

A INFRAESTRUTURA VERDE COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO SENSÍVEL ÀS ÁGUAS NA ESCALA DO BAIRRO EM TERESINA-PI

LA INFRAESTRUCTURA VERDE COMO APOYO A LA PLANIFICACIÓN URBANA SENSIBLE AL AGUA EN LA ESCALA DEL BARRIO EN TERESINA-PI

GREEN INFRASTRUCTURE AS A SUPPORT FOR WATER SENSITIVE URBAN PLANNING AT THE NEIGHBORHOOD SCALE IN TERESINA-PI

MATOS, KARENINA CARDOSO

Doutora, professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí (UFPI), E-mail: karenina@ufpi.edu.br

ROCHA, ARTHUR PEDROSA

Especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística, Universidade de Brasília (UnB), E-mail: arthurpedrosa4418@gmail.com

RESUMO

Tendo em vista o cenário urbano do século XXI, cada vez mais impactado pelos efeitos negativos acentuados pelas mudanças climáticas e por modelos de planejamento e gestão urbana dissociados de uma abordagem ecológica, tem-se a urgência da produção de espaços urbanos harmonicamente conectados aos sistemas ambientais. Entre estes sistemas destacam-se os hídricos, os quais são continuamente impactados por técnicas convencionais de manejo das águas materializadas sob infraestruturas cinzas muito presentes em diversas cidades brasileiras, incluindo Teresina, no Piauí. Considerando ainda as projeções feitas sob os efeitos da mudança climática na capital piauiense e que apontam um aumento significativo de eventos de precipitação extrema, estas técnicas ganham ainda mais força entre os novos investimentos em drenagem urbana. Como alternativa a esse cenário, dá-se destaque à infraestrutura verde (IV) enquanto método de planejamento ecológico da paisagem passível de ser absorvido na escala do planejamento urbano e que, em paralelo, permite o intercuro de processos de crescimento urbano mais sustentáveis. Nesse sentido, a partir de pesquisa bibliográfica e análise de estudo de caso, qual seja o bairro Recanto das Palmeiras, em Teresina-PI, o artigo tem por objetivo conceber um plano de IV para o território e que funcione como modelo de planejamento urbano sustentável e sensível às águas.

PALAVRAS-CHAVE: infraestrutura verde; águas; bairro; planejamento urbano; paisagem.

RESUMEN

Considerando el escenario urbano del siglo XXI, cada vez más impactado por los efectos negativos acentuados por el cambio climático y por modelos de planificación y gestión urbana disociados de un enfoque ecológico, existe la urgencia de producir espacios urbanos armoniosamente conectados con los sistemas ambientales. Entre estos sistemas se destacan los sistemas de agua, que se ven continuamente impactados por técnicas convencionales de gestión del agua materializadas bajo infraestructuras grises muy presentes en varias ciudades brasileñas, incluida Teresina, en Piauí. Considerando las proyecciones realizadas bajo los efectos del cambio climático en la capital de Piauí, que indican un aumento significativo de los eventos extremos de precipitación, tales técnicas cobran aún más fuerza entre las nuevas inversiones en drenaje urbano. Como alternativa a este escenario, se destaca la infraestructura verde (IV) como un método de planificación del paisaje ecológico que puede ser absorbido a escala de la planificación urbana y que, en paralelo, permite la interrelación de procesos de crecimiento urbano más sostenibles. En este sentido, a partir de una investigación bibliográfica y el análisis de un estudio de caso, concretamente el barrio Recanto das Palmeiras, en Teresina-PI, el artículo tiene como objetivo diseñar un IV plan para el territorio que funcione como modelo de planificación urbana sostenible y sensible al agua.

PALABRAS CLAVE: infraestructura verde; aguas; vecindario; planificación urbana; paisaje.

ABSTRACT

Considering the urban scenario of the 21st century, increasingly impacted by the negative effects accentuated by climate change and by urban planning and management models dissociated from an ecological approach, there is an urgency to produce urban spaces harmoniously connected to environmental systems. Among these systems, water systems stand out, which are continually impacted by conventional water management techniques materialized under gray infrastructures very present in several Brazilian cities, including Teresina, in Piauí. Considering the projections made under the effects of climate change in the capital of Piauí, which indicate a significant increase in extreme precipitation events, such techniques gain even more strength among the new investments in urban drainage. As an alternative to this scenario, green infrastructure (IV) is highlighted as a method of ecological landscape planning that can be absorbed at the scale of urban planning and which, in parallel, allows the intercourse of more sustainable urban growth processes. In this sense, based on bibliographical research and case study analysis, namely the Recanto das Palmeiras neighborhood, in Teresina-PI, the article aims to design an IV plan for the territory that functions as a model of sustainable urban planning. and sensitive to water.

KEYWORDS: green infrastructure; waters; neighborhood; urban planning; landscape.

Recebido em: 13/08/2024

Aceito em: 02/12/2024

1 INTRODUÇÃO

Apresentando-se como habitat humano por excelência, a cidade é o espaço de realização de complexos sistemas socioecológicos imersos em um território sob constante dinamicidade e transformação (Herzog, 2013). Remodelado continuamente, o tecido urbano reflete as marcas dos processos de planejamento e gestão territorial historicamente promovidos e, por sua vez, refletidos nos modelos de ocupação e uso do solo apresentados nas cidades. Nesse sentido, conforme Oliveira et al. (2019), faz-se notório salientar que o modelo predominante no século XXI carece, ainda, de maior reconhecimento das características físico-ambientais do território nos processos de planejamento e gestão, potencializando assim, o aumento de problemáticas socioambientais em centros urbanos, desde pequeno a grande porte (Farias et al., 2018).

Com a intensificação de impactos negativos causados pelas mudanças climáticas, eventos como inundações e deslizamentos de terra tornam-se cada vez mais regulares, ao passo que a responsabilidade por tais incidentes se amplifica, ao reconhecer a culpabilidade não somente dos próprios processos da natureza, mas também de fatores antrópicos. Conforme Farias et al. (2018) a baixa eficiência de instrumentos de caráter fiscalizatório para restringir o uso e ocupação do solo em planícies inundáveis ou em outras áreas de risco; a utilização inadequada dos recursos naturais do território; entre outros fatores intensificam o panorama contínuo de conflitos gerados por processos de planejamento e gestão territorial dissociados de uma necessária perspectiva ambiental.

Com estragos que vão muito além da degradação ambiental, o baixo reconhecimento das particularidades do território, incluindo fatores relacionados ao clima, relevo e características do solo e da rede hídrica, amplifica desastres com impactos socioeconômicos e perdas humanas, principalmente nos períodos de pico climático (Oliveira et al., 2019). Sinalizando, assim, a orientação a um desenvolvimento urbano pouco eficiente no atendimento ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), qual seja a proposição de urbes mais seguras, sustentáveis e resilientes. Considerando resiliência urbana, conforme Farias et al. (2018, p.178):

[...] como a capacidade que uma cidade tem de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se da exposição às ameaças, produzindo efeitos de maneira oportuna e eficiente, o que inclui a preservação e restauração de suas estruturas sociais e ecológicas, ou seja, dos fatores e agentes dinamizadores das funções básicas desempenhadas no ambiente urbano.

Todavia, para esse processo de absorção e adaptação mediante ocorrência de impactos destaca-se, ainda, a predominância de técnicas convencionais de engenharia urbana, as quais, em maioria, refletem um reconhecimento aquém do esperado das características socioambientais do território, reverberando estratégias estanques, monofuncionais e dissociadas de uma articulação com outras tecnologias (Bonzi, 2017). Assim, ressalta-se que, em paralelo a uma discussão de ordem ambiental, essas intervenções baseadas predominantemente no modelo de infraestrutura cinza, destitui as próprias potencialidades dos sistemas verde e azul do território como veículos catalisadores de novas paisagens, cujos elementos possam ser compreendidos como partes de uma rede maior e interconectada, que multiplica os serviços ecossistêmicos prestados pela natureza e introduz um caráter multifuncional para os sistemas verdes e azuis do território.

Aproximando-se ao recorte de estudo, salienta-se que, em Teresina, o reconhecimento do potencial do patrimônio ecológico para promoção de benefícios ao ecossistema urbano ainda se desenha frente a processos de planejamento e gestão territorial pouco associados a uma perspectiva ecológica. Isso, em um território cuja paisagem expressa as marcas historicamente construídas de uma “modernização cega” (Pessoa, 2019) a qual implicou a supressão de sistemas verdes e azuis em nome do desenvolvimento urbano, de tal modo que as intervenções urbanas empreendidas na capital piauiense, a partir da década de 1950, configuravam um panorama particular, no qual é válido destacar a perspectiva, conforme Teresina (2021, p. 48), de que uma “onda de infraestrutura cinza inundava a ‘Cidade Verde’, antigo título da cidade, comprometendo a infraestrutura verde e aumentando ainda mais as temperaturas”.

