

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

REFLEXÕES SOBRE OS DESAFIOS E POTENCIALIDADES DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE CIDADE ESPONJA EM CIDADES ALTAMENTE URBANIZADAS: ESTUDO DE CASO DE BELÉM DO PARÁ

Ronaldo Junior Lisboa Paiva ¹ ; Camila de Carvalho Almeida ²; Heloise Garcia Knapik³

Abstract: Climate change and the recurring impacts of flooding in urban centers demand structural and sustainable solutions capable of mitigating the progressive damage caused by these extreme events. The adoption of sustainable stormwater drainage systems has emerged as a key strategy to reduce flooding, improve runoff capacity, and restore the hydrological balance in cities. Various international approaches have been developed with the goal of mitigating floods and enhancing urban resilience. Among the most recent concepts is the "Sponge City," widely adopted in China. The implementation of the Sponge City concept has led to significant advancements by integrating green infrastructure and nature-based solutions to increase the retention, infiltration, and reuse capacity of rainwater, thereby reducing surface runoff. However, replicating this model in other regions of the world faces challenges, especially in densely urbanized areas with limited permeable surfaces and vegetation. In this context, cities like Belém—which will host COP30—represent a striking example. With a longstanding history of problems related to drainage, sanitation, and canal flooding, Belém faces the challenge of planning and executing structural interventions that align urban sustainability, climate resilience, and environmental equity.

Resumo: As mudanças climáticas e os impactos recorrentes das inundações nos centros urbanos demandam soluções estruturais e sustentáveis capazes de mitigar os danos progressivos causados por esses eventos extremos. A adoção de sistemas sustentáveis de drenagem pluvial configura-se como uma estratégia fundamental para reduzir alagamentos, melhorar a capacidade de escoamento e restaurar o equilíbrio hidrológico nas cidades. Diversas abordagens internacionais têm sido desenvolvidas com esse objetivo de mitigar as inundações e resiliência urbana. Entre os conceitos mais recentes destaca-se o de Cidade Esponja, amplamente adotado na China. A implementação do conceito de Cidade Esponja tem promovido avanços significativos ao integrar infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza para aumentar a capacidade de retenção, infiltração e reutilização das águas pluviais, reduzindo o escoamento superficial. Contudo, a replicação deste modelo em outras regiões do mundo enfrenta desafios, sobretudo em áreas densamente urbanizadas, com escassez de superfícies permeáveis e vegetação. Nesse contexto, cidades como Belém, que sediará a COP30, representam um caso emblemático. Com históricos problemas relacionados à drenagem, saneamento e inundações de canais, Belém enfrenta o desafio de planejar e executar intervenções estruturantes que alinhem sustentabilidade urbana, resiliência climática e equidade ambiental.

Palavras-Chave – Belém, cidade esponja, drenagem sustentável

1) Mestrando PPGERHA/UFPR, Curitiba/PR, 41988548153, roonaldojunior@gmail.com

2) PPGERHA/UFPR, Curitiba/PR, cami.almeidac@gmail.com

3) Professora, Departamento de Hidráulica e Saneamento/PPGERHA/UFPR, Curitiba/PR, heloise.dhs@ufpr.br

INTRODUÇÃO

As cidades na sua grande maioria cresceram de forma acelerada de acordo com o ritmo da globalização e as necessidades locais para atender as demandas da urbanização não planejada. Inicialmente, impulsionado pela industrialização e logo após o seu advento, vieram as preocupações com infraestrutura, qualidade de vida e moradias. A forma desenfreada no modo de moldar a cidade no início do século XX deixaram em outras questões ambientais, como a qualidade da água, o armazenamento e a infiltração natural, acarretando em problemas que ainda são comuns nas cidades, como, por exemplo, as recorrentes inundações. A configuração das cidades na sua grande maioria tem como base a verticalização, a concretagem e o asfaltamento das vias, a pouca permeabilidade natural e a ausência de áreas verdes. Tais características são determinantes para nos momentos de chuvas resultar em um risco de alagamentos pelo rápido aumento do escoamento superficial somado à ausência de áreas passíveis de infiltrar e armazenar o grande volume da precipitação.

