

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

ISADORA VITORIANO DE SOUZA

**ADEQUAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM EM VIA URBANA DA CIDADE DE
CAJAZEIRAS - PB**

Cajazeiras-PB
2026

ISADORA VITORIANO DE SOUZA

**ADEQUAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM EM VIA URBANA DA CIDADE
DE CAJAZEIRAS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheira Civil, sob Orientação da Prof.^a Cinthya Santos da Silva.

Cajazeiras-PB
2026

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

S729a Souza, Isadora Vitoriano de.
Adequação de sistema de drenagem em via urbana da cidade de
Cajazeiras - PB / Isadora Vitoriano de Souza.– 2026.

22f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba, Cajazeiras, 2026.

Orientador(a): Prof^ª. Dra Cinthya Santos da Silva.

1. Engenharia civil. 2. Saneamento básico. 3. Sistema de
drenagem. 4. Mobilidade urbana. I. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 628.2:624(043.2)

ISADORA VITORIANO DE SOUZA

**ADEQUAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM EM VIA URBANA DA CIDADE DE
CAJAZEIRAS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso, sob forma de artigo, submetido à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheira Civil

Aprovado em ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CINTHYA SANTOS DA SILVA**
Data: 11/02/2026 14:15:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cinthyia Santos da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **CICERO JOELSON VIEIRA SILVA**
Data: 11/02/2026 21:48:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cícero Joelson Vieira Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Documento assinado digitalmente
 **ROBSON ARRUDA DOS SANTOS**
Data: 12/02/2026 11:48:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Robson Arruda dos Santos – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 2

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Artigo apresentado à coordenação do curso como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil,

ADEQUAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM EM VIA URBANA DA CIDADE DE CAJAZEIRAS - PB

ISADORA VITORIANO DE SOUZA

isadora.vitoriano@academico.ifpb.edu.br

CINTHYA SANTOS DA SILVA

cinthya.santos@ifpb.edu.br

RESUMO

O crescimento urbano associado à impermeabilização do solo tem intensificado os problemas relacionados à drenagem pluvial nas cidades brasileiras, resultando em alagamentos recorrentes e impactos à mobilidade urbana e à qualidade de vida da população. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar e propor adequações ao sistema de drenagem urbana no cruzamento das Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo, localizado na região central do Município de Cajazeiras, no Alto Sertão Paraibano, área frequentemente afetada por alagamentos durante períodos chuvosos. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa aplicada, de caráter técnico, com base em levantamento de dados, visitas *in loco*, diagnóstico do sistema existente e aplicação de critérios hidráulicos conforme manuais e normas vigentes. A partir da análise das áreas de contribuição e das vazões de projeto, foi realizado o dimensionamento da rede de drenagem, bem como a avaliação dos dispositivos de captação. Os resultados indicaram a necessidade de adoção de grandes diâmetros de tubulação, variando entre 1000 mm e 2000 mm, caracterizando o sistema como de macrodrenagem. Conclui-se que as soluções propostas são tecnicamente viáveis e contribuem para a mitigação dos alagamentos observados no trecho estudado.

Palavras-Chave: drenagem urbana; alagamentos; dimensionamento hidráulico.

ABSTRACT

Urban growth coupled with soil impermeability has intensified problems related to stormwater drainage in Brazilian cities, resulting in recurring flooding and impacts on urban mobility and the population's quality of life. In this context, this work aims to analyze and propose adjustments to the urban drainage system at the intersection of Coronel Juvêncio Carneiro and Sebastião Bandeira de Melo Streets, located in the central region of the Municipality of Cajazeiras, in the Alto Sertão Paraibano, an area frequently affected by flooding during rainy periods. The methodology adopted consisted of applied research of a technical nature, based on data collection, on-site visits, diagnosis of the existing system, and application of hydraulic criteria according to current manuals and standards. Based on the analysis of the contributing areas and design flows, the drainage network was dimensioned, as well as the evaluation of the collection devices. The results indicated the need for large pipe diameters, ranging from 1000 mm to 2000 mm, characterizing the system as a macro-drainage system. It is concluded that the proposed solutions are technically feasible and contribute to mitigating the flooding observed in the studied section.

Keywords: Urban drainage; flooding; hydraulic design.

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história, os seres humanos sempre buscaram cidades que mantivessem uma relação com cursos de água. Essa proximidade com rios e córregos era estrategicamente pensada, pois proporcionava o suprimento da água para consumo, higiene, atividades agrícolas e artesanais, além de facilitar a comunicação e o comércio entre regiões distantes. No entanto, em períodos chuvosos tal proximidade acarreta desafios recorrentes devido cheias e inundações (Baptista, 2007).

Com o crescimento populacional e o surgimento de enfermidades e epidemias, transmitidas principalmente por meio do contato direto com águas contaminadas, tornou-se indispensável buscar um destino para as águas pluviais. Nesse contexto, o Estado agiu e buscou combater a insalubridade urbana adotando o conceito higienista, difundido historicamente por todo o Oriente Médio, que previa a drenagem das águas pluviais dos centros urbanos para locais distantes, evitando assim a propagação de doenças (Pinheiro; Santos, 2019).

No entanto, o aumento da urbanização e a má distribuição das águas pluviais resultou em sérios problemas ambientais, como remoção da população ribeirinha, ocupação de áreas naturais, degradação dos cursos de água em razão do despejo de efluentes, lixo, entulho e por picos de vazão que devido a impermeabilização do solo aumentaram significativamente (Tucci, 2007).

A partir dessa visão, o ambientalismo ganhou força em meados dos anos 1960, onde começou a ser introduzido o conceito de drenagem sustentável, no qual, diferente do modelo anterior, permite a infiltração e amortecimento das águas pluviais, caracterizando-se como uma mudança de padrão em relação à drenagem urbana (Pinheiro; Santos, 2019).

No que se refere a esse assunto, a Lei nº 11.445/2007, atualizada em 15 de julho de 2020, pela Lei nº 14.026 conhecida como o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, reformulou a legislação brasileira, instituindo novas atribuições para os sistemas públicos de saneamento básico, com o objetivo de universalizar o acesso a serviços essenciais como água potável, tratamento de esgoto e disposição final de águas pluviais urbanas até o ano de 2033 (Brasil, 2020).

Segundo o Novo Marco Legal do Saneamento, a Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU) é estabelecida pelas instalações operacionais e de infraestrutura de drenagem das águas pluviais, incluindo o seu transporte, detenção e amortecimento das águas, evitando cheias, além de integrar a limpeza e inspeção preventiva dos sistemas (Brasil, 2020).

