

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

DRENAGEM SUSTENTÁVEL EM PARQUES TECNOLÓGICOS DE 4ª GERAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES DE PARIS-SACLAY E SHENZHEN PARA O HIDS-UNICAMP

Ana Elisa Pinheiro e Silva¹; Luiz Felipe de Araújo Figueirêdo² & José Gilberto Dalfré Filho³

Abstract: Knowledge territories, such as Science and Technology Parks, integrate processes of scientific innovation, urban development, and environmental sustainability. The fourth generation of these territories incorporates principles of sustainable urbanization, demanding effective solutions for environmental issues, especially in rainwater management. In this context, Nature-Based Solutions (NbS) stand out as fundamental strategies to ensure water sustainability and urban resilience. This article analyzes the experiences of Paris-Saclay, in France, and Shenzhen, in China, as international references. Paris-Saclay incorporated sustainable drainage from its conception, with retention basins and floodable green spaces. Shenzhen, a pioneer in the sponge city concept, adopted practices such as permeable pavements and rain gardens. Based on these references, the application of these solutions in the International Hub for Sustainable Development (HIDS), linked to Unicamp, is discussed, contributing to a sustainable and replicable urbanization model for new technology parks in Brazil.

Keywords – Technology Parks; Nature-Based Solutions; Sustainable Urban Drainage.

Resumo: Os territórios do conhecimento, como os Parques Científicos e Tecnológicos, integram os processos de inovação científica, desenvolvimento urbano e sustentabilidade ambiental. A quarta geração desses territórios incorpora princípios de urbanização sustentável, demandando soluções eficazes para questões ambientais, especialmente no manejo das águas pluviais. Nesse contexto, as Soluções Baseadas na Natureza (SbNs) se destacam como estratégias fundamentais para garantir sustentabilidade hídrica e resiliência urbana. Este artigo analisa as experiências de Paris-Saclay, na França, e Shenzhen, na China, como referências internacionais. Paris-Saclay incorporou drenagem sustentável desde sua concepção, com bacias de retenção e espaços verdes inundáveis. Shenzhen, pioneira no conceito de cidade-esponja, adotou práticas como pavimentos permeáveis e jardins de chuva. A partir dessas referências, discute-se a aplicação dessas soluções no Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS), vinculado à Unicamp, contribuindo para um modelo de urbanização sustentável e replicável para novos parques tecnológicos no Brasil.

Palavras-Chave – Parques tecnológicos; Soluções Baseadas na Natureza; Drenagem urbana sustentável.

1. INTRODUÇÃO

Os Parques Científicos e Tecnológicos surgiram na década de 1950 nos Estados Unidos e desde então foram adaptados e replicados para diversos países, refletindo transformações profundas nos modelos de desenvolvimento econômico, científico e urbano. Esses espaços, também conhecidos como “territórios do conhecimento” ou “distritos de inovação”, buscam promover a interação entre

¹Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP, R. Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária, Campinas - SP, 13083-889, tel: (31) 99874-3883, e-mail: pinheiroanelisa@gmail.com

²Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP, R. Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária, Campinas - SP, 13083-889, tel: (84) 99193-7104, e-mail: luizfgrdo@gmail.com

³Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP, R. Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária, Campinas - SP, 13083-889, tel: (19) 99686-8655, e-mail: dalfre@unicamp.br

universidades, governo, empresas, centros de pesquisa, sociedade e meio ambiente, fomentando o desenvolvimento científico e tecnológico (Ceuci, 2022).

Atualmente, há quatro gerações de parques científicos, que se diferem em relação ao tipo de natureza da inovação pretendida. A primeira geração busca criar oportunidades econômicas para as universidades por meio da aplicação dos resultados de suas pesquisas e do relacionamento próximo com empresas. A segunda, volta-se para a criação de tecnologias adequadas para utilização econômica e para incentivar estudantes universitários a se tornarem empreendedores (Ceuci, 2022).

