1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB01, com exultório na estaca 153+10 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB01 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 470887.0317 m E
Norte: 8361568.5514 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB01	173.281,00	0,17	1.849,50	1,85	594,00
Total Geral →	***173.281,00***	***0,17***	***1.849,50***	***1,85***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

17,33 ha
173.281,00 m²
0,17 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

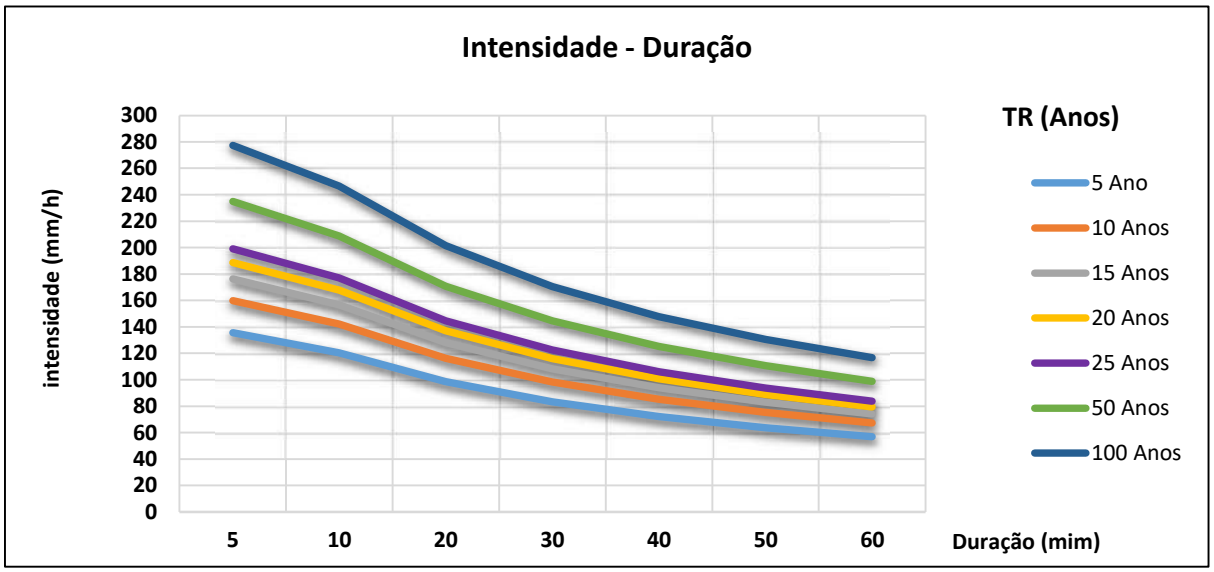
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\,b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

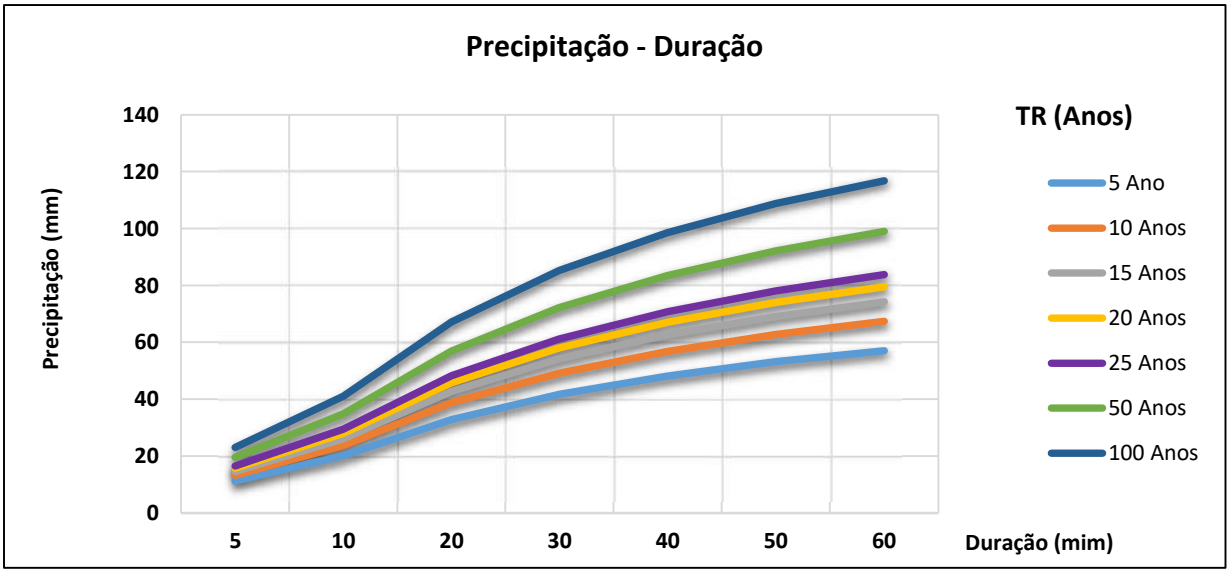
Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB01 - Estaca 153+10 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	5

AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB01 - Estaca 153+10 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB01	173.281,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	55,00%			
Gramados Íngremes	0,44	45,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,35**		

Valor adotado para C : **0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

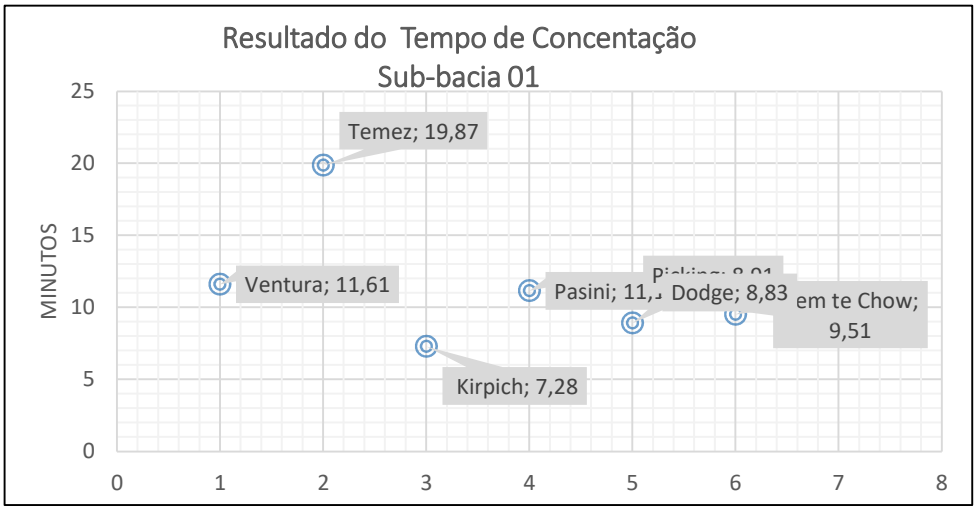
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al.(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB01

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,17	0,59	109,00	65,00	44,00	7,41	0,074074	11,61	0,19
Temez								19,87	0,33
Kirpich								7,28	0,12
Pasini								11,16	0,19
Picking								8,91	0,15
Vem te Chow								9,51	0,16
Dodge								8,83	0,15



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 8,63

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

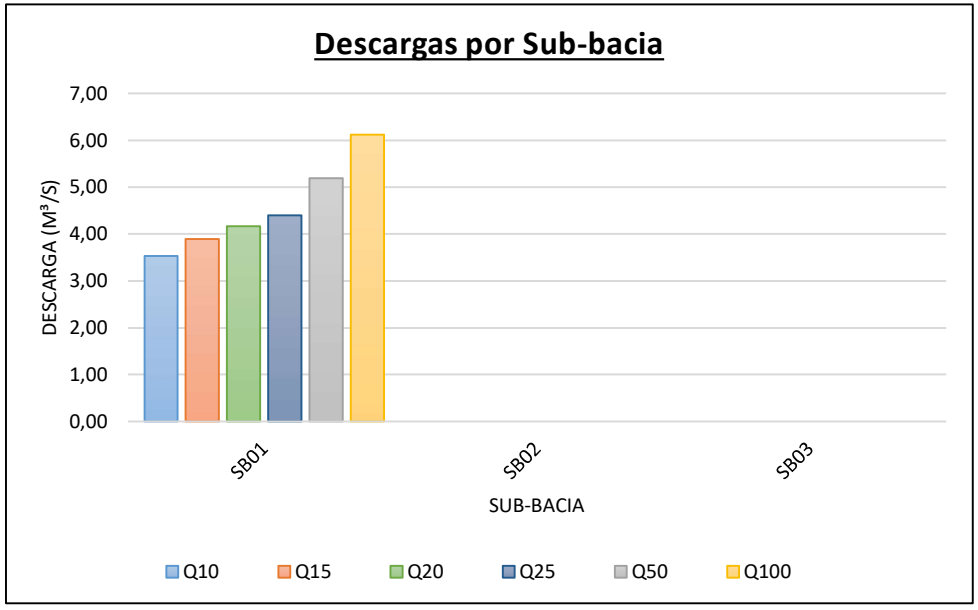
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB01	0,17	1,85	0,59	44,00	0,074	**1,24**	0,05

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB01	173.281,00	8,63	0,50	146,61	3,53	161,53	3,89	173,03	4,17	**182,51**	**4,40**	215,39	5,19	254,20	6,12

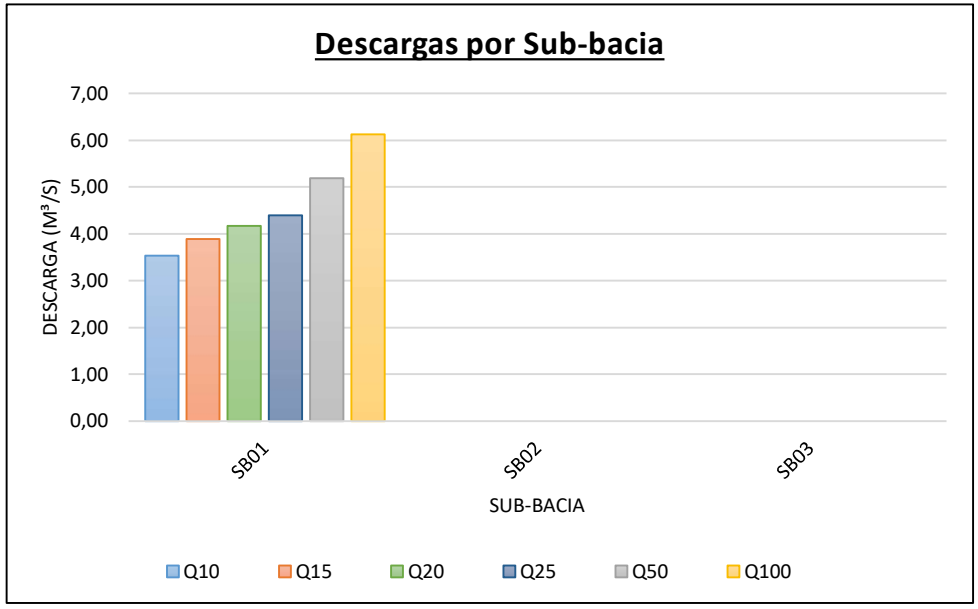


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	4,40	Estaca 153+10 (Eixo Sudoeste)	**4,40**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB01	173.281,00	8,63	0,50	146,61	3,53	161,53	3,89	173,03	4,17	182,51	4,40	**215,39**	**5,19**	254,20	6,12



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	5,19	Estaca 153+10 (Eixo Sudoeste)	**5,19**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**4,40** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**5,19** m^3/s	Verificação

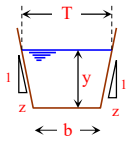
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **4,40** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **5,19** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		1,60	3,60	0,44	n =	0,0150				
					Q =	4,40	4,393			
					I =	0,005000		0,0050		
					y =	0,80			0,80	
					b =	2,00				2,00
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,75				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,70 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,93 m (Fr < 1)

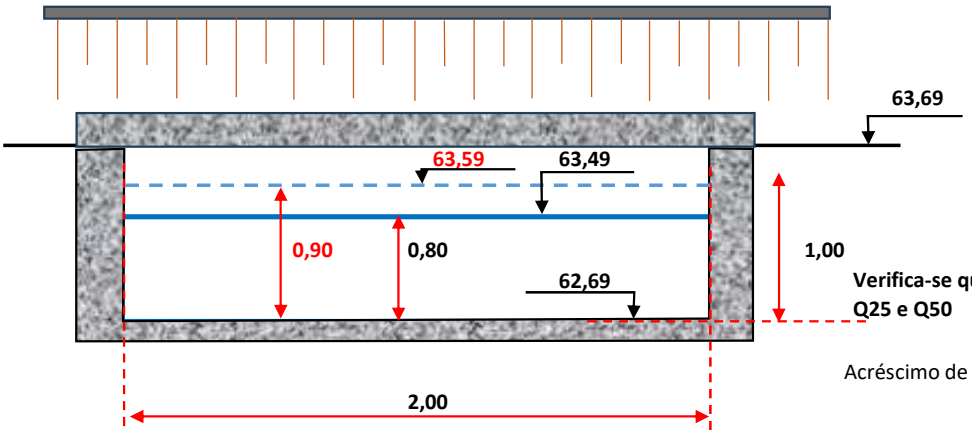
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,93 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,98 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,10 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB02, com exultório na estaca 124+10 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB02 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 470457.2685 m E
Norte: 8361190.2090 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB02	155.672,00	0,16	1.767,67	1,77	667,00
Total Geral →	***155.672,00***	***0,16***	***1.767,67***	***1,77***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

15,57 ha
155.672,00 m²
0,16 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

