

Soluções Baseadas na Natureza em projetos integrados de drenagem e de mitigação de mudanças climáticas na cidade de São Paulo (Brasil)

Milena de Oliveira

Mestranda, Uninove, Brasil.
mihdeoliveira@hotmail.com

Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Professora Associada, USP e Uninove, Brasil.
amarilislcfgallardo@gmail.com

Andreza Portella Ribeiro

Professora, Uninove, Brasil.
andrezp@uni9.pro.br

Joaquin Ignacio Bonnacarrère Garcia

Professor, USP, Brasil.
joaquinbonne@usp.br

RESUMO

Os resultados das inundações na cidade de São Paulo causam graves problemas à sociedade que tendem a ser agravados pelos efeitos das mudanças climáticas. Assim, a concepção das obras de drenagem urbana assume um papel central na atenuação desses problemas. A infraestrutura cinza é o mecanismo tradicional de drenagem usualmente empregado. As Soluções Baseadas na Natureza são alternativas às soluções tradicionais que valorizam a infraestrutura verde e azul nas cidades. Essa pesquisa tem como objetivo discutir a sinergia entre a proposição de Soluções Baseadas na Natureza como ações de planejamento para enfrentamento das inundações e ações para enfrentamento das mudanças climáticas adotadas pelo município de São Paulo. Para tanto realizou-se uma análise documental dos Cadernos de Drenagem e do Plano de Ação Climática, documentos técnicos que abordam o planejamento da drenagem urbana da cidade de São Paulo. Constatou-se que, a inserção de SbN associadas aos projetos tradicionais dos Caderno de Drenagem podem contribuir no alcance das metas propostas pelo PlanClima-SP, bem como trazer benefícios multifuncionais, gerando resiliência e sustentabilidade no que se refere ao manejo de águas urbanas.

PALAVRAS-CHAVE: Soluções Baseadas na Natureza. Drenagem urbana. Mudanças Climáticas.

1 INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo enfrenta grandes desafios no combate de inundações, devido ao processo acelerado de urbanização, característico das grandes metrópoles (COSTA e ROCHA, 2019).

A análise histórica da urbanização da cidade de São Paulo evidencia que desafios relacionados à drenagem de águas pluviais são recorrentes desde 1560, com registros de intensas precipitações e alagamentos que acarretavam prejuízos financeiros e de mobilidade (ACSP, 2014). Os impactos das inundações são sentidos por diversas esferas da sociedade, afetando ainda sobremaneira populações vulneráveis que habitam áreas sujeitas a inundações e deslizamentos de terra (VALVERDE, CARDOSO e BRAMBILA, 2018).

Os projetos de drenagem de águas pluviais devem ser elaborados concomitante ao planejamento urbano (COSTA e ROCHA, 2019). Os sistemas de drenagem em áreas urbanas constituem-se de obras de engenharia tradicionais que são denominadas infraestrutura cinza e que visam retirar as águas pluviais dos ambientes urbanos e combater enchentes e inundações. Bezerra *et al.* (2020) elucidam que, os sistemas tradicionais de drenagem não aproveitam o potencial de absorção do solo, o que contribui para dificultar o escoamento superficial das águas. As soluções de drenagem convencionais precisam ser integradas a outras medidas que possam trabalhar de maneira consorciada para garantir maior efetividade dos sistemas de drenagem (DEPIETRI e MCPHEARSON, 2017).

Neste contexto, têm-se as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) que vêm representando um conceito para integrar uma série de abordagens que usam o potencial dos ecossistemas para enfrentar os crescentes desafios da sociedade, que incluem drenagem urbana (BUSH e DOYON, 2019). As SbN também são associadas a infraestrutura verde e azul que corresponde a diversificadas tipologias de áreas verdes (parques, árvores, jardins) e áreas azuis (cursos de água) (KABISCH *et al.*, 2016).

As SbN são soluções inseridas nas cidades que valorizam a infraestrutura verde e azul, para lidar com os desafios urbanos que se intensificam com os efeitos das mudanças climática, como: aumento de inundações, longos períodos de estiagem, ilhas de calor, dentre outros. A

inserção de SbN no ambiente urbano contribui para aumentar a resiliência das cidades e a capacidade adaptativa para enfrentar desafios climáticos (COHEN, 2016; HAASE, 2021).

As SbN podem atuar conjuntamente com medidas denominadas Compensatórias de Drenagem, que intentam em compensar e atenuar os efeitos de inundações urbanas, através de projetos que envolvem práticas sustentáveis (OLIVEIRA, BARBASSA e GONÇALVES, 2016). Ao redor do mundo, essas práticas vêm ganhando destaque, pois quando associadas aos sistemas comuns de drenagem urbana, trazem benefícios econômicos, sociais e ambientais (EMILSSON e SANG, 2017).

