

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE CHEIAS NA BACIA DO RIO CUIÁ: USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E ESTIMATIVA DE VAZÃO

Emanuel Gomes Soares¹; Maria Clara Ribeiro Vilaça²; Antônio Edmilson de Alcântara Dantas³; Lucas Gomes Soares⁴; Gustavo Barbosa Lima da Silva⁵ & Ana Cristina Souza da Silva⁶

Abstract: This article aims to analyze the impacts of urbanization on surface runoff in the Cuiá River Basin, located in the municipality of João Pessoa - PB, with emphasis on the evolution of land use and occupation and the estimation of flows in regions lacking hydrological monitoring. Two scenarios were adopted: past (2007), present (2024). The analysis was based on geoprocessing techniques and supervised classification with satellite images, applying the empirical method SCS-CN to obtain flood flows. The results indicate that the urbanization process significantly increased soil impermeabilization, raising the CN values and, consequently, the estimated peak flows. The study confirms the usefulness of the methodology in urban areas without fluviometric measurement and highlights the importance of urban planning to mitigate hydrological risks.

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar os impactos da urbanização sobre o escoamento superficial na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, localizada no município de João Pessoa - PB, com ênfase na evolução do uso e ocupação do solo e na estimativa de vazões em regiões carentes de monitoramento hidrológico. Dois cenários foram adotados: passado (2007), presente (2024). A análise se baseou em técnicas de geoprocessamento e classificação supervisionada com imagens de satélite, aplicando-se o método empírico SCS-CN para obtenção de vazões de cheia. Os resultados apontam que o processo de urbanização aumentou expressivamente a impermeabilização do solo, elevando os valores de CN e, consequentemente, as vazões de pico estimadas. O estudo confirma a utilidade da metodologia em áreas urbanas sem medição fluviométrica e destaca a importância do planejamento urbano para mitigação dos riscos hidrológicos.

Palavras-Chave – Urbanização, Uso do solo, SCS-CN

1) Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba - Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), - Centro de Tecnologia - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, (83) 98736-1910, emanuel.gomes@academico.ufpb.br

2) Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba - Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), - Centro de Tecnologia - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, (83) 99660-3695, mcerv@academico.ufpb.br

3) Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba - Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), - Centro de Tecnologia - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, E-mail: antonio.alcantara@academico.ufpb.br

4) Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária, João Pessoa - PB, Brasil. CEP: 58051-900. Email: lucas.gomes@academico.ufpb.br

5) Docente, Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária, João Pessoa - PB, Brasil. CEP: 58051-900. Email:

gustavo.silva@academico.ufpb.br

6) Docente, Universidade Federal da Paraíba: Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, (83) 98820-8748, ana.silva@academico.ufpb.br

1. INTRODUÇÃO

O intenso processo de urbanização em centros brasileiros tem alterado profundamente o ciclo hidrológico das bacias, agravando a ocorrência de eventos extremos como enchentes e enxurradas (Tucci, 2007). A substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis reduz a capacidade de infiltração, acelera o escoamento superficial e aumenta o volume de água concentrado nos cursos d'água durante chuvas intensas (Collischonn e Dornelles, 2015). Em muitas microbacias urbanas, a ausência de estações fluviométricas impede a coleta de séries de vazão, tornando inviável o monitoramento direto de cheias.

Nesse contexto, métodos empíricos, baseados em parâmetros de uso do solo e precipitação, configuram-se como alternativas viáveis para a estimativa de vazões de pico. O método SCS-CN — desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (1986 *apud* IPH, 2005) — utiliza o *Curve Number*, parâmetro que combina características de solo e cobertura vegetal, para calcular o volume de escoamento direto produzido por um evento de chuva. Sua simplicidade de aplicação e baixo custo tornam-no uma alternativa em regiões com carência de dados hidrológicos.