Outro documento nacional, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) representa um instrumento do governo federal para planejamento de medidas de controle do saneamento básico no Brasil, com um horizonte de metas até o ano de 2033, sendo uma delas o controle de enxurradas, inundações ou alagamentos no perímetro urbano das cidades (Brasil, 2023).

Em levantamento realizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS) em 2021, dos 4.573 municípios brasileiros estudados, 44,1% declararam a ocorrência de enxurradas, inundações ou alagamentos na área urbana nos últimos cinco anos, sendo esse dado muito superior ao estipulado pelas metas do PLANSAB, um forte indicador de não cumprimento da meta prevista para o ano de 2023, que seria de 14,9% (Brasil, 2022).

Em nível regional, pode ser observado que a macrorregião Nordeste também obteve dados alarmantes quando comparados com a meta prevista, tendo em vista que em 2021 ocorreram 36,1% dos casos de enxurradas, inundações ou alagamentos, tornando-se um espelho para os anos seguintes, onde a meta estipulada seria de apenas 4,3%, uma discrepância maior que 30% (Brasil, 2023).

A Cidade de Cajazeiras, localizada no Alto Sertão Paraibano, é o objeto de estudo desta pesquisa, e está localizada na bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, o qual abastece

dois mananciais, os Açudes Engenheiro Ávidos e Lagoa do Arroz. O regime pluviométrico é baixo e irregular com médias anuais de 1049,1mm, conforme dados da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) no ano de 2025. Habitualmente existe apenas duas estações no ano, o verão, período de seca, com maior incidência nos meses de setembro a dezembro e o inverno, estação chuvosa, ocorrendo em um período de 3 a 4 meses no ano (SCIENTEC, 2019).

Por ser uma cidade histórica, Cajazeiras-PB enfrenta recorrentes problemas relacionados ao deficiente planejamento urbano, especialmente no que se refere à capacidade dos sistemas de drenagem pluvial. Um exemplo dessa situação é o cruzamento entre as Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo, localizado na região central da cidade. Esse trecho, sempre que ocorrem chuvas, sofre com severos alagamentos, causando transtornos para os comerciantes locais, pedestres e para o tráfego de veículos.

Os alagamentos frequentes não apenas inviabilizam a mobilidade urbana, tornando as vias intransitáveis, como também geram prejuízos econômicos e deterioração do pavimento asfáltico, ocasionando o aumento do risco de acidentes.

Desse modo, este trabalho propõe a adequação do sistema de drenagem nesse cruzamento, diagnosticando as principais deficiências do sistema e a viabilidade técnica para a adequá-lo, visando uma proposta que melhore a qualidade de vida dos moradores e comerciantes da região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A drenagem urbana é classificada por Tucci (2012) como o conjunto de ações e infraestruturas destinadas a gerenciar o escoamento das águas pluviais nas cidades. Esse gerenciamento visa minimizar os impactos negativos da urbanização, como inundações, poluição e erosão, que resultam da impermeabilização do solo e da ocupação desordenada do território urbano.

De acordo com a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas envolvem a infraestrutura e as instalações operacionais responsáveis pela captação, transporte, detenção ou retenção das águas, com o objetivo de amortecer as vazões de cheias. Também englobam o tratamento e a disposição final dessas águas, incluindo a limpeza e a fiscalização preventiva das redes de drenagem.

Historicamente, no Brasil, os sistemas clássicos de drenagem foram dimensionados com o objetivo de mitigar os impactos recorrentes das alterações no ciclo hidrológico, especialmente em áreas urbanas e nas bacias hidrográficas a elas associadas. Esses sistemas são compostos por dispositivos de micro e macrodrenagem, projetados com base em períodos de retorno previamente definidos (Brasil, 2022).

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

De acordo com Brasil (2022) e ADASA (2023), a drenagem urbana é dividida em três sistemas:

- **Controle na fonte:** são dispositivos de amortecimento, infiltração e armazenamento temporário das águas pluviais, tem a função de diminuir as vazões máximas e o volume de escoamento superficial, podem estar localizados em espaços públicos ou privados;

- **Microdrenagem:** estruturas de menor porte, desenvolvidas conforme o traçado das ruas são localizadas nas vias públicas, como lotes, ruas e calçadas, com a função de captar e conduzir as águas pluviais, compreendendo: sarjetas, bocas de lobo, condutos, poços de visita, dentre outros;

- **Macrodrenagem:** são estruturas maiores, que recebem os volumes captados pela microdrenagem e os conduzem até corpos hídricos, é formado por canais, abertos ou fechados, reservatórios, galerias, tubulações com diâmetro mínimo de 1,0 m, dentre outros.

De maneira geral, o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais é formado pelos seguintes subsistemas (ADASA, 2023):

- **Bocas de lobo:** localizados junto ao meio fio e ao longo das vias ou sarjetas, recebem as águas pluviais e conectam-se as tubulações (Figura 01);
- **Bueiro:** é um trecho de tubulação sob uma via ou rodovia, que permite o transporte de das águas;
- **Caixa coletora:** é um dispositivo subterrâneo, geralmente localizado em áreas verdes;
- **Caixa de passagem ou inspeção:** facilita o acesso, inspeção e manutenção das tubulações;
- **Caixa de transição:** faz a conexão entre coletores, galerias, canais ou bueiros, tem função de distribuir a vazão;
- **Canal:** podem ser abertos ou fechados e possuem dimensões maiores à canaleta (Figura 03);
- **Canaleta:** é um conduto aberto que direciona o fluxo de água superficial;
- **Curso d'água natural:** é o curso d'água não revestido, em estado natural, como córregos, rios e lagos (Figura 02);
- **Dissipador:** é um instrumento que reduz a velocidade de escoamento na entrada de reservatório e saída de coletor, tem função de reduzir a ação erosiva a jusante;
- **Estação elevatória:** instrumento de recalque de águas para levá-las até o sistema de drenagem;
- **Galeria:** é um canal fechado, no qual a sua seção transversal pode ser circular, retangular ou quadrada, além de possuir diâmetro superior a 1,50m;
- **Ligação da captação à rede (ou ramal de ligação):** são as tubulações que conectam os sistemas de drenagem até os poços de visita, coletor, galeria ou canal;
- **Poço de visita:** é um dispositivo subterrâneo, que permite o acesso às tubulações, mudanças de direções nas redes e modificações de profundidades, além de facilitar a manutenção e operação dos sistemas.

Figura 01: Boca de lobo



Fonte: Autoria própria

Figura 02: Curso d'água natural



Fonte: Autoria própria

Figura 03: Canal



Fonte: Autoria própria

Estudos mostram que a falta de planejamento e infraestrutura adequados na drenagem urbana é uma realidade em muitos municípios brasileiros, refletindo a pouca atenção dada ao setor e suas consequências sociais e ambientais, como enchentes e prejuízos à qualidade de vida da população (Rodrigues, 2022).