A preocupação com os danos causados pelas inundações se tornou alarmante em todo o mundo, sendo que 44% dos desastres naturais é ocasionado por esse tipo de evento (Wang *et al*, 2025). A título de exemplo, na China, entre 2013 a 2021, os eventos de inundações urbanas afetaram cerca de 109 milhões de pessoas, ocasionando somente em 2021 um prejuízo em torno de 1,22 bilhão de yuans, algo em torno de 85 milhões de reais na cotação atual, além das significativas perdas de vidas nestes eventos. As mudanças na precipitação na China nas últimas décadas mostram a urgência em se mitigar os efeitos causados pelas inundações, tanto em decorrência do alto grau de urbanização, quanto do não atendimento de suas redes de drenagem originalmente projetadas para cenários menos intensos. Assim, teve origem em 2014 o conceito de Cidade Esponja, aplicado originalmente em projetos pilotos em 30 cidades chinesas com o objetivo de prevenir as inundações, além de melhorar a qualidade da água. O próprio nome do conceito já explica sua definição que é ser uma esponja na área urbana que absorve, armazena e purifica a água servindo para diferentes estações do ano, seja em época de alta precipitação, como meio de armazenamento do excedente; seja na estiagem/seca, para a distribuição da água para uso (Jones, 2022). As técnicas utilizadas para mitigação das inundações envolvem tecnologia de baixo impacto e a infraestrutura verde, que basicamente utilizam a natureza como meio para absorver a vazão e o armazenamento nas regiões afetadas, além de maximizarem a eficiência da infraestrutura tradicional, que muitas vezes se mostra insuficiente. O arquiteto e criador do conceito, Kongjian Yu, tem como análise sobre a questão das águas pluviais que atualmente é necessário armazenar, filtrar e purificar a água, em vez de afastar dos centros urbanos, pois ela é vital para momentos de escassez hídrica e controle das estiagens.

Complementarmente, as mudanças climáticas e as constantes dificuldades quanto ao adequado gerenciamento das águas pluviais fizeram com que diferentes partes do mundo se movimentassem para gerir uma pauta que vem causando debate rotineiramente. As novas técnicas de gestão de água pluvial envolvem a Infraestrutura Verde ou Infraestrutura Verde e Azul que tem como base as Soluções Baseadas na Natureza - SBN e Melhores Práticas de Gerenciamento de Águas Pluviais - BMPs. Nesse contexto, nos EUA e Canadá são aplicados os chamados Desenvolvimento de Baixo Impacto - LID no Reino Unido, o Sistema de Drenagem Urbana Sustentável - SUDs, na França as Técnicas Compensatórias - CTs ou Técnicas Alternativas- ATs, na Austrália é o Desenho Urbano Sensível à Água - WSUDs, na Nova Zelândia é o Desenho e Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto - LIUDD, em Cingapura é o ABC - Ativo, bonito e limpo, e por fim, na China é a Cidade Esponja (Wenhuin, 2023). Portanto, as técnicas propostas têm origem em países desenvolvidos, onde os serviços de abastecimento de água, tratamento de efluentes e drenagem já estão mais consolidados. As soluções indicadas são em geral empregadas para maximizar o funcionamento das estruturas de

drenagem convencional e mitigar os problemas de inundações, além de criar uma vertente sustentável para possíveis áreas degradadas passarem a ter novo uso.

Países subdesenvolvidos também enfrentam problemas relacionados aos eventos de inundação com o agravante de essas ocorrências afetarem uma população mais vulnerável, como famílias em situação de pobreza e com pouca infraestrutura, portanto, necessitam passar a aplicar as mesmas técnicas e soluções para minimizar os danos causados pelas inundações. Entretanto, existem projetos que adaptam e minimizam os efeitos das inundações com as SBNs e GI (Wenhuin, 2023). Cerca de 46% da população global vive sem os serviços de saneamento básico (3,6 bilhões de pessoas) e 26% não tem acesso a água potável (2 bilhões de pessoas). De acordo com um estudo da ONU (2023) cerca de 1,4 milhão de mortes foram causadas pela inadequação ou falta de serviços básico direcionados a higiene, sendo que 44% do esgoto doméstico não é tratado trazendo grande risco para a população. Tais informações mostram a necessidade e urgência para o cuidado de serviços básicos que muitos países ainda não praticam, trazendo riscos para as populações mais carente e maximizando os danos que as inundações trazem aos centros urbanos de países subdesenvolvidos.

A prática de saneamento tradicional ainda é uma limitação para a maioria das cidades, sendo poucas as que adaptam o sistema tradicional para práticas baseadas na infraestrutura verde e azul. As melhorias nas questões de drenagem urbana, além de propiciarem melhorias nas demais componentes do saneamento básico, podem minimizar os efeitos de doenças, como no Brasil em favelas lidando contra a Zika (Charlesworth *et al.*, 2024) ou o uso de coleta de águas pluviais com sistema de drenagem sustentável em assentamentos humanitários na Etiópia (Maharaj *et al.*, 2025). Apesar de serem realidades, topografias e climas diferentes, maximizam as melhorias ocasionadas por tais infraestruturas com o uso da natureza de forma sustentável em regiões de vulnerabilidade social. Propostas³⁴ de drenagem sustentável podem ter o limitador social e econômico, visto que grande parte das aplicações se encontram em países desenvolvidos que lidam com a problemática com um planejamento em larga escala por já terem os demais serviços de saneamento básico consolidados.