Este trabalho busca avaliar, de forma integrada, os impactos da urbanização sobre cheias na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá (João Pessoa-PB), comparando cenários de uso e ocupação do solo em 2007 e 2024. Para tanto, são propostos os seguintes objetivos:

- a) Mapear e comparar o uso do solo (2007 versus 2024) e obter o CN médio da bacia.
- b) Estimar o escoamento direto e a vazão de pico ($TR = 50$ anos) pelo método SCS-CN.
- c) Avaliar implicações para o planejamento urbano e a mitigação de cheias.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGIA

2.1. Urbanização, tempo de concentração e alterações no ciclo hidrológico

Segundo Tucci (2007), a urbanização promove alterações na interceptação da água, evapotranspiração, escoamento e infiltração. A redução da área vegetada resulta na diminuição da capacidade de armazenamento de água no solo e no aumento da velocidade do escoamento. Além disso, a infraestrutura de drenagem muitas vezes não acompanha o crescimento urbano, contribuindo para a sobrecarga dos sistemas convencionais e o agravamento dos impactos. Em bacias não monitoradas, o método SCS-CN (*Soil Conservation Service – Curve Number*) tem sido amplamente utilizado por sua simplicidade e baixo custo de implementação. O modelo considera o tipo de uso do solo, o grupo hidrológico do solo e a intensidade da precipitação para estimar o volume de escoamento direto (Collischonn e Dornelles, 2015).

Neste estudo, o cálculo do tempo de concentração (T_c) foi realizado por meio da metodologia do *Soil Conservation Service* (SCS, 1986 *apud* IPH, 2005), que recomenda dividir a bacia em subtrechos com velocidades de escoamento distintas e somar os tempos parciais. O tempo de concentração total é obtido por:

$$T_c = \sum_{i=1}^N \frac{1000 \cdot L_i}{60 \cdot v_i} \quad (1)$$

Em que:

- L_1 é o comprimento do subtrecho (km);
- v_i é a velocidade do escoamento no trecho (m/s);
- N são o número de subtrechos.

Para os trechos de superfície (como pastagens, solo exposto ou pavimentos), foi utilizada a equação da onda cinemática de Manning (IPH, 2005; Canholi, 2014):

$$T_{si} = \frac{5,474 \cdot (n \cdot L)^{0,8}}{P_{24}^{0,5} \cdot S^{0,4}} \quad (2)$$

Em que:

n é o coeficiente de rugosidade de Manning;

L é o comprimento do trecho (m);

S é a declividade (m/m);

P_{24} é a precipitação com duração de 24 horas (mm), obtida da curva IDF local.

Quando o escoamento ocorre em canais (naturais ou artificiais), aplica-se o conceito de velocidade média com base no raio hidráulico (R_h):

$$R_h = \frac{A_{st}}{P_m} \quad (3)$$

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (4)$$

$$T_{Pi} = \frac{L_{trecho}}{V} \quad (5)$$

Em que:

A_{st} é a área molhada da seção (m²);

P_m é o perímetro molhado (m);

S é a declividade do fundo do canal;

V é a velocidade (m/s);

L_{trecho} são o(s) comprimento(s) do(s) trecho(s) (m).

2.2. Chuva de projeto, tempo de retorno e modelo chuva-vazão

A definição da chuva de projeto é um componente essencial para a modelagem hidrológica. Neste estudo, adotou-se uma chuva de projeto com tempo de retorno (TR) de 50 anos, aplicada a uma curva Intensidade–Duração–Frequência (IDF) (Eq. 6) conforme recomendações para áreas urbanas densamente ocupadas conforme SÃO PAULO (2012).

$$I = \frac{a \cdot TR^b}{(td + c)^d} \quad (6)$$

Em que:

I = intensidade da chuva (mm/h);

TR = tempo de retorno (anos);

td = duração da chuva (minutos);

a, b, c, d = parâmetros calibrados localmente.

A curva IDF utilizada foi a proposta para o município de João Pessoa, baseada em séries históricas de precipitação, apresentada na Eq. (7) conforme JOÃO PESSOA (2021).

$$I = \frac{823,4 \cdot TR^{0,2153}}{(td + 10,9)^{0,7499}} \quad (7)$$

O hidrograma unitário (HU) é uma ferramenta clássica da hidrologia que representa a resposta do escoamento de uma bacia hidrográfica a uma chuva efetiva de 1 mm, distribuída uniformemente sobre toda a bacia, durante um intervalo de tempo específico (Δt). Foi originalmente proposto por

Sherman (1932) e assume que a bacia é linear e invariante no tempo (princípios da superposição e proporcionalidade) (Collischonn e Dornelles, 2015). O HU permite estimar a vazão gerada por chuvas de qualquer intensidade por meio do princípio da convolução, que combina múltiplos HU deslocados no tempo, ponderados pelos volumes da chuva efetiva em cada intervalo. A convolução hidrológica discreta pode ser expressa como:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n P_i \cdot U(t - i \cdot \Delta t) \quad (8)$$

Em que:

