaresma – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Membro Interno Profa. Dra. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Membro Externo Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes - ECA/USP

São Paulo, 20 de abril de 2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela saúde física e emocional para enfrentar os desafios da vida e poder assim conquistar meus sonhos.

Ao Luiz Henrique, meu marido, pelo acompanhamento, torcida, suporte nos momentos difíceis, amor e muita paciência. E aos meus pais e meus sogros, pelo incentivo aos estudos.

As amigadas construídas durante o período do mestrado e em especial aos amigos que acompanharam bem de perto minha trajetória e pesquisa, apoiando e torcendo, Debora Pontalti, Ana Claudia Carleto, Eidy Carvalho, Rosangela Melato, Larissa Michelan, Mariana Messas e Bruna Barcellos.

Aos amigos Anderson Oliveira, Felipe Rakauskas, Leonardo Ferreira e Profa. Dra. Andreza Portella pelas conversas, apoio, e pela oportunidade em atuar em outros projetos que contribuíram para o amadurecimento pessoal e acadêmico nesta jornada.

Agradeço ao Prof. Dr. Cristiano Capellani Quaresma pela confiança, apoio, discussões, estímulos e orientação, que foram valiosos no decorrer deste trabalho, que acreditou no potencial do tema e com reforços positivos reconhecia cada pequeno passo dado por mim.

À banca examinadora, Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes e Profa. Dra. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo, por terem aceitado o convite e pelas contribuições com comentários, dicas e sinalizações relevantes, que enriqueceram ainda mais a visão do trabalho.

E por fim, aos entrevistados que participaram da pesquisa, compartilhando informações importantes que ampliaram e enriqueceram a pesquisa.

“[...] devemos entender a cidade como um “organismo vivo”, que depende de todos os seus órgãos em bom funcionamento, interligados em um processo de equilíbrio e harmonia. Essa interdependência está relacionada aos aspectos naturais relacionados à reprodução do espaço seja no setor habitacional, comercial, industrial, de lazer *etc.* O agente responsável por esse equilíbrio ou desequilíbrio é o homem e suas respectivas ações. Nesse sentido o meio ambiente e o homem tornam-se protagonistas de uma importante relação de interdependência, onde têm como “palco” dessas relações, o meio em que vivem, as cidades.”

Guilherme Coelho Melazo

RESUMO

O crescimento acelerado e desordenado da população urbana, somado aos efeitos das mudanças climáticas, têm aumentado as ocorrências e intensidades de fenômenos relacionados a inundações urbanas, afetando a sustentabilidade das áreas urbanas e impactando negativamente as esferas sociais, ambientais e econômicas de muitas cidades. Diante de tais impactos, muitas cidades adotam procedimentos tradicionais para o seu enfrentamento, dentre os quais, destacam-se as denominadas soluções cinzas. Por outro lado, verifica-se um número crescente de cidades chinesas, europeias e americanas que, de acordo com as preconizações da Organização das Nações Unidas e com as preocupações globais em relação ao desenvolvimento sustentável, têm adotado soluções baseadas na natureza (SBN's) para combater os efeitos negativos provocados por tal fenômeno. Diante deste paradoxo e tendo em vista o aumento, nas últimas décadas, de ocorrências de episódios de inundações na cidade de São Paulo, a presente dissertação objetivou analisar as oportunidades e os desafios da inserção das SBN's no combate de inundações urbanas na cidade de São Paulo. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório, e que se baseou em levantamento bibliográfico, análise documental e entrevistas semiestruturadas junto a profissionais de órgãos envolvidos na temática do gerenciamento ao combate de inundações urbanas. Os resultados obtidos permitiram identificar as oportunidades de ações das SBN's que podem apoiar no controle das inundações, melhorando a gestão da água e dos espaços verdes, bem como resiliência climática, o aumento da infiltração, a coleta e o armazenamento de água. Em relação aos desafios, os resultados apontaram para questões de ordem cultural, de tamanho da área necessária para projetos deste tipo, questões financeiras, gerenciais, e de dificuldades de mensuração e avaliação das soluções adotadas. A pesquisa aponta para a importância da combinação entre soluções verdes e cinzas no combate das inundações urbanas, permitindo um melhor aproveitamento dos benefícios que cada uma delas pode oferecer. Espera-se que os resultados apresentados contribuam para futuras políticas públicas de drenagem voltadas ao combate das inundações urbanas na cidade de São Paulo e para outros estudos voltados aos desafios observados nesta pesquisa.

Palavras chaves: Desastre Natural. Enchente. Partes Interessadas. Sustentabilidade Urbana. Gestão de Desastres.

ABSTRACT

The rapid and disorderly growth of the urban population, added to the effects of climate change, have increased the occurrences and intensities of phenomena related to urban flooding, affecting the sustainability of urban areas and negatively impacting the social, environmental, and economic spheres of many cities. Because of such impacts, many cities work on traditional procedures to face them, among which the so-called gray solutions stand out. On the other hand, there is a growing number of Chinese, European and American cities that, according to the recommendations of the United Nations and with global concerns regarding sustainable development, have adopted nature-based solutions (SBN's) to combat the negative effects caused by such phenomenon. Given this paradox and considering the increase of occurrences of floods in the city of São Paulo, in recent decades, this dissertation aims to analyze the opportunities and challenges of inserting SBNs in the fight against urban floods in the city of São Paulo. This is an applied research, exploratory in nature, and based on a bibliographic survey, document analysis, and semi-structured interviews with professionals from agencies involved in managing the fight against urban floods. The results obtained allowed the identification of opportunities for actions by SBN's that can support flood control, improving water and green space management, as well as climate resilience, increased infiltration, collection, and storage of water. Regarding the challenges, the results pointed to cultural issues, the size of the area needed for projects of this type, financial and managerial issues, and difficulties in measuring and evaluating the adopted solutions. The research points to the importance of combining green and gray solutions in combating urban floods, which allows better use of the benefits that each one of them can offer. It is expected that the presented results will contribute to future public drainage policies aimed at combating urban flooding in the city of São Paulo and for other studies aimed at the challenges observed in this research.

Keywords: Natural Disaster. Flood. Stakeholder. Urban Sustainability. Disaster Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil esquemático de inundação, enchente e alagamento.....	24
Figura 2 - Eventos de Inundação - 1970-2011	27
Figura 3 - Registros de inundações no Brasil de 1991 a 2012	28
Figura 4 - Mortos por tipo de desastre	31
Figura 5 - Ideias fundamentais utilizadas no desenvolvimento de princípios de SbN.....	34
Figura 6 - Diagrama esquemático do conceito de cidade esponja.....	35
Figura 7 - Fluxograma de interações com parceiros	39
Figura 8 - Articulação da Defesa Civil.....	42
Figura 9 - Organização da Defesa Civil	42
Figura 10 - Sequência cíclica das fases de gerenciamento de desastres.....	43
Figura 11 - Estrutura Organizacional Básica - Organograma SCO	48
Figura 12 - Etapas realizadas na Revisão Sistemática	60
Figura 13 - Artigos publicados por ano e idioma.....	73
Figura 14 - Processo avaliativo de SbN	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais	25
Tabela 2 - Porcentagem anual da população que reside em áreas urbanas	29
Tabela 3 - Glossário de termos e ano de origem	32
Tabela 4 - População Urbana e Rural - Grau de Urbanização Município de São Paulo, 1940 a 2010 .	55
Tabela 5 - Localização das favelas no município de São Paulo.....	56
Tabela 6 - Municípios com maior número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas de risco (segundo a população total absoluta).....	57
Tabela 7 - Triangulação da estratégia de pesquisa	58
Tabela 8 - Etapa 1: Critérios de Classificação de artigos.....	61
Tabela 9 - Etapa 2: Critérios de Classificação de artigos.....	62
Tabela 10 - Lista de Grupos e Códigos	62
Tabela 11 - Atores selecionados para entrevista	64
Tabela 12 – Resumo das entrevistas	65
Tabela 13 - Síntese dos blocos de questões com tópicos	67
Tabela 14 - Detalhamento das perguntas e referenciais associados a elas	68
Tabela 15 – Quantidade de autores por continente	74
Tabela 16 – Quantidade de autores por país.....	75
Tabela 17 – Síntese de soluções com os respectivos países que as implementaram.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAU - Business-As-Usual

BMP - Best Management Practices

BMPDI - Beijing Municipal Planning and Design Institute

CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano

CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CEPAM - Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CNM - Confederação Nacional de Municípios

COMDEC - Coordenação Municipal de Defesa Civil

CPLA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria da Segurança Pública, Secretaria de Agricultura e Abastecimento

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

FCTH - Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

GI - Green Infrastructure

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IG - Instituto Geológico

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

JICA - Agência de Cooperação Internacional do Japão

LFCP - Local Flooding Control Plan

LID - Low Impact Development

NAU - Nova Agenda Urbana

NBS - Nature Based Solutions

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PDMAT3 - Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê

PDN - Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos

PMAPSP - Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo

PPCV - Plano Preventivo Chuvas de Verão

SDM - System Dynamics Modeling

SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação

SIURB - Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras de São Paulo

SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano

SMSP - Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras

SUDS - Sustainable Urban Drainage Systems

SVMA - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente

WSUD - Water Sensitive Urban Design

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	19
1.1.1	Geral	19
1.1.2	Específicos	19
1.2	JUSTIFICATIVA	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	DESASTRES NATURAIS E INUNDAÇÕES URBANAS	21
2.2	INUNDAÇÕES E SEUS IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE URBANO	26
2.3	CONTROLE DE INUNDAÇÕES URBANAS	31
2.3.1	Soluções Baseadas na Natureza	32
2.3.2	Soluções Convencionais	36
2.4	O GERENCIAMENTO DE INUNDAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO	38
2.5	IMPORTÂNCIA DOS <i>STAKEHOLDERS</i> NO GERENCIAMENTO DE INUNDAÇÕES	49
3	METODOLOGIA	54
3.1	CONTEXTO DA PESQUISA	54
3.2	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	55
3.3	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	58
3.4	PROCEDIMENTO DE COLETA E TRATAMENTO DE DADOS	59
3.4.1	Análise Documental	59
3.4.2	Bibliometria e Revisão Sistemática de Literatura	59
3.4.3	Entrevistas	63
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1	CASOS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA APLICADAS AO CONTROLE DE INUNDAÇÕES URBANAS	75
4.2	DESAFIOS DE SBN'S NO CONTEXTO DAS INUNDAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO	80
4.2.1	Panorama dos órgãos entrevistados e seus papéis	80
4.2.2	Desafios para a adoção de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo	81
4.2.3	Perspectivas futuras de acordo com os entrevistados para a utilização de soluções baseadas na natureza ao combate das inundações em São Paulo	93
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	97
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A - ARTIGOS DA REVISÃO	110

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório apresentado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2015), 54% da população mundial vive em cidades. Este número, em 1950, representava 30% e, segundo as projeções, chegará a 66% em 2050. Entretanto, a transição urbana 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).

De acordo com Quaresma et al. (2017), tomando como exemplo o caso do Brasil, grande parte dos problemas enfrentados em suas grandes e médias cidades podem ser entendidos pela maneira tardia, acelerada e desigual com que se processou o desenvolvimento urbano neste país.

Conforme Villela e Suzigan (1973), no período entre os anos de 1890 e 1920, os índices de urbanização brasileira passaram de 6,8% para 10,7%, respectivamente. Porém, nas duas décadas seguintes o índice quase triplicou, alcançando 31,24% da população brasileira no ano de 1940.

Scarlato (2005), baseados no anuário estatístico do IBGE de 1990, destaca a inversão ocorrida entre os anos de 1940 e 1980, para os quais, as taxas de urbanização foram de 31,23% e 67,59%, respectivamente, o que permite observar que o Brasil se transformou de um país predominantemente rural em um país predominantemente urbano em um período de apenas quarenta anos.

De 1980 para o presente, a concentração da população brasileira em áreas urbanas só aumentou, atingindo 77,13% em 1991, 84,36% em 2010. Esses valores são muito mais expressivos quando se considera o crescimento absoluto da população brasileira, que apresentou valor de 41.236.315 de habitantes em 1940, e de 190.755.799 de habitantes em 2010 (IBGE, 2018).

O processo de desenvolvimento da cidade de São Paulo foi intenso e dinâmico no decorrer do século XX (SÃO PAULO (CIDADE), 2012). Na passagem do século XIX para o século XX, a área urbana aumentou consideravelmente, com a aceleração da industrialização após a Primeira Guerra Mundial. A partir de 1930, atinge a marca de 1 milhão de habitantes e

a construção de bairros operários e industriais direcionando para um caráter de metrópole industrial (SÃO PAULO, 2019a).

Este acelerado processo de urbanização não foi acompanhado no mesmo ritmo pelo planejamento (TUCCI, 2004), quando existente, resultando em impactos ambientais negativos, tendo em vista as mudanças no uso e ocupação que alteraram os ecossistemas imediatos, por meio da supressão da maior parte da cobertura vegetal natural, com consequentes modificações no clima, em especial das variáveis precipitação pluviométrica e temperatura (QUARESMA et al., 2017).

As inundações urbanas ocorrem quando as águas dos rios, riachos ou galerias pluviais deixam seu leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e acaba ocupando áreas destinadas à moradia, transporte, recreação, comércio, indústria, entre outras (TUCCI, 2004).

Estes fenômenos têm causado danos econômicos, ambientais e sociais nas cidades (KALANTARI et al., 2018), além de perdas de vidas humanas, afetando de maneira especial as populações vulneráveis do ponto de vista socioambiental.

No período entre dezembro de 2012 a agosto de 2015 foram registrados mais de R\$ 173,5 bilhões de prejuízos ocasionados pelas inundações ocorridas no território brasileiro. Além das perdas financeiras, houve perdas significativas de vidas humanas. Nesse mesmo período, foi apurado que os prejuízos causados por ocorrências atreladas à falta ou ao excesso de chuvas devidos às mudanças climáticas, atingiram valores superiores a 53,6 milhões de brasileiros. Os danos financeiros causados decorrentes de chuvas resultaram em R\$ 20,4 bilhões em prejuízos (CNM, 2016).

Diante dos 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 ser obras tradicionais e convencionais de engenharia, predominou sobre outras formas de combate aos efeitos causados pela inundação urbana nas cidades (FERREIRA et al., 2015). Destaca-se, no entanto, que as infraestruturas de engenharia civil têm custos financeiros mais elevados e são mais demoradas do que outras medidas não estruturais. Além desses fatores, as infraestruturas cinzas podem resultar em impactos indesejáveis ao meio ambiente (CARVALHO, 2015).

Entretanto, são observados aspectos positivos da infraestrutura cinza, dentre eles, no caso dos piscinões por exemplo, apresentam eliminação dos alagamentos nas ruas localizadas a jusante do piscinão, melhora das situações do tráfego em cenários de grandes chuvas, redução

dos riscos epidemiológicos gerados pelo contato da população com a água contaminada devido à exposição à inundação e valorização dos imóveis que eram atingidos (SÃO PAULO, 2003).

Mais recentemente, 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).

Dentre tais técnicas, 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*).

Durante o painel realizado no Fórum Mundial da Água em março de 2018, Joakim Harlin, diretor-executivo da ONU Meio Ambiente, mencionou que “Podemos não estar cientes dos serviços que a natureza nos proporciona. [...] Muito da gestão de água é encontrada na natureza. Precisamos adotar soluções integradas à natureza na gestão da água”.

As Soluções Baseadas na Natureza 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. Países como China, Estados Unidos e Espanha têm investido nessas práticas como parte de seu planejamento urbano.

Entende-se por Soluções Baseadas na Natureza (SbN) ou *Nature Based Solutions* (NbS), como sendo soluções focadas, que usam ou simulam processos naturais, com o objetivo de reduzir os riscos relacionados aos desastres ambientais e corroborar para benefícios econômicos, sociais e ambientais (UNESCO, 2018).

Dentre as medidas que podem ser adotadas incluem-se a criação de parques alagáveis, parques lineares, telhados verdes, calçamentos permeáveis, praças-piscina, reflorestamento, jardins filtrantes, tetos e paredes verdes, a restauração florestal, tratamento de esgoto realizado através de zona de raízes, reabilitação de áreas húmidas, biovaleta, entre outras (FGV EAESP, 2017; LOMBARDO, 2018).

Nesse mesmo sentido, o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020 destaca que a adaptação climática e a redução dos riscos de desastres exigem soluções sustentáveis. O planejamento urbano pode ajudar com medidas que permitam o aumento da resiliência atrelada aos riscos de inundação, como por exemplo, sistemas de drenagem que ofereçam armazenamento e coleta de água de inundação com segurança.

Conforme mencionado por Jha, Bloch e Lamond (2012), ao longo do tempo, os eventos de inundações têm diminuído ou crescido lentamente, devido à implementação de ações bem-sucedidas na gestão de inundações. Porém, os autores citados complementam que as catástrofes em países em desenvolvimento ainda representam um número significativo, principalmente para a população mais vulnerável. O governo tem como missão escolher ações que contemplem o equilíbrio, ou seja, buscar a maximização dos resultados, o conhecido “ganha-ganha” (MARGULIS, 2017).

Dentre as entidades e órgãos atuantes na cidade de São Paulo, destacam-se a SIURB, como órgão responsável pelo planejamento e pelo estabelecimento de diretrizes das ações de combate e controle de inundações urbanas, e a Defesa Civil, que atuam realizando as ações locais.

A execução de obras no sistema de drenagem na cidade de São Paulo está sob atuação da SIURB. Além da execução de obras, a SIURB concentra as atividades de macrodrenagem como construção de piscinões, promoção da contenção de margens de córregos e fiscalização das obras (SÃO PAULO, 2020a).

Segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2016), a Defesa Civil local é incumbida das etapas de articulação, coordenação, planejamento, mobilização e administração de ações de proteção e defesa contra riscos naturais no município. A criação e operacionalização são necessárias para a preparação das comunidades para desastres, bem como o conhecimento do gestor local sobre os setores econômicos, sociais e ambientais do município.

Tanto a Coordenação Municipal de Defesa Civil (COMDEC) como a SIURB trabalham em conjunto para ações de prevenção que estão vinculadas a eventos meteorológicos, como no Plano Preventivo Chuvas de Verão 2020/2021 (PPCV) (SÃO PAULO, 2020a).

Além de colaborar neste plano, a SIURB apoia o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP), desenvolvido desde 2010 pela Prefeitura Municipal de São Paulo e pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). Dentre os objetivos do Plano Diretor de Drenagem do Município, estão a orientação quanto as principais ações focadas na redução da problemática de inundações (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

O PMAPSP se baseia em três pilares, “a regulamentação do uso e da ocupação do solo, o desenvolvimento dos programas de drenagem das bacias do município de São Paulo e a elaboração do manual de drenagem urbana e manejo de águas pluviais” (SÃO PAULO (CIDADE), 2012, p. 8).

Conforme apontado por Melazo (2005), a cidade deve ser vista como componente da natureza, um “organismo vivo”, que possui uma dinâmica urbana que se relaciona com todos

os órgãos trabalhando de forma harmoniosa e equilibrada, sendo o homem o agente responsável pelo comportamento desequilibrado ou equilibrado de acordo com as ações que exerce. O referido autor enfatiza que o homem e natureza tornam-se personagens principais desse espetáculo.

Segundo Jha, Bloch e Lamond (2012, p. 21), “os impactos crescentes da inundação urbana que os formuladores de política devem contemplar são as ações que mais afetam o desenvolvimento fora da proteção das defesas de inundação existentes [...]”. Por exemplo, utilização e aumento de superfícies impermeáveis e pavimentadas, infraestrutura para resíduos sólidos, sistemas de drenagem e saneamento arcaicos.

A partir de um esquema circular e flexível que evidencia o processo participativo que engloba vários *stakeholders* e *feedbacks* constantes entre essas etapas, Raymond et al. (2017) mencionam o papel de liderança de funcionários das instituições públicas para assegurar que as SbN estão em alinhamento com as estratégias de planejamento urbano e que englobam as mudanças climáticas e urbanas.

Diante da importância crescente do tema, e da ausência de trabalhos brasileiros com enfoque na discussão da aplicabilidade de SbN nas cidades, formulou-se a pergunta de pesquisa: Quais as oportunidades e desafios da aplicação de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo?

Nesta perspectiva, é possível analisar e explorar soluções baseadas em recursos naturais para tratativa das problemáticas relacionadas a inundação na cidade de São Paulo. Espera-se que os resultados do presente estudo permitam apoiar políticas públicas focadas ao combate das inundações urbanas a partir de soluções baseadas na natureza.

Esta pesquisa está estruturada em cinco seções, sendo a primeira constituída pela presente introdução, contendo a questão de pesquisa, os objetivos e a justificativa. A segunda seção, na qual se apresenta o referencial teórico deste estudo, encontram-se cinco capítulos, a saber: 1. Desastres naturais e inundações urbanas; 2. Inundações e seus impactos ao meio urbano; 3. Controle de inundações urbanas; 4. O gerenciamento de inundações da cidade de São Paulo; 5. *Stakeholders* e sua importância no gerenciamento de inundações. Na seção seguinte, apresenta-se o método de pesquisa, contemplando a caracterização da área de estudo e o delineamento da pesquisa, os procedimentos metodológicos, a consolidação metodológica, o procedimento de coleta de dados e o procedimento de análise de dados. Na quarta seção, apresentam-se a Análise e a Discussão dos Resultados, sendo composta por dois capítulos. Por fim, a quinta seção destina-se às considerações finais e sugestão de futuros estudos, seguida pela apresentação das referências e roteiro de perguntas utilizadas na pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Analisar oportunidades e desafios da inserção de soluções baseadas na natureza no combate as inundações urbanas na cidade de São Paulo.

1.1.2 Específicos

- a. Identificar iniciativas de soluções baseadas na natureza e que possam ser aplicadas no combate de inundações em áreas urbanas;
- b. Analisar os desafios identificados para adoção de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo.

1.2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho se justifica pela carência de pesquisas acadêmicas atreladas a soluções baseadas na natureza (SbN) para episódios de inundações no Brasil. Ao pesquisar os termos “*Nature Based Solutions*” e “Soluções Baseadas na Natureza” (no singular e no plural) no Catálogo de Teses e Dissertações disponíveis no site da CAPES¹, percebeu-se que havia pouca produção acadêmica referente ao tema, sendo identificadas 5 dissertações de mestrado. Consultando o termo em inglês na base *Scopus*, também foi possível notar a baixa produção brasileira, ficando em 17º lugar com 13 documentos. O Reino Unido se destacava com 91 documentos no total.

A escolha da região Sudeste se deve ao fato de, no último relatório que Caracterização da População em Áreas de Risco no Brasil (IBGE, 2018), tal região concentrava 12 das 20 cidades classificadas como as que possuem o maior número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas de risco a desastres naturais no Brasil. Das 12 cidades da região Sudeste, 5 pertencem ao Estado de São Paulo, sendo o município de São Paulo o 2º da listagem total das 20 cidades e o 1º do Estado de São Paulo.

¹ Catálogo de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>
Acessado em: 21 abr. 2020.

A temática de inundações urbanas tem sido presente no cotidiano das metrópoles brasileiras, se mostrando um tema desafiador aos gestores públicos para a criação de soluções para os problemas enfrentados nas últimas décadas. Para Alves Filho e Ribeiro (2006) é importante que haja estudos nos mais variados campos para o entendimento dos problemas da cidade, no que se refere a episódios pluviais intensos, com o objetivo de fomentar a consciência e percepção sobre a saúde ambiental e facilitar a obtenção de informações que permitam a resolução de desafios coletivos.

Alves Filho e Ribeiro (2006) destacam a sensação de caos vivido no ano de 1991, que foi impactado por grandes enchentes, tendo cobertura jornalística em massa pelos principais jornais. Naquele período a percepção foi agravada devido a alguns fatores, dentre eles a volta às aulas no mês março, efeito de uma greve de ônibus, obras paralisadas ocasionando abandono de material e entulhos.

O Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia (*Global Covenant of Mayors for Climate & Energy* – GCoM), foi criado em 2017 a partir da junção do *Compact of Mayors* e do *Covenant of Mayors* da União Europeia. O pacto é uma iniciativa para que os governos locais sigam para sociedades mais verdes, refletindo “a mitigação das alterações climáticas, a adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas e o acesso universal à energia segura, limpa e a um preço aceitável” (IUC, 2020).

O Brasil participa deste referido Pacto com 121 municípios cadastrados, dentre eles a cidade de São Paulo (IUC, 2020). Em pesquisa no site da instituição e após contato por e-mail foi confirmado que ainda não foram publicadas boas práticas para o Brasil, fato este que também contribui para justificar a importância da elaboração da presente dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESASTRES NATURAIS E INUNDAÇÕES URBANAS

O substantivo ambiente e o adjetivo ambiental têm sido empregados de maneira generalizada e ampla nos campos acadêmico e jornalístico, se referindo a significados variados e, muitas vezes, incorrendo a incoerências e a erros grosseiros de aplicação (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Assim, o termo ambiente encontra aplicação em questões multiescalares, podendo-se falar de ambientes oceânicos, lacustres, das plantas, dos animais e dos homens, ambiente do trabalho, social, cultural, ambiente familiar, ambiente de oportunidades, entre outros (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Embora a palavra seja a mesma, os significados e a expressividade do fenômeno mencionado são distintos, fato que dificulta o estabelecimento de relações entre tais definições. Entretanto, quando se analisa o contexto da problemática ambiental torna-se necessário o uso de conceitos precisos.

Neste sentido, Christofolletti (1999) apresenta duas perspectivas: A primeira, baseada em Brackley (1988), possui significância biológica e social, e se refere às circunstâncias e ao contexto que envolvem o ser vivo, podendo ser descrito pelos aspectos físicos, químicos e biológicos, tanto naturais, como construídos pelo homem; A segunda, levando-se em consideração a interação da geosfera-biosfera, define unidades de organização, as quais englobam os elementos físicos (abióticos) e bióticos, correspondendo ao que se denomina por sistema ambiental físico. Nesta última perspectiva, prevalece a relevância antropogenética, uma vez que as sociedades humanas e seus sistemas de atividades sociais surgem como foco, e o ambiente passa a ser definido pelo sistema biofísico, ou geossistema, composto por elementos físicos e biogeográficos que interferem e condicionam tais atividades.

Nesta continuidade, o termo ambiental passa a ser usado para categorizar os componentes e as características funcionais e dinâmicas do sistema composto pelos elementos físicos e biogeográficos, os quais condicionam as atividades das sociedades humanas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Assim, mudanças ambientais são aquelas que implicam em modificações nas características e na qualidade do sistema ambiental biofísico que interfiram na vivência das comunidades humanas, à exemplo da poluição hídrica, poluição atmosférica, aquecimento global, perda da biodiversidade, entre outras (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A sociedade humana, por meio do uso e ocupação e do estabelecimento de suas atividades usufruem dos potenciais dos sistemas biofísicos, ou geossistemas, modificando o equilíbrio destes e gerando os denominados impactos ambientais, refletidos em alterações dos aspectos do meio ambiente.

Com relação ao termo desastre, os dicionários trazem significados abrangentes para ele, não especificando as variações que podem ocorrer, tais como desastre natural, ambiental ou humano. De acordo com Ferreira (2000), a palavra desastre é definida como sendo acontecimento calamitoso, sobretudo que ocorre de súbito e causa grandes prejuízos e danos. Assim como Ferreira (2000), Melhoramentos (1997) menciona que o termo significa fatalidade, acidente, desgraça, sinistro, e grande revés.