2.2 CONTROLE DA DRENAGEM URBANA

O controle da drenagem urbana consiste no conjunto de ações, medidas e estratégias voltadas para a gestão adequada do escoamento superficial das águas pluviais nas cidades. Com o avanço da urbanização e o consequente aumento das superfícies impermeáveis, torna-se fundamental planejar e implementar mecanismos capazes de minimizar os impactos negativos associados ao excesso de água, como alagamentos, erosões, assoreamentos de rios e poluição das vias públicas (Tucci, s.d.).

Para isso são empregadas medidas estruturais, que consistem nos investimentos em obras de infraestrutura, sejam elas para abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana ou drenagem e manejo das águas pluviais, as quais objetivam atender as necessidades da população, além de prevenir riscos sanitários e ambientais. No contexto da drenagem, destacam-se os sistemas de micro e macrodrenagem, como galerias, poços de visitas, sarjetas, canais, reservatórios de amortecimento, entre outros dispositivos (FUNASA, 2016).

No mesmo contexto, podem ser aplicadas as medidas estruturantes ou não estruturais, que envolvem mecanismos legais como a criação de planos diretores de drenagem, políticas públicas, melhoria da infraestrutura física e a conscientização da população (FUNASA, 2016).

Como medidas não estruturais, destacam-se as chamadas medidas compensatórias ou de controle na fonte, que visam reduzir os impactos do escoamento superficial por meio da infiltração, retenção e detenção das águas pluviais. Essas estratégias buscam mitigar os efeitos da impermeabilização urbana, promovendo o equilíbrio do ciclo hidrológico. Entre os dispositivos utilizados, destacam-se as bacias de detenção e retenção, jardins de chuva, valas de infiltração, cisternas, telhados verdes e pavimentos permeáveis, que permitem a absorção e o armazenamento temporário da água, contribuindo para a redução dos picos de vazão e a prevenção de alagamentos (Rafaeli Neto, 2019).

3 MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia adotada neste trabalho consiste em uma pesquisa aplicada com abordagem qualitativa e técnica, definida a partir do estudo de caso no cruzamento das ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo, localizado no centro da Cidade de Cajazeiras – PB.

Para atendimento do objetivo proposto, serão realizadas visitas *in loco* e identificação dos principais pontos críticos de alagamento, além de serem considerados dados pluviométricos da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA).

A partir dessas informações, serão avaliadas alternativas de melhorias baseadas em medidas estruturais e compensatórias, de modo a mitigar os problemas relacionados à drenagem e aumentar a eficiência do sistema existente.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo será desenvolvido no Município de Cajazeiras (Figura 04), localizado na Região Oeste do Estado da Paraíba, pertencente à mesorregião do Alto Sertão Paraibano, e está a uma distância de cerca 475 km da capital João Pessoa. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no último censo realizado em 2022, a cidade possui aproximadamente 63 mil habitantes, tornando – se a 8ª cidade mais populosa do estado, detendo uma área territorial de 562 km² e densidade demográfica de 112,38 hab./km².

Figura 04: Cidade de Cajazeiras no mapa da Paraíba



Fonte: Adaptada IBGE, 2025

De acordo com o IBGE, em 2021, o PIB per capita da Cidade de Cajazeiras é de R\$ 19.683,90, quando comparado com os 223 municípios do estado, correspondendo a 14ª colocação dos maiores índices. Tamaña renda pode ser explicada pelo crescente desenvolvimento comercial da região, o qual é destacado por indústrias têxteis, alimentares, concessionárias, agências bancárias e instituições financeiras.

Além de se destacar como um forte polo educacional, Cajazeiras abriga cinco instituições de ensino superior, das quais duas são federais. Tal concentração transforma o município em uma cidade universitária, atraindo inúmeros estudantes das regiões circunvizinhas (Sousa, 2016).

Hidrograficamente, o Município de Cajazeiras está situado na bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, Sub-bacia do Rio do Peixe. A qual abastece dois importantes mananciais, o Açude Engenheiro Ávidos, com capacidade para 293.620.000 m³, e o Açude Lagoa do Arroz, com capacidade para 80.390.000 m³ (ANA, 2025).

Climatologicamente, o município está inserido no denominado 'Polígono das Secas', caracterizando-se por um clima semiárido, quente e seco, com temperaturas elevadas durante o dia e mais amenas à noite, além de possuir um déficit hídrico, com chuvas escassas e irregulares (SCIENTEC, 2019).

Nesse contexto, estudos pluviométricos recentes permitem compreender de forma mais detalhada o regime de chuvas da região. De acordo com pesquisa realizada pela AESA em 2025, onde foram analisados dados pluviométricos referentes ao período de 1994 a 2023, os registros indicaram que a Cidade de Cajazeiras apresenta sua estação chuvosa concentrada entre os meses de janeiro e abril, com uma média anual de precipitação de 1.094,1 mm.

De acordo com Satiro *et al.* (2019), a Cidade de Cajazeiras enfrenta sérios problemas relacionados aos sistemas de saneamento e drenagem, uma vez que, o acelerado crescimento urbano não foi acompanhado pela ampliação dos sistemas de drenagem, evidenciando a carência tanto de microdrenagem quanto de macrodrenagem. Observa-se, ainda, descaso por parte da população e dos órgãos públicos em relação à manutenção desse sistema, de modo que resíduos sólidos e esgoto frequentemente são despejados na rede de águas pluviais, agravando o quadro de entupimentos e inundações.

O cruzamento entre as Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo (Figura 05), localizado na região central da Cidade de Cajazeiras, foco deste estudo, é um forte exemplo de tais problemas. O qual trata-se de uma zona urbana, com intensa circulação de veículos e pedestres, além da forte presença de atividades comerciais e de serviços.