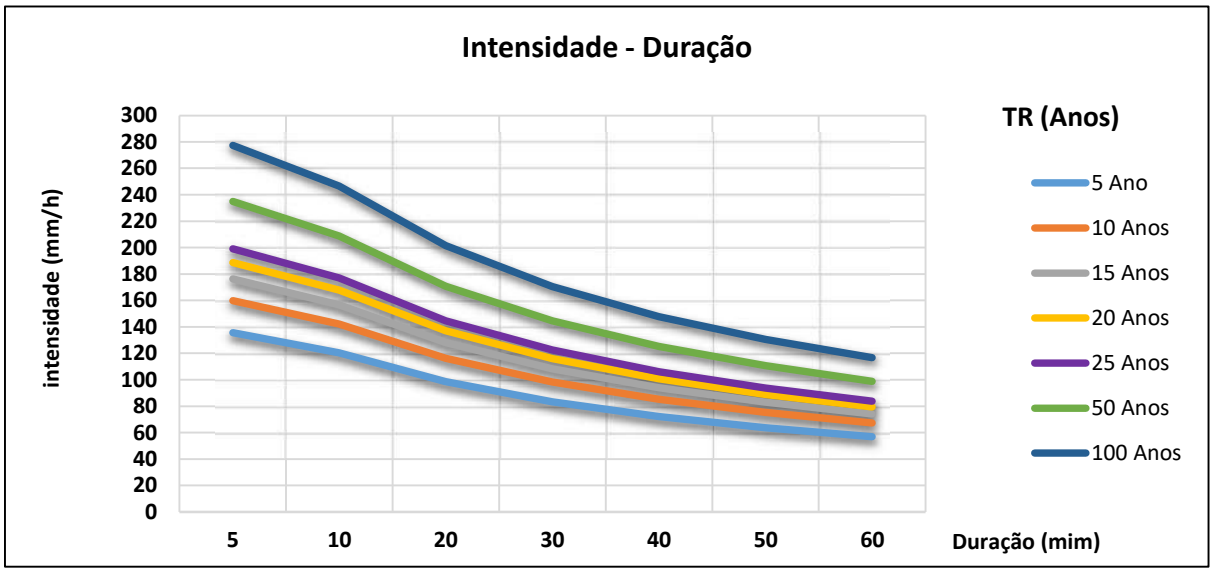
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\,b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

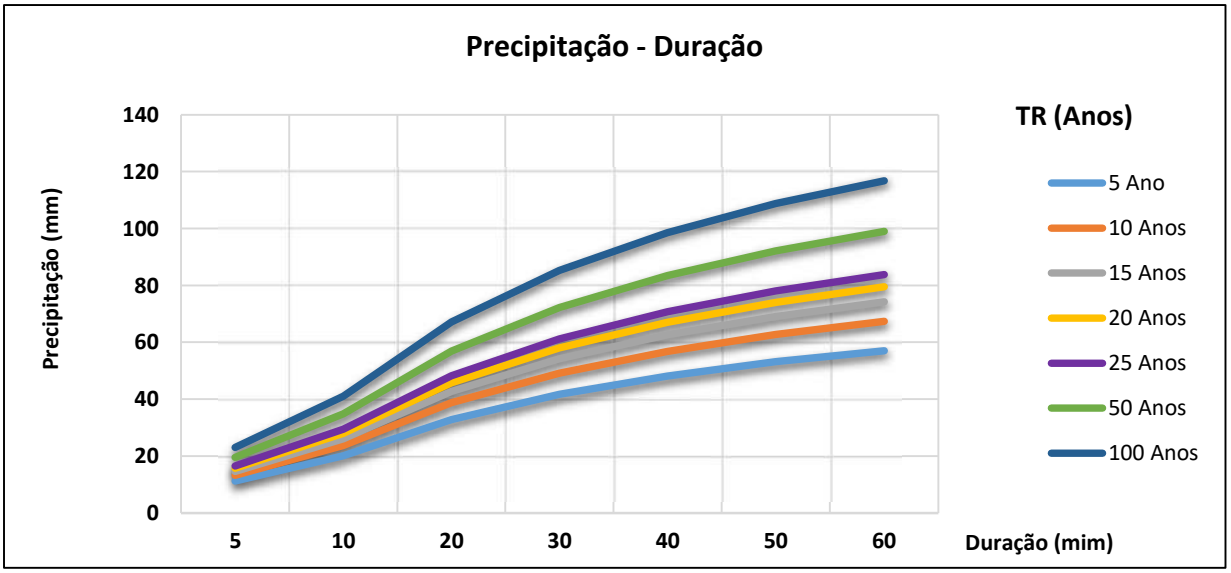
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB02 - Estaca 124+10 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB02	155.672,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	35,00%			
Gramados Íngremes	0,44	65,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,38**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

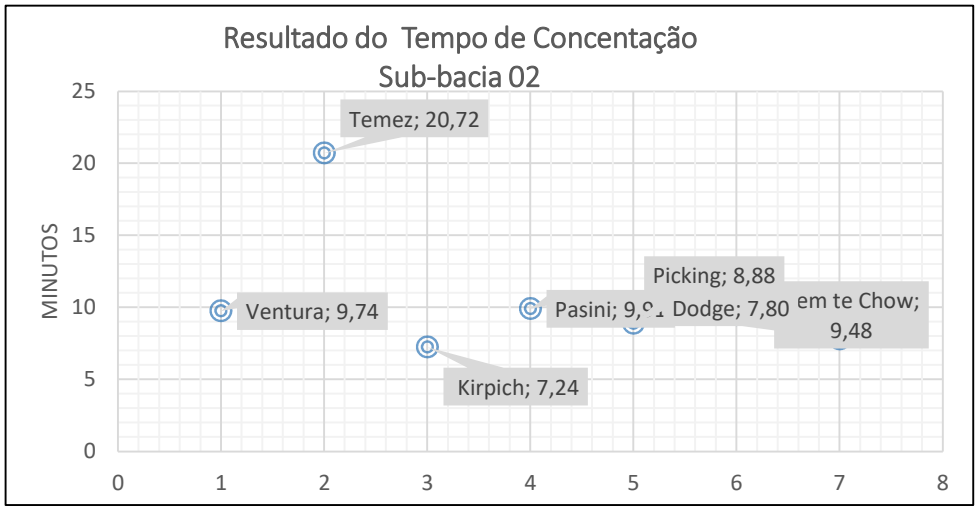
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al.(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB02

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,16	0,67	132,00	69,00	63,00	9,45	0,094453	9,74	0,16
Temez								20,72	0,35
Kirpich								7,24	0,12
Pasini								9,91	0,17
Picking								8,88	0,15
Vem te Chow								9,48	0,16
Dodge								7,80	0,13



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 8,35

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

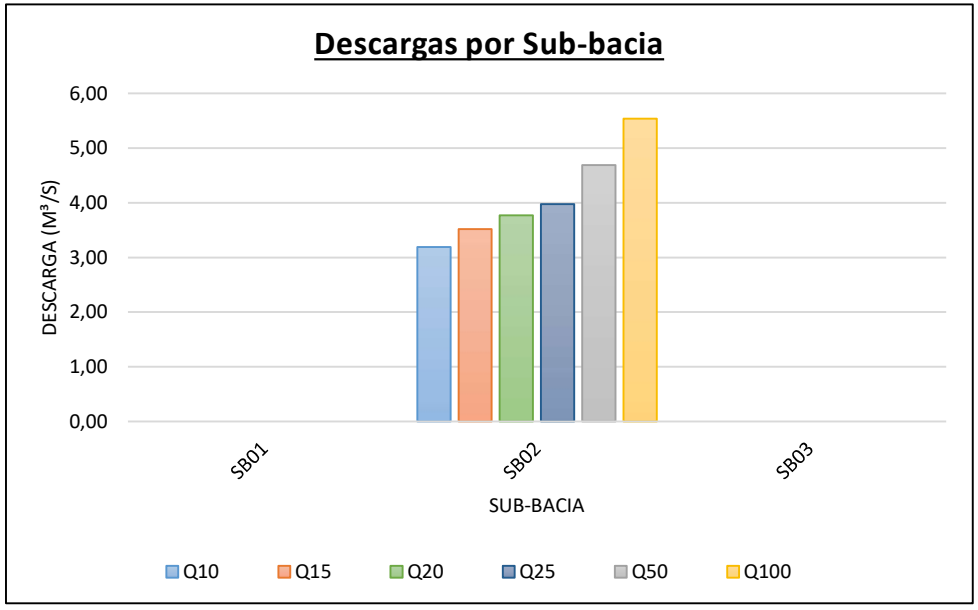
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB02	0,16	1,77	0,67	63,00	0,094	**1,25**	0,05

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB02	155.672,00	8,35	0,50	147,57	3,19	162,59	3,52	174,16	3,77	**183,70**	**3,98**	216,80	4,69	255,86	5,54

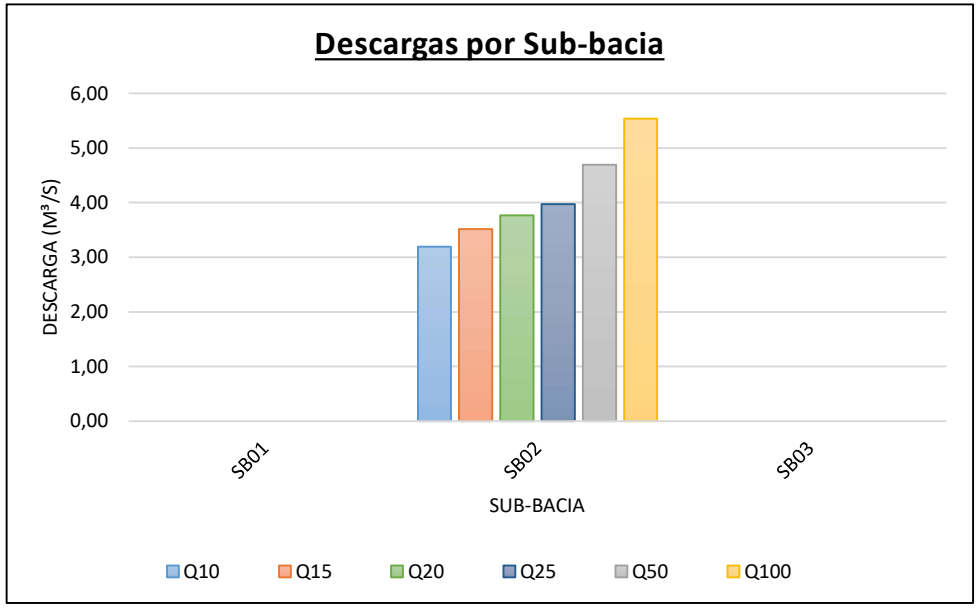


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	3,98	Estaca 124+10 (Eixo Sudoeste)	**3,98**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB02	155.672,00	8,35	0,50	147,57	3,19	162,59	3,52	174,16	3,77	183,70	3,98	216,80	4,69	255,86	5,54



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	4,69	Estaca 124+10 (Eixo Sudoeste)	**4,69**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**3,98** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**4,69** m^3/s	Verificação

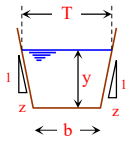
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **3,98** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **4,69** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		1,48	3,48	0,43	n =	0,0150				
					Q =	3,98	3,946			
					I =	0,005000		0,0051		
					y =	0,74			0,74	
					b =	2,00				2,00
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,67				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,70 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,89 m (Fr < 1)

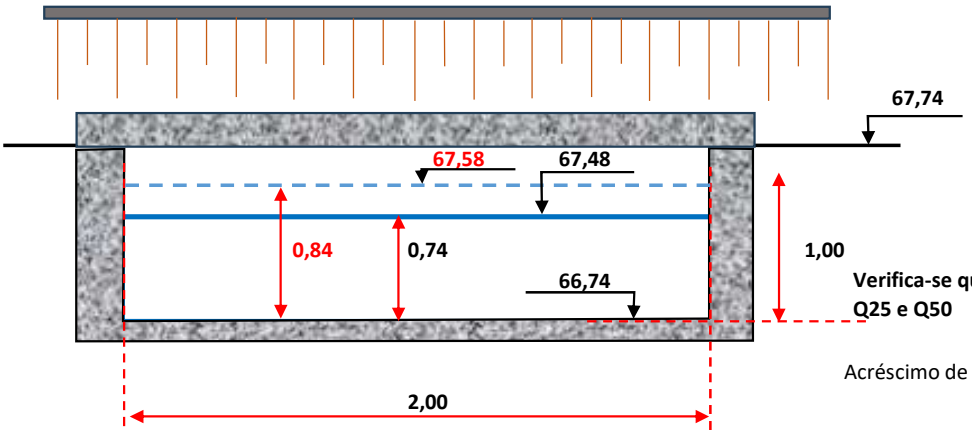
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,89 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,99 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,10 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB03, com exultório na estaca 124+5 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB03 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 470182.9916 m E
Norte: 8360846.7351 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB03	71.116,00	0,07	1.111,16	1,11	360,00
Total Geral →	***71.116,00***	***0,07***	***1.111,16***	***1,11***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