A terceira geração dos parques tecnológicos visam melhorar o bem-estar da comunidade, contribuindo para a criação de uma cultura empreendedora e estabelecer uma comunicação em duas direções, entre os criadores e usuários de conhecimento e das tecnologias. A última geração, e foco do presente trabalho, traz o conceito de inovação baseada em uma hélice quádrupla, na qual inclui o governo, a universidade, indústria, sociedade e o meio ambiente, e corresponde a um modelo de inovação de desenvolvimento urbano baseado no conhecimento (Ceuci, 2022).

A evolução desses territórios reflete a passagem dos tradicionais parques industriais para os Parques Tecnológicos de 4ª geração. Diferente dos modelos anteriores, que eram isolados das cidades e focados mais exclusivamente na transferência tecnológica, esses novos ambientes caracterizam-se pela articulação intensa com o meio urbano e pela incorporação de princípios de sustentabilidade ambiental, inclusão social e inovação. Essa abordagem visa não apenas potencializar a inovação, mas também contribuir para o desenvolvimento urbano equilibrado e resiliente.

O processo de construção e consolidação desses novos territórios representa um avanço da de novas tecnologias, entretanto, desperta preocupações em relação ao tipo de infraestrutura urbana a ser adotada, principalmente no que se refere aos sistemas de drenagem e manejo adequado das águas pluviais. O planejamento urbano nesses ambientes deve estar intrinsecamente relacionado a abordagens sustentáveis.

A urbanização nas cidades brasileiras tem sido marcada pela intensa impermeabilização do solo, pela retificação e canalização de cursos d'água, bem como pelo tamponamentos de rios e a ocupação dos fundos de vale por vias e edificações. Essas práticas resultam em profunda degradação dos corpos hídricos e comprometem o equilíbrio dos sistemas naturais. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de revisão dos modelos adotados de planejamento urbano voltados para os sistemas de drenagem (Rezende e Tognetti, 2021).

O conceito de sustentabilidade na drenagem urbana vem sendo consolidado por meio de diversas iniciativas em escala global, resultando na formulação de conceitos, diretrizes e técnicas que orientam o desenvolvimento de novos projetos de drenagem alinhados às preocupações ambientais e à promoção da saúde e do bem-estar da população. Nesse contexto, o modelo higienista revelou-se insuficiente diante dos desafios urbanos contemporâneos. Esse cenário abriu espaço para soluções alternativas e complementares, como coberturas e fachadas verdes, pavimentos permeáveis e valas de retenção, que integram as estratégias sustentáveis no manejo das águas pluviais (Neto *et al.*, 2019).

Em territórios do conhecimento voltados ao desenvolvimento e à inovação tecnológica é fundamental que o planejamento urbano esteja alinhado com a preservação ambiental e a sustentabilidade hídrica. Nesse contexto, as Soluções Baseadas na Natureza (SbNs) surgem como alternativa indispensável e eficaz para o enfrentamento dos desafios impostos pelo processo de urbanização, especialmente em parques tecnológicos que estão em desenvolvimento, como é o caso do Hub Internacional de Desenvolvimento Sustentável (HIDS). As SbNs caracterizam-se como

soluções inspiradas e apoiadas pela natureza, que incorporam elementos naturais no espaço urbano através de intervenções adaptadas localmente, eficientes em termos de recursos (Caiche *et al.* 2021).

A transição para modelos sustentáveis de drenagem urbana tem sido impulsionada por experiências internacionais bem sucedidas, que servem como exemplo para projetos em desenvolvimento no Brasil. Um exemplo considerável é o caso de Shenzhen, na China, que implementou o conceito de cidade-esponja como resposta aos recorrentes problemas de inundações urbanas e escassez hídrica (Song, 2022). Por meio da integração de SbNs como telhados verdes, pavimento permeáveis, jardins de chuvas e entre outros, a cidade conseguiu transformar suas áreas urbanas densamente impermeabilizadas em ambientes mais resilientes e adaptados às mudanças climáticas. Outro exemplo de destaque é o projeto de Paris-Saclay, na França, um dos mais importantes territórios do conhecimento da Europa. Nesse caso, a drenagem sustentável foi incorporada desde a concepção urbanística, utilizando bacias de retenção, valetas vegetadas, obras enterradas e criação de espaços públicos inundáveis (Biarnès, 2024), garantindo eficiência na gestão hídrica e contribuindo para a qualidade ambiental da região.