Figura 05: Cruzamento entre as ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo



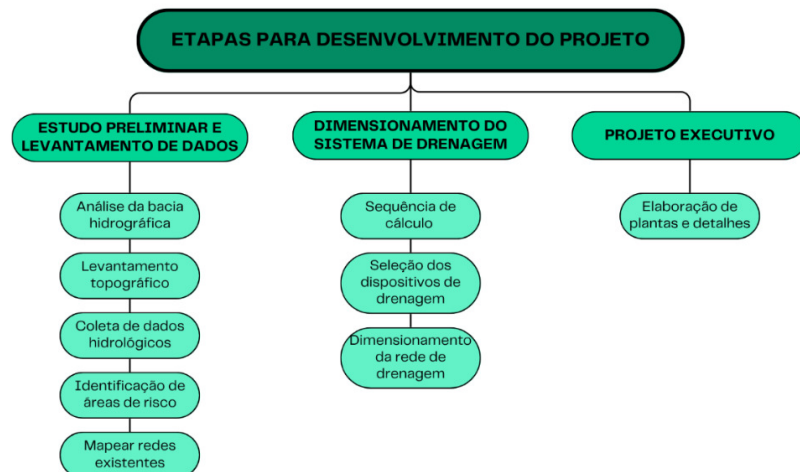
Fonte: Google Earth, 2025

Esse cruzamento é caracterizado por apresentar problemas recorrentes de escoamento superficial de águas pluviais, especialmente durante os períodos de chuvas mais intensas. A ausência de um sistema de drenagem eficiente e a deficiência da infraestrutura existente tem causado pontos de alagamentos, erosão do pavimento e prejuízos à mobilidade urbana.

3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram seguidas as seguintes etapas, descritas na Figura 06, inicialmente foi realizado o estudo preliminar e o levantamento dos dados, com a coleta das informações necessárias sobre o cruzamento das Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo.

Figura 06: Etapas para desenvolvimento do projeto



Fonte: Autoria própria

Em seguida, foi realizado o dimensionamento do sistema de microdrenagem, o qual, seguiu os princípios da sistemática de cálculo desenvolvida por Menezes Filho e Costa (2012) e pelas normas técnicas NBR 9649/1986, NBR10844/1989 e SABESP NTS 0025/2025. Para auxiliar no desenvolvimento do projeto, será utilizada a Tabela 01.

Tabela 01: Planilha para dimensionamento de uma rede de drenagem urbana

Planilha para dimensionamento de uma rede de drenagem urbana											
Trecho	L [m]	Área [m²]		Tc min	C	I [mm/min]	I [m/s]	Q loc [m³/s]	Q [m³/s]	D [m]	D comercial
		Trecho	Total								
Cota do PV	St [m/m]	Cota inferior da galeria	Sg [m/m]	Profundidade da galeria [m]	k	Θ [rad]	h/D	A [m²]	V [m/s]	tp [min]	

Fonte: Autoria própria

A Tabela 02 apresenta, de forma organizada, todas as etapas de cálculo utilizadas no processo de dimensionamento do sistema de drenagem.

Tabela 02: Sequência de cálculo

Etapa	Descrição	Fórmula	Dados	Und
1	Tempo de Concentração	$tc = te + tp$	te = tempo de entrada (min) tp = tempo de percurso (min)	min
2	Intensidade Pluviométrica	$i = \frac{859,01 Tr^{0,264}}{(t + 11)^{0,7508}}$	Tr = tempo de retorno (anos) t = duração das precipitações (min).	mm/h
3	Vazão Superficial Local	$Q_{loc} = C * i * A$	C = coeficiente de escoamento superficial (m/s); i = intensidade pluviométrica (m/s); A = área da bacia contribuinte local(m²).	m³/s
4	Diâmetro	$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{V * \pi}}$	Q = vazão total do trecho (m³/s) V = velocidade máxima de escoamento (m/s).	m
5	Declividade do Terreno e Galeria	$St = \frac{Cm - Cj}{L}$	Cm = cota do terreno de montante (m); Cj = cota do terreno de jusante (m); L = comprimento do trecho (m).	m/m
6	Cotas Inferiores da Galeria	$Cim = Cm - (rm + \frac{D}{1000})$	Cm = cota do terreno de montante (m); rm = recobrimento mínimo da tubulação (m); D = diâmetro nominal do tubo (mm).	m
7	Cota Inferior de Jusante	$Cij = Cim - Sg * L$	Cij = cota inferior de jusante (m); Sg = declividade da galeria (m/m); L = comprimento do trecho (m).	m
8	Profundidade da Galeria a Montante	$Prof. galeria montante = Cm - Cim$	Cim = cota inferior de montante (m); Cm = cota do terreno de montante (m).	m
9	Profundidade da Galeria a Jusante	$Prof. galeria jusante = Cj - Cij$	Cij = cota inferior de jusante (m); Cj = cota do terreno de jusante (m).	m
10	Constante K	$K = Q * \eta * D^{-\frac{8}{3}} * Sg^{-\frac{1}{2}}$	Q = vazão (m³/s); η = coeficiente de Manning (m ^{-1/3} s); D = diâmetro (m); Sg = declividade (m/m).	-
11	Ângulo Central da Superfície Livre	$\theta = 5915,8 * k^5 - 5201,2 * k^4 + 1786,6 * k^3 - 298,89 * k^2 + 32,113 * k + 1,1487$	-	rad

Etapa	Descrição	Fórmula	Dados	Und
12	Relação Altura da Lâmina D'água- Diâmetro	$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} [1 - \cos(\frac{\theta}{2})]$	-	-
13	Área Molhada	$Am = D^2 \frac{(\theta - \sin \theta)}{8}$	-	m ²
14	Velocidade do Escoamento	$V = \frac{Q}{Am}$	Q = vazão (m ³ /s); Am = área molhada (m ²).	m/s
15	Dimensiona- mento das Sarjetas	$Q = 0,375 * \frac{Z}{\eta} * S^{\frac{1}{2}} * Y^{\frac{8}{3}}$	Z = inverso da declividade transversal (recomendado Z ≥ 10) S = declividade longitudinal (m/m); Y = lâmina d'água (m); η = coeficiente de rugosidade.	m ³ /s
16	Dimensiona- mento das Bocas de Lobo	$Q = 1,60 * L * y^{1,5}$	L = Comprimento da soleira (m); y = altura de água próxima a abertura da guia (m).	m ³ /s
17	Tempo de Percurso	$tp = \frac{L}{V * 60}$	L = comprimento do trecho (m) V = velocidade de escoamento das águas no trecho (m/s).	min

Fonte: Autoria própria

Por fim, será elaborada a etapa do projeto executivo, com o desenvolvimento das plantas contendo a localização e o detalhamento dos dispositivos de drenagem urbana propostos.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Os resultados desta pesquisa foram obtidos a partir do dimensionamento do sistema de drenagem pluvial do cruzamento entre as Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo, a qual corresponde a um trecho urbano localizado no município de Cajazeiras–PB. A análise foi realizada com base no mosaico das áreas de contribuição, no cálculo das vazões de projeto e no dimensionamento hidráulico dos dispositivos de condução.

A partir do escoamento superficial gerado nas áreas contribuintes, foi determinado o traçado do sistema de drenagem, conduzindo as águas pluviais até um canal subterrâneo de escoamento, o qual lançará a vazão em uma galeria existente localizada a jusante da área.