$Q(t)$ é a vazão total no tempo (t) (m^3/s);

P_i é a altura da chuva efetiva no intervalo (i) (mm);

$(U(t - i \cdot \Delta t))$ é o valor do hidrograma unitário (HU) no tempo ($t - i \cdot \Delta t$) ($m^3/s/mm$);

Δt são o intervalo de tempo discreto (ex.: 15 minutos);

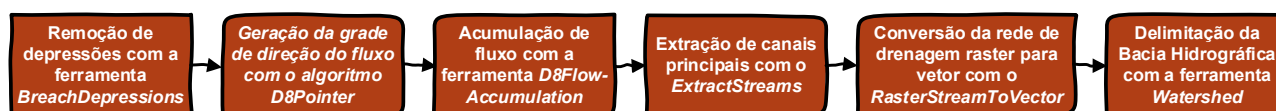
n são o número total de intervalos de chuva.

3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

3.1. Área de estudo

A bacia foi delimitada em ambiente *QGIS*⁷ a partir do MDE *Copernicus GLO-30* (resolução de 30 m), obtido com o *plugin OpenTopography DEM Downloader*⁸, utilizando ferramentas do pacote *Whitebox Tools*⁹ o qual seguiu seis etapas, conforme a Figura 1:

Figura 1 – Processo de delimitação da bacia hidrográfica com o pacote *Whitebox Tools*



Fonte: elaboração própria, (2025).

Com base na hidrografia extraída e na identificação do ponto de exutório do Rio Cuiá, a bacia hidrográfica foi delimitada a partir de seu polígono final, definindo assim a extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, situada no Litoral Sul de João Pessoa, Paraíba (Figura 2) possui área de 45,21 km² e perímetro de 55,44 km, com coordenadas UTM na zona 25S entre 9.210.000 N / 305.000 E e 9.200.000 N / 290.000 E (Soares, 2024).

Abrange 23 bairros, incluindo Mangabeira, Valentina, Cuiá, Cristo Redentor e José Américo, sendo caracterizada por intenso processo de urbanização desde 1994, impulsionado por programas habitacionais como o Minha Casa Minha Vida (Soares, 2024 e João Pessoa, 2024). A expansão urbana desordenada, com destaque para a construção de loteamentos, tem alterado o tempo de concentração e o volume de escoamento superficial. A região é marcada por recorrentes eventos de inundação, especialmente na ponte sobre o Rio Cuiá (coord. UTM 9.204.487,38 N / 296.861,11 E), situada entre os bairros de Mangabeira e Valentina. Registros de inundações foram documentados em

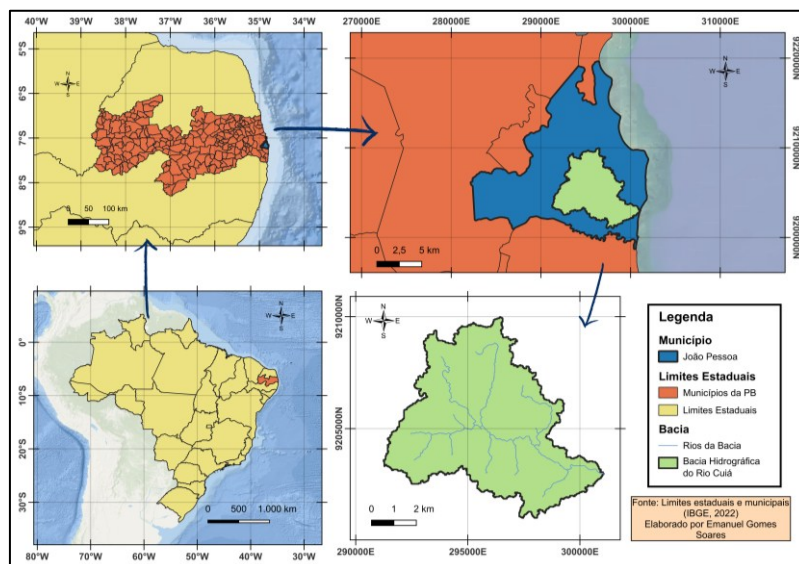
⁷QGIS. Descubra o QGIS. QGIS, 2024. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html . Acesso em: 07 jun. 2024.

⁸OPENTOGRAPHY. Getting Started. OpenTopography, 2024. Disponível em: <https://opentopography.org/start> . Acesso em: 07 jun. 2024.

