

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
***CAMPUS* PATOS**
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO PINHO DE LUCENA

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA REDE DE DRENAGEM DA RUA VEREADOR
JOAQUIM LEITÃO, PATOS - PB: UM ESTUDO DE CASO

PATOS - PB

2025

GUSTAVO PINHO DE LUCENA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA REDE DE DRENAGEM DA RUA VEREADOR
JOAQUIM LEITÃO, PATOS - PB: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador (a): Prof. Me. Dennis Oliveira Galdino.

PATOS - PB

2025

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

L935a Lucena, Gustavo Pinho de.

Análise da eficiência da rede de drenagem da rua vereador joaquim leitão, Patos - PB: um estudo de caso / Gustavo Pinho de Lucena. - Patos, 2025
30f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2025.

Orientador(a): Prof. Me. Dennis Oliveira Galdino.

1. Drenagem urbana e controle de enchentes-Patos/PB 2. Saneamento ambiental 3. Microdrenagem I.Título II. Galdino, Dennis Oliveira III.Instituto Federal da Paraíba

CDU –69.034.96

GUSTAVO PINHO DE LUCENA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA REDE DE DRENAGEM DA RUA VEREADOR
JOAQUIM LEITÃO, PATOS - PB: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Civil.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



DENNIS OLIVEIRA GALDINO

Data: 04/02/2026 10:12:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. DENNIS OLIVEIRA GALDINO - Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Documento assinado digitalmente



VALTESON DA SILVA SANTOS

Data: 04/02/2026 17:51:32-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. VALTESON DA SILVA SANTOS - Examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Documento assinado digitalmente



RICARDO DE ARAGAO

Data: 03/02/2026 21:08:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. RICARDO DE ARAGÃO - Examinador

Universidade Federal de Campina Grande.

Documento assinado digitalmente



LAERCIO LEAL DOS SANTOS

Data: 27/01/2026 20:17:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. LAÉRCIO LEAL DOS SANTOS - Examinador

Universidade Estadual da Paraíba.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dennis, pela dedicação e pelo empenho na condução deste trabalho. Sua orientação precisa e seus conselhos foram fundamentais para que este artigo fosse realizado com clareza e excelência.

À toda minha família e demais familiares, pelo apoio incondicional. Agradeço de forma especial ao meu pai, Damião, aos meus irmãos, Larissa e Bruno. Meu carinho e reconhecimento também às minhas tias, Rita e Rizonete, e à minha prima Milena, cujo incentivo e compreensão foram essenciais ao longo da minha formação.

À minha eterna mãe, Elianeide (*In Memoriam*). Sua memória foi e sempre será minha maior fonte de inspiração e força. Dedico a ela esta e todas as minhas conquistas.

Aos amigos que fiz ao longo dessa jornada, os pilares de risadas, desabafos e apoio nos momentos mais tensos. O companheirismo que vocês proporcionaram foi o combustível leve para seguir adiante.

A todos, minha sincera gratidão.

RESUMO

O crescimento urbano desordenado e a impermeabilização do solo têm intensificado os alagamentos em centros urbanos, cenário observado na cidade de Patos-PB. O objetivo principal foi avaliar a eficiência da rede de drenagem pluvial na Rua Vereador Joaquim Leitão, no município de Patos-PB, a partir da análise hidrológica da área, identificando pontos críticos e propondo melhorias. A metodologia consistiu em um estudo de caso com delimitação da microbacia de contribuição via geoprocessamento e levantamento de campo. A vazão de pico foi estimada pelo Método Racional, adotando-se um Tempo de Retorno de 10 anos, enquanto a capacidade de escoamento superficial existente foi calculada pela equação de Manning. Os resultados indicaram uma vazão de projeto de $1,56 \text{ m}^3/\text{s}$, contrastando severamente com a capacidade máxima das sarjetas de apenas $0,69 \text{ m}^3/\text{s}$, o que atende a apenas 44,23% da demanda hidrológica. Além do subdimensionamento hidráulico, as inspeções revelaram a inexistência de galerias subterrâneas e a presença de obstruções físicas causadas por rampas de acessibilidade irregulares e acúmulo de resíduos. Conclui-se que o sistema é ineficiente, sendo urgente a elaboração de um projeto executivo de drenagem subterrânea e a implementação de ações corretivas de manutenção.

Palavras-chave: Drenagem urbana; alagamentos; microdrenagem; método racional; escoamento superficial.

ABSTRACT

Disorderly urban expansion and soil impermeabilization have intensified flooding in urban areas, a condition observed in the city of Patos, PB. The main objective was to evaluate the efficiency of the stormwater drainage network on Vereador Joaquim Leitão Street, in the municipality of Patos, PB, based on the hydrological analysis of the area, identifying critical points and proposing improvements. The methodology consisted of a case study involving the delineation of the contributing micro-catchment through geoprocessing techniques and field surveys. Peak discharge was estimated using the Rational Method, adopting a 10-year return period, while the existing surface runoff conveyance capacity was calculated using Manning's equation. The results indicated a design flow of 1.56 m³/s, in sharp contrast to the maximum gutter capacity of only 0.69 m³/s, which corresponds to just 44.23% of the hydrological demand. In addition to hydraulic undersizing, inspections revealed the absence of underground drainage galleries and the presence of physical obstructions caused by irregular accessibility ramps and the accumulation of debris. It is concluded that the system is inefficient, making it urgent to develop an executive design for underground drainage and to implement corrective maintenance actions.