Na Política Nacional de Defesa Civil (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2007, p. 8) é mencionado que Desastre é o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”, variando a intensidade de acordo com a magnitude e vulnerabilidade.

Considera-se como desastre natural aqueles causados por ocorrências e desequilíbrios da natureza, ou seja, independente da ação humana. As inundações são classificadas como Desastres Naturais Relacionados com a Geodinâmica Terrestre Externa.

Segundo o Glossário da Defesa Civil (CASTRO, 1998), desastre é resultado de eventos provocados pelo homem, resultado de eventos naturais ou adversos em um ecossistema vulnerável, que geram prejuízos sociais e econômicos, causados pelos danos ambientais, materiais e humanos. Quanto mais frágil for o sistema, maior será a intensidade do dano. Eles são classificados quanto a sua origem como naturais, aqueles oriundos de fenômenos naturais ou desequilíbrios da natureza causados por fatores externos e sem dependência da ação do homem; mistos, quando ocorrem devido a omissão ou ação humana, que acabaram por contribuir para a intensificação dos desastres naturais; e humanos ou antropogênicos, que ocorrem devido à omissão ou pela ação humana.

Saito, Soriano e Londe (2015) apontam dificuldades existentes na definição do conceito de desastres naturais. Segundo as autoras, o termo “natural” está relacionado à força dos processos geológicos, hidrológicos, climatológicos e meteorológicos, os quais ocorrem ao redor do planeta com intensidades distintas.

Saito, Soriano e Londe (2015) ainda exploram que esse processo é desencadeado por aspectos geofísicos (clima, relevo, vegetação, temperatura, rios, precipitação *etc.*), associados a aspectos humanos (pobreza, ocupação do solo, educação, renda, atividade econômica *etc.*).

Dentre os tipos de desastres naturais existentes, podem ser citados os terremotos, maremotos, secas, tempestades, inundações, movimentos de massa, erupções vulcânicas, ciclones, entre outros.

Os autores Saito, Soriano e Londe (2015) e Freitas et al. (2012) classificam o termo “natural” como indicativo de origem de um ou mais componentes, geológico, hidrólogo, climatológico e meteorológico. O efeito pode ser acentuado por outros fatores tais como: ausência de planejamento urbano e fatores socioeconômicos.

Mattedi (2017) menciona que os desastres naturais são uma área de estudo que vem crescendo, adquirindo espaço em revistas especializadas, grupos de pesquisa, fóruns em associações científicas, além de possuir instituição atrelada a ONU e, um conjunto de ações para redução dos riscos relacionados aos desastres, indicando que quanto mais o tema é difundido, mais controverso se torna sua explanação. O referido autor ainda considera que, o desastre pode ocorrer a partir da interação entre a organização social e um evento natural, sendo definido como um evento que impacta a sociedade.

Pelos levantamentos apresentados percebe-se que não há consenso sobre a terminologia para explicar as ocorrências de desastres, para classificar se são desastres naturais ou ambientais. Considerando-os é presumível que há uma relação explícita entre os resultados dos impactos causados pela sociedade e pelo meio ambiente atrelados aos perigos naturais.

Baseando-se no levantamento sobre o assunto e os conceitos apresentados pelos autores pesquisados, foi possível inferir que o termo desastre natural é mais aderente para representar os desastres ocorridos no meio ambiente que podem ser potencializados ou não pela ação do homem. Assim sendo, no decorrer dessa pesquisa será utilizado a terminologia de desastre natural, em concordância com Freitas et al. (2012), Mattedi (2017), Saito, Soriano e Londe (2015).

De acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), os desastres naturais são classificados em: geológicos, hidrológico, meteorológico, climatológico e biológico (BRASIL, 2020). Na origem hidrológica, conforme observado (Fig. 1), estando distribuídos em: inundações, enxurradas e alagamentos.

Figura 1 - Perfil esquemático de inundação, enchente e alagamento



Fonte: Extraído de Brasil (2007)

O comportamento dos cursos d'água resultam em cheias, enchentes e inundações. Há divergências de interpretação tanto no meio científico quanto técnico para os eventos de desastres naturais hidrológicos apresentados (Fig. 1) anteriormente (VALENTE, 2009).

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).

A enchente ou cheia é caracterizada pelo aumento temporário da elevação do nível d'água normal da drenagem devido ao aumento da descarga (BRASIL, 2007a). Em complemento, segundo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – Volume Brasil (CEPED UFSC, 2013a), as enchentes ou inundações graduais passam a ser chamadas de inundações.

Valente (2009) caracteriza enxurradas como “escoamentos superficiais provocados por chuvas intensas e em áreas totais ou parcialmente impermeabilizadas”. Para Brasil (2013, p. 58), a definição de enxurrada está em torno da questão do escoamento superficial sendo “concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio). Provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Apresenta grande potencial destrutivo”.

Segundo Brasil (2013, p. 58), alagamento é definido como sendo a “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em áreas rebaixadas atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas”. Já para Valente (2009), a definição é apresentada de maneira mais simples, como “acúmulos de água formados pelas enxurradas”.

Em inglês os episódios de inundação são intitulados como *flood* ou *flooding*. Conforme apresentado na Tabela 1, o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais apresenta algumas definições empregadas para inundações graduais (CEPED UFSC, 2013a).

Tabela 1 - Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

Termo	Autor	Definição
<i>Flood</i>	NFIP (2005)	Uma condição geral ou temporária de parcial ou completa inundação de dois ou mais acres de uma terra normalmente ou de duas ou mais propriedades (uma das quais é a sua propriedade), proveniente da inundação de águas continentais ou oceânicas.
<i>Flood</i>	NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION (2004)	Inundações ocorrem nas chamadas planícies de inundação, quando prolongada precipitação por vários dias, intensa chuva em um curto período de tempo ou um entulhamento de gelo ou de restos, faz com que um rio ou um córrego transbordem e inundem a área circunvizinha.
<i>Flood</i>	NWS/NOAA (2005)	A inundação de uma área normalmente seca causada pelo aumento do nível das águas em um curso d'água estabelecido como um rio, um córrego, um canal de drenagem ou um dique, perto ou no local onde as chuvas precipitaram.
<i>Flood</i>	FEMA (1981)	Inundação resulta quando um fluxo de água é maior do que a capacidade normal de escoamento do canal ou quando as águas costeiras excedem a altura norma da maré alta. Inundações de rios ocorrem devido ao excessivo escoamento superficial ou devido ao bloqueio do canal.
Inundações Graduais ou Enchentes	Castro (1996)	As águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantém em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais.
<i>River Flood</i>	Choudhury <i>et al.</i> (2004)	Inundações de rios ocorrem devido às pesadas chuvas das monções e ao derretimento de gelo nas áreas a montante dos maiores rios de Bangladesh. O escoamento superficial resultante causa a elevação do rio sobre as suas margens propagando água sobre a planície de inundação.
Inundações Ribeirinhas	Tucci e Bertoni (2003)	Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoam para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso de volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando-a de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios.
<i>Flood</i>	Office of Thecnology Assessment (1980)	Uma inundação de terra normalmente não coberta pela água e que são usadas ou utilizáveis pelo homem.
<i>River Flood</i>	Kron (2002)	É o resultado de intensas e/ou persistentes chuvas por alguns dias ou semanas sobre grandes áreas, algumas vezes combinadas com neve derretida. Inundações de rios que se elevam gradualmente, algumas vezes em um curto período de tempo.

Extraído de CEPED UFSC (2013b)

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005).

O termo mais utilizado em inglês para representar as inundações ocasionadas pelo aumento do fluxo de águas foi *flood*, abordado por NFIP (2005), *National Disaster Education Coalition* (2004), NWS/NOAA (2005), FEMA (1981), *Office of Thecnology Assessment* (1980).

2.2 INUNDAÇÕES E SEUS IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE URBANO

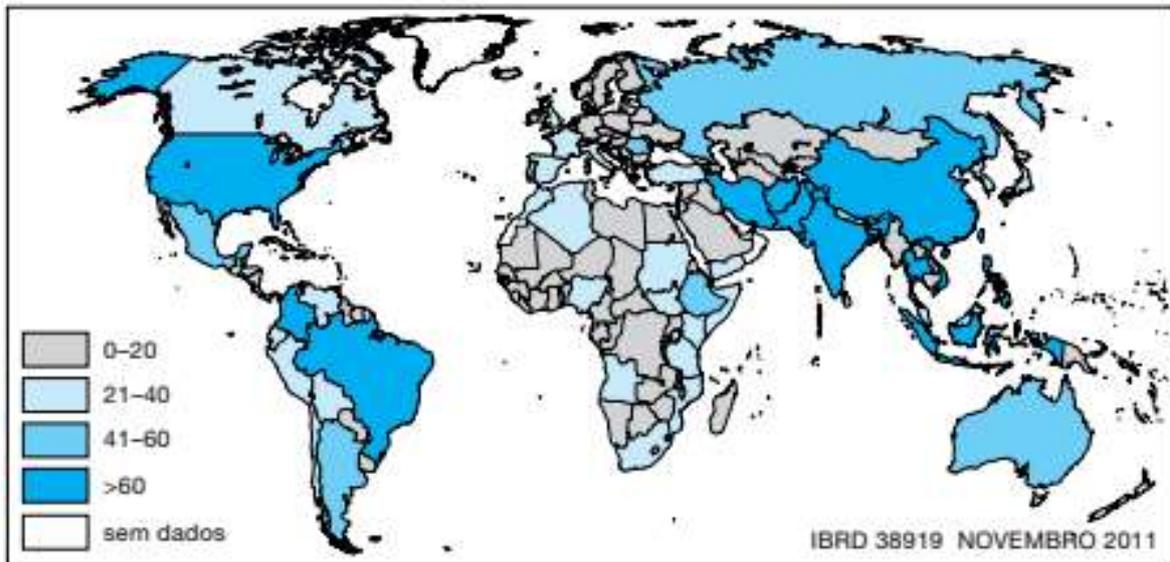
As inundações, segundo Sausen e Narvaes (2015), Amaral e Ribeiro (2015) são os desastres naturais que mais prevalecem no mundo, sendo provavelmente os que ocorrem com mais frequência. Para Tucci (2007), o processo de urbanização e a inundação natural em áreas ribeirinhas, provocadas devido à ausência de planejamento para a ocupação da população nas margens de rios, são dois processos que resultam em inundações urbanas.

Em complemento às observações apresentadas por Tucci (2007), outros fatores considerados por Sausen e Narvaes (2015) que contribuem para as inundações, são as durações e intensidades das precipitações, o desmatamento, a obstrução de canais e práticas inadequadas de uso e ocupação do solo.

Segundo Confalonieri (2003), Jacobi, Aledo e Warner (2014) Jha, Bloch e Lamond (2012), os eventos relacionados à água em áreas urbanas têm se agravado em número e intensidade de ocorrências nas últimas décadas. Segundo Amaral e Ribeiro (2015), no Brasil, na década de 70, verificou-se a ocorrência de 11 registros de inundações; na década de 80, houve um aumento no número de ocorrência, sendo auferidos 23 registros de inundações; na década de 90, apresentou-se uma queda registrando-se 20 inundações e, na década de 2000, os números quase dobram com o registro de 35 inundações.

Além do aumento na frequência dos episódios de inundações, verifica-se uma distribuição desigual na ocorrência deste tipo de desastre nas diferentes partes do planeta (Fig. 2).

Figura 2 - Eventos de Inundação - 1970-2011



Extraído de Jha, Bloch e Lamond (2012)

Fonte: EM-DAT: The OFDA/ CRED International Disaster Database www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Bruxelas-Bélgica. Novembro 2011

Verifica-se que o Brasil (Fig. 2), ao lado dos Estados Unidos, e de países asiáticos, a exemplo da Índia e China, compõe o grupo de países com o maior número de ocorrência de episódios de inundação no período de 1970 a 2011, correspondendo a um valor superior a 60 episódios (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Porém conforme apresentado na distribuição espacial dos episódios de inundações severas (Fig. 3), foram registrados 4.691 casos oficiais no Brasil, corresponde a 12% das ocorrências gerais apuradas pelo estudo, sendo a região Sudeste representando 34% do total, seguida pela região Nordeste, Sul, Norte e Centro-oeste, as quais apresentaram, respectivamente, 25%, 22%, 13% e 6% do total de eventos ocorridos (CEPED UFSC, 2013a).

Figura 3 - Registros de inundações no Brasil de 1991 a 2012



Extraído de CEPED UFSC (2013a)

Confrontando os registros de inundações mencionados (Fig. 3) *versus* os dados expostos anteriormente por Jha, Bloch e Lamond (2012) e Amaral e Ribeiro (2015), nota-se o desencontro da apuração das ocorrências. Conforme evidenciado por Saito, Soriano e Londe (2015), e Tominaga (2015), há dificuldade de analisar os dados de ocorrências de desastres naturais devido à falta de padronização dos conceitos para registro dos eventos, bem como a inexistência de um banco de dados nacional para registro e apuração das ocorrências.

Os autores mencionados anteriormente ainda salientam que se faz necessário a criação e manutenção de dados confiáveis para nortear as entidades públicas que fazem a gestão dos riscos e desastres.

A urbanização, ao modificar a realidade demográfica mundial, está relacionada e compõe o risco de inundações. À medida que aumenta a população que vive em áreas urbanas, haverá um reflexo no aumento das ocorrências. Além disso, a falta de planejamento e a má gestão cooperam para a evolução do risco de inundação devido ao inadequado uso e ocupação do solo (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Em meados do século XVIII, cerca de 1% da população vivia em cidades, desde a revolução industrial houve um ritmo de crescimento acelerado em todo o mundo. No século

XX pôde ser observado um exemplo desse comportamento (TUCCI; BERTONI, 2003). Segundo as perspectivas das United Nations (2018), a população mundial em 2100 atingirá 10,9 bilhões.

De acordo com o relatório *World Urbanization Prospects* (UNITED NATIONS, 2018), a porcentagem anual da população que reside em áreas urbanas no Brasil terá um aumento de 6.1 p.p. saindo de 86,3% em 2017 para 92,4% em 2050, de acordo com dados apresentados (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentagem anual da população que reside em áreas urbanas

<i>Location</i>	<i>World</i>	<i>Brazil</i>	<i>Location</i>	<i>World</i>	<i>Brazil</i>	<i>Location</i>	<i>World</i>	<i>Brazil</i>
1.950	30	36	1.985	41	70	2.020	56	87
1.955	32	41	1.990	43	74	2.025	58	88
1.960	34	46	1.995	45	78	2.030	60	89
1.965	36	51	2.000	47	81	2.035	63	90
1.970	37	56	2.005	49	83	2.040	65	91
1.975	38	61	2.010	52	84	2.045	66	92
1.980	39	66	2.015	54	86	2.050	68	92

Fonte: United Nations (2018)

No comparativo (Tabela 2) do percentual registrado no Brasil e no mundo, em 1950 ambos estavam na casa de até 40%, nos quinquênios seguintes a população do mundo cresce em áreas urbanas em média 2 p.p., enquanto, no Brasil, essa média é de 5 p.p., refletindo valores correspondentes a mais do que o dobro do mundo.

Como resultado do processo acelerado de ocupação urbana no Brasil, que desconsidera os fatores naturais e o planejamento urbano integrado, ocorreram rigorosas modificações no meio físico e biótico. Esse processo faz com que grande parte da população vivencie os impactos da mudança climática, especialmente as áreas mais pobres das cidades (NOBRE, 2011).

Somado, e muitas vezes como consequência, ao processo de urbanização, as mudanças climáticas também afetam a intensificação dos episódios de inundação (CONFALONIERI, 2003; JACOBI; ALEDO; WARNER, 2014; JHA; BLOCH; LAMOND, 2012; SAUSEN; NARVAES, 2015).

As mudanças climáticas têm influência significativa nos impactos aos riscos de inundação, tendo em vista que transformações nos padrões de clima afetam de maneira indireta e direta a ocorrência e frequência de tal fenômeno.

O aumento do calor é um fator potencializador para os acréscimos das ocorrências desse tipo. Como exemplo, o aumento do nível do mar, das precipitações pluviométricas, ciclos de seca e tempestades são mudanças que causam inundações em áreas costeiras e enchentes em áreas próximas a rios (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

A expansão urbana traz como consequência a destruição de conceitos ambientais, em função do modo com que a metrópole se reproduz. Nobre (p.148, 2011) enfatiza que “os problemas ambientais existentes nas áreas urbanizadas são de tamanha ordem de grandeza que comprometem tanto o uso dos recursos naturais como o próprio funcionamento da infraestrutura urbana”.

Contudo, os impactos causados pelas mudanças climáticas, na frequência e no número de ocorrências de inundações são sentidos de maneira mais severas pelas populações que ocupam as áreas mais vulneráveis, as quais estão sujeitas a ocorrências de enchentes, inundações, secas, disseminação de doenças *etc.* (MARGULIS, 2017).

Concordando com isso, Ferreira et al. (2015), Alves Filho e Ribeiro (2006), entre outros, destacam que os episódios de inundação afetam de forma desigual as diferentes camadas da sociedade, bem como as diferentes partes do território.

Assim, nas áreas de favelas em que faltam serviços e infraestruturas adequadas, o risco de inundações é maior (FERREIRA et al., 2015; JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Este quadro tenderá a se agravar, tendo em vista que, de acordo com um estudo realizado pelo Banco Mundial, nos próximos anos, mais de 20% dos assentamentos informais e favelas estarão localizados em planícies de inundação (MARGULIS, 2017).

No Brasil, conforme exposto (Fig. 4) dos desastres naturais apresentados no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, destacam-se as enxurradas, inundações e os alagamentos, que juntos representam o maior impacto social correspondendo a 58,15%, 13,40% e 0,78% do número de mortes por desastres, respectivamente.

Figura 4 - Mortos por tipo de desastre



Extraído de CEPED UFSC (2013a)

No somatório de causa de morte, (Fig. 4) os três tipos de desastres mencionados totalizam uma participação de 72,33% do total de mortes por desastres no Brasil (CEPED UFSC, 2013a).

Nobre (2011) observa que ações de natureza não-estruturada, tais como planejamento e ocupação do solo não foram realizadas em paralelo com as obras de infraestrutura cinza, propiciando o surgimento de novos cenários de áreas de risco a inundações e enchentes, principalmente em áreas periurbanas.

Conforme apontado por Nobre (2011) às moradias irregulares aumentaram nas últimas décadas por alguns motivos, dentre eles, a falta de fiscalização por parte das entidades do poder público para o uso e ocupação do solo, dificuldade de financiamento de habitação pela população de baixa renda e déficit habitacional.

As chuvas intensas, somadas às precariedades das habitações em regiões vulneráveis, conduzem para ocorrências de eventos associados a perdas materiais e de vidas humanas.

2.3 CONTROLE DE INUNDAÇÕES URBANAS

Existem diversas ações que podem ser empregadas no controle dos episódios de inundações urbanas. Dentre as ações, destacam-se na literatura as soluções baseadas na natureza frente às soluções convencionais ou tradicionais que em sua maioria fazem uso da infraestrutura cinza, tendo como base as obras de engenharia pesada.

2.3.1 Soluções Baseadas na Natureza

Mais recentemente, com o aumento das preocupações com as questões ambientais e com a sustentabilidade das terras, surge o conceito de *Nature based Solution* (NbS) ou traduzindo para o português “Soluções Baseadas na Natureza” (SbN). Tal conceito foi criado pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e promovido intensamente em 2009, no documento de posição sobre a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) COP 15, e em 2012 foi empregado oficialmente uma das três áreas de trabalho dentro do seu Programa 2013-2016.

Conforme apresentado na Tabela 3, além do conceito de SbN, devido às diversas origens políticas, está presente na literatura a evolução de outras terminologias para enfatizar os variados processos ou funções naturais devidas (RUANGPAN et al., 2020).

Tabela 3 - Glossário de termos e ano de origem

Termo	Definição, objetivos e finalidade	Ano de Origem	Referência
<i>Low-impact development (LIDs)</i>	<i>“LID is used as a retro- fit designed to reduce the stress on urban stormwater infrastructure and/or create the resiliency to adapt to climate changes, LID relies heavily on infiltration and evapotranspiration and attempts to incorporate natural features into design.”</i>	1977	Eckart et al. (2017)
<i>Best management practices (BMPs)</i>	<i>“A device, practice or method for removing, reducing, retarding or preventing targeted stormwater run-off constituents, pollutants and contaminants from reaching receiving waters.”</i>	1980	Strecker et al. (2001)
<i>Water-sensitive urban design (WSUD)</i>	<i>“Manage the water balance, maintain and where possible enhance water quality, encourage water conservation and maintain water-related environmental and recreational opportunities.”</i>	1994	Whelans consultants et al. (1994)
<i>Green infrastructure (GI)</i>	<i>“The network of natural and semi-natural areas, features and green spaces in rural and urban, and terrestrial, freshwater, coastal and marin areas, which together enhance ecosystem health and resilience, contribute to biodiversity conservation and benefit human populations through the maintenance and enhancement of ecosystem services.”</i>	1995	Naumann et al. (2011)
<i>Sustainable urban drainage systems (SuDs)</i>	<i>“Replicate the natural drainage processes of an area – typically through the use of vegetation-based interventions such as swales, water gardens and green roofs, which increase localised infiltration, attenuation and/or detention of stormwater.”</i>	2001	Ossa-Moreno et al (2017)

Termo	Definição, objetivos e finalidade	Ano de Origem	Referência
<i>Ecosystem-based adaptation (EbA)</i>	<i>“The use of biodiversity and ecosystem services as part of an overall adaptation strategy to help people to adapt to the adverse effects of climate change.”</i>	2009	CBD (2009)
<i>Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR)</i>	<i>“The sustainable management, conservation, and restoration of ecosystems to reduce disaster risk, with the aim of achieving sustainable and resilient development.”</i>	2010	Estrella and Saalismaa (2013)
<i>Blue-green infrastructure (BGI)</i>	<i>“BGI provides a range of services that include; water supply, climate regulation, pollution control and hazard regulation (blue services/goods), crops, food and timber, wild species diversity, detoxification, cultural services (physical health, aesthetics, spiritual), plus abilities to adapt to and mitigate climate change.”</i>	2013	Lawson et al. (2014)

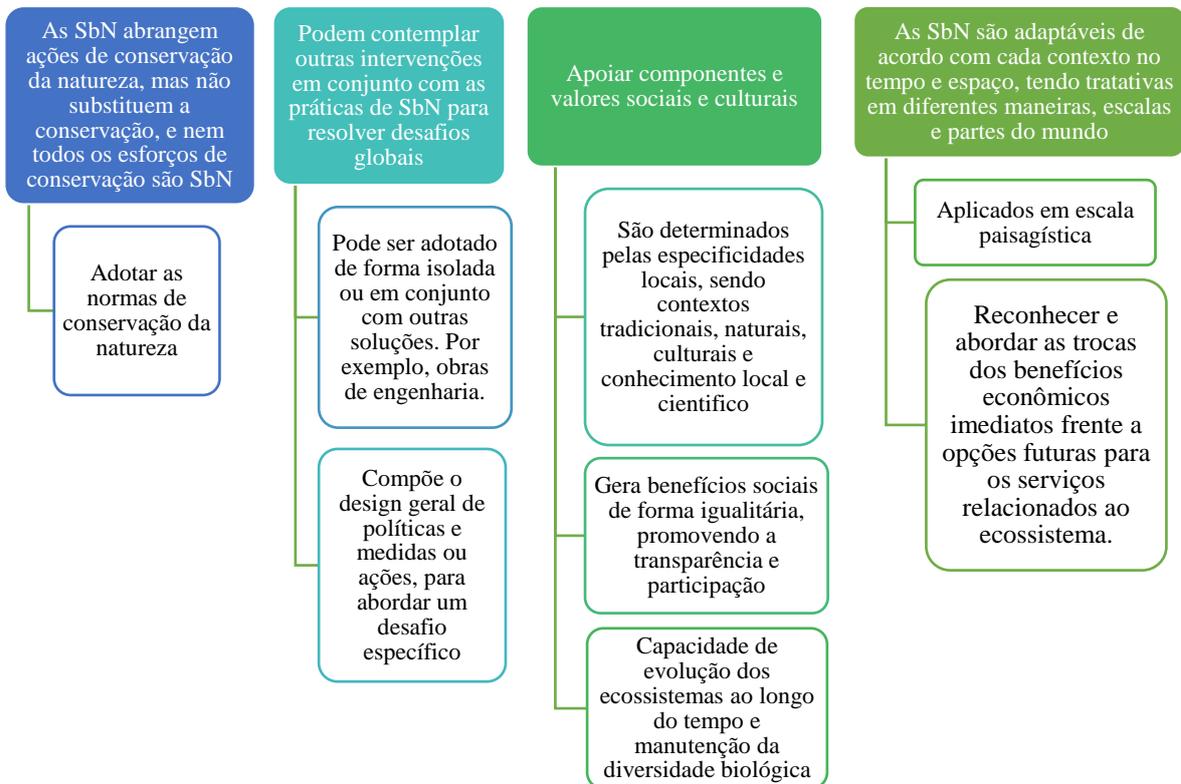
Fonte: Extraído e Adaptado de (RUANGPAN et al., 2020).

Não há consenso único em relação ao termo (DUSHKOVA; HAASE, 2020). Assim, para a IUCN, SbN seriam “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” (COHEN-SHACHAM et al., 2016, p. 5).

Para a Comissão Europeia, SbN seriam “soluções vivas inspiradas, continuamente apoiadas e usando a Natureza projetada para enfrentar vários desafios sociais em uma forma eficiente e adaptável de recursos e para fornecer simultaneamente econômica, social e benefícios ambientais” (COHEN-SHACHAM et al., 2016, p. 5).

A IUCN propôs 8 princípios, desenvolvidos a partir de 4 bases, conforme esquema (Fig. 5). As práticas de SbN podem ser usadas combinando com outros tipos de intervenções.

Figura 5 - Ideias fundamentais utilizadas no desenvolvimento de princípios de SbN



Fonte: Adaptado de Cohen-Shacham, et al. (2016)

As ideias fundamentais (Fig. 5) abrangem grandes desafios sociais, como desastres, desenvolvimento social, econômico, mudanças climáticas, segurança alimentar e hídrica (COHEN-SHACHAM et al., 2016).

As SbN são possibilidades para ter cidades resilientes e sustentáveis, apoiando agendas e objetivos mundiais, com grande potencial para cooperar com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (LOMBARDO, 2018), com a Nova Agenda Urbana (NAU) e com a redução de catástrofes (HERZOG; ROZADO, 2019).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (COP25), em Madri, a diretora-executiva do PNUMA, Inger Andersen mencionou que “As soluções baseadas na natureza são cada vez mais reconhecidas como parte integrante da ação climática global”. Esvenja Schulze, ministra do Meio Ambiente da Alemanha, observou que “a natureza geralmente oferece as melhores soluções para ação climática e para a adaptação às mudanças climáticas” (UNEP, 2020).

Segundo Cohen-Shacham et al. (2016), as tipologias das aplicações das SbN são segregadas em: uso natural dos ecossistemas, por exemplo aumento dos peixes para melhorar

a segurança alimentar; gerenciamento ou restauração dos ecossistemas, tal como pelo restabelecimento de sistema de agroflorestas tradicionais com uso de espécies comerciais; e criação de novos ecossistemas, a exemplo da utilização de telhados e prédios verdes.

