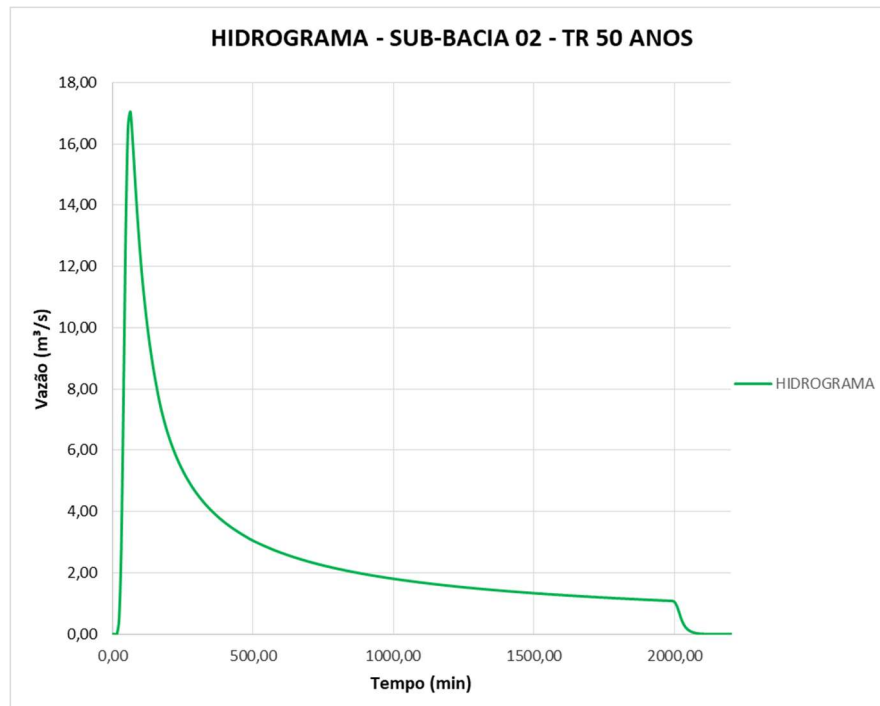


Gráfico 08: Hidrograma da Sub-bacia 02 – TR 50 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$$Q(\text{máx}) = 17,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3.3 SUB-BACIA 03

Tabela 08: Cálculo do coeficiente CN

Condição	Área (km²)	Percent (%)	Coeficiente CN
Floresta	0,19	0,26	63
Campo	0,24	0,33	75
Plantações	0,24	0,33	74
Zona Industrial	0,00	0,00	88
Zona Residencial	0,06	0,08	85
Total	0,73		
CN (médio)			72,76859504
CN (adotado)			72

Fonte: O AUTOR (2023).

Tabela 09: Parâmetros Hidrológicos Definidos e Calculados

Parâmetros Hidrológicos da Sub-bacia	
Área (km²)	0,7260 km²
I (m/m)	0,0263 m/m
L talvegue (m)	1066,00 m
CN	72
C (runoff)	0,60
n (Manning)	0,0150
Tempo de Retorno	10 anos
S (mm)	98,7778 mm

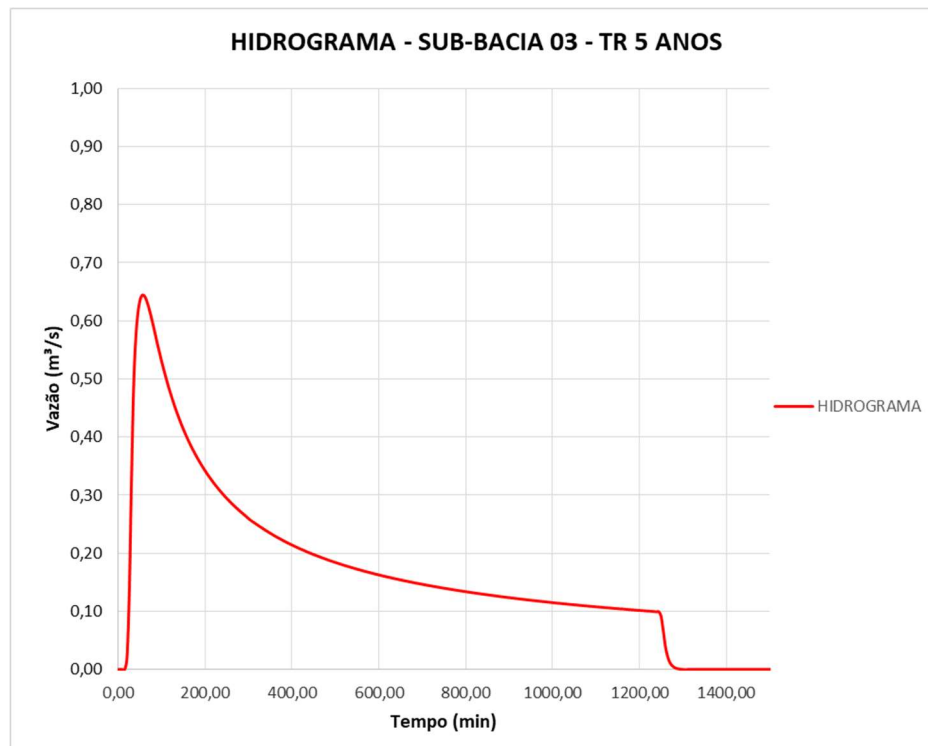
Fonte: O AUTOR (2023).

Tabela 10: Parâmetros Hidrograma Unitário Trinagular

Parâmetros Hidrograma Unitário Triangular	
Tempo de Concentração - <i>tc</i>	16,95 min
	0,28 h
Duração da Chuva - <i>td</i>	1440,00 min
	24,00 h
Δt (intervalo de tempo)	3,39 min
	5,00 adot. (min)
	0,08 h
Número de Intervalos	288,00 intervalos
	288,00 intervalos
Tempo de pico - <i>tp</i>	0,17 h
	10,17 min
Tempo de pico - <i>t'p</i>	0,21 h
	12,67 min
Tempo de recessão - <i>tr</i>	0,35 h
	21,15 min
Tempo de base - <i>tb</i>	0,56 h
	33,82 min
Descarga de Pico - <i>q</i>	7,16 m³/s.mm

Fonte: O AUTOR (2023).