Keywords: Urban drainage; Flooding; Micro-drainage; Rational method; Surface runoff.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do trecho em estudo.....	16
Figura 2 - Delimitação da microbacia de contribuição.....	21
Figura 3 - Obstrução crítica do escoamento causada por rampa de acesso improvisada.	23
Figura 4 - Detalhe da obstrução da sarjeta por rampa de acessibilidade.	24
Figura 5 - Acúmulo de sedimentos e resíduos sólidos na sarjeta, reduzindo a seção hidráulica de escoamento.....	25
Figura 6 - Obstrução da sarjeta por crescimento de vegetação.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de escoamento superficial (C).	18
Tabela 2 - Parâmetros físicos e de projeto da via.	19
Tabela 3 - Parâmetros fisiográficos da microbacia de contribuição.	21
Tabela 4 - Parâmetros hidrológicos de projeto para a microbacia.	22
Tabela 5 - Parâmetros geométricos da seção de escoamento.	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1 IMPACTO AMBIENTAL DAS INUNDAÇÕES.....	12
3.2 POTENCIALIZAÇÃO DO RISCO NO CONTEXTO SEMIÁRIDO	12
3.3 DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	12
3.4 EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE DRENAGEM.....	13
4 METODOLOGIA.....	15
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	15
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
4.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ANÁLISE	15
4.4 DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	16
4.4.1 TEMPO DE DURAÇÃO DA CHUVA	16
4.4.2 TEMPO DE RETORNO.....	17
4.4.3 INTENSIDADE DA PRECIPITAÇÃO.....	17
4.4.4 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO.....	17
4.5 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTO	18
4.6 ANÁLISE DA CAPACIDADE DE DRENAGEM SUPERFICIAL EXISTENTE.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
5.1 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA	21
5.2 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS E VAZÃO DE PICO DE PROJETO	21
5.3 CAPACIDADE DA DRENAGEM EXISTENTE E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA.....	22
5.4 ANÁLISE QUALITATIVA E EVIDÊNCIAS DE ALAGAMENTOS.....	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado provoca transformações no ciclo hidrológico natural, em consequência da impermeabilização do solo por meio da substituição da cobertura vegetal por pavimentação, edificações e outras superfícies impermeáveis. Esse processo reduz a capacidade de infiltração da água, aumenta o volume de escoamento superficial e, consequentemente, intensifica as vazões de pico e o risco de alagamentos em vias públicas (Farias; Costa; Guedes, 2022; Ramirez *et al.*, 2022).

No Brasil, esse cenário é visível em cidades de médio e grande porte que, de acordo com o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), concentram um processo de urbanização acelerada no país, mas frequentemente não dispõem de infraestrutura adequada, como é o caso da Cidade de Patos, no Estado da Paraíba. No contexto do semiárido nordestino, os impactos assumem proporções críticas devido ao regime pluviométrico da região, caracterizado por chuvas de alta intensidade e curta duração (Souza *et al.*, 2022). Essa combinação de urbanização rápida com eventos de chuva extremos potencializa o risco de inundações súbitas (Maciel; Ribeiro, 2017).

A drenagem urbana, enquanto componente do saneamento básico, é regulamentada pela Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pelo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020 (Brasil, 2007; 2020). Essa legislação estabelece o manejo de águas pluviais como um serviço essencial e preconiza um planejamento integrado para mitigar os impactos de inundações. Apesar disso, a aplicação de instrumentos de planejamento, como o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), ainda é um grande desafio. No caso de Patos-PB, a ausência de planejamento específico para o sistema de drenagem tem resultado em diversos pontos críticos de alagamento, reflexo da falta de integração entre as políticas de uso do solo e de manejo das águas pluviais.

Dentre os pontos críticos do município, destaca-se a Rua Vereador Joaquim Leitão, escolhida como objeto deste estudo por sua relevância para a mobilidade urbana e pelo histórico de alagamentos. Parte-se da hipótese de que os alagamentos recorrentes na via são consequência de um sistema de microdrenagem subdimensionado para as atuais condições de escoamento, cuja eficiência é agravada pela manutenção deficiente. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo central avaliar a eficiência do sistema, identificar as causas dos problemas e propor soluções para o manejo sustentável das águas pluviais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência da rede de drenagem pluvial na Rua Vereador Joaquim Leitão, no município de Patos-PB, a partir da análise hidrológica da área, identificando pontos críticos e propondo melhorias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a microbacia de contribuição do trecho em estudo, incluindo suas características fisiográficas e hidrológicas.
- Dimensionar a capacidade de escoamento superficial da rua.
- Identificar pontos específicos predominantes dos alagamentos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 IMPACTO AMBIENTAL DAS INUNDAÇÕES

O desenvolvimento urbano é um dos principais agentes de alteração do ciclo hidrológico natural. A substituição da cobertura vegetal por superfícies impermeáveis, como telhados, ruas e calçadas, reduz drasticamente a capacidade de infiltração da água no solo. Como resultado, o volume que antes era retido e infiltrava lentamente passa a escoar rapidamente pela superfície, aumentando a vazão de pico e antecipando o tempo de ocorrência das cheias (Tucci, 2003, 2005; Maciel; Ribeiro, 2017).