Os desafios enfrentados pela cidade de São Paulo no que tange às mudanças climáticas e inundações, vêm sendo percebidos pelos tomadores de decisões. Diante disto, a Prefeitura Municipal de São Paulo elaborou documentos técnicos denominados Cadernos de Bacia Hidrográfica ou Cadernos de Drenagem (SIURB e FCTH, 2022) e Plano de Ação Climática (COSTA AGUIAR *et al.*, 2021), que propõe projetos, metas e ações para atenuar as enchentes na cidade e ainda aprimorar os projetos hidráulicos. Rolo *et al.*, (2021) destacam o papel da drenagem urbana sustentável, como um tipo de SbN para enfrentamento das mudanças climáticas.

Essa pesquisa tem como objetivo discutir a sinergia entre a proposição de Soluções Baseadas na Natureza como ações de planejamento para enfrentamento das inundações e ações para enfrentamento das mudanças climáticas adotadas pelo município de São Paulo. Para alcance do objetivo realizou-se uma análise documental dos referidos documentos de planejamento do município de São Paulo que tem interface com águas urbanas, a fim de constatar práticas sustentáveis de drenagem associadas as Soluções Baseadas na Natureza.

2 SOLUÇÕES PARA ENFRENTAMENTO DE INUNDAÇÕES URBANAS

Neste item apresenta-se uma breve caracterização das abordagens tradicionais de drenagem urbana, conhecidas como infraestrutura cinza; as abordagens por Soluções Baseadas na Natureza, que também representam infraestrutura verde e azul; e as medidas compensatórias de drenagem.

2.1 ABORDAGENS TRADICIONAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

As cidades brasileiras, como São Paulo, adotam medidas tradicionais de drenagem para lidar com o manejo de águas pluviais. Estas medidas referem-se a projetos majoritariamente constituídos pelo uso de materiais resistentes e/ou concreto e buscam amenizar os impactos exercidos pelo excesso de precipitação nos centros urbanos (DAVIS e NAUMANN, 2017).

As medidas tradicionais, buscam promover a rápida remoção de água da chuva e abarcam os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem (CANHOLI, 2014).

Os sistemas de microdrenagem atuam como o dispositivo de entrada dos sistemas de drenagem e são incumbidos de conduzir as águas para o sistema de macrodrenagem. Englobam mecanismos como: galerias de água da chuva, bocas de lobo, tubos de ligação, sarjetas e guias (SMDU, 2012). Por sua vez, os sistemas de macrodrenagem abordam dimensões de maiores portes como canais, reservatórios, galerias de águas pluviais (SMDU, 2012).

Depietri e McPhearson (2017) revelam que diante de eventos extremos, as abordagens tradicionais de drenagem podem não ser suficientes para lidar com inundações e com os agravamentos ocasionados por mudanças climáticas.

Estima-se que, entre 2021 e 2040 haverá um aquecimento de 1,5°C nas temperaturas pré-industriais do mundo, segundo relatório emitido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018). Além disso, pesquisas conduzidas por Marengo *et al.* (2020) revelam aumentos de precipitações nos últimos 20 anos na cidade de São Paulo, evidenciando as perspectivas projetadas pelo IPCC, acerca da ocorrência de chuvas mais intensas nos próximos anos, acompanhados de períodos de estiagem mais longos nas cidades.

2.2 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

As Soluções Baseadas na Natureza (SbN) referem-se a um conjunto de soluções que são inspiradas e apoiadas pela natureza, com intuito de lidar com desafios sociais, tais como aqueles gerados por eventos extremos, buscando instigar o bem-estar humano e constatar benefícios ecossistêmicos. As ações de SbN abarcam medidas para proteção, manejo e restauração de ecossistemas, sejam eles naturais ou modificados (COHEN, 2016).

As SbN trazem benefícios multifuncionais quando implantadas nas cidades, pois influenciam positivamente aspectos ambientais, econômicos e sociais (MARTINS *et al.*, 2020). A Tabela 1 apresenta algumas práticas SbN que podem ser inseridas no planejamento urbano e que contribuem para redução de inundações.

Tabela 1 - Descrição de SbN.

Práticas SbN	Descrição/Benefícios
Telhados verdes	Os telhados abarcam cerca de 40 a 50% de áreas impermeáveis em cidades, a construção de coberturas compostas por vegetação contribui com o aumento de áreas permeáveis em grandes cidades, fomentando práticas sustentáveis. Alguns dos benefícios que este sistema construtivo abarca são: redução de inundações, melhoramentos estéticos em prédios, melhoria de eficiência energética de edifícios, aumento de biodiversidade e redução em ilhas de calor (SHAFIQUE, KIM e RAFIQ, 2018; PORTO <i>et al.</i> , 2018).
Biovaletas	Refere-se a “uma depressão rasa com solo preparado para o plantio de uma diversidade de espécies, dimensionada para receber o escoamento de uma pequena área” (SOUZA, CRUZ e TUCCI, 2012). Costuma-se inserir vegetação nas proximidades desse dispositivo, são interessantes pois a vegetação e microrganismos existentes, contribuem para remoção de poluição das cidades e controle da água pluvial. Trata-se de um mecanismo que pode ser inserido em lotes individuais ou em estacionamentos, além de servirem como abordagens paisagísticas para projetos de habitação ou multifamiliares. (HINMAN e WULKMAN, 2012).
Agricultura urbana	As hortas comunitárias agregam função social a terrenos inativos, promovendo renda e segurança alimentar para o corpo social. Este sistema SbN promove infiltração e armazenamento de água e fomenta a biodiversidade e a economia das cidades (EVERS <i>et al.</i> , 2022).

Parques lineares São conjuntos contínuos de espaços verdes ao longo de elementos paisagísticos como, rios, córregos e ruas. Contribuem para o armazenamento de água de chuva em períodos de intensa precipitação, bem como promovem o aumento de áreas verdes gerando lazer para cidades (EVERS *et al.*, 2022).

Fonte: Autoria própria.

As SbN contribuem na redução de vulnerabilidades, aumento de resiliência urbana e promovem melhorias na qualidade de vida das populações, uma vez que contribuem com os desafios gerados pelo aumento de temperaturas e inundações (EMILSON e SANG, 2017).

2.3 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM

As medidas compensatórias de drenagem de água da chuva são tecnologias com menor complexidade construtiva que os sistemas tradicionais e com menores impactos ambientais, que almejam contribuir com o melhoramento da retenção e infiltração das águas pluviais, reduzindo assim, os investimentos necessários aos mecanismos tradicionais de drenagem urbana (OLIVEIRA, BARBASSA e GONÇALVES, 2016).

São medidas ainda pouco disseminadas nos projetos de drenagem e buscam compensar ou minorar os efeitos urbanísticos das inundações em cidades. Dentre as medidas compensatórias existem aquelas que se enquadram unicamente como obras cinzas, uma vez que não integram a infraestrutura verde, tais como os micro reservatórios construídos em lotes e edifícios e os pavimentos permeáveis (CANHOLI, 2014).

No entanto, essas medidas compensatórias ganham força quando associadas as práticas SbN onde para fins de drenagem urbana tornam-se interessantes as construções de telhados verdes, biovaletas, agricultura urbana, entre outros (CANHOLI, 2014).

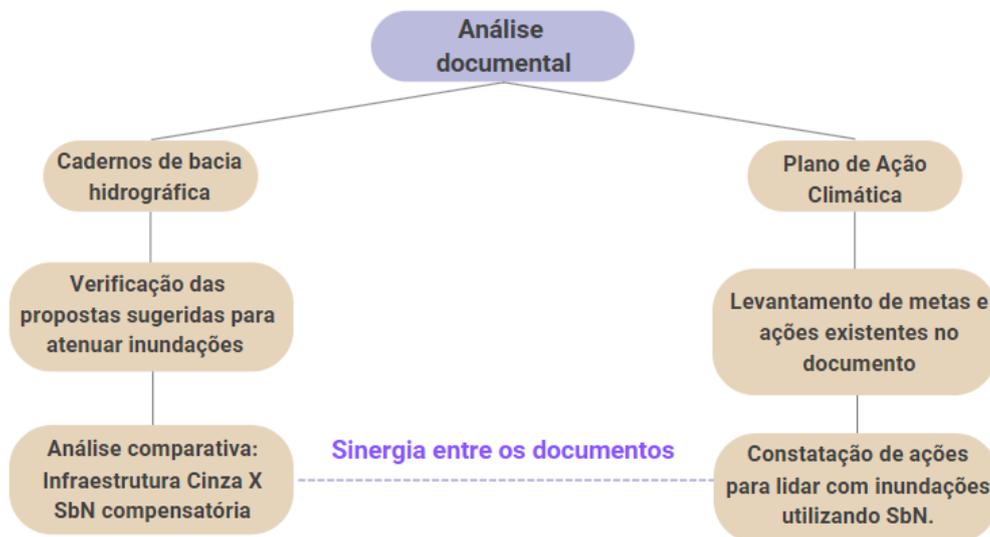
3 MÉTODO

Para alcance dos objetivos delineados esta pesquisa utilizou-se de procedimentos metodológicos baseados na análise documental. Segundo Junior, Oliveira e Schneckenberg (2021) a análise documental objetiva oferecer informações cruciais para desvendar o problema de pesquisa de uma discussão científica e fundamenta-se na compreensão e entendimento de diversos documentos que irão prover arcabouço e alicerce para o objeto de estudo.

Deste modo a análise documental deve considerar o contexto e a utilidade dos documentos analisados, a partir de uma intensa verificação dos arquivos, fornecendo assim, interpretações e complementos ao foco da pesquisa (JUNIOR, OLIVEIRA, SANTOS & SCHNEKENBERG, 2021).

A análise documental neste trabalho, direcionou-se aos 12 Cadernos de Bacia Hidrográficas elaborados pela Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB) e Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e ao Plano de Ação Climática construído pela prefeitura da cidade de São Paulo. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas metodológicas desta pesquisa.