A drenagem sustentável, na qual está incluído o conceito de Cidade Esponja tem como objetivo mitigar as inundações, além de potencializar o armazenamento dos excessos de precipitações para o uso em possíveis estiagens. A aplicação necessita de um estudo prévio, sendo que as tecnologias abordadas, em sua maioria técnicas baseadas na natureza e a infraestrutura verde, necessitam de amplo espaço e áreas permeáveis para alcançar os resultados desejados. Nesse contexto, uma abordagem em cidade altamente urbanizada e adaptações na estrutura urbana para compreender a problemática de forma que seja uma solução pontual, mas que também funcione de forma unificada ao sistema tradicional (Pedro, 2018).

A cidade de Belém, localizada no estado do Pará, com uma população de quase 1.4 milhões de habitantes, tem um histórico de inundações e alagamentos, sendo por influência da maré alta e chuvas características da região. Problemas sociais e estruturais agravam a situação com moradias irregulares, palafitas e deficiência na infraestrutura de saneamento e drenagem urbana com diversos pontos mapeados de alagamentos em sua grande maioria em bairros na periferia (Soares, 2018). Em 2025, a cidade sediará a COP30 o que motivou a realização de várias obras estruturais de forma simultânea na capital para suprir as demandas, entre elas, a reestruturação de canais urbanos e infraestrutura de saneamento, sendo, portanto, o momento oportuno para analisar as possibilidades e resultados da adoção de abordagens consideradas mais sustentáveis (Pantoja, 2024).

Isto posto, o objetivo do presente trabalho é analisar a relevância a aplicabilidade de sistemas sustentáveis de drenagem pluvial para mitigar os impactos das inundações urbanas, com ênfase no conceito de Cidade Esponja e suas potencialidades de adaptação em contextos complexos como o de Belém do Pará. Além disso, apresenta-se e discute-se a evolução histórica da drenagem urbana

sustentável por meio de uma linha do tempo que abrange desde as principais abordagens internacionais, até os avanços e desafios locais enfrentados em Belém. A análise pretende destacar de que forma experiências globais podem inspirar soluções territoriais que integrem infraestrutura verde, resiliência climática e equidade socioambiental, especialmente diante da visibilidade internacional proporcionada pela realização da COP30 na cidade.

BASE TEÓRICA

O gerenciamento das águas pluviais e a preocupação com a sustentabilidade nas cidades seguem uma linha do tempo a partir de 1970 com a Conferência de Estocolmo e moldando os primeiros debates sobre as questões climáticas e urbanas nas cidades (Menezes *et al.*, 2018). As diferentes formas de ver e analisar a drenagem urbana sustentável começaram a surgir, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Linha do tempo da drenagem sustentável no mundo



Fonte: Adaptado de Menezes *et al.* (2018)

De acordo com Yin *et al.* (2022) o conceito de Cidade Esponja tem uma visão contemporânea visto que alinha questões ambientais e sustentáveis com os desafios da urbanização, mas os primeiros registros desse tipo de abordagem podem ser associados a pequenas cidades na China, que já em 3000 a. C utilizavam técnicas que podem ser entendidas como de drenagem urbana para descarregar rapidamente as chuvas para canais ou outros corpos de água a jusante que serviriam de receptores e mostrando a preocupação com o cuidado da água. Na Dinastia Ming (1368 – 1644 d. C) foi construído um sistema de água pluvial e suas vias eram pavimentadas com tijolos, o que facilitava a permeabilidade da água. Esses históricos evidenciam que a cultura tradicional dos sistemas de drenagem e armazenamento de água se mantiveram como referência para a cultura moderna, além de mostrarem sua potencialidade visto que nestas cidades antigas, ao substituírem a drenagem de séculos passados por tubulações modernas, trouxeram a problemática da qualidade e quantidade de água, vazão e dimensionamento que não eram observados no sistema antigo.

Amplamente difundido na China, o conceito de Cidade Esponja tem diretrizes que precisam ser seguidas para alcançar os resultados necessários para mitigar as inundações e gerenciar os recursos hídricos de forma mais ampla. A aplicação do projeto de uma Cidade Esponja necessita de um amplo estudo, mão de obra capacitada, área disponível, relevo e topografia favoráveis para as técnicas propostas além de investimento financeiro (Yin *et al.*, 2022).

A ausência de uma política nacional unificada na China, aliada à necessidade de desenvolver diretrizes internas e ações de governança, tem dificultado a implementação efetiva do conceito de

idades esponja. Atualmente, sua aplicação varia de acordo com cada município, dependendo das legislações ambientais locais. A limitação de equipes técnicas com experiência em planejamento urbano compromete o avanço dos projetos, uma vez que cada região apresenta necessidades específicas que exigem adaptações à realidade local. Para a implementação eficaz do conceito de Cidade Esponja, é fundamental a realização de estudos de viabilidade que considerem aspectos ambientais e sociais, além da identificação de áreas amplas e adequadas para a aplicação das técnicas, a fim de alcançar os resultados esperados (Menezes *et al.*, 2022). A grande barreira atualmente da aplicação de serviços de drenagem urbana sustentável em regiões urbanas com alta densidade populacional é a falta de espaços verdes e permeáveis para aplicação das diretrizes de um projeto que necessita de ampla área, sendo uma problemática nas grandes cidades da China, mas que também podem ser extrapoladas para as demais metrópoles pelo mundo.

Nas grandes metrópoles, os principais desafios sociais para a aplicação de conceitos como Cidade Esponja, infraestrutura verde-azul e Soluções Baseadas na Natureza (SBN) estão ligados ao crescimento urbano desordenado e à falta de planejamento adequado. Na América Latina, as questões de saneamento básico necessitam ser resolvidas para que se possa dar passos maiores em busca da eficiência sustentável. O acesso à água e ao saneamento básico é um direito fundamental definido pela Organização das Nações Unidas (ONU), mas que não é a realidade observada ainda em muitos países, como na América Latina. Água e saneamento básico além de serem essenciais para uma sociedade, são também uma questão de saúde pública, conforme mostrado em pesquisas, a cada um dólar investido em saneamento, se economiza US\$ 5,55 em saúde pública (Fuchs *et al.*, 2022). As questões sociais, além de habitação e interesse público são fatores que dificultam a implantação de serviços básicos, sendo visíveis em cidades adensadas e com expansões irregulares. O Brasil tem mostrado avanços em questões de saneamento e água, porém necessita de melhorias e da ampliação dos serviços básicos, estratégias para conter o desperdício e cuidar dos rios e córregos para caminhar em busca de uma perspectiva de sustentabilidade com problemas que já deveriam ter sido resolvidos de fato.

Para aplicação de drenagem sustentável e mitigação das inundações é necessária a implementação de técnicas para maximizar e atuar juntamente com as práticas tradicionais de drenagem conhecidas como “cinzas”, e assim buscar uma solução conjunta para a problemática ambiental local. Entretanto, em diversos países pelo mundo não existe o mínimo de saneamento básico, sendo a drenagem sustentável com as técnicas da Cidade Esponja ou similares praticamente inviáveis para aplicar. De acordo com estudos, cerca de 1,47 bilhão de pessoas estão correndo risco em áreas de inundações, e desse montante cerca de 89% são de países em situação de pobreza ou subdesenvolvidos (Yuanita; Sagala, 2025).

As soluções baseadas na natureza (SBN) aplicadas no conceito de cidade esponjam visam resultados do micro para o macro, sendo determinantes para manutenção de uma cidade sustentável e resiliente. Dentre as aplicações desse conceito, têm-se a adoção de telhado verde e/ou muro verde em residências ou comércio, ampliando áreas permeáveis e verde. Além de canteiros pluviais, biovaletas, jardim de chuva e pisos permeáveis que também aumentam a taxa de áreas verdes e permeáveis com possível arborização em vias e calçadas, sendo facilitadores para o escoamento natural e diminuindo ilhas de calor. Os parques lineares e lagoas pluviais também são tipos de SBN, mas representam intervenções maiores na cidade com o objetivo de aumentar a vegetação do entorno, controlar as enchentes e propiciar a drenagem natural, além de ser possibilitador de recuperação de rios e córregos e interagir de forma conectada (Jones, 2024). As intervenções propostas já são aplicadas em diversas cidades do mundo e no Brasil, mas de forma pontual e não unificada como um sistema de drenagem de águas pluviais. Em São Paulo, por exemplo, para mitigar os problemas das inundações que ocorrem anualmente, foi adotada a estratégia da construção de “piscinões” para

conter a grande quantidade de águas pluviais. Entretanto, a problemática da capital paulista é a mesma de diversas cidades do país sem um planejamento urbano e ambiental, mesmo a criação de reservatórios e piscinões tem suas limitações funcionais, necessitando de uma resolução mais profunda e ampla do problema.

Segundo Christofidis *et al.* (2019), cerca de 80% da população brasileira vivem em cidades, trazendo uma grande demanda e necessidades para o meio urbano. Em consequência, existem os déficits e a inacessibilidade do serviço para todos, em grande maioria para pessoas em situação de vulnerabilidade social. Entre 1850 a 1990, o Brasil viveu uma fase higienista onde coletava e afastava as águas pluviais para jusante causando elevação de cheias no curso e diminuindo o tempo de concentração, aumentando possíveis causas de alagamentos e inundações. No período citado, também ocorreu a concretagem de rios e córregos em canais ou escondido por vias para favorecer o tráfego de carros, mas diminuindo o escoamento e a vazão em momentos de grande precipitação. Toda problemática vivida até 1990 evidenciou o equívoco durante décadas e um modo ambientalista eclodiu para melhoria do gerenciamento das águas pluviais seguindo a vertente que já era vista em diversos países pelo mundo. O alinhamento da drenagem sustentável com a tradicional ainda é tímido no Brasil, mas aos poucos, projetos surgem com melhorias para a gestão de água pluvial seguindo modelos que deram certo pelo mundo.

Após o alinhamento e a resolução da problemática da drenagem urbana e os sistemas interligados, a aplicação de soluções mais sustentáveis enfrentam outras barreiras, como é o adensamento das cidades e a urbanização que muitas vezes não seguem um plano diretor e nem consideram um planejamento ambiental e social. Analisar o crescimento da população e da urbanização amplia a forma de ver a cidade, sendo que muitas vezes ambas não estão alinhadas (Pedro, 2018). O crescimento desenfreado das cidades que levaram décadas de negligência do poder público, a transformaram em ambientes praticamente inviáveis para projetos de reestruturação urbana e sustentável visando a drenagem de águas pluviais. A necessidade de resolver os problemas de drenagem urbana das águas pluviais seguindo conceito de Cidade Esponja ou similares esbarra na falta de espaço verdes e amplos para aplicação de técnicas baseadas na natureza que possam mitigar as inundações. Existem exceções no Brasil de cidades que seguiram um planejamento básico, mas em grande maioria se encontram adensadas e adaptações precisam ser aplicadas para resolver as inundações e melhorar o gerenciamento das águas pluviais

COP 30 – BELÉM DO PARÁ

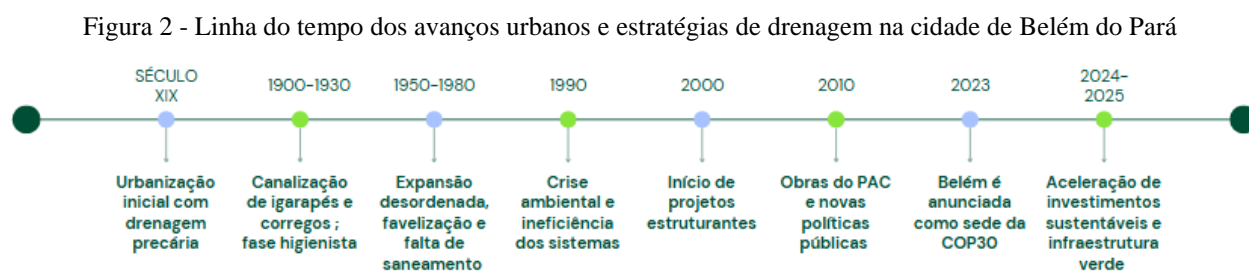
A 30ª edição da COP do clima (COP30) será realizado pela primeira vez em solo brasileiro, sendo escolhida a Região Amazônica (WWF, 2025). O evento marca também o aniversário de dez anos do Acordo de Paris, além do marco de 33 anos da ECO92, que também ocorreu no Brasil e é um dos grandes marcos da discussão ambiental compartilhada pelos países membros da ONU. Na COP30, o grande debate será em torno de chamar a atenção do mundo sobre a crise climática, além de buscar agilizar e cobrar atitudes de países desenvolvidos sob ações efetivas para controlar o aquecimento da terra ocasionado pela emissão de gases de efeito estufa com financiamentos e investimento em tecnologias sustentáveis. A urgência da transição energética de combustíveis fósseis para os menos nocivos ao meio ambiente é um entrave no debate, sendo que muitos países tem como base econômica o petróleo e o gás. Outros pontos também estarão no debate como o desmatamento ilegal e a poluição dos rios, sendo tão necessário e oportuno por ser vivenciado um evento desses na Amazônia.

A capital paraense, Belém, será sede desse evento, reunindo delegações de diversos países para debater propostas, criar um pacto pelo clima e construir um futuro melhor. Em plena Amazônia, a

cidade de Belém tem problemáticas típicas de cidades adensadas, mesmo estando na floresta amazônica, tem um dos índices mais baixos de arborização entre as cidades brasileiras (Queiroz *et al.*, 2024). Em pouco mais de dois anos após ser escolhida como sede, a cidade vem passando por transformações importantes em sua estrutura com obras de saneamento, pavimentação e mobilidade para atender a alta demanda durante a realização do evento que ocorrerá em novembro de 2025.

Diversos canais com obras estruturantes de drenagem e saneamento básico serão transformados em parques lineares com técnicas baseadas na natureza, como jardins filtrantes (Nunes; Nunes, 2024). Belém, tem o desafio de adaptar técnicas sustentáveis de drenagem urbana ou melhorias na arborização em uma região extremamente adensada, com poucas áreas verdes amplas e permeáveis, sendo um desafio para os gestores e para um evento que debate o clima em uma região Amazônica. As obras na capital paraense têm como objetivo melhorar a mobilidade urbana, macrodrenagem dos canais e criar um ambiente conectado ao ecossistema da região de forma sustentável.

A linha do tempo para entender a cronologia e possíveis avanços em Belém até os dias de hoje com as obras da COP30, pode ser dividida conforme a Figura 2:



Fonte: Plano municipal de saneamento básico de Belém (2020)

Para compreender os problemas de inundações e alagamentos na cidade de Belém, é necessário entender a linha do tempo com seus rios e córregos que no início do século XX serviam de acesso de mercadorias e pessoas. Outro ponto é o fato do nível do mar em Belém ser muito baixo sendo um facilitador quando coincidem as chuvas intensas com a maré alta, além da urbanização desordenada e o sistema de drenagem insuficiente. Com o passar das décadas e a onda higienista que passava o Brasil, grande parte destes mesmos rios e córregos foram canalizados e concretados (Bastos *et al.*, 2002). A delimitação dos canais com concreto trouxe a perda da vegetação e de encosta natural, além da diminuição da área de vazão e escoamento. A abordagem atual sob os canais urbanos é o oposto de décadas atrás, sendo que muitos estão sendo revitalizados e reintroduzidos ao contexto da cidade através de parques lineares ou lagoas pluviais que atendem tanto a sociedade como espaço de lazer e convivências, e também como controle de inundações nos picos de precipitação. Nessa mesma abordagem, Belém, em 2025, têm diversos canais passando por reestruturação urbana para o controle de pontos de alagamentos e revitalização por meio de parques lineares no centro da cidade visto que o evento da COP30 na cidade promete deixar equipamentos urbanos para melhorias e um deles é a drenagem urbana além das demais infraestruturas relacionadas ao saneamento básico (Nunes; Nunes, 2024).

Os desafios iniciais da cidade de Belém para sediar uma conferência sobre o clima poderiam ser uma barreira, porém foi a força motriz para obras estruturantes e pontuais para a viabilidade. Obras em canais, drenagem urbana, saneamento básico, parques lineares, arborização e projetos sustentáveis em toda a cidade podem ser vistos para melhorar e adequar a cidade. Adaptações em projetos e técnicas que podem ser vistas em cidades esponjas ou similares também são visíveis como

em canais com o uso de jardins filtrantes, arborização para combater as ilhas de calor, comportas nos canais para inundações e aumento de áreas permeáveis e verde. Entretanto, compreender as requalificações de vias e canais como interligadas ou pontuais, pois a problemática em Belém expande toda a cidade e não apenas em algumas vias e canais (Pantoja, 2024). A amplitude das obras abrange grande parte da cidade, mas é necessário analisar que parte delas prioriza bairros com o m² mais caro da região, onde estarão localizados parques lineares e serviços de saneamento básico e drenagem. A COP30 será em novembro de 2025, mas é necessária uma visão para o pós evento e a perspectiva que os empreendimentos deixarão na cidade a longo prazo, como melhorias na drenagem urbana em canais que passar por requalificação, mobilidade urbana em vias, saneamento básico, arborização e projetos sustentáveis como parques lineares e urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisar a evolução sob a perspectiva ambiental e diante da preocupação com os efeitos das mudanças climáticas torna pertinente a adoção de diferentes abordagens ao redor do mundo, voltadas à mitigação dos impactos causados por inundações e à promoção do uso sustentável e cíclico da água. O conceito de Cidade Esponja bem como técnicas similares em diferentes partes do mundo mostram que a drenagem sustentável é uma forma de intervir sem agredir o meio ambiente, além de poderem ser somadas com as técnicas tradicionais e as soluções baseadas na natureza (Yin *et al.*, 2022). É válido entender o passado e analisar as formas que povos antigos, com limitação de tecnologias, conseguiam lidar com o gerenciamento das águas e potencializavam seu uso para as cidades da época com objetivos de irrigação ou abastecimento de forma de ser um facilitador para o desenvolvimento da sociedade. A drenagem sustentável potencializa melhorias na infraestrutura tradicional, mas é necessário compreender a área de aplicação, suas particularidades e efeito a longo prazo para validar investimentos e solucionar os problemas.