Nesse sentido, sob o paralelo entre desenvolvimento urbano e preservação dos ecossistemas verde e azul, os modelos de intervenção territorial historicamente adotados na capital piauiense refletem impactos negativos, ainda evidentes, em razão do reconhecimento aquém do esperado das características físico-ambientais do território e de seus processos naturais. De modo exemplificativo, vale ressaltar que entre os meses de janeiro e abril, período de alta pluviométrica em Teresina (Marcuzzo; Nascimento, 2018), o cenário de alagamentos (Figura 1) expressa ainda mais a urgência de iniciativas em prol da maior harmonia entre o ecossistema urbano e a base hidrográfica do território, ainda bastante impactada por processos ocupacionais

em planícies de inundação e interferência antrópica na drenagem natural de águas urbanas (Pessoa, 2019) marcada pelo protagonismo de técnicas convencionais de manejo hídrico

Figura 1: Rua interditada no período de pico do regime de chuvas no bairro Recanto das Palmeiras (Teresina-PI).

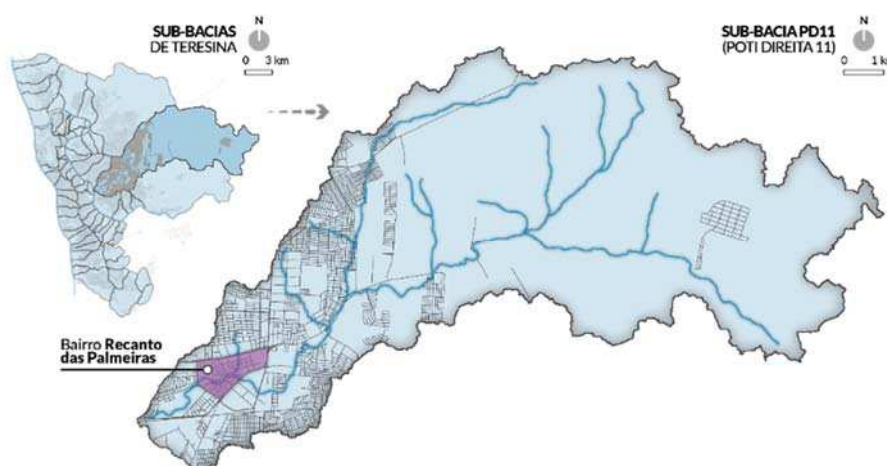


Fonte: Os Autores (2024).

Somando estratégias voltadas para o equilíbrio ecológico tanto no sistema azul como também no sistema verde do território reitera-se o potencial da infraestrutura verde (IV), cujas intervenções em nome de um planejamento ecológico da paisagem possibilitam um novo modelo de intervenção urbana, em favor do maior diálogo entre as sociedades humanas e o patrimônio ambiental e contra a supressão dos ecossistemas naturais. Além disso, conforme Benedict e McMahon (2006), a utilização do sistema de IV fornece a estrutura necessária para orientar o futuro crescimento urbano em consonância à preservação do sistema natural.

Alinhado a essa discussão, destaca-se o bairro Recanto das Palmeiras, localizado na Zona Leste de Teresina, e que ainda expressa um território singular, pelo qual dá-se destaque a sua rica paisagem natural marcada por uma significativa cobertura vegetal e áreas de fundo de vale. Além da presença de importantes estruturas biológicas do sistema azul da cidade, por sua vez localizadas na maior sub-bacia hidrográfica de Teresina, isto é, “Poti Direita 11”, conforme Figura 2 (Teresina, 2013). Por outro lado, em paralelo ao potencial cenário de suscetibilidade do meio urbano e natural a vetores de desenvolvimento pouco orientados a uma abordagem urbana sensível às águas, implica-se a relevância de processos de planejamento e gestão territorial específicos para o bairro em questão e seus respectivos sistemas verde e azul.

Figura 2: Localização do bairro Recanto das Palmeiras na sub-bacia PD11.



Fonte: Teresina (2013) – Elaborado pelos Autores (2024).

Apesar da expressão de importantes atributos, tais como a localização estratégica, próximo a importantes eixos de circulação e atividades urbanas; presença de estruturas naturais de drenagem; além da relevância

ecológica e do potencial paisagístico, o bairro Recanto das Palmeiras expressa algumas problemáticas que demandam atenção. Entre as quais, enfatiza-se a falta de conectividade entre algumas regiões do território; intensificação dos processos ocupacionais em direção às áreas de fundo de vale e planícies de inundação; degradação dos sistemas verde e azul; bem como a vulnerabilidade socioespacial às inundações nas faixas marginais do Riacho Itararé - principal curso d'água que transpassa o bairro em um percurso de leste à oeste até alcançar sua foz no Rio Poti (Silveira; Carvalho; Pessoa, 2017).

Considerando a relevância da infraestrutura verde enquanto método de planejamento ecológico da paisagem, o artigo tem por objetivo geral conceber um plano de IV para o bairro Recanto das Palmeiras e que funcione como modelo de planejamento sustentável e sensível às águas aplicado na escala urbana. Isso, de modo a maximizar a resiliência do território, os serviços prestados pela natureza e o reconhecimento da água enquanto patrimônio a ser salvaguardado, possibilitando, assim a construção de uma paisagem urbana mais hidrofílica.

2 METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como descritiva e exploratória que, sob uma abordagem qualitativa, utiliza procedimentos metodológicos que incluem pesquisa bibliográfica, estudo de caso e levantamento de dados. A pesquisa bibliográfica baseia-se na revisão de discussões sobre infraestrutura verde (IV) e outros conceitos fundamentais para a abordagem desta pesquisa, quais sejam as tipologias de IV e serviços ecossistêmicos.

Dotado deste referencial, analisa-se o estudo de caso, qual seja o bairro Recanto das Palmeiras, sob o suporte de dados primários e secundários sobre o sistema urbano e natural do território. Tal análise toma partido do método de sobreposição de mapas temáticos discutido por McHarg (1969), utilizando em paralelo o software QGis 3.38 como instrumento de apoio sobrepor os dados georreferenciados relativos ao sistema urbano – rede viária, edificações e lotes urbanos - e natural – topografia e hidrografia - do território. A partir da pesquisa bibliográfica e da análise do estudo de caso, tem-se a base para fundamentar o plano de infraestrutura verde proposto ao bairro, o qual indica e espacializa as estratégias mais urgentes em prol do planejamento urbano sensível às águas no território.

3 O “URBANO SUSTENTÁVEL” POR MEIO DA INFRAESTRUTURA VERDE

Conforme Herzog (2013) os primeiros assentamentos humanos permanentes possuem raízes na Idade do Bronze, período a partir do qual surgiram diversas civilizações que implicaram modos de ocupação territorial e uso dos recursos naturais de formas distintas. De um lado alguns assentamentos humanos – tais como as ocupações da civilização maia no México e dos habitantes da Ilha de Páscoa no Oceano Pacífico Sul - tiveram seu declínio significativamente influenciado pela degradação dos sistemas verdes e azuis, associado a processos exploratórios, sem o devido reconhecimento da capacidade de suporte dos ecossistemas naturais. Por outro lado, é possível delinear uma maior prosperidade de outros assentamentos – a exemplo de civilizações da América pré-colombiana como os povos incas no Peru - em razão do vínculo direto e harmônico entre os processos ecológicos do território e os processos socioeconômicos e ocupacionais (Herzog, 2013).

No entanto, salienta-se que a partir do século XVIII - com a Revolução Industrial - as cidades passaram por sua transformação mais radical, isso em virtude do expressivo crescimento populacional, por sua vez fortemente motivado pela maior oferta de emprego nos centros urbanos (Gomes; Pinto, 2020). Com impacto profundo no desenvolvimento das cidades, o crescimento demográfico e mercantil, além de influenciarem de forma estreita a expansão dos centros urbanos, potencializaram a degradação dos ecossistemas e processos naturais, o déficit na oferta e acesso à infraestrutura urbana, entre outras problemáticas, as quais associadas ao acelerado crescimento das cidades, provocaram intervenções e adaptações contínuas no tecido urbano e natural em nome do desenvolvimento urbano (Gomes; Pinto, 2020). Contudo, considerando a cidade enquanto estrutura modelada por diversos agentes e, por conseguinte, palco de diferentes interesses, é válido questionar a qualificação do “desenvolvimento urbano” nos processos de planejamento e gestão territorial.