7,11 ha
71.116,00 m²
0,07 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

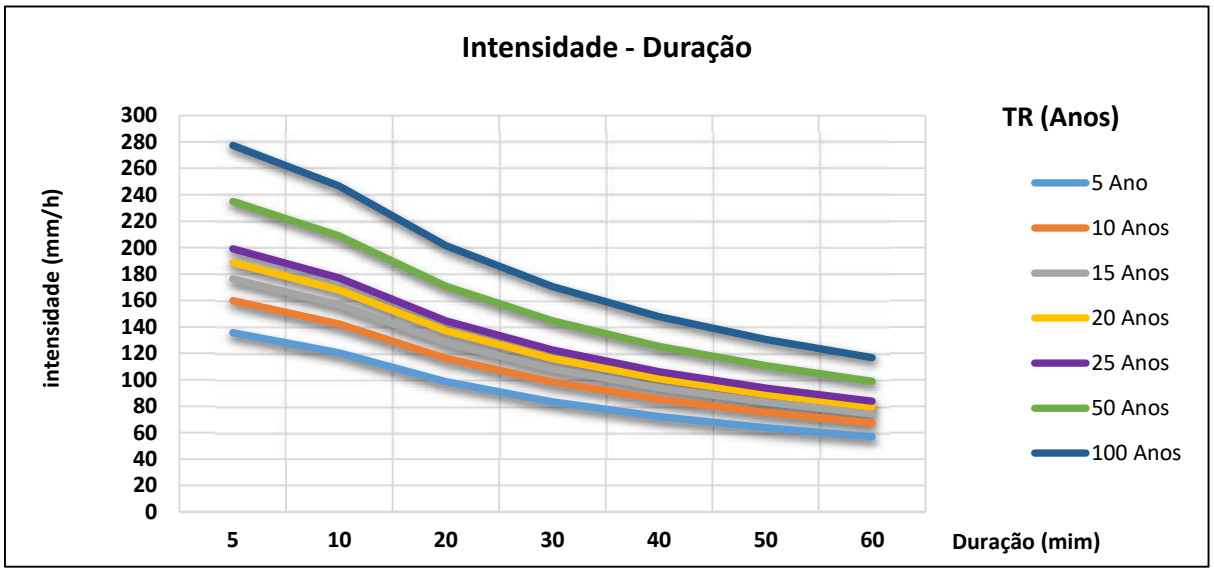
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\ b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

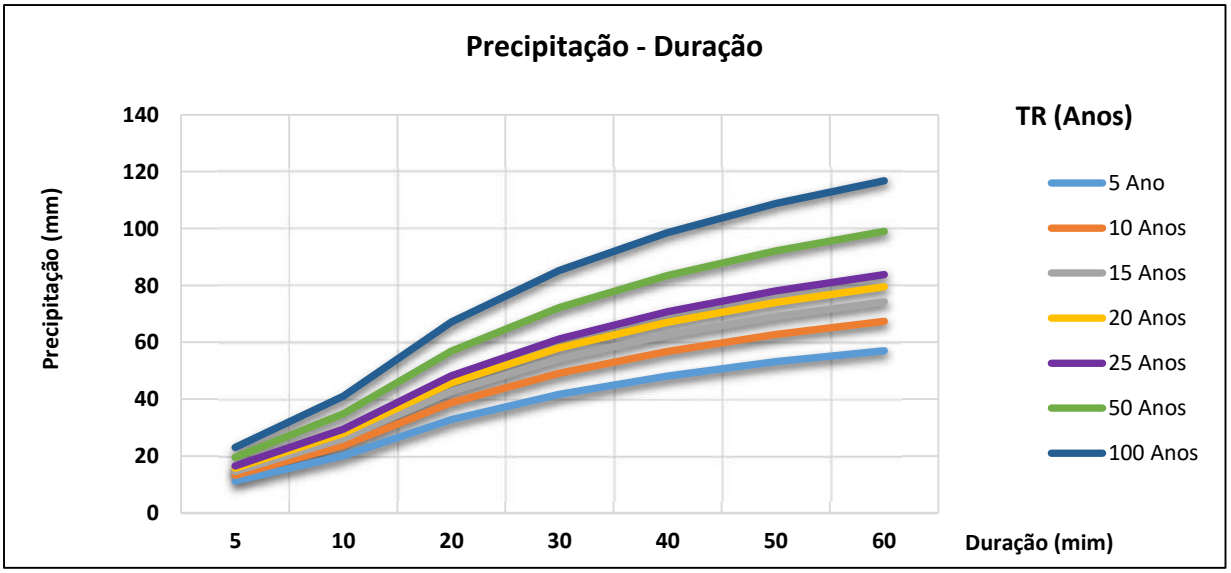
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)			
	2 – 10	25	50	100
Sistema Viário				
Vias pavimentadas	0,75 - 0,85	0,83 - **0,94**	0,90 - 0,95	0,94 - 0,95
Vias não pavimentadas	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Áreas industriais				
Pesadas	0,70 - 0,85	0,77 - 0,88	0,84 - 0,95	0,88 - 0,95
Leves	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Áreas comerciais				
Centrais	0,75 - 0,85	0,83 - 0,94	0,90 - 0,95	0,94 - 0,95
Periféricas	0,55 - 0,65	0,61 - 0,72	0,66 - 0,78	0,69 - 0,81
Áreas Residenciais				
Gramados Planos	0,10 - 0,25	0,11 - 0,28	0,12 - 0,30	0,13 - 0,31
Gramados Íngremes	0,25 - 0,40	0,28 - 0,44	0,30 - 0,48	0,31 - 0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30 - 0,04	0,33 - 0,44	0,36 - 0,48	0,31 - 0,50
Residências Unifamiliares	0,45 - 0,55	0,50 - 0,61	0,54 - 0,66	0,56 - 0,69
Uso Misto - Denso	0,50 - 0,60	0,55 - 0,66	0,60 - 0,72	0,63 - 0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Playground /Praças	0,40 - 0,50	0,44 - 0,55	0,48 - 0,60	0,50 - 0,63
Áreas Rurais	0,10 - 0,20	0,11 - 0,22	0,12 - 0,24	0,13 - 0,25
Áreas agrícolas				
Solo exposto	0,20 - 0,30	0,22 - 0,33	0,24 - 0,36	0,25 - 0,38
Terrenos montanhosos	0,60 - 0,80	0,66 - 0,88	0,72 - 0,95	0,75 - 0,95
Telhados	0,80 - 0,90	0,90	0,90	0,90

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB03 - Estaca 124+5 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB03	71.116,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	35,00%			
Gramados Íngremes	0,44	65,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,38**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

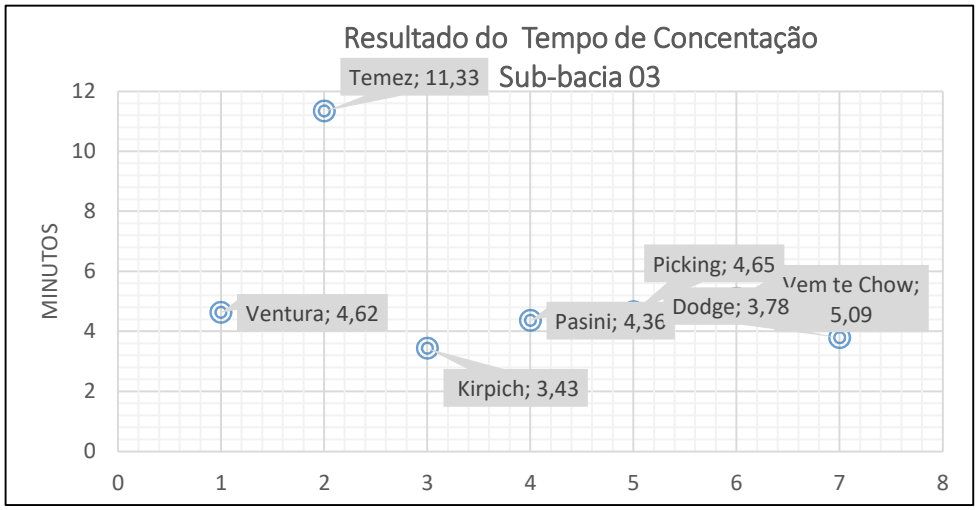
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0{,}77}S^{0{,}17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB03

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,07	0,36	137,00	68,00	69,00	19,17	0,191667	4,62	0,08
Temez								11,33	0,19
Kirpich								3,43	0,06
Pasini								4,36	0,07
Picking								4,65	0,08
Vem te Chow								5,09	0,08
Dodge								3,78	0,06



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 4,24

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

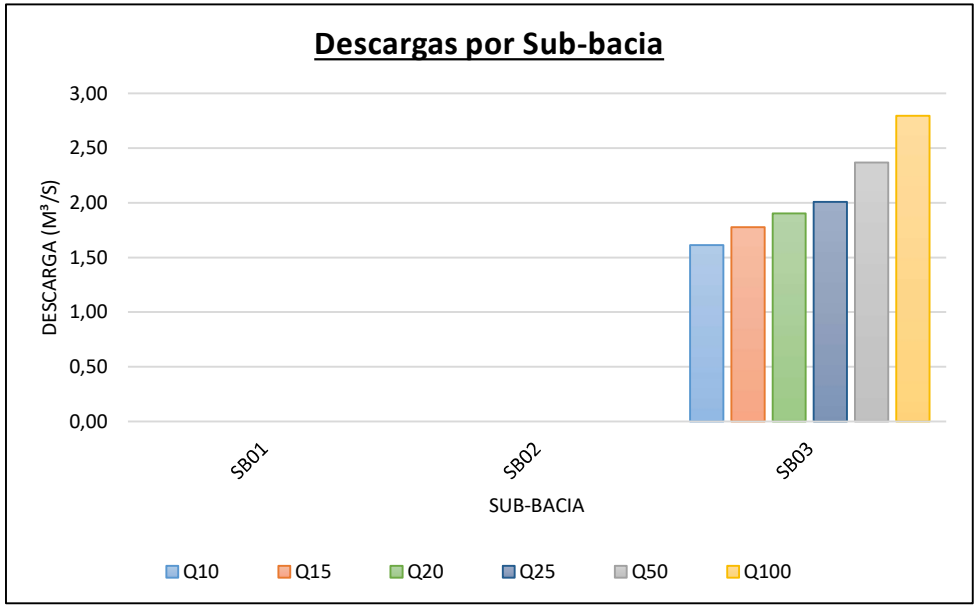
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB03	0,07	1,11	0,36	69,00	0,192	**1,17**	0,06

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB03	71.116,00	4,24	0,50	163,16	1,61	179,76	1,78	192,56	1,90	**203,10**	**2,01**	239,70	2,37	282,89	2,80

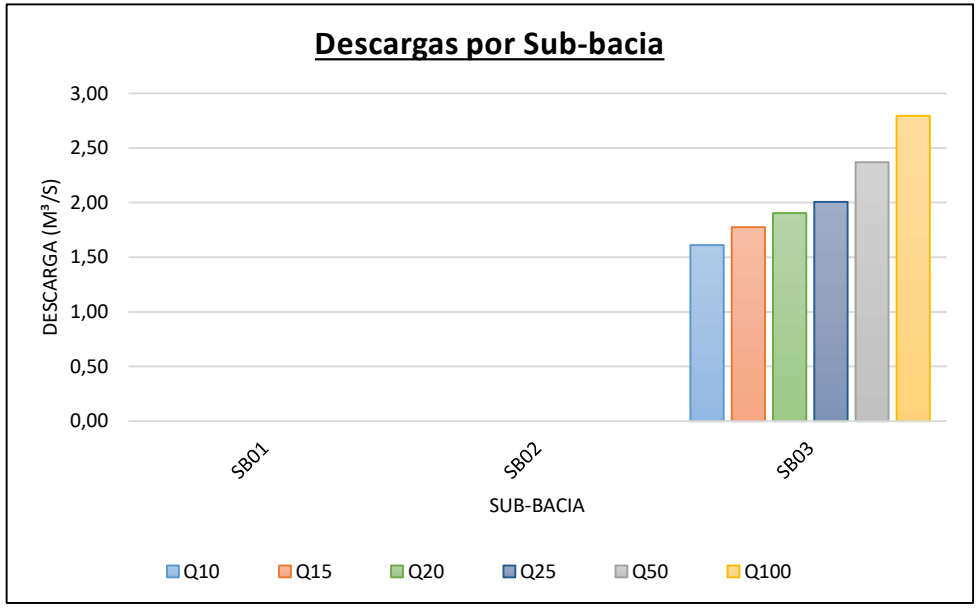


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	2,01	Estaca 124+5 (Eixo Sudoeste)	**2,01**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB03	71.116,00	4,24	0,50	163,16	1,61	179,76	1,78	192,56	1,90	203,10	2,01	**239,70**	**2,37**	282,89	2,80



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	2,37	Estaca 124+5 (Eixo Sudoeste)	**2,37**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**2,01** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**2,37** m^3/s	Verificação

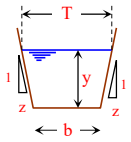
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **2,01** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **2,37** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		0,89	2,68	0,33	n =	0,0150				
					Q =	2,01	1,993			
					I =	0,005000		0,0051		
					y =	0,59			0,59	
					b =	1,50				1,50
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,25				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,68 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,79 m (Fr < 1)

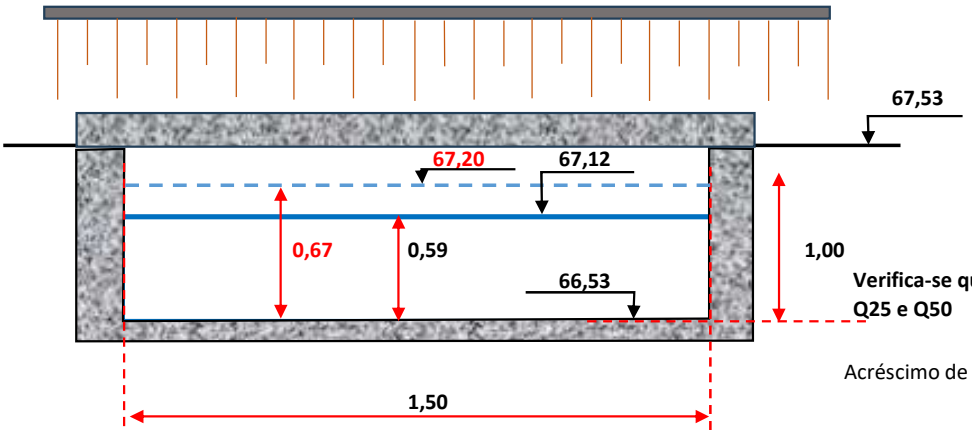
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,79 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,94 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,08 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB04, com exultório na estaca 84+10 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB04 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 470014.7355 m E
Norte: 8360568.2163 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB04	344.632,00	0,34	2.662,56	2,66	972,00
Total Geral →	***344.632,00***	***0,34***	***2.662,56***	***2,66***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