A questão social e econômica dos países é determinante para a forma como é lidada as questões ambientais, não sendo uma prioridade para o poder público. A falta de saneamento básico, incluindo o acesso à água potável e a drenagem eficiente é uma realidade em diversos países subdesenvolvidos e pobres, sendo determinantes para os fatores como saúde e bem estar social, além de ser um potencializador de tragédias como inundações (Pedro, 2018). A drenagem sustentável só pode emergir no debate público quando problemas básicos já estiverem solucionados, pois impossível pensar no futuro sem resolver algo tão necessário para o desenvolvimento social e urbano. No Brasil, ainda existem desafios a serem enfrentados com cidades sem saneamento básico e/ou água potável, sendo necessário uma visão mais ampla de país e não apenas em capitais e regiões metropolitanas.

Nesse contexto, a aplicação de conceitos de drenagem urbana sustentável tem um viés político e ambiental que potencializa a resiliência no meio urbano e tem o potencial de diminuir as inundações que ocasionam tragédias e problemas sociais nas cidades. As diferentes formas de combater as enchentes com denominações diferentes, mas com um propósito único é o gerenciamento das águas pluviais através do armazenamento, purificação e uso para momentos oportunos, além de aliviar os sistemas tradicionais (Pedro, 2018).

As inundações em sua grande maioria atingem cidades altamente urbanizadas, com pouca permeabilidade natural e com uma alta taxa de concreto em suas vias, sendo onde destaca-se com mais urgência a aplicação de projetos sustentáveis (Jones, 2024). Entretanto, o maior desafio para os grandes centros urbanos é espaços viáveis para aplicar o conceito da Cidade Esponja, sendo necessário uma adaptação que possibilite a melhoria no escoamento natural, a drenagem e o controle de inundações com políticas públicas e técnicas que envolvam a natureza.

Belém, sede da COP30 de 2025, é um exemplo de cidade que apresenta essas problemáticas, tanto urbanas como sociais, mas que tem condições de serem aplicadas técnicas que busquem resolver tais questões de forma integrada, baseando-se no conceito de Cidade Esponja, por exemplo. Contudo, sendo extremamente adensada e com poucas áreas verdes para projetos mais amplos de drenagem sustentável é preciso adaptar de forma ampla em pontos das cidades que apresentem índices de inundações e alagamentos, utilizando técnicas que maximizem o escoamento dos canais e quando necessário limitem através de comportas. Todavia, é importante analisar se as obras e estruturas sendo feitas na cidade com viés sustentável é pontual ou interligada, pois a problemática dos alagamentos e inundações em Belém é secular, visto que a combinação de grandes precipitações com as altas da maré praticamente impossibilitam que não ocorra as inundações em diversos pontos, por isso é necessário uma análise profunda. Outra questão é se as obras estruturantes estão sendo direcionadas para a população como um todo, ou para bairros de classe média alta e com isso aumentando a especulação imobiliária, centralizando mais ainda os serviços. Os investimentos em estrutura devem impactar toda a cidade, como a conclusão do parque linear Nova Doca que deve beneficiar pelo menos três bairros com o projeto Porto Futuro II (Nunes; Nunes, 2024). Aplicações de técnicas sustentáveis em cidades adensadas e com poucas áreas verdes sempre será um desafio, ainda mais em uma região amazônica que se torna contraditório pelo seu clima e vegetação ter poucas áreas arborizadas e permeáveis.