No que se refere à gestão de águas, as SbN podem contribuir para a redução dos riscos a episódios extremos associados à água, para a melhoria na qualidade de vida e para o aumento da disponibilidade de água (LOMBARDO, 2018).

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 de drenagem de águas sustentável (HERZOG; ROZADO, 2019), parque urbano, corredores, ruas, fachadas e telhados verdes (REYNAUD et al., 2017).

Práticas baseadas na natureza são empregadas ao redor do mundo para 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 “cidades verdes” exposto por Herzog e Rozado (2019), e “cidades-esponja” mencionado por Sousa (2019) e Chan et al. (2018). Apresentado diagrama (Fig. 6) do conceito de cidade esponja.

Figura 6 - Diagrama esquemático do conceito de cidade esponja



Fonte: Extraído e traduzido de Chan et al. (2018)

O conceito de cidade-esponja (Fig. 6) apresentado por Sousa (2019) abrange o aproveitamento das águas no momento de inundações, onde há um sistema capaz de coletar, armazenar e tratar essa água a partir de soluções naturais. Segundo Médici e Macedo (2020), o arquiteto chinês Kongjian Yu, conhecido como “o arquiteto das cidades-esponja” explica que o conceito de cidade-esponja tem sua maior inspiração com base na sabedoria ancestral de coabitar com a água, e menciona que essa compreensão vem sendo negligenciada ao longo do tempo.

O governo chinês abraçou a ideia, tendo o conceito implantado em Hong Kong e com mais 16 cidades em andamento até o final de 2020. Conforme apontado por Sousa (2019), o objetivo do projeto chinês é armazenar e absorver 70% da água pluvial em 20% das áreas urbanas, com menos pavimentação asfáltica, com mais parques e lagos.

2.3.2 Soluções Convencionais

As soluções convencionais são compostas pelas medidas estruturais que abrangem obras de engenharia e medidas não-estruturais que contemplam o planejamento da ocupação e uso do solo, de acordo com as áreas de risco, e também, a melhoria das legislações e segurança no combate aos desastres (FARIA; SANTORO, 2015).

2.3.2.1 Medidas não estruturais

As medidas não estruturais apresentam características de natureza legal e institucional que visam reduzir os impactos dos desastres (SÃO PAULO (CIDADE), 2012). Tais medidas têm como objetivo, a partir do desenvolvimento e planejamento urbano, gerenciar os riscos a inundações, tais como: regulamentação de ocupação do solo, sistema de previsão e alerta de inundação e seguros (SÁ et al., 2016).

Dentre os objetivos das medidas não estruturais estão: administração de emergências com a utilização de alertas prévios ou alertas de evacuação, que não necessariamente apresentam custos elevados, porém requerem um conhecimento do problema e sistemas adequados para análise de ações a serem adotadas; campanhas de conscientização; apoio da legislação para gestão do uso e ocupação do solo; e, o uso de recursos para reconstruir áreas atingidas pós desastre, também conhecido como “*building back better*” (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

O planejamento de resposta a emergências em ocorrências de inundação deve estar entre as medidas no enfrentamento aos riscos. Dentre as ações citadas por Sá et al. (2016) encontram-se os avisos de inundação, comoção e evacuação das pessoas das áreas de riscos, gestão de discussões e respostas da comunidade local para as emergências.

Uma política adequada de uso e ocupação do solo, baseada em instrumentos eficientes de participação, trata-se também de outra medida que pode propiciar o crescimento da resiliência do território em relação aos eventos extremos, tendo em vista que possibilita “[...] uma maior participação dos cidadãos, reforçando o acesso à informação e à intervenção nos procedimentos de elaboração, execução, avaliação e revisão dos programas e planos territoriais” (SÁ et al., 2016, p. 37).

2.3.2.2 Medidas estruturais

As medidas estruturais retratam intervenções nas características do escoamento (SÃO PAULO (CIDADE), 2012). Elas possuem foco na redução dos riscos de inundações urbanas a partir do controle do fluxo de água. Consiste em ações que envolvem desde engenharia civil pesada com caráter estrutural até soluções consideradas naturais, ou seja, vão desde soluções cinzas até soluções baseadas na natureza (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Para Sá et al. (2016), as medidas estruturais são provocadas pela atividade humana que modifica o sistema ribeirinho ou costeiro a fim de minimizar os episódios e inundações, por exemplo, sistemas de drenagem sustentável, construção de pequenas paredes ou diques circundando a estrutura, entre outras medidas.

Ainda que as medidas estruturais possuam menor flexibilidade, é possível adotar medidas em que algumas ações podem ser flexibilizadas, à exemplo da aquisição de barreiras temporárias para proteção de inundações e de sistemas meteorológicos e de alerta prévio. Por exemplo, canais de drenagem, zonas úmidas e tampões naturais, ou seja, obras de engenharia pesada. À medida que reduzem o risco de um local, transferem esse risco a outro local, por exemplo, redirecionamento de fluxos de água (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Elevação do nível do piso de imóveis (novos ou usados); selagem das portas e outras aberturas existentes no imóvel com vias a impedir a entrada de água; e, ações de elevação de fiação e tomadas, bem como a utilização de materiais que possuem fácil secagem da água, podem ser citadas como exemplos de soluções baseadas em medidas cinza. Além dessas, podem ser também citadas as construções de barragens, diques marítimos, fluviais e rurais, blindagem de áreas costeiras ou *Rip-rap* (AERTS, 2018).

Os piscinões por exemplo apresentam uma grande vantagem quando comparado às obras de canalização de córregos, pois retardam o escoamento da água em situações de chuva intensa, porém seguem o mesmo conceito no que se refere ao uso e ocupação do solo, pois seguem ocupando as áreas de várzea, seguido pela impermeabilização do solo, e posterior construção de reservatórios para contenção do excesso de água provocados pelas chuvas (ALVES FILHO; RIBEIRO, 2006).

Como contraponto, Alves Filho e Ribeiro (2006) apresentam que a manutenção e limpeza dos piscinões é mais difícil do que sua construção. Além do fato de ser uma área aberta e exposta ficando suscetível a poluição difusa e assoreamento, como resultado não conseguem desempenhar seu papel ocasionando transbordamento e provocando enchentes.

O homem usufrui dos recursos naturais há milênios, porém, nas últimas décadas, o crescimento das cidades tem gerado maior número de impactos (FERREIRA et al., 2015). Nas últimas décadas, se observam esforços voltados à criação de práticas sustentáveis em detrimento das atividades destruidoras e agressivas comumente utilizadas, como resultado da interação do homem com o meio ambiente. Ferreira et al. (2015) enfatizam a importância da troca de informações entre as cidades para o desenvolvimento de soluções com vias a mitigar a vulnerabilidade delas.

Para Carvalho (2015) há uma relação de dependência entre as medidas não estruturais e medidas estruturais para que seja eficaz a gestão de situações de eventos extremos. Em concordância da importância de harmonia das infraestruturas existentes para uma melhor gestão aos desastres socioambientais, Jha, Bloch e Lamond (2012) mencionam que para o gerenciamento de inundações devem-se adotar abordagens de redução dos impactos, buscando a adoção de medidas planejadas para prevenção e mitigação futuras, podendo inclusive reformular ou criar uma infraestrutura para a administração dos desastres.

2.4 O GERENCIAMENTO DE INUNDAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO

Segundo Costa et al. (2015, p. 2), “no gerenciamento de áreas de risco essas tarefas dizem respeito às ações de monitoramento e do contato dos técnicos com a população”. Os referidos autores ainda complementam que “a gestão neste cenário se torna um conceito mais abrangente, diz respeito à necessidade de implementar planos objetivando resultados e metas estabelecidas no Planejamento Estratégico”.

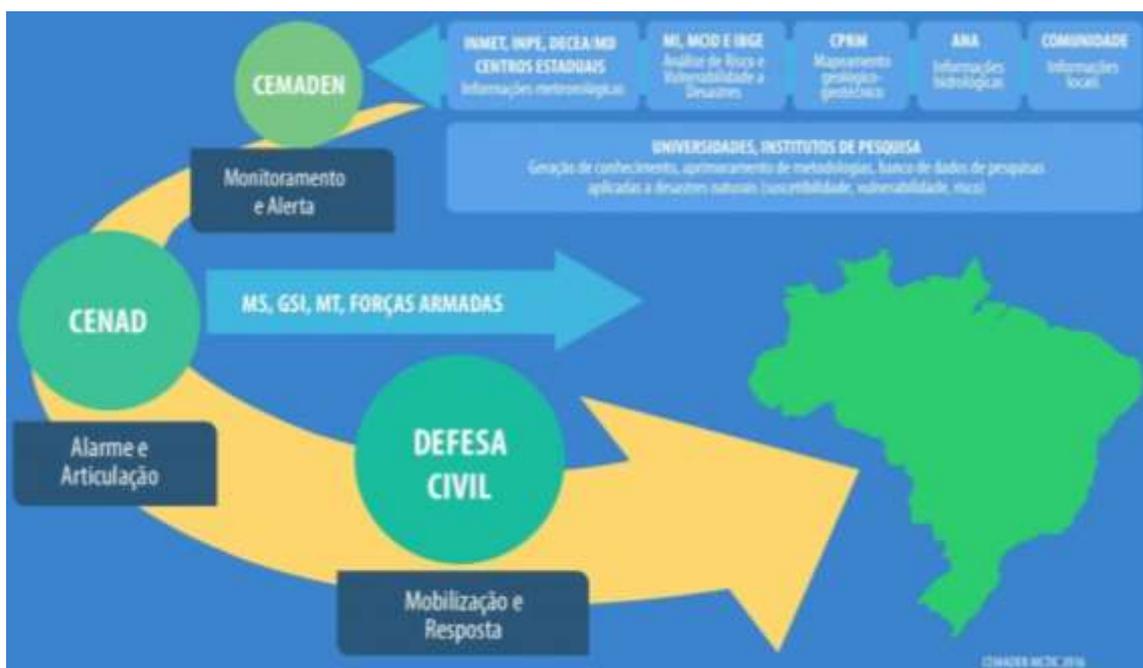
Para apoiar a gestão governamental dos desastres, criou-se o Decreto Estadual nº 57.512, de 11/11/2011, pelo qual instituiu-se o Programa Estadual de Prevenção de Desastres

Naturais e de Redução de Riscos Geológicos (PDN), com o objetivo de combater os desafios atrelados à ocorrência de desastres naturais e riscos geológicos. O PND é coordenado pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), da Secretaria da Casa Militar (BROLLO, 2012).

Destaca-se dentro da estrutura do PND o Grupo de Articulação de Ações Executivas, possuindo como componentes: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, Secretaria do Meio Ambiente, IG - Instituto Geológico, CPLA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria da Segurança Pública, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, CEPAM - Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal, CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano, EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (BROLLO, 2012).

Com o objetivo de desenvolver e monitorar áreas de riscos nos municípios propensos a desastres naturais, o Cemaden (Fig. 7) abastece informações e alertas ao CENAD/MI que encaminha as equipes estaduais e municipais de Defesa Civil. Complementarmente são realizadas pesquisas parcerias para acompanhamento baseados em sistemas de geoprocessamento das localidades mais vulneráveis. A equipe técnica é multidisciplinar, composta por meteorologistas, geólogos, hidrologistas e especialistas em desastres (PINHO; FINCO; PINHO, 2013).

Figura 7 - Fluxograma de interações com parceiros



Fonte: (CEMADEN, 2020)

O Cemaden foi criado a partir decreto presidencial nº 7.513 em julho de 2011, para atuar juntamente com o Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastre Naturais (Fig. 7), o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), o Ministério da Integração Nacional (MI) e auxiliando o Sistema Nacional de Defesa Civil (CEMADEN, 2020).

O Cemaden tem caráter principal na realização de monitoramentos e emissões de alertas de ameaças de desastres naturais em 958 dos 5.570 municípios brasileiros. A cidade de São Paulo está inclusa no monitoramento realizado, com áreas identificadas, mapeadas e georreferenciadas para os processos hidrológicos e geológicos. Os municípios monitorados apresentam histórico de ocorrências de desastres naturais, gerados a partir de movimentos de massa e/ou provocados por processos hidrológicos (CEMADEN, 2020).

A ANA foi criada a partir da Lei 9.433 de 1997 conhecida como "Lei das Águas". Além dessa instituição, houve a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Com foco no uso sustentável de rios e lagos para as gerações atuais e futuras (ANA, 2018).

Destaca-se a Sala de Situação² lançada em 2009 que acompanha a evolução das chuvas, os níveis de vazão dos principais rios, reservatórios e bacias hidrográficas, elaborando relatórios e dados para a gestão de eventos hidrológicos no Brasil. Desempenha um papel de planejamento e promoção de ações de prevenção a episódios de seca e inundações (ANA, 2018).

Após a ocorrência de uma grande inundação no túnel Anhangabaú devido a fortes chuvas de verão que ocorreram no ano de 1999, foi criado o órgão da prefeitura de São Paulo chamado de Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE) para atuar no monitoramento de condições meteorológicas em conjunto com o Central de Operações da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Defesa Civil, Corpo de bombeiros e imprensa (CGE, 2020).

Vinculado à Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras, o CGE realiza o acompanhamento 24 horas durante o ano todo, composto por uma equipe multidisciplinar, faz uso de equipamentos como radares, imagens de satélite, modelos matemáticos, radiossondagem, informações de estações meteorológicas e rede telemétrica. Além das ferramentas e sistemas já usados, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) é o proprietário do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP) que evidencia a evolução de chuvas para o estado de São Paulo (CGE, 2020).

Operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), o SAISP é um sistema de monitoramento hidrológico, composto por 85 estações pluviométricas e

² Siba mais em: <https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao>

fluviométricas. A partir dele são criados mapas de chuva nas áreas do Radar e leituras de estações remotas do DAEE e da PMSP e mapas com previsões de inundações na Cidade de São Paulo. Outra ferramenta importante para apoiar na previsão dos episódios de inundação é o radar meteorológico utilizado pelo SAISP (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

Com o objetivo de criar e difundir conhecimento geocientífico, tendo como Atribuições de Serviço Geológico do Brasil, o CPRM é uma empresa pública que possui vínculo com o Ministério de Minas e Energia (CPRM, 2021). O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) promove informações meteorológicas, monitorando, analisando e realizando a previsão de tempo e de clima (INMET, 2021).

Conjuntamente com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (Comdec) e os órgãos de que realizam a prevenção de ocorrências de eventos extremos, como nos meses de chuvas mais intensas elaboram o Plano Preventivo Chuvas de Verão (PPCV) e em baixas temperaturas com o apoio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social (SMADS) para acolhimento dos moradores de rua (CGE, 2020).

A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) surgiu como órgão para prevenção e na impossibilidade desta, para realizar a minimização dos efeitos causados por desastres. Esse estímulo foi devido às fortes chuvas ocorridas em 1967 e aos incêndios dos edifícios Andraus e Joelma (SÃO PAULO, 2012).

A Política Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2007b, p. 9) conceitua que a Defesa Civil é o “Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas, destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar a moral da população e restabelecer a normalidade social”. Seguindo esse conceito, a missão da instituição é voltada a atuar em cinco frentes distintas, sendo elas: ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

O Objetivo geral da Redução de Desastres do Sistema Estadual de Defesa Civil³ baseia-se pelo planejamento e promoção da defesa dos desastres antrópicos; atuação nas ameaças de desastres; mitigação, prevenção, socorro, assistência e recuperação de áreas e pessoas atingidas.

Conforme ilustrado pela Figura 8, a defesa civil local é incumbida das etapas de articulação com a sociedade civil, organizações não governamentais, todas as esferas da administração pública e iniciativa privada (CNM, 2016).

³ Para mais detalhes, consulte Decreto nº 64.592, de 14 de novembro de 2019, <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dg280202.nsf/5fb5269ed17b47ab83256cfb00501469/79a44146ab16de71832584b6004bef97?OpenDocument>

Figura 8 - Articulação da Defesa Civil



Fonte: Extraído de CNM (2016)

Dados: Sedec/MI, adaptado pela área técnica de Defesa Civil/CNM.

Segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2016), a defesa civil local é incumbida das etapas (Fig. 9) de articulação, coordenação, planejamento, mobilização e administração de ações de proteção e defesa no município.

Figura 9 - Organização da Defesa Civil



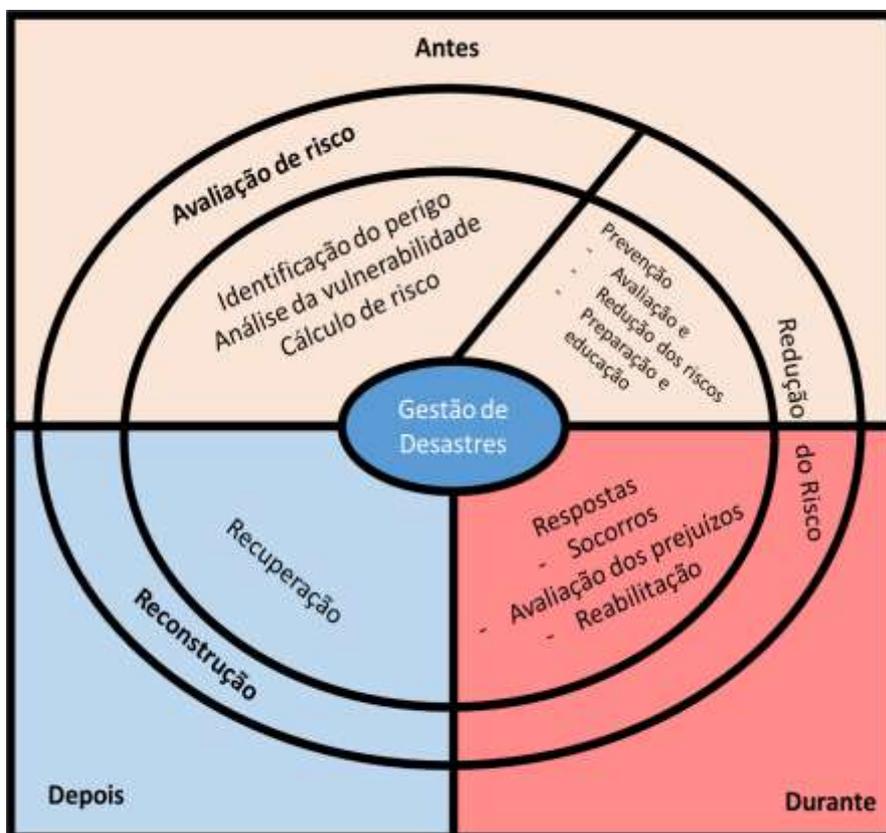
Fonte: Extraído de São Paulo (2019b)

A criação e operacionalização é necessária para a preparação das comunidades para desastres, bem como o conhecimento do gestor local sobre os setores econômicos, sociais e ambientais do município (CNM, 2016).

Conforme Capacitação Básica Em Defesa Civil (UFSC; CEPED, 2014), às etapas a seguir (Fig. 10) integram o processo da gestão de riscos de desastre:

- identificação e a avaliação de áreas suscetíveis, as quais devem ser revistas periodicamente;
- análise sobre quais os processos envolvidos na produção desses riscos;
- envolvimento das pessoas que precisam se tornar responsáveis pelo processo de gestão, para que ele seja contínuo e participativo;
- desenvolvimento de ações preventivas, corretivas e prospectivas; e
- avaliação constante nas diferentes etapas e sobre os resultados alcançados.

Figura 10 - Sequência cíclica das fases de gerenciamento de desastres



Fonte: Extraído de Faria e Santoro (2015)

Desafios como conhecer e identificar os riscos locais, elaborar um bom planejamento com gerenciamento dos custos para obter maior eficiência, fazem parte das atribuições da defesa civil local. Suas atividades são desenvolvidas de acordo com os períodos de normalidade, com ênfase nas ações (Fig. 10) preventivas e nos períodos de anormalidade, considerados como fase crítica com ações de pronta resposta para combate aos desastres (CNM, 2016).

A Capacitação Básica em Proteção e Defesa Civil, menciona que:

[...] O aumento das desigualdades sociais, da pobreza, da ocupação do solo em áreas inadequadas - como em encostas instáveis ou em planícies inundáveis - edificações sem infraestrutura e saneamento básicos, falta de espaços comunitários para sociabilidade são alguns dos muitos fatores que interferem no processo de gestão de riscos e de desastre (UFSC; CEPED, 2014, p. 38).

De acordo com Jaroszewski, Baltazar, Harnik (2013) quando a população aciona a Defesa Civil, o atendimento é realizado de forma descentralizada contando com apoio das subprefeituras. As autoras identificaram duas secretarias como sendo as principais encarregadas de promover a coordenação e execução das ações da Defesa Civil, são elas: a Secretaria Municipal de Segurança Urbana da Prefeitura da Cidade de São Paulo (SMSU) e a Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras (SMSP).

Conforme disposto na Lei 13.399, desde agosto de 2002 os 96 distritos da cidade de São Paulo foram distribuídos em 32 subprefeituras, sendo 12 pertencentes à Zona Leste, 9 à Zona Sul, 7 à Zona Norte, 3 à Zona Oeste e 1 ao Centro (SÃO PAULO, 2020b).

A administração é feita pelos Subprefeitos nomeados pelo Prefeito, responsável pela decisão, direção, gestão e o controle dos temas municipais de âmbito local. O formato de estrutura foi estabelecido pela Lei 13.682 de dezembro de 2003 (SÃO PAULO, 2020b).

As atribuições das subprefeituras compreendem o recebimento de pedidos e reclamações da população, solução de problemas, assuntos de saúde, educação e cultura de cada região, zeladoria com manutenção de rede de drenagem, vigilância sanitária e epidemiológica, limpeza urbana, entre outros serviços necessário no dia a dia (SÃO PAULO, 2020b).

De acordo com o Art. 5º da Lei 13.399, dentre as atribuições descritas na Lei, destaca-se o inciso – “VII - atuar como indutoras do desenvolvimento local, implementando políticas públicas a partir das vocações regionais e dos interesses manifestos pela população”. Conforme indicado por Jaroszewski, Baltazar, Harnik (2013), as subprefeituras são responsáveis pelo atendimento às ocorrências e foram personagens principais na criação de ações preventivas na gestão de riscos de desastres naturais.

Desde o final de 2010, a Prefeitura Municipal de São Paulo vem desenvolvendo o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP) com o intuito de reduzir as vulnerabilidades das chuvas e manejar as águas pluviais. Neste projeto estão presentes diversas secretarias, com destaque para Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras – SIURB, Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras – SMSP, Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB e da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

O PMAPSP é liderado pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU) e acontece em paralelo ao Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT3), executado pelo DAEE (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

Conforme apresentado no PMAPSP, o plano se baseia em três pilares, a saber: “a regulamentação do uso e da ocupação do solo, o desenvolvimento dos programas de drenagem das bacias do município de São Paulo e a elaboração do manual de drenagem urbana e manejo de águas pluviais” (SÃO PAULO (CIDADE), 2012, p. 8).

O planejamento da drenagem urbana deve ser inserido no plano urbano de desenvolvimento integrado. No sistema de drenagem devem ser considerados o sistema de microdrenagem (drenagem inicial ou coletor de águas pluviais) que abrange canais menores, bocas de lobo, galerias de águas pluviais, guias, ruas e sarjetas; e o de macrodrenagem, que abrange estruturais de dimensões maiores (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

A referência técnica para a gestão de drenagem do município é o Plano Diretor de Drenagem Urbana. Conforme exposto no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, os objetivos mais relevantes de um Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais “são redução das inundações, zoneamento, minimizar os efeitos da poluição difusa, eficiência econômica, desenvolvimento da região, preservação e melhorias ambientais, satisfação das necessidades sociais e de recreação” (SÃO PAULO (CIDADE), 2012, p. 23).

Planos de contingências contra inundações, desvio de tráfego, evacuação de pessoas, assistência social para socorro à população, diques temporários, sistemas de alertas, comportas, válvulas, obras hidráulicas de armazenamento, amortecimento ou de controle e isenção de impostos nas áreas atingidas, são medidas que podem reduzir os efeitos das inundações (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

No Programa de Metas 2019-2020⁴, documento elaborado pela prefeitura de São Paulo, dividido em 3 frentes 1) Cuidar da cidade, 2) Proteger as pessoas e 3) Inovar na gestão, contemplam-se metas voltadas para a problemática das inundações, com vias à redução de 12,6% (2,77 km²) das áreas inundáveis. Para isso, foi elaborado o objetivo estratégico 9 - Reduzir áreas inundáveis da cidade, com orçamento aproximado de R\$ 989 milhões, em que aborda obras de infraestrutura cinza, sendo macrodrenagem em bacias, drenagem em córregos e Programa de Redução de Alagamentos (SÃO PAULO, 2021).

4 Saiba mais em:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/governo/programa_de_metas/programa_de_metas_20172020/

A prefeitura elaborou obras de infraestrutura cinza para ações preventivas para as chuvas de verão 2019/2020, com a construção de cinco novos piscinões nas Zonas Norte, Sul e Oeste da capital paulista, que possuem capacidade equivalente a 93,6 piscinas olímpicas, somando um investimento R\$ 107,8 milhões. Em complemento também se propôs a realizar coleta domiciliar, limpeza de túneis, destinação de ramais para plantões emergenciais e alertas. Em 2017, eram 24 piscinões e encerraram o ano de 2019 com 32 piscinões, considerando os cinco construídos ao longo do ano. E para 2020, estava prevista a construção de outros piscinões. Obras de canalização também têm ganhado destaque contra os eventos extremos de chuvas (SÃO PAULO, 2019c).

Na região Sudeste, em São Paulo na Praça Araucária, foi instalado jardim de chuva e floresta de bolso em 2017 em uma área de 650m², passou por remoção de moradores informais, retirada de detritos, um rio foi retificado e canalizado, a vegetação plantada foram árvores florestais e plantas nativas herbáceas e comestíveis (HERZOG; ROZADO, 2019).

O projeto piloto de Recuperação do Córrego do Jaguaré, elaborado no período de 2015 a 2017 ainda não executado, tem o objetivo de recuperar as paisagens urbanas, gestão das águas pluviais evitando as inundações, juntamente com interceptação de efluentes industriais, de esgoto e ilegais para melhorar o sistema de drenagem e, a construção de jardins de chuva, áreas de várzea construídas (HERZOG; ROZADO, 2019).

Uma iniciativa popular do movimento “Coletivo Ocupe & Abrace” restaurou a Praça Homero Silva renomeada para Praça da Nascente situada no bairro da Pompéia em São Paulo, com ações de recuperação de nascentes, plantação de árvores frutíferas, construção de lagos e inserção de espécies aquáticas resultaram em melhoria na qualidade do ar e da água, festivais e eventos de conscientização para a população (HERZOG; ROZADO, 2019).

Uma das ferramentas utilizadas para envio de alertas a população é o SMS 40199, oferecido a 645 municípios do Estado de São Paulo, dentre eles a cidade de São Paulo, implantado em novembro de 2017 pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil – Cepdec-SP. A escolha dos municípios deveu-se aos eventos meteorológicos com possuíssem potencial de ocorrências, destaca-se alagamentos e enxurradas, além de granizo, vendavais e ressacas (GOVERNO DE SÃO PAULO, 2020).

