

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DA PARAÍBA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL.**

DIOGENES DA SILVA PEREIRA

**INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA
ESTIMATIVA DE VAZÕES DE PROJETO PELO MÉTODO SANTA BÁRBARA EM
UMA MICROBACIA URBANA NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

**PATOS – PB
2025**

DIOGENES DA SILVA PEREIRA

**INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA
ESTIMATIVA DE VAZÕES DE PROJETO PELO MÉTODO SANTA BÁRBARA EM
UMA MICROBACIA URBANA NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Engenharia Civil, do
Instituto Federal da Paraíba – Campus Patos, em
cumprimento às exigências parciais para a
obtenção do título Engenheiro Civil.

ORIENTADOR: Me. Valteson da Silva Santos.

CO-ORIENTADOR: Me. Deividy Kaik de Lima
Araújo.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

P436i Pereira, Diogenes da Silva.

Influência da variação do uso e ocupação do solo na estimativa de vazões de projeto pelo método Santa Bárbara em uma microbacia urbana no município de Patos-PB / Diogenes da Silva Pereira. - Patos, 2025.

155 f. : il.

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

Orientador(a): Prof. Me. Valteson da Silva Santos.

Co-orientador: Prof. Me. Deividy Kaik de Lima Araújo.

1. Geoprocessamento 2. Método Santa Bárbara 3. Ocupação do solo-Planejamento urbano 4. Bacia do riacho do frango 5. Hidrologia I. Título II. Santos, Valteson da Silva III. Araújo, Deividy Kaik de Lima IV. Instituto Federal da Paraíba.

CDU – 556.51:69

**PATOS – PB
2025
DIOGENES DA SILVA PEREIRA**

**INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA
ESTIMATIVA DE VAZÕES DE PROJETO PELO MÉTODO SANTA BÁRBARA EM
UMA MICROBACIA URBANA NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Engenheiro Civil, do
Instituto Federal da Paraíba – Campus Patos, em
cumprimento às exigências parciais para a
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Aprovada em ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

**Prof. Me. Valteson da Silva Santos
Orientador (IFPB)**

**Prof. Me. Deividy Kaik de Lima Araújo.
Co-orientador (IFRR)**

**Vinicius da Silva Vieira
Examinador**

**Sergio Rair Medeiros
Examinador**

Dedico! esse meu trabalho de TCC, aos meus pais, por acreditar e sonhar junto comigo com a realização deste propósito.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de força, sabedoria e perseverança, por ter iluminado meus passos e me sustentado durante toda essa trajetória acadêmica.

Sou profundamente grato aos meus pais, que sempre me incentivaram a seguir este sonho que carrego desde criança: o de contribuir com o mundo por meio da minha profissão. Sem o apoio incondicional, os conselhos e o amor de vocês, nada disso teria sido possível.

Agradeço ao meu orientador Ms. Valteson da Silva, pela oportunidade de ser seu orientando, pela confiança depositada em meu trabalho e por todos os ensinamentos e orientações que contribuíram diretamente para minha formação acadêmica e pessoal. Estendo também meus sinceros agradecimentos ao Ms. Daividy Kaik, com quem tive a honra de colaborar em diversos artigos científicos, e que foi essencial na minha caminhada como pesquisador. Sou muito grato por todo o conhecimento compartilhado e pelo exemplo de dedicação que me inspirou em cada etapa.

Agradeço à minha engenheira supervisora de estágio, Maria Eduarda, por me apresentar de forma prática e intensa à realidade da engenharia, despertando em mim um verdadeiro apreço por esta área. Sua dedicação e paciência foram fundamentais para meu crescimento profissional e pessoal.

Também registro minha gratidão ao professor Emílio de Lucena, cuja forma de ensinar Física me motivou a estudar com afinco, a organizar melhor meu tempo e a manter a perseverança diante dos desafios. Seus ensinamentos ultrapassaram os conteúdos da disciplina, influenciando diretamente minha postura acadêmica e minha determinação em seguir em frente.

Aos meus amigos Douglas Cristiano, Anderson Bezerra, Janilson Leandro, Pedro Terto, Brenna Felício, Mayara Dias, Bruno de Lima, Davi Araújo, Felipe Mayran, Pedro Henrique e Matheus Souza, meu muito obrigado por cada momento vivido ao longo desses anos. Foram muitas risadas, trocas de conhecimento, companheirismo e apoio mútuo, especialmente nos períodos mais desafiadores. Vocês tornaram essa jornada mais leve, humana e inesquecível.

Agradeço imensamente à minha noiva, Tatiana Santos por todo o carinho, compreensão e incentivo incondicional. Obrigado por respeitar meus momentos de estudo, por compreender minha ausência em tantos momentos e, principalmente, por nunca deixar de acreditar em mim. Seu apoio foi essencial para que eu me mantivesse firme e confiante até o fim.

Morar sozinho pela primeira vez, longe dos meus pais, enfrentando provas, projetos, prazos e noites em claro, foi uma fase intensa que me ensinou muito mais do que conteúdos acadêmicos. Foi um período de amadurecimento, de construção de caráter e de fortalecimento. Por tudo isso, agradeço a cada pessoa que, de alguma forma, fez parte dessa história. Esse trabalho é fruto de um esforço coletivo, e levo comigo a marca de cada contribuição recebida.

Muito obrigado a todos!

*“Você tem que acreditar em si mesmo.
Se não fizer isso, ninguém mais vai.”*

Max Verstappen

RESUMO

A expansão urbana descontrolada e a falta de planejamento têm gerado impactos negativos à sociedade, principalmente em eventos de chuvas extremas. O objetivo deste estudo foi analisar a influência das alterações no uso e ocupação do solo nas estimativas de vazões de projeto, utilizando o método Santa Bárbara entre 1992 e 2022. A pesquisa foi dividida em duas etapas: a primeira usou geoprocessamento para caracterizar a bacia do riacho do frango, e a segunda envolveu análises hidrológicas. Foram utilizados softwares SIGs (QGIS 3.36) e Google Earth Engine para obter dados geomorfológicos da bacia, como área, perímetro, uso do solo (MapBiomas – Coleção 9) e CN-médio. Para as estimativas hidrológicas, foram usadas séries históricas de chuvas diárias da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas), aplicando o método NRCS-CN (Natural Resources Conservation Service - Curve Number) para calcular a chuva efetiva e o método Huff 1º Quartil para distribuir temporalmente as chuvas. O método Santa Bárbara foi então utilizado para analisar as variações nas vazões. Os resultados revelaram que, em 1992, a bacia do riacho do frango tinha uma área impermeável de 1,31 km² (12,24% da área total), e em 2022 esse valor aumentou para 4,22 km² (40,3% da área total), com isso houve um aumento de 28,06% o que afetou a infiltração e o escoamento superficial. As vazões de pico também aumentaram: em 1992, uma chuva com Período de Retorno (TR) de 100 anos resultou em uma vazão de 122,81 m³/s, enquanto em 2022 o valor subiu para 166,47 m³/s, um aumento de 43,66 m³/s refletindo os efeitos da urbanização. O estudo enfatiza a necessidade urgente de intervenções para mitigar os impactos da urbanização e melhorar a resiliência hídrica, sugerindo a adoção de estratégias sustentáveis no planejamento urbano.

Palavras-chave: Vazão de projeto, Geoprocessamento, riacho do Frango, e NRCS-CN.

ABSTRACT

Uncontrolled urban expansion and lack of planning have generated negative impacts on society, especially during extreme rainfall events. The objective of this study was to analyze the influence of land use and land cover changes on the estimation of design flows using the Santa Bárbara method between 1992 and 2022. The research was divided into two stages: the first involved geoprocessing to characterize the riacho do Frango watershed, and the second focused on hydrological analyses. GIS software (QGIS 3.36) and Google Earth Engine were used to obtain geomorphological data from the basin, such as area, perimeter, land use (MapBiomas – Collection 9), and average CN. For the hydrological estimates, historical daily rainfall data from AESA (Executive Agency for Water Management) were used, applying the NRCS-CN (Natural Resources Conservation Service - Curve Number) method to calculate effective rainfall and the Huff 1st Quartile method to temporally distribute rainfall. The Santa Bárbara method was then applied to analyze the variations in flow rates. The results revealed that, in 1992, the riacho do Frango watershed had an impervious area of 1.31 km² (12.24% of the total area), which increased to 4.22 km² (40.3% of the total area) in 2022, representing a 28.06% increase. This change affected infiltration and surface runoff. Peak flow rates also increased: in 1992, a storm with a return period (TR) of 100 years resulted in a peak flow of 122.81 m³/s, while in 2022 this value rose to 166.47 m³/s — an increase of 43.66 m³/s — reflecting the effects of urbanization. The study highlights the urgent need for interventions to mitigate the impacts of urbanization and improve water resilience, suggesting the adoption of sustainable strategies in urban planning.

Keywords: Design flow, geoprocessing, Frango stream, and NRCS-CN.

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 – Chuva de 149,00 mm no município de Patos-PB.	21
Figura 2 – Alagamentos provocados por forte chuva em Patos-PB.....	22
Figura 3 - Alagamentos provocados por forte chuva em Patos-PB.....	22
Figura 4 – Mapa de localização do município Patos-PB.....	26
Figura 5 – Mapa de localização da bacia do riacho do Frango.	27
Figura 6 - Talvegue principal do riacho do Frango (Linha vermelha).	30
Figura 7 - Delimitação da Área de Contribuição da Bacia.....	44
Figura 8 – Uso e ocupação do solo na bacia do riacho do Frango de 1992 a 2022, em intervalos de 5 anos.	46

ÍNDICES DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação temporal da cobertura do solo.....	47
Gráfico 2 – Variação temporal do CN médio.	52
Gráfico 3 – Chuva máxima diária anual.	53
Gráfico 4 – Verificação da Distribuição de Gumbel.	54
Gráfico 5 - Curvas IDFs.	57
Gráfico 6 - IDF Linearizadas.	57
Gráfico 7 - Log (T) x Log (C).	58
Gráfico 8 - Intensidades pela Equação da Chuva.	59
Gráfico 9 – Hietogramas para o t=60 min e TR=2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 anos.....	61
Gráfico 10 – Hidrograma para TRs 2, 5, 10, 25, 50, 75 e 100 anos e duração de chuva crítica de 60 minutos nos anos de 1992 a 2022 em intervalos de 5 em 5 anos.	64
Gráfico 11 - Evolução da Vazão de Pico por Períodos de Retorno entre 1992 e 2022.	65

ÍNDICES DE TABELAS

Tabela 1 – Cálculo da declividade média	47
Tabela 2 – Tempo de concentração médio da bacia	49
Tabela 3 – Uso e tipo do solo com área e CN correspondente	50
Tabela 4 – Precipitações máximas.....	54
Tabela 5 - Desagregação das Chuvas	55
Tabela 6 - Intensidades de Chuva.....	56
Tabela 7 - Parâmetros da Equação da Chuva	58
Tabela 8 – Distribuição de Gumbel.....	71
Tabela 9 - Huff para as Duração e $Tr = 2$ anos.....	72
Tabela 10 - Huff para as Duração e $Tr = 5$ anos.....	72
Tabela 11 - Huff para as Duração e $Tr = 10$ anos.....	73
Tabela 12 - Huff para as Duração e $Tr = 25$ anos.....	73
Tabela 13 - Huff para as Duração e $Tr = 50$ anos.....	73
Tabela 14 - Huff para as Duração e $Tr = 75$ anos.....	74
Tabela 15 - Huff para as Duração e $Tr = 100$ anos.....	74
Tabela 16 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (1992).....	75
Tabela 17 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (1992).....	76
Tabela 18 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (1992).....	78
Tabela 19 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (1992).....	79
Tabela 20 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (1992).....	81
Tabela 21 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (1992).....	82
Tabela 22 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (1992).....	84
Tabela 23 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (1997).....	85
Tabela 24 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (1997).....	87
Tabela 25 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (1997).....	89
Tabela 26 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (1997).....	90
Tabela 27 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (1997).....	92
Tabela 28 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (1997).....	94
Tabela 29 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (1997).....	95
Tabela 30 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2002).....	97
Tabela 31 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (2002).....	99
Tabela 32 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (2002).....	100

Tabela 33 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (2002).....	102
Tabela 34 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (2002).....	103
Tabela 35 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (2002).....	105
Tabela 36 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (2002).....	107
Tabela 37 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2007).....	108
Tabela 38 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (2007).....	110
Tabela 39 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (2007).....	112
Tabela 40 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (2007).....	113
Tabela 41 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (2007).....	115
Tabela 42 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (2007).....	117
Tabela 43 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (2007).....	118
Tabela 44 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2012).....	120
Tabela 45 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (2012).....	122
Tabela 46 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (2012).....	124
Tabela 47 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (2012).....	125
Tabela 48 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (2012).....	127
Tabela 49 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (2012).....	129
Tabela 50 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (2012).....	130
Tabela 51 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2017).....	132
Tabela 52 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (2017).....	134
Tabela 53 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (2017).....	135
Tabela 54 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (2017).....	137
Tabela 55 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (2017).....	139
Tabela 56 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (2017).....	140
Tabela 57 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (2017).....	142
Tabela 58 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2022).....	144
Tabela 59 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 5$ anos (2022).....	145
Tabela 60 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (2022).....	147
Tabela 61 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (2022).....	149
Tabela 62 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (2022).....	150
Tabela 63 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (2022).....	152
Tabela 64 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (2022).....	154

ÍNDICES DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos solos para determinar o CN33

Quadro 2 – Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	GERAL	19
2.2	ESPECÍFICOS	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1	HIDROLOGIA URBANA E SUAS IMPLICAÇÕES	20
3.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E IMPACTOS HIDROLÓGICOS	20
3.3	GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À HIDROLOGIA: SIG, QGIS E ANÁLISE ESPACIAL	23
3.4	MÉTODO NRCS-CN (<i>CURVE NUMBER</i>).....	24
3.5	MÉTODO DE SANTA BÁRBARA.....	24
3.6	DISTRIBUIÇÃO DE CHUVAS: MÉTODO DE HUFF	25
3.7	URBANIZAÇÃO E AUMENTO DAS VAZÕES.....	25
4	METODOLOGIA.....	26
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
4.2	METODOLOGIA GERAL	27
4.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	29
4.4	CÁLCULO DA DECLIVIDADE MÉDIA DO TALVEGUE PRINCIPAL	30
4.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DA BACIA	31
4.6	DETERMINAÇÃO DO CN.....	32
4.7	EQUAÇÃO DE CHUVA	35
4.8	CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA PELO MÉTODO NRCS-CN	39
4.9	VAZÃO DE PROJETO ATRAVÉS DO MÉTODO SANTA BÁRBARA.....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1	DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	44
5.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	45
5.3	DECLIVIDADE DO TALVEGUE PRINCIPAL	47
5.4	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO MÉDIO DA BACIA	49
5.5	CÁLCULO DO CN MÉDIO.....	50
5.6	EQUAÇÃO DE CHUVA	52

5.7	DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL.....	59
5.8	MÉTODO SANTA BÁRBARA.....	62
6	CONCLUSÃO.....	66
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO DE GUMBEL	71
	APÊNDICE B – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA CHUVA PELO MÉTODO DE HUFF	72
	APÊNDICE C – MEMÓRIA DE CÁLCULO DO MÉTODO SANTA BÁRBARA.....	75

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das obras de infraestrutura criadas no século XX e início do século XXI foi projetada para atender à demanda populacional e urbana da época, sem considerar de forma aprofundada os impactos do crescimento futuro sobre o ciclo hidrológico. Segundo Tomaz (2002), "grande parte das infraestruturas de drenagem urbana projetadas no século passado não leva em conta as mudanças impostas pelo crescimento populacional e a consequente impermeabilização do solo".

O avanço da urbanização, com a ampliação de pavimentos, residências e demais construções, intensifica o volume de escoamento superficial, frequentemente ultrapassando a capacidade das estruturas de drenagem existentes. Esse cenário resulta em alagamentos e inundações, afetando diretamente a segurança e a qualidade de vida das populações urbanas.

Diante desse problema, torna-se essencial compreender como o uso e ocupação do solo influenciam as estimativas de vazão em bacias urbanas. A investigação dessa relação possui grande relevância para a gestão eficiente dos recursos hídricos e para o planejamento urbano sustentável, especialmente em contextos de crescente urbanização que alteram o ciclo hidrológico e potencializam eventos extremos.

A base teórica deste trabalho fundamenta-se em conceitos amplamente consolidados da hidrologia urbana, com ênfase no método Santa Bárbara, aliado a estudos sobre dinâmica de bacias urbanas, modelagem hidrológica e análises estatísticas. Conforme Martins et al. (2010), a hidrologia urbana é o ramo voltado ao estudo dos impactos do desenvolvimento urbano sobre o ciclo da água, com destaque para a análise do escoamento superficial, buscando prevenir e minimizar os efeitos catastróficos decorrentes desse processo. Tucci (2005a) complementa que o modelo de urbanização típico do Brasil, caracterizado pela concentração populacional e ocupação desordenada, tem gerado impactos expressivos nas bacias hidrográficas, comprometendo tanto a esfera social quanto a econômica. Nesse mesmo sentido, Canholi (2014) ressalta que o rápido crescimento urbano, sem o devido planejamento da drenagem, agrava problemas como enchentes e deslizamentos de terra, ampliando riscos à saúde e à segurança da população.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar as variações nas vazões em função das mudanças no uso e ocupação do solo na microbacia urbana do Riacho do Frango, contribuindo

para a compreensão da dinâmica hidrológica e fornecendo subsídios ao planejamento urbano sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Estimar e avaliar as vazões de projeto pelo método Santa Bárbara, conforme variação espaço-temporal do uso e ocupação do solo para macrodrenagem na microbacia urbana do riacho do Frango, no município de Patos-PB.

2.2 Específicos

- Proceder à caracterização geomorfológica e identificar a variação do uso e ocupação do solo da microbacia urbana do Riacho do Frango, no período de 1992 a 2022;
- Avaliar as precipitações características da área de estudo, por meio de séries históricas;
- Analisar temporalmente, de forma distribuída, o CN médio da área de estudo, no período de 1992 a 2022, utilizando geoprocessamento em nuvem;
- Avaliar o aumento das vazões de projeto no período de 30 anos, no sistema de drenagem urbana, conforme o processo de urbanização da área de estudo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Hidrologia Urbana e Suas Implicações

A hidrologia urbana estuda os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, destacando alterações no escoamento superficial, infiltração e recarga dos aquíferos (Tucci, 2005b). Com o crescimento das cidades, a substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis intensifica o volume e a velocidade das águas pluviais, resultando em eventos críticos como alagamentos e erosões (Martins *et al.*, 2010).

Segundo Canholi (2014), a drenagem urbana deve ser pensada como parte de um sistema urbano sustentável, capaz de minimizar os impactos da ocupação desordenada. A inadequação ou ausência de infraestrutura de drenagem contribui para o aumento da vulnerabilidade das cidades frente aos eventos hidrometeorológicos extremos.