3.2 POTENCIALIZAÇÃO DO RISCO NO CONTEXTO SEMIÁRIDO

As alterações no ciclo hidrológico tornam-se particularmente críticas na região semiárida do Nordeste brasileiro. Segundo Ferreira *et al.* (2017) a região possui um padrão pluviométrico irregular, com alta variabilidade espacial e temporal, onde um longo período de estiagem é subitamente interrompido por chuvas torrenciais e de curta duração, concentradas em poucos meses do ano.

Essa concentração de chuvas intensas em um curto período, aliada à expansão urbana acelerada sobre um relevo desfavorável, intensifica o risco de inundações bruscas quando não há infraestrutura de escoamento adequada (Maciel; Ribeiro, 2017).

3.3 DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

O enfrentamento dos desafios relacionados à drenagem urbana no Brasil é orientado por um conjunto de políticas públicas e marcos legais que buscam assegurar a gestão integrada e sustentável das águas pluviais. A Lei Federal nº 11.445/2007 (Brasil, 2007) — que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico — define a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas como o “*conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais urbanas, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas drenadas*”.

De acordo com Tucci (2005); Miguez; Veról; Rezende (2015), essa definição representou uma importante mudança de paradigma, ao substituir a antiga visão higienista, centrada apenas na remoção rápida das águas pluviais, por uma abordagem sistêmica e preventiva, que busca controlar o escoamento desde a sua origem. Nesse contexto, a drenagem

passa a ser entendida não apenas como um componente de infraestrutura urbana, mas como parte essencial da gestão integrada dos recursos hídricos e da sustentabilidade ambiental.

A Lei Federal nº 14.026/2020 (Brasil, 2020), que estabeleceu o Marco Legal do Saneamento Básico, reforçou e atualizou essas diretrizes ao estabelecer metas de universalização dos serviços de saneamento e ao enfatizar a necessidade de planejamento integrado entre drenagem, abastecimento, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos. Essa legislação destaca a importância da coordenação entre os entes federativos, do uso racional da água e da adoção de soluções baseadas na natureza, visando reduzir impactos ambientais e promover a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas.

Segundo Miguez; Veról; Rezende (2015), o planejamento e a execução da drenagem urbana ocorrem em duas escalas principais: microdrenagem, que abrange os elementos de coleta inicial das águas pluviais, como sarjetas, bocas de lobo e galerias subterrâneas, responsáveis por captar o escoamento das superfícies impermeáveis; e a macrodrenagem, composta por canais, reservatórios e cursos d'água urbanos que recebem as vazões provenientes da microdrenagem, garantindo o transporte e o amortecimento dos picos de cheia.

3.4 EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

A eficiência de um sistema de drenagem contemporâneo não é mais avaliada apenas por sua capacidade hidráulica de escoar a água rapidamente (Tucci, 2005). A abordagem moderna, alinhada aos princípios da drenagem sustentável e do desenvolvimento urbano de baixo impacto, propõe uma análise multidimensional da eficiência (Souza; Cruz; Tucci, 2012; Miguez; Veról; Rezende (2015). Essa avaliação integrada considera não apenas o desempenho hidrológico (controle de vazões), mas também os benefícios ambientais (melhora da qualidade da água, promoção da infiltração), a inserção urbanística (integração à paisagem, multifuncionalidade) e a viabilidade econômica (custo-benefício de implantação e manutenção) (Souza; Cruz; Tucci, 2012; Miguez; Veról; Rezende, 2015; Costa; Gonçalves; Espírito Santo, 2023).

Nesse sentido, a literatura atual contrapõe duas filosofias de projeto: Drenagem convencional e drenagem sustentável (Miguez; Veról; Rezende, 2015). A Drenagem Convencional é baseada na rápida condução das águas através de uma rede de canais e galerias de concreto. Conforme afirma Tucci (2005) essa abordagem, embora eficaz em afastar a água de um ponto, frequentemente agrava o problema ao transferir o pico de vazão para jusante, além de degradar os cursos d'água e exigir altos custos de implantação. Enquanto que a drenagem

sustentável é focada em gerenciar a chuva o mais próximo possível de onde ela cai, buscando imitar o ciclo hidrológico natural através de técnicas que promovem a retenção e a infiltração da água (Tucci, 2005).

