

# **DRENAGEM E SUSTENTABILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO SOBRE A AVENIDA PRESIDENTE GETÚLIO VARGAS DO MUNICÍPIO DE PITANGA – PR**

CARVALHO DA SILVA, João Victor<sup>1</sup>

ANDRADE NETO, Pedro Teles de<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho analisa o sistema de drenagem pluvial da Avenida Presidente Getúlio Vargas, em Pitanga – PR, destacando o impacto da urbanização acelerada, impermeabilização do solo e ausência de manutenção adequada nas recorrentes ocorrências de alagamentos, erosões e degradação do pavimento. O estudo identifica que a sobrecarga hidráulica resulta do subdimensionamento das redes e da falta de dispositivos de infiltração e retenção, agravando a mobilidade urbana e prejudicando a qualidade de vida dos moradores. A pesquisa propõe soluções baseadas em princípios de drenagem urbana sustentável, como a instalação de galerias independentes, bacias de retenção, pavimentos permeáveis e jardins de chuva, que promovem a redução do escoamento superficial, favorecem a recarga do lençol freático e valorizam o ambiente urbano. O trabalho conclui que a integração entre planejamento urbano, engenharia e sustentabilidade ambiental é essencial para tornar a avenida mais resiliente, eficiente e segura, servindo de referência para outras áreas urbanas com problemas semelhantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem Urbana, Meio Ambiente, Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** This study examines the stormwater drainage system of Avenida Presidente Getúlio Vargas, in Pitanga – PR, highlighting the impact of rapid urbanization, soil impermeabilization, and inadequate maintenance on recurring incidents of flooding, erosion, and pavement deterioration. The analysis identifies that hydraulic overload results from undersized networks and the absence of infiltration and retention devices, which exacerbate urban mobility issues and negatively affect residents' quality of life. The research proposes solutions based on sustainable urban drainage principles, such as the installation of independent galleries, retention basins, permeable pavements, and rain gardens, which help reduce surface runoff, promote groundwater recharge, and enhance the urban environment. The study concludes that integrating urban planning, engineering, and environmental sustainability is essential to make the avenue more resilient, efficient, and safe, providing a reference for other urban areas facing similar problems.

**KEYWORDS:** Urban Drainage, Environment, Sustainability.

---

<sup>1</sup> Graduando(a) de Engenharia Civil no Centro Universitário Campo Real. (eng-cjoasilva@camporeal.edu.br)

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Civil. Mestrado/Especialização em Docência do ens. Superior e Metodologias Ativas de Aprendizado. Professor no Centro Universitário do Campo Real. prof\_pedroneto@camporeal.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da urbanização brasileira, especialmente a partir da segunda metade do século XX, tem provocado profundas transformações na configuração territorial e ambiental das cidades. O aumento da densidade populacional e da impermeabilização do solo intensificou os problemas de drenagem pluvial, tornando-se um dos principais desafios da engenharia civil contemporânea (Öztürk *et al.*, 2024). A ausência de planejamento urbano e de manutenção adequada das infraestruturas tem resultado em alagamentos, erosões e assoreamentos, que comprometem a mobilidade e a qualidade de vida da população (Souza, 2023).

De acordo com Tucci (2015), a urbanização desordenada altera o ciclo hidrológico natural, reduzindo a infiltração e elevando as vazões de escoamento superficial. Essa condição sobrecarrega as redes pluviais, dimensionadas, em sua maioria, para realidades urbanísticas e pluviométricas defasadas. Estudos realizados em municípios paranaenses, como Campo Mourão e Goioerê, apontam o subdimensionamento das galerias e a falta de manutenção como causas recorrentes de ineficiência (Loch, 2021; Souza, 2023).

Nesse contexto, surge a necessidade de incorporar princípios de sustentabilidade à gestão das águas urbanas. Os Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SuDS) ou Low Impact Development (LID) propõem soluções como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção, capazes de reduzir as vazões de pico e promover o equilíbrio hidrológico (Damo; Leite, 2022; Tucci, 2015).

No município de Pitanga – PR, a Avenida Presidente Getúlio Vargas, importante eixo urbano e comercial, apresenta problemas recorrentes de acúmulo de águas pluviais que provocam danos ao pavimento, além de enchentes que invadem comércios e residências localizadas às margens da avenida, resultando na deterioração da infraestrutura viária. Esses fenômenos indicam falhas no dimensionamento e na manutenção do sistema de drenagem existente. Assim, o presente estudo busca analisar o desempenho da rede pluvial da avenida e propor melhorias com base em princípios de drenagem urbana sustentável, contribuindo para o desenvolvimento de soluções técnicas que aliem eficiência hidráulica e sustentabilidade ambiental.

## 1.1 PROBLEMA

De que forma o sistema atual de drenagem pluvial da Avenida Presidente Getúlio Vargas, em Pitanga – PR, contribui para os problemas de acúmulo de água, erosão e desgaste do pavimento, e como estratégias sustentáveis de drenagem urbana podem ser aplicadas para melhorar sua eficiência e durabilidade?

## 1.2 HIPÓTESES

O sistema de drenagem da avenida encontra-se subdimensionado e com deficiências de manutenção, o que resulta em acúmulo de águas pluviais.

A incorporação de técnicas de drenagem urbana sustentável — como dispositivos de infiltração, pavimentos permeáveis e reservatórios de retenção — pode melhorar o desempenho hidráulico e reduzir os impactos ambientais na área estudada.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Geral

Analisar o sistema de drenagem pluvial da Avenida Presidente Getúlio Vargas, em Pitanga – PR, identificando suas deficiências e propondo soluções baseadas em princípios de drenagem urbana sustentável que contribuam para a eficiência hidráulica e a mitigação de impactos urbanos.

### 1.3.2 Específicos

- Identificar os pontos críticos de acúmulo de água, erosão e degradação da pavimentação;
- Avaliar a capacidade hidráulica das galerias e bocas de lobo existentes;
- Propor soluções sustentáveis, como áreas permeáveis e dispositivos de infiltração, adaptadas ao contexto urbano de Pitanga;
- Comparar os resultados obtidos com experiências regionais bem-sucedidas de drenagem urbana sustentável.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho baseia-se em aspectos ambientais, técnicos, sociais e econômicos, considerando a importância do manejo adequado das águas pluviais para o equilíbrio urbano e a sustentabilidade das cidades. O avanço da urbanização e da impermeabilização do solo tem modificado o ciclo hidrológico, reduzindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial, o que, aliado à falta de planejamento e manutenção das redes pluviais, provoca inundações, erosões e degradação ambiental e urbana (Zhou *et al.*, 2024).

Em Pitanga – PR, esses problemas são evidentes. Chuvas intensas têm causado alagamentos na Avenida Presidente Getúlio Vargas e em outras áreas centrais, com prejuízos materiais e interrupções no tráfego urbano. Em novembro de 2024, o excesso de chuva provocou o transbordamento das galerias e o acúmulo de água em pontos críticos, exigindo ações emergenciais de drenagem (Jornal Paranacentro, 2024). Essa situação reflete a insuficiência da rede pluvial, semelhante ao que ocorre em outras cidades do Paraná, como Campo Mourão e Goioerê, onde galerias antigas e sem manutenção causam sobrecargas e alagamentos frequentes (Loch, 2021; Souza, 2023). Esses episódios reforçam a necessidade de estudos técnicos que orientem a reestruturação e modernização das redes, conforme propõe Tucci (2015) ao defender o planejamento integrado da drenagem urbana e o uso de soluções sustentáveis.