Um serviço gratuito em concordância com a Lei 12.340/14 que aborda a prevenção, resposta e recuperação em áreas de riscos a desastres, em que as empresas de telefonia móvel são obrigadas a disseminar informações gratuitamente, o trecho em acordo está no “Art. 15-B. As empresas exploradoras de serviço móvel pessoal são obrigadas a transmitir gratuitamente

informações de alerta à população sobre risco de desastre, por iniciativa dos órgãos competentes, nos termos do regulamento".

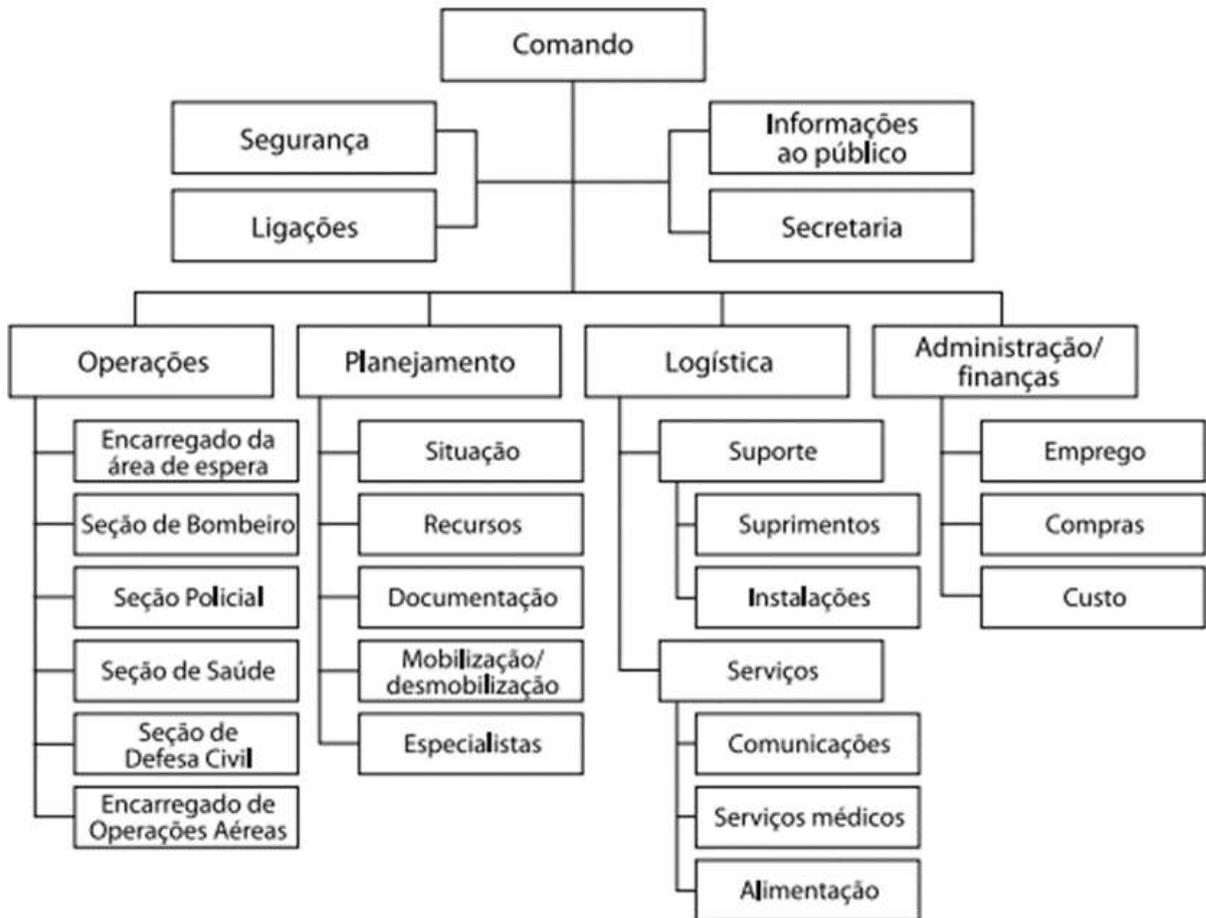
Para o cadastramento, é necessário que o usuário envie um SMS com o CEP que deseja realizar o acompanhamento em seu celular, inclusive é possível cadastrar mais de um CEP para o recebimento de alertas. O levantamento realizado mostrou que [...] até 12 de agosto de 2019, totalizou 2.338.114. Isso significa que, considerando os 62.660.949 terminais no território paulista, 3,73% dos celulares ativos foram alcançados. Nesse período, foram emitidos 5.602 alertas, gerando um total de 370.550.582 mensagens (GOVERNO DE SÃO PAULO, 2020).

Há inúmeros instrumentos de gerenciamento que podem ajudar as instituições participantes da administração de desastres a atuarem de forma mais eficiente, eficaz e coordenada. O Sistema de Comando em Operações (SCO) foi incorporado às boas práticas na Defesa Civil Nacional e é uma dessas ferramentas modelo que padroniza as ações de resposta. Oliveira (2010) descreve as 15 características básicas do SCO conforme exploradas a seguir:

- Padronização de Condutas: com a utilização de terminologias comuns e uso de formulários padronizados, com o objetivo de facilitar a comunicação;
- Comando das Operações: Definição e transferência formal de comando, cadeia e unidade de comando e unicidade de comando;
- Estrutura de planejamento e organização das operações: organização padronizada e flexível, administração por objetivo (baseada na definição de resultados), usos de plano de ação, adequada amplitude de controle (número ideal de pessoas para o gerenciamento);
- Instalações, áreas de acesso e recursos logísticos e operacionais: instalações e áreas padronizadas, administração de recursos;
- Administração de Comunicação e Informação: gerenciamento integrado das comunicações, informações e inteligência (se faz necessário para reduzir as entropias do sistema, gerar sinergia e integração das redes envolvidas);
- Profissionalismo: controle da equipe, mobilização e desmobilização.

Na estrutura organizacional básica do SCO (Fig. 11) sugerida por Oliveira (2010) composta pelo comando que é responsável pela operação inteira, desde a avaliação da situação, definição da equipe e do plano de ação coordenando as atividades administrativas. O *staff*/assessoria de comando é ativado conforme a necessidade identificada para evitar a sobrecarga de ações no comando.

Figura 11 - Estrutura Organizacional Básica - Organograma SCO



Fonte: Extraído de Oliveira (2010)

Conforme detalhado (Fig. 11), no *staff* geral contém a seção de operações com a função de liderar as ações operacionais em nível tático, com estrutura para divisão de seções são modulares e flexíveis de acordo com a situação enfrentada; a seção de planejamento responsável por preparar e documentar os planos de ação além de coletar e avaliar as informações; a seção de logística apoia com os recursos, suporte e outros serviços que sejam necessários; e na seção administrativa/ finanças cuja função é controlar e monitorar os custos da operação toda.

Apesar de o SCO já ter sido consolidado como modelo padrão para o gerenciamento de resposta a desastres em diversos países, há resistência ou desconhecimento quanto a sua utilização e benefícios como ferramenta para gestão. Oliveira (2010) ainda menciona que “a Secretaria Nacional de Defesa Civil recomenda a adoção do Sistema de Comando em Operações (SCO) como modelo padrão para planejar, organizar, dirigir e controlar operações de resposta a desastres no Brasil”.

Anteriormente a administração dos desastres tinha foco unicamente em ações relacionadas ao socorro e a assistência às pessoas atingidas após as ocorrências de desastre (OLIVEIRA, 2010). As cidades estão avançando com planos de ações para adaptação às transformações no clima à medida que os eventos climáticos extremos aumentam (FERREIRA et al., 2015).

O sistema de drenagem urbana baseia-se em planos, projetos, obras, legislação, medidas estruturais e não estruturais. A falta de um bom planejamento do sistema de macrodrenagem atrelado ao fato de um desenvolvimento urbano desordenado, podem incorrer em grandes riscos e prejuízos materiais e perdas de vidas (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

Dentre os princípios norteadores existentes na Estratégia de Yokohama para um Mundo mais Seguro, a redução de desastres deve ser uma preocupação em comum a todos os estados, em que as autoridades, governos centrais, setores e partes interessadas nacionais relevantes possuem responsabilidade compartilhada. Menciona ainda que a partir do planejamento, desenvolvimento e implementação de planos, políticas e práticas de ações, precisam estar em sinergia com as agendas de desenvolvimento sustentável entre outras frentes (UNISDR, 2015).

Nobre (2011) cita que “o futuro das megacidades vai depender cada vez mais de ações de planejamento e sistemas de gestão integrados, uma vez que as transformações da realidade econômica, social e política serão profundas. A gestão de risco de desastre “compreende o planejamento, a coordenação e a execução de ações e medidas preventivas destinadas a reduzir os riscos de desastres e evitar a instalação de novos riscos” (BRASIL, p.90, 2017).

A gestão de riscos a inundações em áreas urbanas deve se tornar pauta na agenda para elaboração de políticas públicas. A compreensão das causas e consequências são necessárias para projeção, destinação de investimento e realização de medidas que visam reduzir os impactos (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

2.5 IMPORTÂNCIA DOS *STAKEHOLDERS* NO GERENCIAMENTO DE INUNDAÇÕES

No processo de gestão de políticas, são envolvidas as partes interessadas ou em inglês *stakeholders*, sendo usados como ferramentas tanto na referência aos temas que serão administrados como para sua análise (VARVASOVSKY; BRUGHA, 2000). As possibilidades de utilização do termo *stakeholder* foram abordadas por Varvasovszky e Brughha (2000), em que traz à luz a vasta utilização do termo, podendo ser empregado pela administração, gestão de negócios e política.

Entre os significados para a palavra em inglês *stake* estão: interesse, participação e risco; e para a palavra *holder*, proprietário. Assim, *stakeholder* também significa parte interessada ou interveniente. É uma palavra em inglês muito utilizada nas áreas de comunicação, administração e tecnologia da informação cujo objetivo é designar as pessoas e grupos mais importantes para um planejamento estratégico ou plano de negócios, ou seja, as partes interessadas.

As partes interessadas são consideradas como atores (indivíduos, organizações ou grupo de indivíduos dentro de uma organização), que possuem interesses no tema a ser abordado ou que, em decorrência de sua posição, são considerados tomadores de decisão ou aqueles que a influenciam (VARVASOVSKY; BRUGHA, 2000).

Em concordância sobre os aspectos apresentados, Donaldson e Preston (1995) mencionam que os *stakeholders* são identificados pelos seus interesses dentro das organizações e cada grupo de partes interessadas merece atenção. Conforme exposto por Donaldson e Preston (1995), a teoria dos *stakeholders* pode ser abordada em descritiva/ empírica, instrumental e normativa.

A abordagem descritiva/ empírica pode ser usada para descrever como os gestores pensam sobre a gestão e como algumas instituições são administradas. A abordagem instrumental pode ser usada para detectar falhas e conexões entre a gestão das partes interessadas. E a abordagem normativa para interpretar e identificar as normas morais e filosóficas para a gestão e operação nas organizações (DONALDSON; PRESTON, 1995).

A partir de uma estratégia integrada de administração de riscos para implementação de medidas com foco na mitigação e adaptação a mudanças climáticas, as práticas para minimizar os riscos a inundações devem partir de uma metodologia participativa, envolvendo as partes interessadas na gestão de inundações, englobando as características sociais, econômicas e naturais para as medidas escolhidas (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012). Os referidos autores seguem complementando que é fundamental ter conhecimento dos processos tanto físicos quanto dos resultados esperados das ações que serão escolhidas para combate às inundações.

Segundo Cohen-Shacham et al. (2016), a política deve ser feita de forma flexível com discussões entre as partes interessadas, parcerias entre o poder público e privado juntamente com a sociedade e agências de doadores para trazer benefícios reais e duradouros.

Conforme Dushkova e Haase (2020), os casos de aplicações de práticas baseadas na natureza bem-sucedidos devem ser parte que compõem um projeto geral de políticas, medidas e ações que abordam desafios sociais, sendo reflexo do envolvimento do conjunto de *stakeholders*.

Como fatores de sucesso de projetos com foco em soluções baseadas na natureza implementados internacionalmente, Herzog e Rozado (2019) destacam cooperação entre as universidades locais, empresas privadas, parcerias público-privado para patrocínio de espaços verdes, conscientização da comunidade local, distribuição de informações sobre as vantagens da inclusão da natureza por meio de folhetos e disseminação em escolas, ou seja, para promoção de medidas não estruturais e estruturais. As referidas autoras enfatizam que, além dos cidadãos, é de extrema importância o envolvimento dos responsáveis pela manutenção das cidades.

Visando a inter-relação para geração de conteúdo, atividades, ferramentas e identificação de lacunas existentes para inovar com a natureza na implementação de SbN, Dushkova e Haase (2020) fizeram entrevistas com especialistas emergentes, agentes municipais, *stakeholders* de organizações não governamentais como parte de sua análise, além de cidadãos e proprietários de empresas privadas e profissionais inovadores no tema de SbN, com foco em aprender sobre as práticas que estavam implementando na cidade de Leipzig na Alemanha.

O questionário utilizado por Dushkova e Haase (2020) para aplicação das entrevistas foi desenvolvido pelo *Connecting Nature WP2*. Nos blocos do questionário utilizado por Dushkova e Haase (2020) para as entrevistas, foram contemplados 6 grupos de perguntas para obtenção de informações focadas em SbN.

O roteiro foi estruturado conforme a seguir: introdução, que reúne perguntas conceituais e informações do entrevistado; descrição dos experimentos de SbN, inclusive perguntando sobre outras partes envolvidas; objetivos e direcionadores para resolução dos desafios identificados envolvidos com os experimentos mencionados na resposta anterior; os impactos, conquistas e benefícios nas práticas adotadas; aspectos inovadores e transformacionais das práticas adotadas; e por fim, questões sobre o monitoramento e avaliação (DUSHKOVA; HAASE, 2020).

A partir de um esquema circular e flexível que evidencia o processo participativo que engloba vários *stakeholders* e *feedbacks* constantes entre essas etapas, Raymond et al. (2017) mencionam as perguntas norteadoras envolvidas para cada estágio do *framework* para implementação e avaliação dos co-benefícios das SbN em áreas urbanas.

Entre as etapas mencionadas por Raymond et al. (2017) estão a identificação do problema, seleção e avaliação da SbN escolhida, projeção dos processos que serão envolvidos na implementação da solução, implementação, ampliação e escalabilidade da solução adotada, e por fim monitoramento e avaliação.

A importância do trabalho em conjunto entre os setores públicos, privados, academia, instituições científicas/ pesquisa e organizações da sociedade civil, em prol do controle dos riscos de desastres para que sejam incorporados nas práticas de gestão empresariais é mencionado no Marco de Ação de Hyogo (UNISDR, 2015).

Conforme apresentado pelo Cemaden (MCTIC, 2019) dentre os principais *stakeholders* identificados no Plano Diretor 2019-2022, na categoria de Clientes/ usuários, estão as Defesas Civas e Sociedade Civil. Essas instituições apresentaram um papel importante na integração dos alertas de desastres naturais. Com o intuito de contribuir e identificar lacunas na atuação de seu Centro, o Cemaden realizou entrevistas semiestruturadas com *stakeholders* externos e internos.

Os *stakeholders* entrevistados pelo Cemaden foram especialistas na área de Desastres Naturais ou atores que atuam em áreas que podem afetar direta ou indiretamente o Centro. A base do roteiro utilizado com atores externos contemplou 8 grupos de perguntas a saber, breve descrição do histórico do entrevistado; sobre o tema de desastres naturais; estratégias e recursos de C&T&I – Ciência, Tecnologia e Inovação; produtos e tendência a desenvolver; estratégias e prioridades relacionadas à capacitação e alertas; modelo de gestão e políticas públicas; orçamento e recursos para C&T&I e por fim, avaliação do próprio Cemaden. Posteriormente com as informações obtidas, elaboraram uma Matriz *Swot* com o foco de apoiar com subsídios na elaboração das etapas para construção do Plano Diretor.

As ações do PMAPSP devem ser feitas em conjunto com a população, mostrando a necessidade de uma postura de envolvimento por parte da sociedade. Inclusive para que os cidadãos possam controlar e dar continuidade para que as soluções implementadas tenham um bom desenvolvimento (SÃO PAULO (CIDADE), 2012).

Conforme apresentado no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (SÃO PAULO (CIDADE), 2012), é fundamental a discussão e aprovação de medidas que contem com o processo de governança colaborativa, ou seja, onde há um processo de participação pública que contempla as entidades que representam as comunidades que residem nas bacias. Inclusive não só para avaliação dos resultados, mas durante todas as etapas de trabalho.

A participação dos *stakeholders* facilita a manutenção do sucesso do projeto (VARVASOVSZKY; BRUGHA, 2000). Convencer os tomadores de decisão de que o investimento em SbN traz benefícios de longo prazo. Lideranças governamentais podem incentivar, mobilizar e fornecer direcionamento e vínculos institucionais (JANZEN, C. FISCHBORN, 2016).

Segundo Herzog e Rozado (2019, p. 28) “A vontade política e o compromisso social são críticos para fomentar o desenvolvimento de uma nova visão para as cidades, na qual a

natureza [...] e as pessoas desempenham um papel central”. Em concordância, a UNISDR (2015, p. 5) menciona que “a cooperação internacional, regional, sub-regional e transfronteiriça permanece fundamental no apoio aos esforços dos Estados, de suas autoridades nacionais e locais, bem como de comunidades e empresas para reduzir o risco de desastres”.

Considerando a gestão de desastres naturais no que tange a gestão dos riscos para as inundações, são vários atores envolvidos conforme explanado nos capítulos anteriores deste trabalho. Destaca-se a Defesa Civil por realizar os monitoramentos, alertas e ações de prevenção, preparação, resposta e reconstrução, atuando na linha de frente juntamente com as Subprefeituras para o combate às inundações urbanas.

3 METODOLOGIA

3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Para que fosse atingido o objetivo geral proposto, a saber, o de analisar potenciais e desafios da inserção de soluções baseadas na natureza no combate de inundações urbanas na cidade de São Paulo, adotou-se a abordagem qualitativa.

Do ponto de vista de objetivos, a presente pesquisa seguirá como exploratória, possibilitando um planejamento adaptável e apresentando o tema de diversos ângulos e aspectos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Vergara (2006) menciona que a investigação exploratória possui uma natureza de sondagem, pois há pouco conhecimento sistematizado e acumulado. A técnica de triangulação tem por base a máxima compreensão, descrição e explicação do foco a ser estudado (TRIVIÑOS, 1987).

A metodologia se baseou em revisão não sistemática e sistemática de literatura, bem como em análise documental, a partir de documentos públicos das Subprefeituras, IBGE, Cemaden, Prefeitura de São Paulo, arquivos da Defesa Civil e da ONU. Além disso, a presente dissertação se baseou em entrevistas junto a *stakeholders* de órgãos ligados ao combate das inundações urbanas na cidade de São Paulo.

Neste sentido, diante da existência de um sistema complexo em que há vários órgãos envolvidos no gerenciamento das inundações, decidiu-se como recorte metodológico direcionar as entrevistas aos *stakeholders* da COMDEC e da SIURB, haja vista se tratar de órgãos que possuem participação em todo o processo de gestão das inundações, passando pelo planejamento, execução de obras até o acompanhamento das ocorrências notificadas pelos municípios e demais órgãos. Também se optou por incluir a SVMA na etapa de realização das entrevistas. Tal inclusão se justifica pela indicação por parte de um dos entrevistados dos órgãos citados e pela participação relevante desta Secretaria na gestão do meio ambiente, sendo que suas atividades podem exercer influência nas inundações na cidade de São Paulo.

A pesquisa bibliográfica tem por objetivo colocar o pesquisador a par do estado da arte referente ao conteúdo já escrito sobre o assunto, sejam artigos científicos, teses, jornais, internet entre outros. É salientada, por Prodanov e Freitas (2013), a importância de confirmar a veracidade, fidelidade e confiabilidade das informações coletadas, atentando-se a possíveis inconsistências de dados nos materiais.

3.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A descrição da área em estudo, apresentada neste capítulo, inicia-se com dados populacionais e um resumo histórico da cidade, bem como aspectos relacionados à urbanização e dados de inundações. As informações foram obtidas a partir da pesquisa bibliográfica e documental.

A área de estudo é o município de São Paulo, composto por 32 subprefeituras distribuídas em uma área territorial de 1.526,68 km². Tal município possui uma população de 11.253.503 habitantes (Censo 2010), apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano de 0,805 (IDHM 2010) e expectativa de vida média de 71,6 anos, sendo 66,5 para homens e 75,5 para mulheres.

Segundo relatório *World Urbanization Prospects da ONU* (UNITED NATIONS, 2018), a cidade trata-se de uma das duas megacidades que há no Brasil, e que deve continuar sendo uma das duas únicas no país até 2030.

A cidade de São Paulo foi fundada em 1554, saindo de uma pequena aldeia estabelecida ao redor de um Colégio de Jesuítas para uma das maiores megalópoles do planeta (SÃO PAULO, 2019a).

A ocupação iniciou por áreas mais favoráveis para ocupação do solo, a saber, as áreas das várzeas fluviais, até a metade do século XX. Após este período, devido ao rápido crescimento, as áreas de rochas cristalinas foram ocupadas. O uso do solo para assentamento em regiões de várzea pode ser propício a inundação e alagamentos, devido ao volume pluvial e do extravasamento das águas dos cursos d'água (SÃO PAULO, 2004).

A Tabela 4 mostra os dados da população urbana e rural da cidade de São Paulo entre os anos de 1940 e 2010. Segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, em 1991, a população na cidade de São Paulo em áreas urbanas era de 97,58%, sendo que, em 2010, este percentual chegou a 99,10% (IBGE, 2018).

Tabela 4 - População Urbana e Rural - Grau de Urbanização Município de São Paulo, 1940 a 2010

Anos	População Total	Urbana	Rural	Grau de Urbanização
1940	1.326.261	1.258.482	67.779	94,9
1950	2.198.096	2.052.142	145.954	93,4
1960 ⁽¹⁾	3.781.446	-	-	-
1970	5.924.615	5.872.856	51.759	99,1
1980	8.493.226	8.337.241	155.985	98,2
1991	9.646.185	9.412.894	233.291	97,6
2000	10.434.252	9.813.187	621.065	94

Anos	População Total	Urbana	Rural	Grau de Urbanização
2010	11.253.503	11.152.344	101.159	99,1

Fonte: IBGE, Censos Demográficos.

(1) Os dados do Censo de 1960 não permitem a identificação da população urbana e rural

Os dados da Tabela 4 mostram o crescimento significativo da população urbana na cidade, a qual aumentou quase que 9 vezes em um período de 70 anos, e que também repercutiu no aumento areal da mancha urbana⁵. De acordo com Carlos (2009), São Paulo é uma das metrópoles mais relevantes do Brasil, “podemos afirmar que, do ponto de vista da morfologia, o processo de urbanização se realiza, efetivamente, com a expansão da mancha urbana pela integração de áreas rurais”.

A cidade de São Paulo cresceu além do seu sítio original, expandindo-se entre duas várzeas inundáveis, fato que contribuiu para o surgimento de alagamentos e inundações. Tais problemas são existentes na atualidade e são ampliados frente a ocorrências de chuvas de verão (ALVES FILHO; RIBEIRO, 2006; HIRATA et al., 2013).

De forma generalizada, as inundações e deslizamentos afetam toda a população metropolitana, porém, as diferentes camadas da população são afetadas de forma distinta, sendo as famílias mais vulneráveis, do ponto de vista socioeconômico, as mais impactadas, em especial as que residem em favelas localizadas junto às margens de rios e córregos, conforme ilustrado (Tabela 5) a seguir.

Tabela 5 - Localização das favelas no município de São Paulo

Áreas ocupadas (localização das favelas)	% da população total
margens de rios e córregos	49,30%
declividades acima de 30%	29,30%
sobre lixões e aterros sanitários	0,90%
áreas verdes institucionais	0,90%
não identificados	20,60%

Extraído de NOBRE (2011)

Notas: Dados da Prefeitura Municipal de São Paulo, Secretaria do Verde e Meio Ambiente (2005)

Segundo dados da Prefeitura Municipal de São Paulo e da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (NOBRE, 2011), das áreas ocupadas por favelas (Tabela 5), quase metade estão situadas às margens de rios e córregos, e 32,2% das favelas sofrem inundações frequentes.

⁵ Os mapas de evolução da mancha urbana da cidade de São Paulo estão disponíveis em: http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/index.php. Acessado em: 10 mai. 2020.

Segundo o CEPED UFSC (2013b), a cidade de São Paulo é a mais atingida por desastres. Para este ranking foram selecionados 60 municípios do total de 5.565 municípios do Brasil, classificando em ordem decrescente com base no somatório total. A participação dos eventos de alagamentos, enxurradas e inundações corresponde a mais da metade dos eventos ocorridos no município de São Paulo.

De acordo com estudo realizado pelo IBGE em conjunto com o Cemaden, foi analisado um total de 872 municípios do Brasil com o intuito de avaliar a distribuição da população em áreas de risco a movimentos de massa, inundações e enxurradas. Na região Sudeste foram analisados 308 municípios, sendo São Paulo identificado como o estado com o maior número de habitantes localizados em áreas de risco. Conforme apresentado (Tabela 6), os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo e Guarulhos apresentaram maior população exposta em áreas de risco (IBGE, 2018).

Tabela 6 - Municípios com maior número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas de risco (segundo a população total absoluta)

	Municípios	População Total	População em Área de Risco	Porcentagem
1	Salvador (BA)	2.675.656	1.217.527	45,5%
2	São Paulo (SP)	11.253.503	674.329	6,0%
3	Rio de Janeiro (RJ)	6.320.446	444.893	7,0%
4	Belo Horizonte (MG)	2.375.151	389.218	16,4%
5	Recife (PE)	1.537.704	206.761	13,4%
6	Jaboatão dos Guararapes (PE)	644.620	188.026	29,2%
7	Ribeirão das Neves (MG)	296.317	179.314	60,5%
8	Serra (ES)	409.267	132.433	32,4%
9	Juiz de Fora (MG)	516.247	128.946	25,0%
10	São Bernardo do Campo (SP)	765.463	127.648	16,7%
11	Natal (RN)	803.739	104.433	13,0%
12	Fortaleza (CE)	2.452.185	102.836	4,2%
13	Santo André (SP)	676.407	96.062	14,2%
14	Guarulhos (SP)	1.221.979	94.720	7,8%
15	Vitória (ES)	327.801	87.084	26,6%
16	São João do Meriti (RJ)	458.673	86.185	18,8%
17	Blumenau (SC)	309.011	78.371	25,4%
18	Petrópolis (RJ)	295.917	72.070	24,4%
19	Maceió (AL)	932.748	70.343	7,5%
20	Igarassu (PE)	102.021	69.801	68,4%

Extraído de (IBGE, 2018).

Fonte: IBGE, Censo Demográfico; Cemaden

De acordo com a listagem (Tabela 6), dentre os 20 municípios com maior número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas de risco a movimentos de massa,

inundações e enxurradas no Brasil, 12 estão localizados na região Sudeste e 8 na região Nordeste, sendo que São Paulo é o primeiro do Estado de São Paulo e o segundo da listagem (IBGE, 2018).

A capital paulista ficou em 2º lugar no estado de São Paulo na listagem dos municípios que mais sofreram danos relacionados à quantidade de pessoas afetadas, desabrigadas e mortas devido a ocorrências de inundação. Essa posição prevalece para os dados materiais, sendo considerados sistemas de infraestrutura e habitações em que houve destruição ou danificação de 16.950 em 2010. Destacou-se a região de São Miguel Paulista em que houve aumento do nível do rio Tietê gerando inundações na área urbana (CEPED UFSC, 2013b).