Essas soluções, também conhecidas como Técnicas Compensatórias ou Soluções Baseadas na Natureza (SBN), incluem dispositivos como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, trincheiras de infiltração e bacias de detenção/retenção. A grande vantagem dessa abordagem é sua multifuncionalidade, pois além de controlar as inundações, essas estruturas podem melhorar o microclima, criar áreas de lazer (como parques e praças integradas às bacias de detenção) e valorizar o espaço urbano, representando um caminho mais eficiente e resiliente para as cidades (Miguez; Veról; Rezende (2015).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, combinando abordagens quantitativa e qualitativa. Essa escolha metodológica permite uma investigação aprofundada da eficiência dos sistemas de drenagem no contexto real e delimitado da área em estudo. A abordagem quantitativa foi empregada na análise hidrológica e topográfica, enquanto a abordagem qualitativa incluiu a coleta de informações por meio de observação de campo.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

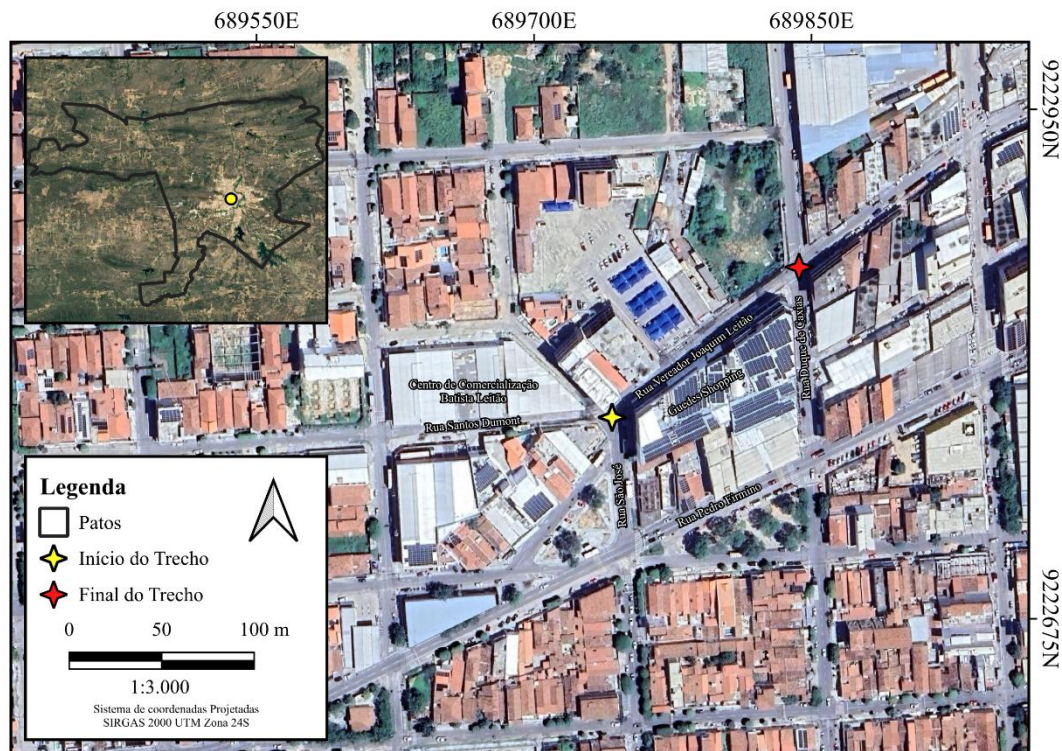
O município de Patos está localizado no Sertão Paraibano, a aproximadamente 306 km da capital, João Pessoa. Possui uma área total de 472,89 km² e uma população de 103.165 habitantes (IBGE, 2022). Inserida no domínio morfoclimático da Caatinga, a cidade apresenta altitude média de 242 m e clima quente e úmido, com temperaturas médias que variam entre 26° C e 28° C. O regime pluviométrico é característico do semiárido, com uma média anual de 715,3 mm, dos quais 78% se concentram no período chuvoso entre janeiro e abril (De Medeiros *et al.*, 2020).

4.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ANÁLISE

O estudo foi realizado na Rua Vereador Joaquim Leitão no trecho compreendido entre a Rua São José e a Rua Duque de Caxias, localizado no centro da cidade. Esse trecho foi selecionado por ser um ponto crítico de alagamentos recorrentes, além de apresentar trânsito moderado durante a maior parte do dia, sendo uma importante via de acesso ao Guedes Shopping Center e ao Centro de Comercialização Batista Leitão, o que evidencia o impacto dos alagamentos na mobilidade e no comércio local.

Foi realizada a análise topográfica da área, que permitiu a identificação das direções de escoamento das vias. Em seguida foi delimitada a bacia de contribuição do trecho, utilizando técnicas de vetorização no software QGIS (versão 3.44.3). A obtenção dos dados de altimetria foi realizada com base em imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) do Serviço Geológico dos Estados Unidos, o *United States Geological Survey* (USGS, 2025). A Figura 1 detalha a localização do trecho em estudo.

Figura 1 - Localização do trecho em estudo.