Do ponto de vista ambiental, a falta de dispositivos que favoreçam a infiltração e retenção da água da chuva contribui para o assoreamento de córregos, o transporte de sedimentos e o aumento da temperatura das áreas pavimentadas. Damo e Leite (2022) destacam que técnicas como pavimentos permeáveis, jardins de chuva e reservatórios de detenção reduzem as vazões de pico e favorecem a recarga do lençol freático.

No aspecto técnico, muitas redes pluviais de cidades de porte médio, como Pitanga, foram projetadas para condições urbanas e climáticas ultrapassadas. Loch (2021) e Souza (2023) identificaram galerias com diâmetros insuficientes e falta de manutenção, resultando em perda de eficiência e necessidade de obras corretivas. O uso de ferramentas de modelagem hidráulica, como as aplicadas por Fillus (2021) em Guarapuava, pode apoiar o diagnóstico e o redimensionamento das redes, tornando-as mais eficientes e sustentáveis.

Sob a perspectiva social, os alagamentos recorrentes comprometem a mobilidade e a segurança da população, prejudicam o acesso a serviços e causam transtornos em áreas comerciais e residenciais. A melhoria da drenagem representa, portanto, uma ação de interesse coletivo, voltada à prevenção de riscos e à melhoria das condições urbanas.

Em relação ao aspecto econômico, as falhas na drenagem geram custos elevados com reparos de pavimentação, limpeza de galerias e recuperação de vias danificadas. A adoção de soluções sustentáveis, embora exija investimento inicial, reduz gastos de manutenção, prolonga a vida útil das infraestruturas e valoriza os espaços urbanos.

Experiências regionais comprovam a viabilidade dessas ações. O bairro Cidade dos Lagos, em Guarapuava, foi planejado com lagos e áreas permeáveis, enquanto Curitiba desenvolve um Plano Diretor de Drenagem Urbana que integra obras de macrodrenagem com parques lineares e jardins de chuva. Esses exemplos mostram que é possível conciliar urbanização e sustentabilidade por meio de gestão técnica e ambientalmente responsável. Assim, este estudo justifica-se pela necessidade de aplicar esses princípios à realidade de Pitanga, buscando soluções adaptadas à sua escala urbana e às suas condições geográficas para construir uma cidade mais segura, eficiente e sustentável.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Conceitos e Evolução da Drenagem Urbana**

De acordo com a ABNT NBR 10844:2015, a drenagem pluvial urbana consiste em “um conjunto de obras e instalações destinadas a evitar ou minimizar os efeitos das águas pluviais, de forma a proteger a saúde pública, o patrimônio e a qualidade ambiental”.

Segundo Tucci (2015), o sistema de drenagem urbana integra-se ao conjunto de serviços de saneamento básico, devendo atuar de forma complementar aos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos. Essa integração é prevista na Lei Federal n.º 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. O autor destaca que o manejo

ineficiente das águas pluviais está diretamente relacionado à degradação ambiental e aos prejuízos socioeconômicos decorrentes de inundações e alagamentos urbanos.

Historicamente, o desenvolvimento da drenagem urbana pode ser dividido em quatro fases principais, conforme Tucci (2015):

- Pré-higienista (até o início do século XX): ausência de redes formais, com valas e canais abertos, o que favorecia a proliferação de doenças;
- Higienista (até 1970): implantação de redes mistas de esgoto e águas pluviais, visando à salubridade urbana;
- Corretiva (1970–1990): adoção de sistemas separadores e obras estruturais de controle de cheias;
- Sustentável (após 1990): integração entre drenagem, meio ambiente e planejamento urbano, com foco no controle de origem e na recarga hídrica.

Essa última fase reflete uma mudança de paradigma, na qual a drenagem deixa de ser vista apenas como uma solução hidráulica e passa a ser compreendida como um instrumento de gestão ambiental urbana.

## 2.2 Impactos da Urbanização no Sistema Pluvial

A urbanização altera o comportamento hidrológico das bacias urbanas. Quando o solo é substituído por superfícies impermeáveis — como telhados, pavimentos e calçadas — ocorre a redução da infiltração, aumento do escoamento superficial e diminuição do tempo de concentração das chuvas. Esse fenômeno resulta em elevação das vazões de pico, sobrecarga das galerias e aumento da frequência de alagamentos (Ongaga *et al.*, 2024).

O crescimento desordenado das áreas urbanas tem provocado impactos nas redes de microdrenagem, resultando em trechos com diâmetros inadequados e velocidades de escoamento fora dos limites recomendados. Esse cenário favorece a sobrecarga das redes e a ocorrência de pontos de estrangulamento, sobretudo em regiões de maior adensamento urbano.

A ausência de planejamento e de manutenção preventiva intensifica os efeitos das precipitações intensas, agravando a ineficiência do sistema de drenagem. Em áreas com relevo plano ou de baixa declividade, a deficiência no escoamento superficial contribui para o acúmulo de água e acelera a deterioração do pavimento asfáltico. Além disso, o assoreamento das galerias e a redução das superfícies

permeáveis ampliam os prejuízos, comprometendo a durabilidade das infraestruturas urbanas e o conforto da população (Loch, 2021; Costa, Siqueira e Menezes Filho, 2007; Damo; Leite, 2022).

As inundações urbanas representam um fenômeno multifatorial que envolve fatores naturais (chuvas intensas e topografia) e antrópicos (impermeabilização e ocupação inadequada das margens fluviais). O autor ressalta que a prevenção desses eventos depende de um planejamento integrado, combinando medidas estruturais e não estruturais, em consonância com o conceito de desenvolvimento urbano sustentável (Yang *et al.*, 2024).

## 2.4 Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana (SuDS)

Os Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SuDS) — também conhecidos como Low Impact Development (LID) — visam reduzir os impactos hidrológicos e ambientais das chuvas sobre as áreas urbanas. Para Damo e Leite (2022), esses sistemas complementam o modelo tradicional de drenagem ao promover o controle na fonte e o reaproveitamento das águas pluviais, contribuindo para o restabelecimento do ciclo hidrológico natural.

As técnicas de drenagem urbana sustentável podem ser divididas em dois grupos principais: medidas estruturais e não estruturais. As estruturais englobam obras e dispositivos físicos de engenharia, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, bacias de retenção, telhados verdes e poços de infiltração, que visam controlar o escoamento na fonte e favorecer a infiltração da água no solo. Já as medidas não estruturais compreendem ações voltadas ao planejamento urbano, à educação ambiental e à regulamentação do uso e ocupação do solo, promovendo uma gestão mais integrada das águas pluviais (Albuquerque *et al.*, (2025).

Entre as principais técnicas estruturais destacam-se:

- Pavimentos permeáveis: permitem a infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial e promovendo a recarga do lençol freático (Woods-Ballard *et al.*, 2007).
- Trincheiras e valas de infiltração: estruturas lineares preenchidas com material granular que retêm e infiltram volumes significativos de água (Lourenço, 2019).

- Jardins de chuva e dispositivos de biorretenção: utilizam vegetação e solo filtrante para tratar e infiltrar o escoamento superficial, melhorando a qualidade da água (Santos *et al.*, 2017).
- Telhados verdes: reduzem o volume de escoamento superficial e contribuem para o conforto térmico urbano (Costa *et al.*, 2011).
- Bacias de retenção e reservatórios de detenção: armazenam temporariamente as águas pluviais e reduzem as vazões de pico (Poletto; Tassi, 2011).