34,46 ha
344.632,00 m²
0,34 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

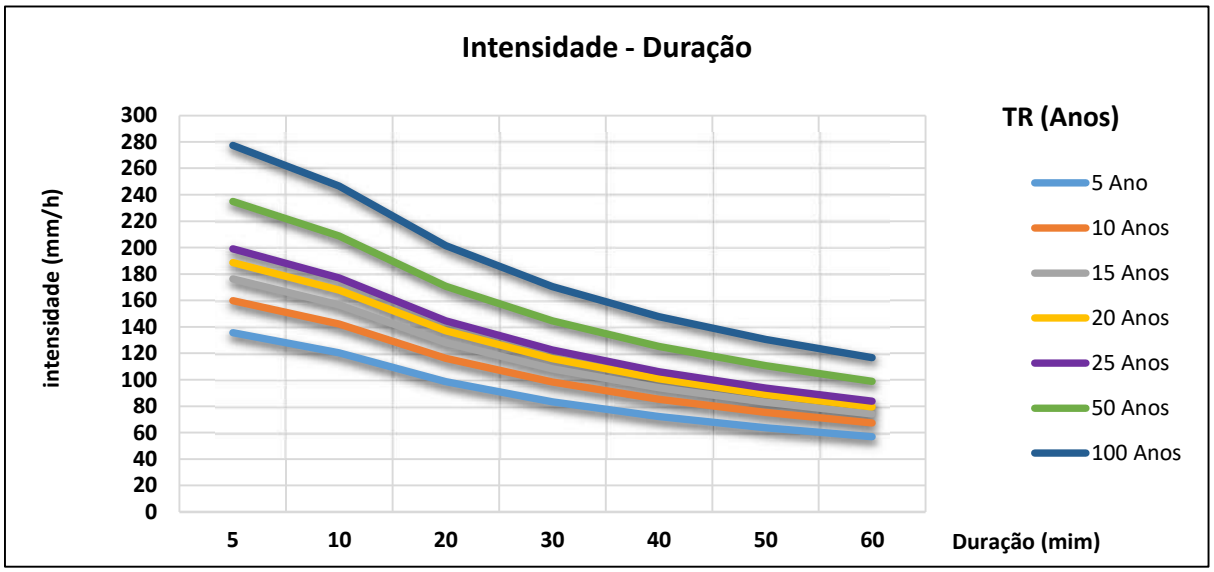
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\ b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

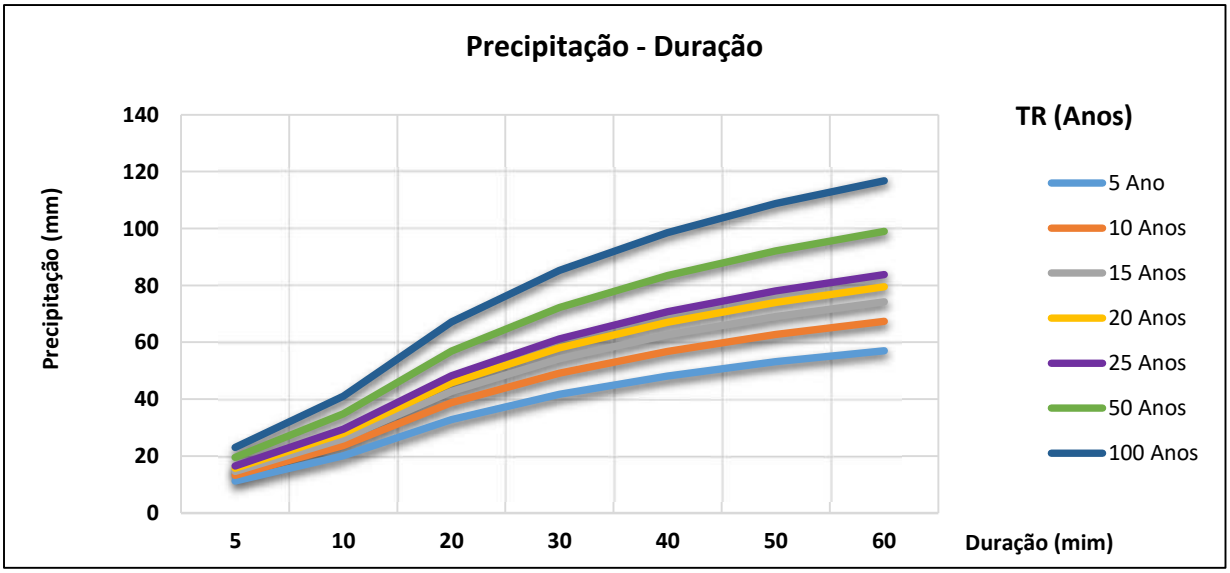
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB04 - Estaca 84+10 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

MEMÓRIA DE CÁLCULO

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB04	344.632,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	25,00%			
Gramados Íngremes	0,44	75,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,40**		

Valor adotado para C : **0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

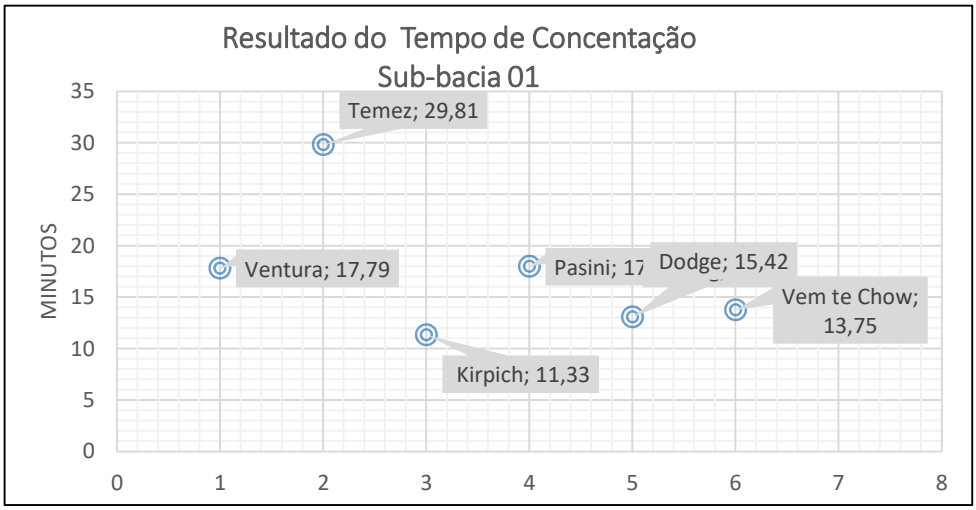
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al.(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB04

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,34	0,97	133,00	72,00	61,00	6,28	0,062757	17,79	0,30
Temez								29,81	0,50
Kirpich								11,33	0,19
Pasini								17,96	0,30
Picking								13,07	0,22
Vem te Chow								13,75	0,23
Dodge								15,42	0,26



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 13,39

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

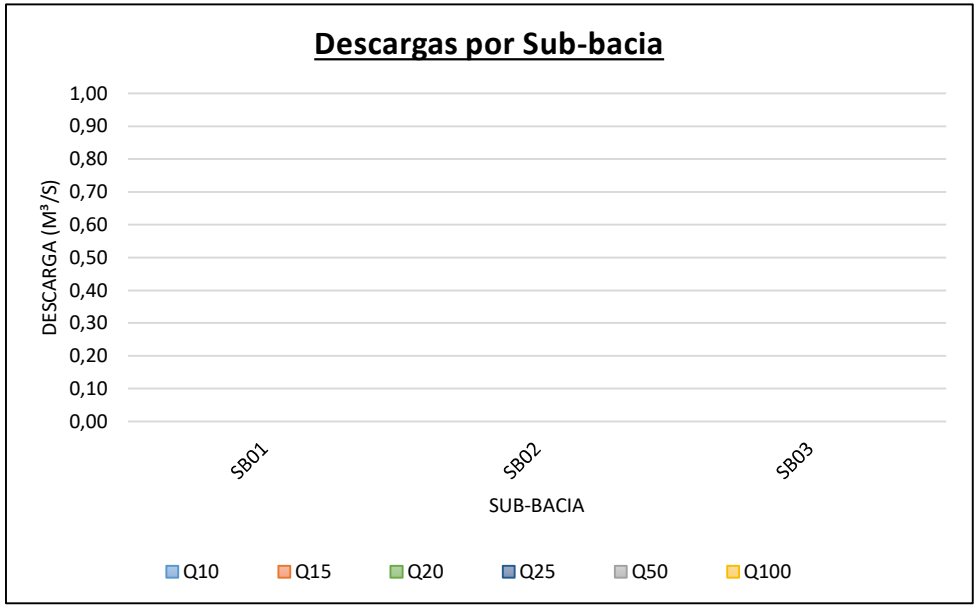
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB04	0,34	2,66	0,97	61,00	0,063	**1,27**	0,05

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB04	344.632,00	13,39	0,50	132,12	6,33	145,56	6,97	155,92	7,47	164,46	7,88	194,10	9,30	229,07	10,97

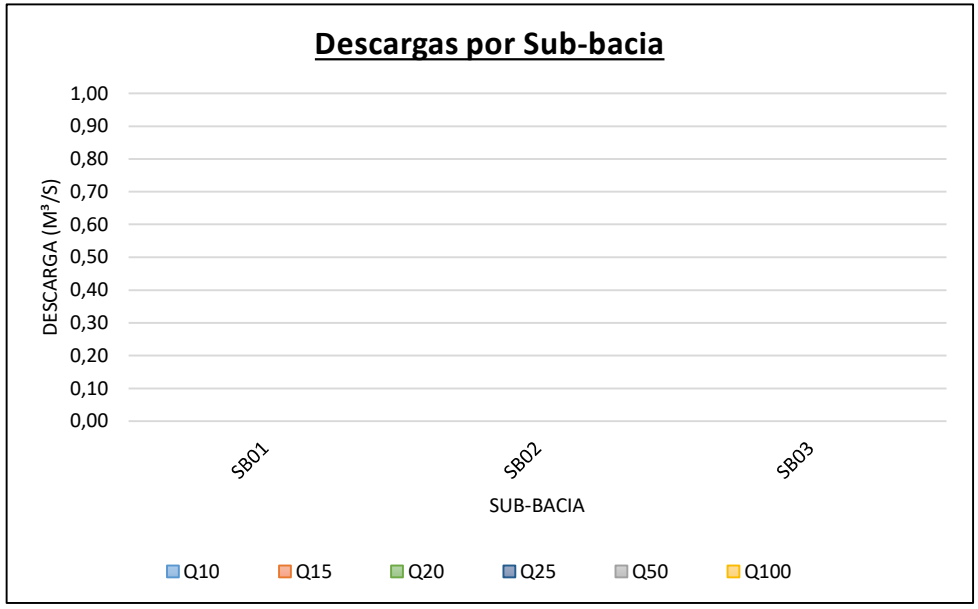


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	7,88	Estaca 84+10 (Eixo Sudoeste)	**7,88**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB04	344.632,00	13,39	0,50	132,12	6,33	145,56	6,97	155,92	7,47	164,46	7,88	**194,10**	**9,30**	229,07	10,97



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	9,30	Estaca 84+10 (Eixo Sudoeste)	**9,30**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**7,88** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**9,30** m^3/s	Verificação

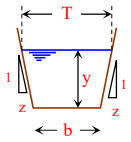
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **7,88** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **9,30** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		1,47	3,46	0,42	n =	0,0150				
					Q =	7,88	3,916			
					I =	0,005000		0,0202		
					y =	0,98			0,98	
					b =	1,50				1,50
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,66				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,71 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 1,02 m (Fr < 1)

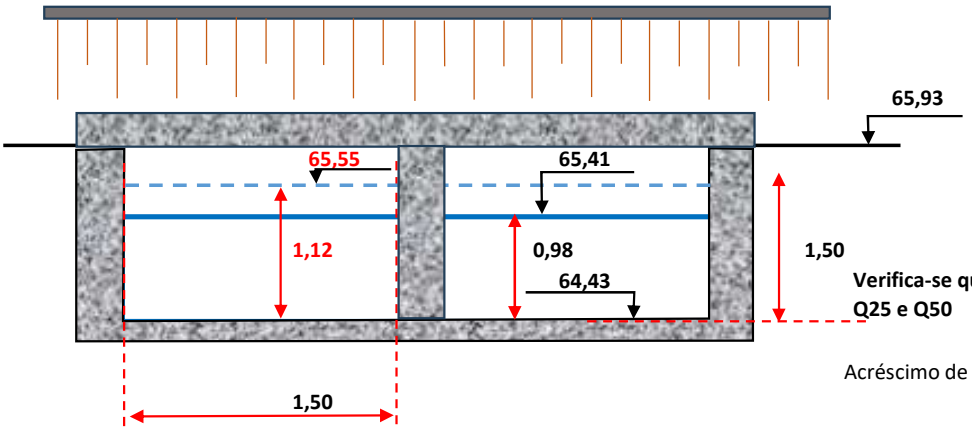
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,69 m (opChC)

f_b *Adotado* = 1,02 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,86 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,14 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB05, com exultório na estaca 71+10 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB05 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 469824.8127 m E
Norte: 8360410.9970 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB05	25.267,00	0,03	645,05	0,65	197,00
Total Geral →	***25.267,00***	***0,03***	***645,05***	***0,65***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