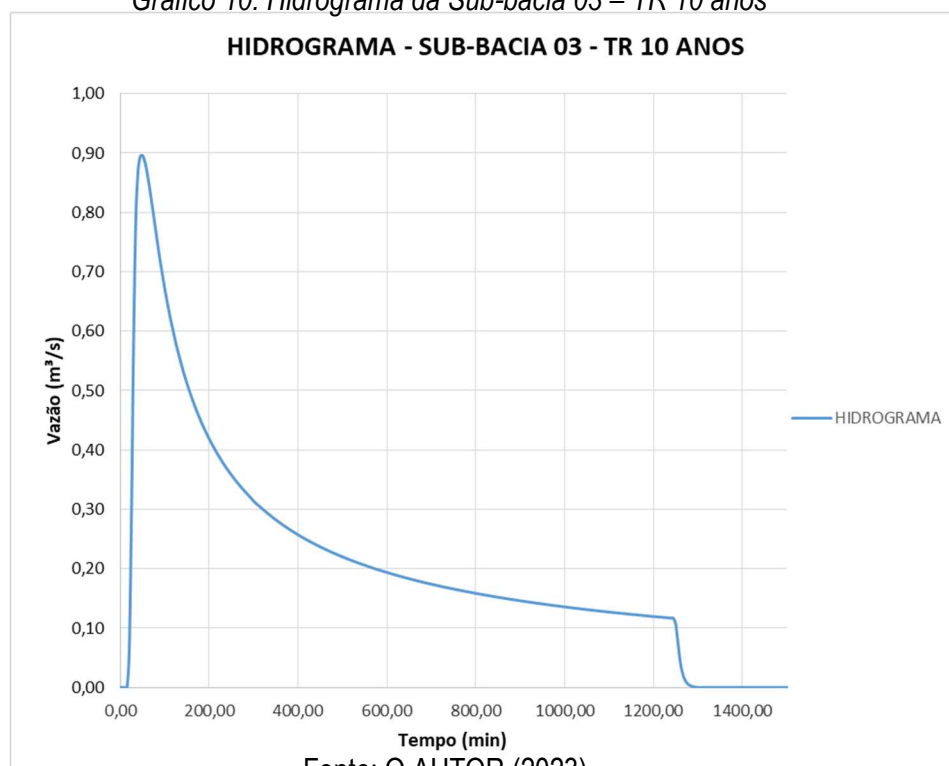
Gráfico 09: Hidrograma da Sub-bacia 03 – TR 5 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$Q(\text{máx}) = 0,64 \text{ m}^3/\text{s}$

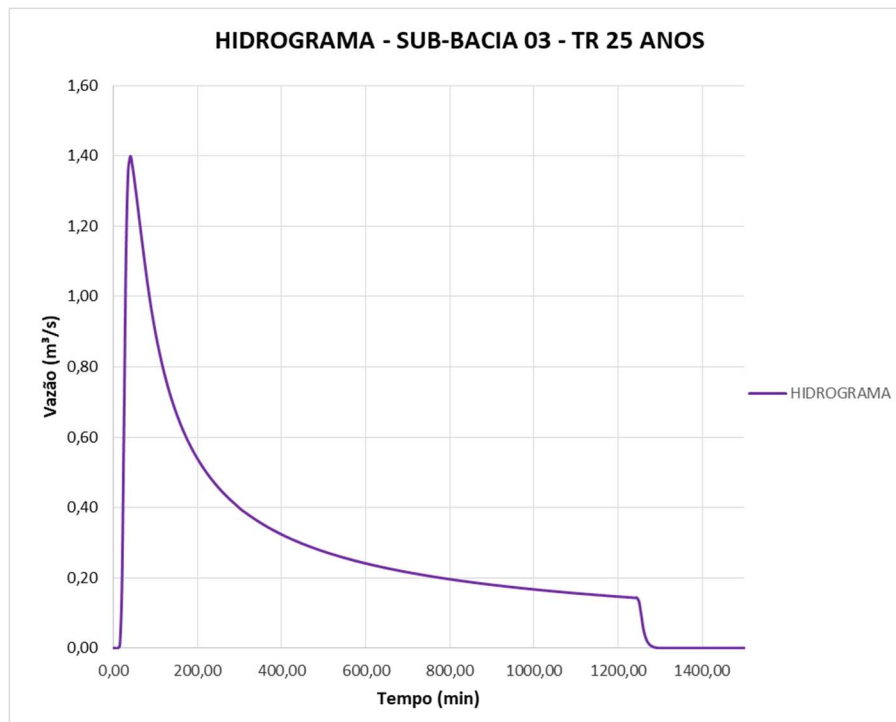
Gráfico 10: Hidrograma da Sub-bacia 03 – TR 10 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$Q(\text{máx}) = 0,90 \text{ m}^3/\text{s}$