Os valores de vazão, declividade, diâmetro das tubulações e velocidade do escoamento foram organizados em planilhas de cálculo, possibilitando a avaliação do desempenho hidráulico do sistema proposto.

4.1 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO

O diagnóstico da área de estudo foi realizado a partir de visitas *in loco* e registros fotográficos, permitindo a identificação dos principais pontos de alagamento ao longo do trecho analisado. Observou-se que, em períodos de chuvas intensas, ocorrem acúmulos significativos de água na via, ocasionando transtornos à mobilidade urbana e aos moradores e comerciantes da região.

Os alagamentos estão associados, principalmente, à insuficiência do sistema de microdrenagem existente e à ausência de dispositivos adequados para captação das águas pluviais. Além disso, foi constatada a ocorrência de obstruções por resíduos sólidos em alguns trechos, reduzindo a eficiência do escoamento superficial.

O sistema de drenagem existente nesse cruzamento apresenta-se bastante precário, uma vez que não há dispositivos de drenagem distribuídos ao longo das vias. Como consequência, as águas pluviais se concentram nos pontos mais baixos, o que sobrecarrega a única boca de lobo disponível na área, resultando em frequentes alagamentos.

As Figuras 07 a 11 apresentam as condições observadas durante o levantamento, incluindo a inexistência de bocas de lobo nos trechos analisados, pontos propícios ao acúmulo de água, patologias presentes no pavimento e a localização da boca de lobo existente.

Figura 07: Rua Coronel Juvêncio Carneiro, pontos críticos para alagamentos



Fonte: Autoria própria

Figura 08: Rua Coronel Juvêncio Carneiro, inexistência de sarjetas e bocas de lobo



Fonte: Autoria própria

Figura 09: Cruzamento entre as Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo



Fonte: Autoria própria

Figura 10: Patologias no pavimento



Fonte: Autoria própria

Figura 11: Boca de lobo na Rua Coronel Juvêncio Carneiro



Fonte: Autoria própria

Figura 12: Rua Sebastião Bandeira de Melo alagada



Fonte: Povo PB, 2023

A Figura 12 ilustra um episódio de alagamento registrado na Rua Sebastião Bandeira de Melo, localizada nas proximidades da área de estudo. Eventos como esse são frequentes durante períodos de chuva intensa, reforçando o diagnóstico de que o sistema de drenagem do bairro opera de forma insuficiente.

4.2 AVALIAÇÃO DOS DISPOSITIVOS EXISTENTES E PROPOSTA DE READEQUAÇÃO

Atualmente, o trecho em estudo conta com apenas uma boca de lobo, ilustrada na Figura 11, a qual se mostra insuficiente para captar o escoamento superficial proveniente da área de

contribuição. Esse dispositivo está conectado a uma galeria subterrânea, responsável pela condução das águas pluviais até o ponto de lançamento final.

No presente projeto, propõe-se a desativação e a remoção da boca de lobo existente, possibilitando a implantação de novos dispositivos de captação distribuídos ao longo do trecho, conforme o traçado projetado. A galeria subterrânea, por sua vez, será mantida, uma vez que continuará exercendo a função de conduzir o volume total escoado pelo sistema de drenagem proposto.

Ressalta-se que, durante o desenvolvimento deste estudo, o trecho analisado encontra-se em processo de revitalização do sistema de drenagem urbana, com intervenções voltadas à ampliação da galeria subterrânea (Figura 13). Essa obra tem como objetivo aumentar a capacidade de condução das águas pluviais, contribuindo para a mitigação dos alagamentos recorrentes observados na região. As soluções apresentadas neste trabalho consideram, portanto, a configuração final prevista para o sistema após a conclusão dessas intervenções.

Figura 13: Revitalização da galeria existente



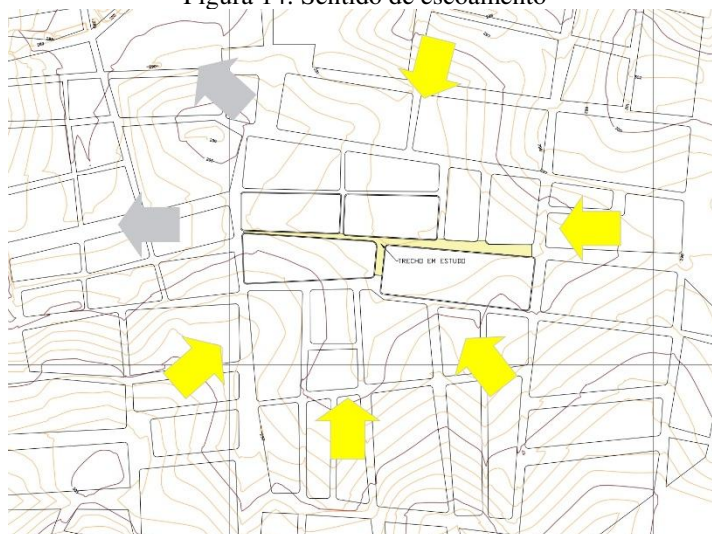
Fonte: Autoria própria

Entretanto, as intervenções atualmente adotadas pela prefeitura municipal mostram-se insuficientes para a captação integral das águas pluviais. Isso ocorre porque a medida mitigatória implementada restringe-se à ampliação da galeria subterrânea existente, sem a implantação de um sistema de microdrenagem capaz de captar e conduzir adequadamente o escoamento superficial ao longo das vias. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de integrar o dimensionamento proposto neste trabalho às medidas já executadas, de modo a promover uma solução mais eficiente para a mitigação dos alagamentos na área em estudo.

4.3 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

A delimitação das áreas de contribuição foi realizada a partir da análise do traçado viário, das cotas altimétricas e do escoamento superficial predominante na região, como representado na Figura 14, onde as setas indicam o sentido do escoamento. O mosaico das áreas permitiu identificar os trechos responsáveis pela geração de vazão direcionada a cada ponto de captação do sistema de drenagem.