Fonte: Autor, 2025

4.4 DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

4.4.1 TEMPO DE DURAÇÃO DA CHUVA

Segundo o Manual de Drenagem Urbana (Paraná, 2002), o tempo de duração da chuva (T_d) para o método racional pode ser definida como igual ao tempo de concentração da microbacia, calculado com base nas suas características fisiográficas por meio do método de Kirpich, (Equação 1). O Manual também sugere que o Tempo de Duração da chuva para aplicação do Método racional seja limitado a um valor não inferior a 10 min.

$$T_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (1)$$

onde:

T_c - Tempo de concentração (em min.);

L - Comprimento do curso d'água principal da bacia (em km.);

H - Diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório (em m.).

4.4.2 TEMPO DE RETORNO

De acordo com o Manual de Drenagem Urbana (Paraná, 2002) o tempo de retorno para microdrenagem varia de dois a dez anos. Para essa análise foi adotado o Tempo de Retorno (TR) de dez anos, valor recomendado para projetos de microdrenagem em bacias com até 300 ha (3 km²) (Costa; Gonçalves; Espírito Santo, 2023).

4.4.3 INTENSIDADE DA PRECIPITAÇÃO

A intensidade máxima de precipitação (chuva de projeto) foi obtida a partir da curva de Intensidade, Duração e Frequência (IDF) de Nóbrega; Neves (2024) para a estação de Patos/EMBRAPA (Equação 2), definida por:

$$I = \frac{527,202 \cdot Tr^{0,351}}{(td + 9,180)^{0,706}} \quad (2)$$

Onde:

I - Intensidade da chuva (em mm/h);

Tr - Tempo de retorno (em anos);

td - Duração da chuva (em minutos).

4.4.4 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

O escoamento superficial, definido como a fração do volume pluviométrico que se desloca sobre a superfície do terreno e converge rapidamente para os cursos d'água, sendo o principal agente gerador de cheias em bacias hidrográficas.

Sua estimativa pode ser feita através do método racional. Embora seja um método empírico que simplifica o hidrograma de cheia (desconsiderando o armazenamento ou a propagação da onda), ele é amplamente consolidado e recomendado pela literatura para a estimativa de vazão de pico em bacias urbanas pequenas, como a deste estudo. O método calcula a lâmina de precipitação efetiva através do produto entre a precipitação total e um coeficiente de escoamento (C) adimensional, denominado coeficiente de *runoff* (Tucci, 2005; Miguez, Veról, Rezende, 2015). A tabela 1 apresenta os valores para o coeficiente de *runoff*.

Tabela 1 - Coeficientes de escoamento superficial (C).

ZONAS	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção.	0,10 - 0,25
Matas, parques e campos de esporte: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 - 0,20

Fonte: Adaptado de Miguez, Veról, Rezende (2015).

De acordo com o Manual de Drenagem Urbana (Paraná, 2002), para os Tempos de Retorno utilizados na microdrenagem não existem variações desse coeficiente, para fins de cálculo será adotado o valor de 0,60, considerando as características de uso do solo da bacia (Costa; Gonçalves; Espírito Santo, 2023).

Com a obtenção do Coeficiente de Escoamento (C), da intensidade (I) da chuva de projeto e da Área (A) da microbacia de contribuição, chegou-se à vazão de pico (Q) que foi obtida por meio da aplicação do Método Racional (Equação 3).

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \quad (3)$$

onde:

Q - Máxima vazão de contribuição em m³/s;

C - Coeficiente de escoamento superficial;

I - Intensidade de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, em mm/h;

A - Área da microbacia de contribuição.

4.5 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTO

Após a obtenção da vazão de pico, procedeu-se à identificação dos pontos críticos de alagamento na Rua Vereador Joaquim Leitão, por meio de um método combinado de levantamento de campo e análise documental. O levantamento *in loco* permitiu caracterizar as condições físicas da via, observando-se a presença de depressões, acúmulos de água, obstruções ao escoamento e dimensões das sarjetas. Paralelamente, realizou-se a análise de reportagens e

registros da mídia local, utilizada como fonte complementar para a validação das áreas mais afetadas por alagamentos e para a compreensão da frequência e dos impactos causados.

4.6 ANÁLISE DA CAPACIDADE DE DRENAGEM SUPERFICIAL EXISTENTE

De modo a tornar possível a análise da capacidade de escoamento superficial da avenida, foram levantados os parâmetros físicos do trecho em estudo. Foram mensuradas a largura transversal da pista de 7,00 m e o comprimento longitudinal do trecho de 130,00 m e uma diferença de nível de cerca de 3,00 m. As declividades transversal e longitudinal da via foram então calculadas através da Equação 4.

$$D = \frac{\Delta H}{d} \cdot 100 \quad (4)$$

Onde:

D – Declividade (em %);

ΔH – Diferença de nível (em m);

d – Distância horizontal (em m).

Em seguida foram mensuradas as dimensões dos elementos e estruturas de drenagem da Avenida Vereador Joaquim Leitão, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros físicos e de projeto da via.