3.2 Uso e Ocupação do Solo e Impactos Hidrológicos

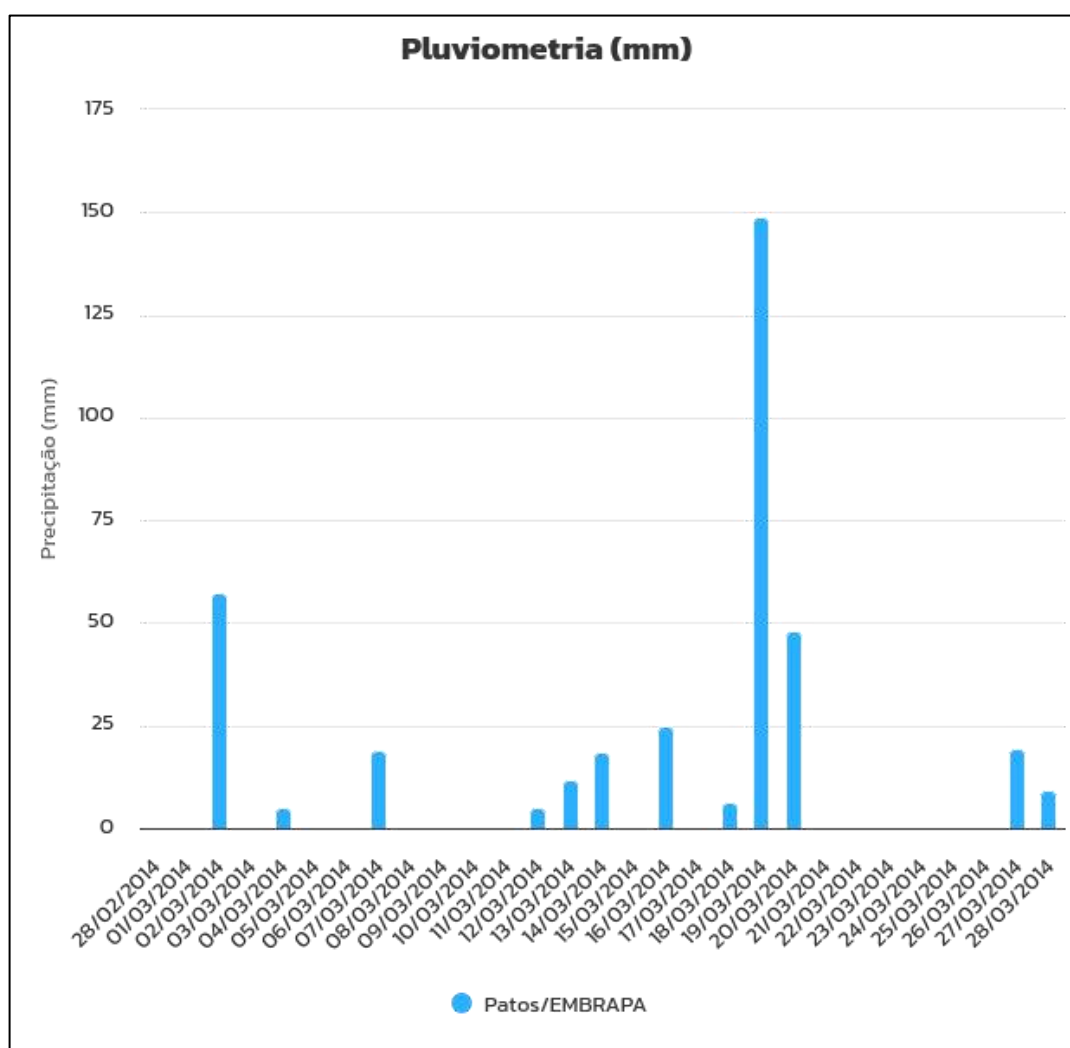
As transformações no uso e ocupação do solo influenciam diretamente na dinâmica do escoamento superficial. Segundo Tucci (2005a), a urbanização altera drasticamente a cobertura natural do solo, reduzindo a capacidade de infiltração e aumentando o volume de escoamento.

De acordo com Ross (2006), o monitoramento do uso do solo é fundamental para compreender a evolução das bacias hidrográficas. O avanço de áreas urbanas sobre vegetações naturais ou áreas agrícolas tem sido apontado como um dos principais fatores para o aumento das vazões de pico.

Levando em consideração os aspectos discutidos anteriormente, observa-se que a cidade de Patos-PB enfrenta sérios problemas decorrentes do crescimento urbano desordenado e da ocupação inadequada do solo. Esse processo tem contribuído diretamente para a intensificação de eventos hidrológicos extremos, como alagamentos e inundações, os quais geram impactos tanto materiais quanto imateriais para a população.

Um exemplo marcante dessa situação ocorreu no dia 19 de abril de 2014, quando foi registrada uma precipitação de 149,00 mm em apenas 24 horas, conforme dados da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA) (Figura 01). Este evento representa uma das maiores chuvas diárias já registradas no município, evidenciando a vulnerabilidade da área urbana e a urgência de medidas eficazes de planejamento e controle da drenagem pluvial. Diante disso, torna-se evidente que a ausência de planejamento adequado pode agravar ainda mais os impactos desses eventos no futuro.

Figura 1 – Chuva de 149,00 mm no município de Patos-PB.



Fonte: AESA (2014).

Embora essa chuva não tenha representado o maior volume já registrado na cidade, seus efeitos foram intensos e evidenciaram a fragilidade da infraestrutura urbana. O evento causou diversos transtornos, especialmente nas regiões situadas próximas ao canal do riacho do Frango, onde foram registrados alagamentos, inundações e danos materiais significativos. Além disso, o aumento abrupto do escoamento superficial elevou os índices de poluição nas águas pluviais, impactando diretamente a qualidade ambiental e a saúde da população residente nas áreas afetadas (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Alagamentos provocados por forte chuva em Patos-PB



Fonte: G1, (2014).

Figura 3 - Alagamentos provocados por forte chuva em Patos-PB



Fonte: G1, (2014).

3.3 Geotecnologias Aplicadas à Hidrologia: SIG, QGIS e Análise Espacial

A crescente demanda por soluções eficientes no planejamento e gestão de bacias hidrográficas tem impulsionado o uso de geotecnologias, especialmente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e ferramentas de sensoriamento remoto. Essas tecnologias permitem integrar, manipular e analisar dados espaciais e temporais com alto grau de precisão, o que se torna fundamental em estudos hidrológicos urbanos, onde o uso e ocupação do solo se alteram com rapidez e intensidade.

Segundo Câmara e Monteiro (2001), os SIG consistem em sistemas computacionais capazes de organizar e analisar dados georreferenciados, sendo especialmente úteis na análise de características geomorfológicas como declividade, área de contribuição e rede de drenagem. Essas informações são essenciais para a modelagem de escoamento superficial e para a previsão de respostas hidrológicas em diferentes cenários de ocupação do solo.

Dentre as ferramentas disponíveis, o software (Quantum GIS) QGIS destaca-se como uma solução de código aberto amplamente empregada em estudos ambientais e de engenharia. Sua interface amigável e a integração com módulos avançados, como o GRASS GIS, possibilitam a aplicação de algoritmos especializados na análise hidrológica. Os algoritmos *r.watershed* e *r.water.outlet*, por exemplo, são utilizados para delimitação de bacias hidrográficas, identificação de divisores de água e extração de rede de drenagem a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE) (QGIS, 2024).

Complementando esse processo analítico, os projetos de mapeamento por sensoriamento remoto, como o MapBiomas, têm fornecido séries históricas de dados sobre o uso e cobertura do solo no Brasil. De acordo com MapBiomas (2023), a plataforma permite o monitoramento multitemporal da paisagem com base em imagens de satélite processadas no *Google Earth Engine*, utilizando algoritmos de classificação supervisionada. Essas bases de dados são fundamentais para a análise da dinâmica de urbanização, das áreas vegetadas e da impermeabilização do solo, fatores que influenciam diretamente na geração de escoamento superficial nas bacias hidrográficas.

Para Almeida *et al.* (2019), a integração entre dados de sensoriamento remoto e SIG permite não apenas a observação da paisagem, mas também o desenvolvimento de análises

espaciais e temporais que subsidiam o planejamento urbano, a gestão de recursos hídricos e a mitigação de riscos associados a eventos hidrológicos extremos.

Assim, as geotecnologias, aliadas a bases de dados como o MapBiomas e a ferramentas robustas como o QGIS, consolidam-se como pilares metodológicos e conceituais para estudos em hidrologia urbana. Elas oferecem uma abordagem sistemática e cientificamente fundamentada para compreender as transformações do território e suas implicações sobre os processos hidrológicos, reforçando sua importância nos estudos de drenagem, planejamento territorial e sustentabilidade urbana.

3.4 Método NRCS-CN (*Curve Number*)

O método NRCS-CN (*Natural Resources Conservation Service – Curve Number*), originalmente desenvolvido pelo USDA nos anos 1950, é amplamente utilizado para estimar o volume de escoamento superficial direto com base no tipo de solo, uso do solo e condição de umidade antecedente (USDA, 1986). Segundo McCuen (1998), o CN varia entre 30 e 100, indicando maior ou menor propensão ao escoamento.

No Brasil, autores como Tucci (2005b) e Tomaz (2002) adaptaram esse método para diferentes realidades climáticas e urbanas. A combinação do CN com dados de precipitação permite estimativas precisas da chuva efetiva, sendo essencial para o dimensionamento de obras de drenagem.

3.5 Método de Santa Bárbara

O método de Santa Bárbara é uma técnica empírica de transformação chuva-vazão, amplamente utilizada no Brasil para dimensionamento de vazões de projeto em bacias urbanas. Ele considera o hietograma de projeto, perdas iniciais, tempo de concentração e coeficiente de retardo para gerar um hidrograma sintético (Canholi, 2005).

Segundo Silveira (2005), o método se destaca pela simplicidade e aplicabilidade em bacias pequenas e médias, sendo especialmente útil quando se dispõe de dados históricos limitados.

3.6 Distribuição de Chuvas: Método de Huff

A distribuição temporal da precipitação é fundamental para o cálculo da vazão de pico. O método de Huff (1967) é baseado na análise estatística de eventos históricos e distribui a chuva ao longo do tempo em quartis, sendo amplamente recomendado para modelagens hidrológicas de curta duração (CETESB, 1986).

Esse método permite avaliar a concentração da chuva ao longo do tempo e identificar em que fase do evento ocorrem os maiores volumes precipitados, o que influencia diretamente na resposta hidrológica da bacia.

3.7 Urbanização e Aumento das Vazões

Diversos estudos apontam que o aumento da urbanização está diretamente ligado ao aumento das vazões de pico. Segundo Tucci (2005b), a impermeabilização do solo aumenta o escoamento superficial, reduz o tempo de concentração e intensifica os riscos de enchentes.

Miguez e Magalhães (2010) enfatizam a necessidade de planejamento urbano integrado à gestão de recursos hídricos, defendendo a adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como forma de mitigar os efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Patos, Figura 4, está localizado no sertão paraibano, com coordenadas a 7° 1' 28" de latitude sul e 37° 16' 48" de longitude oeste. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o censo de 2022 revelou que a população de Patos-PB é de aproximadamente 103.165 habitantes e possui uma área de 513 km². O município é abastecido pelo rio Espinharas, pelos açudes Jatobá e Farinha, e pelo açude da Capoeira, localizado na cidade vizinha de Santa Terezinha.

Figura 4 – Mapa de localização do município Patos-PB

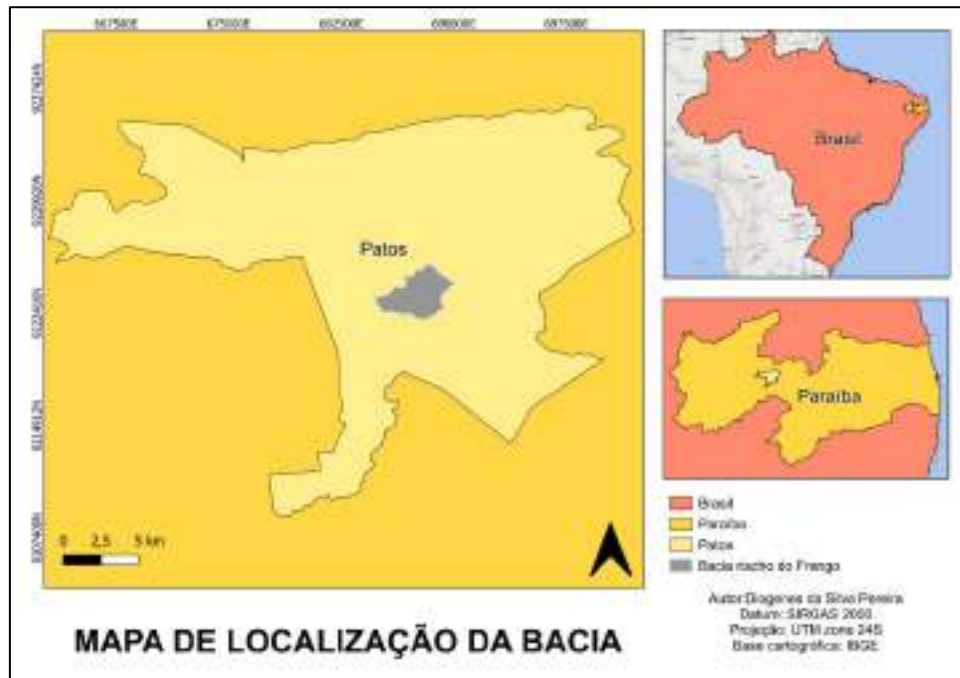


Fonte: IBGE (2022).

O riacho do Frango, que se localiza em Patos-PB, tem suas coordenadas de exutório em 37°22'W e 7°01'S. Este riacho pertence à bacia do rio Espinharas, que, por sua vez, integra a

bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, na região semiárida do Nordeste do Brasil (ver Figura 02 e Figura 03).

Figura 5 – Mapa de localização da bacia do riacho do Frango.



Fonte: Autoria própria 2025.

Para realizar a delimitação da área da bacia de contribuição, utilizou-se das ferramentas à disposição no *software* QGIS. Esses recursos são algoritmos *r.watershed* e *r.water.outlet*, onde os mesmos são processados com base em uma imagem RASTER (Modelo Digital de Elevação) que é obtido a partir do site USGS, satélite *Landsat*. O ponto de exutório encontra-se nas coordenadas de 37°22'W e 7°01'S, como mencionado anteriormente.

4.2 Metodologia Geral

Inicialmente, foram consultados documentos como artigos, dissertações, teses, trabalhos de conclusão de curso, manuais, livros, cursos e portais governamentais para reunir informações técnicas relevantes aos estudos que serão apresentados a seguir.

A metodologia que foi aplicada ao canal de águas pluviais da bacia periurbana do riacho do Frango, no município de Patos, Paraíba foi dividida em duas partes: a primeira abordou a caracterização geomorfológica da bacia por meio de técnicas de geoprocessamento, enquanto a segunda focou no estudo e nas estimativas hidrológicas.

Para o desenvolvimento do trabalho foram feitas as seguintes etapas:

A primeira etapa foi feita a identificação, caracterização da área de estudo e sistema atual de drenagem de águas pluviais na bacia periurbana do riacho do Frango. As informações geomorfológicas da bacia foram obtidas utilizando sistema de Informação Geográfica (SIG), o QGis With Grass 3.36 e *Google Earth Engine*. As imagens de MDE (Modelo Digital de Elevação), SRTM, foram obtidas através do site USGS.

As imagens SRTM foram processadas pelos algoritmos *Water.Shed e Water.Outlet*. As curvas de níveis foram extraídas também pela imagem RASTER, através do comando contorno do SIG Qgis;

Na segunda etapa foi realizada a classificação do Tipo de Solo e Identificação da forma de uso e ocupação do solo pelo projeto MapBiomas da microbacia urbanas em estudo, foi realizada através da plataforma do *Google Earth Engine*. sendo avaliada a variação de 30 anos em intervalos de 5 e 5 anos (1992 a 2022);

Na terceira etapa foi feito o cálculo CN-médio, através de média ponderada dos pixels, usando o *Google Earth Engine*, atrelado a funções condicionais de tabelas simplificadoras do método, sugeridas por Tomaz (2002);

Na quarta etapa o tempo de concentração foi obtido através da média aritmética por métodos sugeridos por Silveira (2005). O perfil do curso principal foi obtido utilizando *Google Earth Pro* (perfil de elevação);

Na quinta etapa, a série histórica de chuva máxima diária anual foi obtida a partir dos bancos de dados pluviométricos da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs). Desta forma foi possível obter as séries históricas de precipitações, aplicação da distribuição GUMBEL e determinar os parâmetros e modelar a equação de chuva para o município de Patos/PB, utilizando procedimentos de hidrologia urbana e rotinas computacionais em ambiente no Excel;

Na sexta etapa o método de Huff é caracterizado como uma solução simples, sendo utilizada neste trabalho para distribuição temporal de chuva;

Na sétima etapa o cálculo da chuva efetiva foi realizado pelo método NRCS-CN, antigo método SCS-CN;

Por fim, as estimativas de vazões sintéticas de escoamento superficial de projeto (solicitantes) foram obtidas através de modelo chuva-vazão Santa Bárbara, no qual foi aplicado de 5 e 5 anos, conforme variação de CN-médio.

4.3 Uso e ocupação do solo

Para calcular a taxa de ocupação do solo, foi realizado um levantamento das áreas permeáveis e impermeáveis da bacia de contribuição. As áreas impermeáveis incluem ruas pavimentadas, calçadas e outros espaços construídos, enquanto as áreas permeáveis abrangem espaços não edificadas, como vegetação, solo exposto, córregos e açudes. Utilizando o *Google Earth Engine* em conjunto com dados raster fornecidos pelo projeto MapBiomias, elaborou-se um mapa das áreas da bacia. Cada pixel da imagem raster possui uma cor correspondente a uma categoria de uso do solo, conforme a planilha de cores do MapBiomias. Com base no tamanho dos pixels, foram determinadas as áreas em km² para cada categoria, e esses dados foram aplicados na Equação 01 para obter a taxa de ocupação do solo.

$$\text{tx. ocupação} = \frac{\text{área impermeável}}{\text{área total}} \times 100 \quad \text{Eq. (01)}$$

Onde,

tx. ocupação é a taxa de ocupação, em percentagem (%);

Área impermeável é porção da área impermeável dentro da bacia, em km²;

Área total é a área total da bacia, em km².

4.4 Cálculo da declividade média do talvegue principal

Inicialmente, foi identificado o talvegue principal (Figura 06) da bacia periurbana em estudo, permitindo sua divisão em trechos para o cálculo das declividades.

Figura 6 - Talvegue principal do riacho do Frango (Linha vermelha).



Fonte: Autoria própria 2025.

Para o cálculo da declividade, o talvegue principal foi dividido em 23 trechos como mostra a Figura 06, extraíndo assim as cotas jusantes e montantes de cada trecho, assim como comprimento deles.

A declividade de cada trecho foi calculada considerando a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal que os separa. Esse cálculo foi realizado dividindo o desnível pela distância horizontal e multiplicando o resultado por 100, para expressar o valor em percentual. Após obter a declividade de cada trecho, foi feita a média de todas elas. Os dados necessários para esses cálculos foram extraídos utilizando o *software Google Earth Pro*.

4.5 Tempo de concentração da bacia

Os fatores que influenciam o tempo de concentração de uma bacia hidrográfica incluem a forma da bacia, a declividade média, o tipo de cobertura vegetal, o comprimento e a declividade do curso principal e de seus afluentes, bem como a distância horizontal entre o ponto mais distante da bacia e seu exutório, entre outros aspectos.

Neste estudo, o tempo de concentração foi estimado utilizando quatro equações recomendadas por Silveira (2005), consideradas as mais adequadas para fornecer resultados consistentes. As equações utilizadas são as seguintes:

- Equação de Kirpich

$$tc = 0,0663 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad \text{Eq. (02)}$$

Onde,

t_c é o tempo de concentração (horas);

L é o comprimento do talvegue (km);

S é a declividade (m/m).

- Equação de Shakee et. Al

$$tc = 0,0828 \times L^{0,24} \times S^{-0,16} \times A_{imp}^{-0,26} \quad \text{Eq. (03)}$$

Em que,

t_c é o tempo de concentração (horas);

L é o comprimento do talvegue (km);

S é a declividade (m/m);

A_{imp} é a área impermeável (km^2).

- Equação de Desbordes

$$tc = 0,0869 \times A^{0,3039} \times S^{-0,3832} \times A_{imp}^{-0,4523} \quad \text{Eq. (04)}$$

Em que,

tc é o tempo de concentração (horas);

A é a área da bacia (km^2);

S é a declividade (m/m);

A_{imp} é a área impermeável (km^2).

Em seguida, obtêm-se a média aritmética entre elas para se obter o tempo de concentração médio.

4.6 Determinação do CN

O termo "número da curva", derivado do inglês *curve number* (CN), pode ser entendido como um índice que indica o grau de impermeabilização do solo. O CN representa uma combinação empírica de três fatores principais: o grupo hidrológico do solo, a cobertura do solo e as condições de umidade antecedente (McCuen, 1998). Existem tabelas específicas para determinar o CN tanto em bacias rurais quanto urbanas.

Com base no mapa de uso e ocupação do solo, as áreas da bacia foram classificadas de acordo com os grupos hidrológicos A, B, C e D (Quadro 01). As classes C e D se destacaram como predominantes, representando solos argilosos com uma camada densificada entre 50 e 120 cm de profundidade. Para este estudo, considerando que a área em questão é uma bacia periurbana, foram utilizadas as informações do Quadro 01 e do Quadro 02.

Quadro 1 – Classificação dos solos para determinar o CN

Grupo de solo	Características do solo
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%.
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superior.
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20% a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.
D	Solos argilosos (30% a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade. Ou solos arenosos como do grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados.

Fonte: Tomaz (2002).

Quadro 2 – Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.

Utilização ou cobertura do solo	Grupo do solo			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação do solo	2	1	8	1
Zonas cultivadas: com conservação do solo	2	1	8	1
Pastagens ou terrenos em más condições	8	9	6	9
Baldios em boas condições	9	1	4	0
Prado em boas condições	0	8	1	8

Bosques ou zonas com cobertura ruim	5	6	7	3	
Florestas: cobertura boa	5	5	0	7	
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições					
Com relva em mais de 75% da área	9	1	4	0	
Com relva de 50% a 75% da área	9	9	9	4	
Zonas comerciais e de escritórios	9	2	4	5	
Zonas industriais	1	8	1	3	
Zonas residenciais					
Lotes de (m2)	% média impermeável				
<500	65	7	5	0	2
1000	38	1	5	3	7
1300	30	7	2	1	6
2000	25	4	0	0	5
4000	20	1	8	9	4
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	8	8	8	8	
Arruamentos e estradas					
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	8	8	8	8	
Paralelepípedos	6	5	9	1	
Terra	2	2	7	9	

Fonte: Tomaz (2002).