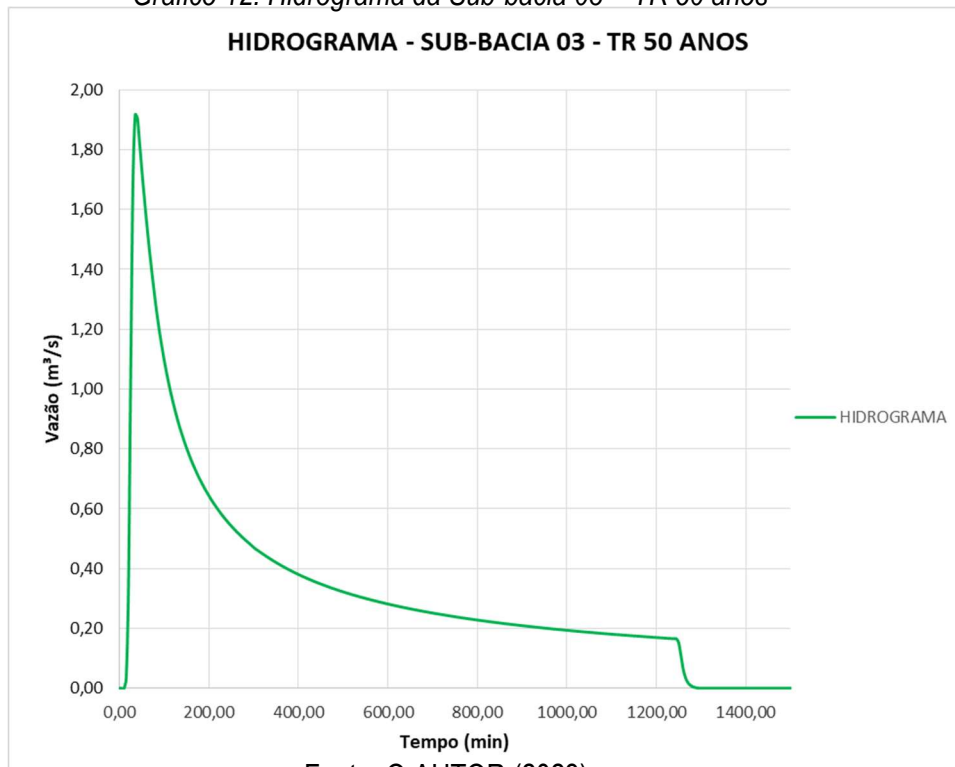
Gráfico 11: Hidrograma da Sub-bacia 03 – TR 25 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$Q(\text{máx}) = 1,40 \text{ m}^3/\text{s}$

Gráfico 12: Hidrograma da Sub-bacia 03 – TR 50 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$Q(\text{máx}) = 1,92 \text{ m}^3/\text{s}$

2.3.4 SUB-BACIA 04

Tabela 11: Cálculo do coeficiente CN

Condição	Área (km²)	Percent (%)	Coeficiente CN
Floresta	1,89	0,40	63
Campo	1,64	0,34	75
Plantações	0,89	0,19	74
Zona Industrial	0,00	0,00	88
Zona Residencial	0,34	0,07	85
Total	4,76		
CN (médio)			70,76260504
CN (adotado)			70

Fonte: O AUTOR (2023).

Tabela 12: Parâmetros Hidrológicos Definidos e Calculados

Parâmetros Hidrológicos da Sub-bacia	
Área (km²)	4,7600 km²
I (m/m)	0,0146 m/m
L talvegue (m)	4309,00 m
CN	70
C (runoff)	0,60
n (Manning)	0,0150
Tempo de Retorno	10 anos
S (mm)	108,8571 mm

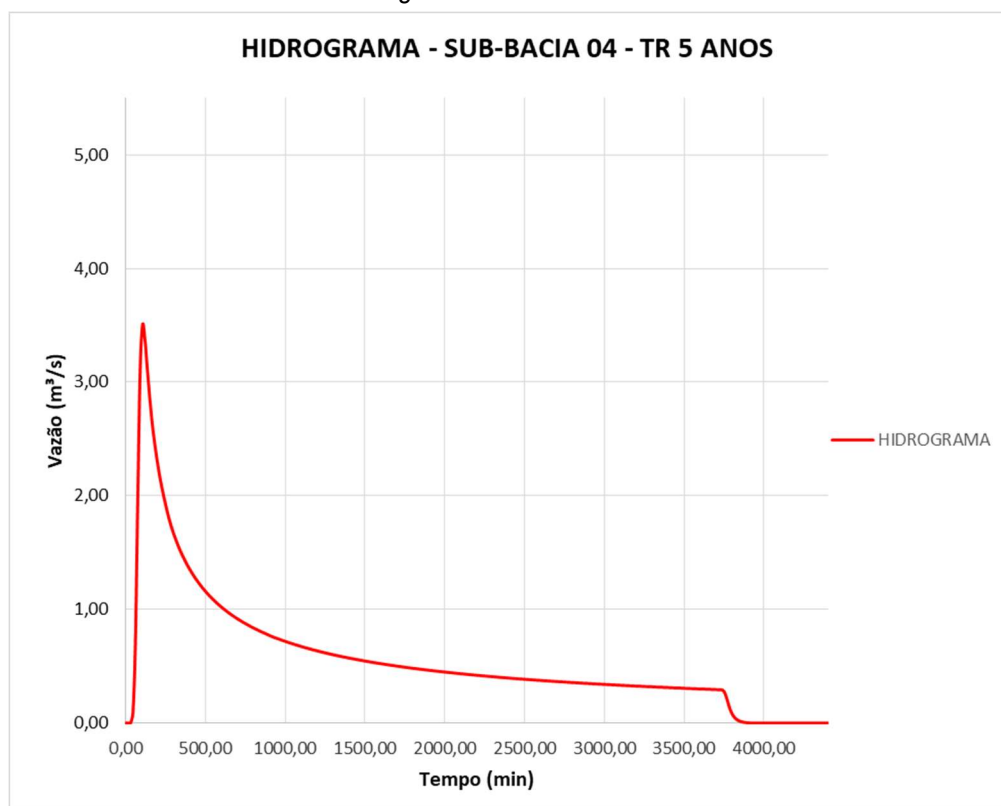
Fonte: O AUTOR (2023).

Tabela 13: Parâmetros Hidrograma Unitário Trinagular
Parâmetros Hidrograma Unitário Triangular

Tempo de Concentração - t_c	62,31 min 1,04 h
Duração da Chuva - t_d	1440,00 min 24,00 h
Δt (intervalo de tempo)	12,46 min 15,00 adot (min) 0,25 h
Número de Intervalos	96,00 intervalos 96,00 intervalos
Tempo de pico - t_p	0,62 h 37,39 min
Tempo de pico - t'_p	0,75 h 44,89 min
Tempo de recessão - t_r	1,25 h 74,96 min
Tempo de base - t_b	2,00 h 119,85 min
Descarga de Pico - q	13,25 m ³ /s.mm

Fonte: O AUTOR (2023).