Os parques tecnológicos citados, demonstram múltiplos benefícios da adoção de SbNs na drenagem urbana, especialmente em territórios de inovação e conhecimento. No contexto brasileiro, essas experiências representam fontes fundamentais de inspiração para a estruturação de iniciativas como o HIDS, localizado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Inserido em área de franja-urbana, ou seja, onde há a transição do rural para o urbano, é de extrema importância pensar meios sustentáveis para a consolidação desse espaço e dos seus sistemas de drenagem. A incorporação de SbNs em seus projetos de infraestrutura pode contribuir para uma urbanização mais resiliente, além de fazer do HIDS um modelo replicável em outras cidades.

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar as experiências de Paris-Saclay e Shenzhen, com foco nas estratégias de drenagem sustentável e SbNs a fim de avaliar de que maneira essas medidas podem ser adaptadas e incorporadas ao processo de consolidação do HIDS, contribuindo para a promoção da sustentabilidade local, o fortalecimento da resiliência urbana e a inovação ambiental no território.

2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbNs) EM TERRITÓRIOS DO CONHECIMENTO: CASOS ESTUDADOS

2.1. Paris-Saclay, França

O *Établissement Public d'Aménagement* Paris-Saclay (EPAPS) é um dos polos de inovação e conhecimento mais importante da Europa, situado no planalto de Saclay, ao sul da cidade de Paris, na França. Caracteriza-se como um distrito de inovação de quarta geração, que busca integrar institutos de pesquisa, empresas, universidades e atividades agrícolas, conectando-as ao transporte público metropolitano e favorecendo pontos importantes para zonas urbanas, como o adensamento, a mobilidade ativa e o uso misto (CEUCI Unicamp, [S.d.]).

O distrito abriga algumas das instituições mais renomadas do país, incluindo a *École Polytechnique* e a *Université Paris-Saclay*, além de centros de pesquisa públicos, grandes empresas e *startups* de base tecnológica. Esse território visa a produção do conhecimento e também se configura como um local de habitação, lazer e sociabilidade entre pessoas. O espaço se destaca pelos benefícios da implementação do uso misto e pelas suas características sustentáveis, entre elas a prevenção de inundações.

Desde sua concepção, o projeto incorporou princípios de planejamento sustentável, reconhecendo que a construção de um território do conhecimento precisa estar alinhada com os desafios ambientais atuais. A área de Paris-Saclay foi urbanizada em etapas cuidadosamente planejadas para minimizar os impactos ambientais, integrando infraestrutura verde e azul, mobilidade sustentável e sistemas de drenagem baseados em soluções ecológicas. Um dos principais destaques do projeto foi a adoção de SbNs para o gerenciamento de águas pluviais e, de acordo com a página *web* do EPAPS (Biarnès, 2024), os dispositivos utilizados no local são, bacias de retenção, valetas vegetadas, obras enterradas e criação de espaços públicos inundáveis.

Essas soluções foram implementadas com o objetivo de reduzir o escoamento superficial, prevenir inundações e melhorar a qualidade da água lançada nos corpos hídricos da região. Além disso, o projeto buscou preservar e recuperar áreas naturais preexistentes, criando uma interface contínua entre os espaços urbanos e os ecossistemas locais. As bacias de retenção foram empregadas como forma de campos naturais de expansão de cheias, como é o caso das chamadas *lisières* - bacias localizadas nas bordas do distrito -, tanto como forma de embelezamento do cenário urbano, como é o caso do espelho d'água da *École Nationale Supérieure Paris-Saclay* (ENS) e da bacia do Parque do Moulon. As estruturas construídas funcionam não só como reguladores de águas pluviais, mas também desempenham outras funções. As *lisières*, por exemplo, permitem o teste de técnicas de fitorremediação e a realização de estudos de monitoramento dos ecossistemas das bacias. O espelho d'água da ENS e a bacia do Parque do Moulon, por sua vez, estão próximas das edificações do entorno e criam espaços de lazer ao passo que desempenham sua função de redistribuir progressivamente o excedente de águas pluviais para a vegetação e valas do entorno.