A partir da classificação das áreas no mapa de uso e ocupação do solo, é possível determinar os valores de CN para cada uma delas utilizando a tabela e o quadro mencionados, que fornecem estimativas para o número da curva. Posteriormente, calcula-se uma média ponderada desses valores, considerando as proporções relativas de cada área, para obter o valor médio de CN representativo da bacia periurbana.

4.7 Equação de chuva

Para determinar a equação da chuva, foram utilizados os dados de precipitação disponibilizados pela AESA, abrangendo o período de 1995 a 2024. Apesar de o ano de 2024 ainda não estar completo, optou-se por incluir a maior chuva diária anual desse ano para obter resultados mais atualizados e representativos. Isso resultou em uma série de 30 anos de estudo.

Os dados brutos foram tratados no Microsoft Excel, desconsiderando quaisquer inconsistências ou registros incompletos, garantindo maior confiabilidade à análise. Após o tratamento, foi realizada a série máxima anual, na qual se extraiu o maior valor de precipitação diária de cada ano. Em seguida, os valores foram organizados em um gráfico, permitindo uma representação visual clara da variação das chuvas ao longo do período analisado. A partir desse ponto, foi possível iniciar a análise estatística dos dados coletados.

Inicialmente, foram calculados a média e o desvio padrão da amostra utilizando as funções MÉDIA e DESVPAD.A do Microsoft Excel. Em seguida, as precipitações foram organizadas em ordem decrescente, permitindo o cálculo da frequência teórica para cada valor, conforme estabelecido pela Equação 05.

$$F = \frac{m}{n + 1} \quad \text{Eq. (05)}$$

Onde,

F é a frequência com que um evento de ordem “m” é igualado ou superado (adimensional);

m é a ordem, variando de 1 a “n” valores (adimensional);

n é o número de anos observados (adimensional).

Com a frequência em mãos, foi possível determinar o período de retorno para cada precipitação (em mm), utilizando a Equação 06. Esse período representa o intervalo de tempo esperado para que um determinado evento seja igualado ou superado.

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{Eq. (06)}$$

Onde,

T é o período de retorno, em anos e F é a frequência (adimensional).

Diante disso, calculou-se a variável de Gumbel observada (Equação 07) e o fator de frequência (Equação 08).

$$Y_{obs} = -\ln \left[\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right] \quad \text{Eq. (07)}$$

$$Kt = 0,7797 * Y_{obs} - 0,45 \quad \text{Eq. (08)}$$

Onde,

Yobs é a variável de Gumbel observada (adimensional);

T é o período de retorno, em anos;

Kt é um fator de frequência; (adimensional);

Finalizando, em posse do Kt (fator de frequência) calculou-se (Equação 09), podendo também ser denominada de precipitação teórica de Gumbel.

$$H_{teo} = \mu + Kt \times s \quad \text{Eq. (09)}$$

Onde,

Hteo é a precipitação teórica em mm;

s é o desvio padrão, em mm;

μ é a média, em mm.

Assim, torna-se possível traçar um gráfico que compara os valores de precipitações observadas e teóricas, ambos expressos em milímetros, variando conforme o período de retorno. Esse gráfico permite avaliar se a distribuição dos dados apresenta consistência adequada.

Prosseguindo com a obtenção da equação de chuva, foram determinadas as magnitudes dos eventos de precipitação correspondentes aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 e 100 anos.

O coeficiente de desagregação utilizado para dividir a chuva acumulada em 24 horas foi o proposto pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1986), com valor de 1,14. Os demais coeficientes de desagregação foram calculados com base na Equação 10, conforme recomendado por Silveira (2000).

$$C_{24}(d) = e^{1,5 \cdot \ln\left(\frac{\ln(d)}{7,3}\right)} \quad \text{Eq. (10)}$$

Onde,

$C_{24}(d)$ é o coeficiente de desagregação em função da duração escolhida (adimensional);

d é a duração escolhida, em minutos.

O processo de desagregação foi conduzido conforme descrito a seguir:

As precipitações máximas obtidas por meio da Equação 09 foram desagregadas em durações menores, correspondendo aos intervalos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 300, 360, 420, 480, 540, 600, 720, 900, 1200 e 1440 minutos.

Inicialmente, o valor da precipitação foi ajustado utilizando um coeficiente que converte a chuva diária em uma precipitação equivalente de 24 horas. A partir desse valor base, as precipitações para as demais durações foram calculadas aplicando-se os coeficientes correspondentes a cada intervalo de tempo. Essa rotina foi repetida para todas as durações e períodos de retorno analisados.

Posteriormente, as intensidades foram determinadas dividindo-se os valores de precipitação pela respectiva duração, possibilitando a elaboração de gráficos representando as curvas de Intensidade, Duração e Frequência (IDF).

Para linearizar as curvas IDF, os valores de intensidade foram transformados por meio do logaritmo. Com isso, foi possível construir o gráfico linearizado e extrair as equações das retas associadas a cada curva. Os coeficientes lineares e angular obtidos foram utilizados para determinar os parâmetros da equação de chuva, que é expressa conforme a Equação 11.

$$i = \frac{c}{(t + t_0)} = \frac{k * t^m}{(t + t_0)^n} \quad \text{Eq. (11)}$$

Em que,

i – Intensidade (mm/h);

T – Período de retorno (anos);

t – Duração da chuva (minutos);

K , m , t_0 e n – parâmetros que descrevem as características locais, extraídos dos processos anteriores.

Aplicou-se a anamorfose logarítmica Equação 12:

$$\log(i) = \log(C) - n \times \log(t + t_0) \quad \text{Eq. (12)}$$

O valor de t_0 foi obtido por meio de um processo iterativo de tentativa e erro, sendo somado ao tempo t de forma a ajustar a reta no gráfico linearizado, obtendo-se um coeficiente de determinação $R^2=0,998$.

O coeficiente n corresponde, em módulo, à inclinação da reta (coeficiente angular) no gráfico das curvas IDF já linearizadas.

O termo $\log(C)$ refere-se ao coeficiente linear das equações obtidas para essas retas no gráfico IDF transformado.

$$\log (C) = \log(K) + m \times \log (T) \quad \text{Eq. (13)}$$

O gráfico de $\log(C)$ em função de $\log(T)$ foi traçado para obter a equação correspondente, onde m representa a inclinação e K é determinado pela operação inversa do logaritmo aplicado ao coeficiente linear da equação da reta. Assim, todos os parâmetros da equação de chuva são obtidos.

Por fim, as intensidades pluviométricas foram calculadas para os mesmos tempos de retorno e durações, utilizando a equação de chuva ajustada.

4.8 Cálculo da Chuva Efetiva pelo Método NRCS-CN

O hietograma da chuva excedente representa a parcela do hietograma total que contribui diretamente para o escoamento superficial direto na bacia. Em outras palavras, é a parte da precipitação que não infiltra no solo e se transforma em escoamento superficial.

No contexto da presente pesquisa, a chuva excedente foi calculada utilizando o método do NRCS-CN (*Curve Number*), desenvolvido pelo Serviço de Conservação dos Recursos Naturais dos Estados Unidos (antigo SCS). Esse método permite determinar a chuva efetiva a partir da equação da precipitação e da classificação do CN do solo, que considera as condições de uso, ocupação do solo e características de permeabilidade.

4.9 Vazão de Projeto através do Método Santa Bárbara

Para aplicar o Método Santa Bárbara, foi necessário reunir diversos dados essenciais: durações de chuva, períodos de retorno, intervalos definidos, frações de porcentagens desacomuladas obtidas pelo método de Huff, precipitações calculadas com base na equação da chuva, capacidade de armazenamento do solo, perdas iniciais (para determinar o escoamento superficial), taxa de impermeabilização, tempo de concentração e coeficiente de retardo.

No projeto, foram adotadas durações de 60 minutos para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75 e 100 anos, utilizando intervalos de 5 minutos. A distribuição temporal da chuva foi obtida com as frações do 1º quartil do método de Huff, apropriadas para chuvas de duração inferior a 6 horas. A taxa de impermeabilização foi calculada com base nos mapas de uso e ocupação do solo da bacia estudada, enquanto os demais parâmetros hidrológicos foram ajustados para refletir as características específicas do solo e do clima da área de análise.

Inicialmente, calculou-se a capacidade de armazenamento do solo conforme a Equação 12:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Eq. (14)}$$

Onde,

S é a capacidade de armazenamento do solo, em mm;

CN é o *curve number* (adimensional).

Em seguida, fez-se o cálculo das perdas iniciais, considerando como 20% da capacidade de armazenamento do solo. O coeficiente de retardo é determinado pela Equação 13:

$$Kr = \frac{\Delta t}{2 \times tc \times \Delta t} \quad \text{Eq. (15)}$$

Em que,

Kr é o coeficiente de retardo (adimensional);

Δt é o intervalo, em segundos;

tc é o tempo de concentração, em segundos.

O método se concretizou da seguinte maneira:

- Coluna 1:

A primeira coluna da tabela do APÊNDICE A – Memória de Cálculo do Método Santa Bárbara é composta pela duração, em minutos, discretizada de acordo com o intervalo, que foi de 5 minutos.

- Coluna 2:

Na segunda coluna são colocados os valores das frações das porcentagens desacumuladas obtidas em Huff para o 1º quartil. A soma dessa coluna deve ser igual a 1, por se tratar de probabilidade.

- Coluna 3:

A terceira coluna é a multiplicação entre a coluna 2 e o valor de precipitação obtido pela equação da chuva. A soma dessa coluna deve ser igual ao valor de precipitação encontrado pela equação da chuva.

- Coluna 4:

A quarta coluna será a precipitação acumulada. Seu último valor deve ser igual ao valor de precipitação encontrado pela equação da chuva.

- Coluna 5:

Na quinta coluna, aplica-se o método SCS para o escoamento superficial. A partir dos valores da coluna 4, aplicou-se a Equação 14 para determinar a precipitação excedente acumulada.

$$P_{efe} = \frac{(P - I_a)^2}{(P + (0,8 \times S))} \quad \text{Eq. (16)}$$

Em que,

P_{efe} é a precipitação efetiva, em mm;

P é a precipitação acumulada, em mm;

I_a são as perdas iniciais, em mm;

S é a capacidade de armazenamento do solo, em mm.

A equação é válida para a condição:

$$P \geq Ia$$

Caso contrário, Pefe é zero.

Coluna 6:

A sexta coluna é o hietograma de projeto. É obtida com o desacumulo da chuva excedente acumulada da coluna 5.

Coluna 7:

A coluna 7 se trata das infiltrações, calculada apenas com o intuito de conhecimento. Estes valores foram obtidos através da subtração entre a precipitação da coluna 3 e o hietograma da coluna 6.

Coluna 8:

A oitava coluna é o cálculo da velocidade de escoamento da região impermeabilizada, em que se faz a divisão da precipitação da coluna 3 pelo intervalo de tempo (5 minutos). A unidade de medida deve ser em mm/h.

Coluna 9:

A coluna 9 é calculada de forma semelhante à coluna 8, porém, esta coluna realiza os cálculos para a área permeável. Portanto, é feita a divisão entre os valores da coluna 6 pelo intervalo de tempo, também dada em mm/h.

Coluna 10:

Agora, calcula-se os valores das coordenadas da hidrograma do reservatório imaginário através da seguinte Equação 15:

$$I = (i \times d + ie \times (1 - d) \times A) \quad \text{Eq. (17)}$$

Onde,

I é a ordenada da hidrograma, em m³/s;

i é a velocidade na área impermeabilizada, em m/s;

ie é a velocidade na área permeável, em m/s;

d é a fração da área impermeável (adimensional);

A é a área total da bacia, em m^2 .

Sendo assim, calcula-se todos os valores de I .

- Coluna 11:

A coluna 11 é a soma acumulada de duas linhas da coluna 10, ou seja, a primeira linha da coluna 11 é igual a primeira linha da coluna 10. A segunda linha da coluna 11 é igual a soma das linhas 1 e 2 da coluna 10, e assim por diante.

- Colunas 12 e 13:

As colunas 12 e 13 são calculadas simultaneamente. A coluna 13 representa a vazão calculada pela Equação 16, e a coluna 12 é a repetição dos valores obtidos na coluna 13, onde a segunda linha da coluna 12 é igual a primeira linha da coluna 13.

$$Q = Q_{j-1} + KR \times (I_{j-1} \times -2 \times Q_{j-j}) \quad \text{Eq. (18)}$$

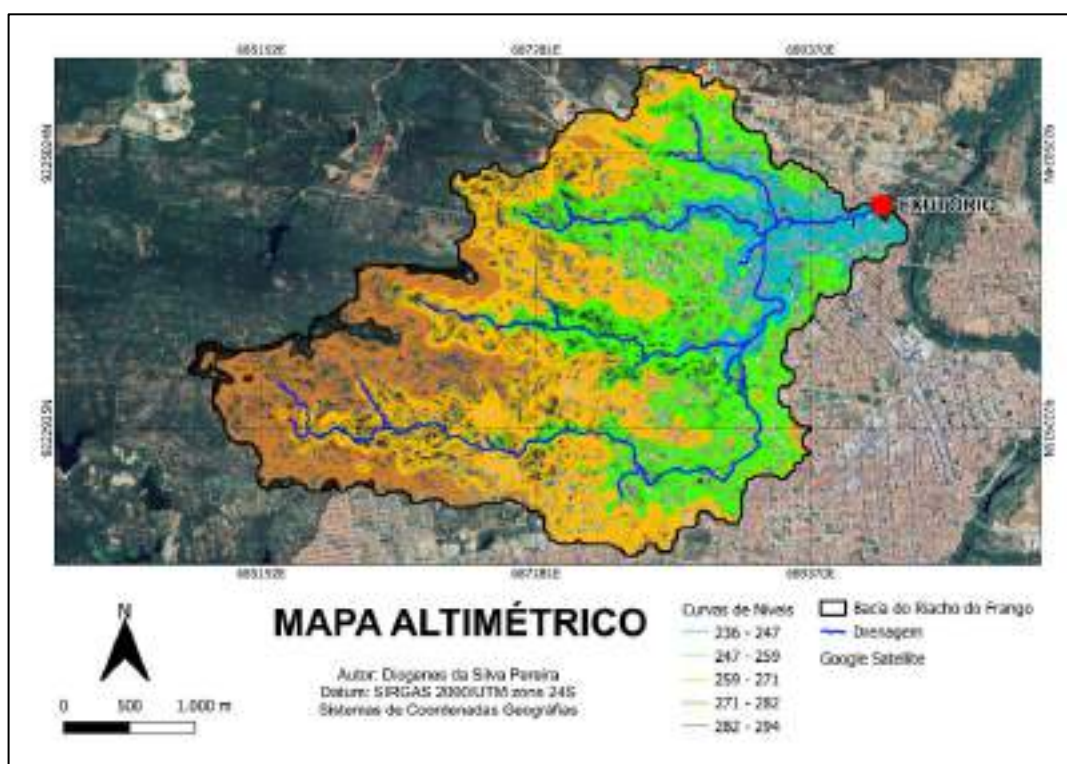
Esse é um processo iterativo e deve ser repetido até que Q_j seja igual a zero, obtendo-se então, o hidrograma de projeto. A vazão de projeto será igual a vazão de pico somada à vazão de base. A vazão de pico é o maior valor de Q_j entre os valores para a duração de chuva determinada e a vazão de base é a vazão subterrânea, advinda do lençol freático.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Delimitação da bacia hidrográfica

A Figura 7 ilustra a área demarcada do riacho do Frango, destacando a drenagem principal, o ponto de exutório e as curvas de nível. Essa área abrange uma parte considerável da cidade de Patos-PB e apresenta um relevo relativamente plano, com altitudes que variam de 236 a 294 metros. É possível notar que a região está passando por um processo de urbanização, com novos empreendimentos habitacionais surgindo, mas ainda mantém áreas significativas de vegetação e solo exposto. A bacia possui uma área total de 10,72 km².

Figura 7 - Delimitação da Área de Contribuição da Bacia.

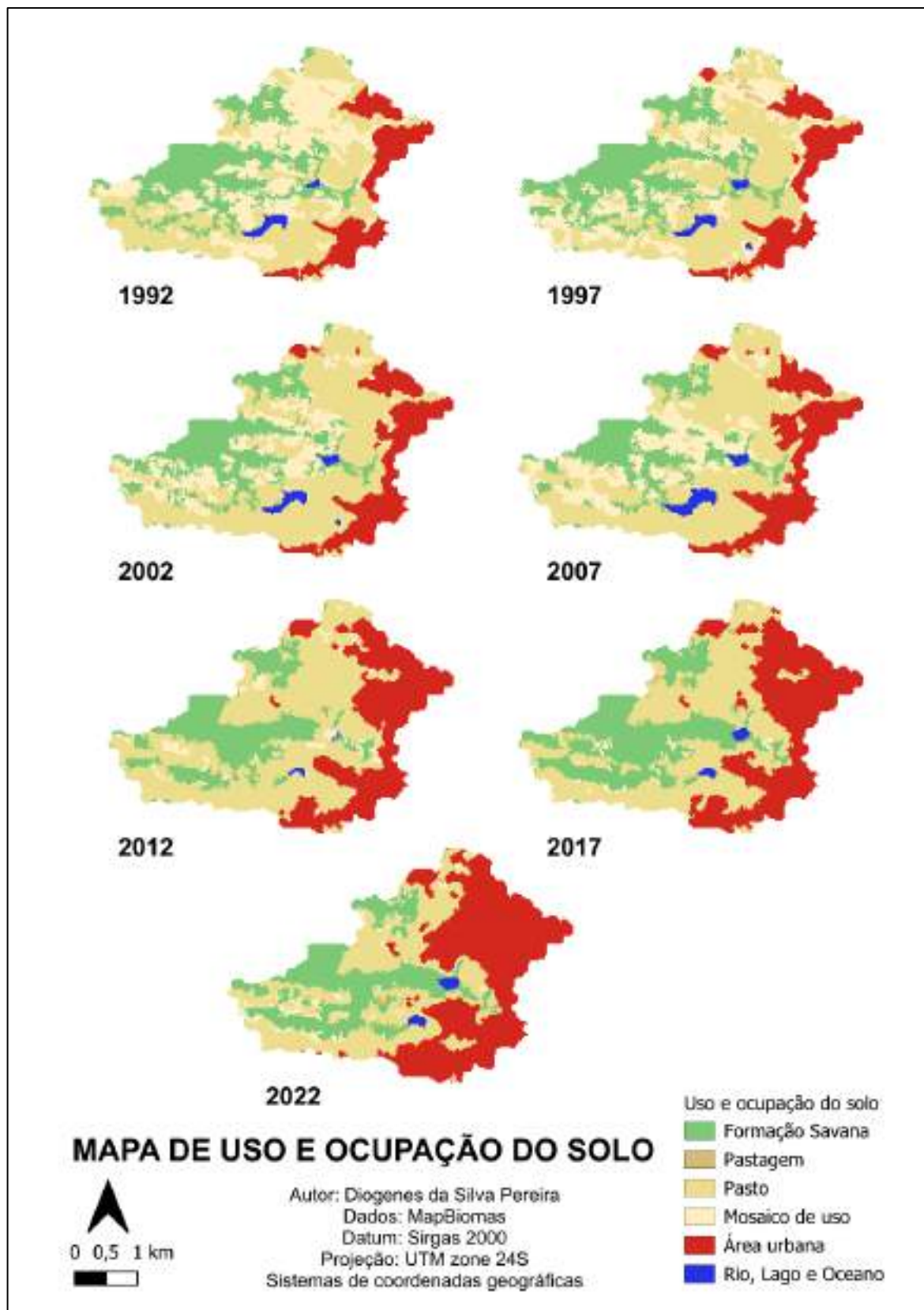


Fonte: Autoria própria 2025.