2,53 ha
25.267,00 m²
0,03 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

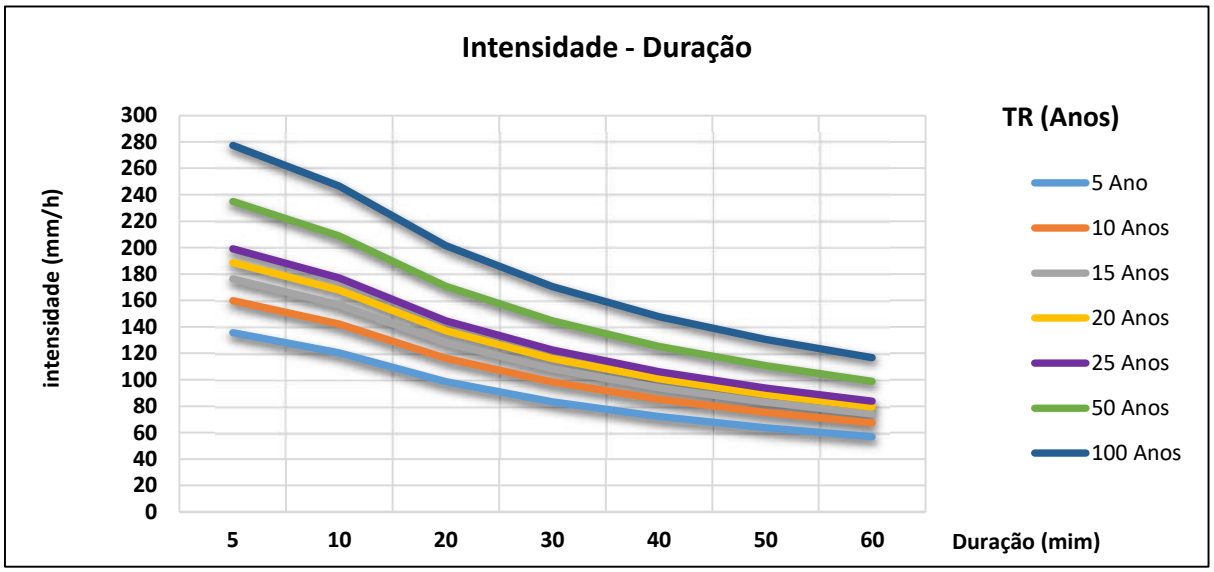
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\,b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

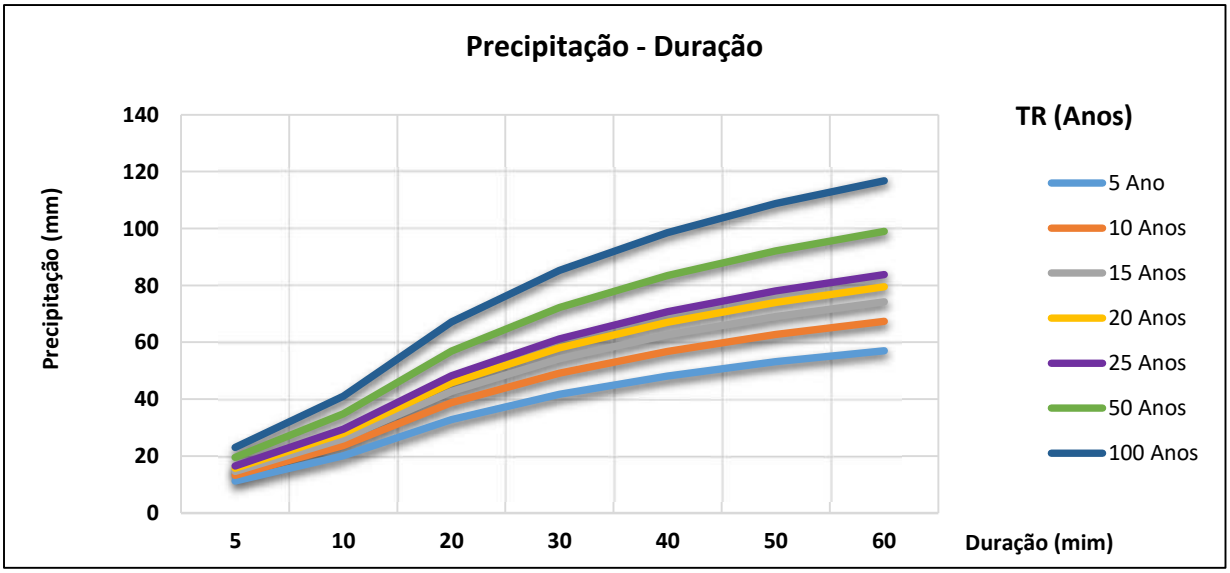
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB05 - Estaca 71+10 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB05	25.267,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	10,00%			
Gramados Íngremes	0,44	90,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,42**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

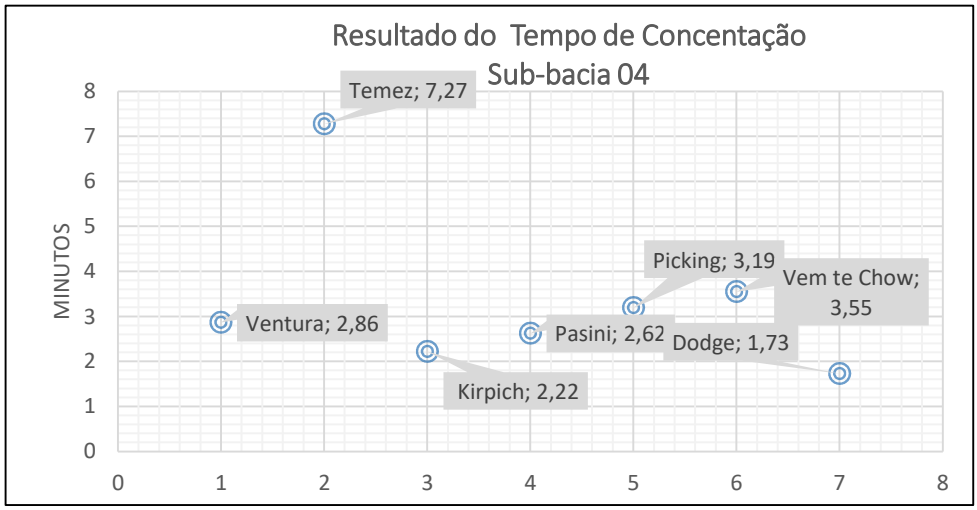
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al.(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB05

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,03	0,20	127,00	92,00	35,00	17,77	0,177665	2,86	0,05
Temez								7,27	0,12
Kirpich								2,22	0,04
Pasini								2,62	0,04
Picking								3,19	0,05
Vem te Chow								3,55	0,06
Dodge								1,73	0,03



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 2,67

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

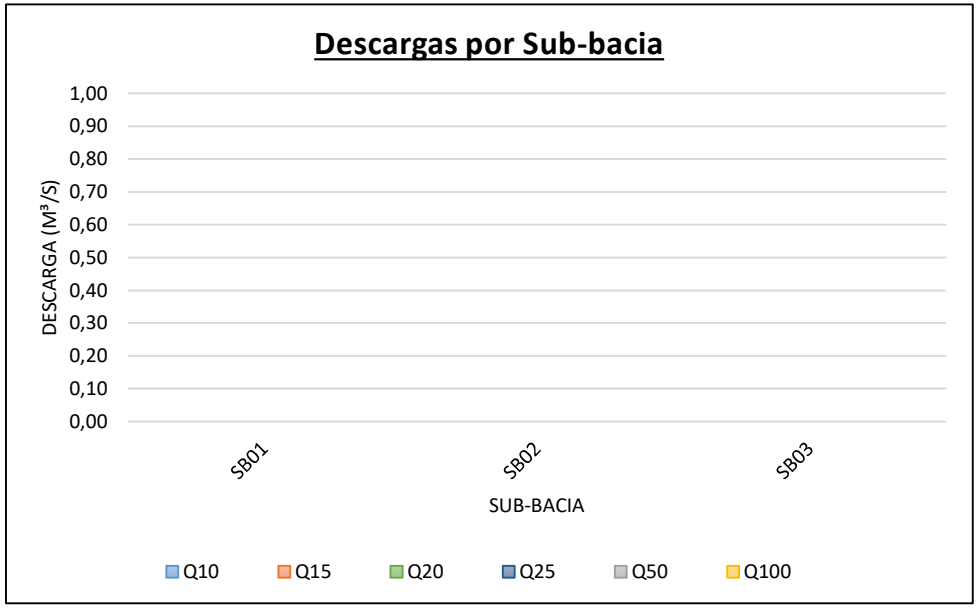
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB05	0,03	0,65	0,20	35,00	0,178	**1,14**	0,06

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB05	25.267,00	2,67	0,50	170,02	0,60	187,32	0,66	200,65	0,70	**211,64**	**0,74**	249,77	0,88	294,77	1,04

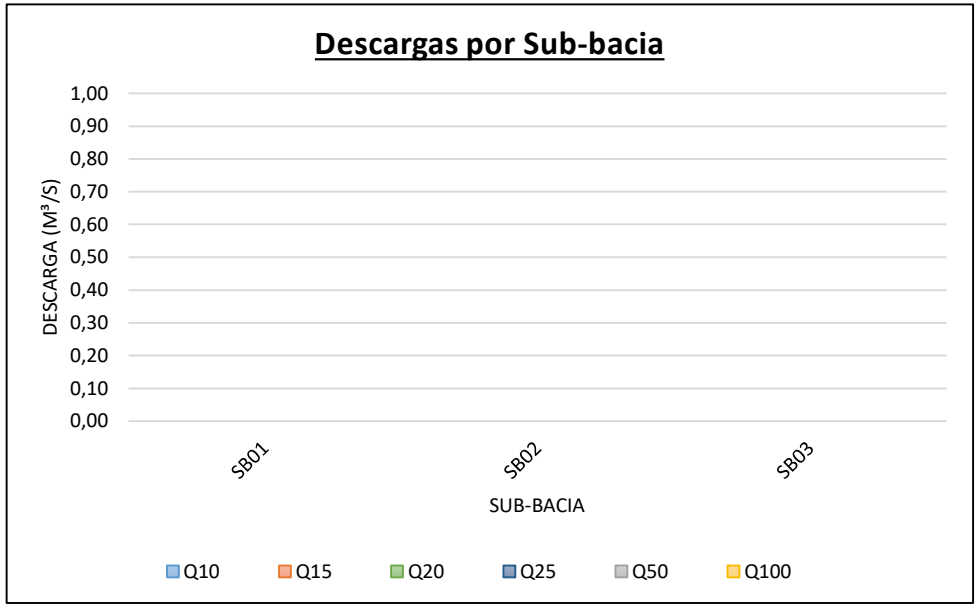


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	0,74	Estaca 71+10 (Eixo Sudoeste)	**0,74**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB05	25.267,00	2,67	0,50	170,02	0,60	187,32	0,66	200,65	0,70	211,64	0,74	**249,77**	**0,88**	294,77	1,04



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	0,88	Estaca 71+10 (Eixo Sudoeste)	**0,88**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**0,74** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**0,88** m^3/s	Verificação

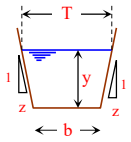
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **0,74** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **0,88** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		0,42	1,84	0,23	n =	0,0150				
					Q =	0,74	0,739			
					I =	0,005000		0,0051		
					y =	0,42			0,42	
					b =	1,00				1,00
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	1,76				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,66 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,67 m (Fr < 1)

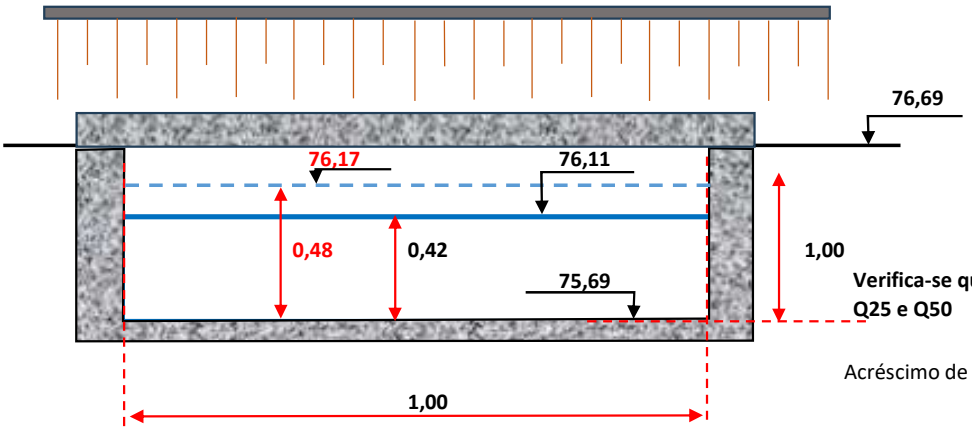
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,67 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,67 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,87 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,06 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB06, com exultório na estaca 39+15 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB06 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 469557.1342 m E
Norte: 8359856.9110 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB06	42.473,00	0,04	860,70	0,86	299,00
Total Geral →	***42.473,00***	***0,04***	***860,70***	***0,86***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