Parâmetro	Valor	Unidade
Comprimento da via	130,00	m
Largura da pista	7,00	m
Altura do meio fio	0,15	m
Declividade Transversal	1,29	%
Declividade Longitudinal	2,31	%
Enchimento adotado (lâmina d'água)	0,10	m

Fonte: Autor (2025).

A capacidade de vazão da drenagem superficial existente da sarjeta e leito da via foi estimada por meio da equação de Manning para canais abertos (Equação 5).

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

onde:

Q - Vazão de projeto (em m³/s);

n - Coeficiente de rugosidade;

A - Área da seção (em m²);

Rh - Raio hidráulico (em m);

S - Declividade (em m/m).

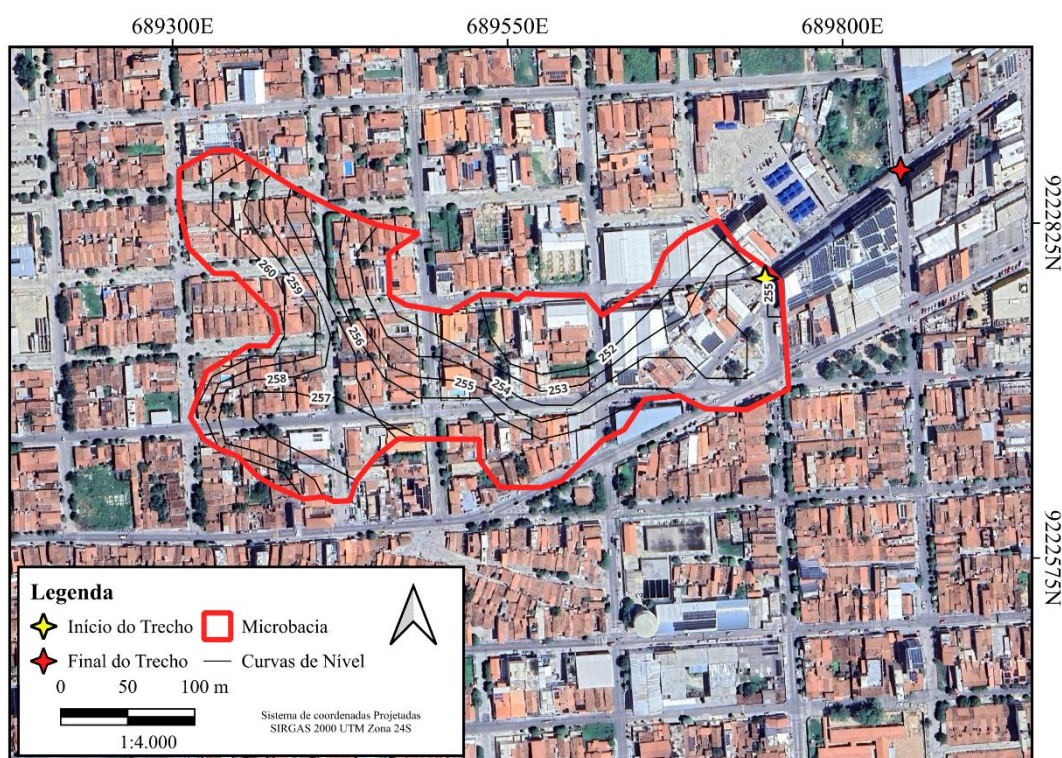
Para isso, foram determinadas as características geométricas das seções de escoamento, um coeficiente de rugosidade $n = 0,013$ adequado para pavimentos asfálticos, sendo considerada a máxima lâmina d'água admissível. A vazão calculada por Manning foi então comparada com a vazão de pico de projeto obtida pelo Método Racional a fim de verificar a suficiência da drenagem e identificar as causas predominantes dos alagamentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO FISIOGRAFICA DA BACIA

A partir da delimitação no QGIS, foi possível identificar espacialmente a microbacia de contribuição que alimenta o ponto de estudo, bem como as principais características topográficas responsáveis pela direção do escoamento superficial. A Figura 2 apresenta a delimitação da microbacia sobreposta aos dados de altimetria da área analisada.

Figura 2 - Delimitação da microbacia de contribuição.



Fonte: Autor, 2025

Tabela 3 - Parâmetros fisiográficos da microbacia de contribuição.

Parâmetro	Símbolo	Valor	Unidade
Área de drenagem	A	0,07	Km ²
Comprimento do Canal Principal	L	0,5	Km
Diferença de elevação	H	6,00	m

Fonte: Autor (2025).

5.2 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS E VAZÃO DE PICO DE PROJETO

Com base nos parâmetros fisiográficos da bacia foram determinados os parâmetros hidrológicos para a chuva de projeto. Adotando-se o Tempo de concentração (T_c) como a duração da chuva e aplicando-o na equação de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para

Patos-PB, foram calculadas as intensidades e as vazões de pico para o período de retorno de 10 anos, conforme recomendado para estudos de microdrenagem. Os resultados estão sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros hidrológicos de projeto para a microbacia.