3.3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Conforme apresentado na Tabela 7, a síntese da estratégia de pesquisa adotada para cada um dos objetivos específicos com os respectivos referenciais teóricos e fontes de pesquisa.

Tabela 7 - Triangulação da estratégia de pesquisa

Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Levantamento bibliográfico	RSL	Análise documental	Entrevista
Analisar potenciais e desafios da inserção de soluções baseadas na natureza no combate de inundações urbanas na cidade de São Paulo	a. Identificar iniciativas de soluções baseadas na natureza e que possam ser aplicadas no combate de inundações em áreas urbanas	Livros, artigos acadêmicos e de jornais	Base <i>Scopus</i>		
	b. Analisar desafios para a inserção de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo			Defesa Civil / Prefeitura de São Paulo	Entrevistas semiestruturadas com <i>stakeholders</i> da SIURB, COMDEC e SMVA

Fonte: Autora (2020).

A partir de pesquisas das bases *Scopus*, *Google Scholar* e com base nos documentos examinados, elaborou-se o roteiro de questões das entrevistas.

3.4 PROCEDIMENTO DE COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

3.4.1 Análise Documental

Para atingir o segundo objetivo específico a saber, “Analisar os desafios identificados para adoção de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo”, a fim de identificar as soluções adotadas no que tange as inundações na da cidade de São Paulo foram pesquisados e analisados os Manuais de Operação, Cadernos de Bacias Hidrográficas da Cidade de São Paulo, Guias para os Municípios gerados pela Confederação Nacional de Municípios (CNM), pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da UFSC; além de consulta a sites e arquivos eletrônicos da Defesa Civil e da Prefeitura de São Paulo.

3.4.2 Bibliometria e Revisão Sistemática de Literatura

Para atingir o primeiro e segundo objetivos específicos a saber, " Identificar iniciativas de soluções baseadas na natureza e que possam ser aplicadas no combate de inundações em áreas urbanas”, realizou-se análise bibliométrica e revisão sistemática de literatura, a partir da base *Scopus*.

Além disso, realizou-se também pesquisa na base *Google Scholar* e análise de documentos abertos da Comissão Europeia, IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), Unesco e Nações Unidas, que são entidades vinculadas ao tema para que servissem de base para explanação do assunto.

3.4.2.1 Processo de Revisão

Assim como Zhouet al. (2018) abordam o uso de um conjunto de dados estatísticos para destacar os marcos principais de determinado tema, nesta pesquisa, realizou-se a mesma abordagem a partir da compilação, síntese e análise do uso do conceito de “*Nature Based Solutions*” considerando desde a sua difusão no final dos anos 2000 até o final do primeiro semestre de 2020, com vias a destacar os principais marcos.

O banco de dados *Scopus* foi utilizado por 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 uma diversidade de conteúdo para apoio (ELSEVIER, 2016)

Inicialmente, realizou-se pesquisa com o termo “*Nature Based Solutions*” na base *Scopus* nos campos de título, resumo e palavras-chave, retornando 529 artigos, os quais foram usados para a verificação do surgimento do uso do referido termo na literatura internacional e nacional, bem como para a verificação do marco inicial da associação deste termo com a questão das inundações urbanas.

A Figura 12 ilustra as etapas da revisão sistemática de literatura aplicada. Para melhor atender aos objetivos da presente dissertação, incluíram-se também os termos *flood*, *flooding* e *inundation* na pesquisa realizada em 06 de dezembro de 2020, *SAVED LIST* (“*Nature Based Solution*” and “*flood*” “*inundation*” “*flooding*”) retornando 94 artigos.

Figura 12 - Etapas realizadas na Revisão Sistemática



Fonte: Autora (2021)

Ao final, foram baixados 19 artigos e lidos na íntegra com a intenção de examinar os progressos, desafios e perspectivas das *Nature Based Solutions* relacionados a inundações. As informações de autor, ano de publicação e países (ZHOU et al., 2018), foram analisadas posteriormente. Tal seleção será detalhada no próximo subitem.

A análise bibliométrica colaborou com o destaque de tópicos relevantes (REN et al., 2013) direção de publicação e autores. Entre as variáveis analisadas estão autores, ano de publicação e país.

3.4.2.2 Seleção e Análise dos artigos

A partir dos 94 artigos retornados, realizou-se a leitura de todos os títulos e resumos para a 1ª etapa de seleção dos artigos a serem lidos completamente. Nessa fase (Tabela 8) foram aplicados Critérios de Inclusão (CI) e Critérios Exclusão (CE) conforme o foco desta pesquisa e os artigos classificados como “nova análise”, pois com base nas leituras iniciais não foi possível estabelecer se os artigos fariam parte da análise. No critério de exclusão 3, foi considerado o Índice H obtido diretamente pela base *Scopus*.

Tabela 8 - Etapa 1: Critérios de Classificação de artigos

Critério	Descrição dos Critérios	Qtd. de Artigos
Exclusão	CE1: Abordagem de algoritmos, modelo matemático e/ou químico, tornando o estudo extremamente técnico	29
	CE2: Abordagem global não focando em inundações urbanas	6
	CE3: Consta de revistas ou eventos de baixo impacto	9
	CE4: Inundações costeiras/ marítimas	17
	CE5: Revisão de periódicos	2
	Subtotal	63
Inclusão	CI1: Título e/ou resumo claramente relacionado com inundações urbanas	23
Nova análise	Necessário ler o artigo para avaliação final	8
	Subtotal	31
Total geral		94

Fonte: Autora (2021)

Com base na classificação anterior (Tabela 8), foram lidos os 31 artigos da classificação “Inclusão” e “Nova Análise” para avaliar se os artigos selecionados seriam alvo desta análise. Conforme Tabela 9, foram reclassificados após leitura completa dos artigos. Na etapa 2, foram utilizados os mesmos critérios de inclusão e exclusão, sendo adicionado o critério de exclusão.

Tabela 9 - Etapa 2: Critérios de Classificação de artigos

Critério	Descrição dos Critérios	Qtd. De Artigos
Exclusão	CE1: Abordagem de algoritmos, modelo matemático e/ou químico, tornando o estudo extremamente técnico	10
	CE2: Abordagem global não focando em inundações urbanas	2
	Subtotal	12
Inclusão	CI2: Texto aborda Gerenciamento das Inundações e SbN	8
	CI3: Texto relacionado a gestão e envolvimento dos <i>stakeholders</i> , inclusive em inundações	11
	Subtotal	19
Total geral		31

Fonte: Autora (2021)

Considerando a classificação da etapa 2, os 19 artigos selecionados para a fase de análise e síntese foram lidos integralmente. A listagem geral dos 94 artigos contendo a classificação final, título e autores está no Apêndice 1 desta pesquisa.

3.4.2.3 Análise dos dados

A análise dos artigos selecionados seguiu a mesma unitarização de grupos utilizada para a análise das entrevistas, seguindo assim, uma padronização dos termos e avaliação dos periódicos. Conforme exposto pela Tabela 10, foram definidos grupos e categorias a fim de padronizar a informação obtida da leitura dos artigos e análise das entrevistas. Os grupos estão relacionados aos blocos do questionário e as categorias estão associadas às perguntas.

Tabela 10 - Lista de Grupos e Códigos

Grupo	Categorias
Avaliação Geral SbN s Soluções Cinzas	Recomendação
Avaliação Geral SbN s Soluções Cinzas	Avaliação
Gerenciamento das Inundações	Desafios do gerenciamento
Gerenciamento das Inundações	Envolvimento dos <i>stakeholders</i>
Gerenciamento das Inundações	Planejamento de ações
Soluções Baseadas na Natureza	Ações de SbN
Soluções Baseadas na Natureza	Dificuldades das SbN's
Soluções Baseadas na Natureza	Avaliação das medidas
Soluções Convencionais	Dificuldades das medidas convencionais
Soluções Convencionais	Medidas efetivas
Soluções Convencionais	Envolvimento dos <i>stakeholders</i>

Fonte: Autora (2021)

Esses grupos e categorias mencionadas na Tabela 10 foram baseadas no roteiro de perguntas para facilitar a consulta e organização do conteúdo a fim de servir de apoio para análise.

3.4.3 Entrevistas

Para atingir o segundo objetivo específico, a saber o de “Analisar os desafios identificados para adoção de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo”, foram entrevistados *stakeholders* da SIURB, da COMDEC e da Secretaria do Verde e Meio Ambiente, incluído posteriormente por indicação dos entrevistados, conforme discutido em item anterior.

Os blocos de perguntas foram formulados com base nos referenciais teóricos. E os documentos identificados como os Manuais de Operação e Cadernos de Bacias Hidrográficas da Cidade de São Paulo serviram de apoio na elaboração do questionário e apoiar no entendimento das respostas e adição dos documentos da Defesa Civil e da Prefeitura de São Paulo corroboraram na análise das respostas obtidas nas entrevistas.

3.4.3.1 Plano de Entrevista

O plano da entrevista exposto por Lakatos e Marconi (2003), tem início pelo:

a) contato inicial, que deve ser feito de maneira cordial e empática, explicando com uma conversa sobre o objetivo, finalidade, relevância da pesquisa e importância da participação do entrevistado, ou seja, fazendo uso do conceito *rapport*;

b) formulação das perguntas, que devem ser seguidas conforme roteiro proposto em que não direcionem para alguma resposta determinada;

c) registros das respostas, preferencialmente por gravação, bem como por anotações realizadas no momento da entrevista, para evitar perda de informações. Além disso, tais atividades contribuem também para evitar que as respostas sejam resumidas;

d) finalização da entrevista, que deve terminar assim como começou de maneira amistosa e cordial.

Vergara (2006) apresenta que seu emprego oferece vantagens, tais como a possibilidade de explicar ao entrevistado alguns conceitos caso seja necessário para apoiar o entendimento da pergunta, possibilidade de avaliar comportamentos e reações, colher dados e informações

relevantes que outrora não identificados na pesquisa bibliográfica e documental, além da possibilidade de serem submetidos a aplicações estatísticas.

3.4.3.2 Seleção dos Entrevistados

A amostra dos entrevistados seguiu de forma não probabilísticas, sendo selecionados por acessibilidade ou por conveniência (PRODANOV; FREITAS, 2013), pois “[...] seleciona os elementos a que tem acesso, admitindo que esses possam, de alguma forma, representar o universo. Aplicamos esse tipo de amostragem em estudos exploratórios ou qualitativos [...]”.

Devido ao atual cenário existente na sociedade (pandemia, COVID-19) preferiu-se acionar os atores mais próximos e reduzir a quantidade de órgãos selecionados para facilitar o andamento da pesquisa. Os contatos com os órgãos selecionados foram direcionados para as áreas técnicas, pois são as que realizam os estudos, indicadores e elaboração de soluções focadas nas inundações.

Para seleção dos entrevistados (Tabela 11) foi considerada a SIURB e a Defesa Civil Municipal, pois integram o sistema, fornecendo relatórios e estudos, bem como participando da execução de ações de gerenciamento de inundações. Além destas, decidiu-se por inserir a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), considerando as orientações dos participantes das entrevistas. Tal inserção se justifica pela participação desta Secretaria em relação às ações/soluções verdes adotadas na cidade em estudo.

Tabela 11 - Atores selecionados para entrevista

Órgão do entrevistado	Qual cargo (atual)
Defesa Civil Municipal	Inspetor de Divisão da Guarda Civil Metropolitana de São Paulo
Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras - SIURB	Assessor Especial de SIURB
Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMDEC	Geóloga
Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMDEC	Geóloga
Subprefeitura da Cidade de São Paulo e Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMDEC	Secretário Executivo
Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo	Arquiteto

Fonte: Autora (2021).

A lista dos órgãos selecionados que estão envolvidos na temática do gerenciamento ao combate de inundações urbanas e os respectivos *stakeholders* que foram entrevistados encontram-se na Tabela 11.

Os entrevistados selecionados foram considerados como *stakeholders* importantes devido às atividades-chave que exercem nos respectivos órgãos aos quais pertencem. Deste modo, o Assessor Especial da SIURB elabora planos e cadernos de bacias e executa ações estruturais focadas para as inundações; a posição de Geóloga permite atuação direta no planejamento e avaliação de ações estruturais realizadas, bem como a recomendação e execução de ações não estruturais; a função de Secretário Executivo possibilita a articulação e apoio entre vários órgãos para engajamento de ações em torno da problemática de inundações urbanas; e o Arquiteto e Urbanista contribui com a elaboração e administração de áreas verdes e o relacionamento entre órgãos como a SIURB e COMDEC, além da interação com diversas pastas que podem ser impactadas pelas inundações, como habitação, saúde, entre outras.

A transcrição das entrevistas resultou em 138 páginas (Tabela 12) geradas a partir de 8 horas e 28 minutos de gravação via *Zoom*⁶. Ao contrário da entrevista por telefone, que não disponibilizaria a imagem ao vivo, com o uso da ferramenta *Zoom*, foi possível captar as reações corporais e faciais dos entrevistados (VERGARA, 2006), corroborando para observar se a pergunta necessitaria de algum complemento para melhor compreensão da questão a ser respondida e, em muitos casos, notou-se que o entrevistado fazia pausas corporais indicando que ainda não tinha terminado sua resposta.

Tabela 12 – Resumo das entrevistas

Código do Entrevistado	Data	Qtd. Páginas	Tempo
Pré-Teste	06/01/2021	5	-
E1	07/01/2021	17	01:02:04
E2	08/01/2021	19	01:14:54
E3	13/01/2021	20	00:52:00
	14/01/2021		00:19:20
E4	15/01/2021	34	01:56:13
E5	20/01/2021	43	01:31:04
	22/01/2021		01:32:56
Total		138	08:28:31

Fonte: Autora (2021).

⁶ <https://edu.gcfglobal.org/pt/conhecendo-zoom/o-que-e-e-para-que-serve-o-zoom/1/>

Conforme pode ser observado na Tabela 12, os nomes dos entrevistados foram substituídos pelos códigos de E1 a E5, a fim de preservar a identidade deles, seguindo a ordem da Tabela 9.

3.4.3.3 Caracterização dos entrevistados

E1 possui a formação de engenheiro e trabalha na SIURB há 38 anos, tendo sempre atuado na área de drenagem. O referido chegou a ocupar cargos de chefia e diretoria. Ao longo de todos estes anos, o entrevistado teve a oportunidade de acompanhar muitos projetos importantes, à exemplo do piscinão do Pacaembu, já que sempre atuou na área técnica.

O E2 e E3 possuem formação em geologia e trabalham desde 2018 no Departamento de Prevenção de Riscos Naturais da COMDEC. E desde seu início na área, têm participado do projeto de mapeamento e atualização dos mapeamentos de risco geológico. O E4 também é geólogo, trabalhou quase 30 anos como geólogo, iniciando na Secretaria de Vias Públicas da SIURB, passando pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente e pela Defesa Civil, entre outros órgãos.

O E5 é formado em Arquitetura e Urbanismo atuando na SVMA há 13 anos, focando no estudo e atuação com Parques Lineares seguindo as diretrizes do Plano Diretor da cidade de São Paulo.

3.4.3.4 Roteiro de Entrevista

O tipo de entrevista a ser seguido neste trabalho será a semiestruturada, sendo composta por uma parte de perguntas básicas elaboradas a partir de teorias e hipóteses relacionadas ao tema de pesquisa, e uma segunda parte com questões oriundas das novas informações obtidas durante a entrevista (TRIVIÑOS, 1987). Os entrevistados foram questionados com base em um roteiro de questões elaboradas, alicerçado nos referenciais teóricos adotados, sendo adaptadas conforme a atuação de cada órgão.

Para a elaboração do roteiro de perguntas, foram analisados, como apoio, o Plano de Macrodrenagem da cidade de São Paulo, os questionários utilizados por Dushkova e Haase (2020), Raymond et al. (2017) e o Plano Diretor 2019-2022 apresentado pelo Cemaden (MCTIC, 2019) que contemplou um roteiro utilizado com atores externos.

Seguindo o formato apresentado nos roteiros pesquisados, as questões foram separadas em blocos e agrupadas para facilitar a compreensão e posterior análise. Dentre todos os

conjuntos de perguntas foram selecionadas as que tinham mais aderência à pesquisa, desprezando as questões similares e temas específicos não tratados no decorrer do capítulo de revisão bibliográfica.

Conforme exposto (Tabela 13), o roteiro de entrevista foi separado em 6 blocos e os referenciais teóricos foram base de apoio para sua formulação. Para facilitar a visualização foi elencado para cada título do referencial um número (Ref. 1 a Ref. 5).

Tabela 13 - Síntese dos blocos de questões com tópicos

Bloco	Tópico	REFERENCIAL TEÓRICO					
		Ref. 1	Ref. 2	Ref. 3	Ref. 4	Ref. 5	N/A
		Desastres Naturais e Inundações Urbanas	Inundações e seus impactos ao Meio Ambiente Urbano	Controle de Inundações Urbanas	O Gerenciamento de Inundações na Cidade de São Paulo	Importância dos Stakeholders no Gerenciamento de Inundações	Não aplicável
Blc. 1	Perfil do Entrevistado						X
Blc. 2	Gerenciamento das Inundações	X			X	X	
Blc. 3	Soluções Convencionais			X	X	X	
Blc. 4	SBN		X	X	X	X	
Blc. 5	Avaliação Geral SbN x SC		X	X	X	X	
Blc. 6	Encerramento e Agradecimento						X

Fonte: Autora (2021).

Antes de cada bloco foi incluído um texto explicativo do motivo das perguntas e/ou conceitos que pudessem contribuir para o entendimento da terminologia utilizada, caso o entrevistado não a conhecesse. E os roteiros foram adaptados (Tabela 14) gerando assim três roteiros com perguntas gerais e específicas para a Defesa Civil, SIURB e SVMA.

Tabela 14 - Detalhamento das perguntas e referenciais associados a elas

Bloco	Texto explicativo	Pergunta	Referencial	SIURB	COMDEC	SMVA
1	Neste bloco de questões a intenção é conhecer o entrevistado e sua atuação dentro dos órgãos em questão	Qual o seu nome? Qual cargo (atual) e tempo nessa posição?	* N/A	X	X	X
		Qual a sua formação?	* N/A	X	X	X
		Quanto tempo está no órgão de atuação?	* N/A	X	X	X
		Qual sua relação jurídico-administrativa com esse órgão? A) concursado B) comissionado C) contratado D) outros – especifique.	* N/A	X	X	X
		Descreva sua área de atuação e o seu papel.	* N/A	X	X	X
2	As perguntas orientadas neste bloco são para compreender e investigar como o órgão em questão está inserido no gerenciamento de desastres naturais focados em inundações.	Qual o papel do respectivo órgão na cidade de São Paulo no combate as inundações?	* Ref. 4	X	X	X
		Como funciona o planejamento das ações que serão realizadas pelo órgão?	* Ref. 4	X	X	X
		Como articular as ações nos níveis federal, estadual e municipal?	* Ref. 4 * Ref. 5	X	-	X
		Como são feitas as interações entre as partes interessadas (comunidade, administração pública e os empresários) no plano de da Secretaria do Verde.	* Ref. 4 * Ref. 5	X	-	X
		Os dados de contabilização dos desastres naturais são unificados? Quais pontos fortes e fracos em relação a contabilização das inundações?	* Ref. 1 * Ref. 4	X	X	X
		Você usa ou usou alguma nova ferramenta de monitoramento e/ou avaliação, Banco de Dados, Ferramentas em Nuvem e/ou Geoespaciais usadas para monitoramento e controle das inundações urbanas?	* Ref. 1 * Ref. 4	X	X	X
		Como é a interação da SVMV com a SIURB e a Defesa Civil?	* Ref. 4 * Ref. 5	X	X	X
Quais os desafios que a SIURB enfrenta no gerenciamento das inundações e como faz para contorná-las?	* Ref. 1 * Ref. 4	X	X	-		

Bloco	Texto explicativo	Pergunta	Referencial	SIURB	COMDEC	SMVA
3	As soluções cinzas ou convencionais são aquelas baseadas em medidas de infraestrutura de obras (em sua maioria pesada), como por exemplo, canalização de rio e córregos, valetas, calçadas de cimento. E medidas não estruturais, como por exemplo, sistemas de alertas.	Quais foram as ações (medidas estruturais e não estruturais) já implementadas que foram mais efetivas?	* Ref. 3	X	X	X
		Como é o envolvimento da população com as medidas adotadas? E com outros envolvidos (outros órgãos) e empresas locais?	* Ref. 3 * Ref. 4	X	X	X
		Na sua percepção, quais as maiores dificuldades para o combate as inundações usando as medidas tradicionais?	* Ref. 3	X	X	X
4	A SbN ou também conhecida como infraestrutura verde, é aquela baseada apoiada ou tem como foco a natureza. Como exemplo deste tipo de solução são as biovaletas, renaturalização de rios e córregos, jardins filtrantes, jardins de chuva, telhados, muros e ruas verdes, parques lineares e parques alagáveis.	Você já tinha conhecimento ou ouvido falar em Soluções Baseadas na Natureza ou nomes similares?	* Ref. 3	X	X	X
		Na sua percepção a temática de soluções baseadas na natureza tem sido explicitamente inserida nas medidas de planejamento e gerenciamento de inundações? Tem tido sucesso com as implementações?	* Ref. 3 * Ref. 4	X	-	X
		Como são feitas as seleções, avaliação e implementação das SbN?	* Ref. 4	X	-	X
		Implementando ações de SbN, quais os benefícios que foram identificados? Como é feita a mensuração desses benefícios?	* Ref. 2	X	-	X
		Que desafios e obstáculos o órgão enfrenta ao implementar SBN (por exemplo, técnico, governança, finanças)?	* Ref. 4 * Ref. 5	X	-	X
		Quais as principais instituições e <i>stakeholders</i> e seus papéis nos projetos de SbN para inundações?	* Ref. 5	X	-	-
		Além das medidas mencionadas no Plano de Drenagem: Recuperação da vegetação, Criação de parques lineares, Criação de parques isolados integrados, Implantação de alagados (“ <i>wetlands</i> ”) em áreas de várzeas, “Renaturalização” de trechos de córregos. Possuem outras medidas para implementação em escala mais local? Por exemplo: jardins filtrantes, telhados verdes, biovaletas	* Ref. 3 * Ref. 4	X	-	-
		Na sua percepção, as ações que a Defesa Civil realiza são baseadas na natureza?	* Ref. 3	-	X	-
A Defesa Civil tem autonomia para selecionar medidas locais com foco na natureza? Exemplo: Jardins de chuva, telhados verdes, biovaletas.	* Ref. 3 * Ref. 4 * Ref. 5	-	X	-		

Bloco	Texto explicativo	Pergunta	Referencial	SIURB	COMDEC	SMVA
5	Neste bloco buscou-se compreender aspectos relativos a mensuração, avaliação de soluções implementadas ou a implementar. E ainda, a troca e enriquecimento de conhecimento com a participação dos órgãos em fóruns e discussões nacionais e internacionais.	Qual a sua percepção a respeito da evolução das ações de SBN frente as ações tradicionais?	* Ref. 4	X	-	X
		Quais foram as ações (medidas estruturais e não estruturais) já implementadas que foram mais efetivas?	* Ref. 3 * Ref. 4	X	-	X
		Sobre os <i>stakeholders</i> (partes interessadas) quem você considera como as partes interessadas que precisam estar no planejamento das ações que serão futuramente implementadas e depois mensuradas?	* Ref. 4 * Ref. 5	X	-	X
		Como você avalia os benefícios das soluções baseadas na natureza versus soluções cinzas, considerando o benefício social, ambiental e econômico?	* Ref. 2	X	-	X
		Na elaboração do plano de macrodrenagem, a estratégia preferencial é de focar nas soluções cinza, mesclar com as soluções verde, ou exclusivamente verde? Como se dá essa avaliação?	* Ref. 3 * Ref. 4 * Ref. 5	X	-	-
		Para a formulação do planejamento de ações a serem elaborados para o controle das inundações são pesquisados (fóruns, discussões ou pesquisas) com instituições internacionais?	* Ref. 3 * Ref. 4 * Ref. 5	X	-	X
		Ao comparar as SbN e Soluções Cinza, qual apresenta melhor custo-benefício de implementação?	* Ref. 2	X	-	-
		Como a Defesa civil faz a avaliação das medidas implementadas?	* Ref. 4	-	X	-
6	Agradecimento a participação do entrevistado	Encerramento e Agradecimentos finais	* N/A	X	X	X

Fonte: Autora (2021).

Conforme ilustrado na Tabela 14, no primeiro bloco “Perfil do Entrevistado”, coletaram-se informações sobre o entrevistado, tais como: nome, cargo, tipo e tempo de função, a fim de conhecer o perfil dos *stakeholders*.

No segundo bloco “Gerenciamento das Inundações” foram realizadas 6 questões para a Defesa Civil, 8 questões para a SIURB e 7 questões para a SVMA, com foco na exploração de como são planejadas e conduzidas as ações de combate às inundações, as ferramentas envolvidas para monitoramentos e as partes envolvidas nesse processo.

No terceiro bloco “Soluções Convencionais”, foram elaboradas 3 questões para entendimento das soluções que são adotadas com base na infraestrutura cinza.

No quarto bloco “SbN”, foram elaboradas 3 questões para a Defesa Civil, 7 para a SIURB e 5 questões para a SVMA, com foco nos potenciais das SbN, seus benefícios e resultados esperados da implementação.

No quinto bloco “Avaliação Geral SbN versus Soluções Cinza”, foram aplicadas 7 questões para a SIURB, 1 para a Defesa Civil e 5 para a SVMA, as quais focaram na avaliação entre as soluções com base na natureza e as soluções cinza, a integração entre elas e o custo-benefício quando comparadas.

E por fim, o último bloco “Encerramento e Agradecimento” que faz o agradecimento pela participação do entrevistado.

3.4.3.5 Pré-teste

A fim de validar o instrumento de coleta de dados e eliminar potenciais problemas com relação ao roteiro de questões a serem feitas na entrevista, foi elaborado um pré-teste com um ex-agente da Defesa Civil do município de São Paulo. Devido às condições restritivas de contato em função do quadro atual de pandemia, e pela impossibilidade do entrevistado em estabelecer contato por telefone, optou-se por enviar o roteiro de perguntas por e-mail, as quais foram devidamente respondidas por ele por e-mail.

A partir do pré-teste foi identificado que algumas perguntas utilizadas não obteriam respostas por parte dos entrevistados da Defesa Civil Municipal, tendo em vista a limitação de atuação do órgão mencionado e/ou do departamento ao qual eles atuam.

Neste sentido, no pré-teste não houve resposta para a questão: “Os dados de contabilização dos desastres naturais são unificados?”. Também não foi possível a obtenção de resposta para a questão: “A Defesa Civil tem autonomia para selecionar medidas locais com foco na natureza, a exemplo de Jardins de chuva, telhados verdes, biovaletas?”. O entrevistado

nesta fase do pré-teste destacou que essa questão deveria ser respondida por outros setores, a exemplo da SVMA, do setor de Urbanismo, ou de Engenharia e Arquitetura das Subprefeituras.

3.4.3.6 Análise dos dados

Com o intuito de compreender a percepção dos *stakeholders*, o instrumento de análise de conteúdo é uma técnica abordada por Bardin (1979), em que consiste na realização de procedimentos sistemáticos para análise das comunicações. Em concordância com Bardin (1979), Flick (2013) aborda que a análise de conteúdo consiste em selecionar as partes que estão atreladas a responder à pergunta de pesquisa.