O que ninguém se pergunta é sobre a sensatez de qualificar antecipadamente de “desenvolvimento urbano” processos cujas positividade e conveniência, sob o ângulo social mais amplo (o que inclui considerações ecológicas), são muito comumente duvidosas. O que acontece é que a linguagem ordinária é modelada por uma ideologia modernizante que é a versão urbana da ideologia do “desenvolvimento” capitalista em geral: desenvolver é dominar a natureza, fazer crescer, “modernizar”. (Souza, 2010, p. 75)

Assim, a restrição da ideia de desenvolvimento urbano a campos exclusivamente econômicos e tecnológicos, enquanto esferas sociopolíticas, urbanas e ambientais mantém-se aquém de um reconhecimento necessário (Alencar; Araújo; Rocha; 2021) expressa uma possível incompatibilidade do modo de planejar e gerir as cidades em orientação ao desenvolvimento urbano mais sustentável. No que tange à escala ambiental, somente a partir da década de 1980, com o maior protagonismo de discussões sobre os impactos causados pelas atividades antrópicas no meio ambiente, que medidas mais contundentes em prol de cidades cada vez mais orientadas ao desenvolvimento urbano sustentável foram se desenhando. Surgindo, assim, “o consenso de que qualquer pensamento sobre o desenvolvimento urbano teria que ter a chancela da ‘sustentabilidade’” (Prado, 2015, p.91). Na busca deste modelo de desenvolvimento faz-se notório a incorporação de processos de planejamento urbano que possibilitem e incentivem a incorporação de infraestruturas orientadas à proteção dos sistemas verde e azul, reconhecendo seus serviços ecossistêmicos prestados e promovendo uma relação mais harmoniosa entre o sistema urbano e o sistema natural.

Assim, destaca-se a infraestrutura verde que, orientada à reestruturação da paisagem (Herzog, 2013), reverbera, a priori, a necessidade de um resgate histórico relacionado ao reconhecimento de perspectivas ambientais nos processos de planejamento territorial. Nesse sentido, salienta-se que as raízes de uma sensibilidade ambiental aplicada ao campo urbano remetem ao início do século XIX, a partir de projetos e ideias de pensadores como Frederick Law Olmsted (1822-1903) – pioneiro arquiteto e urbanista norte americano ao incorporar os processos da natureza na escala do planejamento da paisagem, a exemplo do projeto de um sistema de parques urbanos em Boston nos Estados Unidos (Herzog, 2013). Isso, em um período ainda marcado pela acelerada industrialização das cidades europeias e a supremacia da crença utópica na inesgotabilidade dos recursos naturais (Franco, 2000).

Contudo, somente após o final da década de 1960 que o protagonismo de discussões acerca da relação entre as intervenções urbanas e defesa da natureza é retomado, apesar das raízes históricas da perspectiva ambiental na escala do planejamento (Sant’Anna, 2020). Isso, a partir de novas contribuições no campo de planejamento e projeto da paisagem, a exemplo do método de sobreposição de mapas apresentado em 1969 por Ian McHarg (1920-2001), e dos debates ambientais em escala global, como o Clube de Roma (1968), a Conferência de Estocolmo (1972) e os encontros da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Herzog, 2013).

Somado a esse cenário de maior atenção à relação entre cidade e natureza, a abordagem da infraestrutura verde, segundo Pellegrino (2017, p. 293) “surge em resposta a crescente complexidade e aos problemas de controle relacionados às águas urbanas, à mobilidade e à saúde pública [...]” e pode ser definida como um sistema de articulação entre espaços verdes e azuis naturais ou recuperados, que oferecem diversas funções, ao passo que preservam os ecossistemas e processos naturais (Benedict; McMahon, 2006 apud Sanches, 2014).

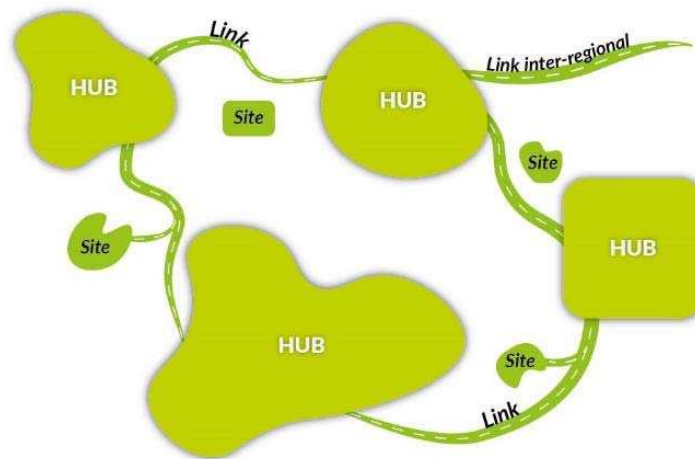
Compreendendo os espaços vegetados como elementos da infraestrutura verde, Sanches (2014) analisa o potencial para coleta de benefícios sociais, econômicos e ambientais por meio da reestruturação da paisagem. Nesse sentido, tendo em vista a IV como “um conjunto de sistemas de base que dá suporte à gestão e ao funcionamento sustentável da cidade [...]” destaca-se o atendimento a funções ecossistêmicas diversas, quais sejam circulatória, metabólica, hidrológica, recreativa e biológica (Sanches, 2014, p.130). Em modo complementar, Herzog (2013) trabalha estas funções como sistemas intrinsecamente relacionados, adicionando também o sistema geológico como um outro sistema de base interno à abordagem da IV.

Ao trabalhar em modo multiescalar – desde intervenções locais a projetos de âmbito regional – a infraestrutura verde expressa implicações diretas nos ecossistemas antrópicos. Assim, como diretriz para as intervenções pautadas na IV, Herzog (2013) pontua a relevância de diagnosticar as problemáticas existentes no território e criar as soluções multifuncionais cabíveis. Salientando, em paralelo, que essas respostas têm o potencial para ofertar diversos benefícios, tais como: melhoria da qualidade da água e promoção de processos de infiltração; aumento da biodiversidade com a arborização e recuperação de ecossistemas; redução de ilhas de calor; criação de áreas de convívio social interligadas aos sistemas verde e azul do território; incentivo à educação e sensibilidade ambiental; entre outros.

Promovendo a articulação entre espaços livres do território, com destaque aos espaços naturais, a infraestrutura verde é compreendida, a priori, enquanto uma rede formada por estruturas denominadas de hubs, links e sites (Figura 3). Estas estruturas, ou componentes da IV, são dinâmicas, tendo em vista que suas dimensões, formas e funções podem ser variadas (Benedict; McMahon, 2006). Quanto aos hubs, estes se apresentam enquanto ecossistemas que ancoram a rede de infraestrutura verde e possuem dimensões superiores aos sites. Como exemplo de hubs, cita-se as florestas, parques regionais e reservas naturais. Já

os links se configuram enquanto conexões que mantêm o sistema articulado permitindo a criação de corredores entre fragmentos de paisagem ambiental e dando espaço também para manutenção de processos naturais e fluxos gênicos de fauna e flora. Como exemplo de links cita-se os corredores verdes, bem como os rios e riachos urbanos. Quanto aos sites, estes se apresentam enquanto componentes menores que os hubs, podendo ou não estar interligados por meio dos links. Como exemplo de sites, cita-se as praças de bairro, hortas e áreas verdes de menor porte (Benedict; McMahon, 2006).

Figura 3: Rede de Hubs, Links e Sites.



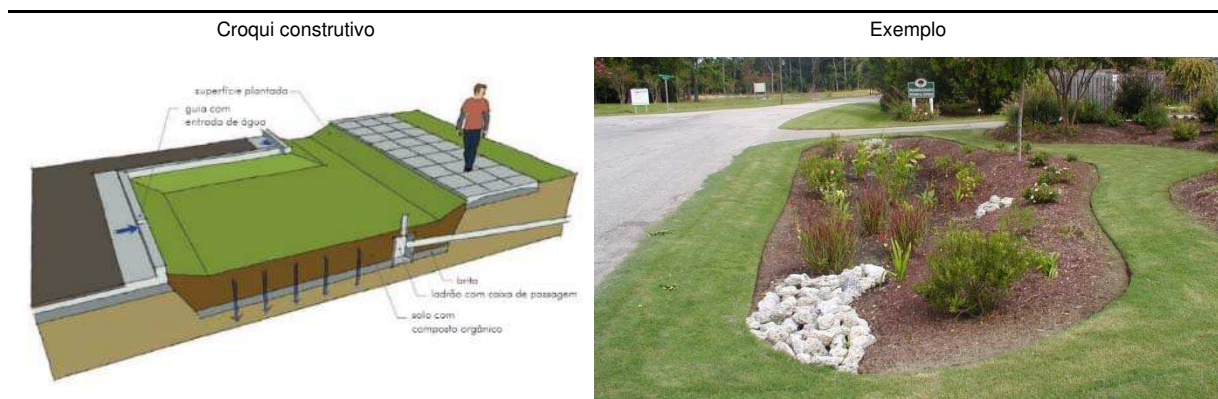
Fonte: Benedict; McMahon (2006, p. 13) – Adaptado pelo Autor (2024).