Parâmetro	Símbolo	Valor	Unidade
Tempo de concentração	Tc	12,84	min.
Duração da chuva	Td	12,84 ¹	min.
Coefficiente de escoamento	C	0,60	adimensional
Intensidade da chuva	I	133,33	mm/h.
Vazão de pico de projeto	$Q_{projeto}$	1,56	m ³ /s.

Fonte: Autor (2025).

¹ conforme metodologia, adotou-se a duração da chuva igual ao Tempo de Concentração.

5.3 CAPACIDADE DA DRENAGEM EXISTENTE E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

Para a verificação da capacidade de escoamento, foram aplicados os parâmetros fisiográficos da via (Tabela 3) e o coeficiente de rugosidade ($n=0,013$) na Equação de Manning (Equação 5). Os parâmetros geométricos resultantes da seção de escoamento estão detalhados na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros geométricos da seção de escoamento.

Parâmetro	Símbolo	Valor	Unidade
Área molhada	Am	0,195	m ²
Perímetro molhado	Pm	4,00	m
Raio hidráulico	Rh	0,04875	m

Fonte: Autor (2025)

A análise da capacidade de escoamento superficial existente revelou uma capacidade de vazão máxima existente nas sarjetas de apenas 0,69 m³/s. Este valor está subdimensionado em relação à vazão de pico de projeto calculada para o tempo de retorno de 10 anos, que é de 1,56 m³/s.

5.4 ANÁLISE QUALITATIVA E EVIDÊNCIAS DE ALAGAMENTOS

A inspeção de campo na Avenida Vereador Joaquim Leitão revelou que o trecho em estudo atualmente se encontra totalmente pavimentado, e que o escoamento da precipitação ocorre inteiramente pela superfície, o que é uma condição desfavorável devido à baixa declividade longitudinal da via. Foi constatada a ausência completa de dispositivos de

microdrenagem, como bocas de lobo e galerias subterrâneas, forçando a sarjeta a transportar todo o volume defluente.

Adicionalmente, foram identificadas diversas patologias que comprometem a já limitada capacidade de escoamento. O problema mais crítico observado é a obstrução física da sarjeta por rampas de acesso às calçadas, executadas de forma improvisada em concreto (Figuras 2 e 3). Essas estruturas causam um estrangulamento do fluxo, reduzindo a seção hidráulica a quase zero e funcionando como verdadeiras barragens para o escoamento.

Figura 3 - Obstrução crítica do escoamento causada por rampa de acesso improvisada.



Fonte: Autor (2025).

Figura 4 - Detalhe da obstrução da sarjeta por rampa de acessibilidade.



Fonte: Autor (2025).

Aliado a esse problema estrutural, o levantamento de campo identificou outros fatores que comprometem a capacidade de escoamento da via. Notou-se um intenso acúmulo de sedimentos e resíduos sólidos ao longo do trecho, que diminuem a seção hidráulica disponível para o fluxo (Figura 4).

Figura 5 - Acúmulo de sedimentos e resíduos sólidos na sarjeta, reduzindo a seção hidráulica de escoamento.



Fonte: Autor (2025).

Além disso, foi observado o crescimento de vegetação junto ao meio-fio, que em diversos pontos obstrui quase que totalmente a sarjeta (Figura 5). Esses fatores combinados não apenas reduzem drasticamente a capacidade de transporte do canal, mas também aumentam significativamente a sua rugosidade, diminuindo a velocidade do escoamento e facilitando ainda mais o processo de assoreamento.

Figura 6 - Obstrução da sarjeta por crescimento de vegetação.



Fonte: Autor (2025).

A inspeção de campo, combinada com a análise documental, reforça o diagnóstico da ineficiência do sistema. O histórico de alagamentos na via, reportado pela mídia local em diferentes anos (Jornal da Paraíba, 2018; G1 PB, 2021), confirma a recorrência e a severidade do problema. Tais registros validam a escolha da Rua Vereador Joaquim Leitão como ponto crítico e evidenciam o impacto socioeconômico e na mobilidade urbana causado pela falta de integração entre a capacidade hidráulica insuficiente e as patologias estruturais e de manutenção observadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que os alagamentos recorrentes na Rua Vereador Joaquim Leitão, em Patos-PB são consequência direta de um sistema de microdrenagem subdimensionado e comprometido por falhas de manutenção, confirmando a hipótese inicial da pesquisa. A análise hidrológica da microbacia, caracterizada pela alta impermeabilidade urbana, resultou em uma vazão de pico de projeto de $1,56 \text{ m}^3/\text{s}$ para o Tempo de Retorno de 10 anos. Em contraste, o dimensionamento hidráulico revelou que a capacidade máxima de escoamento superficial é de apenas $0,69 \text{ m}^3/\text{s}$, valor que corresponde a apenas 44,23% da vazão exigida, comprovando a insuficiência hidráulica do sistema. Os alagamentos são agravados pela identificação de patologias críticas, como a ausência total de microdrenagem subterrânea, as obstruções físicas causadas por rampas de acesso improvisadas, e a manutenção deficiente, evidenciada pelo acúmulo de sedimentos e vegetação.