Nos estudos desenvolvidos por Damo e Leite (2022), a simulação hidráulico-hidrológica no software EPA SWMM demonstrou reduções de até 25% nas vazões de pico com a adoção de pavimentos permeáveis e de 12% com o uso de barris de chuva. Tais resultados evidenciam o potencial das técnicas sustentáveis para mitigar inundações e prolongar a vida útil das infraestruturas existentes.

## 2.5 Planejamento Urbano e Sustentabilidade

O manejo adequado das águas pluviais depende não apenas de soluções de engenharia, mas também de políticas públicas que integrem planejamento territorial e gestão ambiental. Segundo Miguez (2016), a drenagem deve ser tratada como parte do planejamento urbano sustentável, contemplando a conservação dos recursos hídricos, o controle da poluição difusa e a recuperação das áreas de recarga.

Souza (2023) reforça que as legislações municipais — como planos diretores e leis de zoneamento — devem estabelecer índices mínimos de permeabilidade e prever áreas destinadas à infiltração natural. Em Goioerê, por exemplo, o zoneamento urbano determina uma taxa de permeabilidade mínima de 10% nas zonas residenciais, o que contribui para o controle de escoamento superficial.

De forma semelhante, Loch (2021) recomenda que a revisão dos planos de drenagem considere tanto o redimensionamento das galerias quanto a adoção de medidas sustentáveis em novas urbanizações. Já Damo e Leite (2022) defendem que a modelagem computacional, associada ao planejamento urbano, permite avaliar cenários futuros e definir intervenções mais eficazes para reduzir alagamentos.

## 2.6 Estudos de Caso Regionais

O manejo adequado das águas pluviais depende da integração entre soluções de engenharia e políticas públicas voltadas ao planejamento territorial e à gestão ambiental. Conforme Miguez (2016), a drenagem deve ser tratada como parte essencial do planejamento urbano sustentável, contemplando a conservação dos recursos hídricos, o controle da poluição difusa e a recuperação das áreas de recarga. Souza (2023) destaca que as legislações municipais, como planos diretores e leis de zoneamento, devem estabelecer índices mínimos de permeabilidade e prever áreas destinadas à infiltração natural, contribuindo para o controle do escoamento superficial e a mitigação de alagamentos. Nesse sentido, Loch (2021) reforça a importância de que os planos de drenagem contemplem tanto o redimensionamento das redes existentes quanto a adoção de soluções sustentáveis em novas urbanizações. Damo e Leite (2022) complementam que o uso de modelagem computacional, aliado ao planejamento urbano, permite simular cenários futuros e definir intervenções mais eficientes para reduzir alagamentos e otimizar o desempenho hidráulico das redes.

Diversos estudos realizados no estado do Paraná ilustram a importância dessa abordagem integrada. Em Campo Mourão, Loch (2021) identificou a necessidade de reavaliação da capacidade hidráulica das redes de microdrenagem em áreas residenciais consolidadas, onde foram observados diâmetros subdimensionados e velocidades de escoamento inferiores aos parâmetros recomendados (0,75 m/s a 5,0 m/s), conforme Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007). A ausência de dispositivos de controle na fonte, como bacias de retenção, trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis, foi apontada como um fator agravante do escoamento superficial e dos riscos de alagamento. Assim, a autora defende a elaboração de um plano diretor de drenagem urbana que associe o redimensionamento das redes à implantação de técnicas sustentáveis de infiltração e retenção.

De forma semelhante, Souza (2023) avaliou o sistema pluvial de um bairro residencial em Goioerê e constatou falhas operacionais decorrentes do acréscimo de vazões de áreas adjacentes, o que levou a sobrecargas superiores a 85% da seção útil em diversos trechos. A análise hidráulica, realizada pelos métodos racional e de Saatçi, evidenciou a operação em conduto forçado e o consequente risco de extravasamento. O estudo reforça a necessidade de integrar o planejamento de drenagem ao zoneamento urbano e de adotar medidas compensatórias sustentáveis,

como reservatórios de retenção, pavimentos permeáveis e jardins de chuva, além da revisão dos critérios de dimensionamento considerando o aumento da impermeabilização e as intensidades pluviométricas locais.

Em Guarapuava, Fillus (2021) aplicou o software EPANET 2.0 para simulações hidráulicas em redes de abastecimento, demonstrando o potencial da modelagem computacional para o diagnóstico e otimização de sistemas urbanos complexos, inclusive de drenagem pluvial. O estudo evidencia a importância de uma abordagem integrada da hidráulica urbana, envolvendo drenagem, abastecimento e gestão de águas subterrâneas. O bairro Cidade dos Lagos, também em Guarapuava, exemplifica uma urbanização planejada com enfoque em sustentabilidade hídrica, incorporando infraestrutura verde, lagos artificiais interligados e zonas permeáveis destinadas à retenção e infiltração. Esses dispositivos funcionam como reservatórios de amortecimento de cheias e áreas de recarga do lençol freático, alinhando-se aos princípios das Cidades-Esponja e dos Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SuDS).

Curitiba se destaca como referência nacional em planejamento urbano e gestão de drenagem sustentável. O município conta com um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) que integra obras estruturais à preservação de fundos de vale e à criação de áreas verdes multifuncionais. As bacias dos rios Barigui, Belém, Atuba-Bacacheri e Passaúna possuem bacias de retenção, parques lineares e jardins de chuva que auxiliam na infiltração e no controle das cheias. Além das medidas estruturais, Curitiba adota diretrizes normativas que exigem a incorporação de dispositivos sustentáveis em novos empreendimentos, conforme o Manual de Drenagem Urbana (Curitiba, 2018), e mantém programas contínuos de monitoramento e educação ambiental voltados à preservação das faixas de drenagem.

Essas experiências regionais demonstram a diversidade de estratégias adotadas no Paraná e reforçam a necessidade de integração entre planejamento urbano, engenharia e sustentabilidade ambiental. Enquanto municípios com redes antigas e subdimensionadas enfrentam desafios relacionados à adaptação e manutenção, cidades com políticas consolidadas, como Guarapuava e Curitiba, apresentam avanços significativos em eficiência hidráulica e resiliência urbana. A análise comparativa desses casos fornece subsídios técnicos e conceituais para o estudo da drenagem da Avenida Presidente Getúlio Vargas, em Pitanga, orientando

a proposição de soluções adaptadas à realidade local, com base em estratégias sustentáveis e eficazes de manejo das águas pluviais.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia adotada neste trabalho foi desenvolvida com o objetivo de analisar o sistema de drenagem pluvial da Avenida Presidente Getúlio Vargas, localizada na área central do município de Pitanga – PR, e propor medidas de melhoria baseadas em princípios de drenagem urbana sustentável. O estudo apresenta caráter aplicado e descritivo, com abordagem qualitativa e quantitativa, combinando observações em campo, levantamento documental e análise técnica do sistema existente.

A avenida tem uma extensão de 1.560,00 metros com largura aproximada de 13,00 metros, o pavimento é o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), a declividade transversal da via encontrasse em 2% com caimento para as sarjetas, as edificações as margens da avenida são de caráter comercial e residencial, por tanto, uso misto.