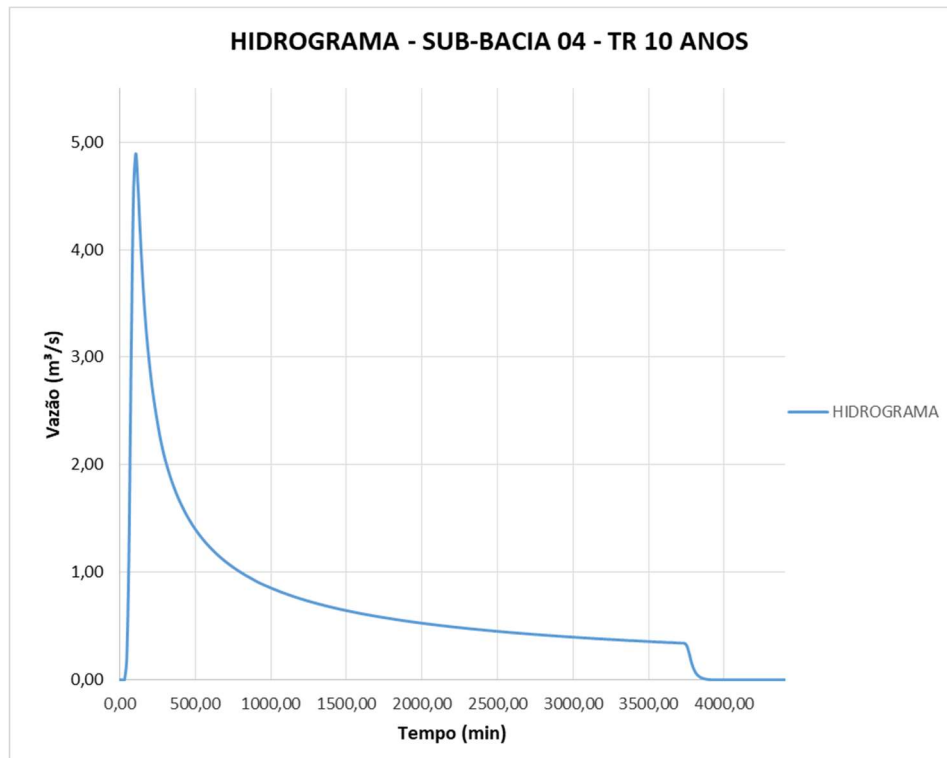
Gráfico 13: Hidrograma da Sub-bacia 04 – TR 5 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

Q(máx) = 3,50 m³/s

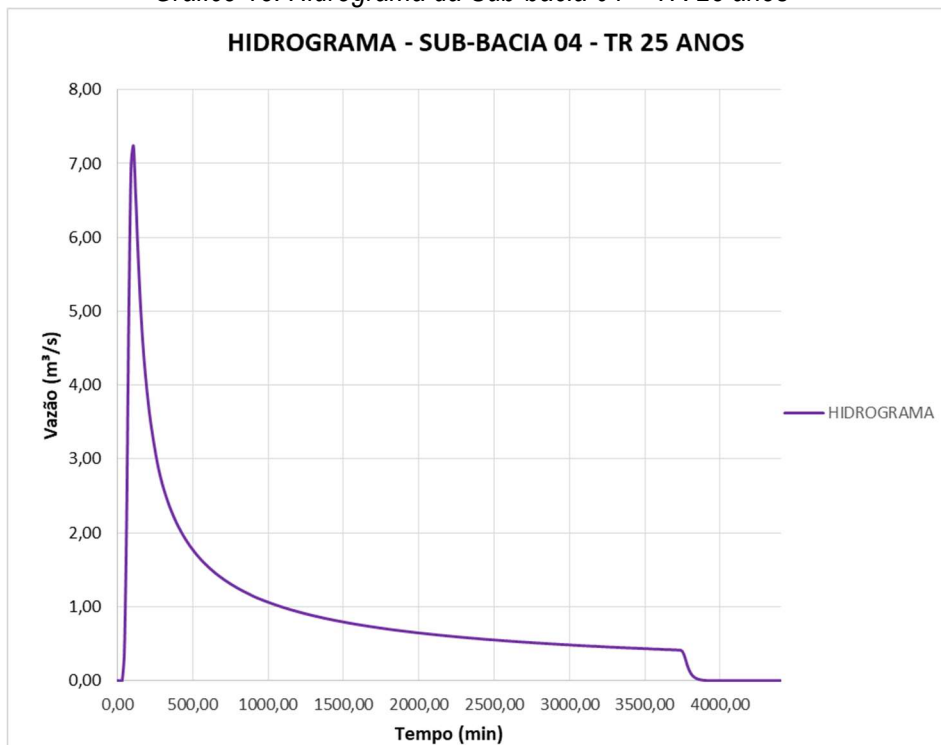
Gráfico 14: Hidrograma da Sub-bacia 04 – TR 10 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