Figura 1: Organograma da metodologia de pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

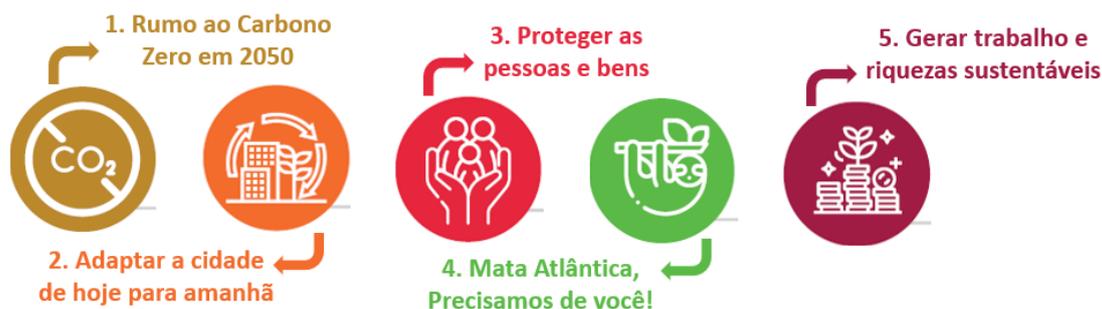
3.1 ANÁLISE DOCUMENTAL – PLANCLIMA

O município de São Paulo elaborou o Plano de Ação Climática, denominado PlanClima-SP, que aborda a pauta de mudanças climáticas inseridas aos processos municipais de tomada de decisões. Este documento foi construído com intuito de amortecer as emissões de carbono, amenizar os impactos das mudanças climáticas, promover a resiliência da cidade e reduzir desigualdades até o ano de 2050, com enfoque em pautas sustentáveis (SVMA e C40, 2020).

O Acordo de Paris, selado em 2016, pelo Brasil e por diversos países do mundo, deram subsídios para a origem do PlanClima-SP, uma vez que, neste momento efetuou-se um compromisso com encorajamento de pautas para enfrentamento das mudanças climáticas nas grandes metrópoles do mundo (SVMA e C40, 2020).

Este documento está organizado em cinco estratégias principais, conforme expresso na Figura 2. Cada meta reflete um total de 44 ações específicas, delineadas para alcance dos objetivos instituídos pelo plano.

Figura 2 - Cinco estratégias do Plano de Ação Climática – SP.



Fonte: Adaptado de SVMA e C40, 2022.

Segundo a SVMA e C40 (2022), a urbanização ocorreu de forma tão acelerada que, a população passou a ocupar o lugar dos rios da cidade. Logo, o município enfrentou mudanças significativas em suas características naturais, afetando questões relacionadas a: umidade do ar, precipitações, padrões de chuva e temperaturas. O PlanClima-SP está vocacionado para contemplar esta perspectiva.

A estratégia 2: "Adaptar a cidade de hoje para amanhã" dialoga sobre a resiliência urbana, redução de vulnerabilidades sociais e conservação de funções primordiais da sociedade, diante do acontecimento de eventos extremos. Assim, a análise documental do PlanClima-SP neste trabalho direcionou-se para avaliar algumas ações inseridas nessa Estratégia 2 (Figura 2), no que tange ao enfrentamento de inundações pelo uso de SbN.

Neste tocante, o critério em questão, aborda medidas que fomentam conscientização e educação ambiental para a comunidade paulista, assim como, integrar práticas SbN nos sistemas tradicionais de drenagem (SVMA e C40, 2020).

3.2 ANÁLISE DOCUMENTAL – CADERNOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Os Cadernos de Drenagem de Águas Pluviais foram elaborados com objetivo de planejar ações para lidar com o enfrentamento de inundações, mediante bacias hidrográficas críticas do município de São Paulo (SIURB e FCTH, 2022).

Estavam previstos no Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais (PMAPSP), elaborados sob incumbência da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB) em coparticipação com a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), da Universidade de São Paulo (USP).

Existem no total doze Cadernos de Drenagem, publicados entre 2016 e 2021. Em cada caderno existem entre duas e três medidas projetadas como possíveis soluções para lidar com as inundações nos projetos hidráulicos do município paulista.

Cada uma dessas medidas foi simulada através do Software Personal Computer Storm Water Management Model (PCSWMM) que possibilita a partir de uma interface computacional a criação de projetos e táticas para o escoamento superficial de águas pluviais em regiões urbanas (ROSSMAN, 2015). Além da simulação hidrológica, nos Cadernos, também foram estimados os custos para investimento das obras propostas, com valores base referenciados nos anos de publicação dos documentos.

A análise documental verificou as medidas propostas nos planos de drenagem de águas pluviais quanto a:

- a) Obras Cinzas – Métodos tradicionais de drenagem, como: canalização, reservatórios e micro reservatórios, diques e outros;
- b) Soluções Baseadas na Natureza – Parques lineares, telhados verdes, paredes verdes, biovaletas, agricultura urbana e outros;

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DO PLANCLIMA

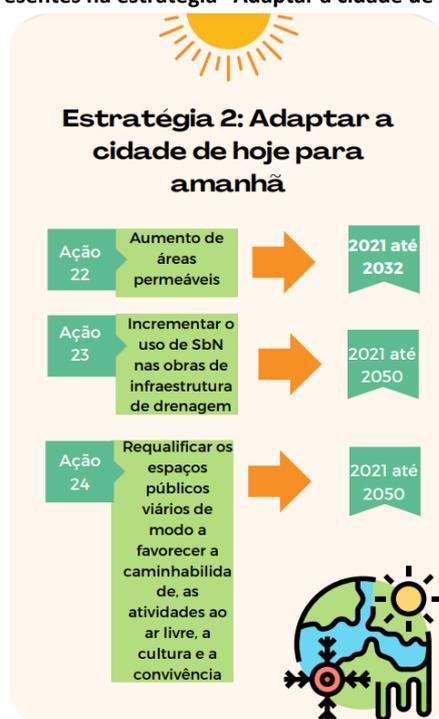
A Figura 3 apresenta as ações inseridas na Estratégia 2 do PlanClima-SP, no que tange ao enfrentamento de inundações pelo uso de SbN.