5.2 Uso e ocupação do solo

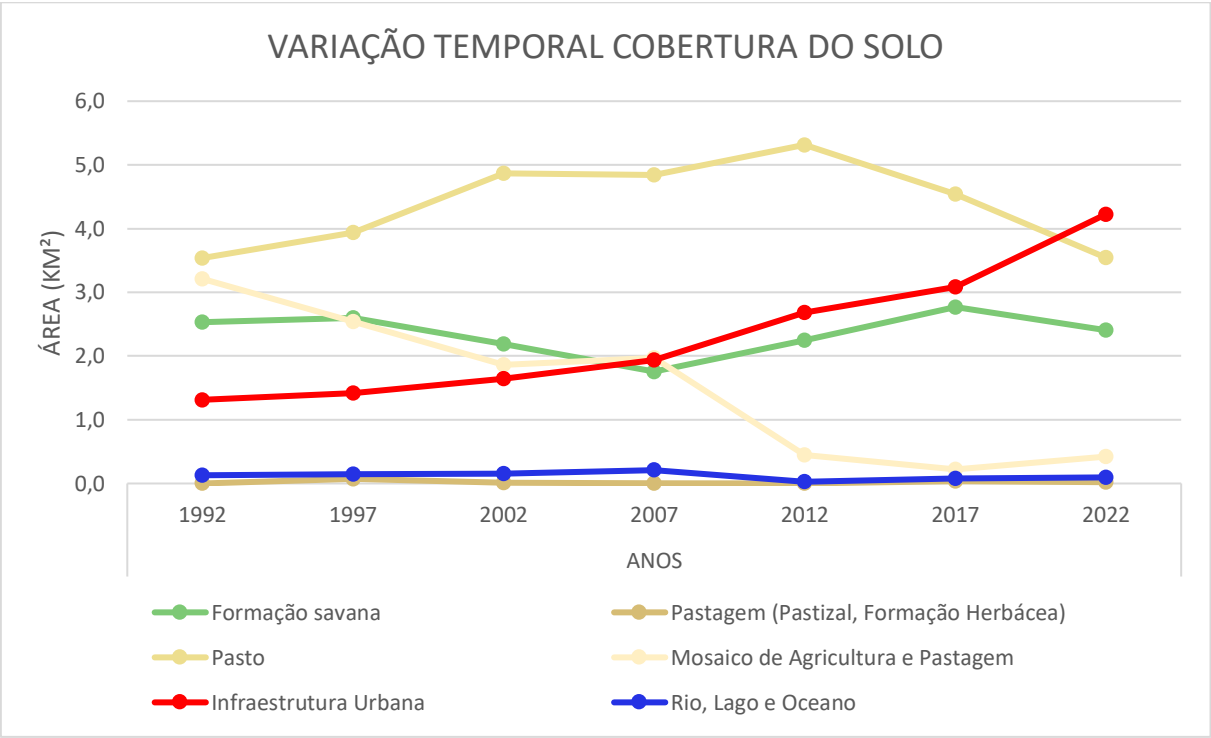
Na microbacia analisada, foram identificadas características e parâmetros fluviomorfológicos que destacam a área total de 10,72 km². Predominam solos do tipo luvisolos não-cálcicos, com uma progressiva expansão de áreas impermeáveis ao longo dos anos, conforme ilustrado nos mapas da Figura 8. Essa transformação é evidente, com um crescimento contínuo da urbanização no período estudado, o que é ainda mais perceptível no Gráfico 01, que apresenta a variação temporal da cobertura do solo.

Figura 8 – Uso e ocupação do solo na bacia do riacho do Frango de 1992 a 2022, em intervalos de 5 anos.



Fonte: Autoria própria 2025.

Gráfico 1 - Variação temporal da cobertura do solo.



Fonte: Autoria própria 2025.

5.3 Declividade do talvegue principal

Após obter os dados de cotas e comprimentos dos trechos correspondentes às subdivisões do talvegue principal, foi elaborada a Tabela 01. Em que a declividade média do curso principal resultou em 0,0058 m/m ou 0,58%.

Tabela 1 – Cálculo da declividade média

Trechos	Cota montante (m)	Cota jusante (m)	Comprimento do trecho (m)	Declividade (m/m)
01	275	268	360	0,019
02	268	263	230	0,022
03	263	261	230	0,009

04	261	259	630	0,003
05	259	257	420	0,005
06	257	256	600	0,002
07	256	255	540	0,002
08	255	254	120	0,008
09	254	253	140	0,007
10	253	250	280	0,011
11	250	249	220	0,005
12	249	251	190	-0,011
13	251	248	350	0,009
14	248	247	320	0,003
15	247	241	520	0,012
16	241	240	280	0,004
17	240	239	500	0,002
18	239	238	100	0,010
19	238	234	400	0,010
20	234	236	250	-0,008
21	236	234	545	0,004
22	234	233	535	0,002
23	233	232	170	0,006
Declividade Média				0.58%

Fonte: Autoria própria 2025.

5.4 Tempo de concentração médio da bacia

Inicialmente, extraiu-se os parâmetros necessários a serem utilizados nas fórmulas de tempo de concentração:

Comprimento do talvegue principal: 7,93 km;

Declividade do talvegue principal: 0,0058 m/m;

Área da bacia: 10,72 km²;

Área impermeável: 4,319 km²

Aplicando nas equações, obteve-se os seguintes resultados (Tabela 02):

Tabela 2 – Tempo de concentração médio da bacia

Método	Turma
Kirpch	142,29 Minutos
Schaake <i>et al.</i>	12,7 Minutos
Desbordes	39,80 Minutos
Tc médio	64,94 Minutos

Fonte: Autoria própria 2025.

As diferenças significativas entre os valores podem ser justificadas pelas diferentes considerações adotadas por cada autor na formulação das equações, como os limites de área da bacia indicados para a aplicação de cada fórmula. Por fim, calculou-se a média dos três valores, arredondando para o inteiro superior, resultando em um tempo de concentração de 65 minutos.

5.5 Cálculo do CN médio

Com base nos mapas de uso e ocupação do solo, foi realizada a classificação do tipo de solo ao longo de um período de 30 anos, com intervalos de 5 anos. A partir das tabelas de *Curve Number* (CN), foram calculados os valores do CN médio para os respectivos anos: 1992 = 76,768; 1997 = 76,723; 2002 = 77,001; 2007 = 77,837; 2012 = 77,9; 2017 = 78,418; e 2022 = 80,591. Esses valores refletem a relação direta com as mudanças no uso e ocupação do solo, mostrando que, à medida que a área urbanizada aumentou, o CN médio da bacia também cresceu. Isso indica um maior potencial da bacia para gerar escoamento superficial, especialmente em razão da impermeabilização progressiva do solo decorrente do crescimento urbano conforme a tabela 03 e o gráfico 02.

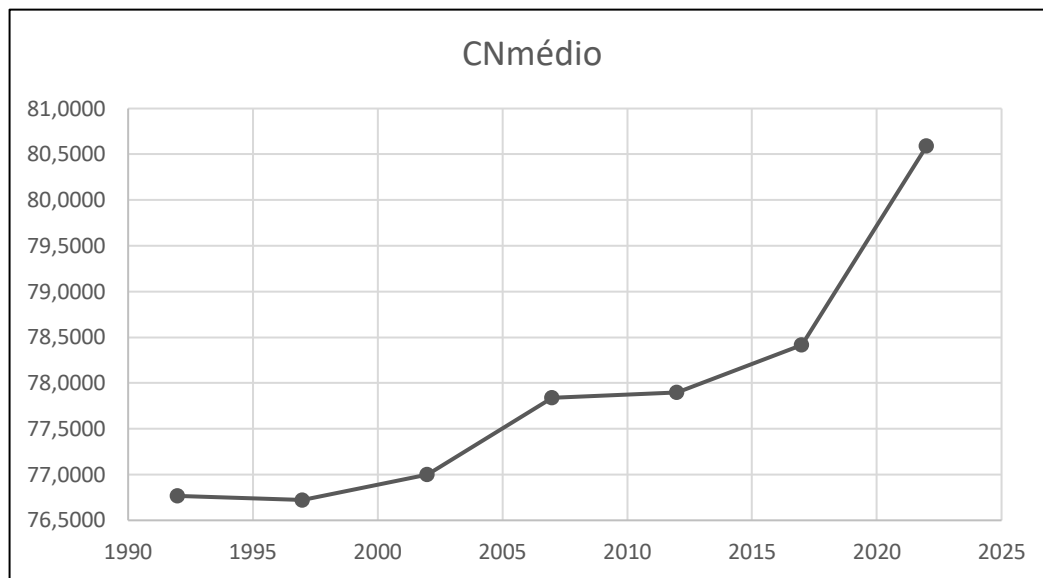
Tabela 3 – Uso e tipo do solo com área e CN correspondente

Uso e ocupação do solo de 1992	Área (km ²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	2,528	C	70	23,586	16,510
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,000	C	77	0,000	0,000
15 - Pasto	3,539	C	74	33,018	24,433
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	3,211	C	78	29,959	23,368
24 – Infraestrutura urbana	1,313	D	92	12,253	11,273
33 – Rio, lago e oceano	0,127	C	100	1,184	1,184
Área total	10,72			CNmédio	76,768
Uso e ocupação do solo de 1997	Área (km ²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	2,602	C	70	24,283	16,998
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,073	C	77	0,679	0,523
15 - Pasto	3,942	C	74	36,779	27,216
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	2,541	C	78	23,713	18,496
24 – Infraestrutura urbana	1,416	D	92	13,214	12,157
33 – Rio, lago e oceano	0,143	C	100	1,333	1,333
Área total	10,72			CNmédio	76,723
Uso e ocupação do solo de 2002	Área (km ²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	2,189	C	70	20,424	14,297
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,014	C	77	0,132	0,102
15 - Pasto	4,863	C	74	45,379	33,581
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	1,860	C	78	17,356	13,538
24 – Infraestrutura urbana	1,641	D	92	15,309	14,084

33 – Rio, lago e oceano	0,150	C	100	1,399	1,399
Área total	10,72			CNmédio	77,001
Uso e ocupação do solo de 2007	Área (km²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	1,757	C	70	16,392	11,474
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,007	C	77	0,066	0,051
15 - Pasto	4,843	C	74	45,189	33,440
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	1,967	C	78	18,350	14,313
24 – Infraestrutura urbana	1,935	D	92	18,057	16,613
33 – Rio, lago e oceano	0,209	C	100	1,946	1,946
Área total	10,72			CNmédio	77,837
Uso e ocupação do solo de 2012	Área (km²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	2,244	C	70	20,941	14,659
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,000	C	77	0,000	0,000
15 - Pasto	5,315	C	74	49,592	36,698
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	0,449	C	78	4,190	3,268
24 – Infraestrutura urbana	2,682	D	92	25,029	23,026
33 – Rio, lago e oceano	0,027	C	100	0,248	0,248
Área total	10,72			CNmédio	77,900
Uso e ocupação do solo de 2017	Área (km²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	2,769	C	70	25,835	18,085
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,033	C	77	0,306	0,236
15 - Pasto	4,537	C	74	42,330	31,324
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	0,221	C	78	2,062	1,608
24 – Infraestrutura urbana	3,084	D	92	28,771	26,470
33 – Rio, lago e oceano	0,075	C	100	0,696	0,696
Área total	10,72			CNmédio	78,418
Uso e ocupação do solo de 2022	Área (km²)	Tipo de solo	CN	Área (%)	CN x Área
4 – Formação savana	2,403	C	70	22,424	15,696
12 – Pastagem (pastizal, formação herbácea)	0,021	C	77	0,199	0,153
15 - Pasto	3,548	C	74	33,108	24,500
21 – Mosaico de agricultura e pastagem	0,426	C	78	3,974	3,100
24 – Infraestrutura urbana	4,225	D	92	39,427	36,272
33 – Rio, lago e oceano	0,093	C	100	0,869	0,869
Área total	10,72			CNmédio	80,591

Fonte: Autoria própria 2025.

Gráfico 2 – Variação temporal do CN médio.

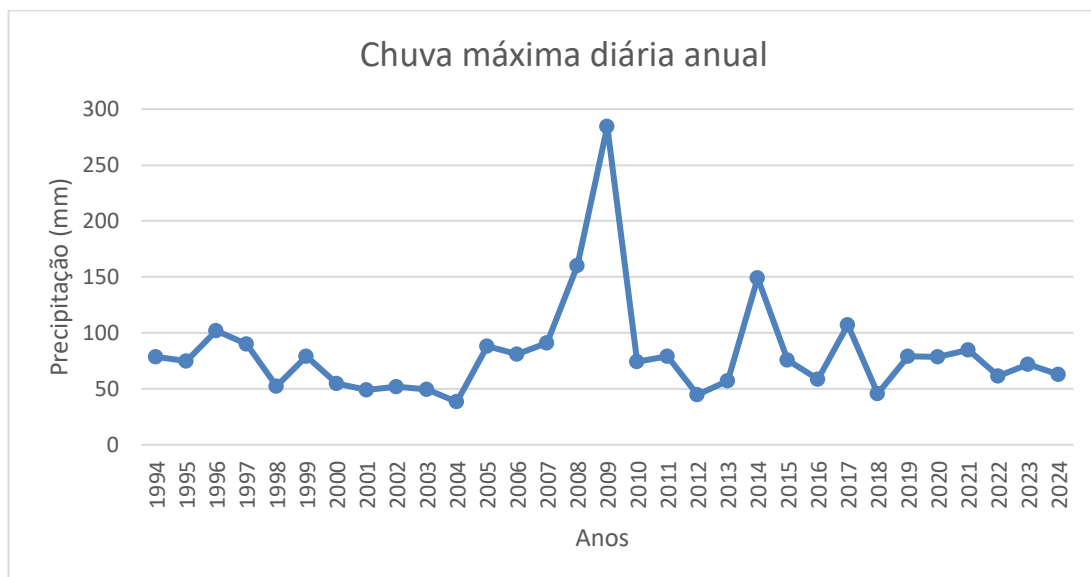


Fonte: Autoria própria 2025.

5.6 Equação de chuva

Os dados de chuva coletados e tratados estão apresentados no Gráfico 03, que representa a série histórica da chuva máxima diária anual para o período de 1994 a 2024. Esses dados foram obtidos a partir da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) e compilados para análise. Embora o ano de 2024 ainda não tenha sido concluído, a série foi atualizada considerando o maior valor de precipitação máxima diária registrado até o momento. Essa abordagem permite uma melhor representatividade dos eventos extremos mais recentes, garantindo que as informações reflitam, da forma mais atualizada possível, a variabilidade das chuvas ao longo dos anos.

Gráfico 3 – Chuva máxima diária anual.

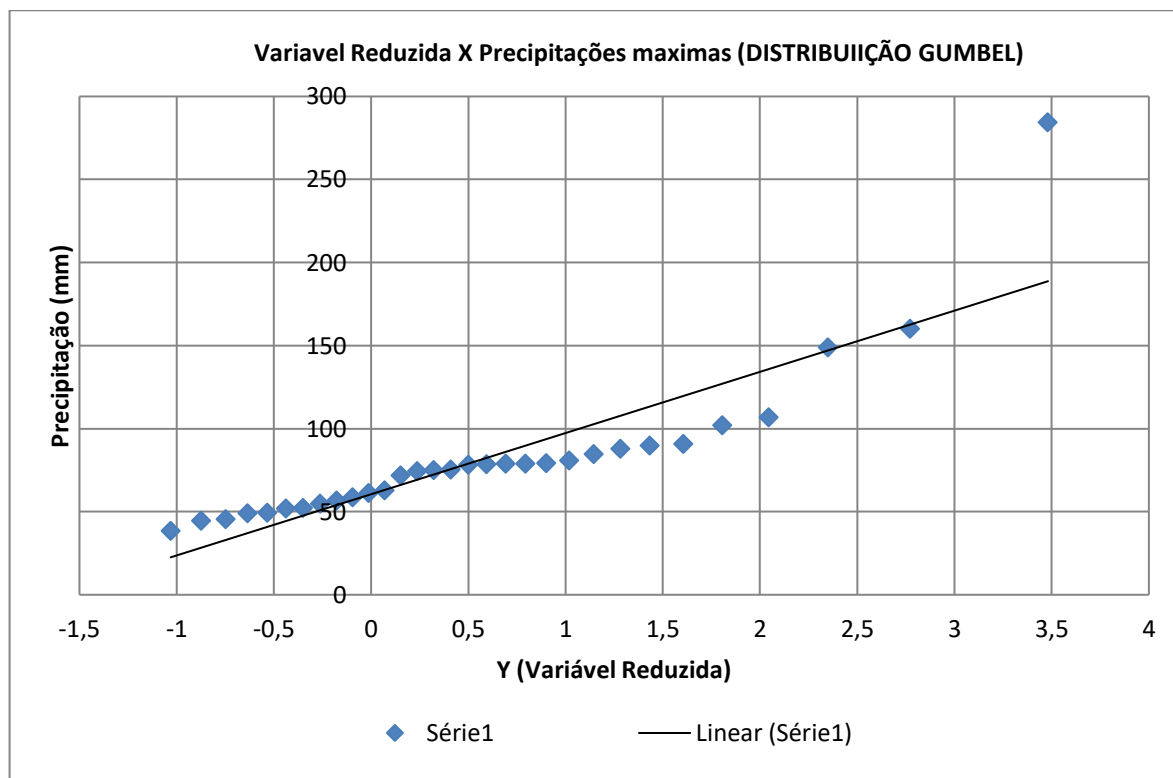


Fonte: Autoria própria, 2025.

Observa-se que no ano de 2009 houve uma precipitação alta com 284,6 mm precipitados esse foi um ano muito atípico.

Após a execução do procedimento descrito na metodologia, foram obtidos os dados apresentados na Tabela 04. A memória de cálculo para a Distribuição de Gumbel está apresentada juntamente com o Gráfico 04, que ilustra o ajuste da referida distribuição. Para a amostra analisada, a média foi calculada em 82,4 mm, enquanto o desvio padrão correspondeu a 46,3 mm.

Gráfico 4 – Verificação da Distribuição de Gumbel.



Fonte: Autoria própria 2025.

Por meio deste gráfico, nota-se que os valores apresentam um bom ajuste, com os dados observados seguindo a tendência dos valores teóricos, embora pequenas diferenças possam ser percebidas.

Os valores dos eventos máximos obtidos pelas análises de Distribuição de Gumbel, Desagregação da Chuva e Intensidades estão apresentados nas Tabelas 04, 05 e 06.

Tabela 4 – Precipitações máximas.

TR (Período de Retorno)	Y (Váriavel Reduzida)	Kt	P (mm)
2	0,37	-0,16	74,86
5	1,50	0,72	115,80
10	2,25	1,30	142,91

15	2,67	1,63	158,21
20	2,97	1,87	168,92
25	3,20	2,04	177,17
50	3,90	2,59	202,58
75	4,31	2,91	217,35
100	4,60	3,14	227,80

Fonte: Autoria própria (2025).

Conclui-se que o valor do evento aumenta com o período de retorno.

A Tabela 04 indica que a intensidade da chuva diminui com o aumento da duração, e esses valores foram usados para gerar o gráfico das curvas IDF (Gráfico 05).

Tabela 5 - Desagregação das Chuvas

		PERÍODOS DE RETORNO - TR (ANOS)								
COEFICIENTES	Duração (Min)	2	5	10	15	20	25	50	75	100
0,1	5	8,53	13,20	16,29	18,04	19,26	20,20	23,09	24,78	25,97
0,18	10	15,36	23,76	29,33	32,46	34,66	36,35	41,57	44,60	46,74
0,23	15	19,63	30,36	37,47	41,48	44,29	46,45	53,12	56,99	59,73
0,26	20	22,19	34,32	42,36	46,89	50,07	52,51	60,04	64,42	67,52
0,29	25	24,75	38,28	47,25	52,30	55,84	58,57	66,97	71,86	75,31
0,32	30	27,31	42,25	52,14	57,71	61,62	64,63	73,90	79,29	83,10
0,42	60	35,84	55,45	68,43	75,75	80,88	84,83	96,99	104,07	109,07
0,48	90	40,96	63,37	78,20	86,57	92,43	96,95	110,85	118,93	124,65
0,53	120	45,23	69,97	86,35	95,59	102,06	107,04	122,40	131,32	137,64
0,57	150	48,64	75,25	92,87	102,80	109,76	115,12	131,64	141,23	148,03
0,6	180	51,20	79,21	97,75	108,22	115,54	121,18	138,56	148,67	155,82
0,63	210	53,76	83,17	102,64	113,63	121,32	127,24	145,49	156,10	163,61
0,65	240	55,47	85,81	105,90	117,23	125,17	131,28	150,11	161,05	168,80
0,69	300	58,88	91,09	112,42	124,45	132,87	139,36	159,35	170,97	179,19
0,72	360	61,44	95,05	117,30	129,86	138,65	145,42	166,28	178,40	186,98
0,75	420	64,00	99,01	122,19	135,27	144,43	151,48	173,20	185,83	194,77
0,78	480	66,56	102,97	127,08	140,68	150,20	157,54	180,13	193,27	202,56
0,8	540	68,27	105,61	130,34	144,29	154,05	161,58	184,75	198,22	207,75
0,82	600	69,98	108,25	133,60	147,89	157,90	165,62	189,37	203,18	212,95
0,86	720	73,39	113,53	140,11	155,11	165,61	173,69	198,61	213,09	223,34
0,9	900	76,80	118,82	146,63	162,32	173,31	181,77	207,85	223,00	233,72
0,96	1200	81,93	126,74	156,41	173,14	184,86	193,89	221,70	237,87	249,31
1,14	1440	85,34	132,02	162,92	180,36	192,57	201,97	230,94	247,78	259,69
		74,86	115,80	142,91	158,21	168,92	177,17	202,58	217,35	227,80
		Chuvas de Projeto (mm)								

Fonte: Autoria própria (2025).

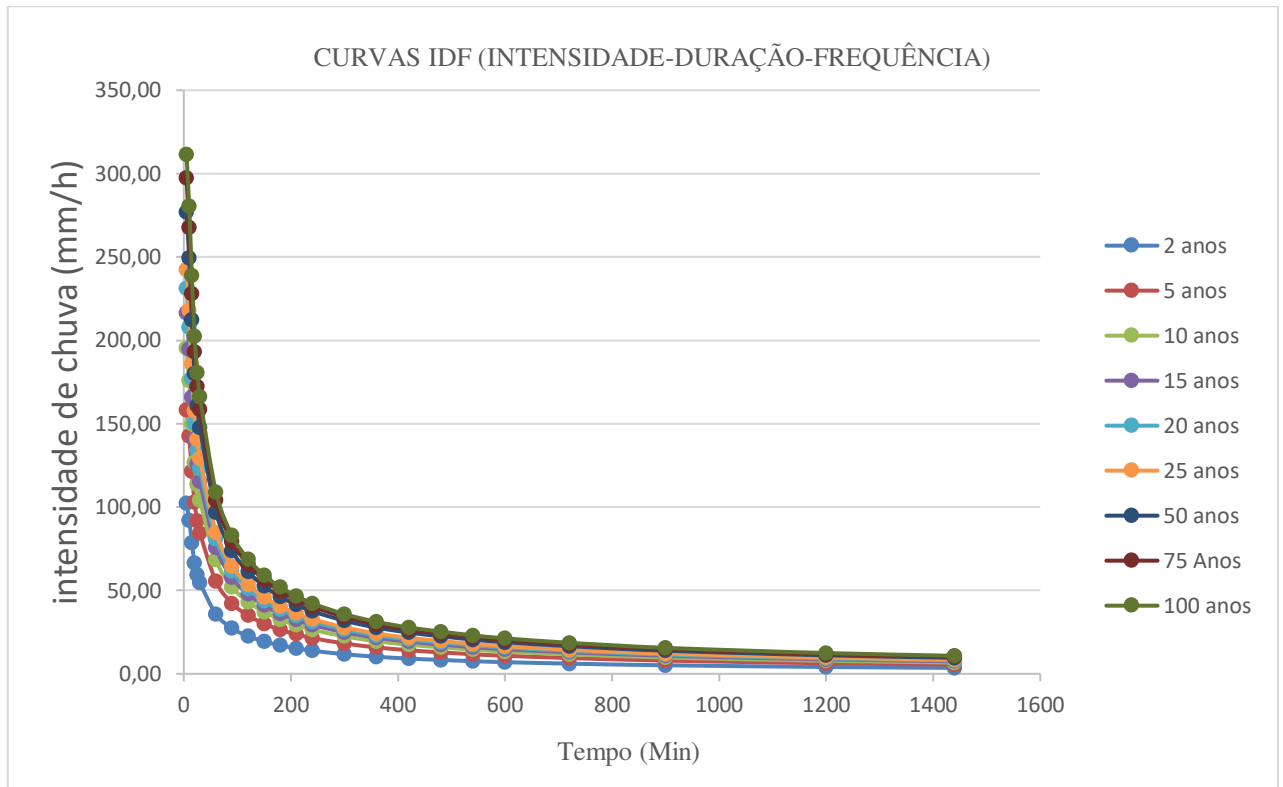
Ao observa a Tabela 05 é possível analisar que quanto maior a duração, maior será o valor da lâmina de água precipitada.

Tabela 6 - Intensidades de Chuva

	PERÍODO DE RETORNO - TR (ANOS)								
Duração (Min)	2	5	10	15	20	25	50	75	100
5	102,41	158,42	195,51	216,43	231,08	242,36	277,13	297,33	311,63
10	92,17	142,58	175,96	194,79	207,97	218,13	249,41	267,60	280,47
15	78,51	121,46	149,89	165,93	177,16	185,81	212,46	227,95	238,92
20	66,56	102,97	127,08	140,68	150,20	157,54	180,13	193,27	202,56
25	59,40	91,88	113,39	125,53	134,03	140,57	160,73	172,45	180,75
30	54,62	84,49	104,27	115,43	123,24	129,26	147,80	158,58	166,20
60	35,84	55,45	68,43	75,75	80,88	84,83	96,99	104,07	109,07
90	27,31	42,25	52,14	57,71	61,62	64,63	73,90	79,29	83,10
120	22,61	34,98	43,17	47,79	51,03	53,52	61,20	65,66	68,82
150	19,46	30,10	37,15	41,12	43,91	46,05	52,65	56,49	59,21
180	17,07	26,40	32,58	36,07	38,51	40,39	46,19	49,56	51,94
210	15,36	23,76	29,33	32,46	34,66	36,35	41,57	44,60	46,74
240	13,87	21,45	26,47	29,31	31,29	32,82	37,53	40,26	42,20
300	11,78	18,22	22,48	24,89	26,57	27,87	31,87	34,19	35,84
360	10,24	15,84	19,55	21,64	23,11	24,24	27,71	29,73	31,16
420	9,14	14,14	17,46	19,32	20,63	21,64	24,74	26,55	27,82
480	8,32	12,87	15,88	17,58	18,78	19,69	22,52	24,16	25,32
540	7,59	11,73	14,48	16,03	17,12	17,95	20,53	22,02	23,08
600	7,00	10,83	13,36	14,79	15,79	16,56	18,94	20,32	21,29
720	6,12	9,46	11,68	12,93	13,80	14,47	16,55	17,76	18,61
900	5,12	7,92	9,78	10,82	11,55	12,12	13,86	14,87	15,58
1200	4,10	6,34	7,82	8,66	9,24	9,69	11,09	11,89	12,47
1440	3,56	5,50	6,79	7,51	8,02	8,42	9,62	10,32	10,82
	intensidades de chuva (mm/h)								

Fonte: Autoria própria (2025).

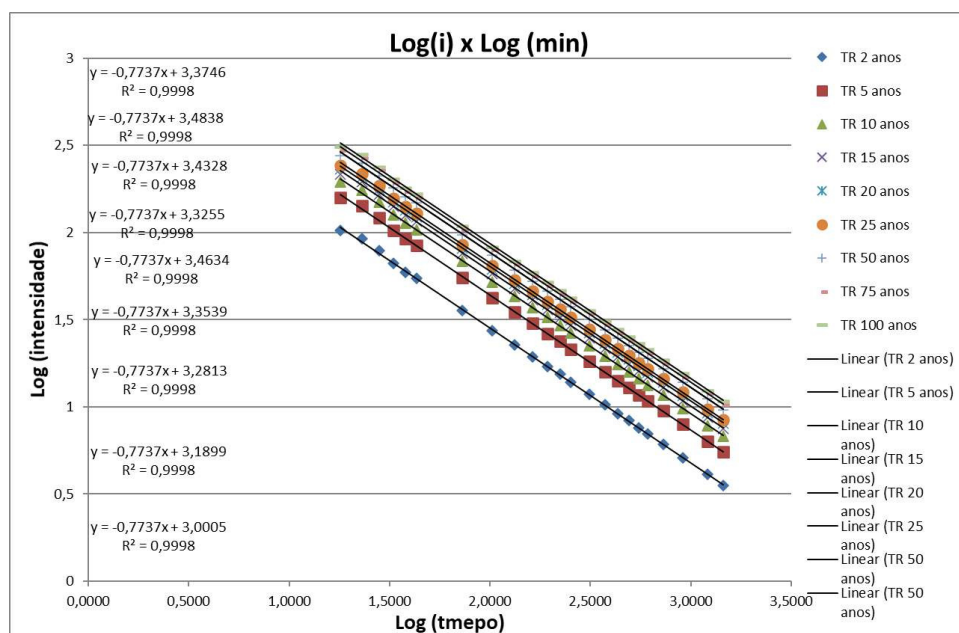
Gráfico 5 - Curvas IDF.



Fonte: Autoria própria (2025).

Utilizando a tabela de intensidades, aplicou-se o logaritmo aos dados para gerar o Gráfico 06. O parâmetro t_0 ajustado foi de 13 minutos, resultando em equações com $R^2=0,9998$.

Gráfico 6 - IDF Linearizadas.

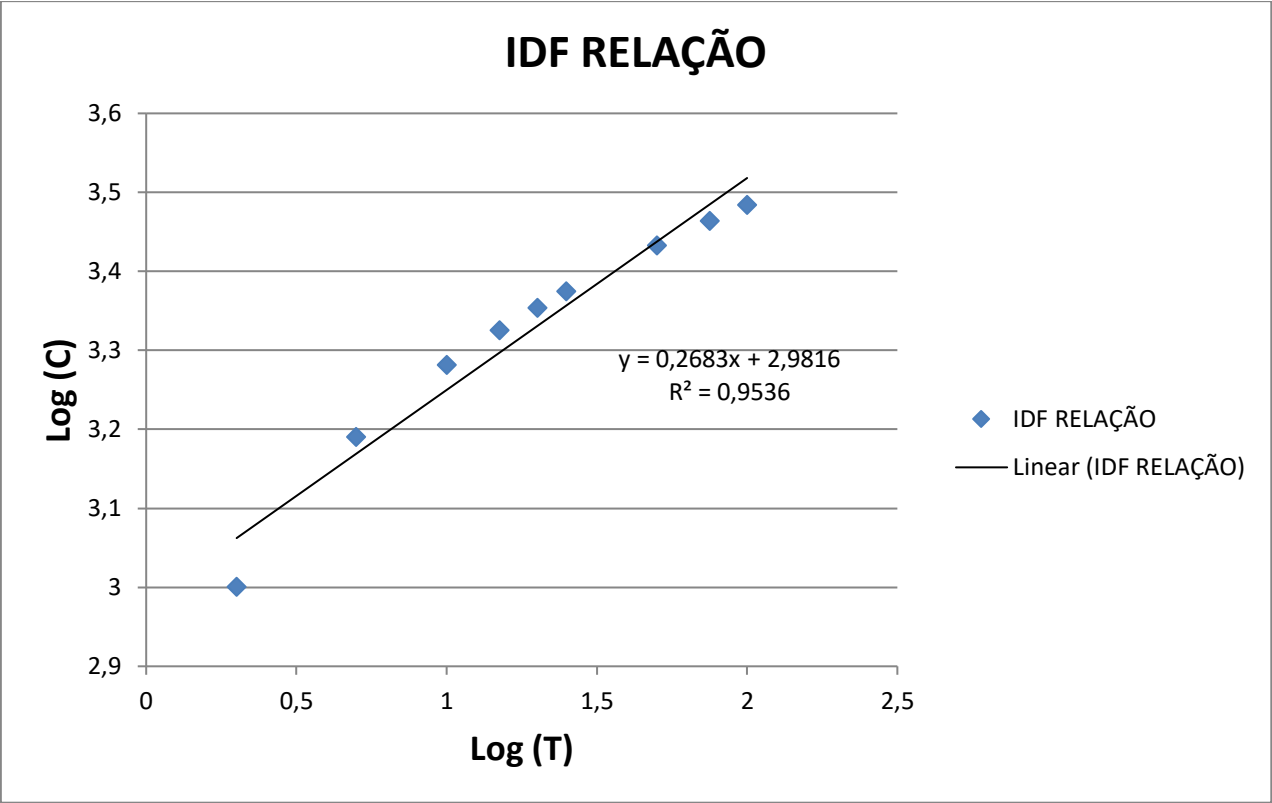


Fonte: Autoria própria 2025.

Com os coeficientes lineares das equações do Gráfico 06, elaborou-se a Tabela 08, aplicando-se o logaritmo aos valores.

Isso permitiu a elaboração do Gráfico 07.

Gráfico 7 - Log (T) x Log (C).



Fonte: Autoria própria 2025.

A partir da equação da reta do Gráfico 08, foram obtidos os parâmetros para a elaboração da Tabela 7, referente à equação da chuva para o município de Patos-PB (Equação 19).

Tabela 7 - Parâmetros da Equação da Chuva

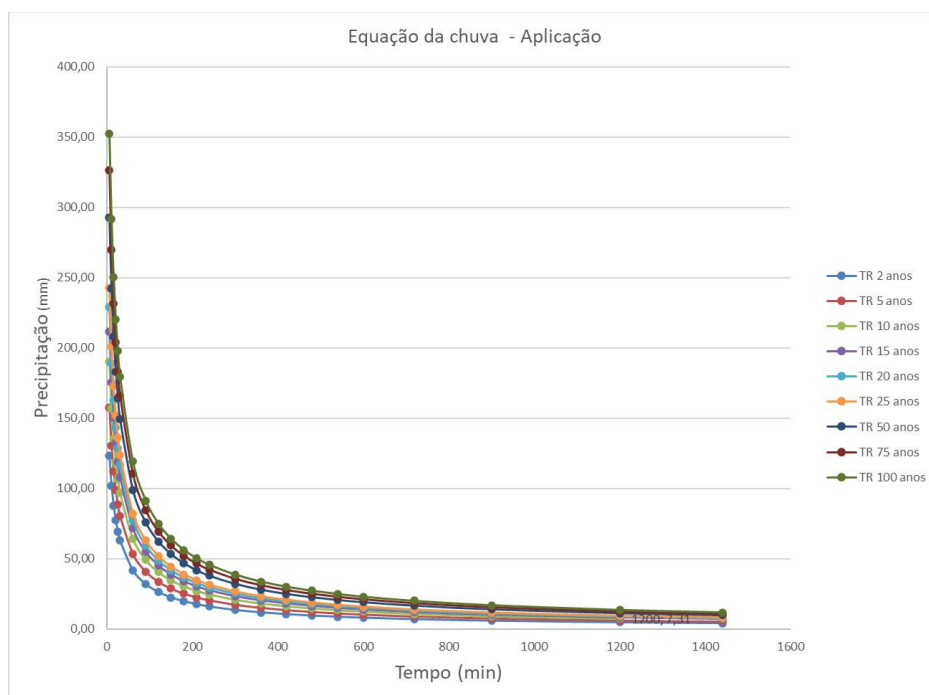
A	B	T0	K
0,2683	0,7737	13	958,517
EQUAÇÃO DA CHUVA			

Fonte: Autoria própria 2025.

$$I = \frac{958,517 \times T^{0.2683}}{(t + 13)^{0.7737}} \quad \text{Eq. (19)}$$

Com a equação da chuva, recalcularam-se as intensidades, gerando os dados da Tabela 10 e o Gráfico 08.

Gráfico 8 - Intensidades pela Equação da Chuva.



Fonte: Autoria própria 2025.

5.7 Distribuição temporal

A análise da distribuição temporal da precipitação utilizando o método de Huff ao longo de 60 minutos, para tempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75 e 100 anos, apresentou comportamentos distintos em relação à intensidade e à concentração da chuva nos diferentes quartis.

No primeiro quartil, constatou-se que as chuvas foram mais intensas no início do evento, com picos de precipitação concentrados majoritariamente nos primeiros 10 minutos. Esse

padrão reflete a alta intensidade característica de chuvas iniciais em eventos concentrados, o que é coerente com a literatura, que destaca a predominância de precipitações máximas no primeiro quarto de duração, especialmente em regiões urbanizadas ou com alta impermeabilização.

No segundo quartil, a distribuição temporal demonstrou maior regularidade, com os picos de precipitação deslocando-se para o meio do intervalo, em torno dos 20 minutos. Essa distribuição mais uniforme e harmônica reforça a transição do evento para uma precipitação estabilizada, permitindo uma melhor adaptação dos sistemas de drenagem a esse tipo de comportamento.

Além disso, observou-se que:

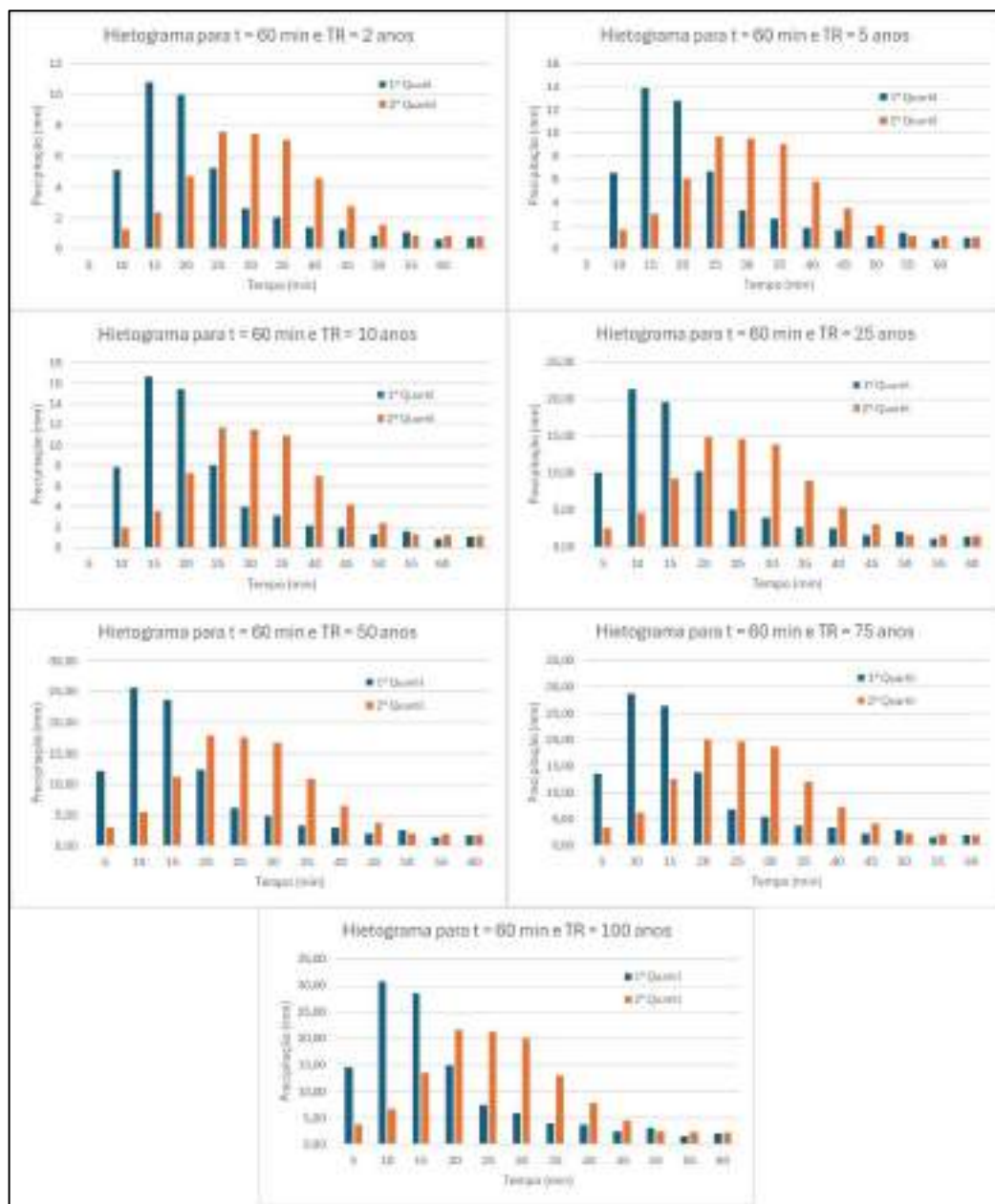
O pico de precipitação diminui com o aumento da duração do evento para um mesmo tempo de retorno;

Quanto maior o tempo de retorno, maior é o valor do pico de precipitação para a mesma duração.

Esses padrões, apresentados nos hietogramas construídos, confirmam a aplicabilidade do método de Huff para identificar variações temporais de precipitação e auxiliar no dimensionamento de sistemas de drenagem urbana. A harmonia observada na distribuição do segundo quartil é particularmente relevante para cenários onde a resposta do escoamento superficial pode ser atenuada por sistemas de drenagem adequados.

O mosaico de gráficos incluídos no Gráfico 10 ilustram essas observações, permitindo uma análise visual detalhada das diferenças de comportamento entre os quartis.

Gráfico 9 – Hietogramas para o $t=60$ min e $TR=2, 5, 10, 25, 50, 75, 100$ anos.



Fonte: Autoria própria 2025.

A análise das precipitações pelo método de Huff evidencia um aumento expressivo conforme o período de retorno se eleva. Para um tempo de chuva de 60 minutos, a precipitação de 10,81 mm (TR de 2 anos) aumentou em 137% para 25,65 mm (TR de 50 anos) e em 186% para 30,89 mm (TR de 100 anos). Esses resultados demonstram que eventos mais extremos resultam em chuvas significativamente mais intensas, impactando diretamente o escoamento superficial e o aumento das vazões na bacia.

5.8 Método Santa Bárbara

Para determinar as vazões de projeto pelo Método Santa Bárbara, foram utilizados dados específicos da microbacia urbana no município de Patos-PB, considerando os anos de 1992, 1997, 2002, 2007, 2012, 2017 e 2022. A área da bacia é de 11,72 km², com áreas impermeáveis variando ao longo dos anos: em 1992, a área impermeável era de 1,3437 km², aumentando progressivamente até atingir 4,0296 km² em 2022, evidenciando o impacto da urbanização.

Os parâmetros hidrológicos utilizados incluem um tempo de concentração fixo de 60 minutos, períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75 e 100 anos, e uma duração de chuva de 60 minutos. O coeficiente de curva número (CN) variou ao longo do tempo, refletindo as mudanças no uso e ocupação do solo, passando de 76,768 em 1992 para 80,591 em 2022. Já o coeficiente de retardo foi mantido fixo em 0,04 para todos os anos analisados.

Além disso, a capacidade de armazenamento (S) diminuiu ao longo do tempo, indicando uma menor capacidade de infiltração da bacia devido ao aumento das áreas impermeáveis. Em 1992, S era de 76,9 mm, enquanto em 2022 caiu para 61,2 mm. As perdas iniciais, calculadas como 0,2S, também apresentaram redução ao longo dos anos, de 15,4 mm em 1992 para 12,2 mm em 2022.

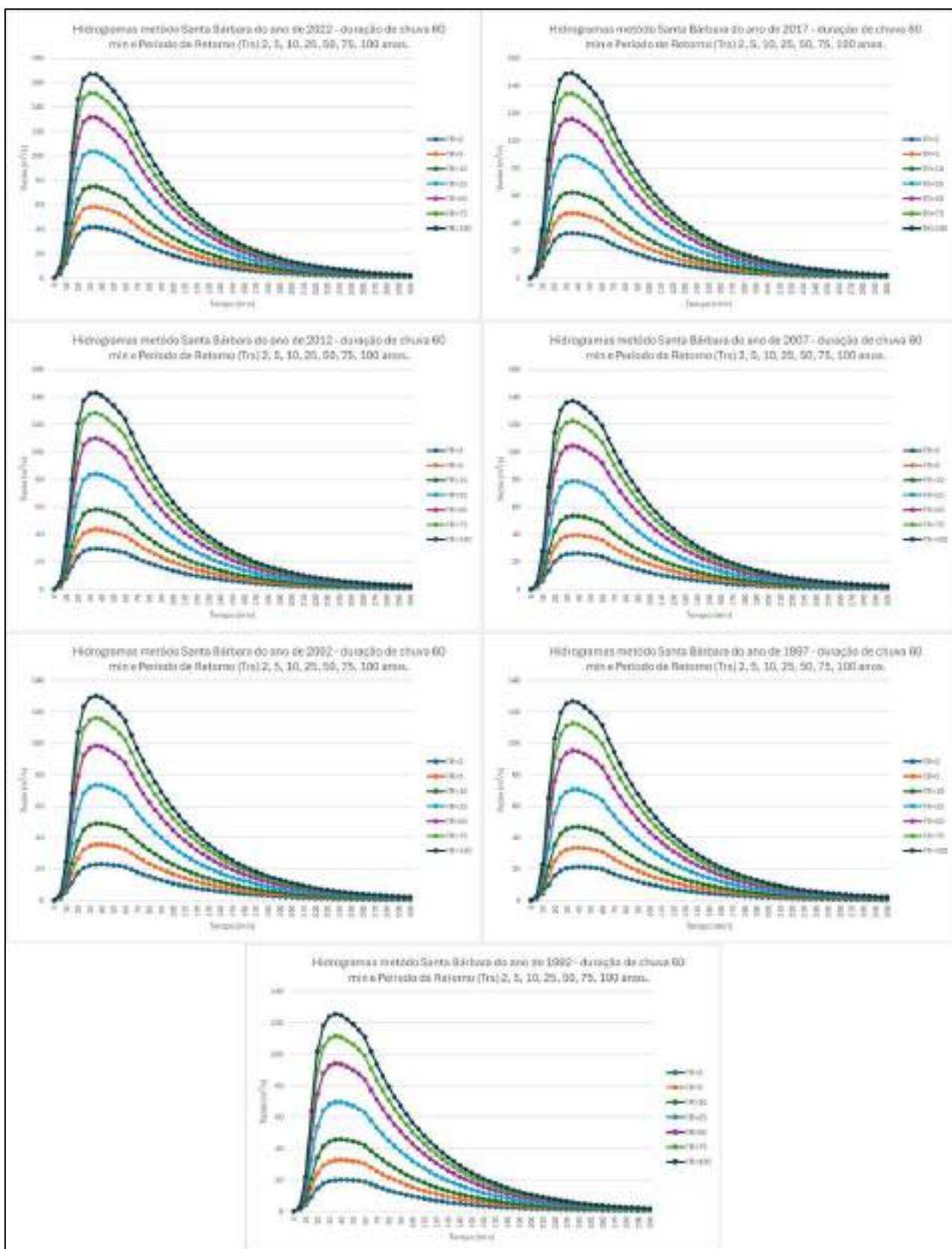
Com base nesses dados, foram elaborados hidrogramas para cada período de retorno em todos os anos estudados, permitindo observar a evolução dos picos de vazão. O mosaico de gráficos no gráfico 11 destacam o aumento progressivo das vazões de pico com o passar dos anos, especialmente para períodos de retorno maiores, como 50, 75 e 100 anos, evidenciando o impacto das mudanças no uso do solo na resposta hidrológica da bacia conforme mostra os gráficos.

As vazões de pico apresentaram um aumento significativo ao longo do período analisado, evidenciando o impacto das mudanças no uso e ocupação do solo na bacia. Em 1992, uma chuva com Período de Retorno (TR) de 100 anos resultou em uma vazão de 122,81 m³/s, enquanto, em 2022, esse mesmo evento pluviométrico gerou uma vazão consideravelmente maior, de 166,47 m³/s, representando um acréscimo de 43,66 m³/s. Esse padrão de aumento também foi observado para outros períodos de retorno. Para um TR de 2 anos, a diferença entre 1992 e 2022 foi de 21,83 m³/s, enquanto para um TR de 50 anos, o acréscimo foi de 38,99 m³/s. Esses resultados demonstram uma tendência consistente de elevação das vazões de pico ao

longo das décadas, o que reforça a influência das transformações na cobertura e no uso do solo sobre o escoamento superficial e a resposta hidrológica da bacia. Esse aumento nas vazões pode ser atribuído diretamente à expansão urbana desordenada e ao aumento da impermeabilização da bacia. O crescimento de áreas urbanizadas, com a construção de infraestrutura como ruas, calçadas, edifícios e outros elementos impermeáveis, impede a infiltração da água da chuva no solo, aumentando o escoamento superficial. Como consequência, há uma elevação no volume de água que flui para os corpos hídricos, resultando em maiores picos de vazão durante eventos de chuva, o que agrava o risco de alagamentos, enchentes e outros danos relacionados a esses fenômenos.

O estudo enfatiza a necessidade urgente de intervenções eficazes para mitigar os efeitos adversos da urbanização, especialmente em áreas propensas a eventos climáticos extremos. É fundamental adotar medidas que considerem a sustentabilidade e a resiliência hídrica, para que as cidades possam se adaptar às mudanças climáticas e minimizar os danos causados pelas chuvas intensas. Entre as estratégias sugeridas, destaca-se a implementação de soluções de drenagem sustentável, como a construção de áreas permeáveis, o aumento de espaços verdes urbanos, e o uso de técnicas de manejo de águas pluviais que permitam maior infiltração e retardamento do escoamento. Além disso, é essencial que o planejamento urbano leve em conta a preservação dos ecossistemas naturais e a integração de práticas de urbanização que respeitem os limites ambientais da região. Dessa forma, será possível não apenas reduzir os impactos das chuvas extremas, mas também melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas e garantir um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável.

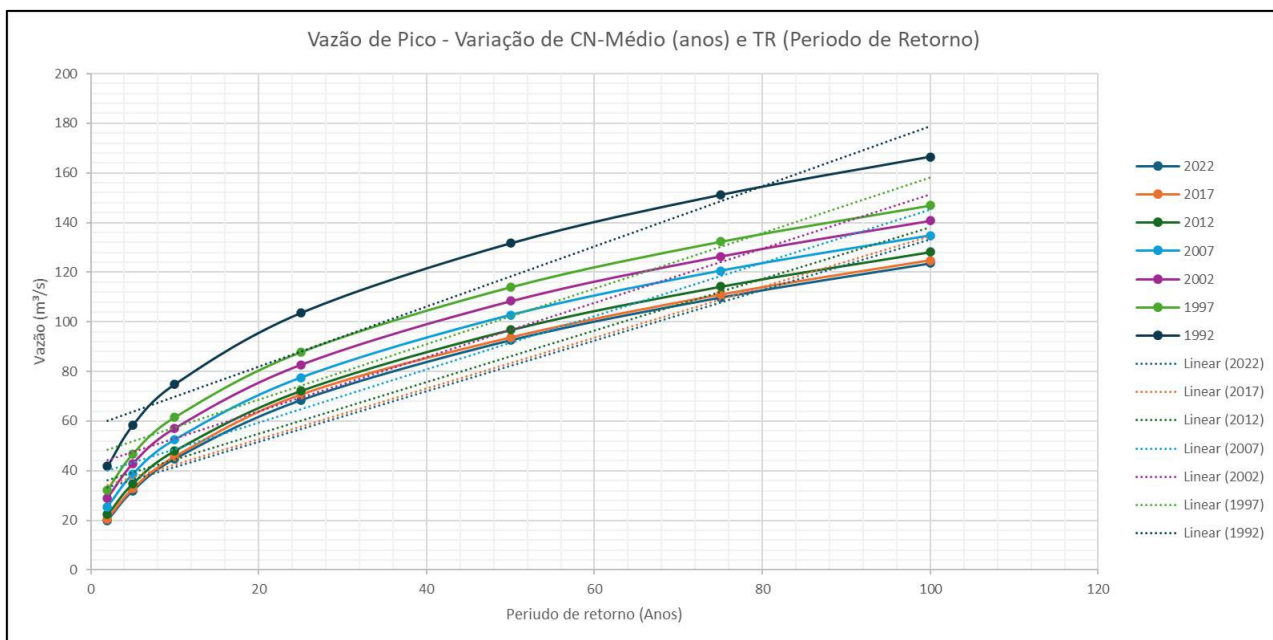
Gráfico 10 – Hidrograma para TRs 2, 5, 10, 25, 50, 75 e 100 anos e duração de chuva crítica de 60 minutos nos anos de 1992 a 2022 em intervalos de 5 em 5 anos.



Fonte: Autoria própria 2025.

No gráfico 11, é possível observar a evolução da vazão de pico ao longo dos anos, com destaque para a diferença nos períodos de retorno, abrangendo os anos de 1992 a 2022. O gráfico apresenta, em um eixo, os valores de vazão de pico, e, no eixo inferior, os três períodos de retorno analisados. Ao longo do período de 1992 a 2022, nota-se um aumento progressivo nos picos de vazão, com cada intervalo de cinco anos evidenciando um crescimento consistente. Esse aumento na vazão de pico está diretamente relacionado à variação do Curve Number (CN) de cada ano, refletindo o impacto das mudanças no uso e ocupação do solo ao longo do tempo. Os dados indicam que, conforme os anos avançam, os picos de vazão aumentam, especialmente nos períodos de retorno mais longos, demonstrando uma intensificação das respostas hidrológicas da bacia, associada a alterações no uso do solo.

Gráfico 11 - Evolução da Vazão de Pico por Períodos de Retorno entre 1992 e 2022.



Fonte: Autoria própria 2025.

6 CONCLUSÃO

As análises realizadas na microbacia urbana de Patos-PB, no período de 1992 a 2022, revelam como as transformações no uso e ocupação do solo influenciam os parâmetros hidrológicos e a resposta da bacia às precipitações. O crescimento das áreas impermeáveis, resultando no aumento do CN médio, indica uma diminuição na capacidade de infiltração e um consequente aumento nas vazões de pico, especialmente para períodos de retorno mais elevados. Esse fenômeno destaca a relevância da urbanização e suas implicações no comportamento hídrico da região.

A bacia em estudo, com uma área total de 10,72 km², apresenta uma contribuição significativa para a seção de controle. Embora grande parte do solo seja permeável, as análises mostraram que, ao longo do tempo, a área impermeável tem se expandido, favorecendo a infiltração da precipitação antes da geração de escoamento superficial. Em 2022, a área impermeável representava 4,36 km², correspondendo a aproximadamente 41% da área total da bacia. Essa configuração tem um impacto direto no comportamento hidrológico da bacia, permitindo que a maior parte da precipitação se infiltre antes de gerar escoamento.

A série de chuva máxima diária anual foi ajustada com êxito utilizando a Distribuição Gumbel. A desagregação dos dados resultou em séries de intensidade de chuva bem ajustadas, com um alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,998$) para períodos de retorno de 2 a 100 anos, evidenciando a precisão das equações de precipitação utilizadas. A análise do tempo de concentração forneceu um valor médio de 64,94 minutos, um parâmetro essencial para a estimativa das vazões de pico, refletindo adequadamente o comportamento da bacia.

A distribuição temporal da precipitação, determinada pelo método de Huff, revelou-se eficaz, com destaque para o primeiro quartil, que capturou satisfatoriamente as chuvas intensas típicas do verão na região. A comparação das precipitações pelo método de Huff mostra um aumento entre os diferentes períodos de retorno. Para 60 minutos de chuva, a precipitação de 10,81 mm (TR de 2 anos) aumentou 137% para 25,65 mm (TR de 50 anos) e 186% para 30,89 mm (TR de 100 anos). Esses valores indicam que eventos mais raros apresentam chuvas muito mais intensas, contribuindo diretamente para o aumento das vazões e do escoamento superficial na bacia. O segundo quartil, embora útil para comparação, não apresentou os mesmos picos elevados do primeiro quartil, evidenciando padrões de precipitação mais controlados e de menor intensidade.

A aplicação do método Santa Bárbara para estimar as vazões de pico demonstrou sua eficácia e simplicidade. Os resultados indicam um aumento significativo nas vazões de pico ao longo do período analisado, o que está diretamente relacionado ao crescimento do CN da bacia, reflexo do aumento da impermeabilização do solo. Essa mudança nos parâmetros hidrológicos destaca a intensificação dos impactos da urbanização na bacia do riacho do Frango. Os resultados demonstram um aumento expressivo das vazões de pico entre 1992 e 2022, evidenciando o impacto das mudanças no uso e ocupação do solo na bacia. Para um Período de Retorno (TR) de 2 anos, a vazão passou de 36,92 m³/s em 1992 para 58,75 m³/s em 2022, um aumento de 21,83 m³/s. Já para um TR de 100 anos, a vazão subiu de 122,81 m³/s para 166,47 m³/s, representando um acréscimo de 43,66 m³/s. Esses valores indicam uma tendência crescente no escoamento superficial, ressaltando a importância de estratégias de planejamento e gestão hídrica para minimizar impactos futuros.

Esses achados ressaltam a necessidade urgente de implementar medidas que minimizem os efeitos da urbanização nos sistemas hídricos locais. Estratégias de planejamento urbano sustentável, como soluções baseadas na natureza, podem desempenhar um papel crucial na mitigação de enchentes e na preservação do equilíbrio hidrológico da bacia.

Em síntese, o estudo enfatiza a importância de incorporar análises hidrológicas detalhadas nos processos de planejamento urbano, a fim de antecipar e gerenciar os efeitos da urbanização. Isso permitirá a construção de cidades mais resilientes, preparadas para enfrentar as mudanças ambientais e seus impactos no ciclo hidrológico.

REFERÊNCIAS

AESA. **Meteorologia – Chuvas.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesawebsite/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 8 março. 2025.

ALMEIDA, C. M. *et al.* **Sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise de uso e ocupação do solo.** Revista Brasileira de Cartografia, v. 71, n. 2, p. 567–580, 2019.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Geoprocessamento para o planejamento urbano e regional.** São José dos Campos: INPE, 2001.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 20/02/2025.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 384 p.

CANHOLI, C. E. C. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Manual de drenagem urbana.** 1. ed. São Paulo: CETESB, 1986.

G1 PARAÍBA. Chuva forte provoca alagamentos na cidade de Patos, no Sertão da Paraíba. **G1**, 27 mar. 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/03/chuva-forte-provoca-alagamentos-na-cidade-de-patos-no-sertao-da-paraiba.html>. Acesso em: 20 jul. 2025.

HIDROWEB. **Séries históricas de estações.** Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 8 nov. 2024.

HUFF, F. A. *Time distribution of rainfall in heavy storms.* *Water Resources Research*, v. 3, n. 4, p. 1007-1019, Dez. 1967.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados:** Pombal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/pombal.html>. Acesso em: 8 nov. 2024.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 – Mapeamento do uso e cobertura da terra no Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: jul. 2025.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 do MapBiomias – Uso e Cobertura da Terra no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: [inserir data de acesso].

MARTINS, C. M. TAVARES. **Hidrologia urbana: conceitos básicos**. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos; Universidade de Coimbra. Lisboa: [s.n.], 2010. 181 p. v. 1. Disponível em: [inserir link]. Acesso em: 4 jan. 2025.

MARTINS, J. A. *et al.* **Hidrologia aplicada à engenharia**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade, 2010.

McCUEN, R. H. **Hydrologic analysis and design**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

MIGUEZ, M. G.; MAGALHÃES, L. P. C. Gestão de águas pluviais urbanas: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 15, n. 4, p. 85–98, 2010.

MIGUEZ, M. G.; VEROL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2024. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 8 março. 2025

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SILVEIRA, A. **Hidrologia: fundamentos e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

SILVEIRA, A. L. L. Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 1, p. 5–23, jan./mar. 2005.

SILVEIRA, A. L. L. Equação para os coeficientes de desagregação de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 4, p. 15–23, out./dez. 2000.

TOMAZ, P. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2002.

TOMAZ, P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas urbanas**. Porto Alegre: ABRH, 2005a.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2005b.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Urban hydrology for small watersheds**. Technical Release 55 (TR-55). Washington, DC: NRCS, 1986.

APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO DE GUMBEL

Tabela 8 – Distribuição de Gumbel

PRECIP. MÁXIMAS ANUAIS observadas mm (1994-2024)	ORDEM	m/(N+1)	TEMPO DE RETORNO	Y (VARIÁVEL REDUZIDA)	Kt	PRECIP. TEÓRICA (mm)
284,6	1	0,030303	33	3,481161186	2,264261377	187,37728
160,4	2	0,060606	16,5	2,772263064	1,711533511	161,76786
149	3	0,090909	11	2,350618656	1,382777366	146,53567
107,1	4	0,121212	8,25	2,046302891	1,145502364	135,54206
102,2	5	0,151515	6,6	1,806042683	0,95817148	126,86249
91	6	0,181818	5,5	1,606090045	0,802268408	119,63907
90	7	0,212121	4,714285714	1,433759106	0,667901975	113,4135
88	8	0,242424	4,125	1,281459732	0,549154153	107,91158
84,8	9	0,272727	3,666666667	1,144278086	0,442193623	102,9558
81	10	0,30303	3,3	1,018840353	0,344389823	98,424281
79,2	11	0,333333	3	0,902720456	0,253851139	94,229372
79	12	0,363636	2,75	0,794106012	0,169164457	90,305602
79	13	0,393939	2,538461538	0,691597806	0,089238809	86,602424
78,6	14	0,424242	2,357142857	0,594082997	0,013206513	83,079636
78,5	15	0,454545	2,2	0,50065122	-0,059642244	79,704351
75,6	16	0,484848	2,0625	0,41053662	-0,129904597	76,4489
75	17	0,515152	1,941176471	0,323075993	-0,198097648	73,289326
74,5	18	0,545455	1,833333333	0,237676951	-0,264683281	70,204228
72	19	0,575758	1,736842105	0,15379214	-0,330088268	67,173833
63	20	0,606061	1,65	0,070896607	-0,394721916	64,179176
61,5	21	0,636364	1,571428571	-0,011534137	-0,458993167	61,20131
58,8	22	0,666667	1,5	-0,094047828	-0,523329091	58,220448
57	23	0,69697	1,434782609	-0,177244079	-0,588197208	55,214927
54,8	24	0,727273	1,375	-0,261812562	-0,654135254	52,159834
52,4	25	0,757576	1,32	-0,348588551	-0,721794493	49,024993
52	26	0,787879	1,269230769	-0,438640284	-0,792007829	45,771814
49,5	27	0,818182	1,222222222	-0,533417353	-0,86590551	42,347928
49,2	28	0,848485	1,178571429	-0,635025176	-0,945129129	38,677278
45,7	29	0,878788	1,137931034	-0,746788985	-1,032271372	34,639735
44,7	30	0,909091	1,1	-0,874591383	-1,131918901	30,022787
38,4	31	0,939394	1,064516129	-1,030818834	-1,253729445	24,378966

Fonte: Autoria própria (2025).

**APÊNDICE B – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA
CHUVA PELO MÉTODO DE HUFF**

Tabela 9 - Huff para as Duração e Tr = 2 anos

Hietograma para TR = 2 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	5,09	1,29
10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	10,81	2,34
15	25	62	0,239	20	0,113	9,98	4,72
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	5,22	7,56
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	2,59	7,43
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	2,05	7,06
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	1,42	4,55
40	66,67	92,1	0,031	90,2	0,065	1,29	2,71
45	75	94,2	0,021	94	0,038	0,88	1,59
50	83,33	96,8	0,026	96,1	0,021	1,09	0,88
55	91,67	98,2	0,014	98,1	0,02	0,58	0,84
60	100	100	0,018	100	0,019	0,75	0,79

Fonte: Autoria própria (2025)..

Tabela 10 - Huff para as Duração e Tr = 5 anos

Hietograma para TR = 5 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	6,51	1,66
10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	13,83	2,99
15	25	62	0,239	20	0,113	12,76	6,03
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	6,67	9,66
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	3,31	9,50
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	2,62	9,02
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	1,82	5,82
40	66,67	92,1	0,031	90,2	0,065	1,66	3,47
45	75	94,2	0,021	94	0,038	1,12	2,03
50	83,33	96,8	0,026	96,1	0,021	1,39	1,12
55	91,67	98,2	0,014	98,1	0,02	0,75	1,07
60	100	100	0,018	100	0,019	0,96	1,01

Fonte: Autoria própria (2025)..

Tabela 11 - Huff para as Duração e Tr = 10 anos

Hietograma para TR = 10 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	7,85	1,99
10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	16,66	3,60
15	25	62	0,239	20	0,113	15,37	7,27
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	8,04	11,64
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	3,99	11,45
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	3,15	10,87
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	2,19	7,01
40	66,67	92,1	0,031	90,2	0,065	1,99	4,18
45	75	94,2	0,021	94	0,038	1,35	2,44
50	83,33	96,8	0,026	96,1	0,021	1,67	1,35
55	91,67	98,2	0,014	98,1	0,02	0,90	1,29
60	100	100	0,018	100	0,019	1,16	1,22

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 12 - Huff para as Duração e Tr = 25 anos

Hietograma para TR = 25 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	10,03	2,55
10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	21,30	4,60
15	25	62	0,239	20	0,113	19,65	9,29
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	10,28	14,88
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	5,10	14,64
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	4,03	13,90
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	2,80	8,96
40	66,67	92,1	0,031	90,2	0,065	2,55	5,34
45	75	94,2	0,021	94	0,038	1,73	3,12
50	83,33	96,8	0,026	96,1	0,021	2,14	1,73
55	91,67	98,2	0,014	98,1	0,02	1,15	1,64
60	100	100	0,018	100	0,019	1,48	1,56

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 13 - Huff para as Duração e Tr = 50 anos

Hietograma para TR = 50 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	12,08	3,07

10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	25,65	5,55
15	25	62	0,239	20	0,113	23,67	11,19
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	12,38	17,93
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	6,14	17,63
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	4,85	16,74
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	3,37	10,79
40	66,67	92,1	0,031	90,2	0,065	3,07	6,44
45	75	94,2	0,021	94	0,038	2,08	3,76
50	83,33	96,8	0,026	96,1	0,021	2,57	2,08
55	91,67	98,2	0,014	98,1	0,02	1,39	1,98
60	100	100	0,018	100	0,019	1,78	1,88

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 14 - Huff para as Duração e Tr = 75 anos

Hietograma para TR = 75 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	13,47	3,42
10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	28,60	6,18
15	25	62	0,239	20	0,113	26,39	12,48
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	13,80	19,99
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	6,85	19,65
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	5,41	18,66
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	3,75	12,04
40	66,67	92,1	0,031	90,2	0,065	3,42	7,18
45	75	94,2	0,021	94	0,038	2,32	4,20
50	83,33	96,8	0,026	96,1	0,021	2,87	2,32
55	91,67	98,2	0,014	98,1	0,02	1,55	2,21
60	100	100	0,018	100	0,019	1,99	2,10

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 15 - Huff para as Duração e Tr = 100 anos

Hietograma para TR = 100 anos e duração de chuva t=60 minutos							
t (min)	%t	1° Q - 50%		2° Q - 50%		P (mm)	
		%P	DP	%P	DP	1° Q	2° Q
5	8,33	12,2	0,122	3,1	0,031	14,55	3,70
10	16,67	38,1	0,259	8,7	0,056	30,89	6,68
15	25	62	0,239	20	0,113	28,51	13,48
20	33,33	74,5	0,125	38,1	0,181	14,91	21,59
25	41,67	80,7	0,062	55,9	0,178	7,40	21,23
30	50	85,6	0,049	72,8	0,169	5,84	20,16
35	58,33	89	0,034	83,7	0,109	4,06	13,00

155											4,22	3,88
160											3,88	3,57
165											3,57	3,28
170											3,28	3,02
175											3,02	2,78
180											2,78	2,56
185											2,56	2,35
190											2,35	2,16
195											2,16	1,99
200											1,99	1,83
205											1,83	1,69
210											1,69	1,55
215											1,55	1,43
220											1,43	1,31
225											1,31	1,21
230											1,21	1,11
235											1,11	1,02
240											1,02	0,94
245											0,94	0,87
250											0,87	0,80
255											0,80	0,73
260											0,73	0,67
265											0,67	0,62
270											0,62	0,57
275											0,57	0,52
280											0,52	0,48
285											0,48	0,44
290											0,44	0,41
295											0,41	0,38
300											0,38	0,35

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 17 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 5 anos (1992)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 5 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 1992												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,122	6,51	6,51	0,00	0,00	6,51	78,17	0,0	31,28	31,28	0,00	1,25
10	0,259	13,83	20,34	0,30	0,30	13,53	165,94	3,6	75,73	107,01	1,25	5,43
15	0,239	12,76	33,10	3,32	3,02	9,74	153,13	36,3	154,73	230,46	5,43	14,22
20	0,125	6,67	39,78	5,88	2,56	4,12	80,09	30,7	111,16	265,89	14,22	23,71
25	0,062	3,31	43,09	7,34	1,46	1,85	39,72	17,6	61,17	172,33	23,71	28,71
30	0,049	2,62	45,70	8,58	1,24	1,38	31,39	14,8	50,84	112,00	28,71	30,89
35	0,034	1,82	47,52	9,48	0,90	0,92	21,78	10,8	36,48	87,31	30,89	31,91

[illegible]

[illegible]

95											50,19	46,17
100											46,17	42,48
105											42,48	39,08
110											39,08	35,95
115											35,95	33,08
120											33,08	30,43
125											30,43	28,00
130											28,00	25,76
135											25,76	23,70
140											23,70	21,80
145											21,80	20,06
150											20,06	18,45
155											18,45	16,98
160											16,98	15,62
165											15,62	14,37
170											14,37	13,22
175											13,22	12,16
180											12,16	11,19
185											11,19	10,29
190											10,29	9,47
195											9,47	8,71
200											8,71	8,02
205											8,02	7,37
210											7,37	6,78
215											6,78	6,24
220											6,24	5,74
225											5,74	5,28
230											5,28	4,86
235											4,86	4,47
240											4,47	4,11
245											4,11	3,78
250											3,78	3,48
255											3,48	3,20
260											3,20	2,95
265											2,95	2,71
270											2,71	2,49
275											2,49	2,29
280											2,29	2,11
285											2,11	1,94
290											1,94	1,79
295											1,79	1,64
300											1,64	1,51

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 21 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (1992)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno $T_r = 75$ Anos e duração de chuva $t = 60$ minutos - CN 1992

[illegible]

[illegible]

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 22 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (1992)

[illegible]

110											51,53	47,41
115											47,41	43,62
120											43,62	40,13
125											40,13	36,92
130											36,92	33,96
135											33,96	31,25
140											31,25	28,75
145											28,75	26,45
150											26,45	24,33
155											24,33	22,38
160											22,38	20,59
165											20,59	18,95
170											18,95	17,43
175											17,43	16,04
180											16,04	14,75
185											14,75	13,57
190											13,57	12,49
195											12,49	11,49
200											11,49	10,57
205											10,57	9,72
210											9,72	8,95
215											8,95	8,23
220											8,23	7,57
225											7,57	6,97
230											6,97	6,41
235											6,41	5,90
240											5,90	5,42
245											5,42	4,99
250											4,99	4,59
255											4,59	4,22
260											4,22	3,89
265											3,89	3,57
270											3,57	3,29
275											3,29	3,03
280											3,03	2,78
285											2,78	2,56
290											2,56	2,36
295											2,36	2,17
300											2,17	1,99

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 23 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (1997)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno $Tr = 2$ Anos e duração de chuva $t = 60$ minutos - CN 1997												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q -	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)

[illegible]

200											2,05	1,88
205											1,88	1,73
210											1,73	1,59
215											1,59	1,47
220											1,47	1,35
225											1,35	1,24
230											1,24	1,14
235											1,14	1,05
240											1,05	0,97
245											0,97	0,89
250											0,89	0,82
255											0,82	0,75
260											0,75	0,69
265											0,69	0,64
270											0,64	0,59
275											0,59	0,54
280											0,54	0,50
285											0,50	0,46
290											0,46	0,42
295											0,42	0,39
300											0,39	0,36

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 24 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 5 anos (1997)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 5 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 1997												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	6,51	6,51	0,00	0,00	6,51	78,17	0,0	33,86	33,86	0,00	1,35
10	0,25 9	13,83	20,34	0,30	0,30	13,53	165,94	3,6	80,94	114,8 0	1,35	5,84
15	0,23 9	12,76	33,10	3,30	3,01	9,75	153,13	36,1	158,14	239,0 8	5,84	14,93
20	0,12 5	6,67	39,78	5,85	2,55	4,12	80,09	30,6	112,56	270,7 0	14,93	24,57
25	0,06 2	3,31	43,09	7,31	1,46	1,85	39,72	17,5	61,78	174,3 4	24,57	29,58
30	0,04 9	2,62	45,70	8,55	1,23	1,38	31,39	14,8	51,29	113,0 8	29,58	31,73
35	0,03 4	1,82	47,52	9,44	0,90	0,92	21,78	10,7	36,78	88,07	31,73	32,72
40	0,03 1	1,66	49,17	10,29	0,84	0,81	19,86	10,1	34,34	71,12	32,72	32,94
45	0,02 1	1,12	50,30	10,87	0,58	0,54	13,45	7,0	23,68	58,01	32,94	32,63
50	0,02 6	1,39	51,68	11,61	0,74	0,65	16,66	8,9	29,76	53,44	32,63	32,16

[illegible]

135											13,04	12,00
140											12,00	11,04
145											11,04	10,16
150											10,16	9,34
155											9,34	8,60
160											8,60	7,91
165											7,91	7,28
170											7,28	6,69
175											6,69	6,16
180											6,16	5,67
185											5,67	5,21
190											5,21	4,80
195											4,80	4,41
200											4,41	4,06
205											4,06	3,73
210											3,73	3,44
215											3,44	3,16
220											3,16	2,91
225											2,91	2,68
230											2,68	2,46
235											2,46	2,26
240											2,26	2,08
245											2,08	1,92
250											1,92	1,76
255											1,76	1,62
260											1,62	1,49
265											1,49	1,37
270											1,37	1,26
275											1,26	1,16
280											1,16	1,07
285											1,07	0,98
290											0,98	0,90
295											0,90	0,83
300											0,83	0,77

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 26 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 25 anos (1997)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 25 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 1997												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	10,14	10,14	0,00	0,00	10,14	121,67	0,0	52,71	52,71	0,00	2,11

[illegible]

[illegible]

155											21,90	20,15
160											20,15	18,54
165											18,54	17,05
170											17,05	15,69
175											15,69	14,43
180											14,43	13,28
185											13,28	12,22
190											12,22	11,24
195											11,24	10,34
200											10,34	9,51
205											9,51	8,75
210											8,75	8,05
215											8,05	7,41
220											7,41	6,81
225											6,81	6,27
230											6,27	5,77
235											5,77	5,31
240											5,31	4,88
245											4,88	4,49
250											4,49	4,13
255											4,13	3,80
260											3,80	3,50
265											3,50	3,22
270											3,22	2,96
275											2,96	2,72
280											2,72	2,51
285											2,51	2,31
290											2,31	2,12
295											2,12	1,95
300											1,95	1,79

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 29 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 100 anos (1997)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 100 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 1997												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50 % P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	14,55	14,55	0,00	0,00	14,55	174,62	0,0	75,64	75,64	0,00	3,03
10	0,25 9	30,89	45,44	8,42	8,42	22,47	370,70	101,1	417,73	493,37	3,03	22,52
15	0,23 9	28,51	73,95	25,27	16,85	11,66	342,08	202,2	662,67	1080,4 1	22,52	63,93
20	0,12 5	14,91	88,86	35,84	10,57	4,34	178,91	126,9	400,29	1062,9 7	63,93	101,3 4

[illegible]

[illegible]

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 30 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2002)

[illegible]

[illegible]

145											8,44	7,76
150											7,76	7,14
155											7,14	6,57
160											6,57	6,04
165											6,04	5,56
170											5,56	5,12
175											5,12	4,71
180											4,71	4,33
185											4,33	3,98
190											3,98	3,66
195											3,66	3,37
200											3,37	3,10
205											3,10	2,85
210											2,85	2,63
215											2,63	2,42
220											2,42	2,22
225											2,22	2,04
230											2,04	1,88
235											1,88	1,73
240											1,73	1,59
245											1,59	1,46
250											1,46	1,35
255											1,35	1,24
260											1,24	1,14
265											1,14	1,05
270											1,05	0,97
275											0,97	0,89
280											0,89	0,82
285											0,82	0,75
290											0,75	0,69
295											0,69	0,64
300											0,64	0,59

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 32 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 10 anos (2002)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 10 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2002												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,122	7,85	7,85	0,00	0,00	7,85	94,14	0,0	46,84	46,84	0,00	1,87
10	0,259	16,66	24,50	1,02	1,02	15,63	199,86	12,3	129,83	176,67	1,87	8,79
15	0,239	15,37	39,87	6,06	5,04	10,33	184,43	60,5	241,87	371,70	8,79	22,96

[illegible]

115											28,13	25,88
120											25,88	23,81
125											23,81	21,90
130											21,90	20,15
135											20,15	18,54
140											18,54	17,06
145											17,06	15,69
150											15,69	14,44
155											14,44	13,28
160											13,28	12,22
165											12,22	11,24
170											11,24	10,34
175											10,34	9,51
180											9,51	8,75
185											8,75	8,05
190											8,05	7,41
195											7,41	6,82
200											6,82	6,27
205											6,27	5,77
210											5,77	5,31
215											5,31	4,88
220											4,88	4,49
225											4,49	4,13
230											4,13	3,80
235											3,80	3,50
240											3,50	3,22
245											3,22	2,96
250											2,96	2,72
255											2,72	2,51
260											2,51	2,31
265											2,31	2,12
270											2,12	1,95
275											1,95	1,80
280											1,80	1,65
285											1,65	1,52
290											1,52	1,40
295											1,40	1,29
300											1,29	1,18

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 34 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 50$ anos (2002)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno $T_r = 50$ Anos e duração de chuva $t = 60$ minutos - CN 2002												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

[illegible]

185											11,60	10,68
190											10,68	9,82
195											9,82	9,04
200											9,04	8,31
205											8,31	7,65
210											7,65	7,04
215											7,04	6,47
220											6,47	5,96
225											5,96	5,48
230											5,48	5,04
235											5,04	4,64
240											4,64	4,27
245											4,27	3,93
250											3,93	3,61
255											3,61	3,32
260											3,32	3,06
265											3,06	2,81
270											2,81	2,59
275											2,59	2,38
280											2,38	2,19
285											2,19	2,01
290											2,01	1,85
295											1,85	1,71
300											1,71	1,57

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 35 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 75 anos (2002)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 75 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2002												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	13,47	13,47	0,00	0,00	13,47	161,65	0,0	80,42	80,42	0,00	3,22
10	0,25 9	28,60	42,07	7,04	7,04	21,56	343,17	84,5	380,24	460,66	3,22	21,39
15	0,23 9	26,39	68,46	21,98	14,94	11,44	316,67	179,3	602,35	982,58	21,39	58,98
20	0,12 5	13,80	82,26	31,48	9,50	4,30	165,62	114,0	365,12	967,47	58,98	92,96
25	0,06 2	6,85	89,10	36,49	5,01	1,84	82,15	60,1	189,86	554,98	92,96	107,72
30	0,04 9	5,41	94,51	40,56	4,07	1,34	64,92	48,9	153,46	343,32	107,72	112,84
35	0,03 4	3,75	98,27	43,44	2,88	0,88	45,05	34,5	108,08	261,55	112,84	114,27
40	0,03 1	3,42	101,69	46,10	2,66	0,76	41,07	31,9	99,59	207,67	114,27	113,44

[illegible]

105											57,71	53,10
110											53,10	48,85
115											48,85	44,94
120											44,94	41,34
125											41,34	38,04
130											38,04	34,99
135											34,99	32,19
140											32,19	29,62
145											29,62	27,25
150											27,25	25,07
155											25,07	23,06
160											23,06	21,22
165											21,22	19,52
170											19,52	17,96
175											17,96	16,52
180											16,52	15,20
185											15,20	13,99
190											13,99	12,87
195											12,87	11,84
200											11,84	10,89
205											10,89	10,02
210											10,02	9,22
215											9,22	8,48
220											8,48	7,80
225											7,80	7,18
230											7,18	6,60
235											6,60	6,07
240											6,07	5,59
245											5,59	5,14
250											5,14	4,73
255											4,73	4,35
260											4,35	4,00
265											4,00	3,68
270											3,68	3,39
275											3,39	3,12
280											3,12	2,87
285											2,87	2,64
290											2,64	2,43
295											2,43	2,23
300											2,23	2,05

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 37 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 2$ anos (2007)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno $T_r = 2$ Anos e duração de chuva $t = 60$ minutos - CN 2007

[illegible]

180											3,42	3,14
185											3,14	2,89
190											2,89	2,66
195											2,66	2,45
200											2,45	2,25
205											2,25	2,07
210											2,07	1,91
215											1,91	1,75
220											1,75	1,61
225											1,61	1,48
230											1,48	1,37
235											1,37	1,26
240											1,26	1,16
245											1,16	1,06
250											1,06	0,98
255											0,98	0,90
260											0,90	0,83
265											0,83	0,76
270											0,76	0,70
275											0,70	0,64
280											0,64	0,59
285											0,59	0,55
290											0,55	0,50
295											0,50	0,46
300											0,46	0,42

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 38 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 5 anos (2007)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 5 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2007												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	6,51	6,51	0,00	0,00	6,51	78,17	0,0	46,56	46,56	0,00	1,86
10	0,25 9	13,83	20,34	0,44	0,44	13,39	165,94	5,3	111,47	158,0 3	1,86	8,03
15	0,23 9	12,76	33,10	3,82	3,38	9,38	153,13	40,5	187,76	299,2 3	8,03	19,36
20	0,12 5	6,67	39,78	6,56	2,74	3,93	80,09	32,9	126,12	313,8 8	19,36	30,37
25	0,06 2	3,31	43,09	8,12	1,55	1,76	39,72	18,6	68,07	194,1 9	30,37	35,71
30	0,04 9	2,62	45,70	9,42	1,31	1,31	31,39	15,7	56,07	124,1 4	35,71	37,81
35	0,03 4	1,82	47,52	10,37	0,95	0,87	21,78	11,3	40,00	96,07	37,81	38,63

[illegible]

105											24,20	22,27
110											22,27	20,48
115											20,48	18,85
120											18,85	17,34
125											17,34	15,95
130											15,95	14,67
135											14,67	13,50
140											13,50	12,42
145											12,42	11,43
150											11,43	10,51
155											10,51	9,67
160											9,67	8,90
165											8,90	8,19
170											8,19	7,53
175											7,53	6,93
180											6,93	6,37
185											6,37	5,86
190											5,86	5,40
195											5,40	4,96
200											4,96	4,57
205											4,57	4,20
210											4,20	3,87
215											3,87	3,56
220											3,56	3,27
225											3,27	3,01
230											3,01	2,77
235											2,77	2,55
240											2,55	2,34
245											2,34	2,16
250											2,16	1,98
255											1,98	1,83
260											1,83	1,68
265											1,68	1,54
270											1,54	1,42
275											1,42	1,31
280											1,31	1,20
285											1,20	1,11
290											1,11	1,02
295											1,02	0,94
300											0,94	0,86