4,25 ha
42.473,00 m²
0,04 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

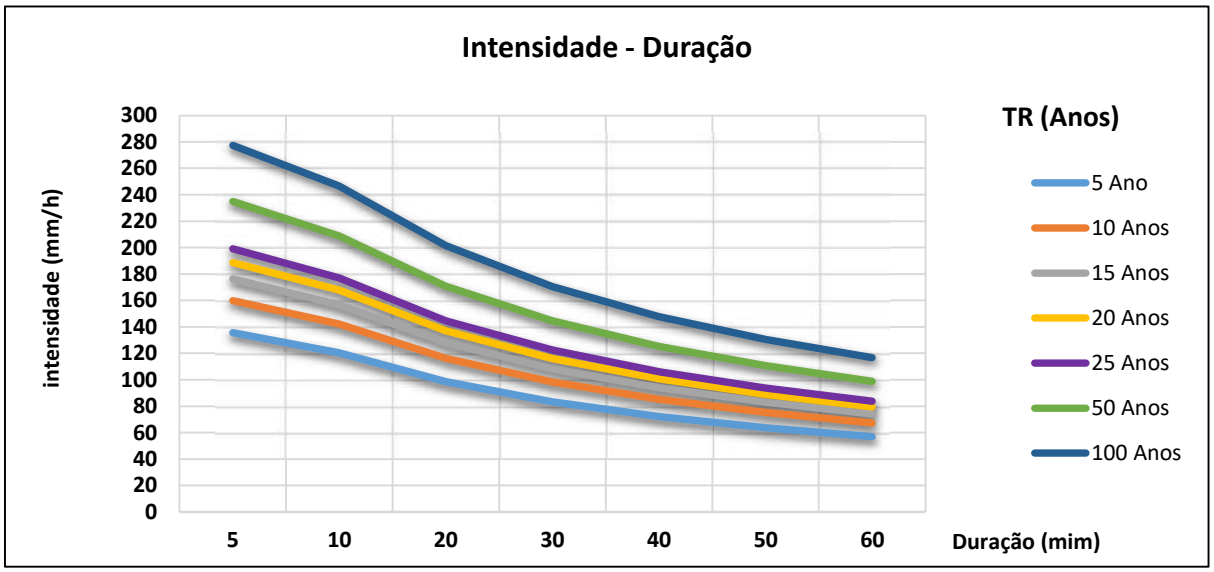
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\,b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

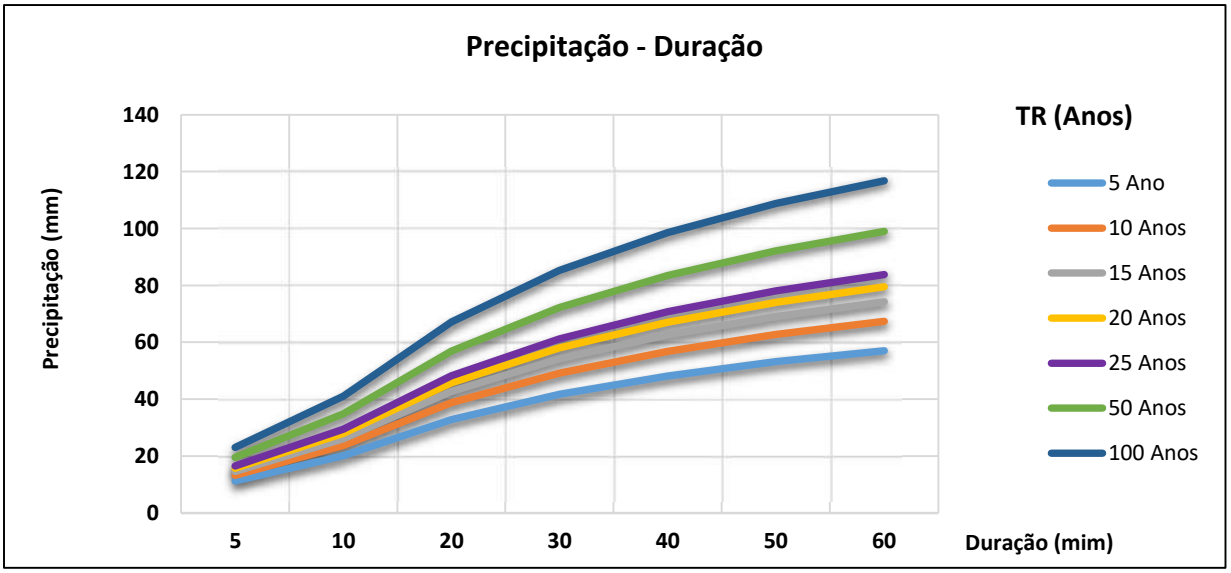
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB06 - Estaca 39+15 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB06	42.473,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	30,00%			
Gramados Íngremes	0,44	70,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,39**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

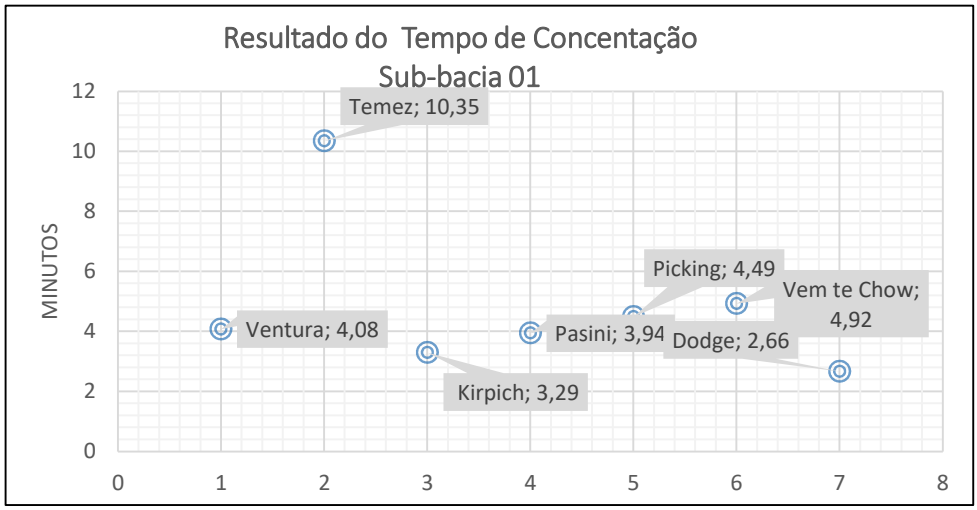
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB06

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,04	0,30	146,00	102,00	44,00	14,72	0,147157	4,08	0,07
Temez								10,35	0,17
Kirpich								3,29	0,05
Pasini								3,94	0,07
Picking								4,49	0,07
Vem te Chow								4,92	0,08
Dodge								2,66	0,04



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 3,84

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

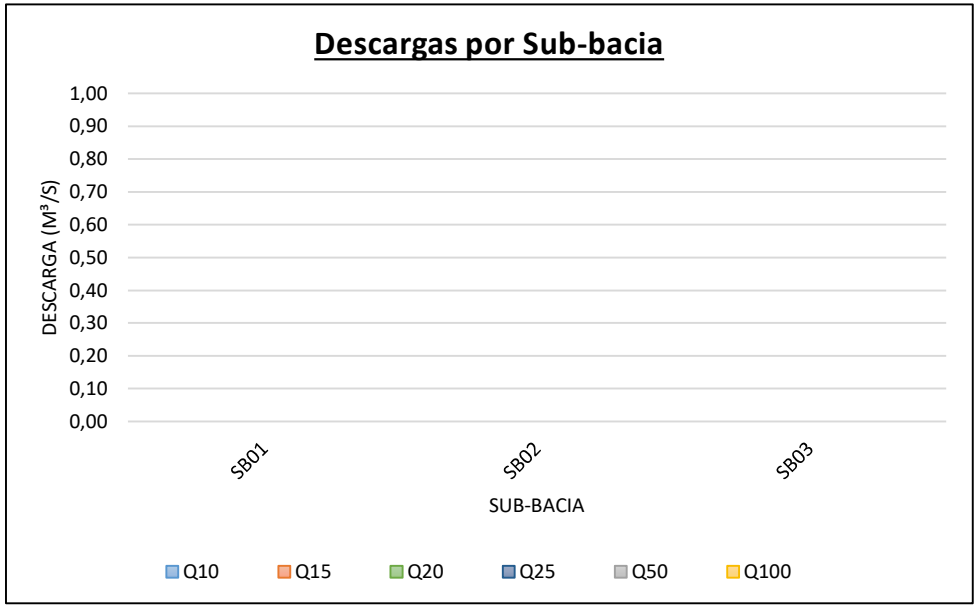
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB06	0,04	0,86	0,30	44,00	0,147	**1,17**	0,06

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB06	42.473,00	3,84	0,50	164,85	0,97	181,63	1,07	194,55	1,15	205,21	1,21	242,18	1,43	285,82	1,69

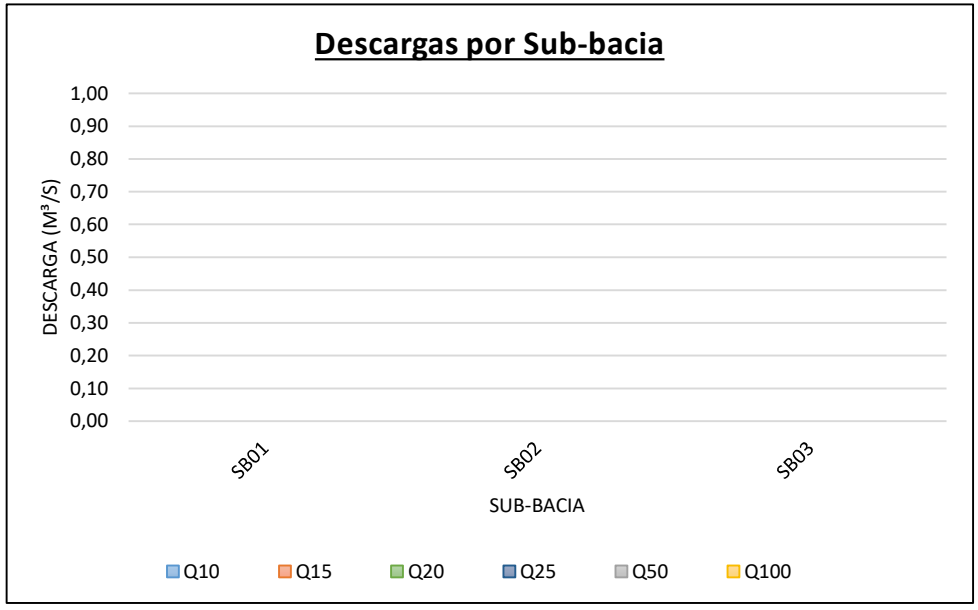


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	1,21	Estaca 39+15 (Eixo Sudoeste)	**1,21**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB06	42.473,00	3,84	0,50	164,85	0,97	181,63	1,07	194,55	1,15	205,21	1,21	**242,18**	**1,43**	285,82	1,69



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	1,43	Estaca 39+15 (Eixo Sudoeste)	**1,43**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**1,21** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**1,43** m^3/s	Verificação

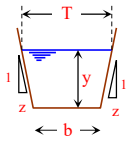
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **1,21** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **1,43** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		0,61	2,22	0,27	n =	0,0150				
					Q =	1,21	1,215			
					I =	0,005000		0,0050		
					y =	0,61			0,61	
					b =	1,00				1,00
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	1,99				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,67 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,81 m (Fr < 1)

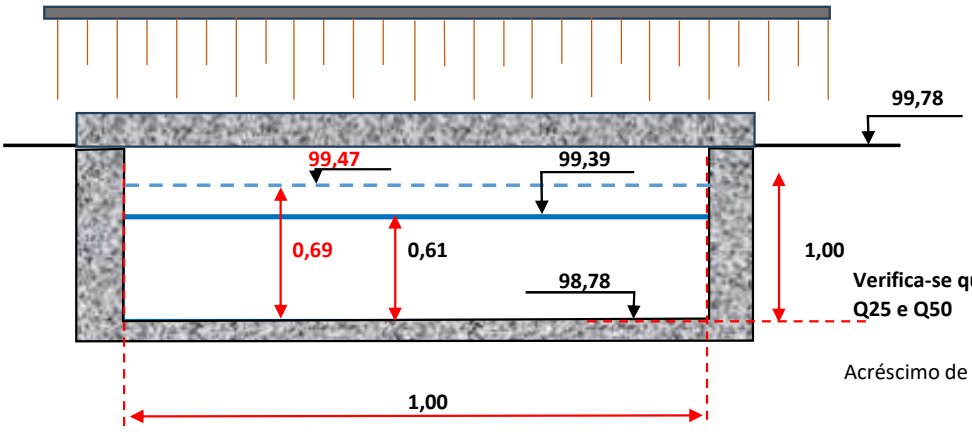
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,81 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,81 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,08 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB07, com exultório na estaca 12 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB07 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 469470.4272 m E
Norte: 8359339.8382 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB07	93.074,00	0,09	1.197,13	1,20	400,00
Total Geral →	***93.074,00***	***0,09***	***1.197,13***	***1,20***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