Tais fatores evidenciam a necessidade urgente de intervenção estrutural e sublinham a importância da elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana para o município de Patos, conforme preconiza o Marco Legal do Saneamento Básico.

Em função da indisponibilidade de informações detalhadas, como o levantamento topográfico de precisão, recomenda-se que os trabalhos futuros se concentrem na etapa de projeto executivo e na implementação das diretrizes propostas neste diagnóstico. A prioridade imediata é o desenvolvimento do projeto executivo da microdrenagem subterrânea, que deverá utilizar a vazão de pico de projeto como referência mínima para o dimensionamento das novas galerias, sendo essencial para tal a realização de um levantamento topográfico detalhado da área.

Simultaneamente são recomendadas ações corretivas de gestão, incluindo a remoção e padronização das rampas de acesso improvisadas que obstruem a sarjeta, a atuação de equipes de prontidão para limpeza de bocas de lobo e sarjetas, e a implementação de um plano de manutenção preventiva focado na limpeza e desobstrução periódica para maximizar a capacidade de escoamento superficial.

A longo prazo, sugere-se a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), conforme preconiza o Marco Legal do Saneamento Básico, como forma de garantir a gestão integrada e resiliência hídrica. Além disso, futuros estudos devem analisar a viabilidade de incorporar Soluções Baseadas na Natureza, tais quais pavimentos permeáveis ou jardins de chuva no intuito de mitigar a impermeabilização e reduzir a vazão de origem, alinhando as intervenções a um manejo pluvial sustentável.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o Saneamento básico** [...]. Brasília, 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do Saneamento básico** [...]. Brasília, 2020.

COSTA, Jeferson da; GONÇALVES, Sérgio Antônio; ESPÍRITO SANTO, Adauto Santos. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal**. Brasília: [S.n.], 2023.

DE MEDEIROS, Shayenny Alves *et al.* **A técnica do percentil na determinação de períodos secos e chuvosos na cidade de Patos-PB**. Campina Grande, 2020.

FARIAS, Maria Helena Moraes; COSTA, João Victor da Silva; GUEDES, Ruan Iuri de Oliveira. **Avaliação da eficácia do sistema de drenagem urbana na Avenida Canaã – Ariquemes/RO**. 26 abr. 2022.
<http://dx.doi.org/10.31072>

FERREIRA, Pedro dos Santos *et al.* **Avaliação da tendência espaço-temporal da precipitação pluviométrica em uma região semiárida do estado de Pernambuco**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 21, 2017.

G1 PB. **Patos, no Sertão da Paraíba, registra alto volume de chuva e alagamentos**. Paraíba, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2021/04/13/patos-no-sertao-da-paraiba-registra-alto-volume-de-chuva-e-alagamentos.ghtml>. Acesso em: 26 nov. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 nov. 2025.

JORNAL DA PARAÍBA. **Chuva deixa ruas alagadas em Patos e Defesa Civil orienta população**. Paraíba, 2018. Disponível em:
<https://jornaldaparaiba.com.br/cotidiano/vidaurbana/chuva-deixa-ruas-alagadas-em-patos-e-defesa-civil-orienta-populacao>. Acesso em: 26 nov. 2025.

MACIEL, Daminy Maria Machado; RIBEIRO, Maria Adriana de Freitas Mágero. **Drenagem urbana e manejo de águas pluviais: um estudo no município de Cabedelo-PB**. João Pessoa, 2017.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. [S.l.]: Elsevier Editora Ltda., 2015.

NÓBREGA, Alexandre Estrela de Lacerda; NEVES, Yuri Tomaz. **Determinação e espacialização de parâmetros de equações de chuvas intensas para o estado da Paraíba**. GEOUSP, v. 28, 2024.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual de drenagem urbana: Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Versão 1.0. Curitiba: SUDERHSA; CH2M HILL, 2002.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System. Versão 3.44.3**. [S.l.]: Open Source Geospatial Foundation, 2025.

RAMIREZ, Kleber G. *et al.* **Estudo de caso sobre alagamentos urbanos na Avenida JK em Foz do Iguaçu-PR**. Brasília, set. 2022.

SOUZA, Christopher Freire; CRUZ, Marcus; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 2, p. 9–18, jan. 2012.

SOUZA, Larissa da Silva *et al.* **Modelagem espacial de chuvas intensas no estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 37, n. 3, p. 373–383, 2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Drenagem urbana**. Gestão das Águas, p. 36–37, 2003.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão de águas pluviais urbanas**. [S.l.]: [S.n.], 2005.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global**. Versão 3. [Reston, VA], 2014.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

Assunto:	TCC
Assinado por:	Gustavo Pinho
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Gustavo Pinho de Lucena, ALUNO (201926550027) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS, em 06/02/2026 11:53:09.

Este documento foi armazenado no SUAP em 06/02/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1757312
Código de Autenticação: af0c131692