⁹WHITEBOX GEO. WhiteboxTools Documentation. WhiteboxGeo, 2024. Disponível em: <https://www.whiteboxgeo.com/> . Acesso em: 2024.

diversas médias locais nos anos de 2012, 2022 e 2024, evidenciando a recorrência e a gravidade do problema (Soares, 2024).

Figura 2 – Localização da área de estudo: Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá



Fonte: Soares, (2024).

3.2. Processamento e classificação de imagens

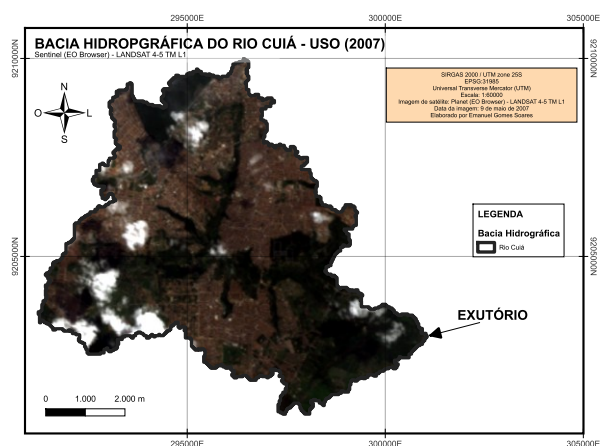
Foram considerados dois cenários distintos de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, com o objetivo de analisar a evolução da urbanização entre os anos de 2007 e 2024. Ambos os cenários foram obtidos por meio da classificação supervisionada de imagens de satélite e processados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

- **Cenário I – Ano de 2007:** Imagens do *LANDSAT 4-5 TM*, de 8 de maio de 2007, obtidas via *Sentinel EO Browser* (SENTINEL HUB, 2024) conforme a Figura 3. Resolução espacial de 30 metros, resultando em pixels de 900 m². Classificação pela técnica de máxima verossimilhança (ver Figura 5 e Tabela 1).
- **Cenário II – Ano de 2024:** Imagens do satélite *PlanetScope Scene*, de 25 de maio de 2024, conforme a Figura 4. Alta resolução espacial (3 m × 3 m) e processadas com licença acadêmica pela plataforma Planet (2024), conforme a Figura 4. Classificação do uso do solo no software ArcGIS Pro v 3.4.1 com método supervisionado por pixel de máxima verossimilhança (ver Figura 6 e Tabela 2).

Foram adotadas oito classes de uso do solo, seguindo a legenda temática da Coleção 5 do MapBiomas (2024).

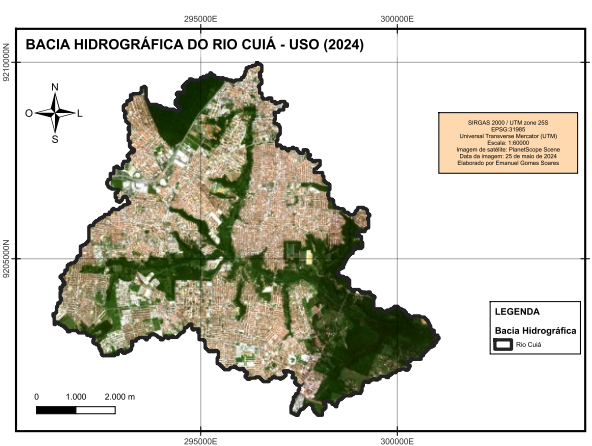
A área de cada classe de uso do solo foi determinada com base nos histogramas das imagens classificadas, multiplicando-se o número de pixels por sua respectiva área (900 m² para o ano de 2007 e 9 m² para 2024). A classificação supervisionada das imagens de 2007 e 2024 mostrou crescimento da área de infraestrutura urbana de 48,62 % para 54,04 %, com redução proporcional de pastagens (21,28 % → 19,67 %) e formações naturais. Manguezais e formações florestais também recuaram levemente, reforçando o avanço das ocupações impermeáveis na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá (ver Figuras 4–5 e Tabela 1-2).