9,31 ha
93.074,00 m²
0,09 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

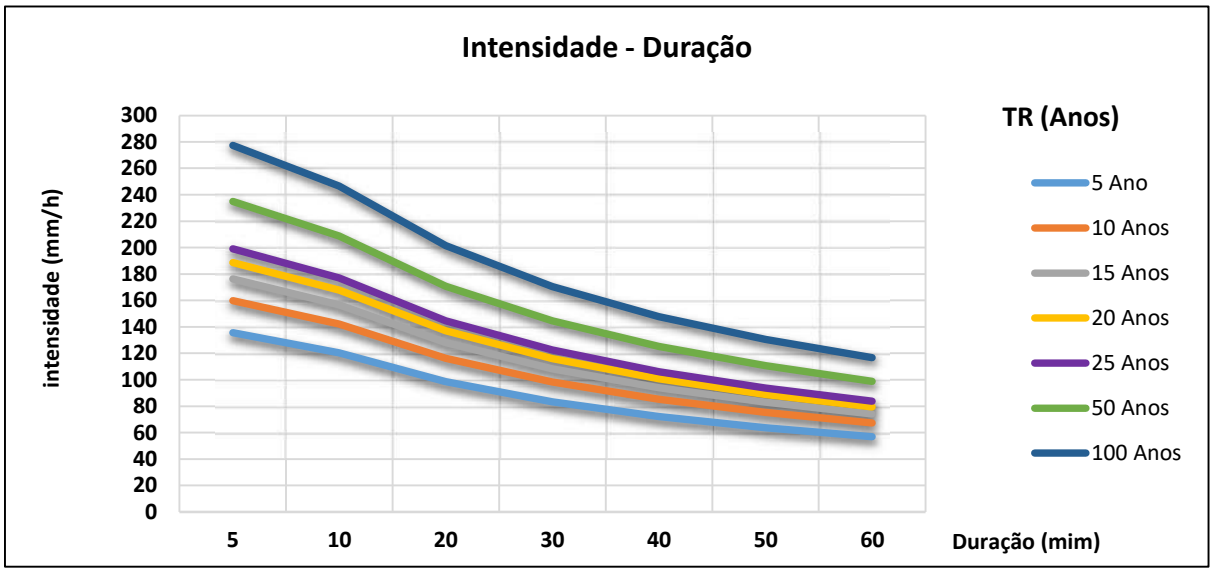
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\ b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

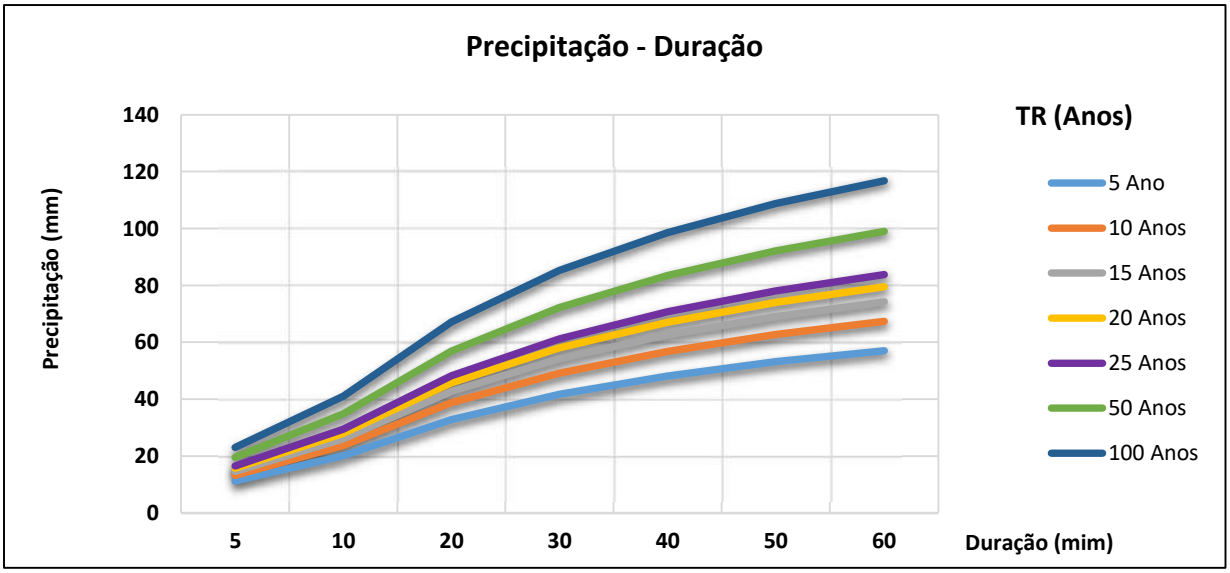
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB07 - Estaca 12 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB07	93.074,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	20,00%			
Gramados Íngremes	0,44	80,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,41**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

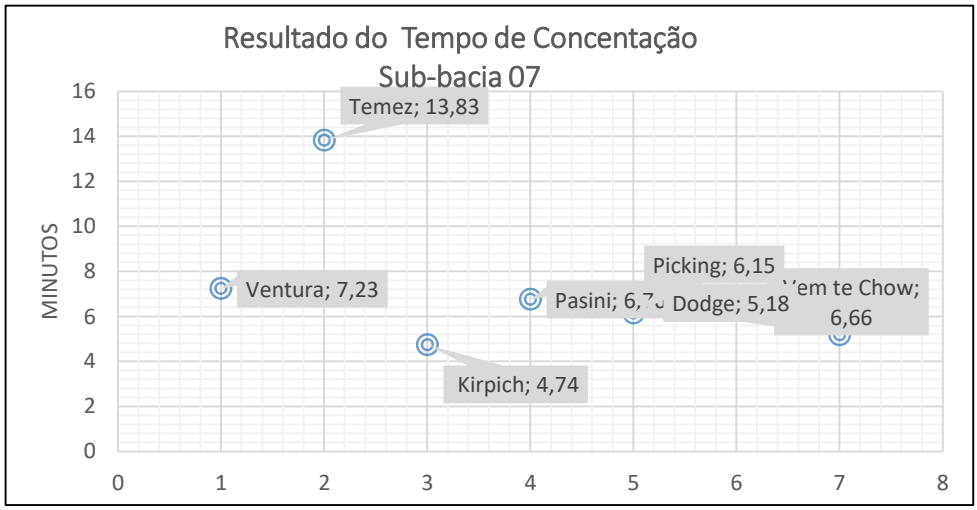
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al.(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB07

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,09	0,40	139,00	98,00	41,00	10,25	0,102500	7,23	0,12
Temez								13,83	0,23
Kirpich								4,74	0,08
Pasini								6,76	0,11
Picking								6,15	0,10
Vem te Chow								6,66	0,11
Dodge								5,18	0,09



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 5,68

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

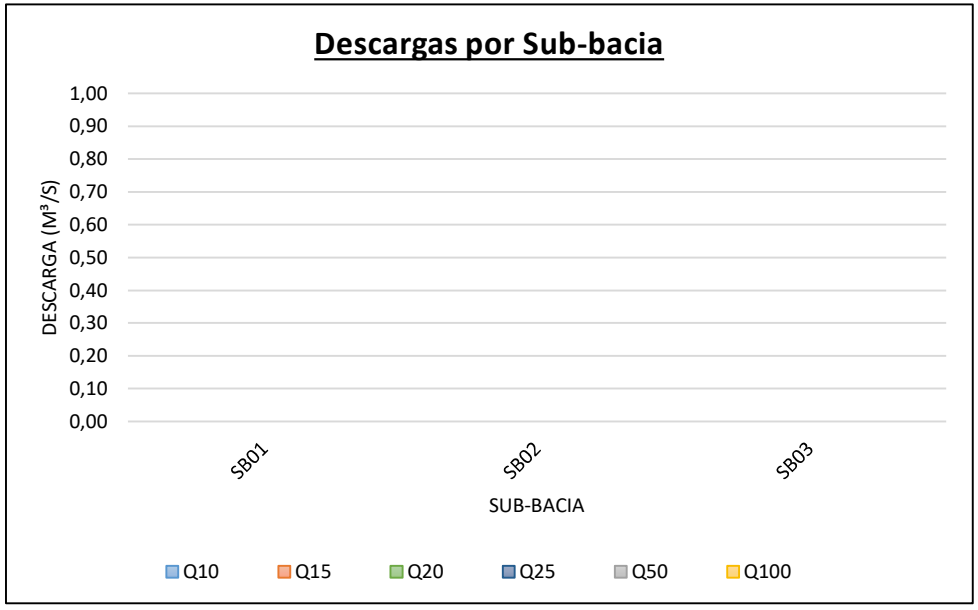
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB07	0,09	1,20	0,40	41,00	0,103	**1,10**	0,06

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB07	93.074,00	5,68	0,50	157,34	2,04	173,35	2,24	185,69	2,40	**195,86**	**2,53**	231,15	2,99	272,79	3,53

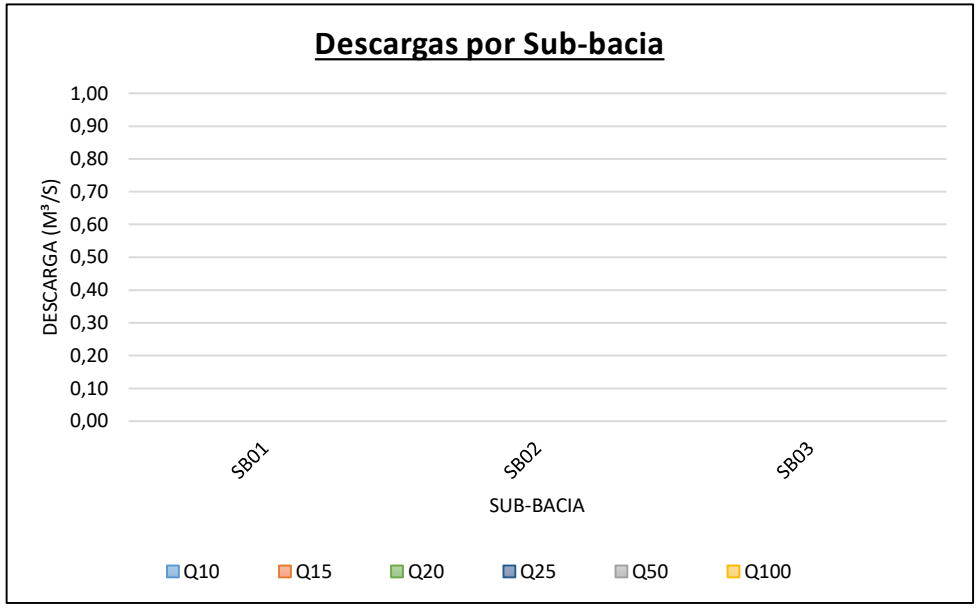


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	2,53	Estaca 12 (Eixo Sudoeste)	**2,53**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB07	93.074,00	5,68	0,50	157,34	2,04	173,35	2,24	185,69	2,40	195,86	2,53	**231,15**	**2,99**	272,79	3,53



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	2,99	Estaca 12 (Eixo Sudoeste)	**2,99**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**2,53** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**2,99** m^3/s	Verificação

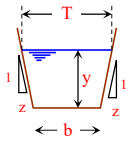
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **2,53** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **2,99** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		1,05	2,90	0,36	n =	0,0150				
					Q =	2,53	2,514			
					I =	0,005000		0,0051		
					y =	0,70			0,70	
					b =	1,50				1,50
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,39				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,69 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,87 m (Fr < 1)

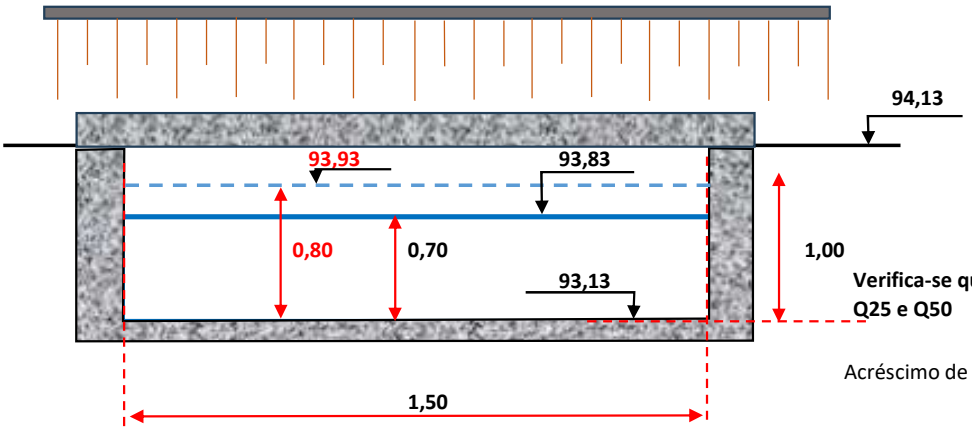
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,87 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,91 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,10 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB08, com exultório na estaca 8 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB08 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 469442.3750 m E
Norte: 8359266.0672 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB08	312.727,00	0,31	2.564,33	2,56	810,00
Total Geral →	***312.727,00***	***0,31***	***2.564,33***	***2,56***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

31,27 ha
312.727,00 m²
0,31 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

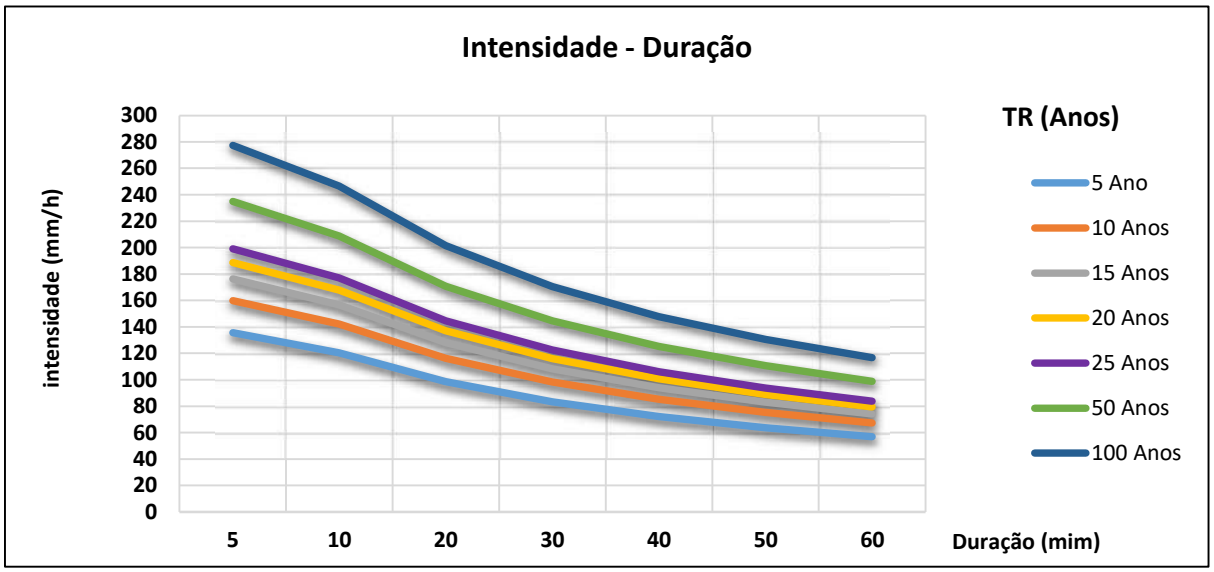
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\ b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