Q(máx) = 4,89 m³/s

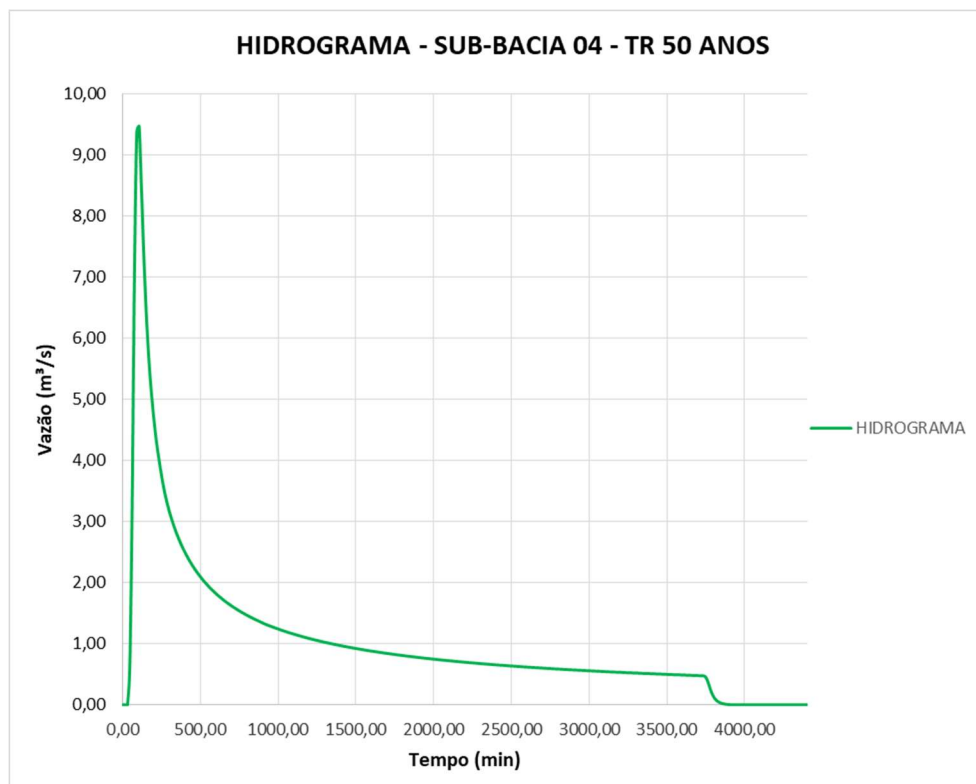
Gráfico 15: Hidrograma da Sub-bacia 04 – TR 25 anos



Q(máx) = 7,24 m³/s

Fonte: O AUTOR (2023).

Gráfico 16: Hidrograma da Sub-bacia 04 – TR 50 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

Q(máx) = 9,47 m³/s

2.3.5 SUB-BACIA 05

Tabela 14: Cálculo do coeficiente CN

Condição	Área (km²)	Percent (%)	Coeficiente CN
Floresta	0,95	0,20	63
Campo	1,82	0,38	75
Plantações	0,46	0,10	74
Zona Industrial	0,19	0,04	88
Zona Residencial	1,31	0,28	85
Total	4,73		
			CN (médio) 75,6563951
			CN (adotado) 75

Fonte: O AUTOR (2023).

Tabela 15: Parâmetros Hidrológicos Definidos e Calculados

Parâmetros Hidrológicos da Sub-bacia	
Área (km²)	4,7380 km²
I (m/m)	0,0158 m/m
L talvegue (m)	3983,00 m
CN	75
C (runoff)	0,60
n (Manning)	0,0150
Tempo de Retorno	10 anos
S (mm)	84,6667 mm

Fonte: O AUTOR (2023).

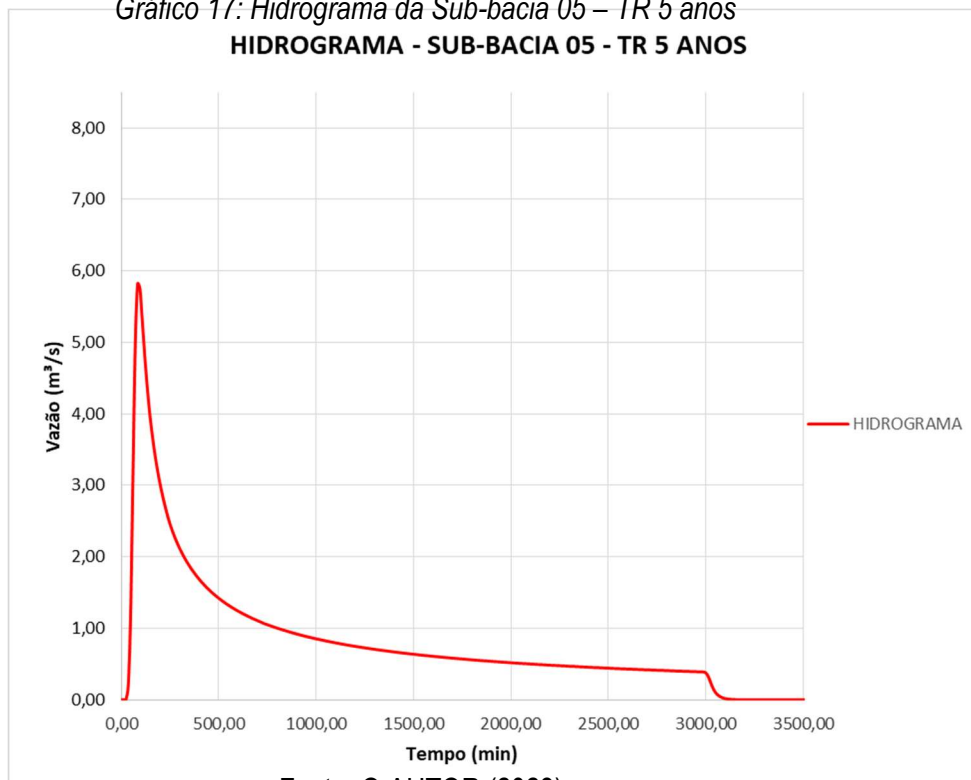
Tabela 16: Parâmetros Hidrograma Unitário Trinagular

Parâmetros Hidrograma Unitário Triangular	
Tempo de Concentração - <i>tc</i>	56,89 min 0,95 h
Duração da Chuva - <i>td</i>	1440,00 min 24,00 h
Δt (intervalo de tempo)	11,38 min 12,00 adot (min) 0,20 h
Número de Intervalos	120,00 intervalos 120,00 intervalos
Tempo de pico - <i>tp</i>	0,57 h 34,13 min
Tempo de pico - <i>t'p</i>	0,67 h 40,13 min
Tempo de recessão - <i>tr</i>	1,12 h 67,02 min
Tempo de base - <i>tb</i>	1,79 h 107,16 min
Descarga de Pico - <i>q</i>	14,75 m³/s.mm

Fonte: O AUTOR (2023).