O desenvolvimento da análise documental do Plano de Ação Climática da cidade de São Paulo possibilitou a constatação de ações e metas que buscam integrar as SbN dentro do planejamento urbano de águas pluviais para o município. Essas ações, evidenciam que o poder público reconhece que os impactos das inundações sentidos pela população, podem ser especialmente agravados pelos efeitos das mudanças climáticas.

A ação 22 foi estipulada para cumprimento entre o prazo de 2021 até 2032 e aborda o aumento de áreas permeáveis em espaços públicos, tanto em espaços novos quanto em espaços existentes. O propósito é gerar áreas permeáveis através da aplicação de SbN, integrando-as ao planejamento de água da chuva, considerando práticas como telhados verdes, cisternas, biovaletas e outros.

O PlanClima sugere que para o alcance desta ação deve-se criar diretrizes para fundamentar o aumento da permeabilidade na cidade e criar um Manual de Soluções de Drenagem Sustentável, que irá abranger as SbN de modo integrado aos métodos tradicionais existentes (SVMA e C40, 2020).

Figura 3 - Ações presentes na estratégia “Adaptar a cidade de hoje para amanhã”.



Fonte: Autoria própria.

Por sua vez, a ação 23 versa sobre "Incrementar o uso de SbN nas obras de infraestrutura de drenagem" esta medida aborda o estímulo de serviços ecossistêmicos nos projetos de drenagem. Até 2025, é esperado que haja um levantamento de eventuais locais onde as SbN possam integrar-se em obras públicas (SVMA e C40, 2020).

A ação 24 refere-se a "requalificar os espaços públicos viários de modo a favorecer a caminhabilidade, as atividades ao ar livre, a cultura e a convivência" que preconizam a criação de arborização, jardins de chuva, telhados verdes e parques lineares a fim de instigar atividades de recreação, cultura e lazer para a sociedade. Tal prática associa-se fortemente aos princípios que regem as SbN, no que se refere a promoção de biodiversidade e melhoria na qualidade de vida (SVMA e C40, 2020).

O Plano de Ação Climática traçou em suas ações 22, 23 e 24 pautas visando fomentar SbN no planejamento urbano, reduzir áreas impermeáveis e a criar um Manual de Drenagem Urbana Sustentável. Logo, evidencia-se a importância em inserir práticas sustentáveis de manejo de águas pluviais nos projetos de drenagem urbana de água da chuva.

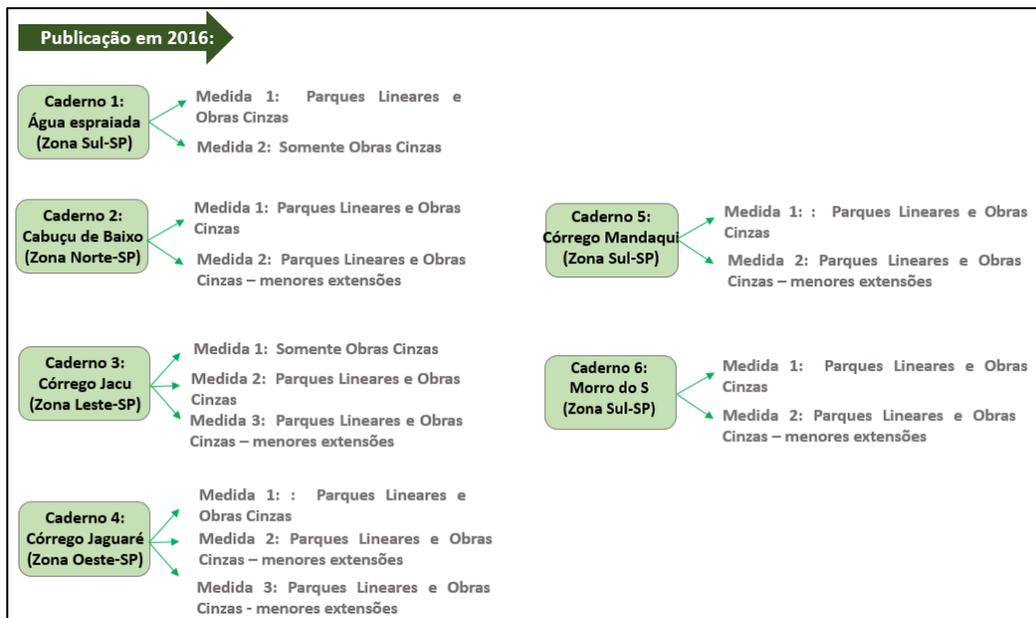
Assim, o PlanClima-SP ressalta a importância em mitigar e atenuar os impactos sentidos por situações agravadas pelas mudanças climáticas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida urbana.

4.2 ANÁLISE DOS CADERNOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

A análise dos Cadernos de Bacia hidrográficas do município de São Paulo revelou que, medidas compensatórias de drenagem tais como telhados verdes, biovaletas e hortas comunitárias, são abordadas brevemente e de forma teórica nesses cadernos. Notou-se de modo geral que, as propostas presentes nos doze cadernos se constituíam primordialmente em Construções Cinzas e Parques Lineares. Verifica-se que as SbN aliadas com medidas compensatórias não são simuladas e orçadas nos cadernos, para serem mais amplamente consideradas no planejamento urbano.

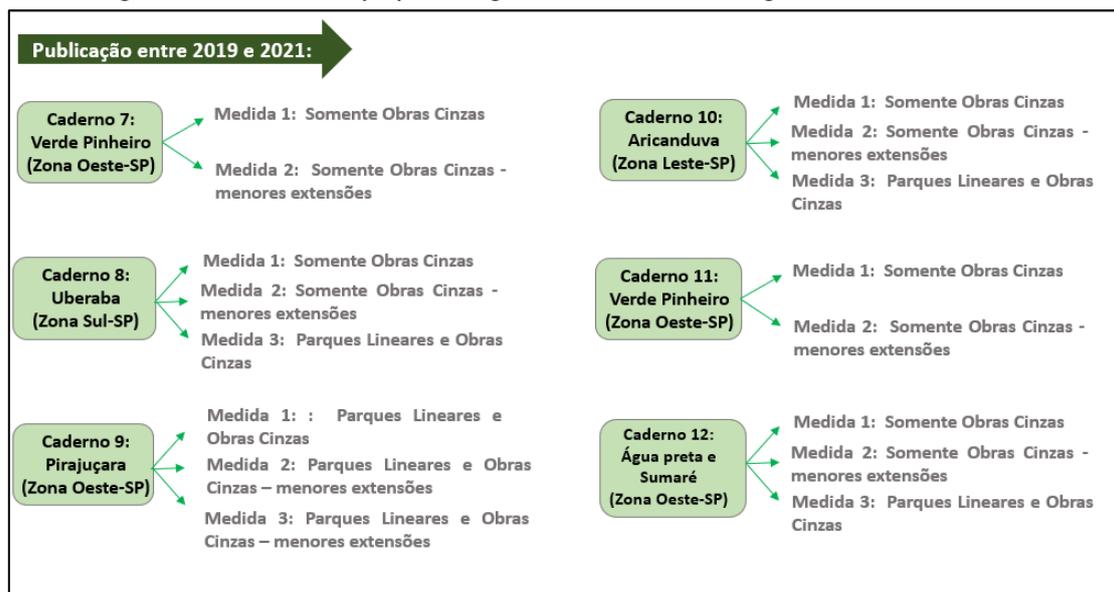
As Figuras 4 e 5 apontam de forma resumida as propostas presentes em cada documento verificado.

Figura 4 - Resumo com as propostas sugeridas nos Cadernos Hidrográficos no ano de 2016.



Fonte: Autoria própria.

Figura 5 - Resumo com as propostas sugeridas nos Cadernos Hidrográficos entre 2019 e 2021.



Fonte: Autoria própria.

Pela análise comparativa entre os cadernos publicados em 2016 e os mais recentes 2019-2021, verificou-se que houve uma queda na proposição de parques lineares.

Em 2016, os parques estavam incluídos em cerca de 83% das principais alternativas, enquanto nos documentos mais recentes esta relação reduziu para aproximadamente 17%.

A análise dos 12 cadernos revelou que a cidade de São Paulo se traduz, no cenário atual, majoritariamente em mecanismos baseados na Infraestrutura Cinza para lidar com inundações. Estes métodos trazem grandes contribuições para o planejamento do manejo de água da chuva no cenário urbano, uma vez que conseguem reter um potencial volume de chuva,

especialmente em momentos de alto pico de precipitação. No entanto, mediante aos desafios agravados pelas mudanças climáticas, destaca-se a necessidade de fomentar práticas SbN agindo de maneira consorciada aos métodos tradicionais, constatando assim, os benefícios multifuncionais englobados pelas SbN.

4.3 ANÁLISE DAS SINERGIAS NA PROPOSIÇÃO DE SBN NOS DOCUMENTOS DO PLANEJAMENTO PARA ENFRENTAMENTO DE INUNDAÇÕES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A análise comparativa entre o PlanClima-SP e os Cadernos de Bacia revelaram sinergias nas ações para controle de inundações e enfrentamento dos agravos das mudanças climáticas no município de São Paulo.

Enfatiza-se que, os Cadernos de Bacia Hidrográfica são documentos que podem auxiliar no alcance da ação 23 do PlanClima-SP uma vez que, trazem informações detalhadas e construtivas sobre bacias e córregos críticos que sofrem com inundações na cidade de São Paulo, ainda, complementá-los com SbN possibilitaria ainda, o alcance das metas 22 e 24.

Porém, enquanto o PlanClima-SP busca impulsionar as SbN para lidar com inundações, a análise temporal dos Cadernos de Bacia Hidrográfica denotou que a sua principal proposta de SbN – parques lineares – vem perdendo espaço para soluções de infraestrutura cinza ao longo do tempo. Estes documentos possuem alto potencial de mitigação dos impactos sentidos pela sociedade, especialmente se elaborados de forma colaborativa traçando objetivos comuns. Ressalta-se, neste tocante, a importância da inserção de práticas SbN compensatórias nos Cadernos de Bacia Hidrográfica para além da apresentação principalmente teórica.

Os parques lineares constituem-se de uma prática SbN (como apresentado na Tabela 1) e, portanto, a redução na proposição desses dispositivos no contexto dos documentos técnicos para enfrentamento de inundações é considerada adversa, uma vez que, a integração da infraestrutura verde com a infraestrutura cinza abarca benefícios para a sociedade. Ademais metas traçadas pelo PlanClima-SP dialogam em sentido oposto a esse resultado, por estimularem as SbN nos projetos de drenagem urbana para atenuar os efeitos do clima. Há que se ponderar nesse contexto que, São Paulo é uma cidade altamente urbanizada e os espaços para construção de parques lineares nem sempre estão disponíveis. Talvez essa possa ser uma justificativa para a redução da proposição dessas SbN ao longo do tempo nos Cadernos de Drenagem.

Algumas sinergias futuras podem ser consideradas para novos Cadernos de Drenagem que venham a ser propostos no futuro, para além dos parques lineares. Pode-se considerar o uso de SbN com práticas compensatórias de drenagem. Os telhados comuns compreendem aproximadamente 50% de áreas impermeáveis dentro das cidades, portanto, inserir coberturas verdes e/ou agricultura urbana podem contribuir o aumento da promoção de áreas permeáveis, além de trazer consigo benefícios no combate a inundações e benefícios sustentáveis para as cidades (SHAFIQUE, KIM e RAFIQ, 2018).

As biovaletas também podem ser inseridas no planejamento urbano, em calçadas existentes pela cidade, o que se revela pertinente na inserção de SbN integrada ao planejamento urbano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada demonstrou que o planejamento do enfileiramento das inundações urbanas no município de São Paulo pauta-se prioritariamente em medidas tradicionais ou de infraestrutura cinza. As SbN referem-se, principalmente, a parques lineares cuja proposição vem sendo reduzida nos Cadernos de Drenagem mais recentes. Por outro lado, o planejamento da cidade de São Paulo para enfileiramento das mudanças climáticas pelo PlanClima-SP preconiza o uso amplo de SbN no manejo das águas pluviais.

Desse modo, conclui-se que a sinergia entre a proposição de Soluções Baseadas na Natureza como ações de planejamento para enfileiramento das inundações e ações para enfileiramento das mudanças climáticas adotadas pelo município de São Paulo é limitada, mas pode ser ampliada.

Tanto os Cadernos de Bacia Hidrográficas, como o PlanClima-SP são documentos técnicos que traduzem o reconhecimento por parte do poder municipal da necessidade de atenuar os efeitos deletérios da urbanização, agravados pelas mudanças climáticas, sentidos pela população. Mas esse descompasso entre as propostas dos Cadernos de Drenagem e do PlanClima pode ser superado.

Nem sempre há a possibilidade de implantação de parques lineares em regiões da cidade, porém, outras SbN, como biovaletas, telhados verdes e agricultura urbana, podem ser consideradas no elenco de ações de próximos Cadernos de Drenagem com vistas a ampliar essa sinergia e maximizar os benefícios. Ressalta-se, neste tocante, a importância da inserção de práticas SbN compensatórias nos Cadernos de Bacia Hidrográfica para além da apresentação meramente teórica presente nos arquivos.

As inundações urbanas causam diversos impactos sociais como, redução na qualidade de vida da população, impactos econômicos e na mobilidade urbana, perda de bens materiais e até mesmo doenças obtidas por veiculação hídrica (CANHOLI, 2014; ONUBR, 2017; IBGE, 2014). Portanto, há urgência em promover a sinergia dessas medidas de drenagem urbana para que possam abrandar as consequências negativas, uma vez que, as inundações serão agravadas no cenário das mudanças climáticas.

Neste aspecto, as SbN revelam-se práticas sustentáveis que ampliam as áreas verdes e serviços ecossistêmicos e integrá-las aos projetos tradicionais de drenagem abarcam benefícios para todo contexto social.

A inserção de SbN associadas aos projetos tradicionais dos Cadernos de Drenagem podem contribuir no alcance das metas propostas pelo PlanClima-SP, bem como trazer benefícios multifuncionais, gerando resiliência e sustentabilidade no que se refere ao manejo de águas urbanas.

Recomenda-se para estudos futuros, a realização de simulações hidrológicas, assim como as realizadas pelos Cadernos de Drenagem para a infraestrutura cinza, com enfoque em práticas SbN compensatórias, a fim de constatar os benefícios que estes sistemas podem trazer no intuito de atenuar inundações e ainda contribuir com o alcance das metas traçadas pelo PlanClima-SP.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSP, Associação Comercial São Paulo. **Terra Santa de São José de Anchieta**. Digesto Econômico, 2014.