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 40 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 25$ anos (2007)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno $Tr = 25$ Anos e duração de chuva $t = 60$ minutos - CN 2007

[illegible]

180											10,10	9,29
185											9,29	8,55
190											8,55	7,87
195											7,87	7,24
200											7,24	6,66
205											6,66	6,12
210											6,12	5,63
215											5,63	5,18
220											5,18	4,77
225											4,77	4,39
230											4,39	4,04
235											4,04	3,71
240											3,71	3,42
245											3,42	3,14
250											3,14	2,89
255											2,89	2,66
260											2,66	2,45
265											2,45	2,25
270											2,25	2,07
275											2,07	1,91
280											1,91	1,75
285											1,75	1,61
290											1,61	1,48
295											1,48	1,37
300											1,37	1,26

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 41 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 50 anos (2007)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 50 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2007												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	12,08	12,08	0,00	0,00	12,08	144,98	0,0	86,36	86,36	0,00	3,45
10	0,25 9	25,65	37,73	5,66	5,66	19,99	307,80	68,0	345,23	431,5 8	3,45	20,44
15	0,23 9	23,67	61,40	18,47	12,81	10,86	284,03	153,7	535,33	880,5 6	20,44	54,03
20	0,12 5	12,38	73,78	26,73	8,25	4,12	148,55	99,1	324,45	859,7 8	54,03	84,10
25	0,06 2	6,14	79,92	31,10	4,37	1,77	73,68	52,4	168,79	493,2 3	84,10	97,10
30	0,04 9	4,85	84,77	34,66	3,56	1,29	58,23	42,7	136,48	305,2 6	97,10	101,5 4
35	0,03 4	3,37	88,14	37,18	2,52	0,85	40,41	30,3	96,14	232,6 2	101,5 4	102,7 2

[illegible]

105											54,06	49,74
110											49,74	45,76
115											45,76	42,10
120											42,10	38,73
125											38,73	35,63
130											35,63	32,78
135											32,78	30,16
140											30,16	27,75
145											27,75	25,53
150											25,53	23,49
155											23,49	21,61
160											21,61	19,88
165											19,88	18,29
170											18,29	16,82
175											16,82	15,48
180											15,48	14,24
185											14,24	13,10
190											13,10	12,05
195											12,05	11,09
200											11,09	10,20
205											10,20	9,39
210											9,39	8,63
215											8,63	7,94
220											7,94	7,31
225											7,31	6,72
230											6,72	6,19
235											6,19	5,69
240											5,69	5,24
245											5,24	4,82
250											4,82	4,43
255											4,43	4,08
260											4,08	3,75
265											3,75	3,45
270											3,45	3,17
275											3,17	2,92
280											2,92	2,69
285											2,69	2,47
290											2,47	2,27
295											2,27	2,09
300											2,09	1,92

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 43 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 100$ anos (2007)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno $T_r = 100$ Anos e duração de chuva $t = 60$ minutos - CN 2007

[illegible]

175											18,73	17,24
180											17,24	15,86
185											15,86	14,59
190											14,59	13,42
195											13,42	12,35
200											12,35	11,36
205											11,36	10,45
210											10,45	9,61
215											9,61	8,85
220											8,85	8,14
225											8,14	7,49
230											7,49	6,89
235											6,89	6,34
240											6,34	5,83
245											5,83	5,36
250											5,36	4,93
255											4,93	4,54
260											4,54	4,18
265											4,18	3,84
270											3,84	3,53
275											3,53	3,25
280											3,25	2,99
285											2,99	2,75
290											2,75	2,53
295											2,53	2,33
300											2,33	2,14

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 44 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 2 anos (2012)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 2 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2012												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	5,09	5,09	0,00	0,00	5,09	61,13	0,0	46,01	46,01	0,00	1,84
10	0,25 9	10,81	15,91	0,03	0,03	10,78	129,78	0,4	98,50	144,5 1	1,84	7,47
15	0,23 9	9,98	25,89	1,58	1,55	8,43	119,75	18,6	131,42	229,9 2	7,47	16,07
20	0,12 5	5,22	31,11	3,14	1,56	3,66	62,63	18,8	88,90	220,3 3	16,07	23,60
25	0,06 2	2,59	33,70	4,07	0,93	1,66	31,07	11,2	48,24	137,1 4	23,60	27,20
30	0,04 9	2,05	35,74	4,87	0,80	1,25	24,55	9,6	39,86	88,09	27,20	28,55

[illegible]

95											23,10	21,25
100											21,25	19,55
105											19,55	17,99
110											17,99	16,55
115											16,55	15,23
120											15,23	14,01
125											14,01	12,89
130											12,89	11,86
135											11,86	10,91
140											10,91	10,04
145											10,04	9,23
150											9,23	8,49
155											8,49	7,81
160											7,81	7,19
165											7,19	6,61
170											6,61	6,08
175											6,08	5,60
180											5,60	5,15
185											5,15	4,74
190											4,74	4,36
195											4,36	4,01
200											4,01	3,69
205											3,69	3,39
210											3,39	3,12
215											3,12	2,87
220											2,87	2,64
225											2,64	2,43
230											2,43	2,24
235											2,24	2,06
240											2,06	1,89
245											1,89	1,74
250											1,74	1,60
255											1,60	1,47
260											1,47	1,36
265											1,36	1,25
270											1,25	1,15
275											1,15	1,06
280											1,06	0,97
285											0,97	0,89
290											0,89	0,82
295											0,82	0,76
300											0,76	0,70

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 46 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 10$ anos (2012)

[illegible]

165											9,54	8,78
170											8,78	8,07
175											8,07	7,43
180											7,43	6,83
185											6,83	6,29
190											6,29	5,78
195											5,78	5,32
200											5,32	4,90
205											4,90	4,50
210											4,50	4,14
215											4,14	3,81
220											3,81	3,51
225											3,51	3,23
230											3,23	2,97
235											2,97	2,73
240											2,73	2,51
245											2,51	2,31
250											2,31	2,13
255											2,13	1,96
260											1,96	1,80
265											1,80	1,66
270											1,66	1,52
275											1,52	1,40
280											1,40	1,29
285											1,29	1,19
290											1,19	1,09
295											1,09	1,00
300											1,00	0,92

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 47 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 25 anos (2012)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 25 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2012												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	10,03	10,03	0,00	0,00	10,03	120,38	0,0	90,61	90,61	0,00	3,62
10	0,25 9	21,30	31,33	3,22	3,22	18,08	255,56	38,6	278,24	368,8 5	3,62	18,09
15	0,23 9	19,65	50,98	12,31	9,09	10,56	235,83	109,1	420,33	698,5 7	18,09	44,58
20	0,12 5	10,28	61,26	18,46	6,15	4,13	123,34	73,8	256,95	677,2 9	44,58	68,11
25	0,06 2	5,10	66,36	21,76	3,30	1,80	61,18	39,6	134,23	391,1 9	68,11	78,31

[illegible]

90											62,17	57,20
95											57,20	52,62
100											52,62	48,41
105											48,41	44,54
110											44,54	40,97
115											40,97	37,70
120											37,70	34,68
125											34,68	31,91
130											31,91	29,35
135											29,35	27,01
140											27,01	24,84
145											24,84	22,86
150											22,86	21,03
155											21,03	19,35
160											19,35	17,80
165											17,80	16,37
170											16,37	15,06
175											15,06	13,86
180											13,86	12,75
185											12,75	11,73
190											11,73	10,79
195											10,79	9,93
200											9,93	9,13
205											9,13	8,40
210											8,40	7,73
215											7,73	7,11
220											7,11	6,54
225											6,54	6,02
230											6,02	5,54
235											5,54	5,10
240											5,10	4,69
245											4,69	4,31
250											4,31	3,97
255											3,97	3,65
260											3,65	3,36
265											3,36	3,09
270											3,09	2,84
275											2,84	2,62
280											2,62	2,41
285											2,41	2,21
290											2,21	2,04
295											2,04	1,87
300											1,87	1,72

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 49 - Santa Bárbara para $t = 60$ min e $T = 75$ anos (2012)

[illegible]

160											22,47	20,67
165											20,67	19,02
170											19,02	17,50
175											17,50	16,10
180											16,10	14,81
185											14,81	13,62
190											13,62	12,53
195											12,53	11,53
200											11,53	10,61
205											10,61	9,76
210											9,76	8,98
215											8,98	8,26
220											8,26	7,60
225											7,60	6,99
230											6,99	6,43
235											6,43	5,92
240											5,92	5,44
245											5,44	5,01
250											5,01	4,61
255											4,61	4,24
260											4,24	3,90
265											3,90	3,59
270											3,59	3,30
275											3,30	3,04
280											3,04	2,79
285											2,79	2,57
290											2,57	2,37
295											2,37	2,18
300											2,18	2,00

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 50 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 100 anos (2012)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 100 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2012												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	14,55	14,55	0,00	0,00	14,55	174,62	0,0	131,44	131,44	0,00	5,26
10	0,25 9	30,89	45,44	9,34	9,34	21,55	370,70	112,1	528,43	659,87	5,26	31,23
15	0,23 9	28,51	73,95	26,94	17,60	10,91	342,08	211,1	727,31	1255,7 4	31,23	78,96
20	0,12 5	14,91	88,86	37,83	10,89	4,02	178,91	130,7	425,54	1152,8 5	78,96	118,7 6

[illegible]

[illegible]

155											9,16	8,43
160											8,43	7,75
165											7,75	7,13
170											7,13	6,56
175											6,56	6,04
180											6,04	5,55
185											5,55	5,11
190											5,11	4,70
195											4,70	4,32
200											4,32	3,98
205											3,98	3,66
210											3,66	3,37
215											3,37	3,10
220											3,10	2,85
225											2,85	2,62
230											2,62	2,41
235											2,41	2,22
240											2,22	2,04
245											2,04	1,88
250											1,88	1,73
255											1,73	1,59
260											1,59	1,46
265											1,46	1,35
270											1,35	1,24
275											1,24	1,14
280											1,14	1,05
285											1,05	0,96
290											0,96	0,89
295											0,89	0,82
300											0,82	0,75

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 53 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 10 anos (2017)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 10 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2017												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	7,85	7,85	0,00	0,00	7,85	94,14	0,0	82,61	82,61	0,00	3,30
10	0,25 9	16,66	24,50	1,38	1,38	15,28	199,86	16,5	210,05	292,6 6	3,30	14,75
15	0,23 9	15,37	39,87	7,00	5,62	9,75	184,43	67,4	303,48	513,5 3	14,75	34,11

[illegible]

[illegible]

150											23,86	21,96
155											21,96	20,20
160											20,20	18,58
165											18,58	17,10
170											17,10	15,73
175											15,73	14,47
180											14,47	13,31
185											13,31	12,25
190											12,25	11,27
195											11,27	10,37
200											10,37	9,54
205											9,54	8,77
210											8,77	8,07
215											8,07	7,43
220											7,43	6,83
225											6,83	6,29
230											6,29	5,78
235											5,78	5,32
240											5,32	4,89
245											4,89	4,50
250											4,50	4,14
255											4,14	3,81
260											3,81	3,51
265											3,51	3,23
270											3,23	2,97
275											2,97	2,73
280											2,73	2,51
285											2,51	2,31
290											2,31	2,13
295											2,13	1,96
300											1,96	1,80

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 56 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 75 anos (2017)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 75 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2017												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	13,47	13,47	0,00	0,00	13,47	161,65	0,0	141,84	141,84	0,00	5,67
10	0,25 9	28,60	42,07	8,05	8,05	20,55	343,17	96,6	504,02	645,86	5,67	31,05

[illegible]

215											9,34	8,59
220											8,59	7,90
225											7,90	7,27
230											7,27	6,69
235											6,69	6,15
240											6,15	5,66
245											5,66	5,21
250											5,21	4,79
255											4,79	4,41
260											4,41	4,06
265											4,06	3,73
270											3,73	3,43
275											3,43	3,16
280											3,16	2,91
285											2,91	2,67
290											2,67	2,46
295											2,46	2,26
300											2,26	2,08

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 57 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 100 anos (2017)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 100 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2017												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	14,55	14,55	0,00	0,00	14,55	174,62	0,1	153,34	153,34	0,00	6,13
10	0,25 9	30,89	45,44	9,77	9,76	21,13	370,70	117,1	571,29	724,62	6,13	34,63
15	0,23 9	28,51	73,95	27,69	17,93	10,58	342,08	215,1	751,94	1323,2 3	34,63	84,79
20	0,12 5	14,91	88,86	38,73	11,03	3,87	178,91	132,4	435,10	1187,0 5	84,79	125,4 9
25	0,06 2	7,40	96,25	44,48	5,75	1,64	88,74	69,1	222,91	658,01	125,4 9	141,7 7
30	0,04 9	5,84	102,10	49,14	4,66	1,19	70,13	55,9	178,91	401,82	141,7 7	146,5 0
35	0,03 4	4,06	106,15	52,42	3,28	0,77	48,66	39,4	125,41	304,32	146,5 0	146,9 5
40	0,03 1	3,70	109,85	55,44	3,03	0,67	44,37	36,3	115,18	240,58	146,9 5	144,8 2
45	0,02 1	2,50	112,36	57,51	2,07	0,44	30,06	24,8	78,44	193,62	144,8 2	140,9 8
50	0,02 6	3,10	115,46	60,09	2,58	0,53	37,21	30,9	97,57	176,02	140,9 8	136,7 4
55	0,01 4	1,67	117,13	61,48	1,39	0,28	20,04	16,7	52,73	150,30	136,7 4	131,8 1
60	0,01 8	2,15	119,27	63,28	1,80	0,35	25,76	21,6	68,00	120,73	131,8 1	126,1 0

[illegible]

130											12,17	11,19
135											11,19	10,30
140											10,30	9,47
145											9,47	8,72
150											8,72	8,02
155											8,02	7,38
160											7,38	6,79
165											6,79	6,24
170											6,24	5,74
175											5,74	5,29
180											5,29	4,86
185											4,86	4,47
190											4,47	4,12
195											4,12	3,79
200											3,79	3,48
205											3,48	3,20
210											3,20	2,95
215											2,95	2,71
220											2,71	2,50
225											2,50	2,30
230											2,30	2,11
235											2,11	1,94
240											1,94	1,79
245											1,79	1,64
250											1,64	1,51
255											1,51	1,39
260											1,39	1,28
265											1,28	1,18
270											1,18	1,08
275											1,08	1,00
280											1,00	0,92
285											0,92	0,84
290											0,84	0,78
295											0,78	0,71
300											0,71	0,66

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 59 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 5 anos (2022)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 5 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2022												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)

[illegible]

200											5,27	4,85
205											4,85	4,46
210											4,46	4,11
215											4,11	3,78
220											3,78	3,48
225											3,48	3,20
230											3,20	2,94
235											2,94	2,71
240											2,71	2,49
245											2,49	2,29
250											2,29	2,11
255											2,11	1,94
260											1,94	1,78
265											1,78	1,64
270											1,64	1,51
275											1,51	1,39
280											1,39	1,28
285											1,28	1,18
290											1,18	1,08
295											1,08	1,00
300											1,00	0,92

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 60 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 10 anos (2022)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 10 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2022												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	7,93	7,93	0,00	0,00	7,93	95,15	0,0	114,18	114,1 8	0,00	4,57
10	0,25 9	16,83	24,76	2,13	2,13	14,70	202,01	25,6	287,83	402,0 1	4,57	20,28
15	0,23 9	15,53	40,30	8,83	6,70	8,84	186,41	80,3	366,51	654,3 5	20,28	44,83
20	0,12 5	8,12	48,42	13,45	4,63	3,50	97,49	55,5	215,66	582,1 7	44,83	64,53
25	0,06 2	4,03	52,45	15,95	2,50	1,53	48,36	30,0	111,40	327,0 6	64,53	72,45
30	0,04 9	3,18	55,64	18,01	2,06	1,12	38,22	24,7	89,82	201,2 3	72,45	74,71
35	0,03 4	2,21	57,85	19,48	1,47	0,74	26,52	17,6	63,17	152,9 9	74,71	74,85
40	0,03 1	2,01	59,86	20,85	1,37	0,65	24,18	16,4	58,15	121,3 2	74,85	73,71
45	0,02 1	1,36	61,23	21,79	0,94	0,43	16,38	11,3	39,68	97,83	73,71	71,73
50	0,02 6	1,69	62,92	22,96	1,18	0,51	20,28	14,1	49,44	89,12	71,73	69,56

[illegible]

125											32,44	29,84
130											29,84	27,46
135											27,46	25,26
140											25,26	23,24
145											23,24	21,38
150											21,38	19,67
155											19,67	18,10
160											18,10	16,65
165											16,65	15,32
170											15,32	14,09
175											14,09	12,96
180											12,96	11,93
185											11,93	10,97
190											10,97	10,09
195											10,09	9,29
200											9,29	8,54
205											8,54	7,86
210											7,86	7,23
215											7,23	6,65
220											6,65	6,12
225											6,12	5,63
230											5,63	5,18
235											5,18	4,77
240											4,77	4,39
245											4,39	4,03
250											4,03	3,71
255											3,71	3,41
260											3,41	3,14
265											3,14	2,89
270											2,89	2,66
275											2,66	2,45
280											2,45	2,25
285											2,25	2,07
290											2,07	1,90
295											1,90	1,75
300											1,75	1,61

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 62 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 50 anos (2022)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 50 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2022												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q -	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)

190											13,89	12,77
195											12,77	11,75
200											11,75	10,81
205											10,81	9,95
210											9,95	9,15
215											9,15	8,42
220											8,42	7,75
225											7,75	7,13
230											7,13	6,56
235											6,56	6,03
240											6,03	5,55
245											5,55	5,11
250											5,11	4,70
255											4,70	4,32
260											4,32	3,98
265											3,98	3,66
270											3,66	3,36
275											3,36	3,10
280											3,10	2,85
285											2,85	2,62
290											2,62	2,41
295											2,41	2,22
300											2,22	2,04

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 63 - Santa Bárbara para t = 60 min e T = 75 anos (2022)

Método Santa Bárbara - Período de Retorno Tr = 75 Anos e duração de chuva t = 60 minutos - CN 2022												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (min)	Huff 1° Q - 50% P	H (mm)	Hacu (mm)	Hexc (mm)	hiet (mm)	f (mm)	i (mm/h)	ie (mm/h)	I (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	Qj-1 (m³/s)	Qj (m³/s)
0												0
5	0,12 2	13,62	13,62	0,03	0,03	13,58	163,38	0,4	196,70	196,70	0,00	7,87
10	0,25 9	28,90	42,52	10,03	10,00	18,91	346,85	120,0	629,50	826,19	7,87	40,29
15	0,23 9	26,67	69,19	27,46	17,43	9,24	320,07	209,2	756,00	1385,4 9	40,29	92,48
20	0,12 5	13,95	83,14	38,07	10,60	3,35	167,40	127,3	427,10	1183,0 9	92,48	132,4 1
25	0,06 2	6,92	90,06	43,58	5,51	1,41	83,03	66,1	217,16	644,26	132,4 1	147,5 9
30	0,04 9	5,47	95,53	48,02	4,45	1,02	65,62	53,4	173,66	390,82	147,5 9	151,4 1
35	0,03 4	3,79	99,32	51,16	3,13	0,66	45,53	37,6	121,44	295,11	151,4 1	151,1 0
40	0,03 1	3,46	102,78	54,04	2,88	0,58	41,51	34,6	111,34	232,79	151,1 0	148,3 3

[illegible]

95											85,22	78,40
100											78,40	72,13
105											72,13	66,36
110											66,36	61,05
115											61,05	56,17
120											56,17	51,67
125											51,67	47,54
130											47,54	43,74
135											43,74	40,24
140											40,24	37,02
145											37,02	34,06
150											34,06	31,33
155											31,33	28,83
160											28,83	26,52
165											26,52	24,40
170											24,40	22,45
175											22,45	20,65
180											20,65	19,00
185											19,00	17,48
190											17,48	16,08
195											16,08	14,79
200											14,79	13,61
205											13,61	12,52
210											12,52	11,52
215											11,52	10,60
220											10,60	9,75
225											9,75	8,97
230											8,97	8,25
235											8,25	7,59
240											7,59	6,99
245											6,99	6,43
250											6,43	5,91
255											5,91	5,44
260											5,44	5,00
265											5,00	4,60
270											4,60	4,24
275											4,24	3,90
280											3,90	3,58
285											3,58	3,30
290											3,30	3,03
295											3,03	2,79
300											2,79	2,57

Fonte: Autoria própria (2025).

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

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Assunto:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Assinado por:	Diogenes Silva
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Diogenes da Silva Pereira, DISCENTE (202116550022) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS, em 22/09/2025 22:24:04.

Este documento foi armazenado no SUAP em 22/09/2025. 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: 1618188
Código de Autenticação: 8b6f57d88c