Gráfico 17: Hidrograma da Sub-bacia 05 – TR 5 anos

HIDROGRAMA - SUB-BACIA 05 - TR 5 ANOS

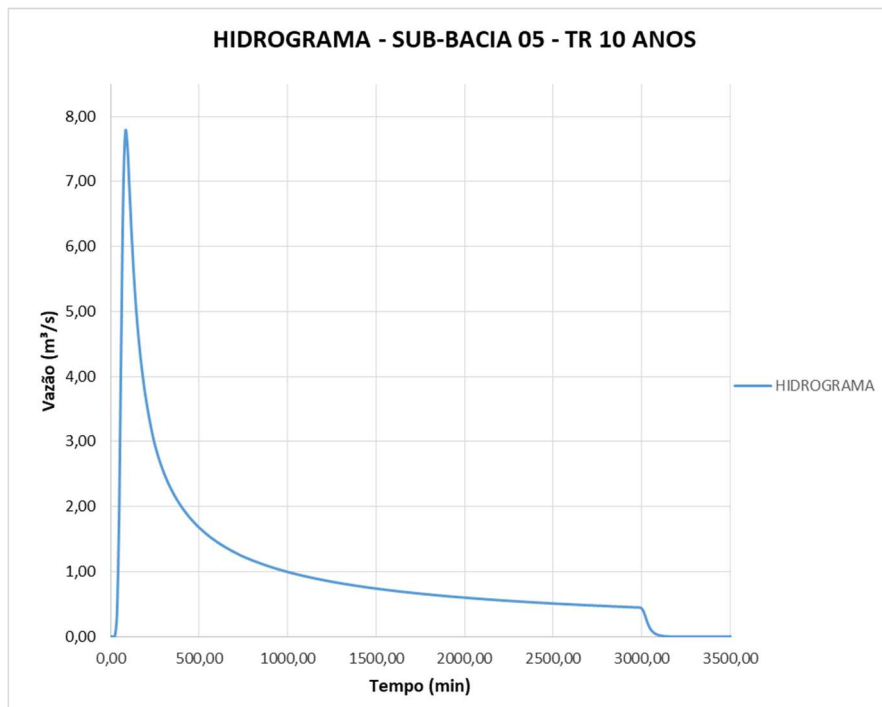


Fonte: O AUTOR (2023).

$$Q(\text{máx}) = 5,82 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gráfico 18: Hidrograma da Sub-bacia 05 – TR 10 anos

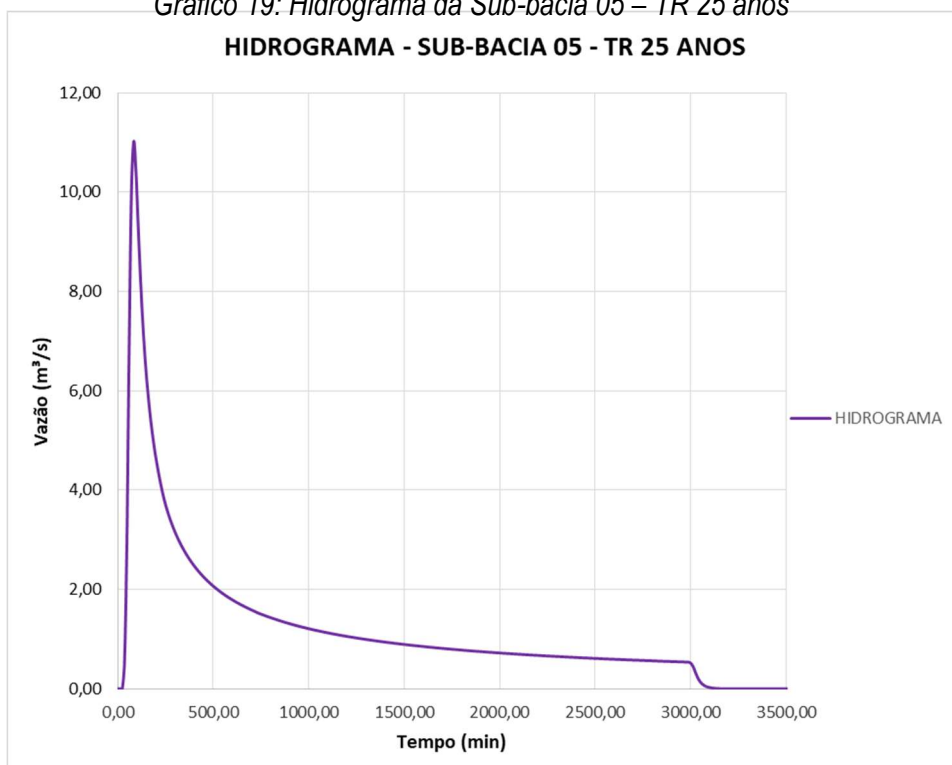
HIDROGRAMA - SUB-BACIA 05 - TR 10 ANOS



Fonte: O AUTOR (2023).

