

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

**ALLAN VITOR DE OLIVEIRA SOUSA ISMAEL PEREIRA DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO NO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E NO  
ESCOAMENTO SUPERFICIAL: ANÁLISE COMPARATIVA DE BACIAS  
URBANAS DE SÃO JOSÉ DO BONFIM – PB**

**PATOS - PB  
2026**

**ALLAN VITOR DE OLIVEIRA SOUSA ISMAEL PEREIRA DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO NO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E NO  
ESCOAMENTO SUPERFICIAL: ANÁLISE COMPARATIVA DE BACIAS  
URBANAS DE SÃO JOSÉ DO BONFIM – PB**

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):** Profa. Me. Dennis Oliveira Galdino

**PATOS - PB  
2026**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

S725i Sousa, Allan Vitor de Oliveira.

Influência da pavimentação no tempo de concentração e no escoamento superficial: análise comparativa de bacias urbanas de São José do Bonfim – PB / Allan Vitor de Oliveira Sousa, Ismael Pereira da Silva. - Patos, 2026.

63 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2026.

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

1. Drenagem urbana 2. Saneamento ambiental 3. Escoamento superficial 4. Pavimentação-Uso e cobertura do solo  
I.Título II. Silva, Ismael Pereira da III. Galdino, Dennis Oliveira  
IV.Instituto Federal da Paraíba.

CDU –628

**ALLAN VITOR DE OLIVEIRA SOUSA ISMAEL PEREIRA DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO NO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E NO  
ESCOAMENTO SUPERFICIAL: ANÁLISE COMPARATIVA DE BACIAS  
URBANAS DE SÃO JOSÉ DO BONFIM – PB**

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.

**APROVADO EM: \_\_\_/\_\_\_/2026**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Dennis Oliveira Galdino - Orientadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

---

Profa. Me. Valteson da Silva Santos - Examinador  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

---

Prof. Me. Yuri Tomaz Neves - Examinador UNIFIP  
Centro Universitário

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem a ajuda dele, não estaríamos finalizando essa jornada, sua graça nos deu força pra continuar e ter coragem de seguir em frente.

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), pela formação acadêmica e pelas oportunidades proporcionadas ao longo do curso.

Ao nosso orientador, Dennis Oliveira Galdino, pela orientação, paciência, disponibilidade e contribuições técnicas que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Valteson da Silva Santos e Yuri Neves Tomaz, pela disponibilidade em avaliar este trabalho e pelas contribuições que certamente enriqueceram esta pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta etapa tão importante da minha vida acadêmica, meus sinceros agradecimentos.

Por Allan Vitor

Ao meu pai, Eujânio Pinto de Sousa, que me apoiou desde o início da graduação, acreditando no meu potencial e oferecendo suporte incondicional para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Seu incentivo foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

À minha mãe, Vera Lúcia de oliveira alves, que sempre foi meu pilar e que sempre acreditou em mim, mesmo agora morando muito longe, tenho certeza que ela está me apoiando.

Aos meus irmãos, Leandro, Vitoria, Maria e Rafael que estando perto ou longe sempre me apoiaram e ficam feliz com o meu progresso, tenho muito orgulho deles.

À minha namorada, Raiane Mikele, pelo apoio constante, pela ajuda direta na elaboração deste trabalho e, principalmente, por me motivar diariamente a ser melhor, tanto como estudante quanto como pessoa.

Aos meus amigos de fora do curso , Lindoberto, Matheus, Ítalo, Douglas Nunes, Gustavo, João que me apoiaram também e que são meus parceiros mais próximos.

Aos meus amigos que fiz durante o curso, Pedro Vitor, Pedro Lira, Luis Felipe, Andreza, Gabriel (Gui), Romero, e o meu parceiro de TCC Ismael Pereira, que é um cara incrível que conheci e tenho o privilégio de encerrar esse ciclo juntos.

Aos meus professores, Carlos Justino, Bruno, Carolina Maria, Ana Cristina, Ruth Kawaguchi, meus professores de ensino médio, pela qual tenho muito carinho. Aos meus professores do curso Guilherme, Luiza, Fernando, Yuri, Valteson, Dennis, Diego, que me ensinaram e são grandes exemplos para mim na minha formação como engenheiro civil.

Por Ismael Pereira

À minha família, que sempre esteve me apoiando, suportando e incentivando ao estudo e a seguir esse grandioso sonho. Em especial, a meu pai Everaldo Pereira que é meu maior exemplo de ser humano, a minha mãe, Vanuzia Pereira, que é aquela que me deu a mão independente dos erros, a meu irmão Jonathas Pereira, e a matriarca da família, minha vó Amélia Pereira.

À minha tia e professora Neuma Martins, que foi a professora que me alfabetizou e me fez ter gosto pelo estudo, sendo uma grande inspiração até os dias de hoje.

À Jéssica Freire e Raquel Freire, que são minhas mães de criação e que sempre quiseram meu bem estar.

Ao Pr. Nino, que um dia me incentivou enquanto eu estava desacreditado, com a simples frase “Você será engenheiro e vai me convidar pra sua formatura”, esse simples gesto me fez sentir abraçado e apoiado.

Aos amigos que fiz ao longo do curso, em especial, Gabriel Moraes, Kaio Lima, Samuel Olinto, Ewerton Fernandes, Mayara Dias, Anderson Monteiro, Janilson Leandro, Allan Vitor, que sempre estiveram ali nos melhores e piores momentos. Aos amigos de fora do curso, em especial, Inácio Alves Neto, Silas Alves, Raquel Vidal, Samuel Silva, Samuel Sousa, Cleivison Carvalho, Henrique Porto, Gilcinaldo Pereira, que sempre me incentivaram.

À todos os meus professores do curso, que me proporcionaram grandes aprendizados, em especial, Emilio Lucena e Susana Lucena que estiveram comigo na pior época de minha vida, Larissa Layer que teve paciência com os problemas que estava passando, Guilherme Vaz que nos deu o pontapé inicial nas cadeiras do curso, e por fim, Valteson da Silva que é dito por todos os alunos como um pai, que Deus possa retribuir o que vocês fazem por todos os seus alunos.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento do escoamento superficial e estimar o tempo de concentração em dois trechos urbanos do município de São José do Bonfim, no semiárido paraibano, avaliando os efeitos das alterações no uso e cobertura do solo sobre a resposta hidrológica local. Para isso, foram utilizados dados pluviométricos, topográficos e de declividade, além da caracterização do uso e ocupação do solo para os anos de 2020 e 2023. A análise foi realizada por meio da aplicação de equações e métodos hidrológicos empíricos amplamente utilizados na literatura, como os métodos de estimativa do tempo de concentração e o método do Curve Number (CN) para determinação do escoamento superficial, com apoio de ferramentas computacionais e planilhas de cálculo. Os resultados indicaram tempos de concentração reduzidos e valores de CN semelhantes entre os cenários analisados, evidenciando comportamento hidrológico relativamente estável, porém com sensibilidade à impermeabilização superficial. As estimativas de vazão demonstraram a influência das características físicas da bacia e da ocupação urbana na geração do escoamento direto. Conclui-se que a aplicação de métodos hidrológicos empíricos constitui ferramenta importante para a avaliação da dinâmica do escoamento superficial em microbacias urbanas, contribuindo para subsidiar o planejamento da drenagem urbana e a mitigação de alagamentos em cidades de pequeno porte.

**Palavras-chave:** escoamento superficial. tempo de concentração. drenagem urbana. curve number. uso e cobertura do solo.

## ABSTRACT

This study aims to analyze the behavior of surface runoff and estimate the time of concentration in two urban sections of the municipality of São José do Bonfim, located in the semi-arid region of Paraíba, Brazil, evaluating the effects of changes in land use and land cover on the local hydrological response. For this purpose, rainfall, topographic, and slope data were used, along with the characterization of land use and land cover for the years 2020 and 2023. The analysis was carried out through the application of empirical hydrological equations and methods widely used in the literature, such as time of concentration estimation methods and the Curve Number (CN) method for determining surface runoff, with the support of computational tools and calculation spreadsheets. The results indicated reduced times of concentration and similar CN values between the analyzed scenarios, suggesting a relatively stable hydrological behavior, although sensitive to surface impermeabilization. The estimated discharges demonstrated the influence of the basin's physical characteristics and urban occupation on the generation of direct runoff. It is concluded that the application of empirical hydrological methods represents an important tool for evaluating surface runoff dynamics in urban micro-basins, contributing to support urban drainage planning and the mitigation of flooding in small cities.

**Keywords:** surface runoff. time of concentration. urban drainage. curve number. land use and land cover.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização dos trechos estudados no município de São José do Bonfim – PB	26
Figura 2 - Tipos de solo no município São José do Bonfim	31
Figura 3 - Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas	33
Figura 4 - Delimitação da bacia de contribuição dos trechos estudados, inseridas na Bacia do Rio Piranhas-Açu	44
Figura 5 - Mapa de declividade dos trechos	45
Figura 6 - Mapa de curvas de nível dos trechos estudados	46
Figura 7 - Evolução do Uso e Ocupação do solo no trechos A e B	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Séries históricas de precipitação em São José do Bonfim.	36
Tabela 2 - Intensidade de Chuva	43
Tabela 3 - Uso e cobertura do solo e CN médio ponderado (2020)	49
Tabela 4 - Uso e cobertura do solo e CN médio ponderado (2023)	49
Tabela 5 - Comparação do tempo de concentração ( $T_c$ ) para os anos de 2020 e 2023	50
Tabela 6 - Comparação dos resultados de escoamento superficial (2020 e 2023)	52
Tabela 7 - Estimativa de custos para poço de infiltração com área de captação 250 m <sup>2</sup>	53

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas (IDF)

43

## LISTA DE SÍMBOLOS

**A** - Área de contribuição da bacia  
**C** - Coeficiente de escoamento superficial  
**CN** - Número da Curva  
**CN<sub>med</sub>** - Número da Curva médio ponderado  
**h** - Hora **ha** - Hectare **i** - Intensidade da precipitação  
**L** - Comprimento do talvegue principal  
**m** - Metro **m<sup>2</sup>** - Metro quadrado **m<sup>3</sup>** - Metro cúbico **min** - Minuto  
**mm** - Milímetro **P** - Precipitação acumulada  
**p** - Probabilidade  
**Q** - Vazão de pico  
**S** - Armazenamento potencial do solo  
**S<sub>o</sub>** - Declividade média do talvegue  
**s** - Segundo  
**t<sub>c</sub>** - Tempo de concentração  
**t<sub>d</sub>** - Tempo de duração  
**t<sub>p</sub>** - Tempo de máxima vazão  
**t<sub>r</sub>** - Tempo de retorno  
**V** - Volume de escoamento superficial  
**φ** - Fator de ajuste

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AESA** – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

**CN** – Curve Number (Número da Curva)

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**HUT** - Hidrograma Unitário Triangular

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IDF** – Intensidade-Duração-Frequência

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais **MDE**

– Modelo Digital de Elevação

**NRCS** – Natural Resources Conservation Service

**PB** – Paraíba

**SCS** – Soil Conservation Service

**SIG** – Sistema de Informações Geográficas

**Tc** – Tempo de Concentração

**USDA** – United States Department of Agriculture

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1. OBJETIVOS .....	17
<b>1.1.1. Geral</b> .....	17
1.1.2. Específicos .....	17
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
2.1. IMPACTOS DA PAVIMENTAÇÃO URBANA NO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE BACIAS DE PEQUENO PORTE .....	18
2.2. DRENAGEM URBANA EM CIDADES PEQUENAS .....	19
2.3. SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA: ELEMENTOS E TÉCNICAS DE CONTROLE DE ESCOAMENTO .....	19
2.4. ESCOAMENTO SUPERFICIAL .....	21
2.5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO ( $T_c$ ) .....	24
2.6. TEMPO DE RETORNO .....	25
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	26
3.1.1. Caracterização urbana dos trechos .....	26
3.1.2 Caracterização Socioeconômica .....	28
3.1.2 Hidrografia e Drenagem .....	28
3.1.4 Aspectos físicos naturais .....	29
3.1.5 Mapeamento dos dados .....	29
3.1.6 Caracterização Climática .....	30
3.1.7 Tipo de solo e Curve Number (CN) .....	31
3.2. DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	34
<b>3.3. ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
4.1. ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS .....	42
4.2. DELIMITAÇÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO .....	44
4.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E CONDIÇÕES DE DRENAGEM DOS TRECHOS .....	45
4.3.1. Mapa de declividade e Curvas de nível dos trechos estudados .....	45
4.4. MUDANÇAS DO USO DO SOLO E VARIAÇÃO DO CN NOS TRECHOS ESTUDADOS .....	47
4.5. CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PARA OS TRECHOS .....	49
4.6. CÁLCULO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PARA OS TRECHOS .....	51
4.7. SUGESTÃO PARA MELHORIAS DAS CONDIÇÕES DOS PARÂMETROS ESTUDADOS .....	52
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de crescimento urbano, quando ocorre de forma desordenada, tem impactos consideráveis no ciclo hidrológico. Em municípios de pequeno porte, classificados como aqueles com população inferior a 100 mil habitantes segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2022), esses impactos tendem a ser ainda mais perceptíveis. No caso do município de São José do Bonfim/PB, a substituição de áreas naturais por superfícies impermeáveis e a carência de sistemas adequados de drenagem urbana têm contribuído para o aumento da frequência de alagamentos, gerando danos à infraestrutura e afetando diretamente o cotidiano e a segurança da população (Rodrigues et al., 2022; Cadeira; Lima, 2020).