Figura 14: Sentido de escoamento

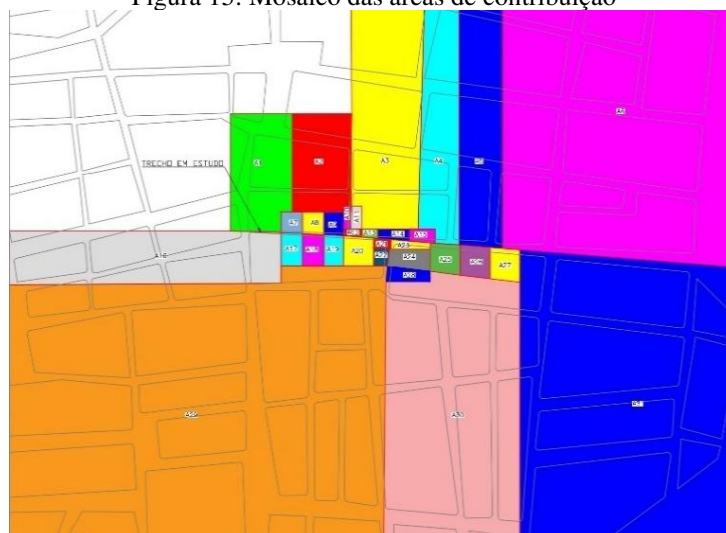


Fonte: Autoria própria

Observa-se que a cota mais baixa do terreno está localizada exatamente no cruzamento em estudo, ocasionando elevada contribuição de vazão para esse ponto. Essa condição topográfica explica a recorrência de acúmulos de água no local durante eventos de chuva mais intensos.

Em função dessa concentração de escoamento superficial, procedeu-se à determinação das áreas de contribuição, as quais serviram de base para o cálculo das vazões de projeto, sendo apresentadas pelo mosaico na Figura 15.

Figura 15: Mosaico das áreas de contribuição



Fonte: Autoria própria

As áreas hachuradas simbolizam as áreas de contribuição associadas a cada boca de lobo. O trecho não hachurado apresenta declividade contrária ao trecho em estudo, razão pela qual não contribui para o escoamento superficial direcionado ao sistema analisado. Verifica-se também que a ausência de dispositivos de drenagem distribuídos ao longo do bairro favorece a formação de áreas de contribuição com grande extensão, o que, consequentemente, resulta em elevação significativa da vazão direcionada ao trecho em estudo.

Esses resultados fundamentaram o cálculo das vazões de projeto e estão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03: Áreas de contribuição

Trecho	L [m]	Área [m²]	
		Trecho	Total
1-2	23,17	29.219,00	29.219,00
2-3	22,78	1.576,63	30.795,63
3-4	30,30	1.570,44	32.366,07
5-6	22,30	30.354,00	62.720,07
6-4	11,07	566,49	63.286,56
4-7	20,30	1.449,26	64.735,82
7-8	24,90	1.794,06	66.529,88
9-10	15,00	49.106,00	115.635,88
10-8	31,00	137.816,47	253.452,35
8-SAÍDA	8,00	1.934,94	255.387,29
15-14	32,16	85.702,00	85.702,00
14-13	36,50	88.838,00	174.540,00
13-12	24,90	16.510,00	191.050,00
12-11	38,90	14.044,00	205.094,00
11-SAÍDA	3,40	896,47	205.990,47

Fonte: Autoria própria

4.4 ESTIMATIVA DAS VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto foram determinadas por meio do Método Racional. Inicialmente, foi adotado um período de retorno (TR) de 20 anos para as chuvas de projeto, considerando a criticidade da área em estudo e a recorrência de episódios de alagamento identificados durante a etapa de diagnóstico.

Para a determinação da intensidade pluviométrica, utilizou-se a equação de intensidade–duração–frequência (IDF), obtida a partir do estudo desenvolvido por Brito et al. (2017), no qual, foi proposta uma equação específica para a estimativa da intensidade das chuvas no município de Cajazeiras–PB, apresentada na Equação (1).

$$i = \frac{859,01 Tr^{0,264}}{(t + 11)^{0,7508}} \quad (1)$$

Para o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *runoff* (C), foi adotado C=0,80, valor compatível com o grau de impermeabilização e com o tipo de ocupação do solo predominante na área analisada.

Os valores de vazão encontrados para cada trecho da rede de drenagem estão apresentados na Tabela 04.

Tabela 04: Vazão calculada

Trecho	L [m]	Área [m²]		C	I [mm/min]	I [m/s]	Qloc [m³/s]	Q [m³/s]
		Trecho	Total					
1-2	23,17	29.219,00	29.219,00	0,8	3,94	0,00007	1,53	1,53
2-3	22,78	1.576,63	30.795,63	0,8	3,94	0,00007	0,08	1,62
3-4	30,30	1.570,44	32.366,07	0,8	3,94	0,00007	0,08	1,70
5-6	22,30	30.354,00	62.720,07	0,8	3,94	0,00007	1,59	3,29
6-4	11,07	566,49	63.286,56	0,8	3,94	0,00007	0,03	3,32

Trecho	L [m]	Área [m²]		C	I [mm/min]	I [m/s]	Q _{loc} [m³/s]	Q [m³/s]
		Trecho	Total					
4-7	20,30	1.449,26	64.735,82	0,8	3,94	0,00007	0,08	3,40
7-8	24,90	1.794,06	66.529,88	0,8	3,94	0,00007	0,09	3,49
9-10	15,00	49.106,00	115.635,88	0,8	3,94	0,00007	2,58	6,07
10-8	31,00	137.816,47	253.452,35	0,8	3,94	0,00007	7,24	13,31
8-SAÍDA	8,00	1.934,94	255.387,29	0,8	3,94	0,00007	0,10	13,41
15-14	32,16	85.702,00	85.702,00	0,8	3,94	0,00007	4,50	4,50
14-13	36,50	88.838,00	174.540,00	0,8	3,94	0,00007	4,66	9,16
13-12	24,90	16.510,00	191.050,00	0,8	3,94	0,00007	0,87	10,03
12-11	38,90	14.044,00	205.094,00	0,8	3,94	0,00007	0,74	10,77
11-SAÍDA	3,40	896,47	205.990,47	0,8	3,94	0,00007	0,05	10,82

Fonte: Autoria própria

A partir dos resultados apresentados na Tabela 04, observa-se que os trechos localizados próximos a saída concentram as maiores vazões, em função do acúmulo progressivo das áreas de contribuição ao longo do sistema.

4.5 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Considerando as elevadas vazões de projeto e a extensão da área de contribuição, o sistema de drenagem analisado enquadra-se como um sistema de macrodrenagem. Com base nessa informação, o sistema foi dimensionado adotando-se critérios hidráulicos que garantissem o escoamento em regime livre e velocidades compatíveis com as recomendações técnicas.

Para cada trecho da rede, foram definidos os diâmetros das tubulações, as declividades e realizadas as verificações de velocidade. Na Tabela 05 apresenta-se um resumo dos diâmetros comerciais adotados e de suas respectivas extensões totais, observando-se que os valores variam entre 1000 mm e 2000 mm.

Tabela 05: Diâmetros adotados

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Percentual do trecho
1000	76,25	22%
1500	110,73	32%
2000	157,7	46%
Total	344,68	100%

Fonte: Autoria própria

Para a determinação das declividades foram colhidas as informações das cotas dos poços de visita e a profundidade das galerias, as quais estão apresentadas na Tabela 06.

Tabela 06: Profundidade das galerias

Trecho	L [m]	Q [m³/s]	D _{comercial} [mm]	Cota do PV		St [m/m]	Cota inf da galeria		Sg [m/m]	Prof. da galeria [m]	
				Mont	Jus		Mont	Jus		Mont	Jus
1-2	23,17	1,53	1000	294	293,5	0,022	292	291,50	0,022	2,00	2,00
2-3	22,78	1,62	1000	293,5	293	0,022	291,5	291,00	0,022	2,00	2,00
3-4	30,3	1,70	1000	293	292,5	0,017	291	290,50	0,017	2,00	2,00
5-6	22,3	3,29	1500	293	293	0,000	290,5	290,39	0,005	2,50	2,61
6-4	11,07	3,32	1500	293	292,5	0,045	290,5	290,44	0,005	2,50	2,06
4-7	20,3	3,40	1500	292,5	292,5	0,000	290	289,90	0,005	2,50	2,60
7-8	24,9	3,49	1500	292,5	292	0,020	290	289,88	0,005	2,50	2,12
9-10	15	6,07	2000	293	292,5	0,033	290	289,93	0,005	3,00	2,57
10-8	31	13,31	2000	292,5	292	0,016	289,5	289,25	0,008	3,00	2,75
8-SAÍDA	8	13,41	2000	292	292	0,000	289	288,94	0,008	3,00	3,06
15-14	32,16	4,50	1500	293	293	0,000	290,5	290,34	0,005	2,50	2,66
14-13	36,5	9,16	2000	293	293	0,000	290	289,82	0,005	3,00	3,18
13-12	24,9	10,03	2000	293	292,5	0,020	290	289,88	0,005	3,00	2,62
12-11	38,9	10,77	2000	292,5	292	0,013	289,5	289,31	0,005	3,00	2,69
11-SAÍDA	3,4	10,82	2000	292	292	0,000	289	288,98	0,005	3,00	3,02

Fonte: Autoria própria

Conforme os dados apresentados na Tabela 06, observa-se que as profundidades das galerias não ultrapassam 3,20 m, sendo maiores nos trechos em que foram adotados tubos com diâmetro de 2000 mm. Esse comportamento está associado às elevadas vazões concentradas nesses trechos, o que exige seções hidráulicas mais robustas.

Verifica-se ainda que, em alguns trechos foi adotada a declividade mínima de 0,5% (0,005 m/m), conforme recomendação do DNIT (2006), uma vez que esses segmentos apresentam terreno predominantemente plano, ou possuem diferenças de nível muito pequenas.

A partir das declividades e dos diâmetros definidos, seguiu-se para a verificação das velocidades de escoamento, apresentadas na tabela 07.

Tabela 07: Velocidade de escoamento

Trecho	L [m]	Q [m³/s]	D _{comercial} [mm]	St [m/m]	Sg [m/m]	k	Θ [rad]	h/D	A [m²]	V [m/s]
1-2	23,17	1,53	1000	0,022	0,022	0,1358	2,9760	0,4586	0,3514	4,4
2-3	22,78	1,62	1000	0,022	0,022	0,1419	3,0234	0,4705	0,3632	4,5
3-4	30,3	1,70	1000	0,017	0,017	0,1720	3,2590	0,5293	0,4220	4,0
5-6	22,3	3,29	1500	0,000	0,005	0,2053	3,5215	0,5944	1,0947	3,0
6-4	11,07	3,32	1500	0,045	0,005	0,2072	3,5360	0,5980	1,1026	3,0
4-7	20,3	3,40	1500	0,000	0,005	0,2119	3,5730	0,6070	1,1225	3,0
7-8	24,9	3,49	1500	0,020	0,005	0,2178	3,6187	0,6182	1,1469	3,0
9-10	15	6,07	2000	0,033	0,005	0,1758	3,2891	0,5368	1,7180	3,5
10-8	31	13,31	2000	0,016	0,008	0,3046	4,4286	0,8000	2,6943	4,9
8-SAÍDA	8	13,41	2000	0,000	0,008	0,3069	4,4618	0,8066	2,7153	4,9
15-14	32,16	4,50	1500	0,000	0,005	0,2806	4,1446	0,7404	1,4028	3,2

Trecho	L [m]	Q [m³/s]	D _{comercial} [mm]	St [m/m]	Sg [m/m]	k	Θ [rad]	h/D	A [m²]	V [m/s]
14-13	36,5	9,16	2000	0,000	0,005	0,2653	4,0012	0,7084	2,3794	3,9
13-12	24,9	10,03	2000	0,020	0,005	0,2904	4,2501	0,7632	2,5726	3,9
12-11	38,9	10,77	2000	0,013	0,005	0,3118	4,5350	0,8209	2,7597	3,9
11-SAÍDA	3,4	10,82	2000	0,000	0,005	0,3132	4,5567	0,8250	2,7723	3,9

Fonte: Autoria própria

Para a determinação das velocidades de escoamento, foram utilizados parâmetros obtidos a partir de considerações geométricas da seção e da aplicação da equação de Manning. Nesse processo, foram considerados os valores de vazão de projeto (Q), declividade da galeria (Sg) e diâmetro interno (D), os quais permitiram o cálculo da constante hidráulica (K), do ângulo central (θ) e da área molhada (Am). Com base nesses parâmetros, foi possível determinar a velocidade média de escoamento em cada trecho da rede, verificando-se que, em todos os casos, os valores obtidos não ultrapassaram 5,0 m/s.

Tendo em vista que, essa velocidade não deve ser inferior a 0,8 m/s, para evitar deposição de resíduos sólidos e garantir a autolimpeza da tubulação, ou superior a 5,0 m/s, visando a preservação do conduto (Rio de Janeiro, 2025).

4.6 DIMENSIONAMENTO OS DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM

O sistema de microdrenagem, constituído por sarjetas e bocas de lobo, foi analisado com base nas vazões de projeto, na capacidade de descarga dos dispositivos e no seu posicionamento ao longo da via. Inicialmente, o dimensionamento das sarjetas foi avaliado conforme as diretrizes do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

Entretanto, em função das extensas áreas de contribuição associadas aos trechos estudados, as vazões locais obtidas apresentaram valores elevados, o que resultaria em seções de sarjeta incompatíveis com a geometria urbana existente. Essa condição inviabilizou a aplicação do procedimento convencional de dimensionamento hidráulico das sarjetas.

Diante dessa limitação, adotou-se uma abordagem metodológica alternativa, na qual as sarjetas foram consideradas exclusivamente como elementos de coleta e direcionamento do escoamento superficial até os dispositivos de entrada do sistema de microdrenagem, tais como bocas de lobo e poços de visita.