REFERÊNCIAS

- Anuário Climático do Estado do Pará.** Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Governo do Pará. 2021.
- BASTOS, T. X; PACHECO, N.A; NECHET, D; SÁ, T. D. D. A.** Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos. Embrapa. 2002.
- CHARLESWOTH, S. M; KLIGERMAN, D. C; BLACKETT, M; WARNICK, F.** O potencial para lidar com vetores de doenças em favelas no Brasil usando sistemas de drenagem sustentáveis: Zika, drenagem e gestão de águas cinzas. *Revista Internacional de Pesquisa Ambiental e Saúde Pública* , 19 (5), Artigo 2860. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052860>
- CHRISTOFIDIS, D. ASSUMPCÃO, R. D. S. F. V; KLIGER; KLIGERMAN, D. C.** A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional com a natureza. *Universidade de Brasília - UnB. Saúde em Debate*, Rio de Janeiro, v. 43, n. especial 3, p. 94-108, dez. 2019.
- FUCHS, A. G. P; MACIEL, F. G; PIMENTEL, L. B; MITERHOF, M. T.** Saneamento na América Latina: panorama das trajetórias institucionais e do nível dos serviços de água e esgoto na Bolívia, no Chile, no México e no Peru. *BNDES Set.*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 55, p. 7-66, mar. 2022.
- JONES, F.** A onda das cidades-esponjas – Mudanças Climáticas. *Pesquisa FAPESP*, n. 341, p. 39-41, 2024.
- MAHARAJ, K, T; AJIBADE, O. O; ARACHCHI, S; HILLS, C, D; RATHNAYAKE, U.** Sustainable drainage systems (SuDS) for rainwater harvesting and stormwater management in temporary humanitarian settlements. Elsevier. *Nature – based solutions*. V.7. 2025
- MENEZEZ, L, A, A; FERREIA, R, M, V; SOUZA, T, M, A; CABRAL, J, J, S, P; RABBANI, E, R, K.** Cidade esponja e suas técnicas compensatórias: uma revisão sistemática da literatura. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento* , [S. l.] , v. 10, pág. e119111032606, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i10.32606. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32606>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- NUNES, M. C. G; NUNES, M. G.** Parque Linear como resgate do sítio natural em Belém no megaevento da COP30 na Amazônia. 2024.

- PANTOJA, L. M.** Grandes projetos urbanos na Amazônia e a COP30: Uma análise sobre os empreendimentos Nova Doca e Nova Tamandaré, em Belém (PA). *Megaeventos como estratégia para desenvolvimento urbano: balanço crítico e expectativas da COP30 no Brasil*. DIURB 2024 – Diálogos Urbanos. 2024.
- PEDRO, J. M.** Caracterização ambiental de densidades urbanas em cidades médias do Estado de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Federal do ABC. Santo André - SP. 2018.
- QUEIROZ, W. S.; CORTESE, T. T. P; SOTTO, D.** COP30 em Belém: desafios e oportunidades sob uma perspectiva dos movimentos sociais na cidade. *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 17, n. 43, 2024.
- RELATÓRIO ANUAL ONU – BRASIL.** Nações Unidas. 2023. Disponível em https://brasil.un.org/sites/default/files/2024-06/ONUBrasil_RelatorioAnual2024_web.pdf
- SOARES, A. A. S.** Risco Socioambientais de inundações e alagamentos na planície Belém (PA): análise sobre as causas e formas de planejamento urbano para o tratamento da problemática. Programa de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia. 2018
- WAN, S; XU, L; QI, Q, YANGC, H; ZHOU, Y..** Building a multi-objective optimization model for Sponge City projects. *Elsevier – Urban Climate*, 2022.
- WANG, J.; GUANA, X.; MIAO, S.** Spatiotemporal evolution patterns of flood-causing rainstorm events in China from a 3D perspective. *Elsevier – Atmospheric Research*, 2025.
- WEHNUIN, W; JAMALI, B; KEFENG, Z; MARSHALL, L; DELETIC, A.** Projeto urbano sensível à água (WSUD), priorização espacial por meio de análise de sensibilidade global para mitigação eficaz das inundações pluviais urbanas. 2023.
- YIN, D.; XU, C; JIA, H; YANG, Y; SUN, C; WANG, Q; LIU, S.** Sponge City practices in China: From pilot exploration to systemic demonstration. *Water*, 2022.
- YUANITA, C. N.; SAGALA, S.** Blue-green infrastructure in Jakarta's fringe: an analysis of accessibility to blue-green spaces as a flood solution in Bekasi City. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2025.
- WANG, J; GUANA, X; MIAO, S.** Spatiotemporal evolution patterns of flood-causing rainstorm events in China from a 3d perspective. Elsevier. Atmospheric research. V.315. 2025
- WWF – A COP no Brasil.** 2024. Disponível em <https://www.wwf.org.br/cop_30/>. Acesso em: 17 jun. 2025.