Para interpretação das respostas (VARVASOVSKY; BRUGHA, 2000), mencionam pontos de atenção na análise, tais como: a posição exercida e o quanto ela é estável ou não; se as respostas obtidas refletem a visão da organização ou se são opostas; e, quanto às partes interessadas possuem posições implícitas ou secretas sobre o tema abordado. O texto das transcrições foram imputadas no *software* ATLAS.ti para apoio à análise de conteúdo (WALTER; BACH, 2015).

O ATLAS.ti, conforme apresentado por Camargo e Justo (2013), tem a possibilidade de uso simples de lexicografia básica até análises mais completas, como por exemplo análise de similitude.

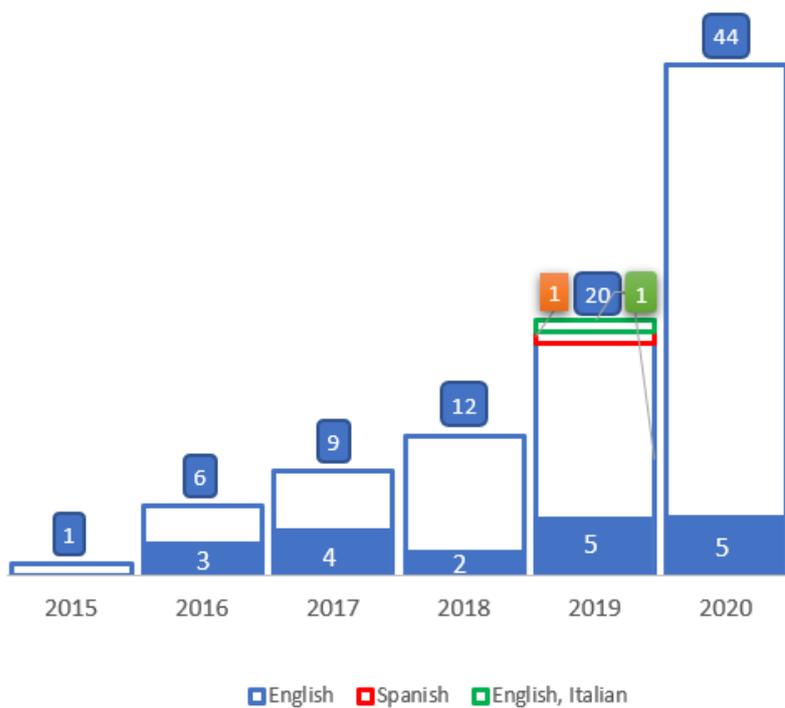
Para o processo de análise de conteúdo (MORAES, 1999), foram seguidos os processos de preparação das informações, unitarização do conteúdo, categorização, descrição e interpretação. Para tanto, após a transcrição das entrevistas, na etapa de preparação, avaliou-se apenas o que está relacionado ao foco da pesquisa e codificando (colocando código para cada entrevistado, conforme as datas das entrevistas) os discursos para facilitar a sua localização.

Em seguida, os discursos foram relidos e separados em categorias para facilitar as próximas etapas. A etapa de categorização serviu para agrupar os dados classificando-os por sua semelhança. A descrição visou expor os significados das categorias definidas, sendo necessária a utilização de pequenos trechos da entrevista (citação direta) para este fim. E por fim, realizou-se a interpretação do conteúdo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a literatura identificada na busca inicial na base *Scopus*, pela quantidade de artigos publicados com os critérios estabelecidos, foi possível inferir que o estudo do tema de soluções baseadas na natureza associado a inundações urbanas apresenta uma tendência de crescimento ilustrada na Figura 13, principalmente pelo crescimento de 120% quando comparado os anos de 2019 e 2020.

Figura 13 - Artigos publicados por ano e idioma



Fonte: Autora (2021)

As barras da Figura 13 ilustram o total de artigos identificados inicialmente (total de 94 artigos) e o preenchimento em azul refere-se aos artigos que foram selecionados após os critérios estabelecidos para a segunda etapa (total de 19 artigos), que será apresentada no item a seguir.

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. O predomínio deste idioma também pôde ser observado nos 19 artigos selecionados na segunda etapa de seleção, correspondentes às produções entre os anos de 2016 e 2020.

Considerando o total de 94 artigos resultantes da pesquisa na base *Scopus*, analisando as informações sobre os países de afiliação dos referidos autores, foram identificados 30 países

diferentes⁷, sendo que em 3 artigos estavam classificados como indefinidos. Ao consultá-los foi identificado que em 1 dos 3 artigos os autores possuíam afiliação com o Brasil, porém foi cadastrado na base *Scopus* o nome do país, apenas o nome da cidade⁸. Sendo assim, foi ajustado, ficando o total de 2 artigos em que não foi possível identificar os países dos autores.

Conforme ilustrado na Tabela 15, nota-se que o maior número de publicações se deu por autores do continente europeu (74,3%), seguido pelos países da América (10,8%), da Ásia (8,8%), da Oceania (3,4%) e da África (2,7%).

Tabela 15 – Quantidade de autores por continente

Continente	Total Geral	Total Geral
Europa	110	74,3%
América	16	10,8%
Ásia	13	8,8%
Oceania	5	3,4%
África	4	2,7%
Total Geral	148	100,0%

Fonte: Autora (2021)

Esse comportamento converge com os investimentos feitos por cidades europeias e chinesas em soluções baseadas na natureza e, deste modo, os dados corroboram aqueles apresentados por Herzog e Rozado (2019), Sousa (2019) e Chan et al. (2018), entre outros.

Em 45,7% dos artigos ficou evidenciado uma diversidade de países dos autores, mostrando a conexão internacional entre os autores e suas respectivas instituições. Em um mesmo artigo, foi identificado 5 países diferentes (2,2%), 4 (1,1%), 3 (6,5%) e 2 (35,9%). E com apenas 1 país presente a partir da afiliação dos autores foram identificados 50 artigos (54,3%), desconsiderando os 2 artigos classificados como indefinidos.

Os países com mais artigos atrelados foram o Reino Unido (23), Países Baixos (19) e Itália (16), são os 3 primeiros na lista de 30 países, ficando o Brasil em 15º lugar presente com 2 artigos, evidenciando na Tabela 16 é possível notar dentro dos critérios pesquisados a baixa produção brasileira. Em 1 dos 2 artigos brasileiros houve colaboração com autores de outro país (Reino Unido).

⁷ Em dois documentos o país afiliado dos autores eram Hong Kong, porém neste trabalho foram reclassificados para China.

⁸ Foi encaminhado e-mail aos autores do referido artigo, sinalizando que o nome do país não foi cadastrado.

Tabela 16 – Quantidade de autores por país

Países	Qtd. de artigos	Países	Qtd. de artigos
Reino Unido	23	Eslovênia	2
Países Baixos	19	Canadá	2
Itália	16	Índia	2
Estados Unidos	12	Noruega	2
Alemanha	10	Senegal	1
Suécia	9	Áustria	1
China	9	Chipre	1
França	8	Bélgica	1
Grécia	6	Rússia	1
Espanha	4	Polinésia Francesa	1
Austrália	3	Sérvia	1
Irlanda	3	Polônia	1
África do Sul	3	Dinamarca	1
Tailândia	2	Portugal	1
Brasil	2	Nova Zelândia	1
Subtotal	129	Subtotal	19
Total		148	

Fonte: Autora (2021)

Conforme ilustrado (Fig. 16), nota-se uma tendência de participação nas publicações oriundas de países europeus (74%), seguidos dos países americanos (11%), asiáticos (9%) e oceânicos (3%) e africanos (3%). Esse comportamento converge com os investimentos feitos por cidades europeias e chinesas em soluções baseadas na natureza. Esse resultado corrobora com os dados apresentados por Herzog e Rozado (2019), Sousa (2019) e Chan et al. (2018), entre outros apresentados na literatura.

4.1 CASOS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA APLICADAS AO CONTROLE DE INUNDAÇÕES URBANAS

Conforme apresentado na Tabela 17, foi considerado o termo “Soluções Baseadas na Natureza” para pesquisar as ações que podem ser adotadas são diversificadas, com escalas que possibilitam medidas de pequenas e grandes escalas, incluindo soluções que podem englobar mais uma infraestrutura verde.

Tabela 17 – 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 (<i>Parco Urbano Gavoglio</i>), 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 Alemanha	Santoro et al. (2019) Albert et al., (2019)

Fonte: Autora (2021)

A menção aos referidos termos na literatura analisada pode ser observada no 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, a resiliência climática, entre outros, será implementado bacias de infiltração, grupos de árvores, pastos xerófilos com flores e gabiões com pedra e vegetação.

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.

Segundo Médici e Macedo (2020), na Tailândia, foram construídos o parque Chulalongkorn, localizado na cidade de Bangcoc, e o parque de Qunli na China. Nesse sentido, Herzog e Rozado (2019) mencionam antigas áreas em Berlim que podem 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 interliga as zonas residenciais até as 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) mencionam alternativas como cinturão verde para controle das inundações para aumentar a infiltração, coleta de águas pluviais, combinando com uma solução convencional para melhoria a capacidade de descarga e tubulações e estações de bombeamento.

Copenhague conseguiu implementar práticas para gerir as águas pluviais e redução do risco de inundações, a partir da alteração da legislação nacional para obtenção de recursos para financiamento de soluções naturais, dentre elas, jardins de chuva, bacias secas e húmidas, valas próximas a estradas, transporte e infiltração da água no solo, biovaletas gramadas foram medidas adotadas para o gerenciamento das águas. 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, complementam 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

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 adotada na cidade de Vitoria-Gasteiz, um contexto que em 2012 mostrava como resultados zonas verdes, um terço da área municipal sendo coberta de floresta, deslocamentos contavam com duas linhas de bonde, trechos para bicicletas e quase metade eram realizados a pé. Entre os últimos projetos implementados, está o Parque Larragorr, reutilização das águas pluviais para irrigação de fachada e telhados verdes, cinturões verdes internos e recuperação de um edifício incluindo o telhado e fachadas verdes (HERZOG; ROZADO, 2019).

O desafio de melhoria na gestão das águas pluviais está presente nas metas dos Países Baixos, com isso Eindhoven prevê implantar em áreas no centro da cidade espaços verdes, restabelecer cursos de água, fachadas e telhados verdes, estabelecimento entre as zonas azuis e verdes bem como o armazenamento de água (HERZOG; ROZADO, 2019).

Médici e Macedo (2020) apresentam que foi construído em Roterdã, a Praça Benthemplein, um tipo de praça-piscina composta por bacias que se enchem e após um período de armazenamento vai escoando a água permitindo que volta para as reservas subterrâneas.

De acordo com Lombardo (2018), em 2009 foi criado o programa “*Room for the River*”, uma iniciativa holandesa, orçada em € 2,5 bilhões, cujo objetivo a restauração das planícies dos rios, com desvio do curso do rio, ou com a formação de áreas de para armazenamento natural ao longo de trechos não vulneráveis. A restauração da paisagem ao longo dos rios, funcionando como “*natural water sponges*”, suas ações englobam 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, para gerenciamento de suas águas pluviais adotou telhados verdes, pavimentos permeáveis, áreas que possibilitem o rápido escoamento e infiltração, sistemas de drenagem de águas que atua de forma sustentável e sistemas de coleta de águas pluviais privado (HERZOG; ROZADO, 2019). Conforme exposto por Herzog e Rozado (2019), a Finlândia pretende criar até 2020 o projeto de um bairro ecoeficiente em Vuores, que será focado na gestão de águas pluviais.

Nas cidades de Taizhou e Jinhua, parques foram colocados em substituição de 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 práticas apresentadas, no estudo apresentado por Davies et al. (2017) foi mencionado

pelo entrevistado que para inundações é sugerido plantar árvores que são muito mais eficientes na transpiração.

Nesse sentido, Herzog e Rozado (2019) mencionam antigas áreas em Berlim que podem 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 interliga as zonas residenciais até as áreas de recreação.

Em concordância, na pesquisa com frequentadores de um parque linear do Rio Pedieos em Nicósia, Chipre, expôs que os visitantes pesquisados entenderam o risco de inundação no meio urbano, mostrando sua propensão por soluções verdes ao comparar com as soluções cinzas (GIANNAKIS et al., 2016).

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 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 e para interceptar o escoamento e aproveitamento da vegetação já identificada ao longo da bacia (LILLI et al., 2020).

Dentre as soluções citadas, Santoro et al. (2019) abordam na Eslovênia a renaturalização de corpos d'água urbanos; redução da canalização de corpos d'água urbanos; revegetação em áreas urbanas; restauração da vegetação ribeirinha; construção de áreas de retenção seca sobre as áreas de planícies; criação de corpos d'água para armazenamento de água temporário e restauração de pântanos. E na Alemanha Albert et al., (2019) mencionam ações como a restauração de pântanos, a revitalização de várzeas, a proteção da flora, fauna e mata ciliares apoiam no combate as inundações, além de proporcionar benefícios sociais e ambientais.

No estudo elaborado por Derkzen, Van Teeffelen e Verburg (2017) revelou as preferências das pessoas por medidas de infraestrutura verde, que contemplem aspectos multifuncionais, gerando benefícios estéticos e recreativos. Outro ponto identificado na percepção das pessoas sobre as inundações, é que 76% dos entrevistados acreditavam que no futuro em Rotterdam (cidade da Holanda) teriam problemas para lidar com as consequências das chuvas mais frequentes e extremas.

Benedict e Macmahon (2001) apontam, como benefícios do uso da infraestrutura verde, o entrelaçamento das necessidades das pessoas e da natureza, mecanismos que equilibram fatores econômicos e ambientais, alocação dos espaços verdes de maneira mais adequada, e a identificação de possibilidades de restauração e melhorias em sistemas que funcionam de forma natural em áreas urbanas.

A partir de uma abordagem experimental multidisciplinar envolvendo diversas partes interessadas, foi possível superar o desafio de garantir infraestrutura verde urbana multifuncional fundamentada no ambiente regional (CONNOP et al., 2016).

4.2 DESAFIOS DE SBN'S NO CONTEXTO DAS INUNDAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO

4.2.1 Panorama dos órgãos entrevistados e seus papéis

4.2.1.1 Papel dos órgãos no combate às inundações na cidade de São Paulo:

De acordo com o E1, o SIURB atua no planejamento, projeto, obra e monitoramento relacionados à gestão da drenagem. O E2 menciona que o Departamento de Prevenção na COMDEC atua no mapeamento de risco de enchentes e inundações em assentamentos precários.

Conforme refletido pelo E3, o papel da Defesa Civil não está bem consolidado e entende que há necessidade de transformar a visão de resposta para uma atitude de prevenção. Diferentemente da SIURB e SVMA, a COMDEC não atua na execução de medidas estruturais, mas elaboram e aplicam ações de estruturais como treinamentos internos e externos em escolas, seu papel está na etapa de identificação e recomendação de melhorias.

[...] o nosso papel é eu acho que justamente conscientizar que a intervenção só naquele trecho, ela resolve o problema do trecho, mas alaga em outro lugar que as vezes nem risco ou não tinha um risco significativo, vai passar a ter por esta intervenção, então forçar esse olhar um pouco mais sistêmico das coisas, de deixar muito claro que, apesar de fazer não fazer as intervenções [..].

Para o E4 o papel do COMDEC é para atuar no planejamento, estando próximo às Subprefeituras. Ao passo que da Defesa Civil é atuar na parte de etapa de Controle e Resposta.

Conforme explicado pelo E5, a SVMA é responsável por administrar e implantar parques urbanos.

4.2.1.2 Conhecimento dos entrevistados sobre o conceito de SbN

Buscou-se investigar o quanto a terminologia era conhecida pelos entrevistados ao questionar sobre o termo de Soluções Baseadas na Natureza, 4 dos 5 entrevistados o conheciam. Apesar do termo ter sido criado e promovido intensamente em 2009, nem todos os atores tinham conhecimento.

E1 destaca que conhecia e que tais soluções fazem parte do dia a dia da SIURB. O E2 mencionou que não tinha noção da terminologia, que não tinha ouvido o termo de SbN anteriormente, pois nas palestras e materiais que leu, os termos usados eram outros, mas que remetiam a infraestrutura verde. Já o E3 conheceu o termo no Plano de Ação Climática em que participou, e o E4 já possuía conhecimento do termo anteriormente e enfatizou a disseminação no Plano de Ação Climática. O termo também já era de conhecimento e familiaridade do E5.

4.2.2 Desafios para a adoção de soluções baseadas na natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo

4.2.2.1 Questão cultural da população

De acordo com E1, há uma barreira cultural da própria população em valorizar a natureza, refletida na presença dos córregos da cidade. Como estes estão poluídos há anos e continuam sujos, apesar das ações de despoluição existentes, a população associa os córregos à sujeira, à poluição e à contaminação. De acordo com o entrevistado, esta visão está presente no inconsciente coletivo das pessoas e faz com que a maioria dos cidadãos manifeste o desejo de utilização de obras cinzas, à exemplo da canalização dos córregos e da construção de avenidas sobre eles, em detrimento de qualquer outra ação que valorize as medidas baseadas na natureza.

Neste sentido, o E1 expõe que isso se torna um desafio aos gestores em mostrar para a população local a possibilidade de integrar o córrego ao ambiente urbano, permitindo inclusive que a população possa conviver com ele.

Outro ponto cultural da população e que foi destacado pelo E1 trata-se da resistência por parte dos moradores das áreas alagáveis da cidade de saírem destes locais de risco a inundações. O entrevistado, ao comentar as relações existentes entre inundações e o processo equivocado de urbanização que caracterizou a cidade de São Paulo, destaca a importância das propostas da SIURB de resgate das áreas de várzea, por meio de ações de desapropriação e criação de parques lineares que substituam as casas que eram afetadas pelas inundações. De acordo com o entrevistado, há um desafio de ordem cultural por parte da população e que se

opõe a estas iniciativas, a saber, o desejo do morador em permanecer morando nesta mesma área, alegando já estar residindo ali há décadas.

Sobre esta questão, o E3 sinaliza o impacto da reocupação em uma área em que foi implementado um Parque Linear (solução verde). Apesar do COMDEC não executar obras e realizar apenas recomendações em seus relatórios, eles sinalizam caminhos que poderiam ser seguidos ou pontos de atenção em relação às soluções implantadas.

O que a gente já viu por exemplo, é alguma situação que a área tinha sido desocupada, e houve um projeto transformar, não chegou nem a ser uma obra, um Parque Linear. Foi feito a revegetação da área, replantaram a várzea. O problema é que as árvores nem chegaram a um certo porte, e já tinha uma reocupação lá. Então isso ali a gente até colocou uma observação do tipo, só plantava árvore aqui não vai dar certo.

O E3 ainda menciona que visitou a área do Parque Linear em que houve a referida reocupação e destacou que nem sempre replantar é a solução, tendo em vista o comportamento social local.

Nesse sentido, o E2 menciona a necessidade de se compreender e incluir nos projetos a dinâmica da comunidade local. O entrevistado enfatiza que “[...]não adianta fazer um paisagismo, lindo e maravilhoso, porque você vai deixar uma área verde ali, onde as pessoas podem reconstruir, porque elas vão fazer isso”.

Em concordância com Raymond et al. (2017), o envolvimento que se deve dar para obras mais verdes, vai além da parte paisagística, devendo ser incluída na pauta formas de trabalhar a argumentação conciliando o verde com o cinza. Desta forma, o E2 ilustra a relevância do trabalho de educação e mudança cultural para que as áreas verdes não sejam reocupadas.

Em concordância, Derkzen, Van Teeffelen e Verburg (2017) sugerem que o setor público apoie com a conscientização das pessoas sobre os impactos das mudanças climáticas e sobre os benefícios múltiplos das infraestruturas verdes.

A articulação inserindo os moradores locais e empresários no contexto do planejamento das ações que podem ser adotadas ainda é um pouco incipiente, como sinaliza o E1. Reforçando este ponto, YU et al. (2019) sugere em um estudo realizado na China, que níveis mais altos de compreensão da infraestrutura verde e da percepção do risco de inundações pluviais incentivam diretamente a vontade dos residentes em participar das implementações de infraestrutura verde.

As estruturas dos projetos devem ser bem planejadas, realistas e enxutas para que seja feita a preservação e que não ocorra uma reocupação, reflete o E2.

Em geral, eles trabalham para preservar as áreas, mas quando é muito afastada, uma área verde que não tem como controlar aquilo, vai ser ocupada. Então eu acho que

projetos mais realistas que entendam a dinâmica de como funciona uma área de uma ocupação, eu acho que dá mais certo. Porque, o que a gente mais conversa com a população é que muitas vezes eles moram ali não só porque eles querem na área de risco, mas eles pertencem a comunidade. Existe esse pertencimento da área, então muitas vezes a comunidade não quer sair.

4.2.2.2 Disponibilidade de área para a implantação de soluções verdes

De acordo com o E1, a SIURB está atuando muito mais nas obras cinzas, uma vez que, segundo ele, as obras verdes causam um impacto muito maior na cidade. Neste sentido o entrevistado exemplifica com os desafios de permeabilização de uma bacia de 200ha, cujos benefícios são inegavelmente conhecidos no que diz respeito à redução das cheias, contudo a área necessária para este feito possuiria dimensões de difícil aplicação.

Ainda em relação ao desafio de área disponível para as iniciativas de combate das inundações a partir de medidas que se apoiem na natureza, o E1 cita o exemplo de um projeto desenvolvido por uma técnica da Dinamarca, a qual fez todo o controle de cheia de uma bacia com técnicas verdes, impactando cerca de “vinte ou trinta por cento da área da bacia”, o que, segundo o entrevistado, seria muito difícil de ser aplicado à realidade Paulistana.

Essa questão de área e que se impõe como desafio à utilização de soluções verdes no combate das inundações urbanas, de acordo com E1, se reflete no fato de que a construção de jardins de chuva, canaletas, ou de outras obras verdes, só faz sentido se adotada em larga escala e não se for adotada em ações pontuais.

[...] tem muita gente que fala, faz meia dúzia de jardinzinhos e acha que aquilo vai bater cheia, não abate. Você tem que realmente fazer uma parcela grande da bacia, permeabilizar uma parcela grande da bacia, sei lá, vinte por cento. Se imagina você permeabilizar vinte por cento da área da bacia, do Anhangabaú. Onde você vai achar essa área?

Como saída para este problema, E1 aponta que a SIURB está procurando fazer “...uma técnica que é também uma coisa mais inovadora”. Neste sentido, o entrevistado expõe que a SIURB está trabalhando com medidas que sejam capazes de associar soluções cinzas às soluções baseadas na natureza, ou em suas próprias palavras “...associar medidas de retenção, de infiltração, fazer isso conjunto, para você potencializar o efeito dessa infiltração em áreas menores”.

Ficam evidenciadas que as propostas verdes mencionadas nos Cadernos de Bacias necessitam de uma grande área para que sejam implementadas. Conforme exposto no Caderno de Bacia Hidrográfica do Córrego Mandaqui menciona a criação de parques lineares com função de reserva para controle das cheias, que funcionam “como reservatórios de

armazenamento linear, no próprio canal do córrego. A função de reservação é introduzida através de estruturas de restrição de seção ao longo do canal, dimensionadas para restringir o escoamento para jusante”, com dimensão de 61.640 m² no Córrego Lauzane, impacta na desapropriação de 232 lotes (SÃO PAULO, 2016^a, p. 70).

No Caderno de Bacia Hidrográfica do Córrego Cabuçu de Baixo, localizado no Guaraú com dimensão de 45.000 m² (SÃO PAULO, 2016b). No Caderno de Bacia do Córrego Jacu são descritos como alternativas, um total de 5 parques lineares que juntos somam 444.315m², impactando na desapropriação de 1.353 lotes (SÃO PAULO, 2016c).

Em continuidade das medidas verdes abordadas nos cadernos, no Caderno de Bacia do Córrego Jaguaré expõe uma opção contendo 6 parques lineares, que totalizam 179.481m², compreendendo os itens de parque, paisagismo e equipamentos (SÃO PAULO, 2016d). Para o Córrego Morro do S, também foi mencionado o Parque Linear em uma dimensão de 4.000m² na Moenda Velha (SÃO PAULO, 2016e). E por fim, para o Córrego Água Espriada, foi mencionado como alternativa 5 estruturas de restrição de seção no parque linear em uma área de 111.890 m² (SÃO PAULO, 2016f).

Reforçando a questão abordada pelo E1 no que tange a quantidade e escala em que se aplica soluções verdes, o E5 relata que já implementou soluções verdes, mas que não resolveram o problema de fato, uma vez que no local aplicado não havia um problema e foi feito em pequena escala, dificultando a mensuração e a efetividade da solução.

Então a gente aplicou solução baseada na natureza por aplicar, porque não tinha problema... Se queria fazer um exemplo, mas não tinha um problema real. Fiz um jardim de chuva numa rua de Santo Amaro, sei lá, mas nem fui ver, porque não era um problema real, era o que dá pra fazer... para mostrar que dá pra fazer, não é?

Nesse sentido, o E4 menciona sobre a necessidade de utilizar uma área grande para que as soluções verdes possam ter efetividade e apoiar no controle das inundações. O exemplo abordado pelo entrevistado refere-se ao Parque do Carmo que possui uma área estimada de 1.500.000 m², sendo considerado uma Unidade de Conservação.

4.2.2.3 Desconhecimento da dinâmica hidrológica fluvial por parte dos órgãos competentes

De acordo com o E1, há um problema que pode ser interpretado como um desafio à implantação de Soluções Baseadas na Natureza no combate às inundações urbanas na cidade de São Paulo, a saber, proposição de medidas que desconhecem a dinâmica do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas. Neste sentido, o entrevistado destaca que há uma preocupação por

parte de outros órgãos em adotar medidas que ampliam a permeabilidade das áreas de várzea das bacias, contudo, como o mesmo destaca, tais áreas não possuem a função de proporcionar maior infiltração de água, tendo em vista que já se trata de locais permanentemente encharcados e, muitas vezes, compostos por solo de textura argilosa, muitas vezes impermeável. De acordo com E1, as várzeas possuem função natural de retenção e não de infiltração, sendo esta última função inerente às áreas de cabeceiras dos rios. Deste modo:

“...o papel de infiltração, papel no ciclo hidrológico, é nas cabeceiras, onde essas medidas de poço de infiltração de piso permeável elas funcionam. Você tem que fazer na cabeceira e não no fundo de vale”.

Ainda de acordo com o E1, o desconhecimento a respeito do funcionamento hidrológico e do papel de retenção da várzea, muitas vezes presentes em iniciativas verdes de construção de parques lineares, acaba ampliando o problema. Neste sentido, o entrevistado destaca que o aterramento da várzea, tornando-a mais alta, e o plantio de árvores corrompem a vocação da várzea, que “não é de infiltração, é de retenção”. O entrevistado ainda expõe:

A várzea tem que ser inundável e o pessoal do meio ambiente não, acha que só plantou árvores”. “... eles estão indo contra o ciclo hidrológico que eles aterraram. A gente não deve aterrar a várzea. Esse que é o problema. Se você quiser impermeabilizar a várzea, fazer um monte de quadras impermeáveis, não tem problema. A várzea vai continuar inundando. É só não usar a quadra durante a cheia, a chuva. Agora, você aterrar e fazer uma mata, você corrompeu o papel da várzea. Entendeu?”