$$Q(\text{máx}) = 7,77 \text{ m}^3/\text{s}$$

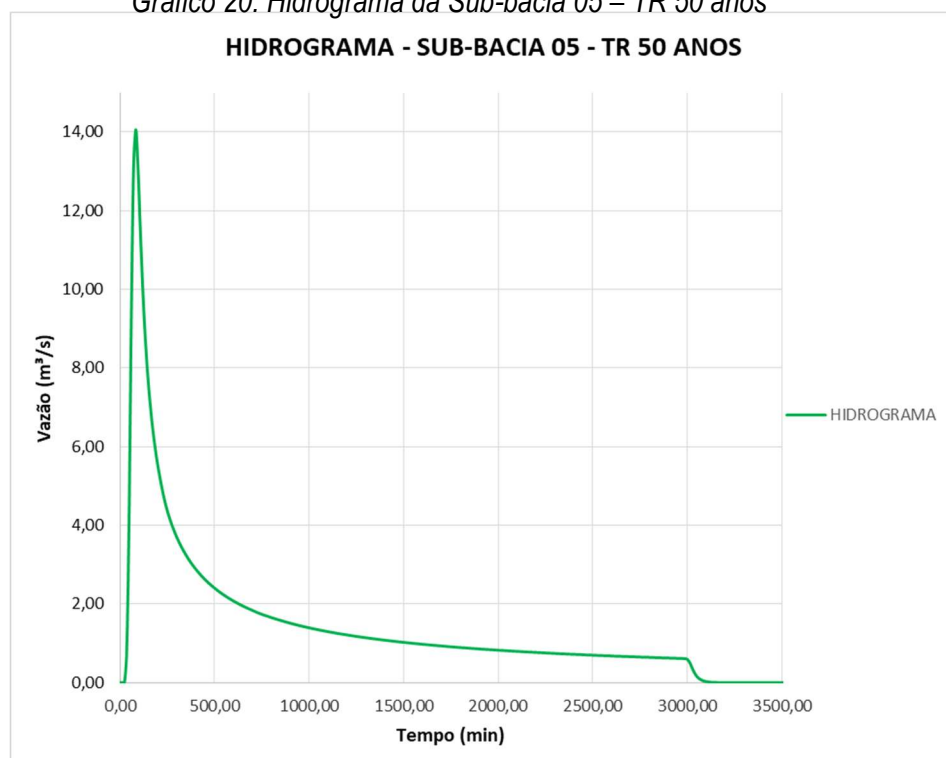
Gráfico 19: Hidrograma da Sub-bacia 05 – TR 25 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$Q(\text{máx}) = 11,02 \text{ m}^3/\text{s}$

Gráfico 20: Hidrograma da Sub-bacia 05 – TR 50 anos



Fonte: O AUTOR (2023).

$Q(\text{máx}) = 14,06 \text{ m}^3/\text{s}$

2.3.6 QUADRO RESUMO

Abaixo segue quadro resumo dos resultados da simulação hidrológica para as 05 sub-bacias em TR 5, 10, 25 e 50 anos:

Tabela 17: Parâmetros e resultados do dimensionamento hidrológico das sub-bacias

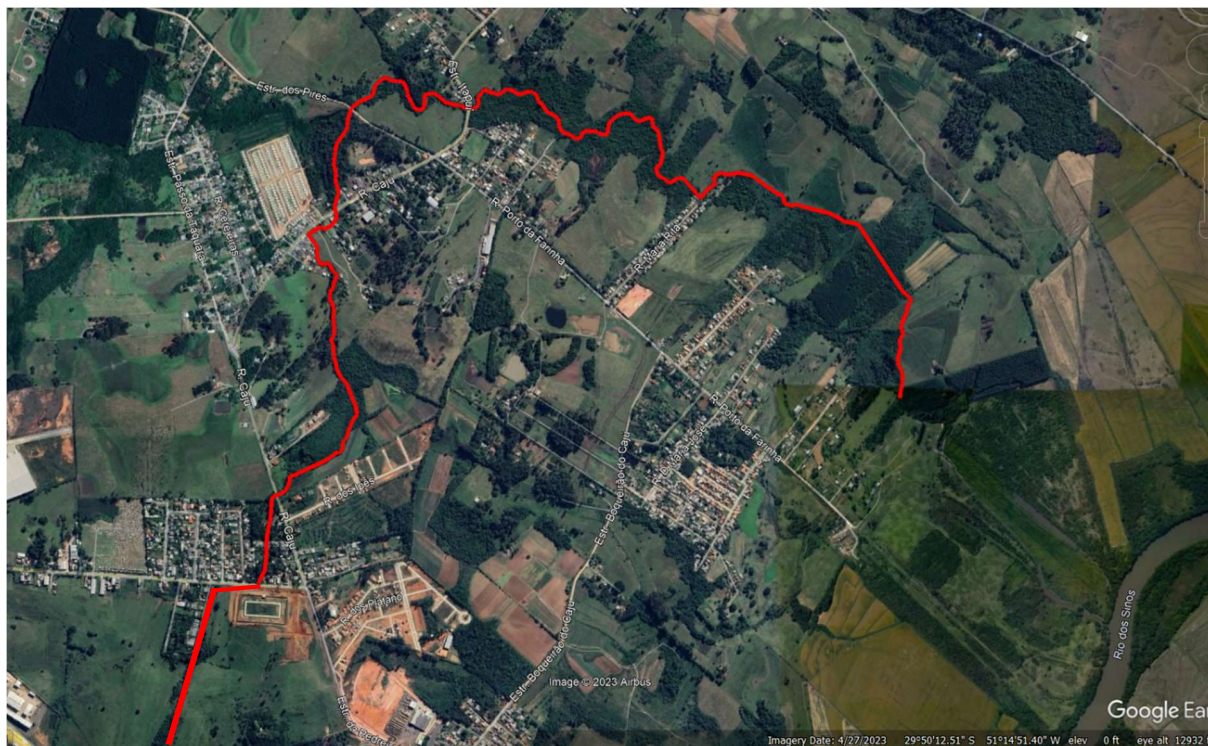
Sub-bacia	Área (km²)	L (talvegue) (m)	Inclinação (m/m)	CN	TR (anos)	Qmáx (m³/s)
01	7,30	3441,00	0,017	75	5	7,71
					10	9,04
					25	17,18
					50	22,19
02	6,51	3317,00	0,027	73	5	6,29
					10	8,69
					25	12,98
					50	17,05
03	0,73	1066,00	0,026	72	5	0,64
					10	0,90
					25	1,40
					50	1,92
04	4,76	4309,00	0,015	70	5	3,50
					10	4,89
					25	7,24
					50	9,47
05	4,74	3983,00	0,016	75	5	5,82
					10	7,77
					25	11,02
					50	14,06

Fonte: O AUTOR (2023).