Conforme Lei N° 53, de 25 de fevereiro de 2019 a avenida se enquadra como uma via arterial principal, onde as vias ramificadas dos bairros (vias coletoras) levam seus fluxos de veículos para a avenida, fazendo com que ela tenha uma alta taxa de utilização, tanto para veículos leves e pesados, fazendo a ligação entre bairros e comércios.

Inicialmente, realizou-se a delimitação da área de estudo, compreendendo o trecho urbano da Avenida Presidente Getúlio Vargas, entre as principais interseções viárias da região central. Foram identificados os equipamentos de drenagem pluvial existentes, como bocas de lobo, poços de visita, sarjetas e galerias, observando-se suas condições físicas e funcionais. A demarcação do percurso da via e dos pontos de drenagem foi feita com base em medições diretas e registros fotográficos, permitindo a caracterização detalhada do traçado e da infraestrutura instalada.

Na etapa seguinte, procedeu-se à caracterização da avenida e do sistema de drenagem, levando em consideração aspectos como o tipo de pavimento, largura da via, declividade, existência de áreas verdes e áreas impermeabilizadas adjacentes. Também foram observados o estado de conservação das bocas de lobo e galerias, a presença de entupimentos, danos estruturais, erosões e acúmulo de resíduos sólidos.

O levantamento foi realizado por meio de visitas técnicas in loco, com observação direta dos dispositivos e registro fotográfico dos pontos críticos, especialmente aqueles que apresentavam acúmulo de água durante ou após eventos de chuva.

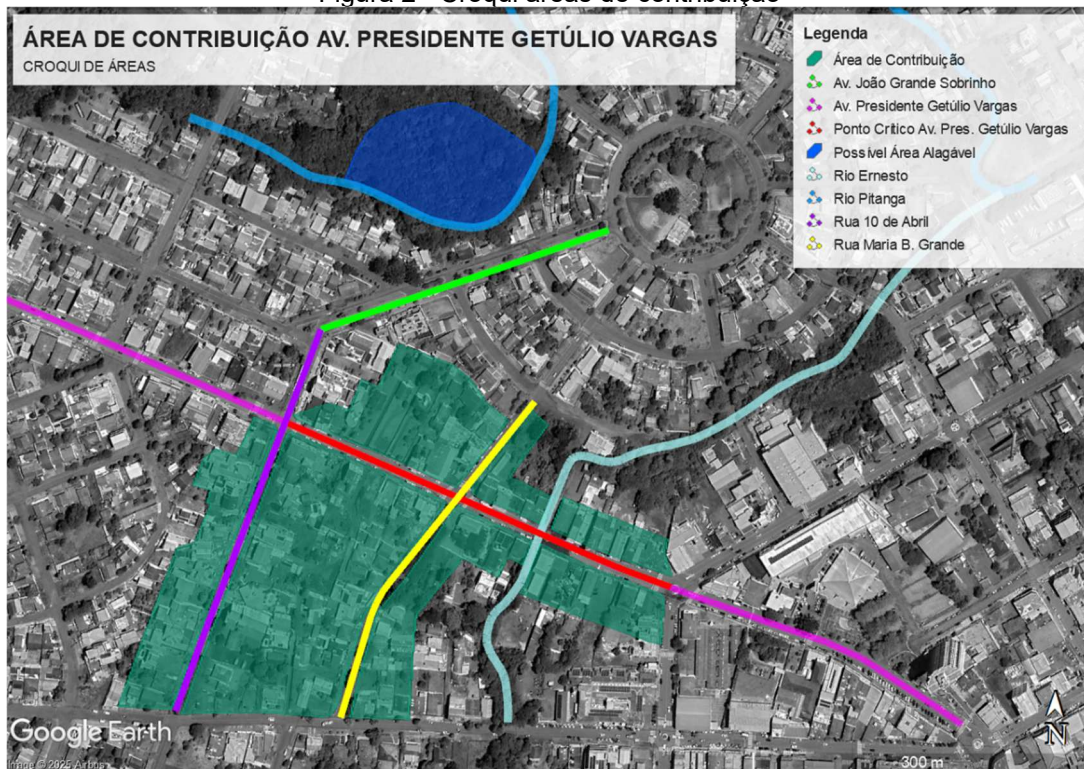
Com base nas observações de campo e nas informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Pitanga, foram levantados dados complementares sobre o sistema urbano, como o Plano Diretor Municipal, que define parâmetros de uso e ocupação do solo, taxa de impermeabilização e diretrizes de infiltração. Essas informações permitiram relacionar as condições de drenagem da avenida com o padrão de urbanização do entorno, identificando a influência da ocupação do solo e das áreas pavimentadas sobre o escoamento superficial.

Durante o diagnóstico técnico, foram identificados os principais problemas de drenagem, incluindo pontos de alagamento recorrentes, acúmulo de sedimentos nas bocas de lobo, deterioração do pavimento e ausência de dispositivos complementares de infiltração. Para cada ponto crítico, foram realizadas análises descritivas e registradas evidências fotográficas, buscando compreender as causas dos problemas e suas possíveis soluções. A partir desses dados, foi elaborada uma análise qualitativa do desempenho do sistema pluvial, destacando-se os trechos mais vulneráveis à sobrecarga e as deficiências estruturais que contribuem para o mau funcionamento da rede.

A etapa final consistiu na proposição de medidas corretivas e preventivas de baixo custo e fácil execução, adequadas à realidade municipal. As soluções foram baseadas em princípios de drenagem urbana sustentável (SuDS) e nas recomendações da literatura técnica (Tucci, 2015; Damo; Leite, 2022), priorizando alternativas simples e compatíveis com o espaço urbano existente.



Figura 2 - Croqui áreas de contribuição



Conforme apresentado na Figura 2, as ruas 10 de Abril e Maria B. Grande não possuem drenagem, assim influenciando para escoamento superficial das águas em direção ao ponto mais baixo, que se encontra na avenida Presidente Getúlio Vargas. Portanto a avenida se encontra sobrecarregada, assim acumulando toda as águas deferidas dessas ruas.

A avenida não possui sistema completo de drenagem em seu ponto crítico (ponto de estudo), somente sarjetas para direcionamento das águas superficiais para corpo hídrico (Rio Ernesto) localizado no ponto mais baixo que corta a avenida e assim captando toda a água.

#### 4.2 Caracterização técnica da área de drenagem

A avenida Presidente Getúlio Vargas, localizada entre os bairros Pitanguinha, Jardim Dona Maria e Centro, apresenta grande concentração de edificações comerciais em ZCS1, cuja legislação municipal exige mínimo de 20% de área permeável. Entretanto, observou-se que grande parte dos lotes possui impermeabilização total, reduzindo drasticamente a infiltração e elevando a vazão de

escoamento superficial direcionada à avenida, conforme identificado no levantamento de campo.

O croqui de áreas de contribuição (Figura 02) demonstra que as ruas 10 de Abril e Maria B. Grande não possuem sistema próprio de drenagem, fazendo com que suas bacias convirjam inteiramente para o ponto crítico da avenida. A ausência de bocas de lobo, sarjetas eficientes e galerias contínuas faz com que o escoamento siga superficialmente até o ponto mais baixo, próximo ao Rio Ernesto.

A análise da drenagem existente confirma que o ponto crítico da avenida atua como receptor de toda a vazão gerada nas bacias adjacentes, caracterizando sobrecarga hidráulica e favorecendo episódios recorrentes de alagamento.