Figura 1- Bacias de retenção, sendo a) *lisière*. b) espelho d'água da ENS e c) bacia do Parque do Moulon (Adaptado de Biarnès, 2024)



Nas obras enterradas, foram utilizadas faixas drenantes e estruturas alveolares ultraleves, as quais favorecem a infiltração no solo e evitam a impermeabilização que levaria a maiores vazões de pico. Quanto às valetas vegetadas, estas contribuem para o embelezamento do espaço urbano e para a formação de ilhas de frescor, conduzindo progressivamente a água pluvial até seu ponto de saída enquanto cria áreas verdes em meio às edificações. Ambas as soluções são técnicas de controle de inundações que podem ser implantadas em substituição aos convencionais pavimentos impermeáveis.

Além dos exemplos citados, o EPAPS também conta com um jardim inundável chamado *jardin argenté*. De acordo com Toriel (2022), o espaço funciona como uma bacia, a qual enche naturalmente por gravidade, regulando a cheia por meio de uma vazão muito limitada. O jardim se caracteriza como um sistema de fácil manutenção por estar a céu aberto e favorece a infiltração e a evapotranspiração enquanto permanece acessível aos pedestres por meio de uma passarela elevada. O espaço é um exemplo de que é possível aproveitar a topografia da bacia para criar lugares

inundáveis que não impeçam a locomoção de pessoas e ainda consigam desenvolver a biodiversidade, permanecendo uma área verde durante todo o ano.

Figura 2 - Jardin argenté (Biarnés, 2024)



Em entrevista, o chefe de projetos de Paris-Saclay, Sébastien Moisan, citou que o projeto tinha, inicialmente, o objetivo de prevenir riscos de inundações como as que aconteceram no ano de 2013 no local e que aumentaram a preocupação de que tais eventos se repetissem por consequência das mudanças climáticas e da urbanização (Allemand, 2024). Também, o sistema de drenagem passou a contribuir com o embelezamento da paisagem e com a adaptação às mudanças climáticas. O profissional ainda cita que as vazões de escoamento obtidas são menores do que as que surgiriam em um campo do planalto de Saclay e que a população, na ocasião das consultas públicas, costuma encorajar o aprimoramento destas intervenções.

O projeto de EPAPS é uma referência da combinação entre territórios do conhecimento e soluções de drenagem urbana baseadas na natureza. O local possui um conceito de “geografia ampliada”, compreendendo a hidrografia, topografia, estrutura vegetal e solo como pilares da estratégia de planejamento e proporcionando grandes figuras territoriais e paisagísticas (Germe&Jam, 2018). Estratégias de favorecimento da infiltração e do armazenamento da água de chuva são bem combinadas com soluções estéticas que melhoram a habitabilidade do espaço.

2.2. Cidade esponja de Shenzhen, China

A cidade de Shenzhen, localizada na província de Guangdong, na China, é um dos maiores exemplos contemporâneos de urbanização acelerada e transformação econômica. De uma pequena vila de pescadores nos anos 1980, Shenzhen tornou-se uma das metrópoles mais dinâmicas do mundo, reconhecida como um importante polo global de tecnologia e inovação. No entanto, à medida que a área transcendeu seu ambiente naturalmente pantanoso e se transformou de um local pacato em uma potência econômica, grande parte da sua superfície foi alterada para asfalto e concreto. Durante tempos de chuva ocorriam eventos de inundações severas e vazamentos em larga escala de poluição urbana, que contaminavam cidades vizinhas (Jenkins, 2020; Yin *et al.*, 2022), acarretando diversos danos.

Entretanto, os problemas hídricos encontrados em Shenzhen não se limitam à apenas uma região ou setor, mas são interconectados e interdependentes, com implicações de gestão variáveis que exigem uma abordagem sistemática e abrangente para abordar os problemas de forma holística. Além das inundações, a China também enfrentava problemas de escassez hídrica. Tais circunstâncias levaram o país a necessidade de poupar os recursos naturais, valorizar as precipitações, fazer pleno uso da água doce e a adotar estratégias de proteção contra inundações em conjunto com a resiliência urbana e sustentabilidade (Song, 2022; Jenkins, 2020). Desta forma, para enfrentar os desafios

hídricos das áreas urbanas, o governo Chinês anunciou em 2016 uma lista de cidades pilotos para construção de cidades-esponja (Ministério das Finanças da República Popular da China, 2016)

Shenzhen foi uma das pioneiras a adotar o conceito de cidade-esponja, que refere-se a um padrão utilizado que busca transformar o ambiente urbano utilizando soluções convencionais e soluções baseadas na natureza. Em Shenzhen foram adotadas para grande escala, práticas como proteção e restauração de florestas e da cobertura vegetal natural, o que contribui na penetração da água no solo. Já em pequenas escalas, outras opções foram implementadas, como pavimento permeável, lagoas de retenção e áreas úmidas, jardins de chuva e telhados verdes (Jenkins, 2020).

O pavimento permeável é uma medida de construção de estradas e calçadas, para a redução da área impermeável da superfície urbana, para a eliminação da água, redução de ruído, antiderrapante, resfriamento e alívio do efeito de ilha de calor, redução do escoamento superficial e prevenção de alagamentos. Além disso, pode melhorar as propriedades da superfície da estrada, como lascas, rachaduras e recalques irregulares, quando comparado ao pavimento tradicional (Song, 2022).

Os lagos de retenção e áreas úmidas foram construídos para capturar e filtrar as águas pluviais, permitindo maior infiltração no lençol freático local. Os jardins de chuva foram adotados como sistemas de coleta, percolação e purificação do escoamento das águas pluviais por meio do plantio de flores, plantas e árvores em áreas rasas e baixas, formadas naturalmente ou artificialmente. Quando utilizados corretamente podem reduzir efetivamente o escoamento superficial em 25% a 69% (Song, 2022; Jenkins, 2020).

Figura 3 - SbNs implementadas no subúrbio de Guangming, Shenzhen, China. a) jardim de chuva; b) estrada permeável (Jenkins, 2020)



Os telhados verdes são uma medida de esponja para edifícios em cidades com recursos de terra limitados. Pode ser instalado nos telhados dos prédios e contribuem para captação e filtragem da água da chuva, regando as plantas ao mesmo tempo que contribui para a redução da temperatura local.

Figura 4 - Projeto de telhado verde na vila de Gangxia, Shenzhen, China (Jenkins, 2020)



A experiência de Shenzhen demonstra que é possível compatibilizar crescimento urbano com estratégias eficazes de sustentabilidade hídrica. A aplicação integrada de SbNs transformou a lógica de planejamento urbano da cidade, substituindo o antigo paradigma dos sistemas de drenagem convencionais para um modelo inteligente e resiliente de reintegração da água ao ciclo natural. Essa abordagem representa uma fonte direta de inspiração para projetos urbanos em diferentes contextos, incluindo iniciativas no Brasil. A adoção de SbNs na concepção da drenagem urbana pode contribuir para a construção de ambientes mais alinhados com o meio ambiente.

3. ANÁLISE CRÍTICA PARA O HUB INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (HIDS)

O Polo 2 de Alta Tecnologia de Campinas, também conhecido como Polo II do Ciatec, se situa em uma área de 8,8 milhões de metros quadrados no distrito de Barão Geraldo, reservada pela prefeitura da cidade nos anos 1990 e situada nas proximidades da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e das rodovias Campinas-Moji Mirim, D. Pedro I e Anhanguera/Bandeirantes (HIDS, [S.d.]). Atualmente, com o seu maior desenvolvimento, a área também acolhe o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), que conta com o acelerador sincrotron Sirius, um avançado equipamento de produção científica. Em 2013, com a aquisição pela Unicamp de uma área conhecida como Fazenda Argentina, situada a leste do campus de Barão Geraldo, o debate sobre a ocupação do Polo II do Ciatec se intensificou. Logo, em 2020, a Prefeitura de Campinas e a Unicamp firmaram um convênio com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para a elaboração de estudos para a área, surgindo o conceito do Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável, chamado de HIDS (CEUCI Unicamp, [S.d.]). Atualmente, a área conta tanto com a área do polo quanto com os campus da Unicamp e da PUC-Campinas, já possuindo um masterplan desenvolvido pela Korea Research Institute of Human Settlements (KRIHS).

A maioria dos casos de parques tecnológicos no Brasil compreende apenas laboratórios e espaços de trabalho, sendo localizados em áreas de uso não misto, geralmente afastadas de centros urbanos e numa direção contrária ao que vem acontecendo com os parques situados em países mais desenvolvidos (Celani; Vaz; Bernardini, 2021a). Em tais locais, os escritórios são integrados também a comércios, indústrias não poluentes, habitação e espaços de convívio social, atraindo jovens talentos por meio de um ambiente urbano criativo e com opções de lazer. Desse modo, para que Campinas siga o modelo de parques tecnológicos já desenvolvidos em outros países, é preciso repensar o espaço para que este compreenda todos os equipamentos necessários para pesquisadores que buscam morar, trabalhar e interagir socialmente em um local mais adensado em que as distâncias percorridas não sejam longas.

Entretanto, o projeto ainda está em processo de debate. Celani, Vaz e Bernardini (2021b) relatam que, na tentativa de alteração da legislação para a área na ocasião da revisão do Plano Diretor de Campinas em 2014, houve uma participação ativa por parte da população de Barão Geraldo. Nas discussões, foi proposta a criação de uma faixa de maior adensamento e uso misto ao longo do principal eixo viário do local, porém a ideia não ganhou forte apoio. Tal intervenção, em meio a um bairro ainda pouco adensado e com forte presença de residências unifamiliares, causa insegurança na população devido à necessidade de adequação da infraestrutura urbana para comportar o adensamento previsto. Assim, para o projeto do HIDS, urge solucionar esses desafios.

Neste sentido, constata-se em Grenon (2023), as manifestações contra a artificialização de terras decorrente da construção da linha 18 do metrô de Paris, o qual liga o aeroporto de Orly ao

palácio de Versalhes, passando pelo EPAPS. Os manifestantes afirmam que, ao todo, 4000 ha de espaços naturais e agrícolas estão ameaçados, colocando em perigo uma das terras mais férteis da Europa em um contexto de preocupação com a água e com a sustentabilidade de modelos agrícolas. Bertrand (2023) retrata a vontade dos manifestantes em manter as funcionalidades agrícolas do local e em fazer com que ele seja útil para a distribuição de legumes, apoiando a instalação de novos agricultores. Logo, o caso de Paris-Saclay abre um debate sobre a atenção necessária ao se ocupar áreas de franjas urbanas para que polos de alta tecnologia possa ser desenvolvidos. Uma ocupação inadequada de tais zonas, principalmente as situadas próximas a várzeas de rios, podem gerar novos pontos de inundação devido a impermeabilização de terras que, anteriormente, não acolhiam usos urbanos. Problemas advindos de forte adensamento não fazem parte da realidade da população residente nesses locais e graves problemas sociais podem surgir no caso da não adoção de medidas sustentáveis.

A implantação de soluções baseadas na natureza nos territórios do EPAPS e de Shenzhen serve de referência não só para o HIDS, mas também para outros parques tecnológicos que venham a se desenvolver no Brasil. Ao adotar sistemas que favorecem a infiltração da água, que preservam corredores ecológicos e que sejam agradáveis paisagisticamente, a criação de novos polos de alta tecnologia será um tema mais aceito pelos habitantes de áreas de franjas urbanas. Além disso, em um mundo que repensa o desenvolvimento sustentável, tais espaços serão um laboratório vivo para pesquisadores que estudam a construção de cidades resilientes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos casos de Paris-Saclay, na França, e Shenzhen, na China, evidencia que a implementação de SbNs no planejamento urbano é uma medida eficiente e necessária para a construção de territórios do conhecimento resilientes e sustentáveis. Ambos os exemplos demonstram que é possível aliar a inovação tecnológica com o desenvolvimento urbano e a sustentabilidade.

O caso de Paris-Saclay, destaca-se pela concepção integrada entre a produção científica, a qualidade urbana e a gestão ambiental, com soluções que não apenas previnem inundações, mas contribuem para o embelezamento local da paisagem, o conforto térmico e a qualidade de vida da população. Em Shenzhen, a implementação da estratégia de cidade-esponja pelo governo chinês revelou ser uma resposta eficiente e holística frente aos desafios da urbanização acelerada, escassez hídrica e eventos extremos, resultando em um território mais resiliente e equilibrado.

As experiências internacionais discutidas no presente trabalho constituem importantes referências para o desenvolvimento do HIDS, principalmente por se tratar de território localizado em área de franja urbana, cuja condição exige uma atenção especial às questões de sustentabilidade voltadas para a gestão hídrica. O Hub apresenta o potencial para se tornar um modelo inovador de parque tecnológico brasileiro, rompendo a lógica tradicional de infraestrutura cinza, isolamento e desconexão com o meio urbano, avançando em direção a uma ocupação integrada, sustentável e socialmente responsável.

A implantação de um projeto com tais características demanda o enfrentamento de desafios estruturais, incluindo o diálogo com diferentes atores envolvidos. Além disso, a resistência social enfrentada por projetos semelhantes, como em Paris-Saclay, sinaliza a importância de processos participativos e transparentes na definição de estratégias de urbanização e sustentabilidade.

A incorporação efetiva de SbNs no HIDS pode contribuir para atenuar os conflitos típicos da ocupação em áreas de franja urbana, além de agregar valor científico e ambiental ao território. Mais do que soluções técnicas para problemas de drenagem, as SbNs devem ser compreendidas como

elementos estruturantes na construção de territórios inteligentes, resilientes e adaptados aos desafios contemporâneos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEMAND, S. *Une gestion durable des eaux pluviales*. Paris-Saclay, set. de 2024. Disponível em: <<https://epa-paris-saclay.fr/actualites-et-decryptages/toutes-nos-publications/une-gestion-durable-des-eaux-pluviales/>>. Acesso em: 20 jun. 2025

BERTRAND, S. *Île-de-France: une manifestation contre la future ligne 18 du métro sur le plateau de Saclay*. BFMTV, maio de 2023. Disponível em: <https://www.bfmtv.com/paris/ile-de-france-une-manifestation-contre-la-future-ligne-18-du-metro-sur-le-plateau-de-saclay_AN-202305130408.html>. Acesso em: 20 jun. 2025.

BIARNÈS, M. *Ecoconpetition des quartiers: la gestion des eaux pluviales*. Paris-Saclay, jun. de 2024. Disponível em: <https://epa-paris-saclay.fr/actualites-et-decryptages/toutes-nos-publications/ecoconstruction-la-gestion-des-eaux-pluviales/>. Acesso em: 24 de maio de 2025.

BLOES, R. B.; SPERNADIO, A. M. G. *Aproximação entre distritos de conhecimento de quarta geração e cidades saudáveis*. in Fourth Generation Knowledge Districtis, Campinas, ano 2024. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/socialsciencesproceedings/fgkd24/49.pdf>. Acesso: maio de 2025.

CAICHE; D. T.; PERES, R. B.; SCHENK, L. B. M. *Floresta urbana, soluções baseadas na natureza e paisagem: planejamento e projeto na cidade de São Carlos (SP)*. Revista Labverde, FAUUSP. São Paulo, v. 11, n. 01, e189316, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189316>.

CELANI, M. G. C.; VAZ, C. E. V.; BERNARDINI, S.. *HIDS: um parque tecnológico para o século XXI*. Disponível em: <<https://unicamp.br/unicamp/ju/artigos/hids-um-parque-tecnologico-para-o-seculo-xxi>>. Acesso em: 20 jun. 2025a.

CELANI, M. G. C.; VAZ, C. E. V.; BERNARDINI, S. P. *Do Polo de Alta Tecnologia ao Hub Internacional de Desenvolvimento Sustentável (HIDS)*. Disponível em: <<https://unicamp.br/unicamp/ju/artigos/do-polo-de-alta-tecnologia-ao-hub-internacional-de-desenvolvimento-sustentavel-hids>>. Acesso em: 20 jun. 2025b.

CEUCI. *HIDS: uma janela de oportunidade para a implementação dos ODS em um território do conhecimento e inovação*. Jornal da Unicamp, dezembro de 2022. Disponível em: <https://unicamp.br/unicamp/ju/artigos/ambiente-e-sociedade/hids-uma-janela-de-oportunidade-para-implementacao-dos-ods-em-um/>. Acesso em: 16 de maio de 2025.

CEUCI UNICAMP. Casos Estudados. Disponível em: <<https://sites.google.com/unicamp.br/ceuci/casos/casos-estudados>>. Acesso em: 24 maio. 2025a.

CEUCI UNICAMP. HIDS- Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://sites.google.com/unicamp.br/ceuci/casos/hids>>. Acesso em: 20 jun. 2025b.

GERME&JAM. Orsay / Gif-sur-Yvette / Saint-Aubin - *Quartier universitaire du Moulon, Plateau de Saclay*. Germe&JAM, 7 dez. 2018. Disponível em: <<https://www.germeetjam.com/saclay-moulon-4185>>. Acesso em: 24 maio. 2025

GRENON, F. *A Saclay, une ZAD lutte contre l'artificialisation de 4000 ha d'espaces naturels et agricoles*. La Relève et La Peste, 15 maio 2023. Disponível em: <<https://lareleveetlapeste.fr/a-saclay->

une-zad-lutte-contre-lartificialisation-de-4000-ha-despaces-naturels-et-agricoles/>. Acesso em: 20 jun. 2025

HIDS. *História – HIDS.*, [S.d.]. Disponível em: <<https://hids.org.br/historia/>>. Acesso em: 20 jun. 2025.

JENKINS, M. *Shenzhen explores the benefits of designing with nature*. Land Lines, abril de 2020. Disponível em: <https://www.lincolninst.edu/app/uploads/2024/04/sponge-city-lla200404.pdf>. Acesso: 27 de maio de 2025.

MINISTÉRIO DAS FINANÇAS DA REPÚBLICA POPULAR DA CHINA. *Anúncio da lista de cidades pilotos para a construção de cidades-esponja apoiadas pelo governo central em 2016*. Abril de 2016. Disponível em: https://jjs.mof.gov.cn/zxzyzf/csgwzxzj/201604/t20160425_1964216.htm. Acesso em: 20 de jun. de 2025.

NETO, P. S. G.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G; VAZQUEZ, E. G. *Sistemas de drenagem urbana sustentáveis no mundo e no Brasil*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 18743-18759, ano 2019. DOI:10.34117/bjdv5n10-119.

REZENDE, J.; TOGNETTI, E. R. *Drenagem sustentável e revitalização de rios urbanos no âmbito do comitê da bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré*. Engenharia Urbana em Debate, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 36–52, 2021. DOI: 10.59550/engurbdebate.v2i1.6. Disponível em: <https://www.engurbdebate.ufscar.br/index.php/engurbdebate/article/view/6>. Acesso em: 20 de maio 2025.

SONG, C. *Application of nature-based measures in Chinas's sponge city initiative: Current Trends and perspectives*. Nature-Based Solutions, vol. 2, ano 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100010>.

TORIEL, M. *Saclay : un jardin de pluie argente*. Disponível em: <<https://www.citeverte.com/dossiers/points-de-vue/detail/saclay-un-jardin-de-pluie-argente/>>. Acesso em: 24 maio. 2025.

YIN, D.; RAFFO, J.; TANG, J. *Global innovation hotspots, innovation ecosystems and catching-up in developing countries: evidence from Shenzhen*. World Intellectual Property Organization, ano 2022, Geneva, Switzerland.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio à execução desta pesquisa, concedido por meio do financiamento dos projetos vinculados ao Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS), processo FAPESP-PRC-2021/00280, pela concessão da bolsa de Mestrado, processo nº 2025/01368-9, e da bolsa de Treinamento Técnico (TT), processo nº 2025/00877-7. O suporte da FAPESP foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa e para o fortalecimento das atividades de inovação e sustentabilidade propostas no âmbito do HIDS.