Neste contexto, a drenagem urbana desempenha papel essencial na organização do espaço urbano, possibilitando o escoamento adequado das águas pluviais, minimizando os riscos de enchentes e contribuindo para a conservação das estruturas públicas. No entanto, a carência de planejamento nesse sistema acarreta prejuízos sociais, econômicos e ambientais, refletindo-se na degradação progressiva do ambiente urbano (Bezerra *et al.*, 2016; Rodrigues *et al.*, 2022).

A intensificação da impermeabilização do solo urbano altera diretamente os processos hidrológicos das áreas urbanas, especialmente o aumento do escoamento superficial, a redução da infiltração e a diminuição do tempo de concentração das bacias de drenagem, resultando em respostas hidrológicas mais rápidas e em maiores vazões de pico durante eventos chuvosos (Tucci, 2022; Collischonn; Dornelles, 2013). No caso de São José do Bonfim, no estado da Paraíba, essas alterações são agravadas pela ausência de dados hidrológicos sistemáticos e pela limitação de estudos técnicos específicos, dificultando a aplicação de métodos de dimensionamento mais acurados. Nesse contexto, a utilização de métodos empíricos para a estimativa do tempo de concentração e das vazões de pico torna-se uma alternativa viável para compreender o comportamento hidrológico urbano e subsidiar ações de planejamento e drenagem (Riffel *et al.*, 2024; Barbassa, 2024).

Adicionalmente, a utilização de tecnologias de monitoramento hidrológico, como pluviômetros e linígrafos eletrônicos, contribui para a obtenção de dados mais precisos sobre o regime de chuvas e o comportamento do escoamento superficial em áreas urbanas. No contexto da microdrenagem, essas informações são fundamentais para o dimensionamento e a avaliação do desempenho de dispositivos de drenagem, como sarjetas, bocas de lobo e galerias pluviais.

Entretanto, em municípios de pequeno porte, a disponibilidade e o uso sistemático dessas tecnologias ainda são limitados, o que dificulta a realização de estudos hidrológicos mais detalhados e o planejamento adequado de sistemas de drenagem urbana (BARBASSA, 2024; SANTOS; MAMEDE, 2021).

Nesse contexto, este trabalho propõe avaliar a influência da pavimentação no escoamento superficial e no tempo de concentração em dois trechos urbanos do município de São José do Bonfim – PB, por meio de uma análise comparativa através de parâmetros hidrológicos e diferentes características de cobertura do solo.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Geral

Analisar a influência da pavimentação no tempo de concentração e no escoamento superficial das águas pluviais em dois trechos urbanos do município de São José do Bonfim–PB.

### 1.1.2. Específicos

- Analisar o tempo de concentração e o comportamento do escoamento superficial nos trechos urbanos estudados, considerando as características topográficas, pluviométricas e o tipo de pavimentação existente;
- Avaliar os impactos causados pela pavimentação executada nos locais, identificando se houve agravamento ou mitigação dos problemas de alagamento após a sua implantação;
- Sugerir técnicas ou alternativas que melhorem as condições do escoamento superficial e tempo de concentração dos locais estudados.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. IMPACTOS DA PAVIMENTAÇÃO URBANA NO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE BACIAS DE PEQUENO PORTE

A pavimentação urbana constitui um dos principais fatores de alteração do comportamento hidrológico em áreas urbanizadas, sobretudo em municípios de pequeno porte, onde a expansão territorial ocorre, muitas vezes, sem planejamento adequado dos sistemas de drenagem. A substituição de superfícies naturais permeáveis por pavimentos asfálticos ou de concreto reduz significativamente a capacidade de infiltração do solo e o armazenamento superficial da água, elevando a parcela da precipitação convertida em escoamento direto (Tucci, 2022; Canholi, 2015).

Solos naturais ou áreas vegetadas apresentam maior capacidade de infiltração e armazenamento de água, resultando em menor geração de escoamento superficial. Em contrapartida, superfícies pavimentadas apresentam comportamento praticamente impermeável, convertendo grande parte da precipitação em escoamento direto. Essa condição eleva significativamente as vazões de pico e reduz o tempo de resposta hidrológica das bacias urbanas, intensificando a ocorrência de alagamentos, especialmente em áreas de pequena extensão (Collischonn; Dornelles, 2013; Tucci, 2022).

Pesquisas aplicadas em cidades como a de São José do Bonfim confirmam esse comportamento. Costa (2023), ao analisar a expansão urbana do município de Gonzaga – MG, verificou crescimento significativo da área impermeável ao longo das últimas décadas, associado ao aumento do escoamento superficial, à redução das áreas de infiltração e à maior frequência de eventos de inundação. Esses resultados evidenciam a relação direta entre pavimentação, impermeabilização do solo e intensificação dos impactos hidrológicos.

Como alternativa à impermeabilização excessiva, a literatura técnica aponta os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS), como pavimentos permeáveis, bacias de retenção e dispositivos de infiltração, os quais favorecem o aumento da infiltração e a redução das vazões de pico, contribuindo para o controle do escoamento superficial (Costa, 2023; Kelm *et al.*, 2024).

Dessa forma, a avaliação do grau de impermeabilização e de seus efeitos sobre parâmetros como tempo de concentração, escoamento superficial e vazões máximas torna-se

fundamental para o planejamento da drenagem urbana, especialmente em municípios de pequeno porte, como São José do Bonfim – PB, onde a compreensão do comportamento hidrológico local é essencial para subsidiar intervenções mais eficientes e sustentáveis.

## 2.2. DRENAGEM URBANA EM CIDADES PEQUENAS

A drenagem urbana em cidades de pequeno porte é caracterizada, na maioria dos casos, pela ausência de planejamento prévio e pela adoção de intervenções pontuais, geralmente executadas após a ocorrência de alagamentos ou danos à infraestrutura urbana. Esse cenário está associado à limitação de recursos técnicos e institucionais, que dificulta a aplicação de critérios hidrológicos mais adequados no planejamento urbano (Santos; Mamede, 2021).

O processo de expansão urbana nesses municípios ocorre, frequentemente, sem a devida consideração das características naturais do terreno, como declividade, tipo de solo e rede de drenagem natural. A intensificação da impermeabilização do solo contribui para o aumento do escoamento superficial e para a elevação das vazões de pico durante eventos chuvosos, favorecendo a ocorrência de alagamentos recorrentes em áreas urbanas (Rodrigues *et al.*, 2022).

Além disso, a carência de informações hidrológicas confiáveis compromete a aplicação de métodos mais precisos para o dimensionamento dos sistemas de drenagem urbana. Segundo Tucci (2022), essa limitação é comum em cidades de pequeno porte e reforça a importância da realização de estudos locais que permitam avaliar o comportamento do escoamento superficial e fornecer subsídios técnicos para o planejamento da drenagem urbana.

## 2.3. SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA: ELEMENTOS E TÉCNICAS DE CONTROLE DE ESCOAMENTO

Os sistemas de drenagem urbana são constituídos por um conjunto de elementos destinados à coleta, condução, armazenamento e disposição final das águas pluviais, com o objetivo de minimizar os impactos do escoamento superficial no meio urbano. Esses sistemas são fundamentais para o controle de alagamentos, processos erosivos e danos à infraestrutura urbana, sendo sua eficiência diretamente associada à adequada integração e dimensionamento de seus componentes (Tucci, 2022).

A microdrenagem compreende os dispositivos responsáveis pela coleta inicial das águas pluviais, atuando em escala local. Entre seus principais elementos destacam-se as sarjetas,

bocas de lobo, grelhas e galerias pluviais de pequeno diâmetro, cuja função é captar a água precipitada sobre áreas impermeabilizadas e conduzi-la até estruturas de maior porte. Segundo Rodrigues *et al.* (2022), a ausência ou o subdimensionamento desses dispositivos constitui uma das principais causas de alagamentos recorrentes em vias urbanas, especialmente em municípios menores.

As sarjetas são elementos lineares localizados ao longo das vias públicas, responsáveis pela condução superficial das águas pluviais até os pontos de captação. Seu dimensionamento deve considerar fatores como a declividade longitudinal da via, a largura da pista e a intensidade da chuva de projeto. Conforme Tucci (2022), sarjetas inadequadamente dimensionadas podem ocasionar transbordamentos, comprometendo a durabilidade do pavimento e a segurança dos usuários.

As bocas de lobo atuam como dispositivos de entrada do sistema de drenagem, possibilitando a transição do escoamento superficial para o sistema subterrâneo. Sua eficiência está relacionada à quantidade, ao posicionamento e ao tipo construtivo adotado, devendo ser implantadas preferencialmente nos pontos de menor cota das vias. Dos Santos e Mamede (2021) ressaltam que, em cidades menores, a instalação insuficiente desses dispositivos reduz significativamente a capacidade de captação das águas pluviais.

As galerias de águas pluviais consistem em condutos subterrâneos responsáveis pelo transporte dos volumes coletados até os pontos de descarga, como canais artificiais ou cursos d'água naturais. O dimensionamento dessas estruturas deve considerar parâmetros hidrológicos fundamentais, tais como vazão de projeto, tempo de retorno e tempo de concentração da bacia contribuinte. De acordo com Tucci (2022), falhas nesse processo podem resultar na pressurização do sistema e no retorno da água à superfície.

Os poços ou valas de infiltração atuam como técnicas sustentáveis, retendo água pluvial na fonte para amortecer picos de vazão, recarregar lençóis freáticos e reduzir enchentes, priorizando infiltração sobre escoamento rápido para jusante (Lima et al, 2023).

Esses dispositivos usam anéis de concreto perfurado, brita nº1 e manta geotêxtil para filtrar sedimentos, com vantagens como baixo custo de implantação, ganho financeiro na redução de redes convencionais e adaptabilidade a topografias variadas (Ferreira et al, 2023). Desvantagens incluem risco de colmatção (entupimento por sedimentos), contaminação de

aquíferos em solos arenosos ou lençóis altos, e saturação hidráulica local, mitigados por manutenção e distância mínima de 1,5m ao lençol freático (NBR 13969).

A macrodrenagem corresponde ao conjunto de estruturas responsáveis pelo escoamento das contribuições provenientes da microdrenagem, atuando em escala urbana ampliada. Nessa categoria incluem-se canais artificiais, valas, galerias de grande porte e córregos urbanos. Em São José do Bonfim, por exemplo, esses elementos frequentemente correspondem a cursos d'água naturais modificados pela urbanização, sendo comum a ocorrência de assoreamento e ocupação irregular de suas margens (Rodrigues *et al.*, 2022).

#### 2.4. ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O escoamento superficial corresponde à parcela da precipitação que não infiltra no solo, não é interceptada pela vegetação nem armazenada em depressões naturais, escoando diretamente sobre a superfície do terreno até os pontos de drenagem natural ou artificial. Em áreas urbanizadas, esse processo é intensificado pelas alterações no uso e ocupação do solo, sobretudo pela pavimentação e pela substituição de superfícies permeáveis por materiais impermeáveis, o que reduz a infiltração, diminui o armazenamento temporário da água e acelera a resposta hidrológica das bacias. Como consequência, observam-se menores tempos de concentração, aumento das vazões de pico e maior suscetibilidade à ocorrência de alagamentos (Tucci, 2022; Rodrigues *et al.*, 2022).

Um dos principais parâmetros empregados na quantificação desse processo é o coeficiente de escoamento superficial (C), definido como a razão entre o volume escoado e o volume total precipitado. Esse coeficiente expressa o potencial de geração de escoamento de uma superfície e varia conforme características como tipo de cobertura do solo, declividade, rugosidade e grau de impermeabilização. Em condições naturais ou vegetadas, os valores de C geralmente situam-se entre 0,20 e 0,40, enquanto superfícies pavimentadas podem atingir valores entre 0,85 e 0,95, indicando conversão quase total da chuva em escoamento direto (Canholi, 2015; Tucci, 2022).

Diversos métodos podem ser utilizados para estimar o escoamento superficial, incluindo o Método Racional, o método do Soil Conservation Service (SCS/Curve Number), além de modelos hidrológicos conceituais e simulações computacionais mais complexas. Entre esses, o Método Racional destaca-se pela simplicidade de aplicação e pela ampla utilização em bacias

urbanas de pequena extensão, sendo especialmente adequado para o dimensionamento preliminar de sistemas de microdrenagem.

Dessa forma, neste trabalho adotou-se o Método Racional Modificado para a estimativa das vazões de pico, conforme a expressão (Eq. 1), cuja formulação foi obtida a partir do *Manual de Drenagem Urbana – Região Metropolitana de Curitiba – PR* (SUDERHSA/CH2M HILL, 2002), que apresenta os critérios de projeto e os procedimentos para dimensionamento de sistemas de microdrenagem.

$$Q = 0,278 \times c \times i \times A \times \varphi \quad (\text{Eq.1})$$

Sendo,

$Q$  = Vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$C$  = Coeficiente de escoamento superficial;

$i$  = Intensidade de chuva ( $\text{mm}/\text{h}$ );

$A$  = Área da bacia (ha).

$\varphi$  = Coeficiente de retardo;

Observa-se, a partir dessa relação, que a vazão é diretamente proporcional ao coeficiente de escoamento superficial ( $C$ ), de modo que aumentos no grau de impermeabilização da superfície refletem quase linearmente na elevação das vazões máximas estimadas. Dessa forma, áreas urbanizadas ou pavimentadas tendem a apresentar valores mais elevados de  $C$ , resultando em maiores vazões de pico quando comparadas a superfícies naturais ou vegetadas (Collischonn; Dornelles, 2013).