Figura 3 – Uso do solo (em 2007) na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá



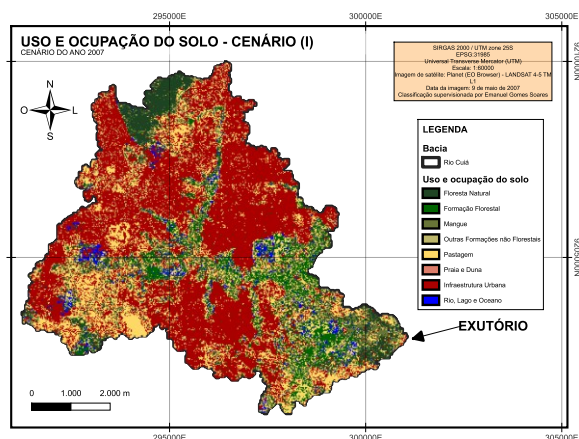
Fonte: Soares, (2024).

Figura 4 – Uso do solo atual (em 2024) na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá



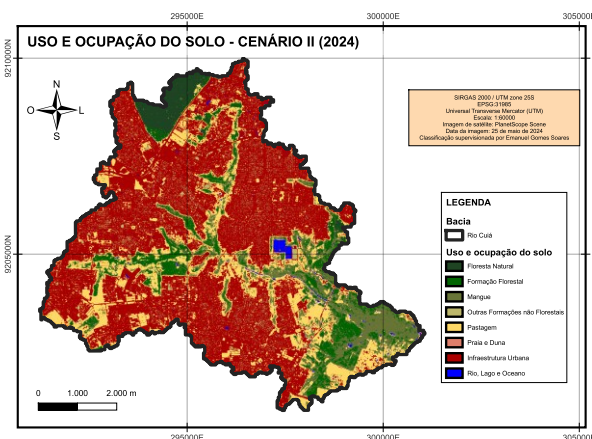
Fonte: Soares, (2024).

Figura 5 – Mapa de uso e ocupação do solo obtido com base na classificação supervisionada para o Cenário I (passado)



Fonte: Soares, (2024).

Figura 6 – Mapa de uso e ocupação do solo obtido com base na classificação supervisionada para o Cenário II (atual)



Fonte: Soares, (2024).

Tabela 1 – Resultado da classificação supervisionada em quantidade pixel para o Cenário I

Uso obtido na classificação	Contagem de pixels	Área (m²)	Área (km²)	% área
Floresta Natural	6.870	3.172.803,807	3,17	7,02%
Formação Florestal	8.938	4.127.877,791	4,13	9,13%
Mangue	7.201	3.325.671,065	3,33	7,36%
Outras Formações Não Florestais	3.595	1.660.295,442	1,66	3,67%
Pastagem	20.836	9.622.786,044	9,62	21,28%
Praia e Duna	338	156.100,1	0,16	0,35%
Infraestrutura Urbana	47.599	21.982.865,85	21,98	48,62%
Rio, Lago e Oceano	2.527	1.167.056,073	1,17	2,58%
Soma	97.904,00	45.215.456,18	45,22	100,00%

Fonte: Soares, (2024).

Tabela 2 – Resultado da classificação supervisionada em quantidade pixel para o Cenário II

Uso obtido na classificação	Contagem de pixels	Área (m²)	Área (km²)	% área
Floresta Natural	169.179,00	1.522.611,00	1,52	3,37%
Formação Florestal	342.587,00	3.083.283,00	3,08	6,82%
Mangue	525.623,00	4.730.607,00	4,73	10,46%
Outras Formações Não Florestais	243.064,00	2.187.576,00	2,19	4,84%

Uso obtido na classificação	Contagem de pixels	Área (m ²)	Área (km ²)	% área
Pastagem	988.285,00	8.894.565,00	8,89	19,67%
Praia e Duna	736,00	6.624,00	0,01	0,01%
Infraestrutura Urbana	2.715.235,00	24.437.115,00	24,44	54,04%
Rio, Lago e Oceano	40.038,00	360.342,00	0,36	0,80%
Soma	5.024.747,00	45.222.723,00	45,22	100,00%

Fonte: Soares, (2024).

3.3. Transformações no uso e ocupação do solo

Para cada tipo de uso do solo, foi atribuído um CN específico, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores adotados para os CNs, segundo o uso obtido na classificação supervisionada.

Uso obtido na classificação	CN adotado	Descrição
Floresta Natural	55	Bosques ou zonas Florestais - Boas condições
Formação Florestal	66	Bosques ou zonas Florestais - cobertura ruim
Mangue	55	Bosques ou zonas Florestais - Boas condições
Outras Formações Não Florestais	82	terra
Pastagem	79	Pastagens ou terrenos em más condições
Praia e Duna	61	Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições
Infraestrutura Urbana	85	Zonas residenciais lotes de <500 (m ²)
Rio, Lago e Oceano	-	

Fonte: elaboração própria (2024).

Os valores de CN atribuídos a cada classe de uso mostram que o CN médio da bacia hidrográfica passou de 75 em 2007 para 78 em 2024. Esse aumento de 3 unidades indica mais superfícies impermeáveis, reduzindo a infiltração e retenção de água no solo.

3.4. Tempo de concentração, chuva de projeto e curva IDF

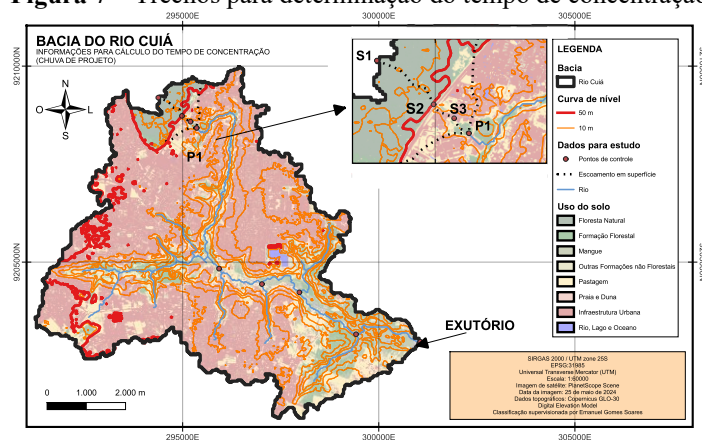
Em estudos de drenagem urbana, a duração da chuva de projeto costuma ser maior ou igual ao tempo de concentração (T_c), garantindo que toda a área da bacia esteja contribuindo para a formação da vazão de pico (Miguez, Veról e Rezende, 2015). Com base no cenário atual (2024) (ver Figura 7), foram analisados três trechos superficiais (S1, S2, S3) e um trecho em canal (P1). As características foram simplificadas com seções retangulares de largura 2,0 m e profundidade de 0,8 m. A Tabela 3 apresenta o tempo de concentração estimado:

Tabela 3 – Tempo de concentração para cada trecho analisado

Ponto	Tipo de Escoamento	n (Manning)	T_c (min)
S1	Pastagem natural	0,13	110,8
S2	Superfície alisada	0,011	5,0
S3	Pastagem natural	0,13	34,8
P1	Canal natural com mato	0,033	253,4
Total	Tempo de Concentração (T_c)	—	404,0

Fonte: Soares, (2024).

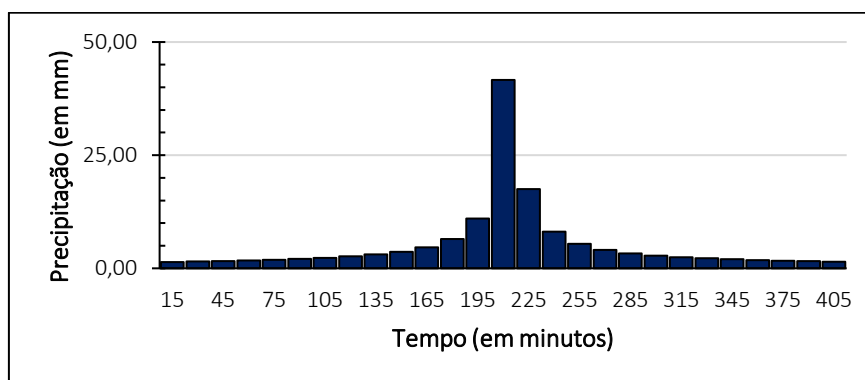
Figura 7 – Trechos para determinação do tempo de concentração



Fonte: Soares, (2024).

O valor obtido de $T_c = 404$ minutos foi adotado como referência para a duração da chuva de projeto, respeitando as recomendações de discretização temporal e aplicação na curva IDF. Conforme recomendações de discretização temporal (Collischonn e Dornelles, 2015), adotou-se um intervalo de 15 minutos, inferior a 10% do T_c . Para compor o hietograma da chuva de projeto, aplicou-se o método dos blocos alternados, que organiza os incrementos de precipitação de modo que o maior valor fique no centro da chuva, seguido alternadamente dos menores valores (ver Figura 8). Este procedimento proporciona uma distribuição mais equilibrada da precipitação ao longo do evento.

Figura 8 – Chuva de projeto, com TR de 50 anos com blocos de chuva reordenados pelo método dos blocos alternados

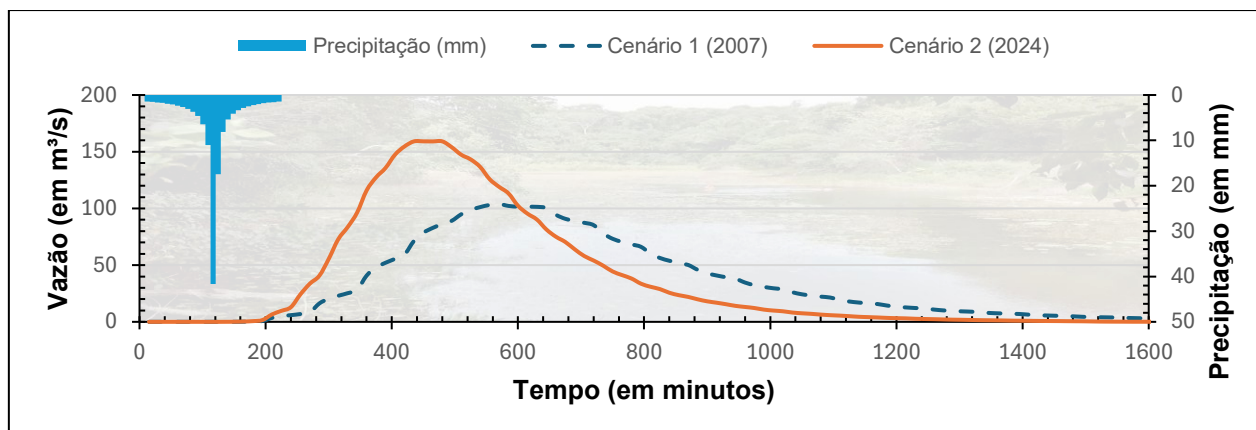


Fonte: elaboração própria (2024).

A precipitação acumulada foi de 166 mm em 405 minutos. O solo predominante na área é o Argissolo, classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA_{d5}), que cobre a bacia hidrográfica (AES, 2021) e foi identificado no Grupo Hidrológico B por Sartori (2004, p. 83–84), apresentando moderada capacidade de infiltração. Utilizou-se o método SCS-CN para obter o hidrograma de cheia, aplicando a convolução do hidrograma unitário com a chuva de projeto adotada (166 mm, TR = 50 anos).

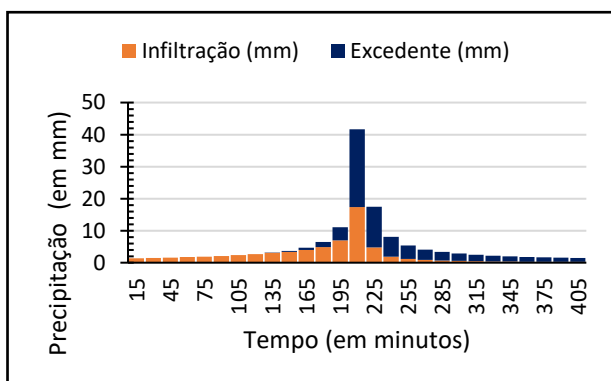
Com essa abordagem, a vazão de pico no exutório passou de 102,31 m³/s em 2007 para 159,97 m³/s em 2024 – um aumento de 56,4% (ver Figura 9) –, indicando uma resposta mais lenta a volumes concentrados de escoamento e, conseqüentemente, elevando o risco de cheias em eventos extremos. Além disso, a discretização da chuva de projeto em blocos de 15 minutos para aplicação do método SCS-CN resultou em escoamento direto estimado de cerca de 95,8 mm no cenário de 2007 e 101,8 mm no de 2024, representando um acréscimo de aproximadamente 6,4 mm de volume superficial (ver Figuras 10 e 11).

Figura 9 - Hidrogramas resultantes no exutório da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá



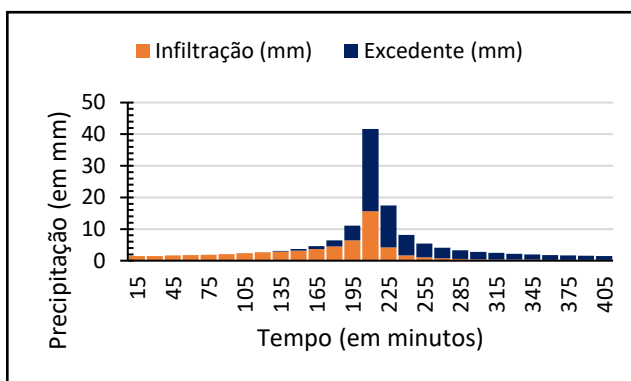
Fonte: elaboração própria (2025).

Figura 10 – Chuva efetiva na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, no cenário I (2007)



Fonte: elaboração própria (2025).

Figura 11 – Chuva efetiva na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, no cenário II (2024)



Fonte: elaboração própria (2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá enfrenta ocupações irregulares e falta de infraestrutura de drenagem. Este estudo pode apoiar o Plano Diretor de João Pessoa, orientando ações conforme a Lei Federal nº 12.608/2012 para zoneamento de áreas de risco e planos de contingência. Os mapas de uso do solo e os valores de CN ajudam no zoneamento ambiental, identificando áreas prioritárias para restrições de ocupação e drenagem local. O geoprocessamento e o método SCS-CN indicaram um aumento no CN médio de 75 em 2007 para 78 em 2024, mostrando mais impermeabilização do solo. A projeção de aumento de 56,4% na vazão de pico destaca a necessidade de atualizar normas municipais e desenvolver um Plano Diretor de Águas Pluviais, integrando ferramentas GIS para monitoramento e sistemas de alerta precoce.

Para reduzir picos de vazão e aumentar a infiltração, recomenda-se jardins de chuva, pavimentos permeáveis, *swales* e telhados verdes, além da recuperação de matas ciliares. Essas medidas aumentam a resiliência em eventos extremos. A urbanização tem elevado as vazões de pico e o risco de inundações. O modelo SCS-CN e o mapeamento de uso do solo são ferramentas para estimar vazões em regiões sem medição. Portanto, o estudo destaca a importância do planejamento urbano sustentável.

AGRADECIMENTOS - Agradeço ao apoio institucional da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM). Agradeço também à empresa *Planet* por fornecer acesso gratuito às imagens satelitais de alta resolução por meio de licença acadêmica. A todos os professores e colegas que contribuíram com sugestões e incentivo ao longo da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AESA. *AESA WebGIS. SIG-PLANO*, 2021. Disponível em: <https://www.aesa.pb.gov.br/sig-plano/index.html> . Acesso em: 05 jul. 2024.
- CANHOLI, C. A. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. ISBN 978-85-7975-181-3.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. *Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais*. 2ª impressão. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015. v. I, 336 p. ISBN 978-85-8868-634-2.
- IPH. *Manual de Drenagem Urbana*. 6ª ed. Porto Alegre: [s.n.], 2005. v. VI, 167 p.
- JOÃO PESSOA. *Plano Municipal de Redução de Riscos – Volume I: Projeto Executivo Estudos Hidrológicos e Mudanças Climáticas*. João Pessoa: Prefeitura Municipal, 2021. 121 p. Disponível em: <https://jpsustentavel.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/Projeto-Executivo-Estudos-Hidrologicos-Mudancas-Climaticas.pdf> . Acesso em: 04 jun. 2024.
- MAPBIOMAS. *Códigos da Legenda – Coleção 5*. MapBiomas Brasil, 2024. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/EN_Codigos_da_legenda_Colecao_5.pdf. Acesso em: 22 ago. 2024.
- MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. *Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. v. I, 361 p. ISBN 978-85-352-7746-3.
- PLANET. *Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth*. Planet Explorer, 2024. Disponível em: <https://www.planet.com/> . Acesso em: 08 ago. 2024.
- SARTORI, A. *Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos*. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, fev. 2004. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=466016> . Acesso em: 03 ago. 2024.
- SÃO PAULO. *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos*. 1ª ed. São Paulo: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, 2012. v. II, 220 p. ISBN 978-85-66381-02-3.
- SENTINEL HUB. *Sentinel Hub EO Browser*. 2024. Disponível em: https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?kc_idp_hint=planet%20account-link . Acesso em: 28 ago. 2024.
- SOARES, Emanuel Gomes. *Avaliação dos impactos da urbanização sobre cheias na região da bacia hidrográfica do Rio Cuiá: análise do escoamento superficial com o uso de três cenários e pré-dimensionamento de uma bacia de detenção*. TCC. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/34751> >. Acesso em: 06 jun. 2025.
- TUCCI, C. E. M. *Inundações Urbanas*. 1ª ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2007. v. 11, 393 p. ISBN 978-85-88686-21-2.