As Figuras 3 e 4 (alagamentos de 2023) evidenciam a incapacidade de escoamento da via, com avanço das lâminas d'água sobre o pavimento, calçadas e edificações.

Figura 3 - Alagamento Rua Presidente Getúlio Vargas (2023)



Fonte: RPC TV

Figura 4 - Alagamento margens Rio Ernesto Avenida Presidente Getúlio Vargas (2023)



Fonte: Imprensa Prefeitura Municipal de Pitanga

Os principais problemas identificados foram:

- ausência de sarjetas em trechos críticos;
- descontinuidade da rede de drenagem existente;
- galerias insuficientes para a vazão atual;
- total impermeabilização de loteamentos antigos;
- inexistência de bocas de lobo em pontos onde o fluxo converge;
- aporte adicional das ruas adjacentes sem qualquer dispositivo de retenção ou infiltração.

Essas observações são compatíveis com Loch (2021) e Souza (2023), que apontam o subdimensionamento e falta de manutenção como causa frequente de ineficiência em municípios paranaenses.

A ausência de sarjetas ou bocas de lobo contribui significativamente para o acúmulo de água nas vias, pois impede o escoamento adequado das águas pluviais. Sem esses dispositivos, a drenagem superficial se torna ineficaz, aumentando o risco de alagamentos, principalmente em áreas próximas a corpos hídricos ou com grande área de contribuição.

A descontinuidade entre trechos de rede de drenagem pluvial resulta em interrupções no fluxo das águas, fazendo com que volumes significativos fiquem

acumulados em determinados pontos da via. Essa situação ocorre, por exemplo, quando há trechos sem conexão entre bocas de lobo, galerias ou sarjetas, dificultando o escoamento contínuo e eficiente. Como consequência, aumentam as chances de alagamentos localizados, especialmente em regiões com desníveis ou próximas a áreas de grande contribuição hídrica.

Embora o Plano Diretor de Pitanga preveja 20% de área permeável em zonas comerciais (ZCS1), observa-se que na avenida e suas adjacências encontra-se construções antigas onde em alguns casos não respeitaram esse índice, assim fazendo com que se tenha terrenos 100% impermeabilizados.

A análise das condições da Avenida Presidente Getúlio Vargas permitiu identificar causas físicas, estruturais e operacionais diretamente relacionadas aos problemas de drenagem observados. Fisicamente, a impermeabilização excessiva dos terrenos, causada pelo não cumprimento do índice mínimo de área permeável previsto no Plano Diretor, impede a infiltração da água da chuva, aumentando o volume de escoamento superficial. Estruturalmente, a ausência de um sistema completo de drenagem, a descontinuidade entre trechos da rede pluvial e a falta de dispositivos como sarjetas e bocas de lobo dificultam o direcionamento eficiente das águas, resultando em acúmulo e alagamentos localizados. Operacionalmente, a carência de manutenção regular e a ausência de integração entre as diferentes infraestruturas de drenagem agravam o mau desempenho hidráulico da avenida, potencializando os impactos urbanos negativos, como inundações recorrentes e degradação da via pública.

O mau desempenho hidráulico da Avenida Presidente Getúlio Vargas está diretamente associado à ocorrência de diversos impactos urbanos negativos, como alagamentos frequentes, degradação do pavimento e processos erosivos nas margens das vias. O acúmulo de água decorrente da drenagem insuficiente causa transtornos à mobilidade urbana, prejudica o tráfego de veículos e pedestres, além de acelerar o desgaste do asfalto e das estruturas viárias. Esse cenário favorece o surgimento de buracos, rachaduras e erosões, comprometendo a segurança e a qualidade de vida da população local.

Além disso, a presença constante de água parada pode contribuir para a proliferação de vetores de doenças e para o agravamento de problemas ambientais, como o assoreamento de corpos hídricos próximos. Assim, a deficiência estrutural e operacional do sistema de drenagem intensifica os impactos urbanos, tornando

imprescindível a adoção de medidas corretivas e preventivas para mitigar tais efeitos e promover maior resiliência urbana.

O dimensionamento hidráulico apresentado na Tabela 1, da rede proposta para a Rua 10 de Abril permite analisar o comportamento do sistema projetado e comparar com a condição atual.

Tabela 1- Drenagem rua 10 de Abril

PROJETO	DRENAGEM RUA 10 DE ABRIL
RESPONSÁVEL	MUNICÍPIO DE PITANGA
CREA/RA	XXXXXXXX
LOCAL	PITANGA / PR
BACIA	IVAI
DATA	21-nov-25
DIÂMETRO MÍNIMO	400 MM
DIÂMETRO MÁXIMO	900 MM
RELAÇÃO Y/D	SEÇÃO PLENA

TRECHO	Extensão (m)	Área (ha)	Escoamento Cm	Int .Pluv. (mm/h)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Y/D	Y (m)	Cota Montante Terreno (m)	Cota Jusante Terreno (m)	Cota Montante Tubo (m)	Cota Jusante Tubo (m)	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final (m)	Vd (m/s)	Escoamento (min)	
1	2	49,10	0,10	0,85	157,6	37,20	1Ø400	0,02037	0,24	0,10	911,000	910,000	909,500	908,500	1,50	1,50	1,62	0,51
2	3	49,00	0,62	0,85	153,4	225,57	1Ø400	0,02041	0,65	0,26	910,000	909,000	908,500	907,500	1,50	1,50	2,60	0,31
3	4	49,00	1,16	0,85	151,0	418,09	1Ø400	0,08163	0,62	0,25	909,000	905,000	907,500	903,500	1,50	1,50	5,13	0,16
4	5	49,00	1,62	0,85	149,8	580,77	1Ø400	0,08163	0,80	0,32	905,000	901,000	903,500	899,500	1,50	1,50	5,40	0,15
5	6	49,00	2,25	0,85	148,7	801,91	1Ø600	0,08163	0,48	0,29	901,000	897,000	899,300	895,300	1,70	1,70	6,07	0,13
6	7	30,30	2,35	0,85	147,7	836,78	1Ø600	0,06601	0,52	0,31	897,000	895,000	895,300	893,300	1,70	1,70	5,66	0,09
7	8	49,00	2,60	0,85	147,0	923,57	1Ø600	0,04082	0,64	0,39	895,000	893,000	893,300	891,300	1,70	1,70	4,81	0,17
8	9	21,55	2,73	0,85	145,8	968,33	1Ø600	0,04640	0,64	0,38	893,000	892,000	891,300	890,300	1,70	1,70	5,11	0,07
9	10	21,00	2,87	0,85	145,3	1016,37	1Ø600	0,04762	0,65	0,39	892,000	891,000	890,300	889,300	1,70	1,70	5,21	0,07
10	11	51,00	3,10	0,85	144,9	1095,04	1Ø800	0,01961	0,55	0,44	891,000	890,000	889,100	888,100	1,90	1,90	3,84	0,22
11	12	40,00	3,20	0,85	143,3	1128,88	1Ø800	0,02500	0,52	0,42	890,000	889,000	888,100	887,100	1,90	1,90	4,24	0,16
12	13	12,00	3,30	0,85	142,3	1162,48	1Ø800	0,08333	0,38	0,30	889,000	888,000	887,100	886,100	1,90	1,90	6,67	0,03
13	14	26,60	3,30	0,85	142,1	1162,48	1Ø800	0,03759	0,47	0,38	888,000	887,000	886,100	885,100	1,90	1,90	4,98	0,09
14	R	1,00	3,30	0,10	141,5	1162,48	1Ø800	1,00000	0,20	0,16	887,000	886,000	885,100	884,100	1,90	1,90	16,18	0,00

A Tabela 1 apresenta:

- 14 trechos analisados;
- área contribuinte total 3,30 ha;
- vazão máxima de projeto 1.162,48 L/s;
- diâmetros DN 400 a DN 800 mm;
- velocidades adequadas (0,75 a 5,00m/s);
- profundidades de assentamento uniformes;
- escoamento sempre em seção plena, conforme a relação Y/D apresentada.