BEZERRA, M.C. L. *et al.* Simulação de técnicas de infraestrutura verde de drenagem urbana para captação do escoamento superficial. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 40, p. 1–16, 1 abr. 2020.

BUSH, J., Andréanne Doyon. Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute?, **Cities**, V. 95, 2019, p. 10.

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

COHEN-Shacham, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based solutions to address global societal challenges**. IUCN: Gland, Switzerland, 97, 2016. Disponível em: <https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_93FD38C8836B.P001/REF>. Acesso em: 2021-11-16.

COSTA, A. J. S. T.; ROCHA, Í. V.S. **O uso de grandes reservatórios para a armazenagem da água da chuva no controle de enchentes urbanas**. 2019. Disponível em: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_2/agb_xxiii_2_web/agb_xxiii_2-16.pdf>. Acesso em: 2022-04-18.

COSTA AGUIAR, D. R. Da, Camargo-cruz, Paulo Eduardo Alves; Resende, Flávia Grecco. Climate Change and Environmental Education: A PlanClima SP 2020-2050 analysis. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 2021, V.17, n. 3.

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

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

EMILSSON, T.; SANG, A. O. **Impacts of climate change on urban areas and nature-based solutions for adaptation**. In Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas (pp. 15-27). 2017. Springer, Cham.

EVERS, Henrique; INCAU, Bruno; CACCIA, Lara; CORREA, Fernando. **Soluções baseadas na natureza para adaptação em cidades: o que são e por que implementá-las**. Programa de Cidades, WRI Brasil, 2 jun. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/solucoes-baseadas-na-natureza-para-adaptacao-em-cidades-o-que-sao-e-por-que-implementa-las#:~:text=As%20solu%C3%A7%C3%B5es%20baseadas%20na%20natureza,a%20qualidade%20de%20vida%20urbana>. Acesso em: 17 out. 2022.

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

HINMAN, C.; WULKAN, B. T. (2015). Puget Sound Partnership's. **Low Impact Development Technical Assistance Program**: December 2012.

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

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). **Global Warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission

pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].

KABISCH, N., N. Frantzeskaki, S. Pauleit, S. Naumann, M. Davis, M. Artmann, D. Haase, S. Knapp, H. Korn, J. Stadler, K. Zaunberger, and A. Bonn. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society**, V. 21, 2016, P.39.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; YOUNG, A.; BARRETO, N. J.; RAMOS, A. M. (2020). Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1472(1), 5-20. Disponível em: <<https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nyas.14307>>. Acesso em: 2021-12-02.

MARTÍN, E. G.; GIORDANO, R.; PAGANO, A.; VAN DER KEUR, P.; COSTA, M. M. (2020). **Using a system thinking approach to assess the contribution of nature based solutions to sustainable development goals**. Science of the Total Environment, 738, 139693. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720332137>>. Acesso em: 2022-04-20.

OLIVEIRA, Alinne Prado de; BARBASSA, Ademir Paceli; GONÇALVES, Luciana Márcia. **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM NA REQUALIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS EM GUARULHOS - SP**. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes, [S.l.], v. 4, n. 9, nov. 2016. ISSN 2317-8604. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_verdes/article/view/1385>. Acesso em: 29 jun. 2018.

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

PORTO, V. P.; SOUZA, L. A. A.; SOUSA, R. E.; RUSCHEL, A. C. (2018). **Telhados Verdes: Alternativa Sustentável em Arquitetura de Residências Unifamiliares**. 6º Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais–2018, 1, 2318-0633. Acesso em: 2022-06-10.

ROLO, D., Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo, Andreza Portella Ribeiro, Cláudia Terezinha Knies, Maria Antonietta Leitão Zajac. Adaptação baseada em ecossistemas para promover cidades resilientes e sustentáveis: análise de programas de revitalização de rios urbanos de São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. V. 15, 2019, n. 5.

ROSSMAN, Lewis A. United States Environmental Protection Agency (EPA). **Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1**. 2015.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal do Desenvolvimento Urbano (SMDU). **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: Aspectos tecnológicos: diretrizes para projetos**. 3. São Paulo: Smdu, 2012. ISBN 978-85-66381-03-0. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v3.pdf>. Acesso em 2021-10-20.

SÃO PAULO. Secretaria do Verde e Meio Ambiente, SVMA. C40 (2020). **Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050**. Disponível em:<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf> Acesso em: 2022-09-15.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB); Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). **Plano de diretor de Drenagem - PDD: plano de ações**. 1ª ed. São Paulo, 2022. 174 p. ISBN 978-65-89429-03-6

SHAFIQUE, M.; KIM, R.; RAFIQ, M. (2018). **Green roof benefits, opportunities and challenges—A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 90, 757-773. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403211830217X>>. Acesso em: 2022-04-15.

SOUZA, Christopher Freire; CRUZ, Marcus A.S.; TUCCI, Carlos E.M. (2012). Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, vol 17, n.2, 9-18. doi: 10.21168/rbrh.v17n2.p9-18. Acesso em: 2021-12-07.

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