ALÉM DO ASFALTO: POTENCIAIS LATENTES DE ÁREAS SUBUTILIZADAS E DEGRADADAS EM RODOVIAS FEDERAIS PARA O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

BEYOND THE ASPHALT: LATENT POTENTIALS OF UNDERUTILIZED AND DEGRADED AREAS ALONG FEDERAL HIGHWAYS FOR URBAN STORMWATER MANAGEMENT

Arthur Pedrosa Rocha [1]; Khalil Gibran Leal Vasconcelos [2]; Jackeline Cardoso Neres [3].

[1]Arquiteto e Urbanista | arthurpedrosa4418@gmail.com | USP | São Paulo, Brasil; [2]Arquiteto e Urbanista | khalillealv@gmail.com | UFPI | Teresina, Brasil; [3]Arquiteta e Urbanista | jackie.neres@gmail.com | UFPI | Teresina, Brasil.

Resumo:
Considerando os problemas cada vez mais complexos relacionados ao manejo das águas urbanas, tornam-se urgentes as estratégias que promovam a infiltração dos escoamentos pluviais. Além das áreas verdes, as cidades possuem outros espaços com potencial para a incorporação de soluções baseadas na natureza (SbN), em complemento ao sistema convencional de drenagem, mas que permanecem despercebidos sob a forma de áreas subutilizadas e degradadas (ASD). Essas áreas são comuns nas adjacências da malha rodoviária brasileira, em autoestradas cujo potencial de alargamento não foi totalmente explorado. Enquanto não ocorrem processos de transformação da caixa viária, as áreas adjacentes às pistas de rolamento tornam-se espaços residuais, geralmente ocupados por áreas verdes degradadas ou estacionamentos. Assim, este artigo tem como objetivo analisar os potenciais das ASD presentes nas faixas laterais das rodovias federais para o manejo das águas pluviais urbanas, a partir da incorporação de SbN. Por meio de estudo de caso localizado em Teresina, no Piauí – trecho da BR-343 –, os resultados apontam que 88,27% de suas faixas laterais são ocupadas por ASD, que, por outro lado, podem ser reivindicadas para a instalação de SbN, como células de biorretenção, destacando os potenciais hidrológicos e paisagísticos de áreas majoritariamente negligenciadas além do asfalto.

Palavras-chave:
Rodovias; Áreas subutilizadas; Áreas degradadas; Soluções baseadas na natureza; Águas pluviais urbanas.

Abstract:
Considering the increasingly complex problems related to urban water management, strategies that promote infiltration of rainwater runoff have become urgency. Beyond green spaces, cities contain other areas with potential for the incorporation of nature-based solutions (NbS) as a complement to the conventional drainage system, but which remain unnoticed in the form of underutilized and degraded areas (UDA). These areas are common along the edge of the brazilian road network, specially on highways whose widening potential has not been fully explored. While no transformation of the road platform occurs, the areas adjacent to the traffic lanes become residual spaces, generally occupied by degraded green areas or parking lots. Thus, this article aims to analyze the potential of UDAs located in the lateral strips of federal highways for urban stormwater management through the incorporation of NbS. Based on a case study in Teresina, in the state of Piauí — a section of the BR-343 —, the results indicate that 88.27% of its lateral strips are occupied by UDAs which, on the other hand, could be reclaimed for the implementation of NbS, such as bioretention cells, highlighting the hydrological and landscape potential of areas largely neglected beyond the asphalt.

Keywords:
Highways; Underutilized areas; Degraded areas; Nature-based solutions; Urban stormwater.

1. INTRODUÇÃO

A antropização do ambiente natural altera as propriedades originais do território, o que, sem uma abordagem ecológica nos processos de planejamento e gestão urbana, pode levar à degradação do ecossistema em que está inserido (Herzog, 2013). Das manifestações desse processo de perturbação do equilíbrio ecológico, destaca-se a gradativa perda do caráter permeável das bacias hidrográficas urbanas. Todavia, enquanto estratégia para minimização dos impactos negativos relacionados a baixa eficiência do manejo das águas pluviais nas cidades, ainda é recorrente o protagonismo de investimentos em infraestruturas convencionais voltadas à macrodrenagem — com destaque à construção de galerias, piscinões e canalização de cursos d'água — em detrimento de investimentos nas próprias redes de microdrenagem e tecnologias alternativas para manejo hídrico (Caldeira, Lima, 2020; Mascaró, 2016).

Mesmo em uma abordagem convencional de drenagem urbana, a eficiência do sistema depende da integração entre seus componentes e do reconhecimento da estreita relação entre as infraestruturas urbanas de drenagem e outras infraestruturas, com destaque às viárias (Mascaró, 2016). Isso, porque, concomitante a seu papel para gerenciamento da mobilidade urbana, a malha viária também opera essencialmente como um sistema de canais de escoamento de águas pluviais por meio de uma série de equipamentos de microdrenagem, tais como sarjetas e bocas de lobo. Equipamentos esses que direcionam o volume hídrico até a rede convencional de macrodrenagem, ou mesmo diretamente a corpos e cursos d'água, o que, nesse caso, maximiza os processos de alteração da matriz hidrográfica urbana tanto em quantidade quanto em qualidade (Alencar, Araújo, 2023).