Esses dados confirmam que:

1. A rua 10 de Abril sozinha gera uma vazão máxima de 1.162,48 L/s, que atualmente é direcionada totalmente à Avenida Presidente Getúlio Vargas.
2. O uso de DN 400, DN 600 e DN 800 é coerente com a magnitude das bacias e atende aos critérios mínimos previstos na NBR 10844:2015.
3. O projeto é hidráulica e topograficamente viável, com declividades entre 0,02037 e 0,10000 m/m.
4. As velocidades encontram-se majoritariamente dentro dos limites (0,75 a 5,0 m/s – Costa et al., 2007).

Assim, o dimensionamento confirma que a retirada da contribuição da Rua 10 de Abril é essencial para diminuir a sobrecarga da avenida.

Tabela 2 - Drenagem Avenida Presidente Getúlio Vargas e Maria B. Grande

PROJETO	DRENAGEM AVENIDA PRESIDENTE GETÚLIO VARGAS
RESPONSÁVEL	MUNICÍPIO DE PITANGA
CREA/RA	XXXXXXXX
LOCAL	PITANGA / PR
BACIA	IVAÍ
DATA	21-nov-25
DIÂMETRO MÍNIMO	400 MM
DIÂMETRO MÁXIMO	900 MM
RELAÇÃO Y/D	SEÇÃO PLENA

TRECHO		Extensão (m)	Área (ha)	Escoamento Cm	Int .Pluv. (mm/h)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Y/D	Y (m)	Cota Montante Terreno (m)	Cota Jusante Terreno (m)	Cota Montante Tubo (m)	Cota Jusante Tubo (m)	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final (m)	Vd (m/s)	Escoamento (min)
1	2	39,00	0,22	0,85	157,6	81,84	1Ø400	0,12821	0,22	0,09	895,000	890,000	893,500	888,500	1,50	1,50	3,90	0,17
2	3	39,00	0,56	0,85	156,2	207,21	1Ø400	0,07692	0,41	0,17	890,000	887,000	888,500	885,500	1,50	1,50	4,22	0,15
3	4	39,00	1,50	0,85	154,9	551,03	1Ø400	0,10256	0,69	0,28	887,000	883,000	885,500	881,500	1,50	1,50	5,93	0,11
4	13	14,95	1,82	0,85	154,0	667,41	1Ø500	0,06689	0,61	0,30	883,000	882,000	881,400	880,400	1,60	1,60	5,36	0,05
5	6	48,40	0,42	0,85	157,6	156,24	1Ø400	0,02066	0,51	0,21	896,000	895,000	894,500	893,500	1,50	1,50	2,41	0,33
6	7	25,90	0,93	0,85	154,8	342,64	1Ø400	0,07722	0,55	0,22	895,000	893,000	893,500	891,500	1,50	1,50	4,80	0,09
7	8	49,00	1,26	0,85	154,1	462,69	1Ø400	0,10204	0,61	0,25	893,000	888,000	891,500	886,500	1,50	1,50	5,72	0,14
8	9	39,00	1,65	0,85	152,9	603,53	1Ø500	0,12821	0,47	0,23	888,000	883,000	886,400	881,400	1,60	1,60	6,69	0,10
9	13	13,30	1,81	0,85	152,2	661,02	1Ø500	0,07519	0,58	0,29	883,000	882,000	881,400	880,400	1,60	1,60	5,59	0,04
10	11	39,00	0,10	0,85	157,6	37,20	1Ø400	0,10256	0,16	0,06	888,000	884,000	886,500	882,500	1,50	1,50	2,85	0,23
11	12	39,00	0,21	0,85	155,7	77,63	1Ø400	0,02564	0,33	0,13	884,000	883,000	882,500	881,500	1,50	1,50	2,16	0,30
12	13	13,00	0,36	0,85	153,3	131,91	1Ø500	0,07692	0,24	0,12	883,000	882,000	881,400	880,400	1,60	1,60	3,65	0,06
13	14	20,50	4,14	0,85	151,9	1514,13	1Ø700	0,04878	0,64	0,45	882,000	881,000	880,200	879,200	1,80	1,80	5,82	0,06
14	15	28,90	4,32	0,85	151,4	1578,48	1Ø700	0,03460	0,75	0,53	881,000	880,000	879,200	878,200	1,80	1,80	5,08	0,09
15	R	20,85	4,50	0,85	150,7	1642,53	1Ø700	0,04796	0,68	0,48	880,000	879,000	878,200	877,200	1,80	1,80	5,87	0,06

A Tabela 2 apresenta:

- 15 trechos analisados;
- área contribuinte total 4,50 ha;
- vazão máxima de projeto 1.642,53 L/s;
- diâmetros DN 400 a DN 700 mm;
- velocidades adequadas (0,75 a 5,00m/s);
- profundidades de assentamento uniformes;
- escoamento sempre em seção plena, conforme a relação Y/D apresentada.

Esses dados confirmam que:

5. A avenida Presidente Getúlio Vargas e Maria B. Grande geram uma vazão máxima de 1.642,53 L/s, que atualmente é direcionada totalmente ao corpo hídrico rio Ernesto.
6. O uso de DN 400, DN 500 e DN 700 é coerente com a magnitude das bacias e atende aos critérios mínimos previstos na NBR 10844:2015.
7. O projeto é hidráulica e topograficamente viável, com declividades entre 0,020 e 0,128 m/m.
8. As velocidades encontram-se majoritariamente dentro dos limites (0,75 a 5,0 m/s – Costa et al., 2007).

Assim, o dimensionamento confirma que a retirada da contribuição da Rua 10 de Abril é essencial para diminuir a sobrecarga da avenida.

Em conformidade com a Assessoria de Planejamento do município de Pitanga, foi obtido o levantamento topográfico da avenida Presidente Getúlio Vargas e suas ramificações, juntamente com dados obtidos pelo Google Earth Pro, definiu-se o projeto de drenagem pluvial e pontos para melhorias no ponto de alagamento (Figura 5) (ponto crítico).

Figura 5 - Área de Contribuição Rua 10 de Abril



Com a drenagem independente da Rua 10 de Abril a área de contribuição do ponto crítico da avenida Presidente Getúlio Vargas tem uma redução de 29,73%.

As propostas apresentadas contribuem para a gestão eficiente dos recursos hídricos, a mitigação de impactos ambientais, o aprimoramento estético e funcional da via, bem como para a promoção de cidades mais resilientes e sustentáveis. Tais benefícios encontram respaldo no conceito de infraestrutura verde e nos sistemas de drenagem sustentável (SuDS), conforme discutido por Damo & Leite (2022) e Tucci (2015).