Outro ponto destacado pelo E4, trata-se da maneira fragmentada e não sistêmica em que as bacias hidrográficas são tratadas. De acordo com o entrevistado, as bacias são um sistema composto por muitos elementos que interagem entre si. Soluções que se baseiam em uma visão estática e não sistêmica do funcionamento das bacias, ao desconhecerem a dinâmica fluvial existente, acabam por gerar desafios à implantação de soluções efetivas aos problemas das inundações urbanas por parte dos órgãos competentes. Tal como exposto pelo referido entrevistado:

Então eles tratam que hoje é uma bacia ambiental, que é aquela bacia, que é uma área geográfica em que todas as águas vão migrar para um curso d’água, como se ela fosse estática. Só que essa bacia hidrográfica não é estática. Ela tem vários elementos que estão interagindo, é um sistema, daí chamarem de bacia ambiental.

4.2.2.4 Dificuldades financeiras para estudos de medidas e para o incentivo ao uso das soluções

De acordo com E1, tem crescido o apelo para a utilização de soluções verdes nas últimas décadas e que a SIURB, desde o final dos anos 90, começou com o PDMAT. O entrevistado,

porém, expôs que, antes, havia apenas ideias teóricas e que, mais recentemente, estão sendo apresentadas propostas efetivas, à exemplo do experimento da prefeitura com o laboratório de hidráulica da USP, de estudo de viabilidade de utilização de pisos permeáveis. Segundo o entrevistado, os referidos pisos já se encontram classificados, especificados e quantificados financeiramente.

Entretanto, sobre este último item, E1 destaca que o preço pouco mais elevado deste tipo de produto, bem como à sua menor durabilidade quando comparada à de materiais tradicionais, inviabilizam o interesse das pessoas em fazerem uso dele.

É importante, porém, destacar que a literatura aponta a redução de custos proporcionada pelas soluções baseadas na natureza, à exemplo de Benedict e Macmahon (2001) para os quais, os espaços verdes podem reduzir os gastos com relação à infraestrutura e serviços públicos no controle de inundações, sistema de tratamento de água e gerenciamento de chuvas.

Com uma perspectiva oposta, Lique et al. (2016) mencionam que os custos de construção e manutenção entre as infraestruturas cinzas e verdes são semelhantes, ressaltando que seriam um pouco mais custosos para a infraestrutura verde, com base nas experiências obtidas em Gorla Maggiore (região da Lombardia, na Itália).

Uma outra questão vinculada ao desafio financeiro se trata da falta de verba, por parte do poder público, para a realização de pesquisas que permitam comparar a eficiência das soluções verdes em relação às soluções cinza. Neste sentido, o E5 menciona que a falta de verba é um desafio da SVMA. Em concordância, Santoro al. (2019) mencionam que o desafio financeiro também foi evidenciado pelos *stakeholders* na gestão de risco na Eslovênia.

Corroborando, o E1 destaca a importância das parcerias junto às universidades para romper este desafio:

Realmente, eu já batalhei pessoalmente para conseguir recursos para esse tipo de estudo, mas não tem. Recurso assim direto da prefeitura é difícil para esse tipo de pesquisa. Eu acho que a gente tem que contar com as universidades mesmo.

O referido entrevistado ainda cita que o conceito seria parecido com o empregado na área médica, escolhendo uma área piloto, contendo “duas bacias equivalentes, uma mantida do jeito que está em outra tratada, como uma vacina, você faz um placebo e você trata a área com essas medidas e ver o impacto disso no abatimento das cheias”.

Reforçando essa ideia, os projetos-piloto colaboram para o desenvolvimento do conhecimento, uma vez que podem testar soluções baseadas na natureza contra inundações, podendo reduzir os riscos permitindo que os atores participem (JANSSEN et al., 2020).

4.2.2.5 Preferência por soluções cinzas ou convencionais

Apesar da existência de preocupação, por parte dos entrevistados, de integrar as soluções cinzas existentes às soluções e medidas mais verdes, ou baseadas na natureza, verificou-se, a partir das entrevistas, que as soluções convencionais são apontadas como soluções efetivas.

Os piscinões apareceram como a solução mais efetiva para os entrevistados, fato que pode ser observado na fala do E2, segundo o qual, o piscinão do Pacaembu pode ser citado como exemplo de medida que deu certo na cidade de São Paulo.

Segundo o E2 tanto a canalização dos córregos como os piscinões são de grande importância.

Os piscinões são necessários, pensando ali mais para as áreas de baixada, próximos dos grandes córregos, perto dos rios principais, agora nas regiões mais de cabeceira, nos cursos d'água menores, os projetos de reurbanização com a preservação das margens, mas com o projeto de contenção de erosão é fundamental, é imprescindível. [...] De certa forma, as obras mesmo que com a canalização a gente vê o resultado, pode ser que não seja o melhor modelo de medida, mas para quem mora ali de fato, faz bastante diferença. É difícil a gente olhar o macro e o micro.

Corroborando com a ênfase dada às infraestruturas cinzas, o Relatório de 2019-2020 do Programa de Metas 2017-2020 detalha que São Paulo é a primeira cidade da América do Sul a dispor de imagens feitas a laser, que possuem o objetivo de apoiar as ações de prevenção a enchentes, e menciona que a cidade possui 34 piscinões, sendo que, desde 2017, houve a implantação de 9 piscinões e 4 *pôlderes*, e que, em 2020, houve a implantação de mais 1 piscinão e 1 *pôlder* (SÃO PAULO, 2021).

Neste sentido, E5 mencionou que os piscinões se trata da única solução efetivamente adotada contra as inundações em São Paulo e que, portanto, trata-se da única que possui dados para análise da sua efetividade.

4.2.2.6 Dificuldade de mensuração e avaliação das soluções implementadas

Ao discutir sobre as ações implementadas na cidade de São Paulo, o E5 enfatiza que as soluções verdes não são uma novidade dos anos 2000, mas que desde a década de 1970 essa temática vinha sendo explorada. Apesar do uso não ser recente, o E5 menciona a dificuldade de estudos para medir os resultados obtidos, “[...] tudo isso não é novo, mas não existe gente que, de fato, está medindo resultado”.

Cidades brasileiras como Bauru fizeram uma experiência medindo os resultados da implantação de *Wetlands* em um Zoológico. Outro exemplo citado pelo E5, foi Porto Alegre que “tem muita experiência de praça com água”. E no caso de São Paulo, “... não tem coleta de dados confiável e sistemática”.

O E5 comenta que universidades podem até fazer experiências para medir, porém será em uma pequena escala, além de haver a necessidade de se acompanhar por um longo período. Inclusive menciona sobre os pisos das calçadas, que estão sendo trocados, mas não houve um estudo para avaliar os resultados de infiltração e o quanto foram efetivos nas inundações, “o piso intertravado na calçada durou oito anos e estão arrancando tudo, porque era bacana, infiltrava a calçada e tal, mas nunca testou se de fato melhorou ou não melhorou”.

Para avaliação de SbN o fluxo engloba a coleta de dados heterogêneos e análises, que podem ser obtidos em um espaço relativamente curto de tempo, como por exemplo nos casos de processo de escoamento (TURCONI et al., 2020). Os referidos autores complementam que outros resultados como repovoamento de espécies de plantas necessitam de mais tempo.

Considerando as articulações e impactos tanto positivos quanto negativos, se faz necessário promover uma alteração na estratégia ao trabalhar com os riscos relativos à água (PAGANO et al., 2019). Os referidos autores mencionam o modelo *System Dynamics Modeling* (SDM) que é usado para avaliar a eficácia das SbN, sendo proposto com base nas ações feitas na Eslovênia.

Conforme Figura 14, Pagano et al. (2019) ilustram uma proposta de modelo de processo avaliativo para SbN em que a participação das partes envolvidas é fundamental.

Figura 14 - Processo avaliativo de SbN



Fonte: extraído e traduzido de Pagano et al. (2019)

No SDM apresentado por Pagano et al. (2019) se baseia em métodos conceituais e numéricos para apoiar a análise de sistemas ambientais complexos, bem como o envolvimento das partes interessadas na compreensão de problemas. Dentro do processo de avaliação, constam todas as medidas que foram selecionadas durante o primeiro *workshop* de *stakeholders*. O modelo SDM foi utilizado para ajudar a discussão da seleção de combinações adequadas de medidas de SBN entre as partes interessadas.

Dentre os principais resultados do modelo, foram analisados o cenário *Business-As-Usual (BAU)*, que considera que as condições ou variáveis estariam mantidas, e nesse sentido, os resultados ilustram piora para o cenário futuro. Na representação gráfica destacada na Figura 14 do processo de avaliação, está ilustrado o resultado da simulação do cenário 3 que consiste em não e limitar na simulação a quantidade de medidas a serem adotadas, além de incluírem medidas adicionais, como controle do território, participação da comunidade, cooperação institucional, treinamento, manutenção da infraestrutura, monitoramento e eficácia do sistema de alerta.

Ter uma estrutura (Fig. 14) que se baseie nos objetivos mais importantes e que no decorrer do processo todo haja a participação das partes interessadas para posterior avaliação dos impactos das SbN (PAGANO et al., 2019).

No momento da avaliação das soluções tanto para planejamento como pós-implantação, a questão da qualificação para uma área verde precisa ser considerada no projeto, incluindo uma função para aquela área. O E4 enfatiza que “a questão da enchente crítica tenho que olhar também para a função daquele parque, um parque só para passear, tem que ter uma ação importante, porque ele vai interceptar uma parte da água da chuva que cai”.

A mensuração e avaliação das soluções, podem estar relacionadas às funcionalidades identificadas com base nas soluções adotadas. Conforme explorado pelos entrevistados e pela literatura, as soluções verdes possuem uma característica de multifuncionalidade, o que corrobora para gerar benefícios sociais, ambientais e econômicos.

Em conformidade com o E4 e Herzog (2010), os autores Janssen et al. (2020) mencionam que a multifuncionalidade da natureza apoia nas tratativas das inundações. As soluções da infraestrutura verde transpassam e podem fornecer muitas funções, conforme citado pelo E4 e apresentado por Herzog (2010, p. 5).

A infraestrutura verde é composta por redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados (inclui rios, canais, ruas e propriedades públicas e privadas) e interconectados, que reestruturam o mosaico da paisagem. Visa manter ou restabelecer os processos naturais e culturais que asseguram a qualidade de vida urbana.

Tal questão da monofuncionalidade também foi destacada por Herzog (2010, p. 4), qual faz alusão ao contexto urbanístico na infraestrutura cinza.

A urbanização tradicional é baseada na infraestrutura cinza monofuncional, focada no automóvel: ruas visam a circulação de veículos; sistemas de esgotamento sanitário e drenagem objetivam se livrar da água e do esgoto o mais rápido possível; telhados servem apenas para proteger edificações e estacionamentos asfaltados são destinados a parar carros. A infraestrutura cinza interfere e bloqueia as dinâmicas naturais; além de ocasionar consequências como inundações/deslizamentos, suprime áreas naturais alagadas/alagáveis e florestadas que prestam serviços ecológicos insubstituíveis em áreas urbanas.

4.2.2.7 Desafios da gestão das inundações urbanas na cidade de São Paulo

Os desafios presentes na gestão das inundações urbanas, foram outro ponto relevante por ser considerado como um empecilho que impacta a adoção de medidas inovadoras, não convencionais, como as soluções baseadas na natureza.

A maior parte dos entrevistados enfatizou os desafios que envolvem a falta de proximidade da gestão de riscos com a liderança municipal da cidade (prefeitura). Conforme citado pelo E4: “[...] não adianta eu ter ideia para a cidade ser inteligentes, contratando *softwares* mirabolantes, coisas bonitas e se não tenho quem executa e mais ainda, você não tem uma política pública que tenha continuidade”, em concordância, o E5 menciona que o maior desafio do “[...]gerenciamento das inundações [...] é trabalhar de forma sistêmica”.

A necessidade de se ter uma governança efetiva, que tenha transparência, apresentando um plano e processo que continuem independente da liderança política que se estabeleça para que seja fluido o processo de planejamento das ações necessárias. Para Johannessen e Mostert (2020) a ausência de uma abordagem sistêmica resulta em planejamentos e estratégias desconectadas da implementação.

A importância de se trabalhar e tratar a temática de inundações de maneira sistêmica e articulada entre todas as esferas e pastas foi sinalizado por todos os entrevistados, o que corrobora a estratégia integrada de administração de riscos apresentada por Jha, Bloch e Lamond (2012).

Conforme exposto pelo E5, está presente o desafio de interligar as secretarias e pastas da administração pública para que se tornem elementos nos projetos de Parques Lineares. Principalmente considerando a transversalidade dos impactos envolvidos para o planejamento de soluções verdes.

Por exemplo, esse Canivete, é o parque linear, mas que foi feito dentro, junto com a SEHAB num programa de urbanização de favelas. Então esses trabalhos transversais, ou integradas é o desafio, de fazer coisas integradas com outras secretarias.

Outro ponto atrelado a gestão pública está na continuidade de investimentos nas soluções implantadas para que possam ser expandidas e melhoradas. O entrevistado cita que o Parque Linear Canivete foi feito há 10 anos, apresentando muitos aspectos positivos à comunidade local e foi pouco vandalizado, mas acabou se tornando “um piloto congelado lá. Ah! Fez um, deu certo e está lá. Então, não faz mais nada. Não faz mais nenhum. O que, a gente, no fundo, não é isso que quer”.

Outro aspecto apresentado pelo E4, explora a necessidade de a política pública possuir um viés de considerar o parque linear como “uma política de melhoria da qualidade de saúde das pessoas, colocasse outras políticas nesse parque”.

Reynaud et al. (2017) sinaliza que o desenvolvimento em larga escala de parques urbanos pode gerar alguns desafios políticos. Em algumas localidades as obras verdes podem gerar um atrito entre o valor da terra para o desenvolvimento versus para moradia. E complementa que o envolvimento das partes interessadas locais no processo decisório são um ponto crucial.

Nessa abordagem, Lilli et al. (2020) mencionam que em muitos países, as SbN nem mesmo estão sendo consideradas devido à ausência de políticas que incentivem o desenvolvimento das soluções verdes em detrimento do desenvolvimento das soluções de infraestrutura convencional. Os autores ainda citam que, nos casos em que são incorporadas, ainda assim, nota-se a carência de apoio legislativo e a presença de barreiras para implementação das medidas.

Para o sucesso das iniciativas das Soluções Baseadas na Natureza (infraestrutura verde), deve funcionar uma estrutura para desenvolvimento e conservação; antes do desenvolvimento realizar o planejamento e projeção verde; as ligações entre agências, setor privado e não governamental, e uma conexão estratégica do sistema são chaves para a manutenção dos processos e serviços (escoamento de águas pluviais, limpeza de água, entre outros); iniciativas verdes podem ser usadas em qualquer escala ou tamanho; baseada em práticas, teorias e ciências no planejamento e uso da terra; investimento é ponto crítico para reduzir a suscetibilidade das comunidades a inundações; e, envolve parceiros chaves e diversos *stakeholders* (BENEDICT; MACMAHON, 2001).

4.2.3 Perspectivas futuras de acordo com os entrevistados para a utilização de soluções baseadas na natureza ao combate das inundações em São Paulo

O entrevistado E1 destacou que, apesar dos desafios existentes, enxerga boas perspectivas para o uso das medidas de combate às inundações com base nas soluções baseadas na natureza. Sua justificativa se baseia na importância de se pensar em alternativas de soluções, já que a prefeitura e o governo do Estado de São Paulo, devido a problemas de falta de recursos financeiros, não têm condições de implantar todas as soluções cinzas necessárias para a devida solução do problema de inundação urbana. Neste sentido, o entrevistado destaca a importância de se pensar em soluções complementares às existentes, com vias a proporcionar maior resiliência da cidade em relação às cheias.

Nesse sentido, o E5 menciona que a visão de controle das inundações mudou, passando de controle para a visão de convívio, combinando soluções para que a problemática possa ser resolvida.

E1 destacou que sua Secretaria vem tentando associar medidas de soluções cinzas a medidas de soluções verdes. Assim:

[...] a gente está procurando fazer associação, por exemplo, um piscinão e a gente fazer ele associado a uma obra mais verde. Ou se faz uma canalização, não faz uma canalização de concreto. Basicamente, procuramos recriar o curso d'água.

O entrevistado também cita a experiência em um dos afluentes do Pirajuçara, chamado Antonico, que pode ser apontado como exemplo em que se optou pelo resgate do curso natural de um trecho do canal fluvial, com base em solução mais verde:

A gente procurou resgatar um pouco o curso natural num trecho ali perto entre Paraisópolis e o estádio do Morumbi ele tem um trequinho aberto. Então, ao invés de fazer uma solução convencional de canal de concreto e pistas laterais, a gente está procurando fazer nova proposta de um canal mais verde.

O entrevistado também cita a experiência do Vale do Anhangabaú, onde foi possível associar medidas convencionais a medidas verdes:

Se a gente pega uma área densamente ocupada e como mesmo na do Anhangabaú a gente conseguiu colocar os dois tipos de solução. A solução para a bacia, ela mescla as duas coisas. Então hoje a gente procura mesclar e fazer o possível onde é possível a gente fazer aumentar a infiltração e a arborização [...] no plano, você vai ver.

Em sintonia, Turconi et al. (2020) mencionam os desafios do crescimento populacional, da expansão urbana e das mudanças climáticas aos problemas das inundações urbanas, e destacam a importância da incorporação das soluções baseadas na natureza nas ações de

planejamento urbano, para que as cidades se tornem mais resilientes e adaptáveis à realidade hidrometeorológica existente.

Nas áreas mais vulneráveis a inclusão de ações coletivas relacionadas a infraestrutura verde pode melhorar a qualidade de vida e o bem-estar humano, inclusive pode abranger diversas áreas como gestão de riscos, políticas de saúde, água entre outras (RONCHI; ARCIDIACONO, 2018).

O E1 também destaca que estas medidas adotadas no âmbito do SIURB necessitam de outras iniciativas sistêmicas por parte da Secretaria do Verde, que possui programas que podem ampliar o efeito das medidas criadas:

A Secretaria do Verde tem alguns programas de calçadas verdes. Procurar, por exemplo, pegar uma rua que tem, ou que é usada como estacionamento, ou uma faixa que é usada como estacionamento dos veículos. Então, procurar deixar impermeável só a pista de rolamento central da rua e as laterais onde param os carros, deixar ou com canteiros ou com pisos permeáveis. Tem um nome, até esse tipo de rua, mais verde. Plantar mais árvores e tal. Então, eu acredito nesse tipo de programa.

Como alternativa e incentivo à escalabilidade das soluções, o E5 cita que o Plano Diretor pode ser aliado na implementação de telhados verdes, jardins de chuva, entre outras soluções verdes que possam ser exploradas e conseqüentemente criar uma massa crítica para apoiar com avaliação dos resultados.

[...] o plano diretor tem uma novidade chamada cota ambiental, então você dá benefícios se o cara tiver um terreno maior que 500 m² e ele tem que... parede verde ganha ponto, telhado verde ganha ponto, o jardim de chuva ganha ponto, então você incentiva a fazer isso em imóvel acima de 500m². Isso está na Lei, está escrito, sabe, mas se você tem uma cidade com 12 milhões, 20 pessoas fazendo isso, quem vai atrás disso para catar dados para ver se funciona daqui a dez anos?

Conforme citado pelo E5, seguindo as diretrizes no Plano Diretor Estratégico de São Paulo na etapa de licenciamento urbanístico para reformas e construções novas. A “cota ambiental é um conjunto de parâmetros alternativos de qualificação ambiental da ocupação dos lotes” (SÃO PAULO, 2014, p. 4). O IPTU Verde é uma medida de incentivo fiscal adotada na cidade de São Paulo para fomentar o revestimento arbóreo e as áreas de Proteção aos Mananciais (SÃO PAULO, 2020c).

A lei 13.885/04 de Zoneamento e uso do Solo menciona a exigência de uma Taxa de Permeabilização mínima de 15% (SÃO PAULO, 2014). Na Lei 14.933/2009 sobre a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo institui diretrizes que impactam a permeabilização do solo, com destaque na seção de Uso do Solo conforme os artigos a seguir.

Art. 19. O Poder Público deverá, com auxílio do setor privado e da sociedade, promover a requalificação de áreas habitacionais insalubres e de risco, visando

oferecer condições de habitabilidade para a população moradora e evitar ou minimizar os riscos decorrentes de eventos climáticos extremos;

Art. 20. O Poder Público deverá, com auxílio do setor privado e da sociedade, promover a recuperação de áreas de preservação permanente, especialmente as de várzeas, visando evitar ou minimizar os riscos decorrentes de eventos climáticos extremos;

Art. 21. No licenciamento de empreendimentos, observada a legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo, deverá ser reservada área permeável sobre terreno natural, visando à absorção de emissões de carbono, à constituição de zona de absorção de águas, à redução de zonas de calor, à qualidade de vida e à melhoria da paisagem (SÃO PAULO, 2009).

Porém é um ponto de difícil acompanhamento por parte dos órgãos públicos, considerando o tamanho da cidade de São Paulo. O E5 ainda enfatiza que o poder público poderia dar o exemplo, implantando soluções verdes nos imóveis que ocupa.

Quando questionado se o entrevistado tinha ciência de alguma solução baseada na natureza adotada em outros países e que poderia ser aproveitada em São Paulo, E1 disse que teve a possibilidade de, ao longo de sua carreira, visitar diversos lugares e conhecer iniciativas interessantes e que poderiam ser pensadas para esta cidade. O entrevistado citou a experiência que conheceu de cidades alemãs que convivem com as cheias do Rio Reno, fato que foi possível pela construção de uma série de contenção de barreiras. Citou também a experiência que conheceu em Milão, em que pôde ver “um tipo de reservatório embaixo das ruas, que chamam de reservatório linear”.

Por fim, o E1 apontou que esteve nos Estados Unidos, em um evento, no qual se tratava “de um tratamento paisagístico para reservatórios” em que se “faz uma área inundável, somada a tratamento paisagístico e com uma ficção hidráulica”. O entrevistado E1 disse que algumas destas experiências estão presentes nos cadernos da SIURB e que ela vem tentando agregar estas ideias em seus trabalhos.

O E3 mencionou sobre sua participação de outros membros da equipe e até da SIURB em alguns fóruns e comitês nacionais e internacionais que tratam da temática de inundações, inclusive disse que a COMDEC está inserida nesse contexto de Adaptação Climática, devido a participação na elaboração do Plano de Adaptação Climática. O referido entrevistado recordou a visita internacional (Dinamarca ou Suécia, pois não se lembrava ao certo o nome do país) ao gabinete do prefeito para discutir sobre como tratar a questão da drenagem com obras mais sustentáveis na cidade.

[...] nessa reunião até os representantes que vieram comentaram da possibilidade de fazer uma academia, de fazer uma vivência de levar alguns servidores da prefeitura para lá, para que eles se adaptassem e eles também virem para São Paulo com esse enfoque de ver as soluções que foram colocadas.

Outro momento destacado pelo E3 foi uma parceria com a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), organização com foco na prevenção de desastres.

Apesar dessas participações, observou-se incômodo por parte dos entrevistados E4 e E5, que mencionaram a dificuldade de implementação das iniciativas, “[...], mas também não adianta nada, se vai trocar experiências, vai trazer para cá ideias legais e não consegue fazer as coisas andarem” e o outro menciona que “São Paulo aplica pouco o que ela aprende nos fóruns. A gente não aplica, a gente faz discursos”. E um outro agravante é a participação em fóruns internacionais com países que possuem realidades diferentes com as vividas no Brasil.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para que um gerenciamento do risco de inundação seja efetivo, integrado e inclusivo se faz uso de uma política de macrodrenagem que envolva e inclua a sociedade para discutir e identificar as melhores medidas para a convivência com as inundações se tornando uma rede, pois as inundações são um fenômeno que não deixará de existir e não será possível extingui-lo, pelo contrário, com os adventos das mudanças climáticas e crescimento populacional, será cada vez mais desafiadora a relação de convivência com as águas.

A identificação de casos na aplicação de SbN para o combate às inundações urbanas que foram analisados com base na literatura, evidenciaram a diversidade de medidas que podem ser aplicadas e a necessidade de um amplo espaço para algumas delas, como parques urbanos e pequenos espaços como jardins de chuva. Os resultados desta análise permitem identificar a semelhança entre a visão dos entrevistados com a literatura, destacando a questão do espaço necessário à implementação e os benefícios de soluções verdes para a sociedade e para o meio ambiente.

Das medidas que podem ser inseridas no planejamento e governança de risco para o enfrentamento às inundações, atualmente as mais implantadas na cidade de São Paulo são as conhecidas como soluções cinzas, tradicionais ou convencionais. Destacam-se pelos entrevistados e pela literatura, os piscinões e canalização de córregos como ações que foram e têm sido as mais efetivas no controle das inundações urbanas.

Os Cadernos de Bacias Hidrográficas, Relatório de Plano de Metas e outros documentos avaliados retratam em sua maioria soluções de infraestrutura cinza, apesar de estar presente solução verde como a criação de parques lineares. Mostrou-se que a incidência de medidas convencionais é maior do que as medidas verdes. As soluções baseadas na natureza são mencionadas nas recomendações e planejamento na gestão das águas na cidade de São Paulo, mas ainda de forma incipiente e não ilustram com frequência outras ações além dos parques lineares.

Em complemento, a experiência compartilhada pelos entrevistados trouxe uma contribuição valiosa ao trabalho, enfatizando pontos sensíveis e importantes de desafios na implementação e mensuração de soluções verdes na cidade de São Paulo. A partir da análise de conteúdo das entrevistas e dos documentos consultados, foram identificados desafios na adoção de SbN que necessitam de esforços para que sejam minimizados desde a etapa de planejamento até o acompanhamento após a implantação das medidas adotadas.

Dentre as barreiras identificadas pelos atores estão questões relacionadas a i) cultura e participação da sociedade; ii) desconhecimento da dinâmica hidrológica fluvial por parte dos órgãos; iii) dificuldade de recursos para o financiamento das soluções; e iv) fragilidades na administração pública, tanto no quesito de envolver todos os atores impactados, como a implementação e avaliação de medidas verdes, que ainda é incipiente.

Com base nos resultados desta pesquisa, possibilita a sugestão para mitigar os desafios apresentados, com a experimentação de soluções verdes em menor escala, sendo alinhadas e apoiadas pelo maior número possível de pastas dentro e fora da prefeitura visto que tem bacias que extrapolam os limites do município. Além desse ponto, as instituições de ensino podem apoiar na mensuração dos resultados obtidos, corroboram na avaliação da efetividade das soluções implantadas, inclusive podem colaborar com a disseminação a sociedade sobre a importância da infraestrutura verde combinada com a infraestrutura cinza.

As medidas ideais mencionadas pelos entrevistados e a literatura enfatizou que a chave é que as medidas adotadas sejam feitas em conjunto, ou seja, soluções mistas em que há presença de infraestrutura verde e cinza.

As inundações urbanas continuarão sendo um dos desafios para o planejamento urbano da cidade de São Paulo e para os seus respectivos gestores públicos. Para colaborar com os formuladores e *stakeholders* de políticas públicas, o presente estudo contribui com a compreensão a partir da perspectiva de atores relevantes envolvidos no processo de gestão da cidade no que se refere a risco de inundações, proporciona visibilidade dos desafios que podem ser identificados pela prática na implementação de soluções verdes e aborda sugestões para ampliar o uso de SbN na cidade de São Paulo.