No caso brasileiro, esses processos são ainda mais consolidados a partir de um quadro dual marcado, de um lado, pelos exíguos investimentos no manejo integrado das águas urbanas e, de outro, pelo aumento da impermeabilização do solo urbano mediante o avanço do capeamento asfáltico. Diante desse cenário, destacam-se as rodovias urbanas federais, que, além da influência direta na impermeabilização do solo e alterações nos esquemas naturais de drenagem, maximizam extensas áreas subutilizadas e degradadas (ASD) localizados nas margens do leito carroçável, sem quaisquer benefícios ao ecossistema urbano e tampouco ao manejo das águas pluviais. Como as calçadas, os canteiros vegetados e as próprias pistas de rolamento, as ASD são espaços que geralmente estão presentes na base física, denominada "faixa de domínio", das rodovias federais (Brasil, 2021; Moura *et al.*, 2024). O ponto de inflexão, entretanto, dá-se pela atitude planejadora acerca dessas áreas, apresentadas frequentemente como espaços residuais das vias. Espaços ora trabalhados na forma de baias de acesso e estacionamentos — com elevada taxa de impermeabilização do solo — pelos estabelecimentos lindeiros à via, ora como áreas vegetadas degradadas, em contraposição às áreas vegetadas e arborizadas geralmente situadas em canteiros centrais ou ao longo de passeios públicos.

Presentes em diversas rodovias federais, as ASD ganham ainda mais expressividade no sistema rodoviário urbano, frente à diversidade de modelos de uso e ocupação do solo. Teresina, no estado do Piauí, não se distancia desse cenário, considerando a presença de três rodovias cujas faixas de domínio ainda não se apresentam totalmente ocupadas pela malha viária, refletindo em territórios residuais nas seções mais laterais da faixa de domínio reservados para futuros projetos, ao exemplo de construção de vias marginais ou ampliação de capacidade da rodovia (Brasil, 2021). Enquanto exemplo de faixa de domínio com grande expressividade de ASD na capital piauiense, destaca-se a BR 343 (Figura 1), a qual é dotada de faixas laterais que chegam a doze metros de largura em cada lado da rodovia. Grande parte desses espaços ainda se apresenta como área verde degradada, mas verifica-se uma crescente conversão em extensões de estacionamentos e baias de acesso conforme a cidade avança no sentido leste e os lotes lindeiros são ocupados por usos comerciais e de serviço.

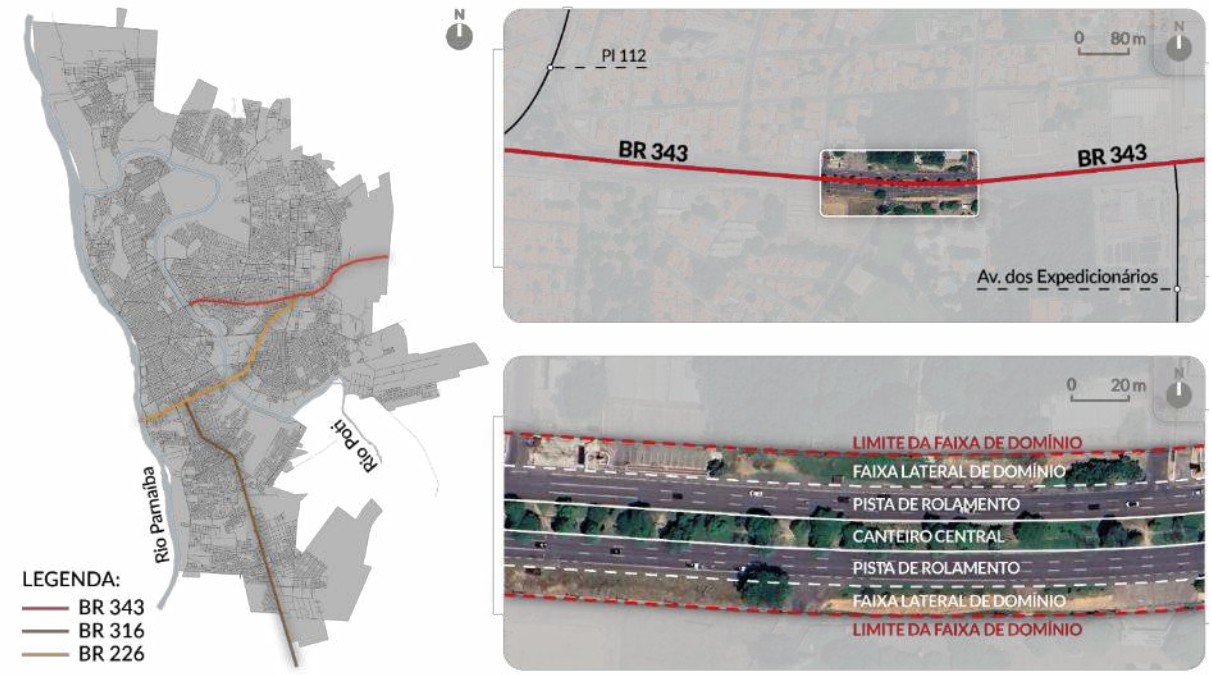


Figura 1: Localização das rodovias federais em Teresina-PI e detalhe de trecho da BR 343.
Fonte: DNIT (2021), Google Earth (2025) - Elaborado pelos Autores (2025).