#### 4.3 Proposição de melhorias

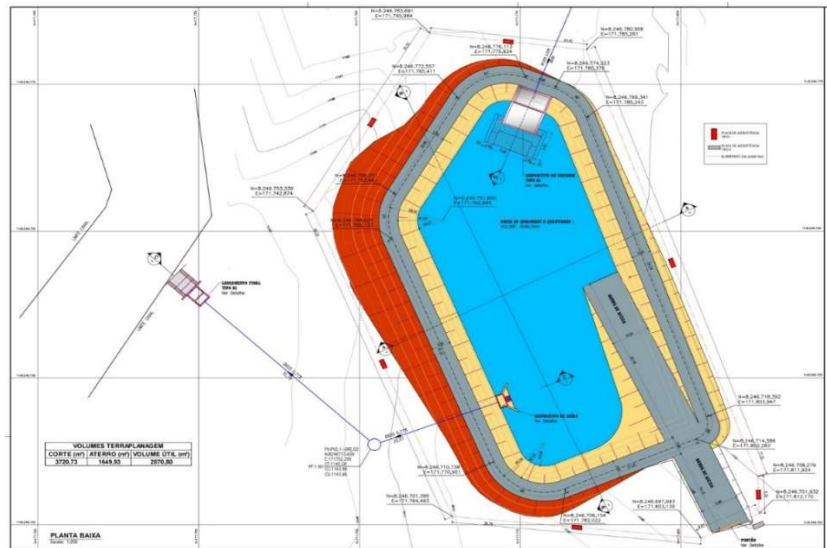
Através de estudos da área crítica foi possível verificar que a avenida recebe uma grande área de contribuição (Figura 2), deste modo foi proposta uma drenagem independente para a Rua 10 de abril (rua ramificada) com rede de galerias pluviais fazendo com que seja reduzida a área de contribuição e pequena bacia de retenção (área alagável).

Desenvolvimento de projeto de drenagem na Avenida Presidente Getúlio Vargas e Maria B. Grande para redução do escoamento superficial, criação de jardins de chuva e pavimento permeável para infiltração das águas.

Segundo o portal CIDESP (2025) as bacias de retenção são área alagáveis projetadas para armazenar temporariamente as águas pluviais, controlando seu escoamento e evitando inundações, elas podem ser construídas como estruturas naturais, utilizando a topografia do terreno. Conforme Figura 6 a bacia de retenção é

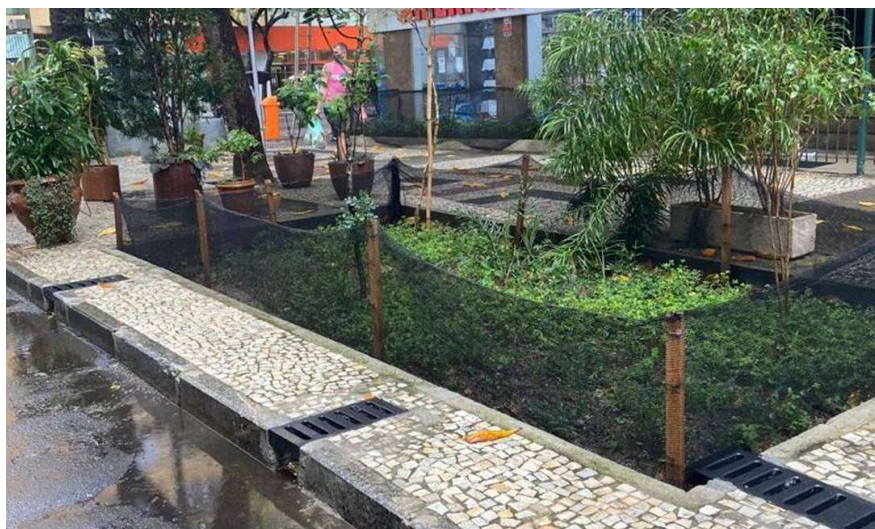
uma proposta que visa concentrar todas as águas captadas pela Rua 10 de Abril, especificamente a bacia de retenção natural, fazendo com que se tenha um retardamento no escoamento das águas, assim desafogando os corpos hídricos naturais evitando aumento considerável do nível dos rios.

Figura 6 - Projeto exemplo Bacia de Retenção



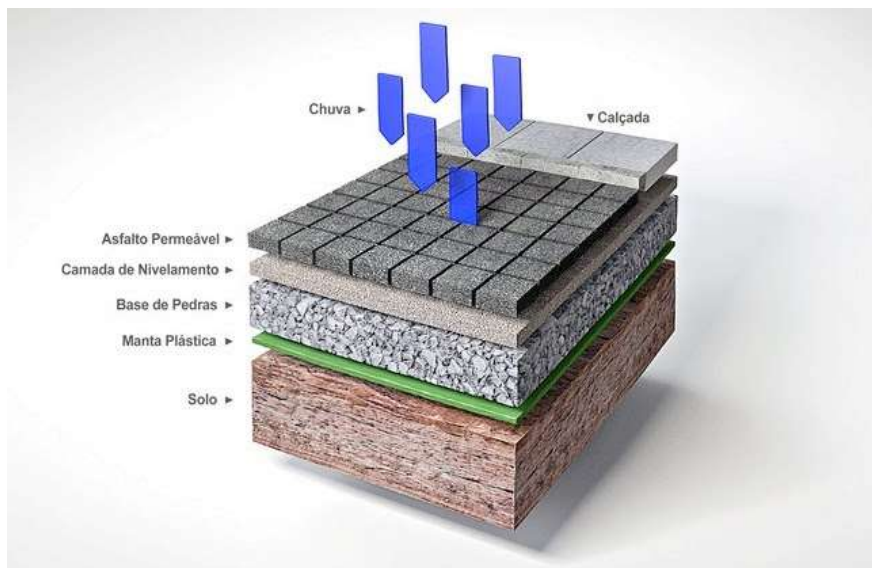
De acordo com o G1, os jardins de chuvas (Figura 7) implantados em Itu no ano de 2023 apresentaram excelentes resultados no combate a enchentes e poluição da água durante dois anos, sem necessidade de muitas manutenções.

Figura 7 - Canteiro para Jardim de Chuva



O pavimento permeável (Figura 8) reduz o escoamento superficial das águas pluviais, fazendo com que às águas se infiltrem no solo (ETESCO, 2023). Essa opção traz grandes benefícios pois diminui a impermeabilização do solo.

Figura 8 - Pavimento Permeável



A instalação de mais bocas de lobo aumenta a eficiência da coleta de água pluvial, evitando alagamentos, conforme práticas adotadas em Curitiba. Jardins de chuva, como usados em Guarapuava, favorecem a infiltração da água no solo, reduzem o escoamento superficial e filtram poluentes. O pavimento permeável permite a passagem da água para o solo, diminuindo enchentes e a necessidade de manutenção, sendo amplamente testado em Curitiba. Pequenas bacias de retenção em áreas públicas armazenam temporariamente o excesso de água, evitando inundações e contribuindo para o controle hídrico, valorizando também o ambiente urbano.