O presente estudo, além de cooperar com objetivos estratégicos do papel dos gestores públicos, contribui para preencher a lacuna identificada na produção acadêmica de pesquisadores vinculados a instituições brasileiras que abordam a temática de aplicação de soluções baseadas na natureza para inundações urbanas.

Para futuras pesquisas recomenda-se a ampliação dos *stakeholders* pesquisados, inclusive se possível realizar visitas in loco para melhor compreensão da atuação, trabalho e equipamentos utilizados na gestão das inundações na cidade de São Paulo.

Um outro ponto a ser explorado refere-se a compreensão das mudanças de chuvas e temperatura confrontando com o processo evolutivo de urbanização, desta forma, a partir de dados primários (dados de precipitação e/ou pluviométricos) associados com temperaturas registradas na cidade de São Paulo possibilita um estudo acerca da relação entre esses três fatores nos episódios de inundações.

REFERÊNCIAS

AERTS, J. C. J. H. A Review of Cost Estimates for Flood Adaptation. **Water**, v. 10, n. 11, p. 1646, 13 nov. 2018.

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.

ALVES FILHO, A. P.; RIBEIRO, H. A percepção do caos urbano, as enchentes e as suas repercussões nas políticas públicas da Região Metropolitana de São Paulo. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 145–161, dez. 2006.

AMARAL, R. DO; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO (Eds.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3a ed ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 39–52.

ANA, A. N. DE Á. **Folheto Institucional ANA 2018**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <www.ana.gov.br>.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo** São Paulo Edições 70, , 1979.

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, 2007a.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>>.

BRASIL. **Diários Jusbrasil** Diário Oficial da União, , 2013. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/64473775/dou-secao-1-24-12-2013-pg-58>>. Acesso em: 28 mar. 2020

BRASIL. **Gestão de Riscos: Noções Básicas em Proteção e Defesa Civil e em Gestão de Riscos - livro base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional – MI, 2017.

BRASIL. **CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/informacoes->

uteis/centro-nacional-de-gerenciamento-de-riscos-e-desastres-cenad>. Acesso em: 19 dez. 2020.

BROLLO, M. J. **Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e Redução de Riscos Geológicos**. [s.l.: s.n.].

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: Um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513–518, 2013.

CARLOS, A. F. A. A metrópole de São Paulo no contexto da urbanização contemporânea. **Estudos Avancados**, v. 23, n. 66, p. 303–314, 2009.

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.

CASTRO, A. L. C. DE. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select_action=&co_autor=34085>.

CEMADEN, C. N. DE M. E A. DE D. N. **No Title**. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

CEPED UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. Florianópolis: [s.n.]. v. Brasil

CEPED UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. Florianópolis: [s.n.]. v. São Paulo

CGE, C. DE G. DE E. C. DA P. DE S. P. **No Title**. Disponível em: <<https://www.cgesp.org>>. Acesso em: 20 maio. 2020.

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.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CNM, C. N. DE M. **Defesa Civil e Prevenção de Desastres: Como seu Município pode estar preparado. Coletânea Gestão Pública Municipal: Gestão 2017-2020**. Brasília: [s.n.].

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

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. v. 1, n. 20, p. 193–204, 2003.

CONNOP, S. et al. Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure. **Environmental Science and Policy**, v. 62, p. 99–111, 2016.

COSTA, R. N. E et al. GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RISCOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**, p. 9, 2015.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre/Missao%2C-Visao%2C-Valores-e-Principios-19>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

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 TEEFFELEN, 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.

DONALDSON, T.; PRESTON, L. E. The stakeholder theory of the corporation: concepts, evidence and implications. **Academy of management Review**, v. 20, n. 1, p. 65–91, 1995.

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, A. B. D. H. **Novo Aurélio século XXI: dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

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.

FGV EAESP. **Soluções baseadas na Natureza**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.p22on.com.br/wp-content/uploads/2017/12/P22ON_DEZEMBRO-2017-edfinal.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre: Penso, 2013.

FREITAS, C. M. DE et al. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência - lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na região serrana, Brasil. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1577–1586, 2012.

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.

GOVERNO DE SÃO PAULO. **Informativo da Defesa Civil do Estado de São Paulo- EM AÇÃOS** São Paulo, 2020.

GUTIERREZ, A. I. R.; RAMOS, I. C. **Guia de Técnicas Sustentáveis em Drenagem Urbana**. [s.l.] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), 2017.

HERZOG, C. **SEÇÃO IV: AMBIENTE CONSTRUÍDO INFRA-ESTRUTURA VERDE PARA CIDADES MAIS SUSTENTÁVEIS**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://inverde.files.wordpress.com/2011/05/secao-iv_3_infra_verde_docfinal_rev.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

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

HIRATA, E. et al. Mapeamento dinâmico e colaborativo de alagamentos na cidade de São Paulo. **Boletim de Ciências Geodesicas**, v. 19, n. 4, p. 602–623, 2013.

IBGE. **Caracterização da População em Áreas de Risco no Brasil** População em áreas de risco no Brasil. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2020.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/sobre>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

IUC, C. U. **Sobre o Pacto - Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia**. Disponível em: <<http://pactodealcaldes-la.eu/pt-br/sobre-o-pacto/>>. Acesso em: 6 jun. 2020.

JACOBI, P. R.; ALEDO, A.; WARNER, J. Sobre a necessidade de tratar dos desastres no contexto da sociedade de risco. **Ambiente & Sociedade**, p. 01–04, 2014.

JANSSEN, S. et al. On the nature based flood defence dilemma and its Resolution: A game theory based analysis. **Science of the Total Environment**, v. 705, 2020.

JANZEN, C. FISCHBORN, M. Lessons learned from the case studies. In: **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. [s.l.] IUCN, Gland, Switzerland, 2016. p. 25–26.

JAROSZEWSKI, C. R.; BALTAZAR, C. G.; HARNIK, S. B. **Defesa Civil do município de São Paulo: desafios à articulação e relações institucionais**. [s.l.] FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 2013.

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.

JOHANNESSEN, A.; MOSTERT, E. Urban water governance and learning-Time for more systemic approaches? **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 17, 2020.

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.

LIQUETE, C. et al. Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. **Ecosystem Services**, v. 22, p. 392–401, 2016.

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.

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

MARGULIS, S. **Guia De Adaptação Às Mudanças Do Clima Para entes federativos**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <https://d3nehc6y19qzo4.cloudfront.net/downloads/guia_adaptacao_wwf_iclei_revfinal_01dez_2.pdf>.

MATTEDI, M. Dilemas e perspectivas da abordagem sociológica dos desastres naturais. **Tempo Social**, v. 29, n. 3, p. 261–285, 2017.

MCTIC. **Plano diretor 2019-2022**. São José dos Campos: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES, 2019.

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-pelo-mundo-para-combater-enchentes-em-centros-urbanos.ghtml>>. Acesso em: 1 dez. 2020.

MELAZO, G. C. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares e Trilhas**, v. 6, n. 6, p. 45–51, 2005.

MELHORAMENTOS. **Minidicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1997.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Política Nacional de Defesa Civil** Ministério da Integração Nacional. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>>.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7–32, 1999.

NOBRE, C. A. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo: relatório final**. São José dos Campos, SP: [s.n.].

OLIVEIRA, M. DE. **Sistema de Comando em Operações - Guia de Campo**. Florianópolis: [s.n.].

PAGANO, A. et al. Engaging stakeholders in the assessment of NBS effectiveness in flood risk reduction: A participatory System Dynamics Model for benefits and co-benefits evaluation. **Science of the Total Environment**, v. 690, p. 543–555, 2019.

PINHO, P.; FINCO, S.; PINHO, C. **Overview of the Brazilian Centre for Natural Disaster Monitoring and Alerts (CEMADEN)**. Proceedings of the Fifth International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. **Anais...: MEDES '13**. New York, NY, USA:

Association for Computing Machinery, 2013Disponível em:
<<https://doi.org/10.1145/2536146.2536193>>

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª edição ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

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.

REN, J. L. et al. An Informetric Profile of Water Resources Management Literatures. **Water Resources Management**, v. 27, n. 13, p. 4679–4696, 2013.

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.

RONCHI, S.; ARCIDIACONO, A. Adopting an ecosystem services-based approach for flood resilient strategies: The case of Rocinha Favela (Brazil). **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 1, 2018.

RUANGPAN, L. et al. Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 20, n. 1, p. 243–270, 2020.

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

SAITO, S. M.; SORIANO, É.; LONDE, L. DE R. Desastres Naturais. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. (Eds.). . **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 23–42.

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.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos**

da geografia. 6 ed. 2. R ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014.

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

SÃO PAULO, P. D. M. DE. **PROGRAMA DE METAS 2017-2020 - RELATÓRIO 2019-2020.** São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/governo/arquivos/programa_de_metas/Relatorio_PdM_Final.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2021.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **Características gerais do municípioDados.** São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/meio_ambiente/projetos_acoas/0004/capitulo2.pdf>.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **LEI Nº 14.933, DE 5 DE JUNHO DE 2009**São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/comite_do_clima/legislacao/leis/index.php?p=15115>. Acesso em: 7 maio. 2021

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **Defesa Civil do Estado completa 36 anos | Governo do Estado de São Paulo.** Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/defesa-civil-do-estado-completa-36-anos/>>. Acesso em: 25 maio. 2020.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **COTA AMBIENTAL : Proposta preliminar para debate.** São Paulo: [s.n.].

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **História de São Paulo - Biblioteca Virtual.** Disponível em: <<http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-historia-de-sao-paulo.php>>. Acesso em: 21 set. 2020a.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **Organização da Defesa Civil.** Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/seguranca_urbana/defesa_civil/organizacao/index.php?p=247627>. Acesso em: 31 jan. 2021b.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **Plano Chuvas de verão 2019/2020: obras, ações preventivas e emergenciais para a cidade.** Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/justica/noticias/?p=288255>>. Acesso em: 1 fev. 2021c.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **Competências e atribuições definidas por lei | Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras.** Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/acesso_a_informacao/index.php?p=178778>. Acesso em: 20 dez. 2020a.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **No Title**. Disponível em:

<<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/index.php?p=8978>>. Acesso em: 22 maio. 2020b.

SÃO PAULO, P. DA C. DE. **Descontos - Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU)**.

Disponível em:

<<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/fazenda/servicos/iptu/index.php?p=2457>>. Acesso em: 7 maio. 2021c.

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **Estudo de viabilidade ambiental (e.v.a.), para a construção do reservatório de amortecimento de picos de cheias - bacia do córrego verde, pinheiros – São Paulo**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/eva_reservat_ua_abegoaria.pdf>.

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA - Córrego mandaqui**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em:

<<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/upload/arquivos/mandaqui.pdf>>.

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA - Córrego CABUÇU DE BAIXO**. São Paulo: [s.n.].

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA - Córrego JACU**. São Paulo: [s.n.].

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA - Córrego JAGUARÉ**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em:

<<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/upload/arquivos/jaguare.pdf>>.

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA - Córrego MORRO DO S.** São Paulo: [s.n.].

SÃO PAULO, P. DO M. DE. **CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA Córrego ÁGUA ESPRAIDA**. São Paulo: [s.n.].

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.

SCARLATO, F. C. População e urbanização brasileira. In: ROSS, J. I. S. (ORG. . (Ed.). . **Geografia do Brasil**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005. p. 381–463.

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-para-inundacoes>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

TOMINAGA, L. K. Desastres Naturais: Porque ocorrem? In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO (Eds.). . **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3a ed ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 11–24.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

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.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. [s.l.] Ed. dos Autores, 2003. v. 1

TURCONI, L. et al. Implementation of nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction in small mediterranean catchments: The case of portofino natural regional park, Italy. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 3, 2020.

UNEP, U. E. P. **PNUMA e IUCN lançam novo programa de 20 milhões de euros sobre adaptação baseada em ecossistemas**. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/pnuma-e-iucn-lancam-novo-programa-de-20-milhoes-de>>. Acesso em: 3 set. 2020.

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**Interciencia. Paris: [s.n.].

UNISDR. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015- 2030**, v. 2030, p. 1–25, 2015.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects - The 2014 Revision**. New York: [s.n.].

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision** Population Division (2018). [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>>. Acesso em: 21 maio. 2020.

VALENTE, O. F. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. **Minha Cidade**, v. ano 10, n. n. 109.01, p. 270, 2009.

VARVASOVSKY, Z.; BRUGHA, R. A stakeholder analysis. **Health policy and planning**, v. 15, n. 3, p. 338–345, 2000.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa. **São Paulo: Atlas**, 2006.

VILLELA, A. V.; SUZIGAN, W. **Política econômica e crescimento da economia brasileira: 1889-1945** Ipea/Inpes. Rio: [s.n.].

WALTER, S. A.; BACH, T. M. Adeus Papel, Marca-Textos, Tesoura E Cola: Inovando O Processo De Análise De Conteúdo Por Meio Do Atlas.Ti. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 275, 2015.

YU, Y. et al. Residents' willingness to participate in green infrastructure: Spatial differences and influence factors in Shanghai, China. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 19, 2019.

ZHOU, D. 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.

APÊNDICE A - ARTIGOS DA REVISÃO

Critério	Classificação	Autores	Título
CI3	Inclusão	(JOHANNESSEN; MOSTERT, 2020)	Urban water governance and learning-Time for more systemic approaches?
CI3	Inclusão	(LILLI et al., 2020)	Vision-based decision-making methodology for riparian forest restoration and flood protection using nature-based solutions
CI3	Inclusão	(PAGANO et al., 2019)	Engaging stakeholders in the assessment of NBS effectiveness in flood risk reduction: A participatory System Dynamics Model for benefits and co-benefits evaluation
CI3	Inclusão	(YU et al., 2019)	Residents' willingness to participate in green infrastructure: Spatial differences and influence factors in Shanghai, China
CI3	Inclusão	(SANTORO et al., 2019)	Assessing stakeholders' risk perception to promote Nature Based Solutions as flood protection strategies: The case of the Glinščica river (Slovenia)
CI3	Inclusão	(RONCHI; ARCIDIACONO, 2018)	Adopting an ecosystem services-based approach for flood resilient strategies: The case of Rocinha Favela (Brazil)
CI3	Inclusão	(CHAN et al., 2018)	“Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context
CI3	Inclusão	(DAVIES et al., 2017)	Challenges for tree officers to enhance the provision of regulating ecosystem services from urban forests
CI3	Inclusão	(LIQUETE et al., 2016)	Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits
CI3	Inclusão	(GIANNAKIS et al., 2016)	Linear parks along urban rivers: Perceptions of thermal comfort and climate change adaptation in Cyprus
CI3	Inclusão	(CONNOP et al., 2016)	Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure
CI2	Inclusão	(FASTENRATH; BUSH; COENEN, 2020)	Scaling-up nature-based solutions. Lessons from the Living Melbourne strategy
CI2	Inclusão	(JANSSEN et al., 2020)	On the nature based flood defence dilemma and its Resolution: A game theory based analysis
CI2	Inclusão	(TURCONI et al., 2020)	Implementation of nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction in small mediterranean catchments: The case of portofino natural regional park, Italy
CI2	Inclusão	(STEFANAKIS, 2019)	The Role of ConstructedWetlands as Green Infrastructure for Sustainable Urban Water Management
CI2	Inclusão	(LIU; JENSEN, 2017)	Climate resilience strategies of Beijing and Copenhagen and their links to sustainability
CI2	Inclusão	(REYNAUD et al., 2017)	Going green? Ex-post valuation of a multipurpose water infrastructure in Northern Italy
CI2	Inclusão	(DERKZEN; VAN TEEFFELEN; VERBURG, 2017)	Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences?

Critério	Classificação	Autores	Título
CI2	Inclusão	(ALBERT et al., 2019)	Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute?
CE2	Excluir	(SHORT et al., 2019)	Capturing the multiple benefits associated with nature-based solutions: Lessons from a natural flood management project in the Cotswolds, UK
CE1	Excluir	(STÜRCK; SCHULP; VERBURG, 2015)	Spatio-temporal dynamics of regulating ecosystem services in Europe- The role of past and future land use change
CE5	Excluir	(HANSON; WICKENBERG; ALKAN OLSSON, 2020)	Working on the boundaries—How do science use and interpret the nature-based solution concept?
CE5	Excluir	(BRINK et al., 2016)	Cascades of green: A review of ecosystem-based adaptation in urban areas
CE4	Excluir	(RUCKELSHAUS et al., 2020)	Harnessing new data technologies for nature-based solutions in assessing and managing risk in coastal zones
CE4	Excluir	(SLINGER; VREUGDENHIL, 2020)	Coastal engineers embrace nature: Characterizing the metamorphosis in hydraulic engineering in terms of four continua
CE4	Excluir	(KIRSHEN et al., 2020)	Integrated assessment of storm surge barrier systems under present and future climates and comparison to alternatives: a case study of Boston, USA
CE4	Excluir	(WONG et al., 2020)	A preliminary assessment of coastal GI's role during Hurricane Sandy: a case study of three communities
CE4	Excluir	(FERNÁNDEZ-MONTBLANC; DUO; CIAVOLA, 2020)	Dune reconstruction and revegetation as a potential measure to decrease coastal erosion and flooding under extreme storm conditions
CE4	Excluir	(MURY et al., 2020a)	Mapping Nature-based Marine Flooding Risk using VHR Wave, Airborne LiDAR and Satellite Imagery: The Case Study of the Dol Marsh (Bay of Mont-Saint-Michel, France)
CE4	Excluir	(MESELHE et al., 2020)	Knowledge-Based Predictive Tools to Assess Effectiveness of Natural and Nature-Based Solutions for Coastal Restoration and Protection Planning
CE4	Excluir	(MAIOLO; MEL; SINOPOLI, 2020)	A Stepwise Approach to Beach Restoration at Calabaia Beach
CE4	Excluir	(BAUSTIAN et al., 2020)	Engaging coastal community members about natural and nature-based solutions to assess their ecosystem function
CE4	Excluir	(LISKI et al., 2019)	Governance and stakeholder perspectives of managed re-alignment: adapting to sea level rise in the Inner Forth estuary, Scotland
CE4	Excluir	(SUTTON-GRIER; SANDIFER, 2019)	Conservation of Wetlands and Other Coastal Ecosystems: a Commentary on their Value to Protect Biodiversity, Reduce Disaster Impacts, and Promote Human Health and Well-Being
CE4	Excluir	(MORRIS et al., 2019)	Developing a nature-based coastal defence strategy for Australia
CE4	Excluir	(VUIK et al., 2019)	Salt marshes for flood risk reduction: Quantifying long-term effectiveness and life-cycle costs
CE4	Excluir	(ONOREVOLE; THOMPSON; PIEHLER, 2018)	Living shorelines enhance nitrogen removal capacity over time

Cr�terio	Classifica�o	Autores	T�tulo
CE4	Excluir	(VAN COPPENOLLE; SCHWARZ; TEMMERMAN, 2018)	Contribution of Mangroves and Salt Marshes to Nature-Based Mitigation of Coastal Flood Risks in Major Deltas of the World
CE4	Excluir	(NARAYAN et al., 2017)	The Value of Coastal Wetlands for Flood Damage Reduction in the Northeastern USA
CE4	Excluir	(LAFORTEZZA; SANESI, 2019)	Nature-based solutions: Lessons from around the world
CE3	Excluir	(HAMANN et al., 2020)	Valuing the Multiple Benefits of Blue-Green Infrastructure for a Swedish Case Study: Contrasting the Economic Assessment Tools B�EST and TEEB
CE3	Excluir	(CARNELLI; MUGNANO; SHORT, 2020)	Local knowledge as key factor for implementing nature-based solutions for flood risk mitigation
CE3	Excluir	(LA ROSA; PAPPALARDO, 2020)	Planning for spatial equity - A performance based approach for sustainable urban drainage systems
CE3	Excluir	(ARFAOUI; GNONLONFIN, 2020)	Supporting NBS restoration measures: A test of VBN theory in the Brague catchment
CE3	Excluir	(MART� et al., 2019)	The SUDS Commission of the Barcelona City Council as an entity that integrates the different perspectives [La comisi�n de suds del ayuntamiento de Barcelona como ente integrador de las diferentes �pticas]
CE3	Excluir	(VALENTE; COZZOLINO; FERRARA, 2019)	Enforceability and benefits of mediterranean green streets [Applicabilit� e benefici delle green street mediterranee]
CE3	Excluir	(BLAU; LUZ; PANAGOPOULOS, 2018)	Urban river recovery inspired by nature-based solutions and biophilic design in Albufeira, Portugal
CE3	Excluir	(BELLE; COLLINS; JORDAAN, 2018)	Managing wetlands for disaster risk reduction: A case study of the eastern Free State, South Africa
CE3	Excluir	(SELLICK, 2016)	Strategie issues - European union
CE2	Excluir	(WILLIAMS et al., 2020)	Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments
CE2	Excluir	(RUANGPAN et al., 2020)	Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area
CE2	Excluir	(MOHAN et al., 2020)	Restoring degraded riparian forest ecosystems of the Western Ghats for ecological sustainability
CE2	Excluir	(MURPHY et al., 2020)	Native woodland establishment improves soil hydrological functioning in UK upland pastoral catchments
CE2	Excluir	(MEHRYAR; SURMINSKI, 2020)	National laws for enhancing flood resilience in the context of climate change: potential and shortcomings
CE2	Excluir	(WILD; DEMPSEY; BROADHEAD, 2019)	Volunteered information on nature-based solutions — Dredging for data on deculverting
CE2	Excluir	(THORSLUND et al., 2017)	Wetlands as large-scale nature-based solutions: Status and challenges for research, engineering and management

Critério	Classificação	Autores	Título
CE1	Excluir	(ÁLVAREZ-ROGEL et al., 2020)	The case of Mar Menor eutrophication: State of the art and description of tested Nature-Based Solutions
CE1	Excluir	(SYMMANK et al., 2020)	The impact of bioengineering techniques for riverbank protection on ecosystem services of riparian zones
CE1	Excluir	(MCCLYMONT et al., 2020)	Towards urban resilience through Sustainable Drainage Systems: A multi-objective optimisation problem
CE1	Excluir	(PAGE et al., 2020)	Assessing the significance of wet-canopy evaporation from forests during extreme rainfall events for flood mitigation in mountainous regions of the United Kingdom
CE1	Excluir	(KOTSIA et al., 2020)	Converting treatment wetlands into “treatment gardens”: Use of ornamental plants for greywater treatment
CE1	Excluir	(EEKHOUT et al., 2020)	The impact of reservoir construction and changes in land use and climate on ecosystem services in a large Mediterranean catchment
CE1	Excluir	(BOSSARD; NICOLAE LERMA, 2020)	Geomorphologic characteristics and evolution of managed dunes on the South West Coast of France
CE1	Excluir	(MARIJNISSEN et al., 2020)	How natural processes contribute to flood protection - A sustainable adaptation scheme for a wide green dike
CE1	Excluir	(CRISTIANO et al., 2020)	Analysis of potential benefits on flood mitigation of a CAM green roof in Mediterranean urban areas
CE1	Excluir	(YOUNG; JORGE PAPINI, 2020)	How can scenarios on flood disaster risk support urban response? A case study in Campinas Metropolitan Area (São Paulo, Brazil)
CE1	Excluir	(CHIA; WANG; CHEN, 2020)	Flood Resilience of Urban River Restoration Projects: Case Studies in Hong Kong
CE1	Excluir	(WU et al., 2020)	On how wetlands can provide flood resilience in a large river basin: A case study in Nenjiang river Basin, China
CE1	Excluir	(XU et al., 2020)	Surface runoff in urban areas: The role of residential cover and urban growth form
CE1	Excluir	(MURY et al., 2020b)	Using multispectral drone imagery for spatially explicit modeling of wave attenuation through a salt marsh meadow
CE1	Excluir	(SAMELA et al., 2020)	Safer_RAIN: A DEM-based hierarchical filling-&-spilling algorithm for pluvial flood hazard assessment and mapping across large urban areas
CE1	Excluir	(SINGH; SARMA; HACK, 2020)	Cost-Effective Optimization of Nature-Based Solutions for Reducing Urban Floods Considering Limited Space Availability
CE1	Excluir	(ALVES et al., 2020)	Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation
CE1	Excluir	(LEAKEY et al., 2020)	Modelling the impact of leaky barriers with a 1D godunov-type scheme for the shallow water equations
CE1	Excluir	(TARA et al., 2020)	Designing with nature-based solutions to mitigate flooding in mataniko river catchment, honiara
CE1	Excluir	(OURLOGLOU; STEFANIDIS; DIMITRIOU, 2020)	Assessing nature-based and classical engineering solutions for flood-risk reduction in urban streams

Critério	Classificação	Autores	Título
CE1	Excluir	(WATKIN et al., 2019)	A framework for assessing benefits of implemented nature-based solutions
CE1	Excluir	(MAJIDI et al., 2019)	Planning nature-based solutions for urban flood reduction and thermal comfort enhancement
CE1	Excluir	(BOKHOVE et al., 2019)	Communicating (nature-based) flood-mitigation schemes using flood-excess volume
CE1	Excluir	(SHEN et al., 2019)	Mapping the city-scale supply and demand of ecosystem flood regulation services—A case study in Shanghai
CE1	Excluir	(QUENET et al., 2019)	Coupling hydrodynamic, geochemical and isotopic approaches to evaluate oxbow connection degree to the main stream and to adjunct alluvial aquifer
CE1	Excluir	(HALLIN et al., 2019)	Impact of sediment supply on decadal-scale dune evolution — Analysis and modelling of the Kennemer dunes in the Netherlands
CE1	Excluir	(LAFORTEZZA; SANESI, 2019)	Nature-based solutions: Settling the issue of sustainable urbanization
CE1	Excluir	(BAPTIST et al., 2019)	Beneficial use of dredged sediment to enhance salt marsh development by applying a ‘Mud Motor’
CE1	Excluir	(DU et al., 2019)	Mapping the capacity of concave green land in mitigating urban pluvial floods and its beneficiaries
CE1	Excluir	(GUERRERO; HAASE; ALBERT, 2018)	Locating spatial opportunities for nature-based solutions: A river landscape application
CE1	Excluir	(GAO; KIRKBY; HOLDEN, 2018)	The effect of interactions between rainfall patterns and land-cover change on flood peaks in upland peatlands
CE1	Excluir	(QUIN; DESTOUNI, 2018)	Large-scale comparison of flow-variability dampening by lakes and wetlands in the landscape
CE1	Excluir	(BLACKBURN et al., 2018)	The Soil Value Exchange: Unlocking nature’s value via the Market
CE1	Excluir	(ZÖLCH et al., 2017)	Regulating urban surface runoff through nature-based solutions – An assessment at the micro-scale
CE1	Excluir	(MASSERONI et al., 2018)	Exploring the performances of a new integrated approach of grey, green and blue infrastructures for combined sewer overflows remediation in high-density Urban areas
CE1	Excluir	(JURCZAK et al., 2018)	Hybrid system for the purification of street stormwater runoff supplying urban recreation reservoirs
CE1	Excluir	(BOELEEE et al., 2017)	Overcoming water challenges through nature-based solutions
CE1	Excluir	(METCALFE et al., 2017)	A modelling framework for evaluation of the hydrological impacts of nature-based approaches to flood risk management, with application to in-channel interventions across a 29-km ² scale catchment in the United Kingdom