3 ESTUDO HIDRÁULICO DO ARROIO CAJÚ

Como determinado no Termo de Referência, foi feito o dimensionamento hidráulico do Arroio Cajú a partir do projetado Condomínio Oliveira localizado na Rua Santa Rita ao Cajú até as proximidades do seu exutório junto ao Rio dos Sinos, conforme Figura 03 abaixo:

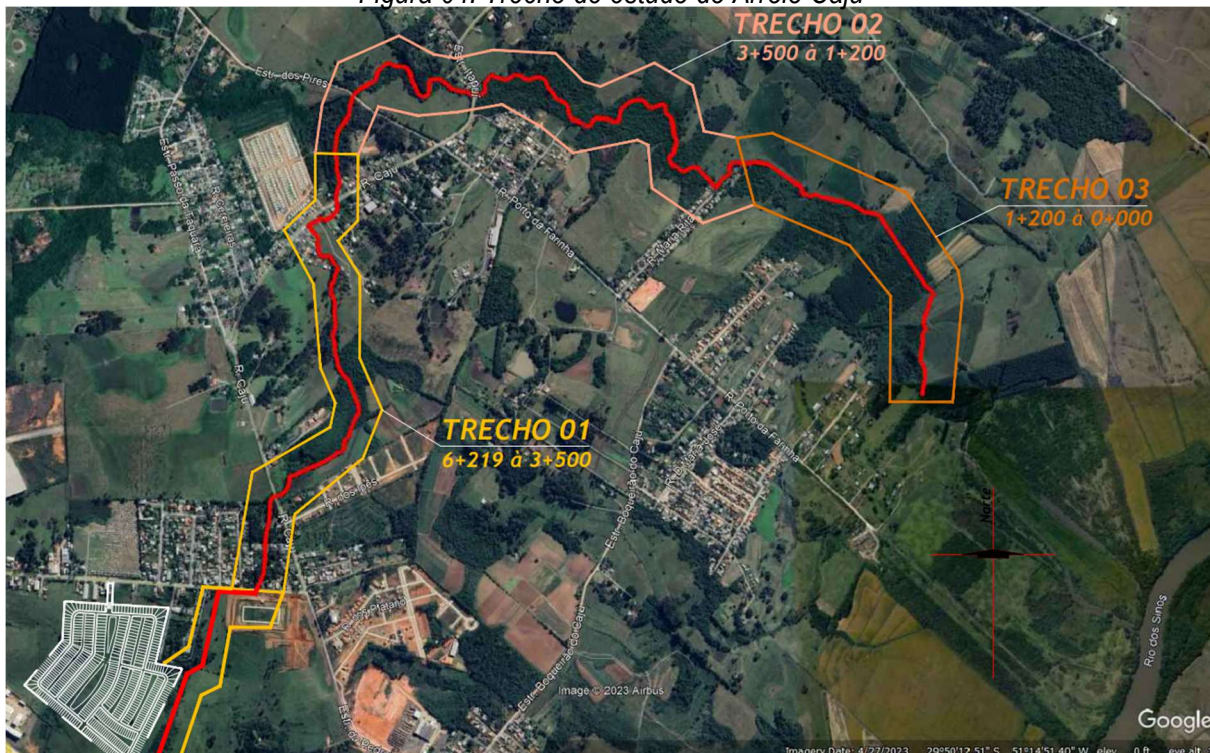
Figura 03: Trecho de estudo do Arroio Caju



Fonte: Google Earth (2020).

Nos primeiros 2306,00 metros o referido arroio opera em um dos seus afluentes principais que drena a sub-bacia 05 onde está inserido o Condomínio Oliveira (trecho entre a Rua Santa Rita ao Caju até a Estrada dos Pires). A partir daí, o arroio segue pelo seu leito principal até chegar ao Rio dos Sinos, conforme demonstrado na Figura 04 abaixo:

Figura 04: Trecho de estudo do Arroio Caju



Fonte: Google Earth (2020).

O modelo digital do terreno e a geometria do arroio foram feitas pelo software AutoCad Civil ® na plataforma BIM tendo como base o cadastro topográfico realizado e anexado neste estudo. A simulação hidrodinâmica foi realizada pelo software HEC-RAS (River Analysis System) para determinação das vazões e lâminas d'água máximas resultantes em escoamento com regime não permanente para um tempo de recorrência (TR) de 25 anos.

3.1 Regime de Escoamento e Formulação Matemática

Neste item serão abordados o regime de escoamento utilizado na simulação, bem como a formulação matemática e condições de controle consideradas para determinação dos níveis d'água máximos para as seções críticas determinadas no projeto.

3.1.1 Regime de Escoamento

Foi considerado o regime de escoamento não-permanente, subcrítico incompressível e homogêneo, com armazenamento e descarga por gravidade

3.1.2 Simulação Hidrodinâmica e Formulação Matemática

A simulação hidrodinâmica em regime não permanente, realizada através do software HEC-RAS para determinação do perfil da linha d'água máxima para TR 25 anos, foi resolvida pelas variações da Equação de *Saint-Venant (1871)* baseada no princípio da conservação da quantidade de movimento aplicado ao elemento de controle considerado. A variação de movimento por unidade de tempo deste elemento é igual ao somatório de todas as forças que atuam sobre ele (força de inércia, força de gravidade, força de pressão e força de atrito), expressadas na sua forma diferencial pela Equação 11 abaixo:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\frac{Q^2}{S})}{\partial x} + g \cdot S \cdot \frac{\partial y}{\partial x} = g \cdot S \cdot (S_o - S_f) \quad \text{Equação 11}$$

Sendo:

g = Aceleração da gravidade;

y = profundidade do escoamento na seção transversal;

t = Variável independente associada ao tempo;

x = Variável independente associada à direção do escoamento;

S_o = Declividade da calha pluvial;

S_f = Declividade da linha energética do escoamento;

Q = Vazão em trânsito pela seção transversal;

S = Área molhada da seção do escoamento.

3.2 Seções de Escoamento Projetadas

Após processar a simulação hidrodinâmica, definiu-se as seções de escoamento do Arroio Caju no trecho de estudo para atender as vazões máximas de suas sub-bacias para um tempo de recorrência (TR) de 25 anos. Foram dimensionadas 03 seções de escoamento do tipo trapezoidal com inclinação dos taludes das margens em 2H:1V e profundidade média na ordem de 2,00 metros, detalhadas abaixo: