

PROJETO DE CONTROLE DE IMPACTOS NA DRENAGEM PÚBLICA

ESCOLA MUNICIPAL Núcleo Urbano Tabocas - PSH Tabocas



MEMORIAL DESCRITIVO

NOVEMBRO/2025

Revisão 00

**PROJETO DE CONTROLE DE IMPACTOS NA DRENAGEM
PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI**

**ESCOLA MUNICIPAL
Núcleo Urbano Tabocas - PSH Tabocas**

MEMORIAL DESCRITIVO

NOVEMBRO DE 2025

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	5
FIGURA 2 – ÁREAS DO EMPREENDIMENTO	6
FIGURA 3 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUPERFÍCIES	8
FIGURA 4 – HIETOGRAMA PARA TR 10 ANOS.....	10
FIGURA 5 – HIETOGRAMA PARA TR 25 ANOS.....	10
FIGURA 6 - HIDROGRAMA UNITÁRIO SINTÉTICO TRIANGULAR DO SCS.....	11
FIGURA 7 -. HIDROGRAMA DA BACIA PARA TR 10 ANOS.....	12
FIGURA 8 -. HIDROGRAMA DA BACIA PARA TR 25 ANOS.....	12
FIGURA 9 – DIMENSIONAMENTO DO DESCARREGADOR DE FUNDO.....	17
FIGURA 10 – HIDROGRAMA DE ENTRADA Q_E E DE SAÍDA Q_S PARA O CENÁRIO 1 PARA O TR 10 ANOS	19
FIGURA 11 – RELAÇÃO VOLUME DE DETENÇÃO X ALTURA DA LAMINA D'ÁGUA NO RESERVATÓRIO PARA O CENÁRIO 1 PARA O TR 10 ANOS	20
FIGURA 13 – HIDROGRAMA DE ENTRADA Q_E E DE SAÍDA Q_S PARA O CENÁRIO 2 PARA O TR 25 ANOS	21
FIGURA 14 – RELAÇÃO VOLUME DE DETENÇÃO X ALTURA DA LAMINA D'ÁGUA NO RESERVATÓRIO PARA O CENÁRIO 2 PARA O TR 25 ANOS	22

ÍNDICE DE TABELA

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA.....	6
TABELA 2 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DAS BACIAS	7
TABELA 3 - VALORES DE TEMPO DE RETORNO PARA OS DIFERENTES TIPOS DE ESTUDO	7
TABELA 4 – NÚMERO CN	8
TABELA 5 - PARÂMETROS DE PRECIPITAÇÃO DE PROJETO.....	9
TABELA 6 - HIDROGRAMA UNITÁRIO CURVILÍNEO ADIMENSIONALIZADO.	11
TABELA 7 - DIMENSÃO DO RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. CARACTERÍSTICAS DA LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	5
2.1 Localização	5
3. PARAMETROS DO PROJETO.....	6
3.1 Características físicas do empreendimento.....	6
3.2 Tempo de concentração	6
3.3 Tempo de recorrência	7
4. VAZÃO.....	7
4.1 Relação Intensidade-Duração-Frequência	8
4.2 CN.....	8
4.3 Duração e Distribuição Temporal da Chuva de Projeto	9
4.4 Chuva Efetiva	9
4.5 Hidrograma	10
5. SISTEMA DE CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	13
6. CONTROLE DE IMPACTO NA DRENAGEM URBANA.....	13
6.1 Pré-dimensionamento do volume de amortecimento	13
6.2 Fator de redução do reservatório	15
6.3 Pré dimensionamento do reservatório de retenção	16
6.4 Pré-dimensionamento do Descarregamento do Reservatório.....	16
6.5 Vertedor	17
6.6 Simulação Hidráulica de Funcionamento do Reservatório	18
7. Conclusão.....	23
8. DESENHO TÉCNICO.....	24

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem como finalidade apresentar as medidas de controle dos impactos na drenagem pluvial urbana decorrentes da impermeabilização do solo por parte do empreendimento em questão de acordo com a respectiva metodologia de dimensionamento dos dispositivos, em atendimento a Lei Complementar Nº 4.724/2015, a Lei Complementar Nº 6.105/2024 e diretrizes do Plano Diretor de Drenagem Urbana da Prefeitura Municipal de Teresina – PDDrU de Teresina.

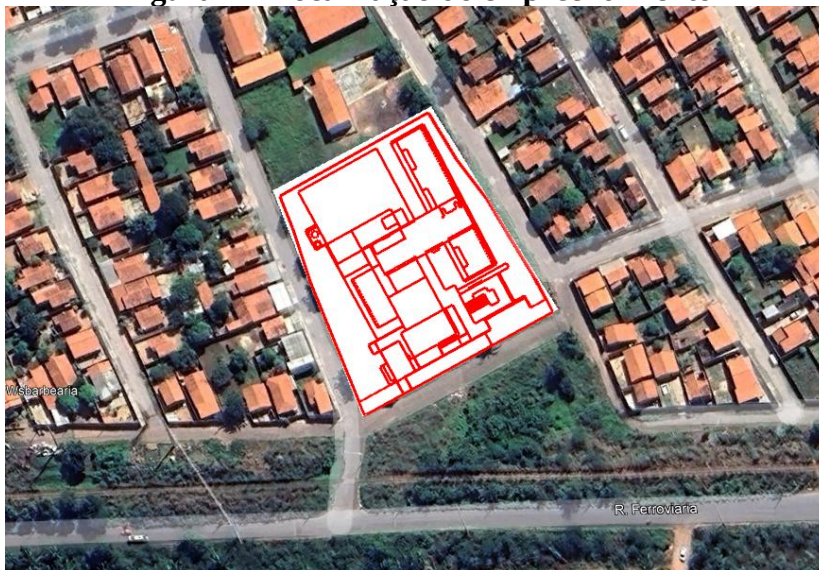
Para tanto, serão avaliados os efeitos da implantação do empreendimento sobre o escoamento superficial e por fim serão definidas e dimensionadas as medidas de mitigação dos possíveis impactos. Deste modo, para o controle na fonte, adotou-se o amortecimento em reservatório de retenção e posterior liberação de vazão dentro dos limites da legislação vigente supracitada.

2. CARACTERÍSTICAS DA LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 Localização

O empreendimento em questão consiste em Escola Municipal localizado no Núcleo Urbano Tabocas - PSH Tabocas, Zona Leste, Teresina-PI, nas coordenadas: latitude -5.086802° e longitude -42.693724°.

Figura 1 – Localização do empreendimento



3. PARAMETROS DO PROJETO

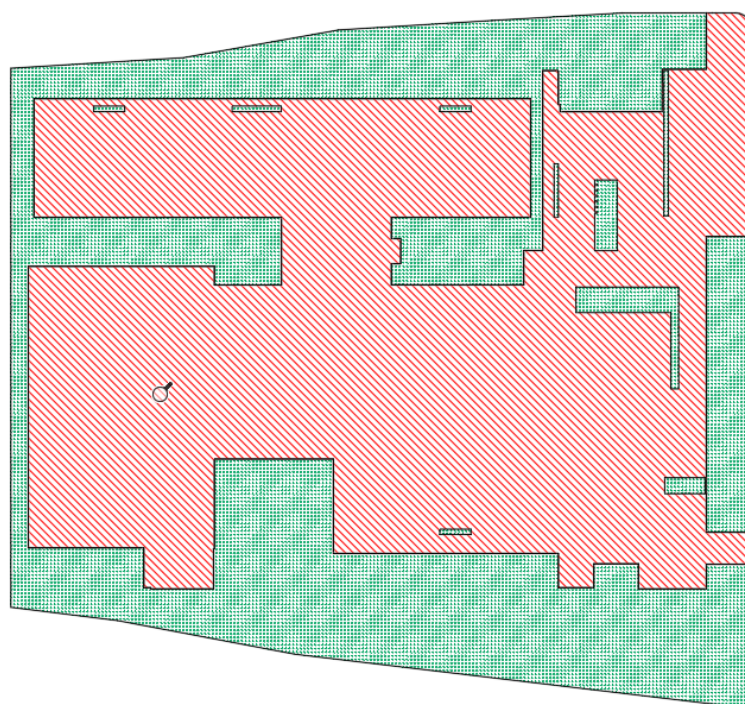
3.1 Características físicas do empreendimento

As características físicas do empreendimento, conforme demonstrada na Figura 2 encontradas foram:

Tabela 1 – Características Físicas da bacia

ÁREA (ha)	0,619961
Ai	0,37743
Ai (ha/ha)	0,60879
Comp. (m)	86,00
C. Máx.	111,250
C. Mín.	109,000
S (m/m)	0,0262

Figura 2 – Áreas do empreendimento



3.2 Tempo de concentração

A estimativa do tempo de concentração foi calculada conforme a equação de Desbordes considerando as características físicas das bacias e o tipo de superfície (Zona Urbana).

$$T_c = 0,0869 A^{0,3039} S^{-0,3832} A_{imp}^{-0,4523}$$

Onde: T_c = tempo de concentração (horas); A é a área de drenagem em km^2 ; S = declividade (m/m); A_{imp} é a fração de área impermeável;

Tabela 2 – Tempo de Concentração das Bacias

BACIA	1
TC (min) Schaake et al	5,62

3.3 Tempo de recorrência

O tempo de retorno é um parâmetro referente ao risco de projeto o qual pode ser obtido através da tabela abaixo, transcrita do Manual de Drenagem de Teresina:

Tabela 3 - Valores de tempo de retorno para os diferentes tipos de estudo

SISTEMA	CARACTERÍSTICA	INTERVALO TR (ANOS)	VALOR FREQUENTE (ANOS)
Microdrenagem	Residencial	2-5	2
	Comercial	2-5	5
	Áreas de prédios públicos	2-5	5
	Áreas comerciais e avenidas	5-10	10
Macro drenagem		10-25	10
Zoneamento de áreas ribeirinhas		5-100	100*

Adaptado de Prefeitura Municipal de Teresina, 2011

Deste modo, para definição do sistema de amortecimento da área em estudo será adotado o tempo de retorno adotado é de TR 10 (dez) anos e a verificado para o tempo de retorno de TR 25 (vinte e cinco) anos.

4. VAZÃO

Para a determinação da vazão de projeto foi empregado o método do Hidrograma Unitário Sintético do SCS (*Soil Conservation Service*, atualmente *National Resources Conservation Service*, órgão do Departamento da Agricultura dos Estados Unidos da América), que tem sido utilizado com frequência nas bacias urbanas (SOLIMAN, 2013), tanto pela sua facilidade de aplicação quanto pelos bons resultados obtidos.

Para a determinação da precipitação efetiva, ou seja, a parcela da precipitação que efetivamente se transforma em escoamento, foi determinada pelo método do TR-55 também proposto pelo SCS, baseado no parâmetro CN (*Curve Number*).

4.1 Relação Intensidade-Duração-Frequência

Para Teresina/PI, foi estabelecida pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDrU/THE, a equação, utilizada no presente trabalho, que tem a forma:

$$i = \frac{1194,273 \cdot T^{0,1738}}{(t + 10)^{0,7457}}$$

onde: i = intensidade da precipitação em mm/h; T = tempo de retorno em anos; e t = duração da chuva em min.

4.2 CN

O solo adotado foi do tipo B e de acordo com as superfícies o número CN do empreendimento foi de 82,76 conforme apresentado na tabela abaixo.

Figura 3 – Classificação das superfícies

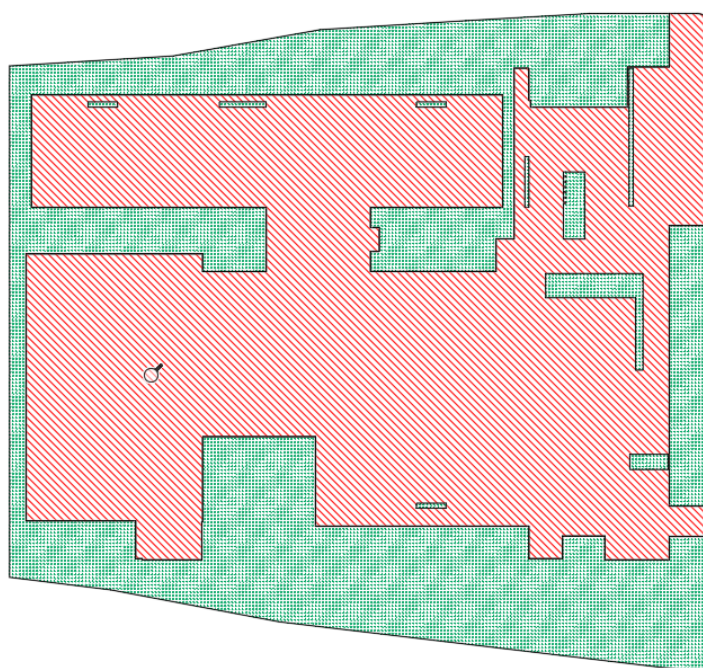


Tabela 4 – Número CN

BACIA		SOLO	CN	LEGENDA
DESCRIÇÃO	Área (m²)	n	B	
Telhado	3.089,48	0,90	98	
Piso em concreto	861,38	0,80	85	
Gramma	2.251,06	0,15	61	
Outros (impermeável)	-	0,60	77	
Total	6.201,92	0,614	82,76	

4.3 Duração e Distribuição Temporal da Chuva de Projeto

Para determinação da vazão de projeto o manual de drenagem recomenda que a chuva deva ser maior ou igual ao tempo de concentração. Entretanto, a duração da chuva adotada será de 60 minutos, considerando a máxima vazão gerada pela bacia. Para a distribuição temporal da chuva optou-se por usar a distribuição proposta por Huff para o 1º quartil, considerando a probabilidade de ocorrência de 50%, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros de precipitação de projeto

1. Cenário	C =	1	2
2. Área	A =	0,0062	0,0062 km ²
3. CN			
Valor do CN	CN =	82,76	82,76
4. Armazenamento e perdas iniciais			
S = 25400/CN – 254	S =	52,89	52,89 mm
Ia = 0,2·S	Ia =	10,58	10,58 mm
5. Tempo de retorno	TR =	10	25 anos
6. Duração da chuva			
Duração da chuva adotado	d =	60	60 min
7. Discretização da chuva			
Tempo de concentração	tc =	5,55	5,55 min
Discretização (recomendado = tc/5)	Dt =	1,11	1,11 min
Discretização adotado	Dt =	2,00	2,00 min
8. Número de intervalos de tempo			
Nint = t/Dt	Nint =	30	30 int
9. IDF	I =	74,99	87,94 mm/h
10. Precipitação de projeto			
Precipitação	P' =	74,99	87,94 mm
Fator de Ajuste - K	K =	1,00	1,00
Precipitação Ajustada	P =	74,99	87,94 mm

4.4 Chuva Efetiva

A precipitação efetiva é definida, com base no CN, através das seguintes equações:

$$P_{ef} = \frac{(h-0,2\cdot S)^2}{h+0,8\cdot S} \text{ para } h > 0,2\cdot S$$

sendo: P_{ef} a precipitação efetiva em mm; h a altura precipitada em mm;

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right).$$

A Figura abaixo representa o hietograma que permite quantificar a precipitação da bacia de acordo com sua duração, as variações na altura da chuva (em milímetros) em intervalos de tempo de 2,0 min.

Figura 4 – Hietograma para TR 10 anos

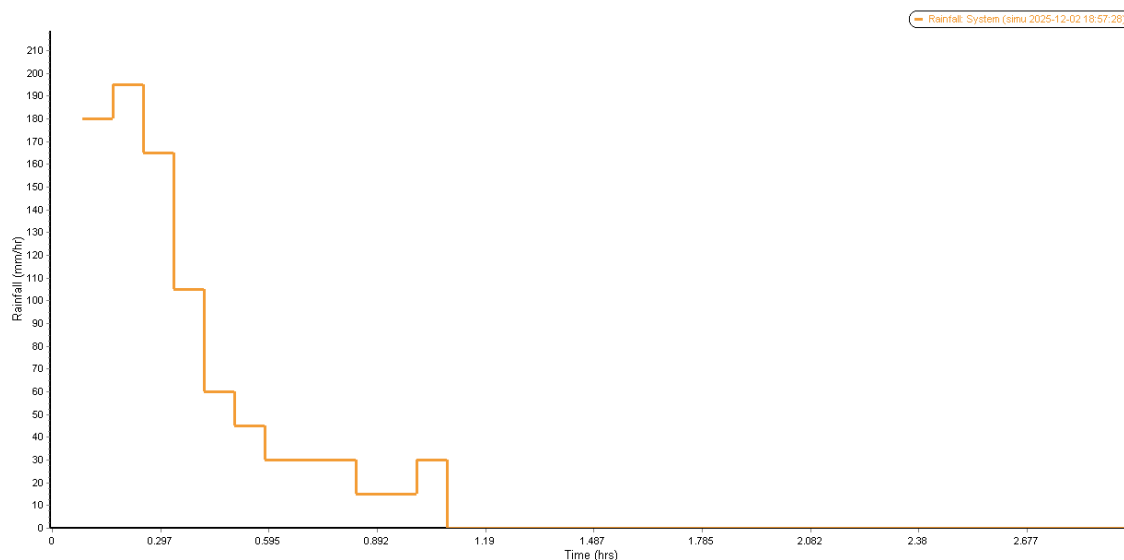
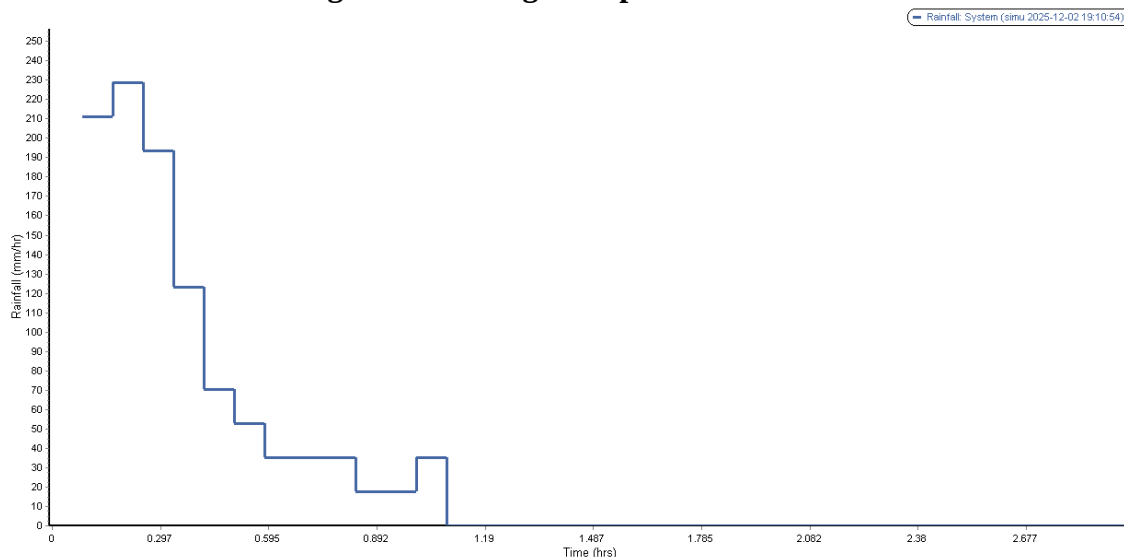


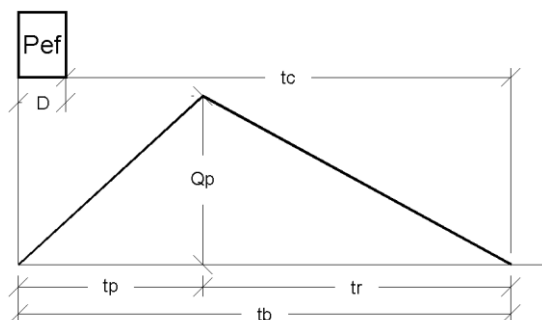
Figura 5 – Hietograma para TR 25 anos



4.5 Hidrograma

Para determinação da vazão foi utilizado o método do Hidrograma Unitário Sintético do SCS (HUS-SCS de 1957). Para sua utilização é necessário dispor apenas da área da bacia e de seu tempo de concentração, além do hietograma de precipitação efetiva. O hidrograma unitário tem a forma de um triângulo, cujas propriedades principais estão apresentadas na Figura 6.

Figura 6 - Hidrograma unitário sintético triangular do SCS.



onde: Q_p é a vazão de pico do HUS (m^3/s); t_p é o tempo de pico a partir do início da precipitação (h); t_r é o tempo de regressão do hidrograma unitário (min); t_b é o tempo de base (min); D é a duração da precipitação efetiva (min); t_c é o tempo de concentração da bacia (min); e P_{ef} é a precipitação efetiva (mm).

Segundo o SCS, valem as seguintes relações (Tomaz, 2002):

$$t_p = 0,5 \cdot D + 0,6 \cdot t_c$$

$$t_r = 1,67 \cdot t_p$$

$$t_b = t_p + t_r = 2,67 \cdot t_p$$

$$Q_p = \frac{12,5 \cdot A \cdot P_{ef}}{t_p}$$

sendo A é a área da bacia em km^2 e as demais variáveis mantêm as unidades já indicadas.

De forma a suavizar o hidrograma, Tomaz (2002) apresenta as relações reproduzidas na Tabela 6, sendo Q a vazão referente ao tempo t , t_p o tempo de pico e Q_p a vazão de pico.

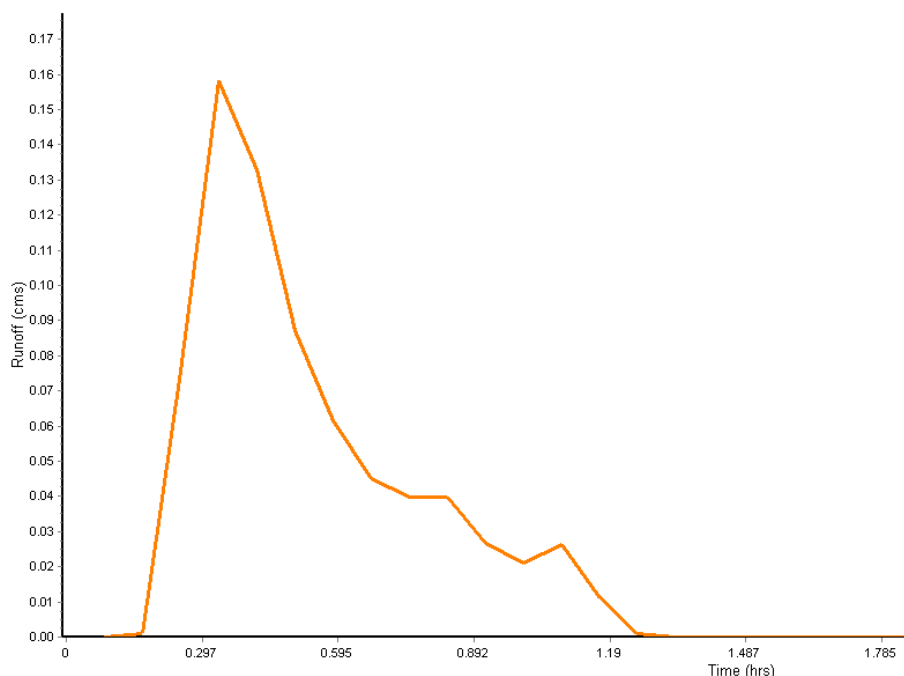
Tabela 6 - Hidrograma Unitário Curvilíneo adimensionalizado.

t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p
0,0	0,000	0,9	0,990	1,8	0,390	3,4	0,029
0,1	0,030	1,0	1,000	1,9	0,330	3,6	0,021
0,2	0,100	1,1	0,990	2,0	0,280	3,8	0,015
0,3	0,190	1,2	0,930	2,2	0,207	4,0	0,011
0,4	0,310	1,3	0,860	2,4	0,147	4,5	0,005
0,5	0,470	1,4	0,780	2,6	0,107	5,0	0,000
0,6	0,660	1,5	0,680	2,8	0,077		
0,7	0,820	1,6	0,560	3,0	0,055		
0,8	0,930	1,7	0,460	3,2	0,040		

Fonte: Tomaz (2002)

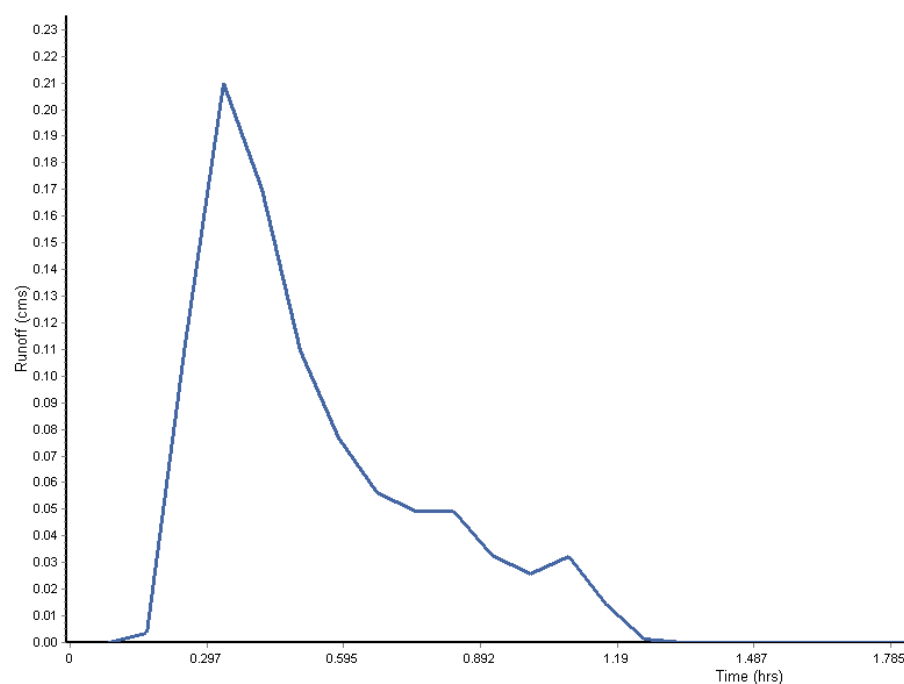
De acordo com o hidrograma, apresentado na Figura 7, a vazão de pico verificada para o TR 10 anos foi de $Q_{e1}=0,173 \text{ m}^3/\text{s}$ na duração de 20 min.

Figura 7 -. Hidrograma da bacia para TR 10 anos



Para o TR 25 anos, a vazão de pico verificada foi de $Q_{e2}=0,209 \text{ m}^3/\text{s}$ na duração de 20 min, conforme apresentado na Figura 7,

Figura 8 -. Hidrograma da bacia para TR 25 anos



5. SISTEMA DE CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de captação e condução das águas pluviais do projeto de rede de drenagem da escola foi dimensionado em conformidade com os critérios estabelecidos pela NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais. Todos os dispositivos, incluindo calhas, condutores verticais, tubulações e elementos de escoamento, foram projetados considerando a intensidade pluviométrica local, as áreas de contribuição e os coeficientes de runoff recomendados pela norma.

Com base nos parâmetros técnicos adotados, o sistema projetado apresenta capacidade adequada para receber, conduzir e escoar de forma eficiente as vazões geradas durante os eventos de chuva previstos para a região. Dessa forma, a solução de drenagem proposta assegura o atendimento pleno da demanda hidráulica do empreendimento, garantindo segurança, funcionalidade e desempenho satisfatório ao longo de sua vida útil.

6. CONTROLE DE IMPACTO NA DRENAGEM URBANA

Para o controle dos impactos na rede drenagem pública será implantado reservatório de retenção para amortecimento das águas pluviais, sendo responsável por laminar as vazões de forma a manter a vazão de pré-ocupação de cada bacia.

6.1 Pré-dimensionamento do volume de amortecimento

Segundo a Lei 4.724/2015 e sua alteração Lei nº 6.105/2024, Art.10, §7º, a determinação do volume mínimo do reservatório de retenção segue a equação de Tsuchya:

$$V_{res,min} = 0,0028 \cdot \left(I_i - \frac{I_0}{2} \right) \cdot d_i \cdot C \cdot A$$

Onde:

- V_{res,mín} (Volume do Reservatório de Retenção mínimo)
 - Unidade: metros cúbicos (m³)
 - Descrição: Este é o volume total necessário do reservatório de retenção para armazenar a água das chuvas e evitar inundações. O valor de V é calculado para garantir que o excesso de água durante um evento de precipitação seja armazenado de forma segura.

- C (Coeficiente de Deflúvio do Método Racional)

- Unidade: adimensional

- Descrição: O coeficiente de deflúvio representa a fração de precipitação que se transforma em escoamento superficial. Esse valor varia de acordo com o tipo de superfície e a permeabilidade do solo. Superfícies impermeáveis, como concreto ou asfalto, têm valores de *C* mais altos em comparação com solos permeáveis ou vegetação.

- A (Área da Bacia de Contribuição)

- Unidade: hectares (ha)

- Descrição: A área da bacia de contribuição é a região total que drena para o ponto de interesse onde o reservatório está localizado. Esta área é crítica para determinar o volume total de água que precisa ser gerenciado pelo reservatório.

- di (Duração da Precipitação)

- Unidade: segundos (s)

- Descrição: A duração da precipitação refere-se ao período durante o qual a chuva ocorre. Este termo é usado para calcular a quantidade de água que atinge a bacia durante um evento de chuva específico. A determinação da duração da chuva é crucial, mesmo na ausência de outros parâmetros de controle (como qualidade da água e erosão), pois uma escolha de período muito curto pode resultar em uma vazão pré-existente elevada para áreas menores, causando impactos a jusante. Por outro lado, um período excessivamente longo imporá restrições severas, levando a volumes de controle e custos desnecessariamente elevados. Conforme o Plano Diretor-PMT (2012), a duração da chuva adotada para Teresina é de **60 min (1 h)**. A adoção de 1 hora visa estabelecer um intervalo adequado para áreas de até 100 hectares, considerando o tempo de concentração para a área mais extensa.

- **Ii (Intensidade da Precipitação com Duração di e Tempo de Retorno de 30 Anos)**

- Unidade: milímetros por hora (mm/h)

- Descrição: Esta é a taxa de precipitação esperada para um evento de chuva com uma duração específica *di* e um tempo de retorno de 30 anos. O tempo de retorno de **30 anos** indica que a intensidade da precipitação esperada tem uma probabilidade de ocorrer uma vez a cada 30 anos.

- **I0 (Intensidade da Precipitação Correspondente à Capacidade do Canal de Recepção do Fluxo à Jusante)**

- Unidade: milímetros por hora (mm/h)
- Descrição: Esta é a capacidade do canal ou sistema de drenagem à jusante de lidar com o escoamento. É a taxa máxima de precipitação que o canal pode acomodar sem causar inundações. Os dispositivos de drenagem da cidade, conforme o Plano Diretor e pela Lei Complementar Nº 4.724/2015 determina que para a vazão de saída o tempo de retorno deve ser de **10 anos** e duração da chuva de **1h**, logo, a Intensidade da Precipitação Correspondente à Capacidade do Canal de Recepção do Fluxo à Jusante é 74,99 mm/h.

Abaixo, a Tabela 5 que mostra os dados de entrada para a aplicação da equação

Tabela 5 – Dados de Intensidade por tempo de retorno para a equação de Tsuchya

Descrição	Empreend.
Tr0 (anos)	10
d0 (min)	60,00
I0 (mm/h)	74,99
di (min)	60,00
Tri (anos)	30,00
Ii (mm/h)	90,77

Portanto, o volume mínimo de reservação será:

$$V_{res,min} = 0,0028 \cdot \left(90,77 - \frac{74,99}{2}\right) \cdot (60 \cdot 60) \cdot 0,613 \cdot 0,62$$

$$V_{res,min} = 202,53 \text{ m}^3$$

6.2 Fator de redução do reservatório

O presente projeto de controle de impactos na drenagem pública adota o **fator de redução de 60%** no dimensionamento do volume do reservatório de detenção, conforme o disposto no **Art. 15, inciso a**, da **Lei Complementar Municipal nº 4.724, de 03 de junho de 2015**, que define as diretrizes para regulação relativa ao controle dos impactos da drenagem urbana de novos empreendimentos e inundações ribeirinhas, na drenagem pluvial pública do Município de Teresina-PI.

De acordo com o referido artigo, nas construções em áreas urbanas já loteadas, anteriores à vigência da Lei Complementar nº 4.724/2015, o volume do reservatório de detenção pode ser reduzido **em 60%** desde que a **quando a ocupação for igual ou superior ao índice de aproveitamento** estabelecido para o lote.

Conforme informações constantes no **projeto arquitetônico**, o empreendimento apresenta **índice de aproveitamento igual a 0,50** e **taxa de ocupação de 0,50**. Dessa forma, o

empreendimento **atende à condição estabelecida no inciso “a” do Art. 15**, enquadrando-se, portanto, no benefício de **redução de 60%** do volume do reservatório de detenção.

O volume de detenção inicialmente dimensionado, sem aplicação da redução, é de **202,53 m³**. Aplicando-se o fator de redução de **60%**, conforme permitido pela legislação, obtém-se o **volume reduzido de 81,01 m³**, valor adotado no pré-dimensionamento do reservatório.

Entretanto, conforme o **parágrafo único do Art. 15**, “*esta redução de volume não pode transferir para jusante impactos de inundação*”. Dessa forma, para **validar a aplicação da redução de 60%**, foi realizada **simulação hidráulica de funcionamento do reservatório de detenção**, considerando o tempo de retorno de 10 anos, com o objetivo de verificar o comportamento hidrológico e hidráulico do sistema diante de eventos críticos de precipitação.

Os resultados obtidos indicaram que o volume de amortecimento necessário para que não ocorra transferência de impactos a jusante é de 141,17 m³, o que corresponde a uma redução de 30,29% em relação ao volume originalmente dimensionado. Esse valor é inferior ao fator de redução máximo previsto no Art. 15, inciso “a”, demonstrando que, para este caso específico, a redução legalmente permitida pode ser aplicada garantindo a segurança hidráulica do sistema.

6.3 Pré dimensionamento do reservatório de detenção

O reservatório adotado foi em concreto em formato retangular, ver detalhamento nos desenhos técnicos do projeto. As dimensões do reservatório de detenção estão apresentadas na Tabela abaixo.

Tabela 7 - Dimensão do reservatório de detenção

Descrição	Valor
Comprimento (m)	50,00
Largura (m)	5,00
Área média (m²)	250,00
Altura Útil (m)	0,57
Volume Útil (m³)	142,50

6.4 Pré-dimensionamento do Descarregamento do Reservatório

Conforme a Lei 4.724/2015, Art. 8º, §1º, a vazão máxima de saída para a rede pública de drenagem deve ser estimada através da expressão abaixo:

$$Q_{m\acute{a}x} = 52,1 \cdot A_t$$

Sendo: $Q_{m\acute{a}x}$ - vazão máxima de saída em l/s; A_t - área do terreno em hectares.

Portanto, a vazão máxima é de: $Q_{m\acute{a}x} = 52,1 \cdot 0,62 = 32,3 \text{ l/s}$

Devido à configuração topográfica favorável, que permite o escoamento por gravidade, o descarregamento do reservatório de retenção adotado será realizado por orifício de fundo que atuara como dispositivo de controle de vazão, garantindo a liberação gradual das águas pluviais. A descarga será direcionada para a drenagem existente na Rua Victor Cordeiro, assegurando o escoamento adequado e minimizando impactos na infraestrutura urbana.

Para determinar a área da seção transversal do descarregador de fundo foi utilizada a equação recomendada no manual de drenagem para o caso de um orifício, logo abaixo.

$$A_c = \frac{0,37 \cdot Q_{m\acute{a}x}}{\sqrt{h_c}}$$

Onde: $Q_{m\acute{a}x}$ é a vazão de pré-desenvolvimento (m^3/s); h_c é a diferença entre o nível máximo da água e o ponto médio da abertura da seção de saída (m); A_c é a área da seção transversal do descarregador (m^2).

Figura 9 – Dimensionamento do descarregador de fundo

Descrição	Valor
Coeficiente de descarga	0,614
Altura útil do reservatório - H_u (m)	0,57
Diâmetro adotado - D_n (m)	0,100
Altura crítica - H_c (m)	0,520
Área projetada - A_p (m^2)	0,008
Vazão do descarregador - Q (m^3/s)	0,0154
Quantidade de descarregador – n (und)	2
Vazão de saída - Q_t (m^3/s)	0,0308
Velocidade - V (m/s)	1,96

Logo, adotou-se 2 (dois) tubos de 100 mm como descarregador de fundo do reservatório.

6.5 Vertedor

No empreendimento será implantado um reservatório de retenção localizado próximo à via pública. Considerando a sua posição e avaliando possíveis cenários de transbordamento, conclui-se que o risco de danos estruturais ao empreendimento é mínimo, uma vez que eventuais excedentes de vazão escoariam diretamente em direção à via, sem causar impactos significativos às edificações internas.

Dessa forma, optou-se por não implantar um vertedouro específico no reservatório, visto que o mecanismo de extravasamento ocorrerá naturalmente em direção à área pública adjacente, garantindo segurança operacional e funcionalidade ao sistema de drenagem adotado.

6.6 Simulação Hidráulica de Funcionamento do Reservatório

Após a simulação hidráulica, constatou-se que no Cenário 1 (TR de 10 anos e duração da chuva de 60 minutos), o reservatório apresentou uma lâmina d'água de **0,564 metros**, logo, igual a altura útil de 0,57 metros e com vazão de saída de **0,0287 m³/s**. Além disso, verificou-se que, após **4,58 horas** do início da chuva, o reservatório estaria praticamente vazio, restabelecendo sua capacidade de amortecimento para futuros eventos.

Para o **Cenário 2** (TR de 25 anos e duração da chuva de 60 minutos), a lâmina d'água alcançou **0,753 metros**, resultando em um transbordamento de **0,183 metros** no reservatório.

A vazão de pico de saída foi de 0,034 m³/s, sendo conduzido por um tubo de 300mm até o lançamento no sistema público de drenagem

Figura 10 – Hidrograma de entrada Q_e e de saída Q_s para o Cenário 1 para o TR 10 anos

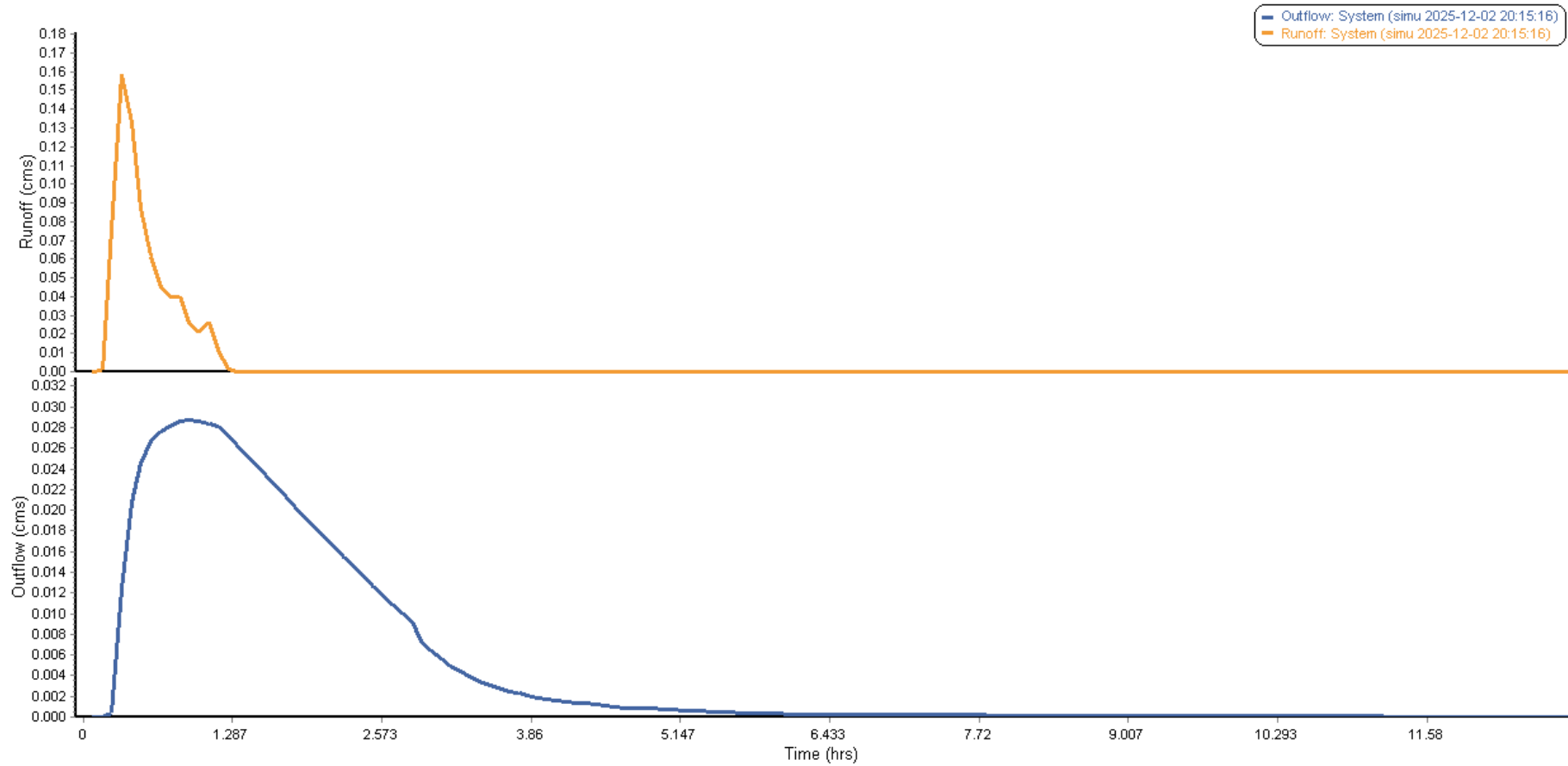


Figura 11 – Relação Volume de retenção x Altura da lamina d'água no reservatório para o Cenário 1 para o TR 10 anos

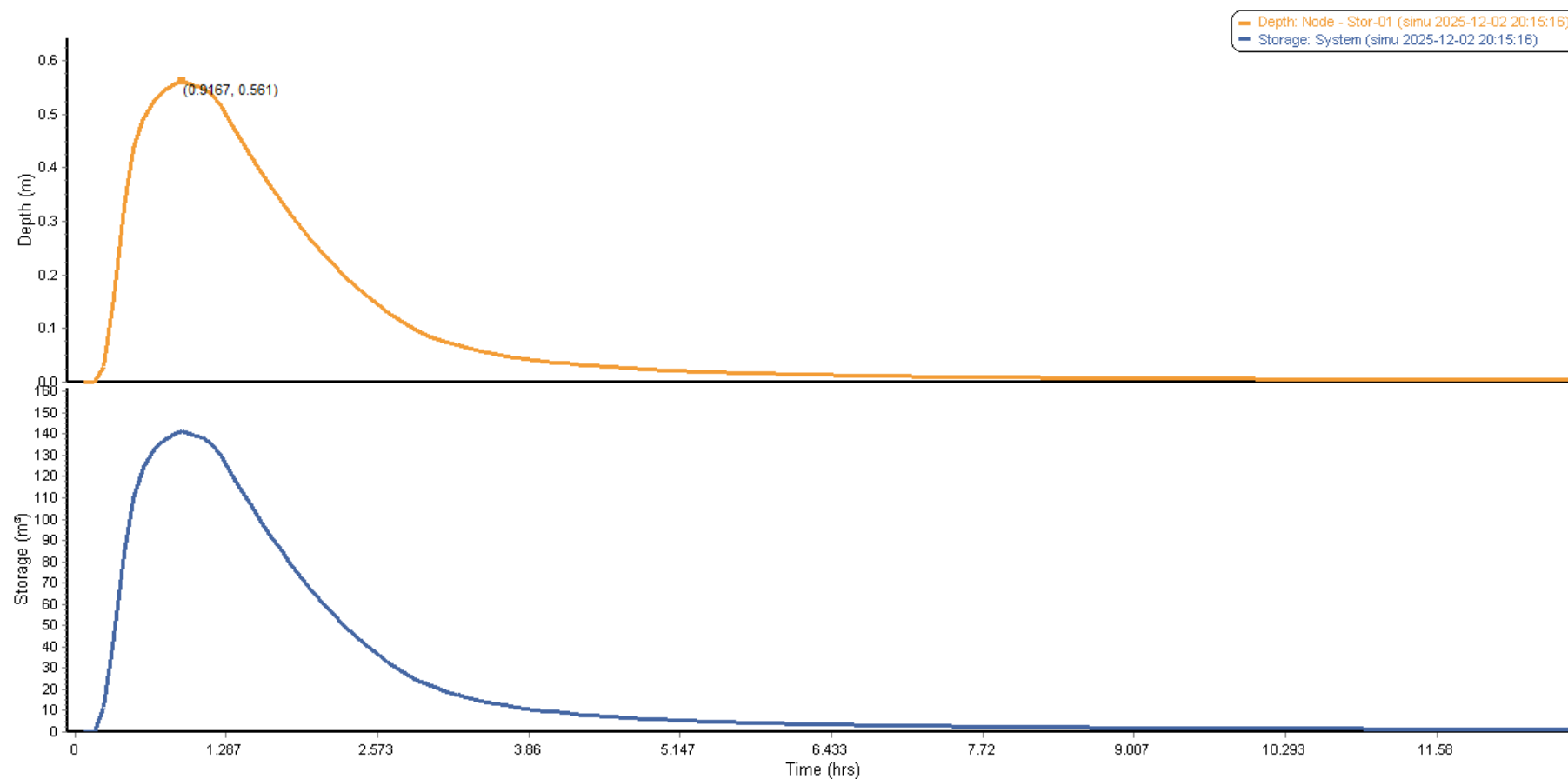


Figura 12 – Hidrograma de entrada Q_e e de saída Q_s para o Cenário 2 para o TR 25 anos

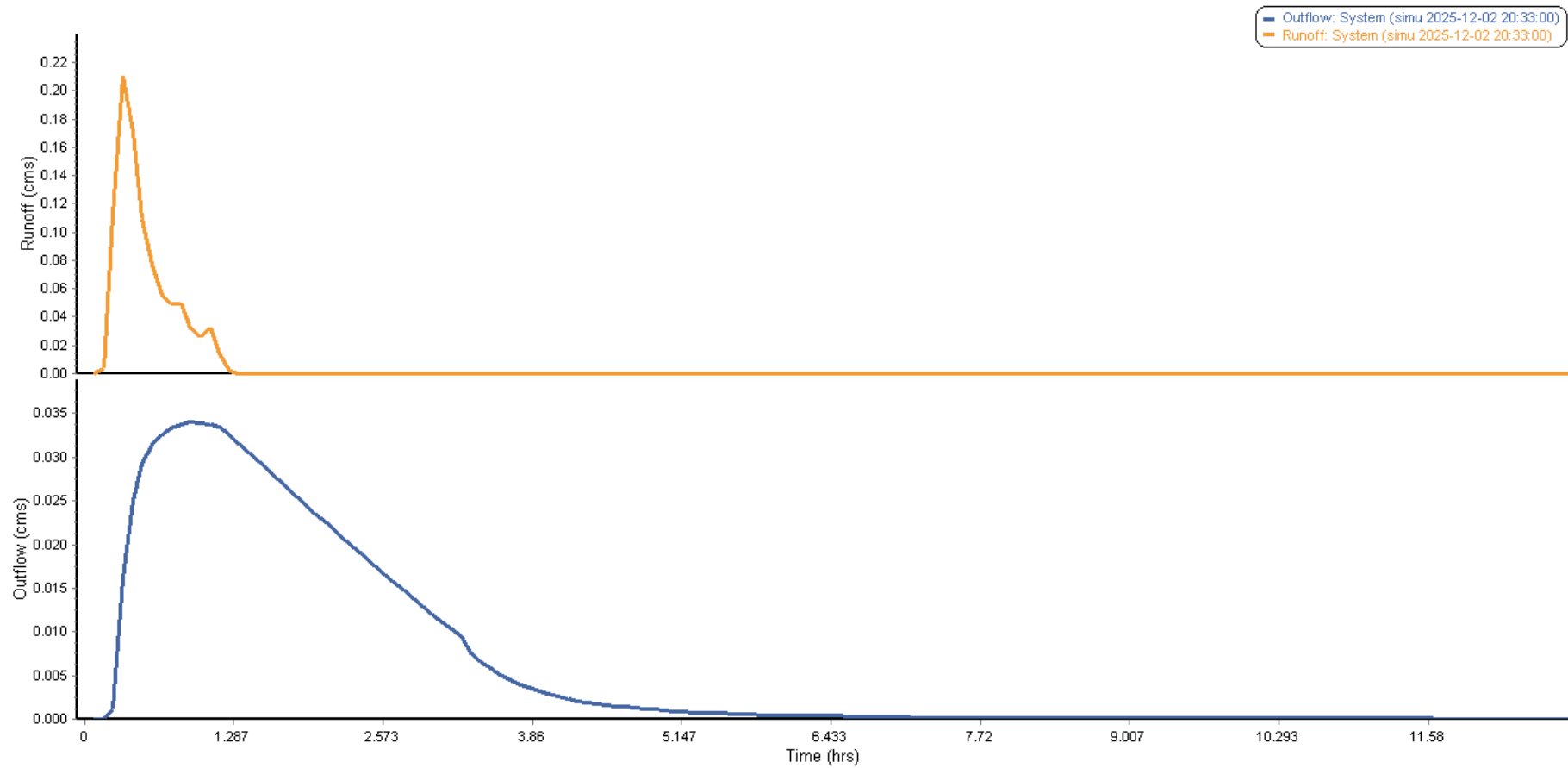
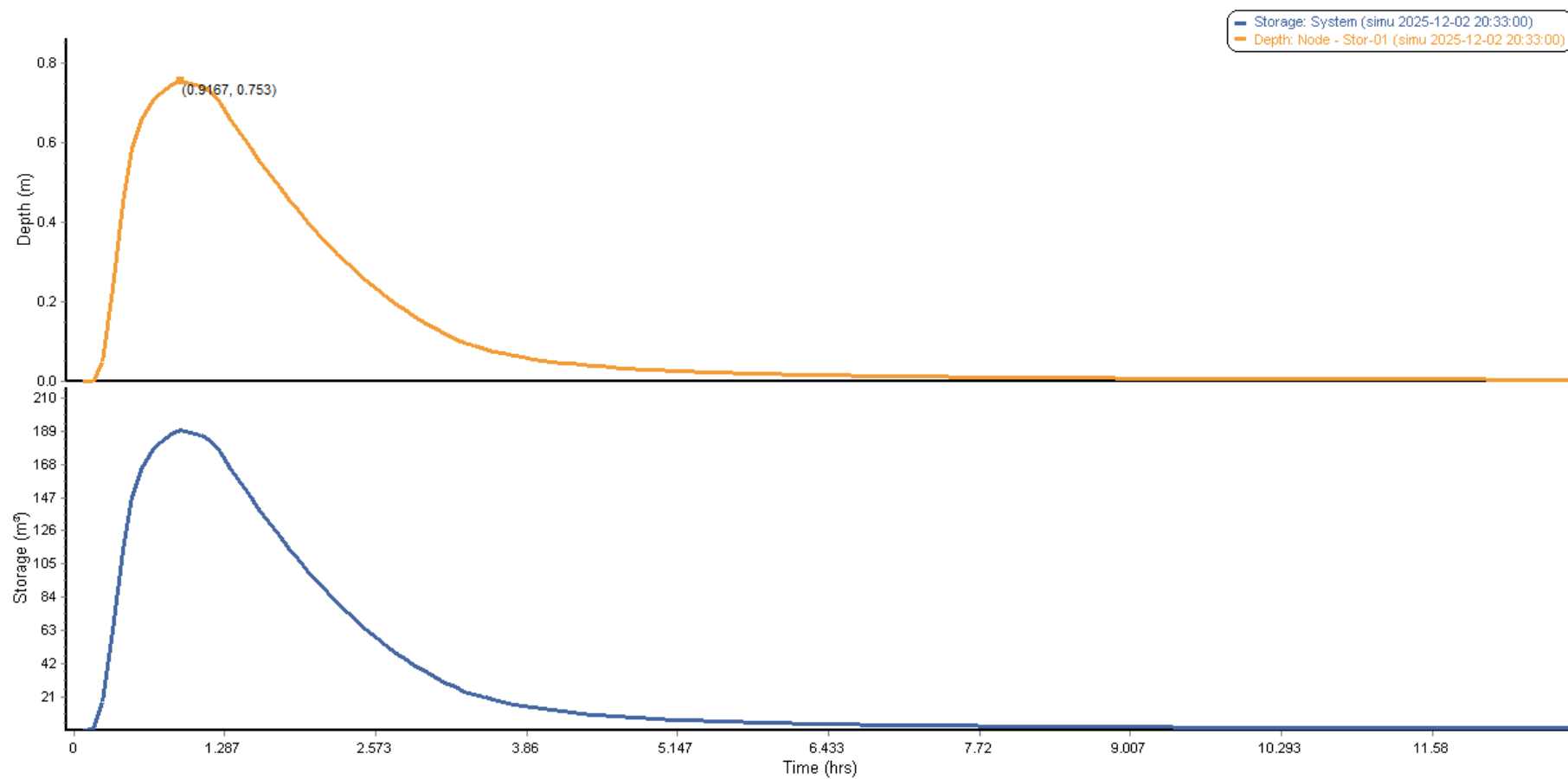


Figura 13 – Relação Volume de retenção x Altura da lamina d'água no reservatório para o Cenário 2 para o TR 25 anos



7. Conclusão

A simulação demonstrou que, mesmo com o volume reduzido, as **vazões de saída do empreendimento permanecem iguais ou inferiores às condições de pré-desenvolvimento**, não ocasionando acréscimo significativo de vazão ou tempo de pico na rede pública de drenagem.

Assim, o dimensionamento final do reservatório garante o **atendimento integral às exigências da Lei Complementar nº 4.724/2015**, assegurando o controle de vazões de pico, a mitigação de impactos a jusante e a eficiência hidráulica do sistema proposto.

Dessa forma, o projeto encontra-se **em plena conformidade com as diretrizes legais e técnicas municipais**, contribuindo para a sustentabilidade da drenagem urbana e a segurança hidráulica da área de influência direta e indireta do empreendimento.

8. DESENHO TÉCNICO