Adaptadas às particularidades de cada local, a infraestrutura verde também reverbera diversas tipologias, as quais, sendo aplicadas de forma integrada e orientadas a um planejamento e gestão ecológica da paisagem refletem seu potencial multifuncional (Herzog, 2013). Quanto às possibilidades de aplicação da IV, salienta-se algumas tipologias, também reconhecidas como soluções baseadas na natureza (SbN's), tais como os jardins de chuva, biovaletas, bacias de retenção, corredores e ruas verdes.

Jardins de chuva

Projetados em áreas de cotas mais baixas, os jardins de chuva ou bacias vegetadas (Quadro 1) auxiliam na redução de fluxos hídricos superficiais, ao permitirem a retenção temporária e infiltração da água em um dado espaço. Este, proposto como uma esponja, conta com pequenas pedras e plantas, a fim de, respectivamente, aumentar a porosidade do solo e promover a evapotranspiração e remoção de poluentes presentes na água. Tais tipologias são geralmente aplicadas em áreas residenciais, hortas ou próximo ao meio fio de vias públicas, podendo ser classificados como canteiros pluviais, caso apresentem-se compactos (Solera, 2020).

Quadro 1: Jardim de chuva.





Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

Fonte: North Carolina Coastal Federation (2024)¹.

Biovaletas

Como tipologia análoga aos jardins de chuva, considerando que também são preenchidas com vegetação e recebem fluxos superficiais de água, auxiliando na sua filtragem e infiltração no solo, além de compartilharem fins estéticos, as biovaletas (Quadro 2) assumem particularidade, visto que se apresentam como depressões lineares que podem ou não orientar o fluxo hídrico até outros sistemas, tais como jardins de chuvas e bacias de retenção. Vale ressaltar que as biovaletas são geralmente aplicadas em estacionamentos ou próximas ao meio fio de vias públicas e não são recomendadas para áreas densamente ocupadas (Solera, 2020).

Quadro 2: Biovaleta.

Croqui construtivo	Exemplo
	
Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).	Fonte: Baltic Smart Water Hub (2024) ² .

Bacias de retenção

Também conhecidas como lagoas secas, as bacias de retenção (Quadro 3) são depressões permeáveis cobertas ou não por vegetação e que auxiliam no gerenciamento das águas pluviais, ao reduzir o escoamento superficial e contribuir para infiltração da água no solo. Ademais, tais tipologias diferenciam-se das lagoas pluviais, tendo em vista que não apresentam uma lâmina d'água permanente, o que favorece usos recreativos quando a bacia de retenção se apresenta seca (Herzog, 2013; Solera, 2020).

Quadro 3: Bacia de retenção.

Bacia de retenção sem água	Bacia de retenção com água
	
Fonte: Susdrain (2024) ³ .	Fonte: Howard County (2024) ⁴ .

Corredores e Ruas verdes

Como espaços livres lineares, os corredores verdes (Quadro 4) assumem potencial ecológico ao possibilitar a conexão entre fragmentos de paisagem natural, bem como um maior diálogo entre as sociedades humanas e os sistemas verde e azul de um dado território. Vale ressaltar que tais corredores verdes podem ser propostos próximos a cursos e corpos d'água criando parques lineares, ao passo que, além de conectar a biodiversidade, podem expressar diversas outras funções. Funções estas, como evitar o assoreamento de rios e riachos urbanos, possibilitar rotas específicas para pedestres e ciclistas, melhorar o microclima, bem como conectar, também, áreas de lazer/contemplação que incrementem a multifuncionalidade da paisagem natural (Herzog, 2013). Já as ruas verdes (Quadro 4) são vias arborizadas que contemplam ainda outras tipologias, como os canteiros pluviais (jardins de chuvas mais compactos), com o intuito de auxiliarem no manejo da água da chuva. Aplicadas no sistema viário urbano, as ruas verdes expressam o potencial de amenização do microclima bem como de conexão entre a microfauna e outras comunidades ecológicas. As ruas verdes também dão preferência para circulação de pedestres e ciclistas, ao passo que o fluxo de veículos pesados e de passeio é mais restrito (Solera, 2020).

Quadro 4: Corredor e Rua Verde.

Corredor Verde



Fonte: LandDesign (2017)⁵.

Rua Verde



Fonte: The Oregonian (2012)⁶.

4 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Com o potencial de direcionar os processos de planejamento e gestão territoriais ao desenvolvimento urbano sustentável, a infraestrutura verde amplifica sua relevância ao recuperar paisagens e seus processos naturais e, por conseguinte, oferecer múltiplos serviços ecossistêmicos a um dado território (Herzog, 2013). Tais serviços prestados pela natureza, apresentam-se como contribuições para o bem-estar humano, seja direta ou indiretamente, e que reverberam a necessidade de reconhecimento pela sociedade, esferas de planejamento urbano e outros grupos (Reinhard, 2022).

Compreendendo a infraestrutura verde como um método de planejamento ecológico da paisagem a partir do uso de tipologias e considerando sua aplicação no espaço citadino – desde a escala do lote até o sistema viário, bairros e cidade - implica-se a oportunidade destas soluções para promover a maior percepção da sociedade sobre os benefícios obtidos pelos ecossistemas e processos naturais (Reinhard, 2022). Nesse sentido, salienta-se que os serviços ecossistêmicos podem ser divididos em quatro categorias, quais sejam provisão, regulação, culturais e suporte.

Os serviços de provisão são produtos que as sociedades humanas obtêm por meio da natureza - tais como água, frutas, minerais e plantas medicinais -, enquanto os serviços de regulação são benefícios que as sociedades humanas obtêm por meio da regulação do ambiente – tais como regulação do clima, controle de desastres naturais, melhoria da qualidade do ar - por sua vez feita natureza e seus processos naturais. Os serviços culturais também se apresentam como benefícios obtidos pelas sociedades humanas, todavia, a partir da interação com a natureza – a exemplo das oportunidades de lazer, recreação, pesquisa científica e a própria construção da identidade e cultura. Já os serviços de suporte se apresentam como os processos

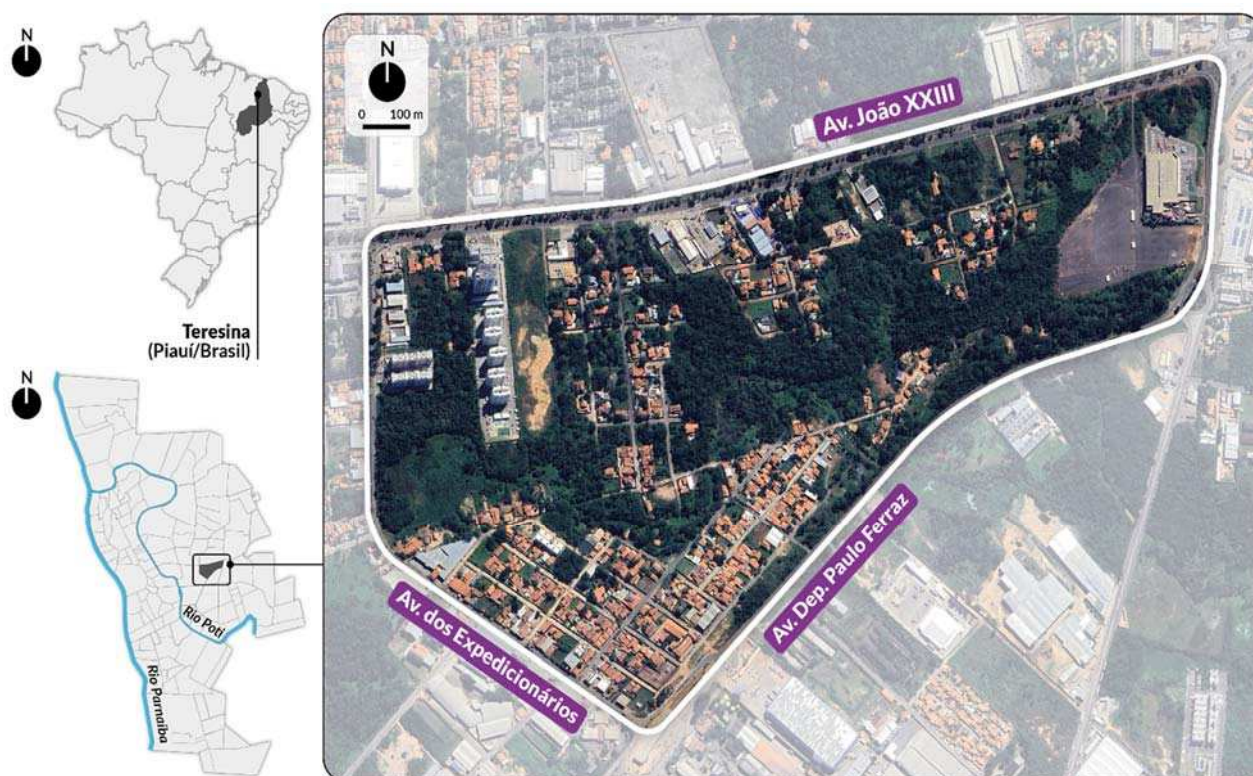
naturais necessários – tais como ciclagem da água e de nutrientes, produção de oxigênio, provisão de habitat – para continuidade dos sistemas de provisão, regulação e culturais (Padgurschi, 2019).

Assim, por meio de uma rede multifuncional de infraestrutura verde é possível oferecer o alto desempenho dos serviços ecossistêmicos prestados pelos ecossistemas naturais, além de contribuições para melhoria da qualidade de vida urbana.

5 O TERRITÓRIO

A área de estudo do presente trabalho, qual seja o bairro Recanto das Palmeiras (Figura 4), localiza-se na Zona Leste de Teresina, contemplando uma área de aproximadamente 1,227 km² (122,7 hectares) e com seu perímetro urbano limitado por duas vias arteriais e uma via coletora, respectivamente a Avenida João XXIII, Avenida Deputado Paulo Ferraz e Avenida dos Expedicionários.

Figura 4: Localização do bairro Recanto das Palmeiras em Teresina-PI.

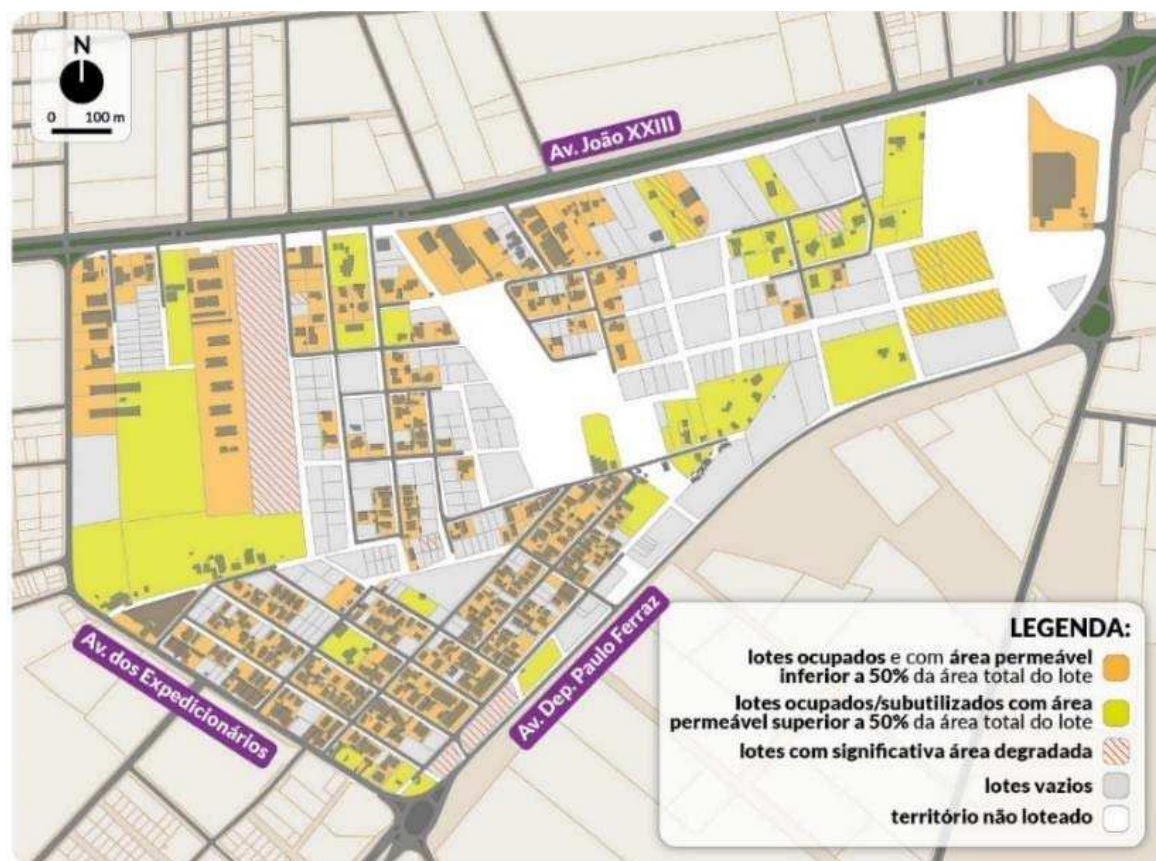


Fonte: Google Earth (2023) – Elaborado pelos Autores (2024).

Apesar da baixa expressividade de documentações sobre a história do bairro Recanto das Palmeiras, salienta-se que este surge a partir de um loteamento homônimo implantado na região no século XX e que apresentava alguns empreendimentos, à nordeste do atual bairro, relacionados ao comércio de grãos e aves (Teresina, 2018; Silveira; Carvalho; Pessoa, 2017). Ocupado com maior expressão somente a partir da década de 1990, o distrito em questão foi palco de um processo ocupacional que reconfigurou a paisagem natural do território marcado por sua significativa cobertura vegetal.

Vale ressaltar que no ano de 2023, o bairro Recanto das Palmeiras formalizou uma configuração ocupacional destacando mais edificações na região mais à sul e nas proximidades aos três eixos rodoviários que definem o perímetro do bairro. No levantamento mais atualizado, realizado em 2010 pela Prefeitura Municipal de Teresina, o bairro apresentava 989 habitantes sob uma densidade demográfica de 8,08 hab/ha (habitante/hectare) por sua vez relativamente baixa comparada a de outros bairros do entorno, como os distritos São João, com densidade de 34,5 hab/ha e Santa Isabel com 37,5 hab/ha (Teresina, 2018). Apesar de significativamente loteado, apenas 52,75% do total de 637 lotes apresenta-se ocupado - considerando os terrenos com área permeável inferior a 50% da área total do lote (Figura 5).

Figura 5: Mapa de Usos e características dos lotes do bairro Recanto das Palmeiras,



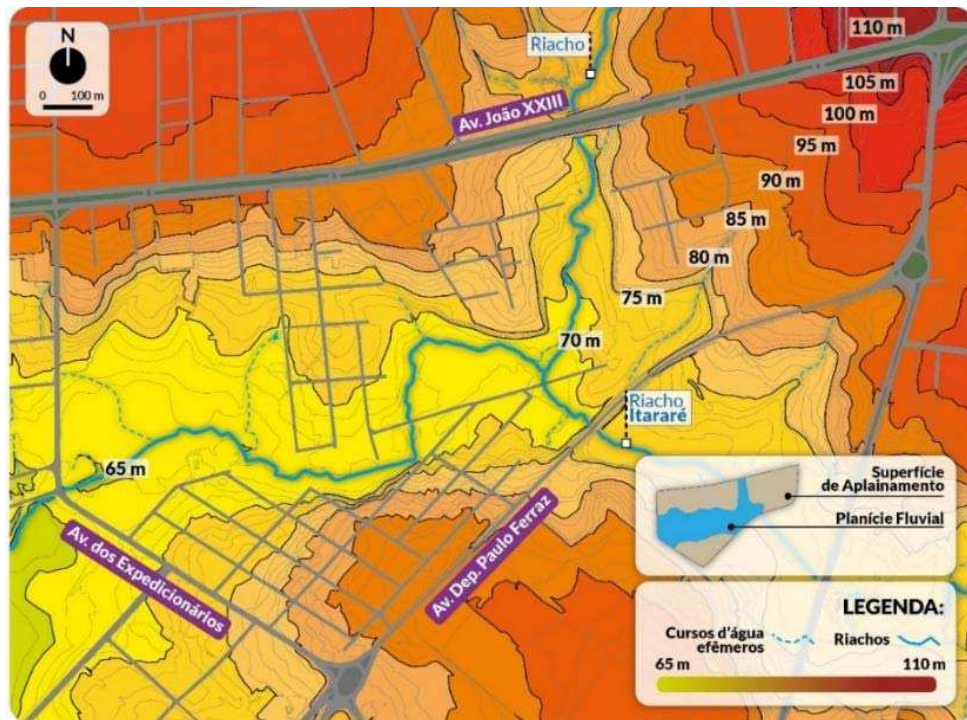
Fonte: Teresina (2015); Google Earth (2023) – Elaborado pelos Autores (2024).

Esta baixa expressividade ocupacional pode ser analisada a partir de hipóteses, quais sejam a localização próxima a áreas de vale – que justifica a presença de diversas ruas sem saída no território –, a dificuldade de acesso aos lotes, ou por conta de um processo proposital de especulação imobiliária. Tais hipóteses para justificar o cenário de baixa ocupação somam-se também às restrições ocupacionais impostas por modelos racionais de zoneamento urbano em Teresina promulgados entre o final da década de 1980 e início do século XXI (Teresina, 1988, 2006). Salienta-se ainda que no caso do bairro Recanto das Palmeiras, o percurso de processos especulativos da terra urbana influencia a consolidação de algumas áreas degradadas no distrito. Por outro lado, os processos de degradação da terra urbana, seja por compactação do solo ou pela supressão da cobertura vegetal não eliminam o protagonismo do sistema verde do bairro, como se pode observar por meio da Figura 4.

Com uma geologia particular, o bairro Recanto das Palmeiras apresenta em seu território dois padrões de relevo específicos, quais sejam a planície fluvial, marcada pela presença de solos areno-argilosos próximo aos cursos d'água; e a superfície de aplainamento, marcada pela presença de solos residuais argilo-siltosos e que expressam maior aptidão à urbanização quando comparada à região de planície fluvial (CPRM, 2020).

O gradiente topográfico do bairro expressa cotas variando de 65 m a 110m, tendo na região nordeste as cotas mais elevadas do território, e na parte central as cotas mais baixas, caracterizando uma área de fundo de vale, por sua vez localizada na maior sub-bacia hidrográfica de Teresina, qual seja a Poti Direita 11 (Teresina, 2013). Como principal curso d'água desta sub-bacia, o riacho Itararé segue sua linha de drenagem, desde a cota mais elevada à mais baixa, interceptando o bairro Recanto das Palmeiras na Av. Deputado Paulo Ferraz e em seguida na Av. dos Expedicionários. Além desse riacho, o distrito contempla outro curso d'água - com largura média de 2,0m em seu leito regular -, que intercepta o bairro na Av. João XXIII até convergir com o Itararé na região de fundo de vale do território (Figura 6).

Figura 6: Mapa de Topografia e Cursos d'água no bairro Recanto das Palmeiras.



Fonte: Teresina (2015); Google Earth (2023) – Elaborado pelos Autores (2024).

O riacho Itararé, se apresenta como estrutura de destaque do sistema azul do bairro e que reforça a riqueza do seu patrimônio ambiental. Apesar de não receber, dentro do território, processos de tamponamento e canalização, o riacho, assim como sua planície fluvial, se estabelece sob riscos de degradação motivados pelo despejo de resíduos sólidos e efluentes líquidos além de vetores ocupacionais irregulares. Esses, ainda mais motivados pelos modelos de planejamento historicamente adotados em Teresina que não traduziram, até 2019 - quando na aprovação do Plano Diretor de Ordenamento Territorial da cidade (Teresina, 2019) -, o devido reconhecimento do riacho nos planos diretores da capital piauiense (Silveira; Carvalho; Pessoa, 2017; Alencar; Rocha, 2024). Nas épocas de intensificação do regime de chuvas, o volume hídrico transportado pelo riacho aumenta significativamente, refletindo na obstrução de estruturas de drenagem implantadas. No ano de 2024, é possível constatar a manutenção de alguns bueiros subdimensionados (Quadro 5) que reforçam a possibilidade de rompimento da própria estrutura viária em épocas de pico do regime pluvial.

Quadro 5: Interseção entre o Riacho Itararé e a Rua Fernando Pires Leal antes e após a chuva.

Foto 1 (antes da chuva)



Fonte: Os Autores (2024).

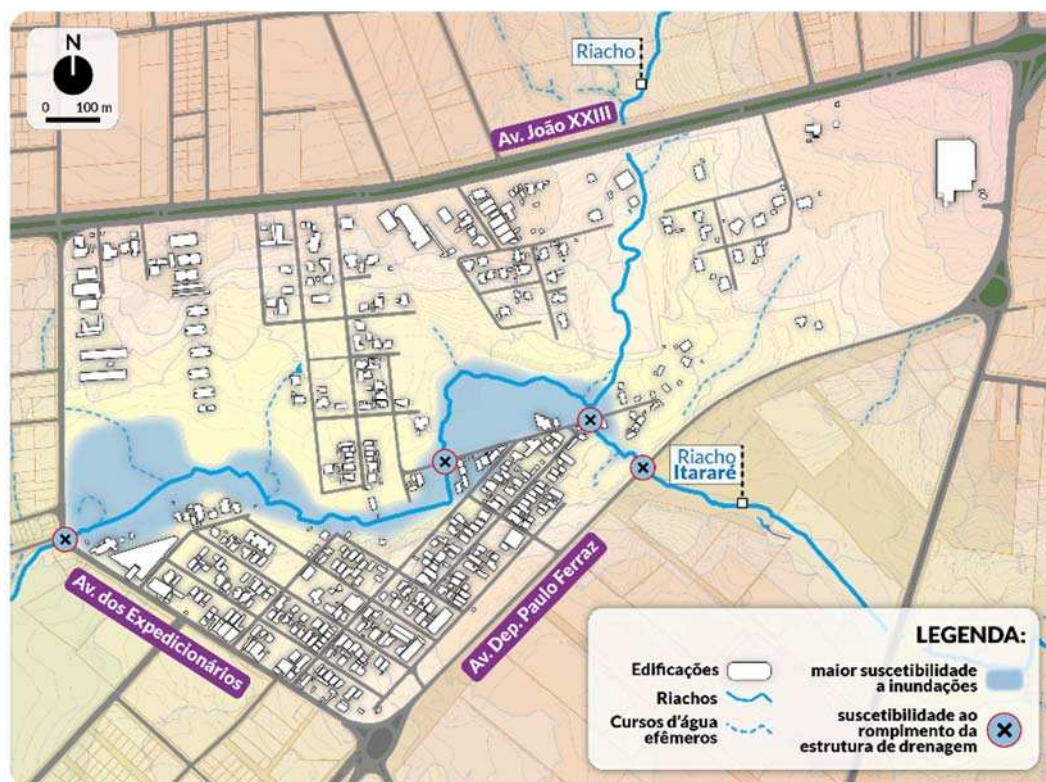
Foto 2 (após a chuva)



Fonte: Os Autores (2024).

Além dos danos estruturais no sistema viário e na infraestrutura de drenagem implantada, faz-se notório destacar outro impacto negativo de significativa relevância, qual seja a vulnerabilidade das famílias residentes na região de fundo de vale ao cenário de inundações, ainda mais expressivo nos territórios localizados nas cotas altimétricas mais baixas da planície fluvial (Figura 7). Amplificando o panorama de riscos no bairro, tem-se ainda a suscetibilidade dos cursos d'água a potenciais interferências nos seus percursos naturais, principalmente ao se levar em conta a possibilidade de ampliação da malha viária e novas interrupções nos seus leitos por meio de estruturas de drenagem monofuncionais, e que não permitem o livre fluxo hídrico e os links de fauna e flora na paisagem.

Figura 7: Mapa de riscos socioambientais relacionados às águas no bairro.



Fonte: Teresina (2015); Google Earth (2023) – Elaborado pelos Autores (2024).

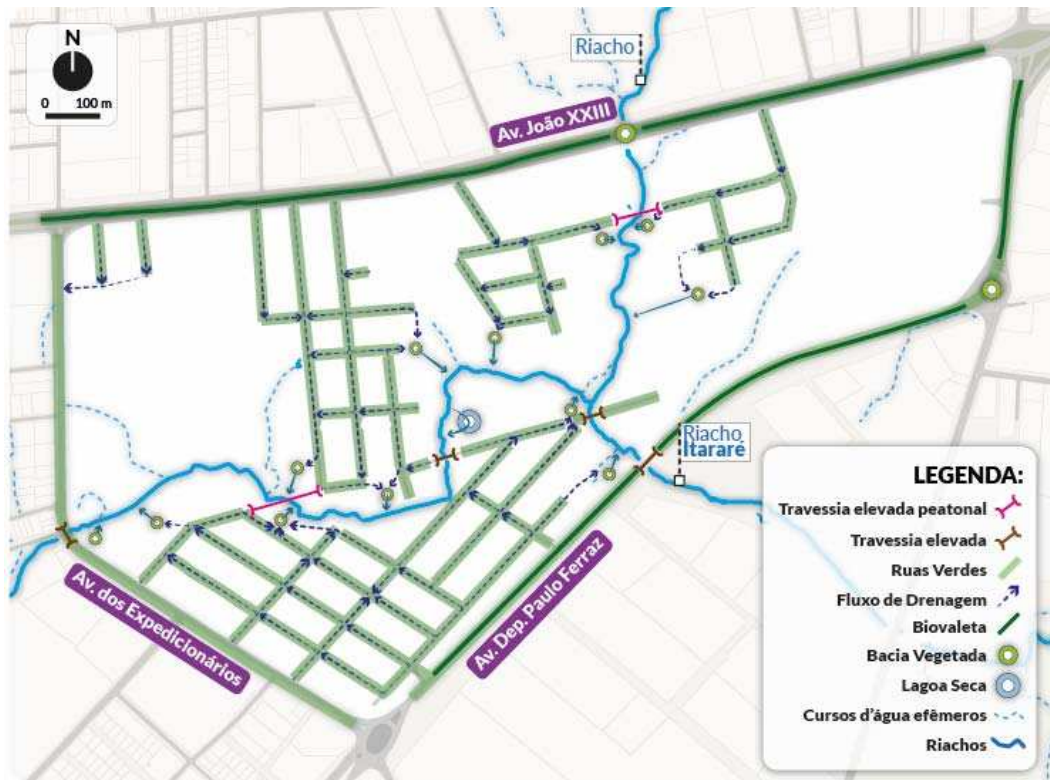
Nesse sentido, a partir do breve diagnóstico sobre o sistema urbano e natural do bairro, destaca-se entre as principais conclusões, que o território apresenta enquanto principal força a presença de um extenso patrimônio ambiental - marcado pela densa cobertura vegetal e por dois cursos d'água – com uma oferta de diversos serviços ecossistêmicos. Por outro lado, tais serviços são refutados por algumas fraquezas presentes no território, por sua vez expressas pelo desencontro entre as dinâmicas antrópicas – somando formas de ocupação, deficiências de infraestruturas urbanas de coleta de esgoto sanitário, resíduos sólidos e de drenagem – e a natureza. Frente a esse quadro, contextualiza-se a infraestrutura verde como uma oportunidade para a reabilitação do sistema natural e melhoria da qualidade de vida no sistema urbano.

6 PLANO DE INFRAESTRUTURA VERDE AO BAIRRO

A partir da discussão sobre infraestrutura verde e o diagnóstico do território, tem-se a base para definir as intervenções territoriais pautadas na implantação de soluções baseadas na natureza e outras estratégias paralelas apresentadas no plano proposto. Considerando o método de planejamento adotado para o gerenciamento da proposta, qual seja o método da infraestrutura verde, salienta-se sobre a relevância da definição e espacialização das SbN's no bairro (Figura 8). Entre estas tipologias, destaca-se a indicação de biovaletas para as avenidas João XXIII e Deputado Paulo Ferraz, considerando o potencial de retenção temporária e direcionamento das águas pluviais às bacias vegetadas mais próximas, bem como critérios de viabilidade técnica. Isso, tendo em vista o perfil viário existente da Avenida João XXIII, o qual apresenta um canteiro central com largura suficiente para receber uma biovaleta, bem como o cenário futuro com a

duplicação da Avenida Deputado Paulo Ferraz – rodovia federal simples e de mão dupla - e a possibilidade de criação de um canteiro vegetado que também possa receber a SbN supracitada nesta via.

Figura 8: Rede de Tipologias de IV no bairro.



Fonte: Os Autores (2024).

O plano de IV apresentado propõe processos de requalificação em todo o sistema viário de modo a implantar ruas verdes equipadas com canteiros pluviais no passeio público. Nesse sentido, para promover uma mais eficiente gestão das águas urbanas tanto em aspecto qualitativo (qualidade da água) como também quantitativo (volume hídrico), propõe-se no sistema viário interno do bairro a implantação de uma rede de microdrenagem, a qual irá receber parte⁷ do volume hídrico carregado/respesado pelos canteiros pluviais e em seguida encaminhá-lo (conforme orientado pelos fluxos de drenagem apresentados na Figura 8) para a bacia vegetada mais próxima, a qual replicará o papel dos canteiros, qual seja o represamento temporário de volumes hídricos, biorretenção e tratamento da poluição difusa, para em seguida encaminhar o volume hídrico não absorvido pelo solo em direção ao riacho urbano (Figura 9).

Figura 9: Esquema da rede de microdrenagem proposta.



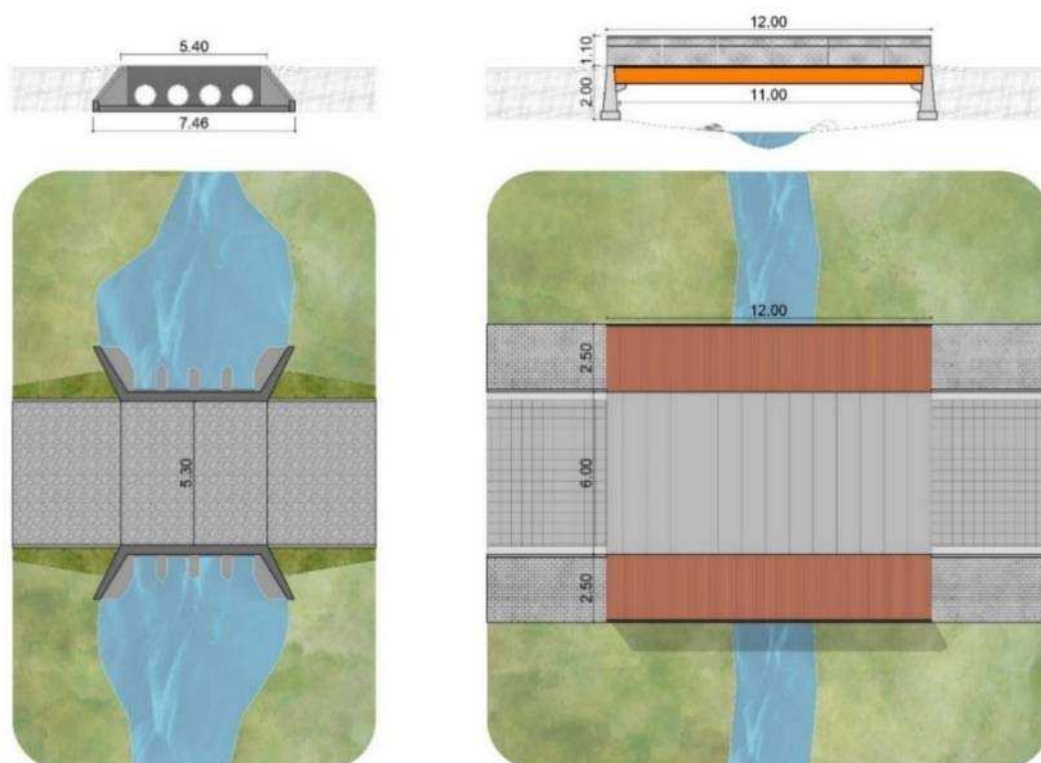
Fonte: Os Autores (2024).

Outrossim, propõe-se a implantação de uma lagoa seca dentro do bairro para receber excedentes hídricos e diminuir os impactos do período de cheia da sub-bacia. Apesar da sua característica principal possuir caráter regulatório, a lagoa seca também reverbera uma oportunidade para incorporação de serviços ecossistêmicos

culturais, por meio das possibilidades projetuais voltadas a promoção de vetores contemplativos e recreativos na área de influência da SbN.

Além disso, o plano de IV também aproveita a oportunidade de implantação de soluções baseadas na natureza para, também, propor a ligação de eixos circulatórios próximos aos riachos urbanos, permitindo uma melhor conectividade interna no bairro, atualmente marcado por diversas ruas sem saída, conforme apontado no diagnóstico. Tal proposta baseia-se na criação de travessias exclusivas para o fluxo de pessoas e ciclistas, bem como da substituição das estruturas de microdrenagem em travessias elevadas (Figura 10). Possibilitando, assim, o livre fluxo hídrico e os links gênicos de fauna e flora entre as áreas atualmente separadas pela infraestrutura cinza, a qual limita às águas correntes à uma função essencialmente hidráulica, de canal de drenagem, sem o pleno reconhecimento do seu papel multifuncional na paisagem e suas relações ecossistêmicas com o sistema natural do entorno (Alencar; Rocha, 2024).

Figura 10: Comparativo esquemático entre propostas de estruturas que interceptam curso d'água.



Fonte: Os Autores (2024).

Salienta-se que outras SbN's como pavimentos permeáveis, teto e parede verde são fundamentais para a maximização dos benefícios gerados pelo plano de infraestrutura verde. Contudo, tendo em vista a natureza de aplicação dessas SbN's - majoritariamente dentro dos lotes urbanos -, faz-se necessário elaborar processos participativos que convidem a população local a conhecer e adotar tais estratégias dentro de suas casas e ambientes de trabalho. Isso, defendendo que a construção de uma comunidade urbana sustentável implica além de transformações na infraestrutura urbana em uma macro e mesoescala, mudanças de padrões construtivos desde a escala do lote urbano – também relevantes para o melhor funcionamento do sistema de manejo das águas do bairro.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o cenário urbano do século XXI, continuamente impactado pelos efeitos negativos relacionados às mudanças climáticas e pela produção de processos de planejamento e gestão territorial pouco associados a uma abordagem ecológica, observa-se como as urbes contemporâneas se configuram frente às prerrogativas de desenvolvimento e progresso, tomando um partido aquém do necessário de estratégias voltadas a produção de espaços urbanos sustentáveis e resilientes. Entre estas estratégias, destaca-se o

método de planejamento ecológico da paisagem reconhecido como infraestrutura verde, o qual parte da construção de uma rede de sistemas ambientais (protegidos e conectados entre si) e da implantação de soluções baseadas na natureza para orientar o crescimento urbano frente às prerrogativas do desenvolvimento sustentável e para um mais eficiente sistema de manejo das águas.

Assim, tendo em vista o diagnóstico territorial sobre o bairro Recanto das Palmeiras, observa-se a relevância da aplicação da infraestrutura verde enquanto método de planejamento para permitir a criação de um protótipo de comunidade urbana adaptada à sua paisagem hídrica inerente, e que funcione como modelo a ser cooptado pelas gestões em vigor para os demais distritos que compõem a unidade da sub-bacia hidrográfica. Isso, a fim de promover uma maior resiliência do sistema urbano-natural, exploração dos serviços ecossistêmicos na paisagem e a redução dos impactos antrópicos – resultantes da ampliação da rede de infraestrutura cinza – no ciclo hidrológico urbano. Além disso, associado a projetos urbanos que conciliam uma abordagem sensível às águas, a incorporação de uma rede intraconectada de SbN's abre espaço para uma mudança de paradigma em prol de comunidades urbanas, não somente sustentáveis e resilientes, como também hidrofílicas, ao reconhecer a água enquanto patrimônio que merece ser valorizado e protegido, desde a escala do lote à escala urbana.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. K. B.; ARAÚJO, C. C.; ROCHA, A. P. Zona Norte de Teresina-PI: Uma análise a partir do planejamento urbano. **Revista Projectare**, Teresina, v. 2, n. 12, p. 217-235, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/projectare/article/view/537>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- ALENCAR, A. K. B.; ROCHA, A. P. Riachos Urbanos: Como esses sistemas têm sido compreendidos no planejamento urbano de Teresina?. **Revista Boletim do Gerenciamento**, Rio de Janeiro - RJ, n. 42, v. 42, p. 1-14, 2024. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/1164>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington: Island Press, 2006.
- BONZI, R. S. Paisagem como infraestrutura. In: PELLEGRINO, P. R. M.; MOURA, N. B. (org.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. 1. ed. Barueri: Manole, 2017. p. 1-24.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Carta geotécnica de aptidão à urbanização frente a desastres naturais: município de Teresina, PI**. Teresina: CPRM, 2020. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21738>. Acesso em: 09 fev. 2024.
- FARIAS, A. et al. Infraestrutura urbana sustentável: conceitos e aplicações sob a perspectiva do arquiteto e urbanista. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 25, n. 36, p.164 – 205, 2018. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/19095/13965>. Acesso em: 03 fev. 2024.
- FRANCO, M. de A. R. **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.
- GOMES, M. F.; PINTO, W. S. Justiça socioambiental e processo de urbanização das cidades. **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 582 – 608, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/issue/view/2327>. Acesso em: 03 de fev. 2024.
- HERZOG, C. P. **Cidades para todos: (re)aprendendo a viver com a natureza**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2013.
- MARCUZZO, F.; NASCIMENTO, J. R. *Mapas da distribuição anual e mensal de chuva e hietrogramas da região metropolitana de Teresina, PI*. 2018. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/20448/3/evento_10066.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.
- MCHARG, I. **Design with nature**. American Museum of Natural History, 1969.
- OLIVEIRA, A. et al. Padrões urbanos facilitadores da recarga de aquíferos. **Revista de Morfologia Urbana**, Porto, v. 7, n. 2, p. 118 - 127, 2019. Disponível em: <https://revistademorfologiaurbana.org/index.php/rmu/issue/view/13/11>. Acesso em: 03 jan. 2024.
- PADGURSCHI, M. C. G. et al. **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade & serviços ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2019. Disponível em: <https://www.bpb.es.net.br/produto/diagnostico-brasileiro/>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- PELLEGRINO, P. R. M. Conclusão. In: PELLEGRINO, P. R. M.; MOURA, N. B. (org.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. 1. ed. Barueri: Manole, 2017. p. 291-308.
- CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 25, p. 125 – 142, 2008. Disponível em: <https://revistas.usp.br/paam/article/view/105962/111750>. Acesso em: 13 ago. 2024.

- PESSOA, T. M. **Teresina, uma cidade entre rios: Estudo da gestão das águas pluviais na Zona Sul**. 2019. 199 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.
- PRADO, A. L. Desenvolvimento urbano sustentável: de paradigma ao mito. **Oculum Ensaios**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 83 – 97, 2015. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/oculum/article/view/2714>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- REINHARD, M. P. Soluções baseadas na natureza fornecem, promovem e restauram serviços ecossistêmicos. In: HERZOG, C.; FREITAS, T.; WIEDMAN, G. (edit.). **Soluções baseadas na natureza e os desafios da água: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis**. EUROPEAN COMMISSION, 2022. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ca791687-7fee-11ec-8c40-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-249996638>. Acesso em: 01 fev. 2024.
- SANCHES, P. M. **De áreas degradadas a espaços vegetados**. São Paulo: Senac, 2014.
- SANT'ANNA, C. G. **A Infraestrutura Verde e sua contribuição para o desenho da paisagem da cidade**. 2020. 303 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- SILVEIRA, A. L. R. C.; CARVALHO, R. M.; PESSOA, T. M. O Riacho Itararé e a Urbanização da sub-bacia urbana PD-11 de Teresina, PI. In: Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana, 1., 2017, São Carlos. **Anais eletrônicos**. São Carlos: UFSCAR, 2017, p. 1173 – 1185. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/singeburb/issue/view/17/2>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- SOLERA, M. L. (org.). **Guia Metodológico para implantação de infraestrutura verde**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.ipt.br/download.php?filename=1936-Guia_metodologico_para_implantacao_de_infraestrutura_verde.pdf. Acesso em: 09 jan. 2024.
- SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- TERESINA. Lei Nº 1.932, de 16 de agosto de 1988. Dispõe sobre a instituição do II Plano Estrutural de Teresina e dá outras providências. Teresina: **Prefeitura Municipal de Teresina**, 1988.
- TERESINA. Lei Nº 3.558, de 20 de outubro de 2006. Reinstaurou o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano de Desenvolvimento Sustentável – Teresina Agenda 2015, e dá outras providências. Teresina: **Prefeitura Municipal de Teresina**, 2006. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/Teresina_PlanoDiretorPI.pdf. Acesso em: 17 jan. 2024.
- TERESINA. Lei Nº 5.481, de 20 de dezembro de 2019. Dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado “Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT”, e dá outras providências. Teresina: **Prefeitura Municipal de Teresina**, 2019. Disponível em: <https://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2020/02/Lei-n%C2%BA-5.481-Comp.-de-20.12.2019-PDOT.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento. **Diagnóstico da Resiliência Urbana: Teresina**. Teresina, 2021. Disponível em: https://issuu.com/teresina2030/docs/_pt_draft_-city_resilience_profile_teresina_pag. Acesso em: 21 jan. 2024.
- TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento. **Drenagem - Microbacias**. Teresina, 2013. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/mapas-interativos/>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento. **Mapa Teresina Shapefile - Completo**. Teresina, 2015. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/mapas-interativos/>. Acesso em: 18 jan. 2024.

NOTAS

- ¹ Disponível em: <https://www.nccoast.org/event/rain-garden-maintenance/>. Acesso em: 07 out. 2024.
- ² Disponível em: <https://www.balticwaterhub.net/solutions/bioswale-parking-lot>. Acesso em: 07 out. 2024.
- ³ Disponível em: https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/retention_and_detention/Detention_basins.html. Acesso em: 07 out. 2024.
- ⁴ Disponível em: <https://www.howardcountymd.gov/bureau-environmental-services/stormwater-management-facilities>. Acesso em: 07 out. 2024.
- ⁵ Disponível em: <https://landdesign.com/performance-metrics-for-sustainable-landscapes/>. Acesso em: 07 out. 2024.
- ⁶ Disponível em: https://www.oregonlive.com/portland/2012/05/post_209.html. Acesso em: 07 out. 2024.
- ⁷ A definição do volume de água pluvial a ser recebido pelas duas redes de drenagem necessita de um estudo específico produzido por uma equipe técnica multidisciplinar. Em vista disso, esta definição não foi compreendida como objetivo da pesquisa.

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.