Todavia, considerando as dimensões físicas dessas faixas laterais, verificam-se oportunidades latentes, mediante um planejamento ecológico da paisagem, de transformar as ASD em áreas multifuncionais na paisagem urbana pela incorporação de soluções baseadas na natureza (SbN). Estas soluções são tecnologias alternativas que se inspiram na natureza para oferecer, ou mesmo ampliar, serviços ao ecossistema urbano, com destaque à arborização e redução dos efeitos das ilhas de calor urbanas, além da infiltração e fitorremediação do escoamento pluvial (Pellegrino, 2017). Nesse caso, sua aplicação se dá de forma complementar ao sistema de drenagem convencional, operando, por exemplo, de forma a evitar ou remediar seu sobrecarregamento (Campos, 2021).

Além do potencial de contribuição no manejo hídrico urbano, a incorporação de SbN apresenta-se como um contraponto à subutilização e degradação dos espaços situados além do asfalto na extensão intraurbana de rodovias federais. Nesse sentido, tendo como estudo de caso um trecho da BR 343 em Teresina-PI — entre a PI 112 e um riacho urbano —, este artigo tem por objetivo analisar os potenciais das ASD presentes nas faixas laterais de domínio das rodovias federais para o manejo das águas pluviais urbanas a partir da incorporação de soluções baseadas na natureza.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FAIXAS DE DOMÍNIO – CONFLITOS E OPORTUNIDADES

A faixa de domínio é a área sobre a qual se assenta uma rodovia, e, entre seus componentes, destacam-se as pistas de rolamento, os canteiros, os acostamentos, e as faixas laterais de domínio (Brasil, 2021). A jurisdição sobre o projeto e manutenção desses espaços é do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) quando se tratando de estradas federais, as BRs (Brasil, 2001). Dessa forma, tem-se que uma parcela considerável de áreas que recortam o território urbano das cidades brasileiras está sob determinação de uma autarquia federal que não é subordinada às prefeituras. Essa segmentação burocrática pode acarretar a dispersão das diferentes instâncias administrativas do espaço urbano e provocar uma ausência de sincronia entre o DNIT e os órgãos planejadores das cidades no que diz respeito a um planejamento sensível aos problemas ambientais locais, ao exemplo manejo pouco eficiente das águas pluviais urbanas (Campos, 2021). Como reflexo disso, observa-se a contínua reprodução pelo DNIT de traçados rodoviários com grande extensão de ASD adjacentes à área utilizada pela caixa viária em rodovias

federais urbanas, indiferente aos impactos dessas configurações à paisagem urbana do entorno, bem como às potencialidades de áreas de tamanha extensão.

No entanto, certos mecanismos legais apresentam uma oportunidade de contornar esse conflito administrativo, remediar esses impactos e alinhar os projetos urbanos para atender às diferentes demandas das cidades, conciliando mobilidade e drenagem. Ainda que não trabalhe diretamente com a redução das ASD nas faixas laterais de domínio, o DNIT oferece abertura para enfrentar a subutilização ou degradação desses espaços. Isso, a partir da anuência para instalação de determinados equipamentos e tipologias de uso do solo por entidades terceiras mediante autorização emitida pelo departamento.

A Resolução nº 7/2021 do DNIT dispõe sobre a permissão de uso das faixas laterais de domínio de rodovias federais por terceiros, e prevê a construção de vias marginais, estacionamentos, baias de acessos aos lotes lindeiros, instalação de dispositivos publicitários e equipamentos de infraestrutura urbana. Ainda que não cite diretamente a rede de drenagem, essa legislação opera declaradamente sob a lógica de priorização do interesse público, autoriza a execução de projetos paisagísticos — desde que não afetem a visibilidade da via para os usuários — e permite intervenções superficiais aparentes e subterrâneas ao longo dessas vias e transversalmente a elas. Isso configura um cenário favorável à instalação de uma rede conectada de SbN nas ASD em faixas laterais de domínio para a construção de uma infraestrutura verde de drenagem na extensão das BRs. Além disso, embora esse tipo de liberação seja a priori temporária, ela pode ser renovada continuamente, e há ainda a possibilidade da concessão tornar-se permanente, ambas situações que podem garantir a perenidade ideal a esse tipo de projeto (Brasil, 2021).

2.2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Frente ao quadro de emergência climática — e "[...] em resposta a crescente complexidade e aos problemas de controle relacionados às águas urbanas, à mobilidade e à saúde pública [...]" conforme Pellegrino (2017, p. 293) —, as estratégias projetuais pautadas em um planejamento ecológico da paisagem amplificam sua relevância enquanto tecnologias em contraponto aos modos convencionais de planejamento e gestão dos sistemas urbanos e naturais. Tais estratégias, também conhecidas como soluções baseadas na natureza (SbN), possibilitam não somente alterações locais no quadro de degradação ambiental no ecossistema urbano, mas também contribuições para resiliência urbana e para a melhoria da qualidade de vida nas cidades a partir do método da infraestrutura verde (Pereira et al., 2021).

Entre as intervenções em infraestrutura verde, o emprego de SbN ganha destaque dado os aspectos de multifuncionalidade e sustentabilidade a longo prazo construídos a partir de um princípio básico, qual seja o da mimetização de processos naturais, como a infiltração da água da chuva no solo e a absorção do gás carbônico pelas plantas (Solera, 2020). Outros atributos que conferem destaque à utilização de SbN são a multiescalaridade de aplicação — o que transforma lotes, ruas, bairros e parques em alvos de planejamento e projeto ecológico — e a conectividade com outras redes de infraestrutura urbana, com destaque à viária e a de drenagem urbana. Apesar das áreas disponíveis para a instalação de SbN na rede viária serem reduzidas em comparação a outras escalas da paisagem — essa limitação restringe a adoção de estratégias como wetlands e lagoas secas ou pluviais —, existem ainda diversas tecnologias que podem ser aplicadas nas calçadas, rotatórias e ASD adjacentes às pistas de rolamento.

Considerando a elevada taxa de impermeabilização dessas pistas e o consecutivo aumento do escoamento superficial nos sistemas convencionais de microdrenagem, salienta-se que a aplicação de SbN do tipo pavimento permeável auxilia na redução do escoamento, no aumento da infiltração água no solo e, por consequência, na recarga dos lençóis freáticos. Outrossim, as SbN do tipo célula de biorretenção (Figura 2), como canteiros pluviais, biovaletas e jardins de chuva, somam ainda outros serviços ao possibilitar também o tratamento das águas residuais e o cultivo de pequenas espécies vegetais que oferecem tanto oportunidades para captura de gás carbônico, como um prisma paisagístico à aplicação das SbN na infraestrutura viária (Pereira *et al.*, 2021; Solera, 2020).

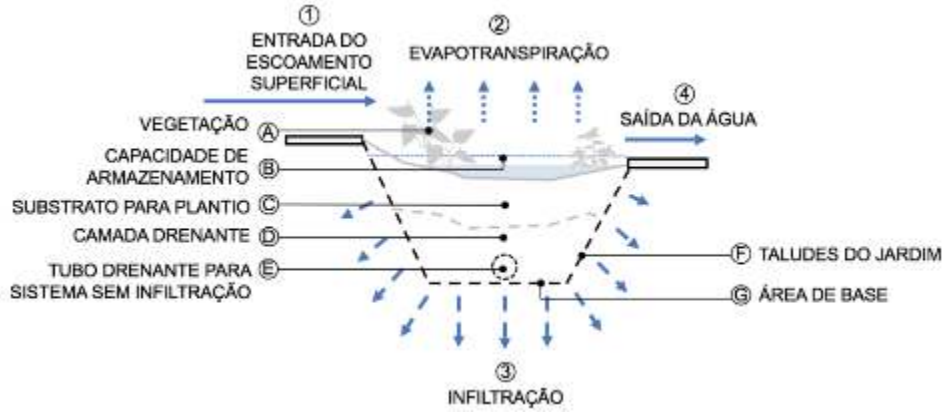


Figura 2: Corte exemplificado de uma célula de biorretenção.
Fonte: Pereira *et al.* (2025, p. 101).

Mesmo na escala da rua, a aplicabilidade dessas soluções varia a partir da área disponível para a instalação do dispositivo. Os jardins de chuva são indicados para espaços de maior dimensão física, característica que os diferencia de soluções do tipo canteiro pluvial, que, por sua vez, conforma-se a superfícies de área reduzida, como as faixas de serviço de passeios públicos. Já as biovaletas, dada a particularidade de direcionarem os fluxos hídricos excedentes para outro local de escoamento — podendo este ser um jardim de chuva, um curso ou um corpo d'água, por exemplo —, são apropriadas para áreas de maior comprimento. Por fim, o emprego de pavimentos permeáveis é indicado para calçadas, estacionamentos e baias de acesso, funcionando como estratégia de redução da impermeabilização de espaços de maior trânsito ou ocupação humana (Solera, 2020).

3. MÉTODOS

Sob abordagem qualitativa, utiliza-se enquanto procedimento metodológico a análise de um estudo de caso, qual seja a faixa de domínio da BR 343, no trecho entre a PI-112 e um riacho urbano subafluente do Rio Poti, em Teresina-PI. Com o intuito de avaliar o potencial das áreas subutilizadas e degradadas presentes nas faixas laterais de domínio para o manejo das águas pluviais urbanas a partir da incorporação de SbN, parte-se do diagnóstico prévio do objeto de estudo. Sob apoio do software QGis 3.38, propõe-se o processamento de dados naturais e urbanos a fim de produzir mapas temáticos que resultem tanto na caracterização da matriz natural existente quanto das formas de uso do solo. Em relação à caracterização da matriz natural, toma-se partido das bases de dados de topografia e hidrografia do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2020). A respeito da discriminação dos usos do solo, adapta-se o método adotado por Moura et al. (2024) — o qual classifica as ASD urbanas em cinco grupos principais, quais sejam APP, área verde degradada, terreno baldio, estacionamento e área de agricultura desativada. No caso desta pesquisa, avalia-se os usos do solo nas faixas laterais de domínio em dois grupos principais: áreas verdes (AV) e áreas subutilizadas e degradadas (ASD). As ASD são ainda classificadas em dois subgrupos, quais sejam estacionamento ou baias de acesso (ES/AC) e áreas verdes degradadas (AVD) — estas são compreendidas como espaços de vegetação majoritariamente rasteira, com pouca ou nenhuma vegetação arbórea. Ao final, apresenta-se uma proposta preliminar de incorporação de SbN nas faixas laterais de domínio subutilizadas e degradadas para demonstrar as possibilidades desse tipo de intervenção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A FAIXA DE DOMÍNIO NA BR 343 EM TERESINA-PI

O trecho da BR 343 a ser examinado como estudo de caso neste trabalho se trata de um recorte de 2,0 km de extensão localizado dentro do limite urbano de Teresina e parte de um eixo de expansão da cidade que ainda não foi totalmente consolidado. Delimitado a oeste pela rodovia

estadual PI 112 e a leste por um riacho, esse excerto possui uma faixa de domínio que varia entre 60 e 80m de largura, de acordo com a Superintendência Regional do DNIT no Piauí (DNIT, 2020). A via é dotada de canteiro central e, em cada lado, de três faixas na pista de rolamento, acostamento e faixa lateral de domínio que chega a doze metros de largura. O levantamento fotográfico da Figura 3 revela a presença massiva de ASD nessas faixas em 2005, um quadro ainda vigente vinte anos depois, em contraste com o aumento da arborização no canteiro central que se deu nesse recorte temporal.

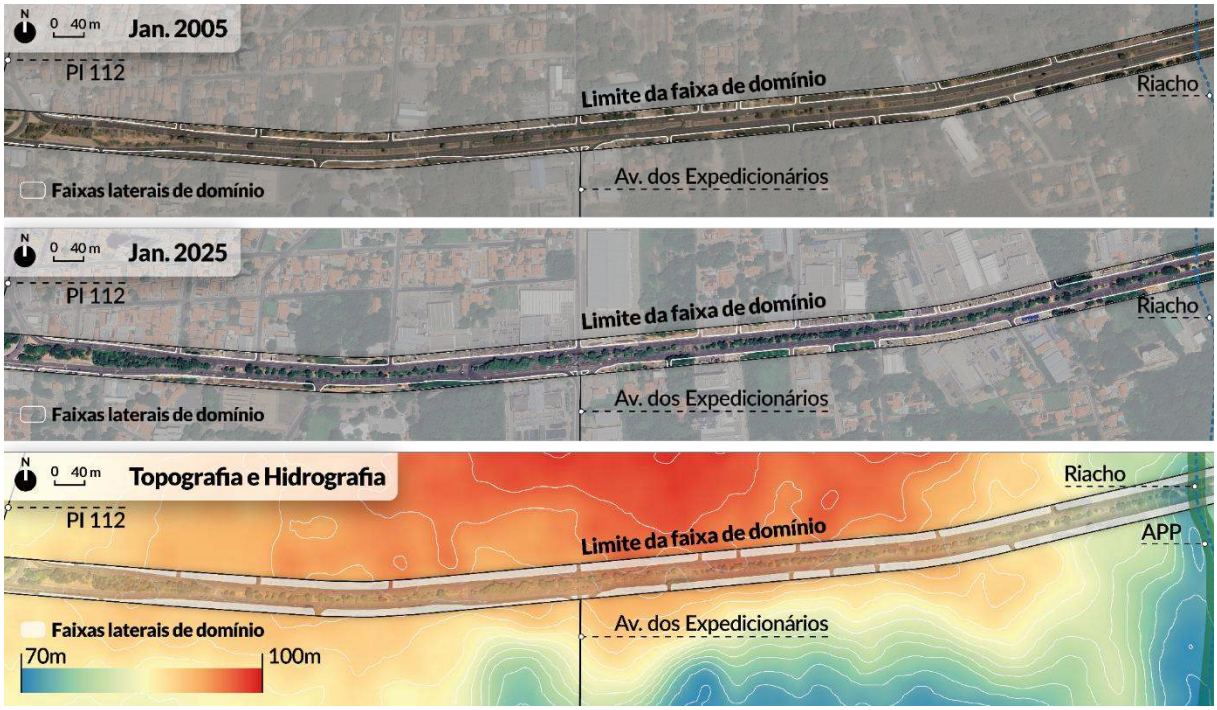


Figura 3: Imagens satélite do estudo de caso em 2005 e 2025 e mapa topográfico e hidrográfico.
Fonte: DNIT (2021), CPRM (2020) e Google Earth (2025) - Elaborado pelos Autores (2025).

Por sua vez, o levantamento topográfico apresentado na Figura 3 indica que o relevo da região possui considerável variação de cota de nível no sentido norte-sul, o que direciona parte do escoamento pluvial ao riacho que cruza a avenida a leste. Devido à inexistência de um sistema de tratamento dessas águas, o volume hídrico chega ao curso d'água sem qualquer tipo de filtragem dos poluentes superficiais que são carregados neste trajeto. Ressalta-se que esse riacho é um subafluente do rio Poti e está localizado na sub bacia hidrográfica Poti Direita 11 (PD11), a maior de Teresina. Dessa forma, a incompleta rede de equipamentos de drenagem urbana nesse espaço possui considerável impacto na matriz hídrica da região.

Por meio do processamento dos dados de área desse trecho, foram levantados 44.187,66 m² totais de superfície nas faixas laterais de domínio, dos quais apenas 5.183,46 m² (11,73% do total) representam áreas verdes (AV) que foram preservadas. Assim, somando-se os 10.972,80 m² (24,83%) de área verde degradada (AVD) e os 28.031,40 m² (63,44%) de área ocupada por estacionamentos ou baias de acessos (ES/AC), tem-se que a maior parte desse recorte é composto por áreas subutilizadas e degradadas: 39.004,20 m², isto é, 88,27% do território (Figura 4).

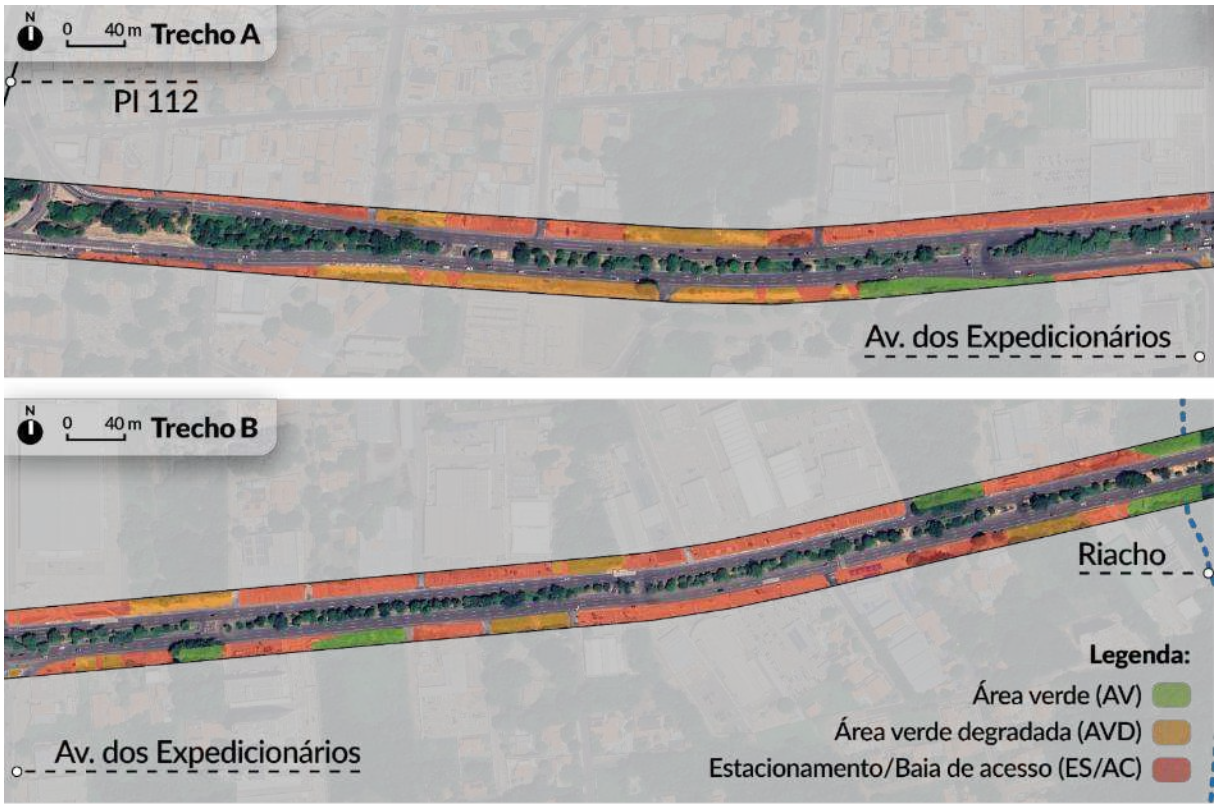


Figura 4: Mapas de uso do solo das faixas laterais de domínio.
Fonte: Google Earth (2025) - Elaborado pelos Autores (2025).

A discriminação desses usos das faixas laterais de domínio na Figura 4 ilustra sua baixa diversidade no trecho analisado, onde a maior parte desse espaço foi convertida em baias de acessos e áreas de estacionamentos. Esse cenário indica pouco aproveitamento das possibilidades de aplicação estabelecidas pela Resolução nº 7/2021 do DNIT. Em ambos os casos, nota-se que a ocupação ocorreu com a pavimentação da superfície com material cimentício ou asfáltico, visando a acomodação dos usuários de automóveis. Essa prática, somada à presença reduzida de canteiros vegetados nessas áreas e nos seus passeios públicos adjacentes, contribuiu para a impermeabilização de parcela considerável do solo nessas faixas, bem como para sua crescente degradação.

A redução significativa da superfície permeável desse recorte impacta negativamente no potencial de infiltração do escoamento pluvial da via. Em 2025, esse processo é realizado, em parte, pelas áreas permeáveis do canteiro central e pelas áreas verdes (AV) ou áreas verdes degradadas (AVD) das faixas laterais. Todavia, verifica-se que esse segmento da BR 343 possui pouca expressividade de equipamentos de microdrenagem (como sarjetas e bocas de lobo) o que, associado à existência de meio fio contínuo com poucas aberturas entre a pista de rolamento e às áreas verdes, dificulta a infiltração de parte do escoamento pluvial nessas áreas. Refletindo, assim, no baixo aproveitamento dos espaços permeáveis presentes tanto no canteiro central como também nas AV e AVD. Além disso, dado o estado de degradação, algumas das AVD são mais suscetíveis a ocorrência de depósito irregular de resíduos sólidos, o que impulsiona a contaminação das águas que infiltram no solo.

Desse modo, a insuficiência das estratégias de manejo das águas presentes nesse estudo de caso, seus impactos negativos na matriz hídrica de Teresina — com destaque à degradação do riacho que intercepta a BR —, e a grande expressividade de ASD nas faixas laterais de domínio, tornam o seguinte ensaio projetual ideal para a ilustração do potencial pouco explorado dessas áreas nas rodovias como infraestrutura de apoio ao sistema de manejo das águas pluviais urbanas.

4.2. SBN APLICADAS NAS FAIXAS LATERAIS DE DOMÍNIO SUBUTILIZADAS E DEGRADADAS

A partir do reconhecimento de SbN aplicáveis à infraestrutura viária e do diagnóstico desse estudo de caso, identifica-se, de forma preliminar, as possibilidades de aplicação dessas soluções nas faixas laterais de domínio subutilizadas e degradadas. Para tanto, utilizam-se como critérios principais as diferentes tipologias de SbN e o uso corrente de cada ASD, isto é, ES/AC ou AVD.

No caso dos ES/AC, destaca-se que os pavimentos permeáveis podem ser aplicados não somente nos passeios públicos adjacentes às pistas de rolamento, como também nos espaços internos dedicados ao fluxo e estacionamento de veículos, em substituição a pavimentações asfálticas ou cimentícias sem capacidade de infiltração. Além disso, SbN do tipo células de biorretenção podem ser incorporadas sem destituir o uso corrente dessas áreas. Nesse sentido, propõe-se a implantação de canteiros pluviais nas faixas de serviço das calçadas, e jardins de chuva em espaços ociosos ou que permitam uma conversão de uso. Já as biovaletas podem ser instaladas como divisórias entre as fileiras adjacentes de vagas de automóveis, que oferecem uma área de ocupação adequada ao seu formato alongado.

Quanto às AVD, destaca-se que os pavimentos permeáveis podem ser adotados no passeio público adjacente às pistas de rolamento, assim como em outros percursos presentes nessas áreas, quando na presença de projetos de arquitetura da paisagem. Considerando, ainda, a dimensão transversal de até doze metros no trecho em análise, as AVD podem servir de espaço para a instalação de jardins de chuva maiores, além de biovaletas de comprimento superior, dada a maior amplitude do espaço livre de ocupações presente nessas áreas. As possibilidades de aplicação de soluções baseadas na natureza nas faixas laterais de domínio subutilizadas e degradadas, conforme trabalhadas, são apresentadas na Figura 5.

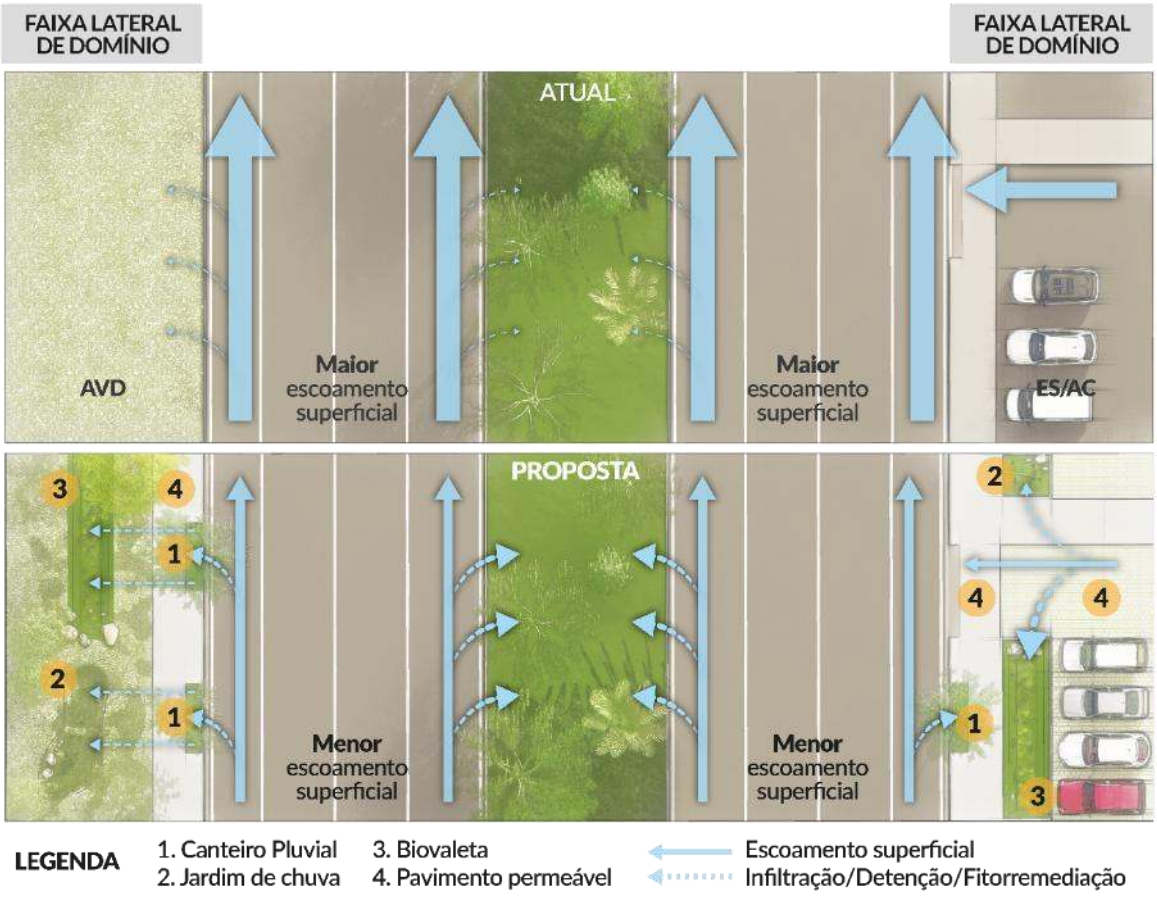


Figura 5: Proposta esquemática de SbN nas faixas laterais de domínio subutilizadas e degradadas.
Fonte: Os Autores (2025).

Além das faixas laterais de domínio subutilizadas e degradadas, propõe-se de forma complementar que as AV presentes no recorte analisado tenham os serviços ambientais de regulação preservados e ampliados. Isso pode ocorrer não apenas com a implementação de biovaletas e jardins de chuva, mas também de um sistema de microdrenagem que direcione parte do escoamento pluvial aos espaços permeáveis presentes no canteiro central e às áreas verdes das faixas laterais de domínio.

Por meio desse sistema, parte do volume hídrico escoado pela superfície impermeabilizada da faixa de domínio será direcionado para as intervenções projetuais propostas, nas quais ocorrem os processos de fitorremediação, detenção e infiltração da água no solo. Além de reduzir os riscos de contaminação do lençol freático, o manejo das águas associado à utilização de SbN reduz o volume hídrico com alta carga de poluição difusa direcionado ao riacho existente nas cotas altimétricas mais baixas do recorte analisado, o que implica em menores riscos de degradação ambiental do sistema hídrico e de enchentes em períodos de pico pluviométrico. Outrossim, salienta-se que a interconexão das infraestruturas propostas com a rede de micro e macrodrenagem cinza da região contribui tanto para a redução da sobrecarga da rede de drenagem pública quanto para a eficiência do manejo e tratamento do escoamento pluvial.

5. CONCLUSÕES

Conforme os problemas no manejo das águas urbanas se intensificam diante da emergência climática global, evidencia-se a insuficiência das infraestruturas convencionais de drenagem urbana. Assim, torna-se imprescindível a incorporação de estratégias alternativas de apoio ao sistema cinza tradicional que possibilitem o manejo eficiente e integrado desses recursos hídricos. Para tanto, é cada vez mais urgente reconhecer dentro da paisagem da cidade os espaços residuais, cuja monofuncionalidade, subutilização e degradação, oportunizam a conversão em prol de serviços ambientais de regulação, com destaque à infiltração, detenção e fitorremediação das águas pluviais.

Nesse sentido, ainda que o sistema viário seja uma plataforma para a instalação de grande parte das estruturas que integram a rede de drenagem das cidades, as morfologias das vias urbanas geralmente produzem extensas áreas remanescentes, um quadro que se intensifica nos trechos de rodovias federais que atravessam os limites urbanos. Enquanto não ocupam totalmente a faixa de domínio, as BRs possuem paisagens marcadas por extensas faixas laterais sem uso ou ocupadas de forma alienada às potencialidades desses espaços no fornecimento de serviços de interesse público, como o de manejo das águas pluviais urbanas. A partir disso, o ensaio projetual apresentado neste trabalho atesta uma esfera de possibilidades do emprego de SbN na criação de uma infraestrutura verde sobre essas áreas como estratégia capaz de reverter esse cenário. Contribuindo, assim, para a recuperação dessas superfícies, enquanto opera numa lógica multifuncional que também presta considerável apoio à infraestrutura tradicional de drenagem.

A respeito da discussão sobre a associação de SbN à infraestrutura viária, aponta-se o escasso reconhecimento de ASD presentes em faixas de domínio em rodovias federais. Mesmo no campo da discussão acadêmica, esse debate limita-se, majoritariamente, à perspectiva dos canteiros centrais ou passeios públicos. Dessa forma, é preciso continuar a pensar além do asfalto, explorar novas possibilidades de transformação da paisagem urbana, e reivindicar cada vez mais espaços negligenciados e pouco aproveitados em prol do manejo integrado das águas e construção de cidades mais verdes e resilientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A. K. B.; ARAÚJO, C. O. C. Gestão das águas urbanas: Como Teresina tem gerido seus riachos urbanos? In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 5., 2023. **Anais eletrônicos**. Salvador: UFBA, 2023. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/3085. Acesso em: 12 jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001**. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10233.htm. Acesso em: 20 jan. 2025.

BRASIL. **Resolução nº 7, de 2 de março de 2021**. Dispõe sobre o uso das faixas de domínio de rodovias federais sob circunscrição do DNIT. Brasília: DNIT, 2021. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-7-de-2-de-marco-de-2021-306518725. Acesso em: 8 fev. 2025.

CALDEIRA, L. A. C.; LIMA, D. P. Drenagem urbana: uma revisão de literatura. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020.

CAMPOS, V. N. O. Soluções baseadas na natureza (SbN) e drenagem urbana em cidades latino-americanas: desafios para implementar soluções fluídas em ambientes rígidos. **LABVERDE**, v. 11, n. 1, p. 73-94, 2021.

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.

DNIT. Departamento Nacional de Estradas e Rodagens. Projeto executivo de engenharia de adequação, duplicação, melhoramento e restauração do contorno rodoviário de Teresina - Lote 01. In: DNIT. **Edital 0300/20-18**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/licitacoes/superintendencias/editais-de-licitacoes. Acesso em: 20 fev. 2025.

HERZOG, C. P. **Cidades para todos: (re)aprendendo a viver com a natureza**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2013.

MASCARÓ, J. L. **Uma infraestrutura urbana para o século XXI**. Porto Alegre: Masquatro, 2016.

MOURA, C. C.; MORAES, S. C.; HADDAD, F. A.; GODOI, D. M.; SILVA, J. M.; YAMAUCHI, F. .K. SILVA, C. A. De áreas subutilizadas e degradadas a florestas urbanas: aplicabilidade em cidades industrializadas. **Paisagem e Ambiente**, v. 35, n. 53, 2024..

PEREIRA, M. C.; GOBATTI, L.; SOARES, M. C.; LEITE, B. C.; MARTINS, J. R. S. Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção. **LABVERDE**, v. 11, n. 1, 2021.

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.

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 fev. 2025.