A equação apresentada corresponde ao Método Racional Modificado, no qual a vazão de pico é estimada a partir da relação entre intensidade de precipitação ( $i$ ), área de contribuição ( $A$ ), coeficiente de escoamento superficial ( $C$ ) e um fator de ajuste ( $\varphi$ ) que é apresentado na (Eq.2), utilizado para adequar o cálculo às características hidrológicas da bacia. Além disso, o

fator de retardo depende da declividade do talvegue principal, onde valores acima de 0,5% tem valor de n igual a 4, entre 0,5% e 1% igual a 5 e superiores a 1% tem o valor 6.  $\varphi = \frac{n}{100} \times A$

(Eq.2)

Sendo,

$\varphi$  = Fator de retardo; 2

A = Área da bacia (km<sup>2</sup>); n =

Coefficiente de declividade;

Complementarmente, para a estimativa do volume de escoamento direto, empregou-se o método do Soil Conservation Service (SCS/Curve Number), proposto pelo United States Department of Agriculture (USDA). Esse procedimento baseia-se no parâmetro adimensional Curve Number (CN), que representa o potencial de geração de escoamento da bacia em função do tipo de solo, do uso e cobertura da terra e das condições de umidade antecedente. O CN permite incorporar de forma simplificada os processos de infiltração e armazenamento superficial, sendo amplamente adotado em estudos de drenagem urbana por sua robustez conceitual e facilidade de aplicação (SCS, 1972; Collischonn; Dornelles, 2013).

Em cidades de pequeno porte, a expansão da pavimentação tende a elevar significativamente tanto o coeficiente C quanto o CN, intensificando o escoamento superficial e reduzindo o tempo de resposta das bacias. Estudos indicam que a impermeabilização pode duplicar ou triplicar as vazões de pico quando comparadas às condições naturais, agravando problemas de alagamentos e sobrecarga dos sistemas de drenagem (Tucci, 2022; Costa, 2023).

Como alternativa a esse cenário, destaca-se a adoção de Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS), como pavimentos permeáveis, bacias de retenção e dispositivos de infiltração, os quais favorecem o aumento da infiltração, o armazenamento temporário e a atenuação das vazões máximas, contribuindo para o restabelecimento parcial do balanço hídrico urbano (Kelm et al., 2024; ABNT NBR 16416, 2022).

Dessa forma, a correta estimativa do escoamento superficial, por meio de parâmetros como C e CN, associada à aplicação do Método Racional Modificado e do método SCS, constitui etapa fundamental para a avaliação do comportamento hidrológico de áreas

urbanizadas e para o planejamento eficiente de sistemas de drenagem em municípios de pequeno porte.

## 2.5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO ( $T_c$ )

O tempo de concentração ( $T_c$ ) representa o intervalo necessário para que uma gota de chuva precipitada no ponto mais distante da bacia hidrográfica alcance o seu exutório, ou seja, o ponto de saída da drenagem. Esse parâmetro é essencial para a definição da duração da chuva de projeto e, conseqüentemente, para a estimativa do escoamento superficial (Collischonn; Dornelles, 2013).

Segundo Collischonn e Dornelles (2013, p. 47), “o tempo de concentração é um parâmetro essencial para estimar a resposta hidrológica de uma bacia, pois determina a duração da chuva de projeto e o retardo entre a precipitação e a vazão no exutório”. Dessa forma, esse parâmetro exerce papel fundamental no dimensionamento de sistemas de drenagem urbana, uma vez que influencia diretamente a estimativa das vazões de pico e o planejamento das estruturas hidráulicas. O cálculo do  $T_c$  depende de variáveis físicas da bacia, como o comprimento do curso d’água principal, a declividade média ( $S$ ) e as características superficiais do terreno, que controlam a velocidade do escoamento e, conseqüentemente, a resposta hidrológica do sistema.

A declividade média do percurso de escoamento ( $S$ ) representa a relação entre a diferença altimétrica existente ao longo do trajeto hidráulico e o comprimento correspondente desse percurso. De acordo com Collischonn e Dornelles (2013), a declividade é um dos fatores que mais influenciam a velocidade de escoamento superficial, pois controla a energia disponível para o movimento da água ao longo do curso d’água.

O comprimento do curso d’água principal ( $L$ ) corresponde à extensão efetiva do trajeto percorrido pela água desde o ponto mais distante da bacia até o exutório. Collischonn e Dornelles (2013) destacam que essa medida reflete diretamente a dimensão física da bacia e a distância que a água precisa percorrer para alcançar o ponto de saída. Em bacias de maior comprimento, o tempo necessário para que o escoamento se desenvolva plenamente tende a ser superior, uma vez que o percurso hidráulico é mais extenso.

## 2.6. TEMPO DE RETORNO

O tempo de retorno, também denominado período de retorno ( $Tr$ ), corresponde ao intervalo médio de recorrência estatística de um evento hidrológico de determinada magnitude, como chuvas intensas ou vazões máximas. Esse parâmetro é amplamente utilizado no dimensionamento de sistemas de drenagem urbana, pois permite definir a frequência esperada de ocorrência de eventos extremos e, conseqüentemente, estabelecer o nível de segurança hidráulica das obras projetadas (Tucci, 2022; Collischonn; Dornelles, 2013).

Do ponto de vista probabilístico, o tempo de retorno está associado à probabilidade anual de excedência de um evento, por Silva *et al.* (2021) sendo expresso por:

$$Tr = \frac{1}{p} \quad (\text{Eq.3})$$

Em que  $Tr$  é o período de retorno (anos) e  $p$  é a probabilidade anual de que o evento seja igualado ou superado. Assim, por exemplo, um evento com  $Tr=10$  anos apresenta probabilidade de 10% de ocorrer em qualquer ano.

Para a estimativa das precipitações de projeto, utilizam-se séries históricas de máximas anuais ajustadas a distribuições estatísticas de extremos, destacando-se a distribuição de Gumbel, amplamente empregada em estudos hidrológicos para determinação de chuvas intensas associadas a diferentes tempos de retorno (Martins *et al.*, 2010; Tucci, 2022).

No contexto da drenagem urbana, a escolha do período de retorno depende da importância da obra e do nível de risco aceitável. De modo geral, adotam-se valores entre 2 e 10 anos para microdrenagem e vias locais, entre 10 e 25 anos para galerias principais, e valores superiores para macrodrenagem ou áreas críticas. Em municípios de pequeno porte, como São José do Bonfim – PB, períodos menores são frequentemente utilizados em função das limitações econômicas, devendo-se, contudo, considerar o equilíbrio entre custo de implantação e risco de alagamentos (Souza, 2024).

### 3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem quantitativa, de caráter descritivo-analítico e comparativo, uma vez que utiliza dados mensuráveis e métodos hidrológicos para avaliar o comportamento do escoamento superficial e comparar diferentes condições do uso e ocupação antes e após implantação do pavimento.

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

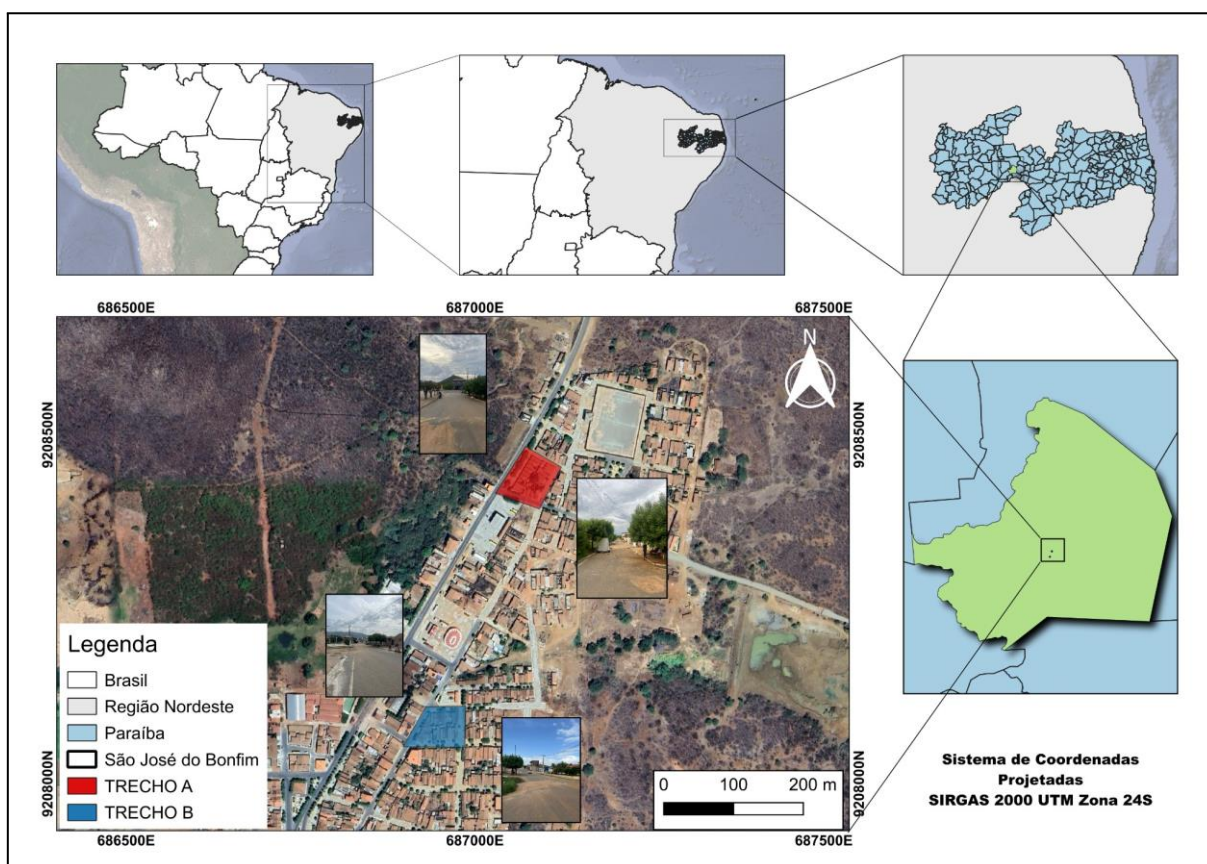
##### 3.1.1. Caracterização urbana dos trechos

O município de São José do Bonfim está localizado no estado da Paraíba, na região Nordeste do Brasil, integrando a microrregião de Patos e inserindo-se no domínio do semiárido brasileiro. O território municipal apresenta ocupação predominantemente urbana concentrada no núcleo central, com expansão recente associada ao crescimento populacional e à ampliação da infraestrutura urbana.

A área de estudo compreende dois trechos urbanos localizados na sede municipal, selecionados em função da recorrência de alagamentos durante eventos de precipitação mais intensos. Esses trechos encontram-se inseridos em áreas urbanizadas, caracterizadas por vias pavimentadas e presença de edificações no entorno, fatores que contribuem para o aumento da impermeabilização superficial e para a intensificação do escoamento superficial. A escolha desses pontos permitiu avaliar o comportamento hidrológico em áreas urbanas consolidadas e identificar possíveis condicionantes relacionados à drenagem urbana.

A localização do município de São José do Bonfim no estado da Paraíba, bem como a delimitação da área de estudo e dos trechos analisados, encontram-se ilustradas na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização dos trechos estudados no município de São José do Bonfim – PB



Fonte: Autoria própria (2026).

O Trecho A e o Trecho B situam-se em áreas urbanizadas, caracterizadas por vias pavimentadas e presença de edificações no entorno, resultando em elevado grau de impermeabilização superficial. Essas características favorecem a redução da infiltração da água no solo e aumentam o escoamento superficial, justificando a escolha dos locais para a avaliação do comportamento hidrológico em áreas urbanas consolidadas. Além disso, ambos os trechos têm apresentado registros recorrentes de alagamentos durante eventos de precipitação mais intensos, evidenciando deficiência na drenagem local e reforçando a necessidade de investigação técnica das condições hidrológicas.

Sob o ponto de vista funcional, o Trecho A encontra-se nas proximidades de um posto de gasolina, enquanto o Trecho B está adjacente a edificações de uso coletivo, como uma creche e uma igreja, configurando intensa circulação de pedestres e veículos. A recorrência de alagamentos nessas áreas potencializa impactos diretos sobre a mobilidade urbana, o acesso a serviços essenciais e a segurança da população, reforçando a relevância prática da avaliação hidrológica proposta, especialmente no contexto do planejamento e da melhoria das condições de drenagem urbana no município.

### 3.1.2 Caracterização Socioeconômica

Do ponto de vista socioeconômico, o município apresenta características típicas de cidades de pequeno porte do semiárido nordestino, com dinâmica urbana limitada e dependência de serviços públicos e atividades comerciais locais. De acordo com o Índice de Vulnerabilidade e Capacidade de Adaptação (IVCAD), desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome, o município apresenta nível médio de vulnerabilidade socioambiental, indicando limitações estruturais relacionadas à infraestrutura urbana, gestão territorial e capacidade de resposta a eventos climáticos extremos (BRASIL, 2023).

Esse contexto evidencia a importância de estudos voltados ao planejamento urbano e à gestão de riscos hidrológicos, uma vez que a ocorrência de eventos de alagamento pode impactar diretamente a mobilidade urbana, o acesso a serviços e a segurança da população, especialmente em municípios de pequeno porte que apresentam limitações na infraestrutura de drenagem urbana (TUCCI, 2022).

### 3.1.2 Hidrografia e Drenagem

O município de São José do Bonfim encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Piancó–Piranhas–Açu, importante sistema hidrográfico do semiárido nordestino. A rede de drenagem regional apresenta predominância de cursos d'água intermitentes, característicos de ambientes semiáridos, nos quais o escoamento ocorre principalmente durante eventos de precipitação mais intensos (ANA, 2021).

De acordo com a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalar (BHO) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, o trecho de drenagem associado à área urbana do município integra o sistema hidrográfico Piancó–Piranhas–Açu, não havendo denominação oficial específica registrada para o riacho local nos metadados cartográficos disponíveis (ANA, 2021).

Quanto ao enquadramento da qualidade das águas superficiais, na ausência de classificação específica para o trecho analisado, considera-se a classificação geral estabelecida pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente para corpos de água doce. Nesse contexto, os cursos d'água da região são enquadrados como Classe 2, podendo ser destinados ao abastecimento humano após tratamento convencional, proteção das comunidades

aquáticas, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças e frutíferas (CONAMA, 2005).

#### 3.1.4 Aspectos físicos naturais

Em relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos, a área de estudo está inserida na Província Borborema, unidade geotectônica caracterizada pelo predomínio de rochas cristalinas antigas, principalmente gnaisses e granitos, formadas durante eventos tectônicos do Pré-Cambriano. Essas formações apresentam elevada resistência ao intemperismo, influenciando diretamente a morfologia do relevo e os processos hidrológicos regionais (IBGE, 2019).

Do ponto de vista geomorfológico, a região apresenta relevo predominantemente suave ondulado a ondulado, com presença de superfícies aplainadas intercaladas por vales rasos associados à drenagem temporária típica do semiárido. Esses vales geralmente conduzem cursos d'água intermitentes, cujo escoamento ocorre principalmente durante eventos de precipitação mais intensos (CPRM, 2021).

As características geológicas e geomorfológicas exercem influência significativa sobre o comportamento hidrológico local, especialmente na geração de escoamento superficial concentrado durante eventos pluviométricos, devido à baixa profundidade dos solos e à limitada capacidade de infiltração em áreas com substrato cristalino (TUCCI, 2022).

As informações geológicas, geomorfológicas e de cobertura vegetal utilizadas nesta caracterização foram obtidas a partir das bases cartográficas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística por meio da plataforma BDIA Web (IBGE, 2023).

#### 3.1.5 Mapeamento dos dados

A delimitação das bacias de contribuição associadas aos trechos estudados foi realizada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software QGIS, com base em um Modelo Digital de Elevação proveniente do programa Copernicus Programme, com resolução espacial de 30 m. Esse conjunto de dados altimétricos possibilitou a

representação da variação topográfica da área de estudo, permitindo identificar as direções naturais do escoamento superficial (EUROPEAN COMMISSION, 2020).

Inicialmente, aplicou-se a ferramenta Fill, utilizada para corrigir depressões espúrias presentes no MDE, garantindo a continuidade do fluxo hidrológico modelado. Em seguida, foi executada a rotina hidrológica r.watershed, responsável pelo cálculo da direção e da acumulação de fluxo, possibilitando a identificação das trajetórias preferenciais do escoamento superficial e dos divisores topográficos da área de drenagem (GRASS GIS, 2023).

Posteriormente, foram definidos os pontos de exutório correspondentes aos trechos analisados e aplicada a ferramenta r.water.outlet, que permite delimitar automaticamente a área de contribuição associada ao ponto selecionado. A partir desse procedimento, foi possível delimitar as bacias contribuintes e extrair os principais parâmetros morfométricos utilizados nas análises hidrológicas, tais como área de drenagem, comprimento do talvegue principal e declividade média da bacia (GRASS GIS, 2023).

O mapeamento da cobertura e uso do solo foi realizado por meio de técnicas de sensoriamento remoto, utilizando a plataforma Google Earth Engine, que possibilita o processamento de grandes volumes de dados geoespaciais em ambiente computacional em nuvem (GORELICK et al., 2017). Para a classificação das superfícies, foram utilizados os dados do projeto MapBiomas - Coleção 10, referentes aos anos de 2020 e 2023, permitindo a identificação das diferentes classes de uso e cobertura do solo presentes na área de estudo (MAPBIOMAS, 2024).

Complementarmente, foram realizadas visitas técnicas in loco com o objetivo de verificar as condições reais de drenagem, o estado de conservação das vias, a presença de dispositivos de microdrenagem e a ocorrência de pontos críticos de alagamento. Também foi realizado registro fotográfico dos trechos analisados, utilizado para validação das informações obtidas por meio das análises de geoprocessamento.

### 3.1.6 Caracterização Climática

A caracterização climática da área de estudo foi realizada com base nas normais climatológicas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, que representam médias históricas de variáveis meteorológicas como precipitação e temperatura, calculadas para períodos climatológicos de referência (INMET, 2023).

De acordo com a classificação climática proposta por Köppen, a região está inserida no tipo BSh, caracterizado como clima semiárido quente, típico do interior do Nordeste brasileiro. Esse tipo climático apresenta altas temperaturas ao longo de todo o ano e precipitações concentradas em poucos meses, geralmente entre fevereiro e maio (KÖPPEN, 1931; ALVARES et al., 2013).

A temperatura média anual situa-se em torno de 26 °C, com máximas frequentemente superiores a 32 °C durante os meses mais quentes. Em relação ao regime pluviométrico, a precipitação anual média varia aproximadamente entre 350 e 400 mm, distribuída de forma irregular ao longo do ano, característica marcante das regiões semiáridas (INMET, 2023).

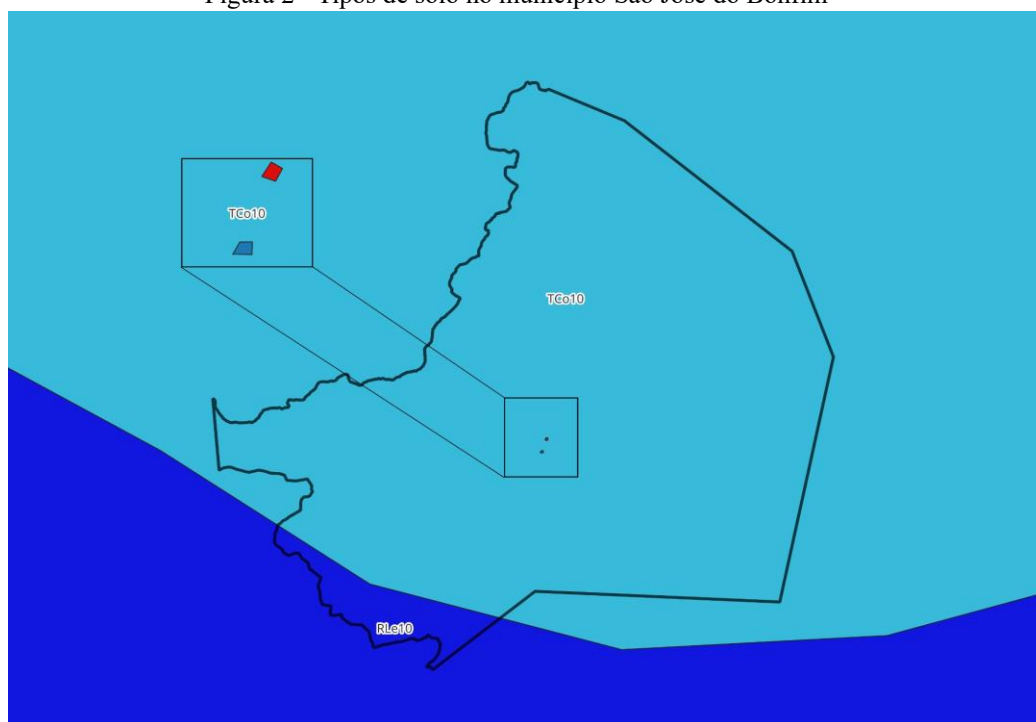
Observa-se concentração das chuvas principalmente no primeiro semestre, com destaque para os meses de março e abril, que apresentam os maiores acumulados pluviométricos. Em contrapartida, durante o período seco, especialmente entre agosto e outubro, os índices de precipitação tornam-se bastante reduzidos, podendo ocorrer longos intervalos sem registro de chuvas significativas (INMET, 2023).

Essa forte sazonalidade pluviométrica influencia diretamente os processos hidrológicos locais, afetando o escoamento superficial, a recarga hídrica e a dinâmica dos cursos d'água intermitentes presentes na região (TUCCI, 2022).

### 3.1.7 Tipo de solo e *Curve Number* (CN)

A caracterização do tipo de solo da área de estudo foi realizada com base em informações da EMBRAPA (2002), que indicam a predominância de Luvisolos Crômicos no município de São José do Bonfim – PB. A partir da associação entre o tipo de solo e as classes de uso e cobertura do solo, foram definidos os valores de *Curve Number* (CN) conforme o método proposto pelo Natural Resources Conservation Service. Para os cálculos hidrológicos, foi adotada a condição de umidade antecedente média (AMC II), considerada padrão em estudos de estimativa de escoamento superficial. O tipo de solo correspondente é apresentado na Figura 2, evidenciando a distribuição dessa classe pedológica nos trechos analisados.

Figura 2 - Tipos de solo no município São José do Bonfim



Fonte : Aatoria própria (2026).

Esse tipo de solo apresenta textura média a argilosa, horizonte superficial pouco espesso e maior suscetibilidade à compactação, resultando em capacidade de infiltração moderada a baixa e menor armazenamento de água no perfil. Tais características favorecem o surgimento elevado de escoamento superficial, sobretudo quando associadas à urbanização e à impermeabilização provocada pela pavimentação (Embrapa, 2002).

Do ponto de vista hidrológico, solos com essas características enquadram-se nos Grupos Hidrológicos C ou D do Soil Conservation Service (SCS), que correspondem a áreas com baixa infiltração e maior potencial de geração de escoamento direto. Considerando as condições urbanizadas e a compactação observada nos trechos estudados, adotou-se o Grupo Hidrológico C, por representar adequadamente a realidade local e fornecer uma condição conservadora para os cálculos hidrológicos.

A Figura 2 apresenta a classificação dos grupos hidrológicos do solo (A - E) conforme o Soil Conservation Service (SCS), utilizada como referência para a definição dos valores de Curve Number (CN). A partir do cruzamento entre o grupo hidrológico adotado e as classes de uso e ocupação do solo mapeadas, foram atribuídos os valores de CN individuais para cada cobertura e, posteriormente, calculado o CN médio ponderado da bacia de contribuição.

Figura 3 - Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas

Utilização ou Cobertura do Solo			A	B	C	D	E
Zonas cultivadas:	sem conservação do solo		72	81	88	91	91
	com conservação do solo		62	71	78	81	81
Pastagens ou terrenos baldios:	más condições		68	79	86	89	89
	boas condições		39	61	74	80	80
Prado em boas condições			30	58	71	78	78
Bosques ou zonas florestais:	cobertura ruim		45	66	77	83	83
	cobertura boa		25	55	70	77	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições:	com relva em mais de 75% da área		39	61	74	80	80
	com relva de 50 a 75% da área		49	69	79	84	84
Zonas comerciais e de escritórios			89	92	94	95	95
Zonas industriais			81	88	91	93	93
Zonas residenciais:	Lotes de (m <sup>2</sup> )	% média impermeável					
	<500	65	77	85	90	92	92
	1000	38	61	75	83	87	87
	1300	30	57	72	81	86	86
	2000	25	54	70	80	85	85
4000	20	51	68	79	84	84	
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.			98	98	98	98	98
Arruamentos e estradas:	asfaltadas e com drenagem pluvial		98	98	98	98	98
	paralelepípedos		76	85	89	91	91
	terra		72	82	87	89	89

Fonte: SUDERHSA (2002).

Para representar de forma integrada o comportamento hidrológico das áreas contribuintes, empregou-se o cálculo do CN médio ponderado, que considera a participação proporcional de cada classe de cobertura em relação à área total da bacia, procedimento que segue as recomendações do Soil Conservation Service - SCS (USDA) e é amplamente adotado em estudos hidrológicos aplicados à drenagem urbana, conforme descrito por Collischonn e Dornelles (2013). O valor do CN médio ponderado é determinado por:

$$Cn \text{ médio} = \frac{\sum(CN_{i} \times A_{i})}{\sum A_{i}}$$

(Eq.4)

Onde:

CNi = valor do CN atribuído à classe *i*; Ai

= área correspondente à classe *i*.

### 3.2. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos utilizados neste estudo foram obtidos junto à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA), por meio da estação pluviométrica representativa do município de São José do Bonfim – PB, localizada na região do sertão, com lat. -7.1636 e long. -37.3092, considerada a mais adequada para caracterizar o regime de chuvas da área de estudo.

Para a determinação das intensidades pluviométricas e o cálculo das lâminas de precipitação, utilizou-se a equação de chuvas intensas (Equação IDF - Intensidade-Duração-Frequência) característica da região em estudo. A intensidade média de precipitação ( $i$ ) foi obtida a partir da relação entre os períodos de retorno ( $Tr$ ) e os tempos de duração ( $t$ ), conforme a estrutura matemática abaixo:

$$I = a(t + Tr)^{bc}$$

(Eq.5)

Onde:

$I$  = Intensidade de chuva (mm/h)

$t$  = Tempo de duração (min)

$Tr$  = Tempo de retorno (anos)

$a, b, c, d$  = Parâmetros da equação (Adimensionais)

Para fins de cálculo, os parâmetros de ajuste local utilizados foram  $a = 679,645$ ;  $b = 0,220$ ;  $c = 9,210$ ;  $d = 0,706$  conforme extraído com base no

estudo de Nóbrega et al, 2024.

Complementarmente, a lâmina de precipitação acumulada ( $P$ ), que representa o volume de água precipitado em milímetros, foi calculada através do produto da intensidade pela duração da chuva, utilizando a conversão de unidades necessária:

$$P = i\overline{60*t}$$

(Eq.6)

Onde:

$P$  = Lâmina de precipitação (mm)

$i$  = Intensidade de chuva (mm/h)

$t$  = Tempo de duração (min)

Foram empregadas séries históricas de precipitação compreendendo o período de 1996 a 2023, totalizando 28 anos de registros. Com base na Tabela, os dados disponibilizam informações em escalas mensal e anual, permitindo tanto a caracterização do comportamento climático regional quanto a análise das precipitações máximas associadas a eventos extremos.

Tabela 1- Séries históricas de precipitação em São José do Bonfim.

SÉRIE ANUAL E MENSAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1996	47,2	115,8	305,5	290,2	194	10,4	6,9	5	0	0	8,4	16,6
1997	160,6	31	175,2	212	28,8	12,2	28,4	0,4	0	0	7	88
1998	231,8	12,9	42,9	76	1,3	0	10,2	9	0	0	9	0
1999	62,4	41,8	196	0	336,1	0	0	0	6,8	0	0	164,9
2000	84,4	199,6	255,4	120,3	11,2	0	13,1	17	52,8	0	0	54,5
2001	0	7,8	270,2	146	4,2	79,5	6	0	0	9,6	0	12,8
2002	353,4	110,6	142	104,4	59,6	8,6	3,6	0	0	0	0	9,6
2003	161	85,6	211,9	136,2	91,3	6,1	0	0	0	0	0	0
2004	524,3	212,6	52	92,8	35,1	16,5	45	0	0	0	0	107,5

2005	22,6	66,3	306	107	48,7	31,6	0	0	0	0	0	180
2006	0	130,3	318,4	397,1	91,8	24,1	0	0	0	0	0	12,9
2007	4,1	323,4	62,4	138,8	94,2	5,1	0	0	0	0	0	20,5
2008	38,9	124,9	536,1	118,5	122,6	10,7	8,2	0	0	0	0	62,6
2009	99,6	164,1	224,5	628,8	290	82,8	16,8	84,9	0	0	9,4	33,3
2010	104,1	74,4	106	134,3	6,2	66,3	0	0	0	93,8	0	89,9
2011	296,8	120,7	43	140,7	115,7	0	16,3	0	0	0	0	0
2012	10,7	147,7	4	31,7	0	6	0	0	0	0	0	0
2013	21,1	19,3	61,3	107,1	11,4	0	0	0	0	0	34,6	127,4
2014	0	69,2	268,8	226,1	92,5	7,6	11	0	0	0	3	29,8
2015	6	22,4	160,8	40	6,5	0	19	0	0	0	0	38
2016	187,8	62,6	263,7	76,1	10,7	8,3	0	0	0	0	0	0
2017	43,8	60,7	177,7	184,8	8,2	7,8	5,5	0	0	0	0	0
2018	37,7	233,2	63	138,6	14,7	0	0	0	0	12,1	7,5	11,1
2019	69,8	223,5	230,9	115,5	60,8	3,2	6,7	0	0	0	0	0
2020	173,4	265,9	410,7	182,3	169	10,2	0	0	0	0	141,9	0
2021	0	248,5	99,7	262	63,7	2,7	8,3	2,1	0	0	0	73,5
2022	191,5	138,6	243	111,4	22,2	67,4	18,4	32	0	0	82,5	89,2
2023	70	115,6	355,7	182,9	46,7	23,4	4,2	10	0	0	6,5	16

Fonte: AESA (2025).

Inicialmente, os dados pluviométricos passaram por verificação de consistência, com conferência de falhas, identificação de valores ausentes e correção de possíveis inconsistências. Em seguida, as informações foram organizadas e processadas em ferramentas computacionais de cálculo desenvolvidas especificamente para o estudo de Araújo (2021), as quais permitiram o tratamento estatístico das séries históricas e a padronização das análises.

As séries mensais foram utilizadas para caracterizar a sazonalidade do regime de chuvas da região, enquanto os totais e máximos anuais subsidiaram a identificação de eventos extremos. Observa-se que os totais mensais registrados em 2020 foram, de modo geral, superiores aos observados em 2023, evidenciando um ano hidrológicamente mais chuvoso. Essa diferença no regime pluviométrico influenciou diretamente as condições superficiais da bacia, refletindo-se nas variações posteriores identificadas nas classes de uso e cobertura do solo, especialmente na dinâmica das áreas vegetadas e não vegetadas.

A partir desses dados, determinaram-se os parâmetros hidrológicos fundamentais, como a lâmina de precipitação total (P), cujo valor obtido foi 44,54 mm, e a intensidade média de chuva (I), estimada em 28,34 mm/h. Tais resultados foram fundamentados na análise técnica voltada aos tempos de retorno (TR) de 2, 5 e 10 anos, garantindo uma base estatística sólida para diferentes níveis de segurança estrutural e probabilidade de ocorrência. A metodologia contemplou intervalos de duração variando de 5 minutos a 1440 minutos, permitindo observar o comportamento da precipitação desde eventos críticos de curta duração até cenários de saturação prolongada. Essa amplitude temporal é essencial para correlacionar o decaimento da intensidade pluviométrica com o tempo de concentração das bacias estudadas, assegurando que os valores de projeto reflitam com precisão a dinâmica hidrológica local para os períodos de recorrência selecionados.

Esses parâmetros são essenciais para a caracterização do evento pluviométrico de projeto e para a quantificação do potencial de geração de escoamento superficial na área de estudo.

### 3.3. ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

A estimativa do tempo de concentração ( $T_c$ ) foi realizada com o objetivo de determinar o intervalo necessário para que a água precipitada no ponto hidrológicamente mais distante da bacia alcance o exutório, parâmetro fundamental para a definição da duração crítica da chuva de projeto e para o cálculo das vazões máximas de escoamento superficial.

Com o intuito de evidenciar a variabilidade dos resultados e aumentar a confiabilidade das estimativas, foram aplicados diferentes métodos empíricos amplamente utilizados na literatura hidrológica, destacando-se as formulações propostas por Kirpich (1940), Carter (1961), Soil Conservation Service - SCS/NRCS (1972) e Dooge (1973). Esses métodos estabelecem relações entre o tempo de concentração e parâmetros físicos da bacia, como comprimento do talvegue, declividade média e características do escoamento superficial, sendo amplamente empregados em estudos de microbacias urbanas e áreas de pequena extensão, como os trechos analisados neste trabalho.

Os parâmetros morfométricos necessários, como comprimento do talvegue principal, diferença altimétrica e declividade média da bacia, foram obtidos a partir do processamento espacial realizado em ambiente SIG por meio do software QGIS. Posteriormente, os cálculos

foram organizados em planilhas eletrônicas, permitindo a comparação entre os valores estimados por cada método e a utilização do tempo de concentração nas etapas subsequentes de estimativa do escoamento superficial e análise do comportamento hidrológico da área de estudo.

O tempo de concentração por Kirpich é dado pela Equação abaixo:

$$tc = 57 \times (\overline{L\Delta h^3})^{0,385}$$

(Eq.7)

O tempo de concentração conforme método simplificado NRCS - SCS é expresso pela Equação:

$$TC = L^{0,819} \frac{1000CN \times S^{-0,95}}{0,7}$$

(Eq.8)

O tempo de concentração formulado por Dooge por meio da Equação abaixo:  $TC$

$$= 0,385 \times L^{0,8} \times S^{-0,4}$$

(Eq.9) De acordo com Carter, o tempo de concentração é dado por:

$$TC = 0,0977 \times l^{0,6} \times S^{-0,3}$$

(Eq.10)

Onde:

$T_c$  = tempo de concentração (min);

$L$  = comprimento do talvegue principal (m);  $S$  = declividade média do percurso hidráulico (m/m);  $CN$

= *Curve Number*.

$h$  = Diferença de cota (m);

### 3.4. ESTIMATIVA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL E DAS VAZÕES DE PICO

A estimativa do escoamento superficial foi realizada com o propósito de quantificar o volume de precipitação convertido em escoamento direto e avaliar os efeitos da impermeabilização sobre a resposta hidrológica dos trechos urbanos estudados. Para isso, foram empregados métodos hidrológicos consagrados, selecionados conforme a finalidade específica de cada parâmetro analisado.

Para a estimativa das vazões máximas, adotou-se o Método Racional Modificado, amplamente aplicado em bacias urbanas de pequena extensão devido à sua simplicidade de aplicação e à adequada representação do comportamento hidrológico em áreas urbanizadas. Nesse método, a vazão de pico é obtida a partir da relação entre intensidade de chuva, área de contribuição e coeficiente de escoamento superficial. Considerando as condições de uso e ocupação do solo da área de estudo, adotaram-se valores distintos para o coeficiente de escoamento ( $C$ ), sendo  $C = 0,4$  para superfícies com cobertura natural e  $C = 0,9$  para superfícies pavimentadas ou asfaltadas, valores compatíveis com aqueles recomendados na literatura para áreas urbanizadas.

O tempo de concentração, parâmetro fundamental para a definição da duração crítica da chuva de projeto, foi estimado por diferentes formulações empíricas, sendo adotado prioritariamente o método de Carter (1961), devido à sua ampla aplicação em pequenas bacias urbanas e à necessidade de apenas variáveis morfométricas facilmente obtidas em ambiente SIG, como o comprimento do talvegue principal e a declividade média da bacia.

Paralelamente, o método do Soil Conservation Service SCS (1972) foi empregado para a estimativa da lâmina de escoamento direto a partir do Curve Number (CN), permitindo avaliar a relação entre precipitação, infiltração e armazenamento potencial do solo. Esse método possibilita estimar o volume de escoamento gerado em função das características do uso e cobertura do solo e do grupo hidrológico do solo predominante na área de estudo.

Além da determinação da lâmina de escoamento direto, o método do SCS também permite estimar a vazão de pico do hidrograma de cheia, por meio da aplicação do Hidrograma Unitário Triangular (HUT). Nesse modelo, a transformação da precipitação efetiva em vazão considera a geometria triangular do hidrograma, sendo a vazão máxima dependente da área da bacia e do tempo ao pico do hidrograma ( $t_p$ ).

O tempo de máxima vazão ( $t_p$ ) corresponde ao intervalo entre o início da precipitação efetiva e a ocorrência da vazão máxima, sendo determinado em função da duração da chuva de projeto ( $t_d$ ) e do tempo de concentração da bacia ( $t_c$ ). A partir desse parâmetro, é possível estimar a vazão de pico do hidrograma triangular, permitindo a representação simplificada da resposta hidrológica da bacia ao evento de precipitação .

Com base nos parâmetros obtidos: precipitação de projeto, intensidade de chuva, tempo de concentração, coeficiente de escoamento e Curve Number foram determinadas as lâminas escoadas, volumes e vazões de pico, permitindo a análise comparativa do comportamento hidrológico da bacia nos diferentes cenários avaliados. Os cálculos foram organizados em planilhas eletrônicas, garantindo padronização, rastreabilidade e reprodutibilidade dos resultados utilizados nas análises subsequentes.

As equações utilizadas para a determinação da precipitação efetiva, capacidade de armazenamento do solo, tempo ao pico e vazão de pico do hidrograma triangular do SCS são apresentadas a seguir, conforme proposto pelo Soil Conservation Service e descrito em manuais de drenagem urbana.

A retenção potencial máxima do solo é determinada pela Equação:

$$S = \frac{25400CN}{100 + CN} - 254 \quad (\text{Eq.11})$$

O escoamento superficial direto é calculado por meio da expressão:

$$Q = (P - \overline{0.25S})^2 \quad (\text{Eq.12})$$

A vazão de pico do (HUT), é dado por:

$$Q_p = \frac{2.08 A}{t_p} \quad (\text{Eq.13})$$

O tempo de máxima vazão é expressa por:

$$t'_p = \frac{td}{2} + 0,6 \times tc$$

(Eq.14)

Em que:

A = Área da bacia (km<sup>2</sup>);

P = Precipitação total (mm);

Q = Lâmina de escoamento superficial (mm);

S = Armazenamento potencial do solo (mm); CN

= *Curve Number*.

Q<sub>p</sub> = Vazão de pico do método HUT (m<sup>3</sup>/s);

t'<sub>p</sub> = Tempo de máxima vazão (horas);

T<sub>c</sub> = Tempo de concentração (horas);

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

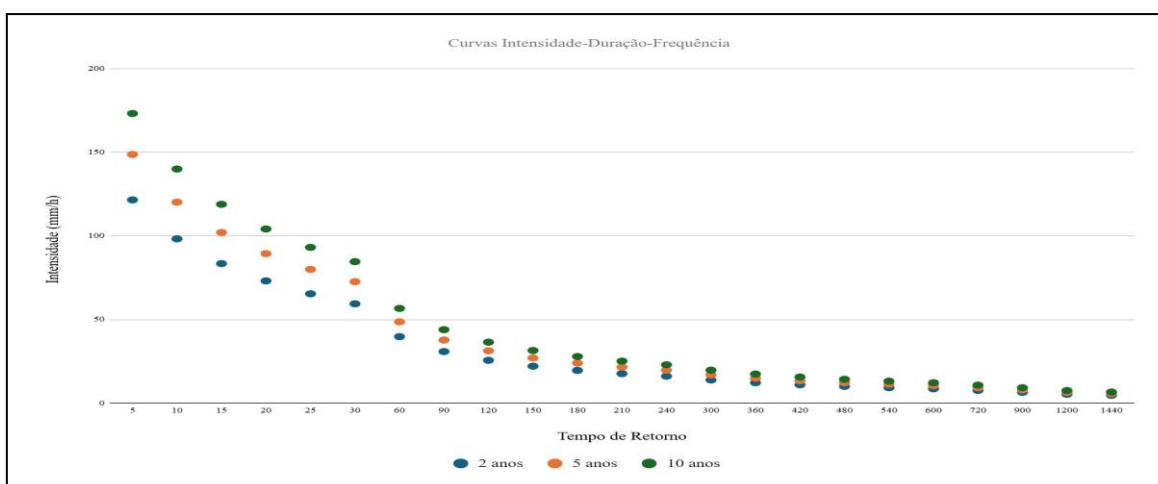
### 4.1. ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

A partir dos parâmetros hidrológicos estimados tempo de concentração ( $T_c$ ), coeficiente CN, lâmina de escoamento direto e vazões de pico foram realizados cálculos analíticos para caracterizar o comportamento hidrológico das áreas contribuintes nos diferentes cenários de uso e ocupação do solo.

Os resultados foram organizados em tabelas e gráficos comparativos, permitindo a análise quantitativa entre os trechos estudados e entre os anos de 2020 e 2023. Essa sistematização evidenciou alterações hidrológicas associadas ao aumento da impermeabilização do solo, refletidas principalmente no acréscimo do CN médio ponderado, na redução do tempo de resposta da bacia e no aumento das vazões de pico, indicando maior propensão à geração de escoamento superficial e sobrecarga potencial do sistema de drenagem urbana.

A avaliação concentrou-se na determinação das variáveis de resposta da bacia por meio de métodos empíricos, associando os valores de tempo de concentração às intensidades de precipitação obtidas pelas curvas Intensidade - Duração - Frequência (IDF) mostrada no Gráfico 1, considerando diferentes tempos de retorno, Tabela 2. Dessa forma, foram estimadas as vazões máximas e o escoamento superficial direto para as condições pré e pós-pavimentação

Gráfico 1 - Curvas (IDF)



Fonte: Autoria própria (2026).

A tabela e o gráfico apresentados evidenciam o comportamento típico das curvas Intensidade–Duração–Frequência (IDF). Observa-se que, para uma mesma duração, a intensidade da precipitação aumenta à medida que cresce o tempo de retorno, refletindo a maior severidade associada a eventos mais raros e extremos.

Tabela 2 - Intensidade de chuva

Duração (min)	Período de Retorno		
	2 anos	5 anos	10 anos
5	121,56	148,70	173,20
10	98,25	120,19	139,99
15	83,45	102,08	118,90
20	73,09	89,41	104,14
25	65,37	79,97	93,15
30	59,37	72,63	84,59
60	39,75	48,63	56,64
90	30,83	37,71	43,93
120	25,58	31,30	36,45
150	22,08	27,01	31,46
180	19,54	23,91	27,85
210	17,61	21,55	25,10
240	16,09	19,68	22,92
300	13,82	16,90	19,69
360	12,19	14,91	17,37
420	10,96	13,41	15,62
480	9,99	12,23	14,24
540	9,21	11,27	13,12
600	8,56	10,47	12,20
720	7,54	9,22	10,74
900	6,45	7,89	9,19
1200	5,28	6,45	7,52
1440	4,64	5,68	6,61

Fonte: Autoria própria (2026).

Por outro lado, para um mesmo tempo de retorno, verifica-se que a intensidade da chuva diminui com o aumento da duração do evento. Esse comportamento ocorre porque precipitações muito intensas tendem a concentrar-se em intervalos curtos de tempo, enquanto

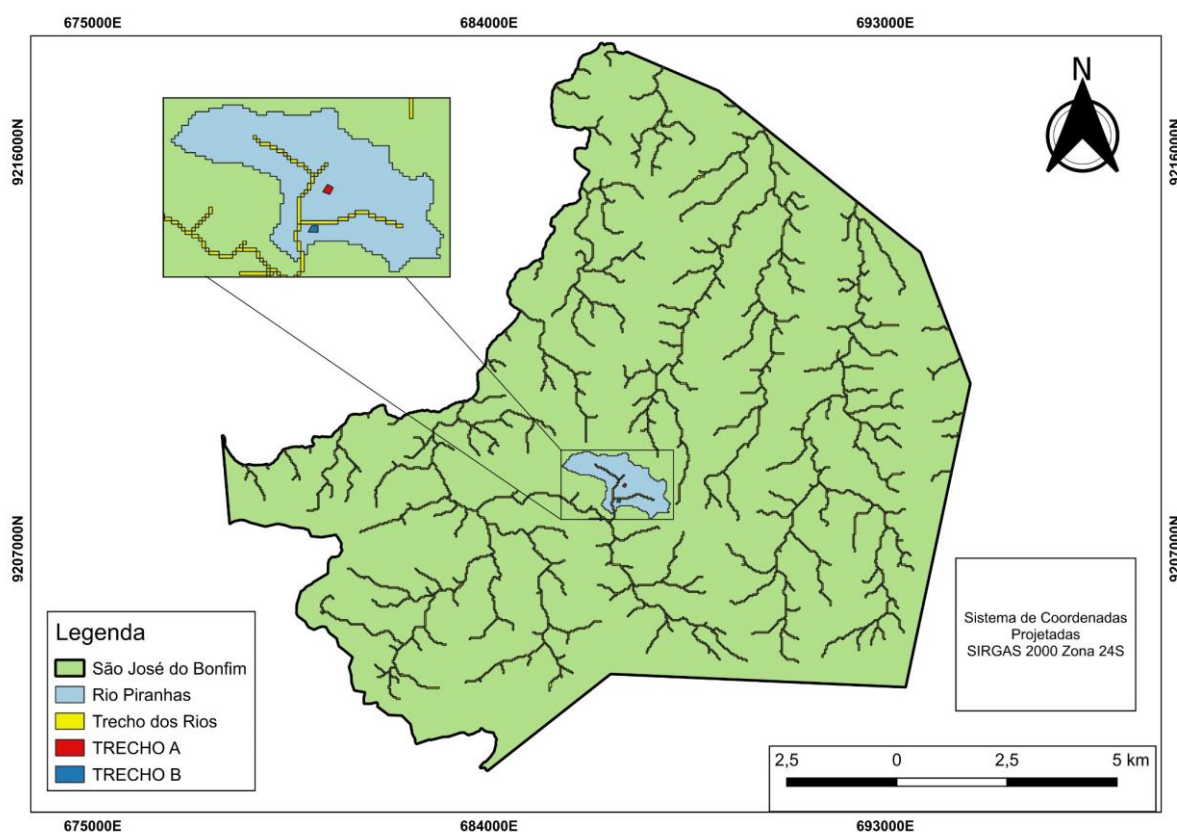
eventos de maior duração apresentam distribuição mais uniforme da lâmina precipitada, resultando em menores valores médios de intensidade.

#### 4.2. DELIMITAÇÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

A Figura 6 apresenta a delimitação da bacia hidrográfica de contribuição associada aos trechos A e B, evidenciando os limites da área drenante, a rede de drenagem e a inserção das áreas analisadas na bacia do rio Piranhas-Açu.

A área delimitada corresponde a aproximadamente 1.8564 km<sup>2</sup>, com comprimento do talvegue principal de 1,3 km. Observa-se que os trechos localizam-se ao longo do eixo preferencial de escoamento superficial, recebendo contribuições das porções a montante da bacia, o que favorece a concentração das vazões e influencia diretamente o comportamento hidrológico observado nos pontos analisados.

Figura 4 - Delimitação da bacia de contribuição dos trechos estudados, inseridas na Bacia do Rio Piranhas-Açu



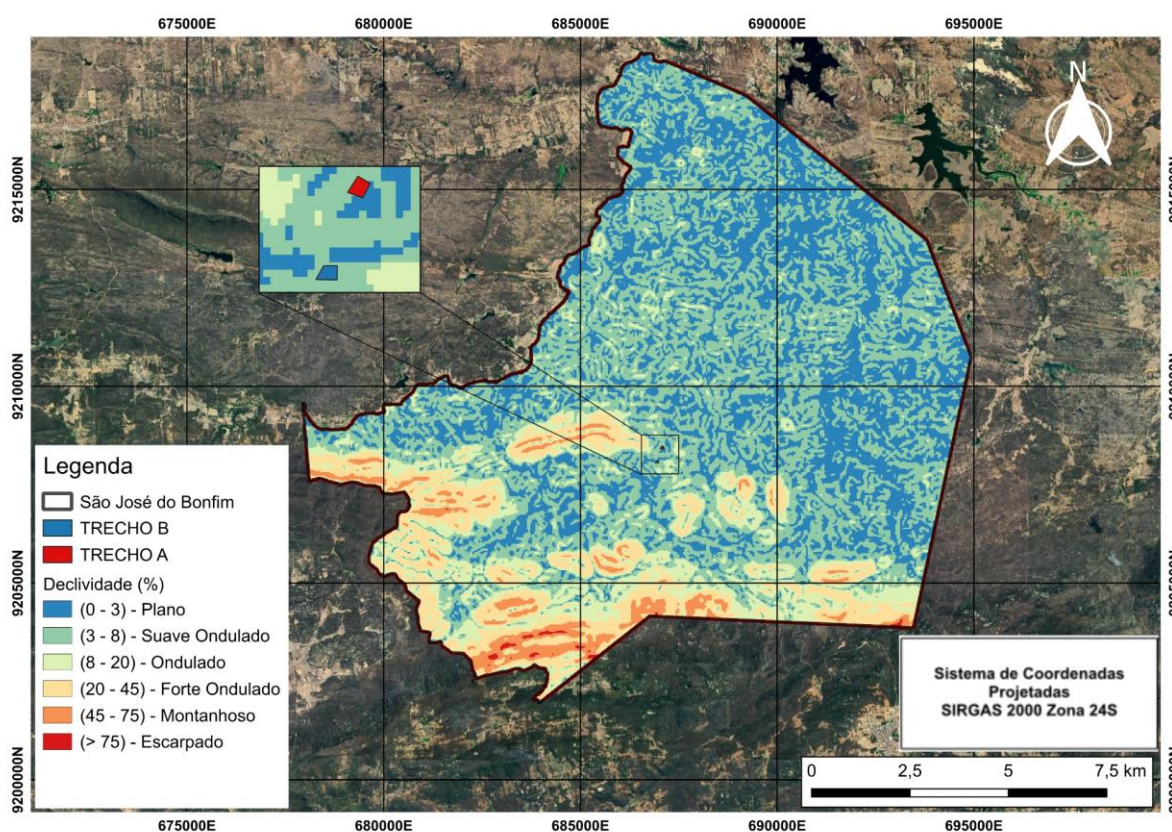
Fonte: Autoria própria (2026).

### 4.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E CONDIÇÕES DE DRENAGEM DOS TRECHOS

#### 4.3.1. Mapa de declividade e Curvas de nível dos trechos estudados

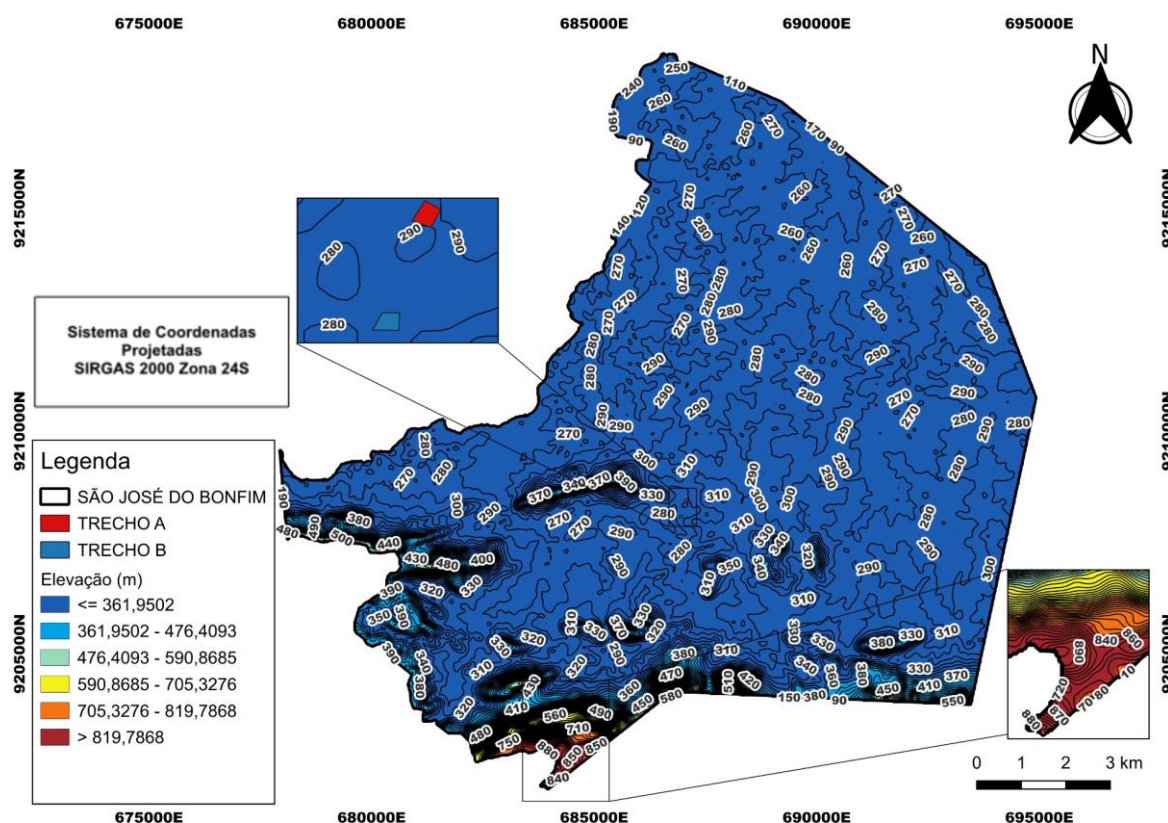
Os mapas de declividade (Figura 3) e de curvas de nível (Figura 4) foram elaborados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), previamente utilizado na delimitação das áreas de contribuição. Esses produtos cartográficos possibilitam a análise da configuração topográfica local, evidenciando a distribuição espacial das cotas altimétricas, bem como a identificação das áreas mais elevadas e das zonas mais baixas do terreno, que condicionam o direcionamento do escoamento superficial.

Figura 5 - Mapa de declividade dos trechos



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 6 - Mapa de curvas de nível dos trechos estudados



Fonte: Autoria própria (2026).

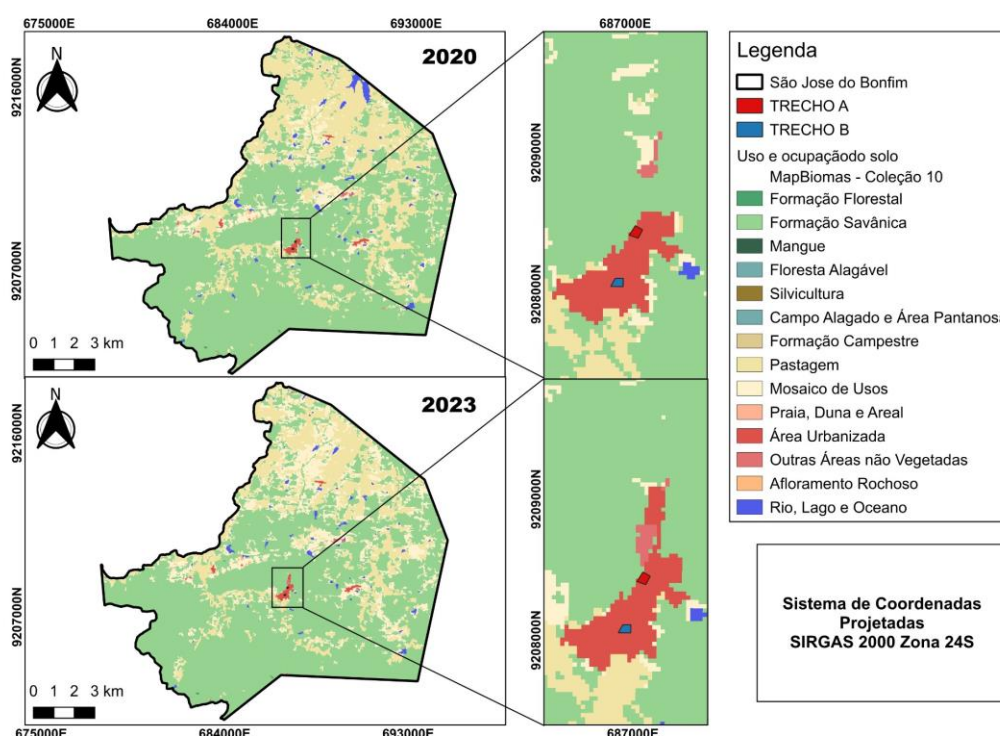
O mapa de curvas de nível demonstra contraste altimétrico significativo na área de contribuição, com porções mais elevadas atingindo cotas próximas de 900 m, enquanto os trechos analisados localizam-se em altitudes inferiores, situadas entre aproximadamente 280 m e 290 m. Essa diferença altimétrica favorece o escoamento gravitacional das águas pluviais das áreas mais altas para as regiões mais baixas, promovendo a concentração de fluxos nos pontos onde se inserem os trechos A e B. Tal configuração topográfica contribui para o acúmulo temporário de água e explica a maior ocorrência de alagamentos nesses locais durante eventos de chuva intensa.

Quanto à declividade, o mapa temático evidencia comportamento distinto entre os trechos analisados. O Trecho A encontra-se predominantemente inserido em área classificada como relevo plano (0–3%), enquanto o Trecho B está situado em faixa de relevo suave ondulado (3–8%). Essa diferenciação topográfica indica variação no gradiente superficial entre os pontos estudados, constituindo fator relevante para a interpretação da dinâmica de drenagem local, a ser discutida nos cálculos hidrológicos subsequentes.

#### 4.4. MUDANÇAS DO USO DO SOLO E VARIAÇÃO DO CN NOS TRECHOS ESTUDADOS

A comparação entre os cenários anterior e posterior à pavimentação evidenciou alterações significativas na cobertura superficial dos trechos A e B (Figura 3). Observa-se a ampliação das áreas classificadas como infraestrutura urbana/pavimentação e a consequente redução de superfícies vegetadas ou permeáveis.

Figura 7 - Evolução do Uso e Ocupação do solo no trechos A e B



Fonte: Autoria própria (2026).

O aumento das áreas impermeáveis observado entre 2020 e 2023 refletiu diretamente na elevação do valor do CN, uma vez que a substituição de superfícies naturais por pavimentação reduz a capacidade de infiltração do solo. Como consequência, durante eventos de precipitação, ocorre maior conversão da chuva em escoamento superficial direto, intensificando as vazões de pico e a resposta hidrológica dos trechos analisados. As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores de CN médio ponderado obtidos para cada classe de uso e cobertura do solo e para cada período analisado, evidenciando as alterações no comportamento hidrológico decorrentes das transformações antrópicas na área de estudo.

Tabela 3 - Uso e cobertura do solo e CN médio ponderado (2020)

<b>Classe de uso e cobertura 2020</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% da área</b>	<b>CN (Grupo C)</b>	<b>CN ponderado</b>
Formação Campestre	0,0198	0,01	79	0,01
Formação Florestal	0,0432	0,03	77	0,02
Afloramento Rochoso	0,1629	0,1	95	0,1
Outras Áreas Não Vegetadas	0,198	0,13	91	0,12
Área Urbanizada	0,5598	0,36	94	0,34
Rio, Lago e Oceano	1,8576	1,19	98	1,17
Mosaico de Usos	14,697	9,39	86	8,08
Pastagem	37,4841	23,96	86	20,6
Formação Savânica	101,9115	65,18	74	48,23
<b>Total</b>	<b>156,4458</b>	<b>100</b>	<b>—</b>	<b>78,67</b>

Fonte: Autoria Própria (2026).

Tabela 4 - Uso e cobertura do solo e CN médio ponderado (2023)

<b>Classe de uso e cobertura 2023</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% da área</b>	<b>CN (Grupo C)</b>	<b>CN ponderado</b>
Formação Campestre	0,0441	0,03	79	0,02
Formação Florestal	0,0855	0,05	77	0,04
Afloramento Rochoso	0,1746	0,11	95	0,11
Outras Áreas Não Vegetadas	0,1782	0,11	91	0,1
Área Urbanizada	0,612	0,39	94	0,37
Rio, Lago e Oceano	1,053	0,67	98	0,66
Mosaico de Usos	23,8473	15,2	86	13,07
Pastagem	26,1171	16,64	86	14,31
Formação Savânica	104,8221	66,8	74	49,43
<b>Total</b>	<b>156,9333</b>	<b>100</b>	<b>—</b>	<b>78,11</b>

Fonte: Autoria Própria (2026).

Comparando as duas tabelas atualizadas, observa-se que os valores de CN atribuídos ao grupo hidrológico C foram mantidos para as respectivas classes de uso e cobertura do solo;

entretanto, verificaram-se alterações na distribuição percentual dessas classes ao longo do período analisado.

Verifica-se aumento das áreas classificadas como Mosaico de Usos, Área Urbanizada, Formação Savânica, além de discretos acréscimos em Formação Campestre e Formação Florestal. Por outro lado, houve redução das áreas de Pastagem, Rio, Lago e Oceano, Outras Áreas Não Vegetadas e Afloramento Rochoso.

Essas modificações refletiram nos valores do CN médio ponderado, que apresentou leve redução, passando de 78,67 (2020) para 78,11 (2023). Diferentemente da hipótese inicial de intensificação do escoamento, os resultados indicam que, apesar das mudanças na composição do uso e cobertura do solo, o comportamento hidrológico global da bacia manteve-se praticamente estável no período analisado, com discreta tendência de diminuição do potencial de geração de escoamento superficial.

#### 4.5. CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PARA OS TRECHOS

Com base nas metodologias previamente descritas, procedeu-se à determinação do tempo de concentração ( $T_c$ ) da bacia contribuinte por meio dos métodos de Kirpich, Dooge, NRCS e Carter, principalmente, considerando os cenários analisados. Como se trata de uma única bacia hidrográfica, os métodos fundamentados exclusivamente nos parâmetros geomorfológicos comprimento do talvegue e declividade média apresentaram valores idênticos para os anos de 2020 e 2023, evidenciando que a configuração física da área de drenagem permaneceu inalterada no período estudado. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4, permitindo a comparação direta entre os métodos empregados e os cenários avaliados.

Tabela 5 - Comparação do tempo de concentração ( $T_c$ ) para os anos de 2020 e 2023

<b>Método</b>	<b><math>T_c</math> (min)</b>	<b><math>T_c</math> (h)</b>
Kirpich	32,03	0,53
NRCS-SCS (CN 2020)	281,4	4,69
NRCS-SCS (CN 2023)	286,2000	4,7700
Dooge	842,16	14,04
Carter	31,25	0,52

Fonte: Autoria Própria (2026).

Os tempos de concentração obtidos pelos diferentes métodos apresentaram variações expressivas (Tabela 5). Os métodos de Kirpich e Carter resultaram em valores bastante próximos, com 32,03 min (0,53 h) e 31,25 min (0,52 h), respectivamente, indicando respostas hidrológicas rápidas da bacia. Esses métodos são amplamente utilizados em bacias de pequena extensão e com características urbanizadas, pois consideram principalmente parâmetros geomorfológicos como comprimento do talvegue e declividade média.

Por outro lado, o método do NRCS-SCS apresentou tempos de concentração significativamente maiores, com 281,40 min (4,69 h) para o cenário de CN 2020 e 286,20 min (4,77 h) para CN 2023. A pequena diferença entre os dois resultados reflete a baixa variação do Curve Number entre os anos analisados, indicando que as mudanças no uso e cobertura do solo foram pouco significativas no período considerado.

O método de Dooge apresentou o maior tempo de concentração estimado, com 842,16 min (14,04 h), valor substancialmente superior aos demais métodos. Esse comportamento ocorre porque a formulação proposta por Dooge tende a representar respostas hidrológicas mais lentas, sendo frequentemente aplicada em bacias de maior escala.

Embora o tempo de concentração represente a resposta hidrológica global da bacia, os trechos A e B apresentam comportamentos hidráulicos distintos em função da declividade longitudinal das vias. O Trecho A localiza-se em área com declividade entre 0 e 3%, caracterizando relevo plano e menor gradiente hidráulico, condição que reduz a velocidade de escoamento superficial e favorece o acúmulo temporário de água. Já o Trecho B apresenta declividade entre 3 e 8%, classificada como suave ondulada, o que proporciona maior velocidade de escoamento e menor tempo de permanência da lâmina d'água na superfície.

Dessa forma, enquanto o tempo de concentração expressa o comportamento hidrológico da bacia como um todo, as diferenças de declividade entre os trechos influenciam diretamente a dinâmica do escoamento superficial. O Trecho A tende a apresentar maior suscetibilidade à ocorrência de alagamentos devido ao menor gradiente hidráulico, enquanto o Trecho B, mesmo recebendo contribuição semelhante da bacia, apresenta escoamento mais rápido em razão da maior declividade do terreno.

#### 4.6. CÁLCULO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PARA OS TRECHOS

Para a análise do escoamento superficial, utilizando também as metodologias prévias, foram estimadas a lâmina de escoamento direto e as vazões de pico com base no método do NRCS (Curve Number) e no Método Racional, conforme procedimentos apresentados anteriormente. As principais diferenças verificadas nos resultados decorrem essencialmente das variações no uso e cobertura do solo e, conseqüentemente, dos parâmetros hidrológicos associados. Os valores obtidos encontram-se sistematizados na Tabela 5, permitindo a comparação objetiva entre os períodos estudados.

Tabela 6 - Comparação dos resultados de escoamento superficial (2020 e 2023)

Ano	S (mm)	Q (mm)	Qp NRCS (m <sup>3</sup> /s)	Q - Método Racional Modificado (m <sup>3</sup> /s)
2020	68,87	9,5	4,75	1,58
2023	71,18	9,05	4,75	3,56

Fonte: Autoria Própria (2026).

A comparação dos resultados evidencia diferenças relevantes no comportamento hidrológico entre os cenários analisados. A partir da aplicação do Método Racional Modificado, observou-se aumento significativo da vazão estimada para o ano de 2023 em relação a 2020, passando de 1,58 m<sup>3</sup>/s para 3,56 m<sup>3</sup>/s. Esse incremento está diretamente associado ao aumento do coeficiente de escoamento superficial (C), que representa maior contribuição do escoamento direto e menor capacidade de infiltração e retenção da água precipitada na superfície da bacia.

Por outro lado, os resultados obtidos por meio do método do NRCS (Curve Number) indicaram comportamento relativamente semelhante entre os dois cenários analisados. A lâmina de escoamento direto apresentou pequena variação, passando de 9,50 mm em 2020 para 9,05 mm em 2023. Da mesma forma, o potencial máximo de retenção da bacia (S) apresentou variação discreta, aumentando de 68,87 mm para 71,18 mm. Esses resultados indicam que, apesar das alterações observadas nos parâmetros hidrológicos adotados, a capacidade de retenção e infiltração da bacia manteve comportamento relativamente próximo entre os dois períodos avaliados.

Em relação à vazão de pico estimada pelo método do NRCS, os valores permaneceram constantes para os dois cenários analisados, com vazão de 4,75 m<sup>3</sup>/s. Isso ocorre porque esse

parâmetro depende fundamentalmente da área da bacia contribuinte e do tempo ao pico do hidrograma, que permaneceram inalterados nas simulações realizadas.

Quanto à análise dos trechos A e B, embora ambos recebam contribuição da mesma bacia hidrográfica, a declividade longitudinal exerce influência direta na dinâmica do escoamento superficial. O Trecho A, caracterizado por menor declividade, tende a apresentar menor velocidade de escoamento e maior tempo de permanência da lâmina d'água sobre a superfície pavimentada, favorecendo a formação de pontos de acúmulo e potenciais alagamentos. Por outro lado, o Trecho B apresenta maior gradiente hidráulico, o que contribui para o aumento da velocidade do escoamento superficial e para a redução do tempo de permanência da água sobre o pavimento, diminuindo a probabilidade de acúmulo localizado.

#### 4.7. SUGESTÃO PARA MELHORIAS DAS CONDIÇÕES DOS PARÂMETROS ESTUDADOS

Valas de infiltração representam solução viável e de baixo custo para otimizar parâmetros como tempo de concentração, pico de vazão e concentração de poluentes em cidades pequenas do semiárido paraibano. Elas promovem infiltração local da água pluvial, reduzindo o escoamento superficial em até 50% e recarregando o aquífero freático, conforme dimensionamento adaptado de Carvalho Júnior (2020). O  $T_c$  aumenta em trechos pavimentados com valas, retardando a vazão e evitando inundações típicas de chuvas intensas na região (Ferreira et al, 2023). Para o trecho A pavimentado em São José do Bonfim, onde temos uma declividade menor teremos um dimensionamento adaptado da seguinte forma:

Tabela 7 - Estimativa de custos para poço de infiltração com área de captação 250 m<sup>2</sup>

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Escavação manual	m <sup>3</sup>	6,8	17,91	121,79
Anéis de concreto	Unid.	4	634,39	2.537,56
Brita	m <sup>3</sup>	3,87	26,06	100,85
Tampa de concreto	m <sup>2</sup>	3,46	123,27	426,51
			Soma Total	3.186,71

Fonte: Ferreira et al, (2023).

Para o Trecho B, propõe-se a implantação de bocas de lobo estrategicamente posicionadas ao longo da via, associadas a sistema de microdrenagem dimensionado conforme a vazão de pico estimada pelo Método Racional. Considerando que o trecho está inserido em área com

declividade maior, o escoamento superficial ocorre com maior velocidade em comparação ao Trecho A, favorecendo o direcionamento natural da lâmina d'água ao longo da via.

Nessas condições, a maior inclinação longitudinal contribui para a concentração do fluxo superficial, favorecendo a eficiência da captação pelos dispositivos de drenagem instalados ao longo da via. Conforme apontado por Gomes et al. (2016), a adequada disposição e dimensionamento dos dispositivos de microdrenagem são determinantes para o desempenho hidráulico do sistema, especialmente em áreas com maior gradiente topográfico. Assim, a instalação de bocas de lobo em pontos estratégicos, particularmente em regiões de convergência do escoamento e em cotas mais baixas, tende a reduzir o tempo de permanência da lâmina d'água sobre o pavimento, minimizando a ocorrência de alagamentos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados obtidos permitiu compreender o comportamento hidrológico da área de estudo, evidenciando a influência das características físicas da bacia e das condições de uso e ocupação do solo sobre a dinâmica do escoamento superficial. A estimativa do tempo de concentração indicou uma resposta hidrológica relativamente rápida da bacia. Entre os métodos aplicados, o método de Carter foi adotado como referência principal para a determinação do tempo de concentração, por apresentar formulação adequada para bacias de pequena dimensão e áreas urbanizadas. Os métodos de Kirpich e Dooge apresentaram valores próximos entre si, enquanto o método do NRCS resultou em tempos inferiores devido à incorporação do parâmetro Curve Number em sua formulação, o que tende a representar de forma mais direta os efeitos da impermeabilização e das características de infiltração do solo.

Embora os dois pontos analisados pertençam à mesma bacia de contribuição, verificou-se que a declividade exerce influência significativa na dinâmica do escoamento superficial. O Trecho B, caracterizado por declividades mais elevadas, apresenta maior velocidade de escoamento superficial e maior capacidade de condução das águas pluviais. Por outro lado, o Trecho A, inserido em área de menor declividade, tende a favorecer a permanência da lâmina d'água sobre a superfície, aumentando o tempo de escoamento e a probabilidade de formação de pontos de acúmulo e alagamento.

A estimativa das vazões de escoamento foi realizada por meio de dois métodos hidrológicos complementares. O Método Racional Modificado foi utilizado para estimar as vazões máximas associadas aos cenários de uso e ocupação do solo, incorporando o coeficiente de escoamento superficial e um fator de ajuste relacionado às características da bacia. Os resultados indicaram aumento expressivo da vazão estimada no cenário mais recente, refletindo o aumento do coeficiente de escoamento e, conseqüentemente, a maior contribuição do escoamento superficial decorrente da presença de superfícies impermeabilizadas.

Paralelamente, foi aplicado o método do NRCS (Curve Number) para a estimativa da lâmina de escoamento direto e para a determinação das vazões de pico a partir do hidrograma unitário do SCS. Os resultados obtidos indicaram valores próximos de lâmina de escoamento entre os cenários analisados, enquanto a vazão de pico estimada pelo hidrograma do SCS permaneceu constante devido à manutenção da área da bacia e do tempo ao pico do hidrograma.

Esse resultado evidencia que, embora pequenas variações nos parâmetros hidrológicos possam ocorrer, a resposta global da bacia tende a manter comportamento semelhante quando as características geomorfológicas permanecem inalteradas.

A avaliação dos cenários analisados demonstrou que a presença de superfícies impermeabilizadas decorrentes da pavimentação contribui para o aumento das vazões associadas ao escoamento superficial. Mesmo com pequenas variações no valor médio do Curve Number, observou-se intensificação do potencial de geração de escoamento, evidenciando maior suscetibilidade à ocorrência de alagamentos. Esse comportamento reforça a necessidade de planejamento adequado da drenagem urbana, especialmente em municípios de pequeno porte do semiárido, onde a expansão urbana frequentemente ocorre sem a implantação simultânea de sistemas eficientes de microdrenagem.

Diante desse contexto, foram discutidas alternativas que podem contribuir para a melhoria das condições de drenagem nos trechos estudados. A adoção de dispositivos de microdrenagem e de soluções baseadas em drenagem urbana sustentável apresenta potencial para reduzir os efeitos do escoamento superficial. Entre as medidas consideradas, destacam-se a implantação de valas de infiltração em áreas com menor declividade e a instalação de bocas de lobo em pontos estratégicos de captação ao longo do Trecho B, onde a maior inclinação favorece a condução das águas pluviais. Essas intervenções apresentam viabilidade técnica para municípios de pequeno porte e podem contribuir para a mitigação de eventos de alagamento e para a melhoria do desempenho hidráulico das vias urbanas.

Por fim, recomenda-se, para trabalhos futuros, o desenvolvimento de estudos voltados à implantação de sistemas de drenagem urbana sustentável no município, bem como investigações geotécnicas associadas à identificação de manchas de inundação. Sugere-se também a realização de simulações hidrológicas considerando cenários de expansão urbana e possíveis mudanças climáticas, além da comparação com microbacias urbanas de outras pequenas cidades do semiárido, de modo a ampliar o conhecimento sobre soluções de drenagem adaptadas às condições regionais.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Deividy Kaik de Lima. *Avaliação hidrológica e estimativa de vazão de projeto para macrodrenagem urbana*. 2021. 165 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/21405>. Acesso em: 7 fev. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. *Norma ABGE: 107/2024: ensaios de permeabilidade em solos utilizando furo de sondagem, poço, cava, slug test e anel duplo: procedimentos para execução e interpretação de resultados*. São Paulo: ABGE, 2024.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 11.445/2007. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem*. 2. ed. Brasília, DF: DNIT, 2005. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/715\\_manual\\_de\\_hidrologia\\_basica.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/715_manual_de_hidrologia_basica.pdf). Acesso em: 12 jan. 2026.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas do Brasil: 1991–2020*. Brasília, DF: INMET, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. *Geoportal de desastres naturais*. Brasília, DF: SGB, 2024. Disponível em: <https://geoportal.sgb.gov.br/desastres/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. *Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS*. Brasília, DF: SGB, 2024. Disponível em: <https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/index.php>. Acesso em: 18 dez. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Atlas Digital*. Brasília, DF: MDR, 2024. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>. Acesso em: 8 jan. 2026.

DOS SANTOS, M. G.; MAMEDE, J. R. Desafios da gestão hídrica em pequenas cidades brasileiras: tecnologias e governança. *Revista Gestão Pública Municipal*, v. 27, n. 3, p. 47–59, 2021.

GARCIA, Tatiana de Souza Leite. Diversidade da ciência geográfica e a dimensão política do/no território. *GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, v. 29, n. 2, 2025. Disponível em: [https://revistas.usp.br/geousp/pt\\_BR/article/view/215955](https://revistas.usp.br/geousp/pt_BR/article/view/215955). Acesso em: 1 abr. 2026.

GORELICK, Noel et al. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18–27, 2017.

KELM, L. M.; SILVA, A. P.; FERREIRA, R. S. Avaliação da influência de intervenções permeáveis no escoamento superficial urbano. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 15, n. 3, p. 112–124, 2024.

MAPBIOMAS. *Projeto MapBiomas – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. São Paulo: MapBiomas, 2024.

NÓBREGA, A. E. L.; NEVES, Y. T. Determinação e espacialização de parâmetros de equações de chuvas intensas para o estado da Paraíba. *Geousp*, v. 28, n. 3, e215955.

PEZAN, Victor Faria. *Determinação do SCS-Curve Number usando dados hidrológicos observados de bacias hidrográficas brasileiras*. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

RODRIGUES, N. M.; RODRIGUES, C. E. F.; RODRIGUES, C. R. A falta de drenagem urbana nas cidades brasileiras. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 6, e54911629652, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29652>.

SILVA, G. I. N. et al. Entendendo as características associadas à precipitação para uma região do Nordeste do Pará: análise do comportamento, tendência, eventos extremos e tempo de retorno para o período de 1973–2010. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 6, p. 3177–3192, 2021.

SOARES, Karine Marreiro et al. Uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Cabaçal e estimativa do coeficiente de escoamento superficial. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 12, p. 221–233, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.012.0023>. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/6794>. Acesso em: 7 fev. 2026.

SOBRE AS ÁGUAS. *Como calcular vazão de projeto com o método racional*. 2022. Disponível em: <https://sobreasaguas.com/2022/03/04/como-calcular-vazao-de-projeto-para-areas-menores-qu-e-10km%C2%B2/>. Acesso em: 1 abr. 2026.

SOUZA, Luiz Humberto de Freitas. *Modelo hidrodinâmico para análise de escoamento superficial em microdrenagem: uma contribuição à geomorfologia urbana*. 2024. 254 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2024.5509>.


TUCCI, Carlos E. M. Gestão de águas urbanas e drenagem sustentável: conceitos e desafios. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 27, n. 1, p. 1–12, 2022.

**APÊNDICE A**

<b>Classe de Uso e Cobertura</b>	<b>2020 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>2023 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Variação (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Variação (%)</b>
Formação Florestal	101,9115	104,8221	2,9106	0,0286
Formação Savânica (Caatinga)	0,0432	0,0441	0,0009	0,0208
Campo / Vegetação Herbácea	0,0198	0,0855	0,0657	3,3182
Pastagem	37,4841	26,1171	-11,3670	-30,33 %
Mosaico Agricultura/Pastagem	14,697	23,8473	9,1503	0,6227
Infraestrutura Urbana	0,5598	0,612	0,0522	0,0933
Outras Áreas Não Vegetadas	0,198	0,1746	-0,0234	-11,82 %
Afloramento Rochoso	0,1629	0,1782	0,0153	0,0939
Corpos d'água	1,8576	1,053	-0,8046	-43,31 %
Total	156,9339	156,9339	—	—

**APÊNDICE B**

<b>Parâmetro</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Área da bacia	A	km <sup>2</sup>	1,8564
Comprimento do talvegue	L	m	1308
Declividade média	S	m/m	0,00765
Cota máxima	—	m	290
Cota mínima	—	m	280
Tempo de concentração	tc	h	0,52
Duração da chuva	td	h	1
Intensidade da chuva	i	mm/h	28,34
Precipitação	P	mm	44,54
Curve Number (2020 / 2023)	CN	—	78,67 / 78,11
Coefficiente de escoamento (2020 / 2023)	C	—	0,40 / 0,90
Fator de ajuste	φ	—	0,2709

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	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)

### Trabalho de conclusão de curso

<b>Assunto:</b>	Trabalho de conclusão de curso
<b>Assinado por:</b>	Valteson Silva
<b>Tipo do Documento:</b>	Relatório
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Valteson da Silva Santos, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CBEC-PT**, em 07/04/2026 18:44:38.

Este documento foi armazenado no SUAP em 07/04/2026. 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: 1827261

Código de Autenticação: ddc413270d