Assim, para o dimensionamento das bocas de lobo, adotou-se a vazão mais crítica correspondente ao trecho 10–8, o qual apresenta uma vazão total de 7,24 m³/s. Para fins de cálculo, considera-se que esse valor se divide igualmente entre os dois sentidos da via, resultando em 50% da vazão para cada lado. Com base nesse valor, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 08.

Tabela 08: Dados das bocas de lobo

Q (m³/s)	y (m)	L (m)	h (m)	Q _{engol} (m³/s)
0,329	0,33	1,20	0,15	0,364

Fonte: Autoria própria

Foi adotada uma altura de abertura de 0,15 m para as bocas de lobo e um comprimento de soleira de 1,20 m, valores que foram padronizados e aplicados a todos os dispositivos do sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar e propor adequações ao sistema de drenagem urbana no cruzamento entre as Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo, área sujeita a recorrentes alagamentos. A análise evidenciou a precariedade do sistema de drenagem existente, o qual se mostra insuficiente para suportar as vazões resultantes dos eventos de chuva, ocasionando transtornos aos moradores e comerciantes locais.

O dimensionamento hidráulico da rede indicou a necessidade de adoção de grandes diâmetros, em função das extensas áreas de contribuição, variando entre 1000 mm e 2000 mm, o que caracteriza o sistema como de macrodrenagem. Além disso, constatou-se a inviabilidade do dimensionamento convencional das sarjetas, uma vez que as vazões locais obtidas resultariam em seções incompatíveis com a geometria urbana do trecho. Diante desse cenário, adotou-se uma abordagem metodológica alternativa, na qual as sarjetas foram adotadas como elementos de captação superficial, priorizando-se o dimensionamento adequado das bocas de lobo e da rede coletora.

As soluções propostas mostraram-se tecnicamente coerentes e alinhadas às recomendações dos manuais e normas vigentes, além de compatíveis com as intervenções de revitalização atualmente em execução no sistema de drenagem da área, em especial a ampliação da galeria subterrânea existente. Dessa forma, o projeto foi concebido de forma integrada às obras em andamento, contribuindo para o aumento da capacidade de escoamento e para a mitigação dos problemas de alagamento observados no trecho em estudo.

Ressalta-se que o presente trabalho apresenta limitações relacionadas à impossibilidade de subdivisão das áreas de contribuição e ao não dimensionamento hidráulico detalhado das sarjetas. Assim, recomenda-se que estudos futuros avaliem a adoção de soluções complementares, como dispositivos de controle de vazão, técnicas de drenagem sustentável ou a ampliação do sistema de drenagem em escala de bairro, visando à melhoria do desempenho global do sistema de drenagem urbana.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. **Atlas Pluviométrico da Paraíba 1994 - 2023**. João Pessoa, PB, 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Paraíba – Nordeste e Semiárido**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar/nordeste-e-semiarido/paraiba>. Acesso em: 2 jun. 2025.

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL – ADASA. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal**. 2. ed. Brasília, DF: UNESCO, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA – SCIENTEC. **Plano municipal de saneamento básico de Cajazeiras PB**: diagnóstico técnico e participativo para elaboração do plano. Paraíba, 2019.

BAPTISTA, Márcio Benedito. **Águas pluviais**: técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas: guia do profissional em treinamento: nível 2 e 3. Belo Horizonte: Recesa, 2007. 52 p.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento Básico. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, edição 135, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**: relatório de avaliação anual 2021. Brasília: Ministério das Cidades, 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Diagnóstico temático** - drenagem e manejo das águas pluviais urbanas – visão geral: ano de referência 2021. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Brasília: MDR, 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **NTS 025**: Projeto de redes coletoras de esgotos: Elaboração de projetos. São Paulo, 2025

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**. Brasília, FUNASA, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cajazeiras (PB)**: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins de; COSTA, Alfredo Ribeiro da. **Sistemática de cálculo para o dimensionamento de galerias de águas pluviais**: uma abordagem alternativa. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 4, n. 1, 2012.

PINHEIRO, Cristiane Borda; SANTOS, Roberto Eustáquio dos. Trajetória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL - ENAMPUR, 18. **Anais**. Natal, 2019.

POVO PB, Chuva forte no sertão alaga ruas e arrasta motos em Cajazeiras. **Povo PB**, 3 abr. 2023. Disponível em: <https://www.opovopb.com.br/chuva-forte-no-sertao-alaga-ruas-e-arrasta-motos-em-cajazeiras/>. Acesso em: 07 dez. 2025.

RODRIGUES, Nathalia Moreira; RODRIGUES, Carlos Eduardo Ferreira; RODRIGUES, Camila Ribeiro. A falta de drenagem urbana nas cidades brasileiras. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e54911629652-e54911629652, 2022.

SATIRO, Ranailsa de Souza; LIMA, Ricardo Guedes de; SOUSA, Fernando Chagas de Figueiredo; DUARTE, Francisco Kleber Dantas. Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Cajazeiras – PB. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE, 1. 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande:

CONIDIS

SOUSA, Klêdson Pinheiro de. **A dinâmica socioespacial da cidade de Cajazeiras-PB**. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Formação de Professores, Cajazeiras, 2016.

TUCCI, Carlos E. M. **Elementos para o controle da drenagem urbana**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RBRH Porto Alegre, RS, s.d.

TUCCI, Carlos M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da drenagem urbana**/Carlos E. M. Tucci. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado das Cidades. **Memorial descritivo**: elaboração de projeto executivo e execução de obras de drenagem e pavimentação de ruas no bairro da Ferradura, no município de Armação dos Búzios/RJ. Rio de Janeiro, 2025.

RAFAELI NETO, Sílvia Luís (Org.). **Medidas de controle na fonte do escoamento superficial**: estudo de viabilidade técnica econômica. Santa Catarina: Hidro Lages, 2019. 17 slides.

APÊNDICE

▪ PROJETO DE DRENAGEM URBANA E PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO

O projeto executivo em formato PDF referente à adequação do sistema de drenagem urbana no cruzamento das Ruas Coronel Juvêncio Carneiro e Sebastião Bandeira de Melo, bem como as planilhas utilizadas para o dimensionamento hidráulico, encontram-se disponíveis por meio do QR Code apresentado ao lado.



	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

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

Documento assinado eletronicamente por:

- Isadora Vitoriano de Souza, ALUNO (202012200044) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS, em 19/02/2026 13:50:12.

Este documento foi armazenado no SUAP em 19/02/2026. 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: 1770393
Código de Autenticação: 7180e85ad2