#### 4.4 Integração com o projeto de drenagem (ANEXO 1 – Avenida Presidente Getúlio Vargas e Rua 10 de Abril)

O projeto anexado (Anexo 1) apresenta:

- galeria pluvial exclusiva para a Rua 10 de Abril;
- galeria pluvial para a avenida Presidente Getúlio Vargas e Rua Maria B. Grande
- 28 poços de visita, mais dois dissipadores de energia.
- diâmetros DN 400, DN 500, DN 600 e DN 800;

- perfis longitudinais detalhados;
- cotas de terreno e cotas de tubo;
- áreas contribuintes de cada trecho;
- direcionamento final para bacia de retenção.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo realizado sobre o sistema de drenagem pluvial da Avenida Presidente Getúlio Vargas, no município de Pitanga – PR, evidenciou a necessidade de revisão e aprimoramento das infraestruturas existentes, frente aos desafios impostos pela urbanização acelerada e pela impermeabilização dos solos urbanos. A análise técnica revelou que a sobrecarga hidráulica, a falta de dispositivos complementares e a ausência de manutenção adequada contribuem de forma significativa para os problemas recorrentes de alagamentos, erosões e degradação do pavimento, comprometendo a mobilidade e a qualidade de vida dos habitantes locais.

A proposição de medidas corretivas e preventivas, com base em práticas de drenagem urbana sustentável, demonstra ser viável e eficaz para a mitigação dos impactos negativos observados. Soluções como a implantação de galerias independentes, bacias de retenção, pavimentos permeáveis e jardins de chuva são capazes de promover maior eficiência hidráulica, reduzir a vazão superficial e favorecer a recarga do lençol freático, além de contribuir para a valorização ambiental e urbana da avenida.

Destaca-se, em especial, a importância das bacias de retenção no contexto do projeto. As bacias de retenção atuam como reservatórios temporários que armazenam o excedente de água pluvial durante eventos de chuva intensa, liberando-a gradualmente para o sistema de drenagem ou para o solo, de modo a evitar picos de vazão e prevenir alagamentos a jusante. Além disso, essas estruturas auxiliam no controle da erosão, na melhoria da qualidade da água lançada nos corpos receptores e na recarga do aquífero subterrâneo. A correta implementação e manutenção das bacias de retenção são fundamentais para o equilíbrio hidrológico da região urbana, tornando-se uma solução eficiente e sustentável para o enfrentamento dos desafios impostos pelo crescimento urbano acelerado.

A integração entre planejamento urbano, engenharia e sustentabilidade ambiental se mostrou essencial para o desenvolvimento de cidades mais resilientes e seguras. O estudo reforça a importância de atualizar os critérios de dimensionamento das redes pluviais, adotar práticas de manutenção contínua e incorporar dispositivos inovadores que atendam às demandas atuais e futuras. Dessa forma, a Avenida Presidente Getúlio Vargas pode transformar-se em referência local de gestão eficiente das águas urbanas, promovendo qualidade de vida, segurança e desenvolvimento sustentável para Pitanga.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Drenagem pluvial urbana – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

AGÊNCIA BRASÍLIA, Rede de drenagem e bacia de retenção integram Túnel de Taguatinga, 2022. Disponível em: Rede de drenagem e bacia de retenção integram Túnel de Taguatinga Acesso em 16 de outubro de 2025 às 19:00.

ALBUQUERQUE, Mariana Borges et al. Sustainable urban drainage: a brief review of the compensatory techniques of structural and non-structural measures. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 23, p. 1–9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236117039837>. Acesso em: 19 out. 2025.

CIDESP Bacias de Retenção: Guia Completo e Benefícios. Disponível em: Bacias de Retenção: Guia Completo e Benefícios - Cidesp Acesso em 12 de outubro de 2025 às 15:36. 2025

COSTA, F. M.; LIMA, J. G.; SIQUEIRA, M. M. Telhados verdes e pavimentos permeáveis como técnicas compensatórias de drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. (org.). Drenagem urbana sustentável. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011. p. 253–279.

COSTA, F. M.; SIQUEIRA, M.; MENEZES FILHO, R. Manual de drenagem pluvial urbana. São Paulo: CETESB, 2007.

CURITIBA. Plano Diretor de Drenagem Urbana e Manual de Drenagem Urbana. Curitiba: Prefeitura Municipal, 2018.

DAMO, G. F.; LEITE, T. J. Avaliação de técnicas de drenagem urbana sustentável para controle do escoamento superficial na fonte em um loteamento no município de São Miguel do Oeste – SC. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.

FILLUS, I. Avaliação das condições operacionais de uma rede de abastecimento de água com uso do software EPANET 2.0. Guarapuava: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

G1 Com 'jardins de chuva', ambientalistas transformam ponto de alagamento em área de paisagismo em Itu, 2025 Disponível em: Com 'jardins de chuva', ambientalistas transformam ponto de alagamento em área de paisagismo em Itu | Sorocaba e Jundiaí | G1 Acesso em 15 de outubro de 2025 às 14:28.

JORNAL PARANACENTRO. Prefeitura de Pitanga avalia situação da enchente na cidade. Pitanga, 2024. Disponível em:

<https://jornal.paranacentro.com.br/noticia/42847/prefeitura-de-pitanga-avalia-situacao-da-enchente-na-cidade>. Acesso em: 13 out. 2025.

LEI COMPLEMENTAR N° 53 de fevereiro de 2019 (PITANGA).

LOCH, C. L. Estudo do sistema de drenagem urbana dos bairros Shangrilá I e II no município de Campo Mourão – PR. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

LOURENÇO, João Manuel Reis. Soluções sustentáveis para a drenagem urbana: princípios e boas práticas de gestão das águas pluviais. 2. ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2019.

MIGUEZ, Miguel Goulart; VERÓL, Ana Paula; REZENDE, Otávio Marques. Drenagem urbana sustentável. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

O GLOBO, Jardim de chuva transforma rua de Copacabana e vira modelo viável de sustentabilidade, 2020. Disponível em: Jardim de chuva transforma rua de Copacabana e vira modelo viável de sustentabilidade - Jornal O Globo Acesso em 8 de outubro de 2025 às 23:52.

ONGAGA, C. O. et al. Urbanization and hydrological dynamics: a 22-year assessment of impervious surface changes and runoff in an urban watershed. *Frontiers in Water*, v. 6, n. 1455763, 2024. DOI: 10.3389/frwa.2024.1455763.

ÖZTÜRK, Şevki et al. Effect of urbanization on surface runoff and performance of green roofs and permeable pavement for mitigating urban floods. *Natural Hazards*, v. 120, p. 12375–12399, 2024.

POLETO, C.; TASSI, R. Bacias de detenção e retenção aplicadas ao controle de cheias urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. (org.). *Drenagem urbana sustentável*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011. p. 215–234.

PROJETO FLOR DE LIS, 2013. Disponível em: Projeto Flor de Lis: Asfalto permeável Acesso em 8 outubro de 2025 às 20:36.

SANTOS, D. G.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Desempenho de jardins de chuva como técnica compensatória de drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 22, e29, p. 1–13, 2017. DOI: 10.1590/2318-0331.011716012.

SOUZA, L. A. Estudo do sistema de drenagem pluvial urbana no bairro Jardim Canadá no município de Goioerê – PR. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023.

TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana. 2. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015.

WOODS-BALLARD, B. et al. The SuDS Manual (C697). London: Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), 2007.

YANG, Wenyu et al. Integrated risk analysis for urban flooding under changing climates. *Results in Engineering*, v. 24, p. 103243, 2024. DOI: 10.1016/j.rineng.2024.103243.

ZHOU, Hong et al. Impact of effective impervious surface disconnection on urban hydrographs: a multi-scenario modeling study at the watershed scale. *Journal of Hydrology*, v. 630, p. 130656, 2024. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.130656.