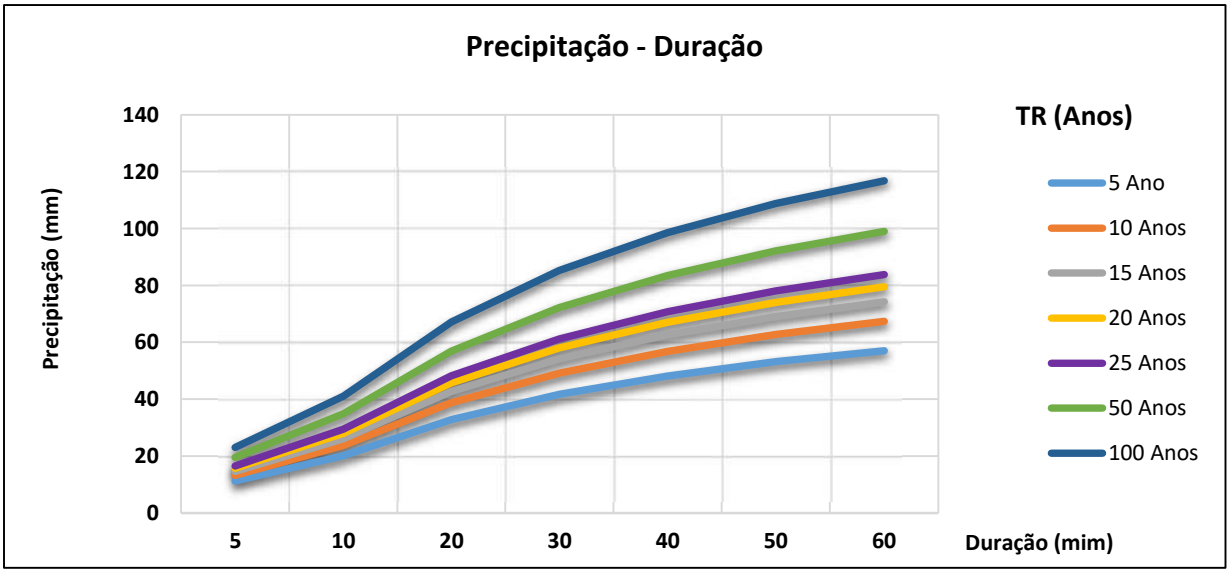
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)											
	2 – 10			25			50			100		
Sistema Viário												
Vias pavimentadas	0,75	-	0,85	0,83	-	**0,94**	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Vias não pavimentadas	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas industriais												
Pesadas	0,70	-	0,85	0,77	-	0,88	0,84	-	0,95	0,88	-	0,95
Leves	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Áreas comerciais												
Centrais	0,75	-	0,85	0,83	-	0,94	0,90	-	0,95	0,94	-	0,95
Periféricas	0,55	-	0,65	0,61	-	0,72	0,66	-	0,78	0,69	-	0,81
Áreas Residenciais												
Gramados Planos	0,10	-	0,25	0,11	-	0,28	0,12	-	0,30	0,13	-	0,31
Gramados Íngremes	0,25	-	0,40	0,28	-	0,44	0,30	-	0,48	0,31	-	0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30	-	0,04	0,33	-	0,44	0,36	-	0,48	0,31	-	0,50
Residências Unifamiliares	0,45	-	0,55	0,50	-	0,61	0,54	-	0,66	0,56	-	0,69
Uso Misto - Denso	0,50	-	0,60	0,55	-	0,66	0,60	-	0,72	0,63	-	0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60	-	0,70	0,66	-	0,77	0,72	-	0,84	0,75	-	0,88
Playground /Praças	0,40	-	0,50	0,44	-	0,55	0,48	-	0,60	0,50	-	0,63
Áreas Rurais	0,10	-	0,20	0,11	-	0,22	0,12	-	0,24	0,13	-	0,25
Áreas agrícolas												
Solo exposto	0,20	-	0,30	0,22	-	0,33	0,24	-	0,36	0,25	-	0,38
Terrenos montanhosos	0,60	-	0,80	0,66	-	0,88	0,72	-	0,95	0,75	-	0,95
Telhados	0,80	-	0,90	0,90			0,90			0,90		

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB08 - Estaca 8 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB08	312.727,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	45,00%			
Gramados Íngremes	0,44	55,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,37**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

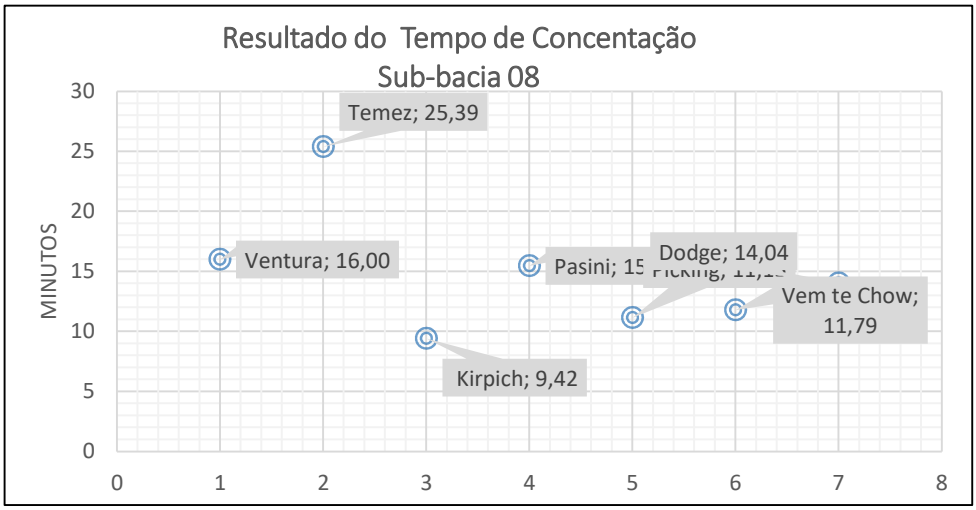
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB08

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,31	0,81	154,00	97,00	57,00	7,04	0,070370	16,00	0,27
Temez								25,39	0,42
Kirpich								9,42	0,16
Pasini								15,46	0,26
Picking								11,15	0,19
Vem te Chow								11,79	0,20
Dodge								14,04	0,23



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 11,60

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

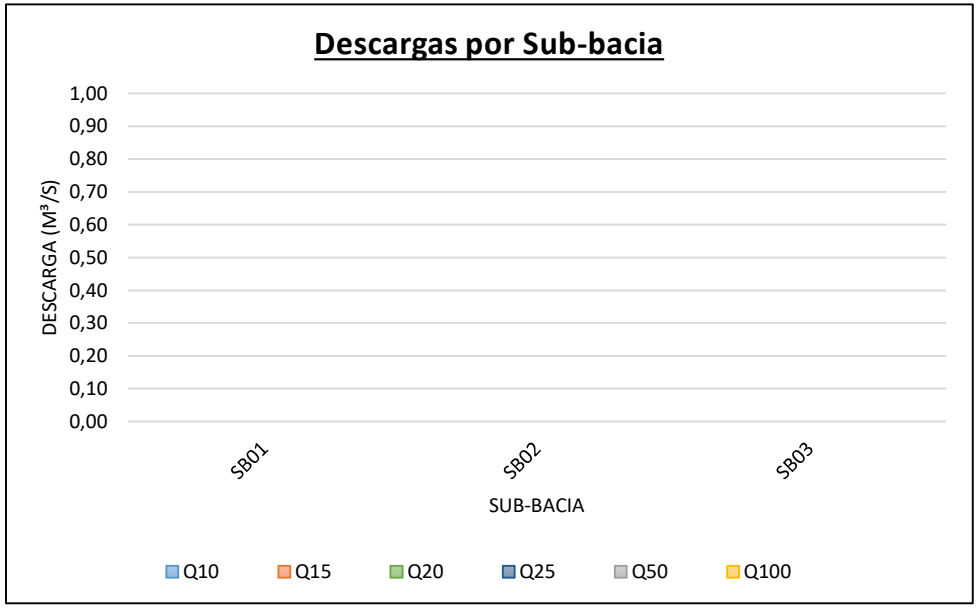
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB08	0,31	2,56	0,81	57,00	0,070	**1,28**	0,05

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB08	312.727,00	11,60	0,50	137,23	5,97	151,19	6,57	161,96	7,04	**170,83**	**7,43**	201,61	8,76	237,93	10,34

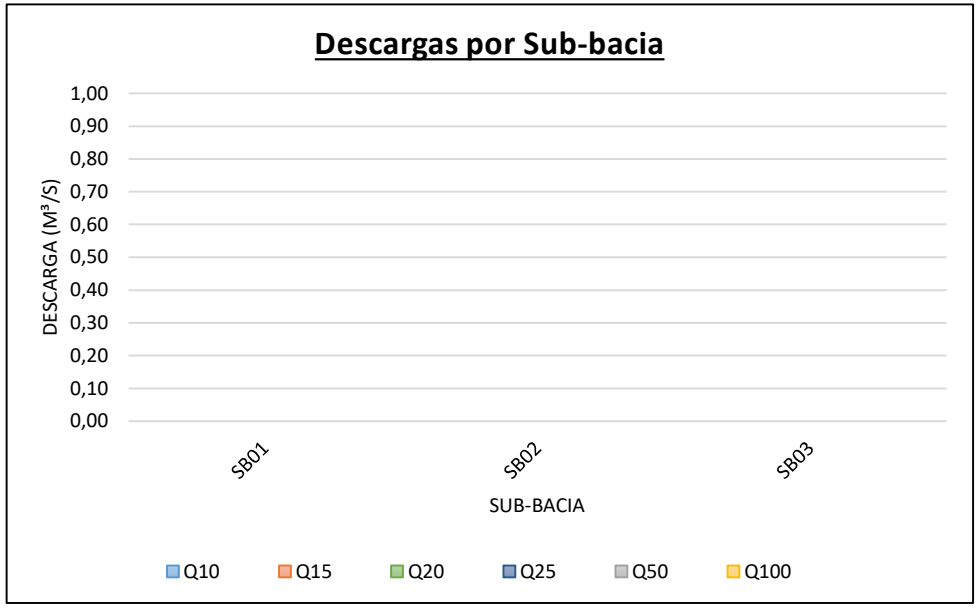


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	7,43	Estaca 8 (Eixo Sudoeste)	**7,43**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB08	312.727,00	11,60	0,50	137,23	5,97	151,19	6,57	161,96	7,04	170,83	7,43	**201,61**	**8,76**	237,93	10,34



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	8,76	Estaca 8 (Eixo Sudoeste)	**8,76**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**7,43** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**8,76** m^3/s	Verificação

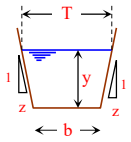
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **7,43** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **8,76** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		1,41	3,38	0,42	n =	0,0150				
					Q =	7,43	3,711			
					I =	0,005000		0,0200		
					y =	0,94			0,94	
					b =	1,50				1,50
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,63				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,71 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 1,00 m (Fr < 1)

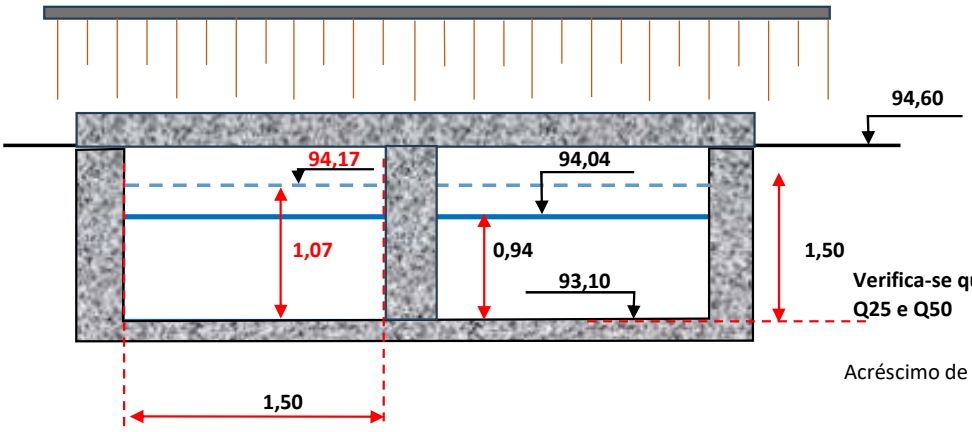
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,69 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,87 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,87 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,13 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB09, com exultório na estaca 1 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB09 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 469343.5387 m E
Norte: 8359163.1922 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB09	149.599,00	0,15	1.902,54	1,90	512,00
Total Geral →	***149.599,00***	***0,15***	***1.902,54***	***1,90***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

14,96 ha
149.599,00 m²
0,15 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

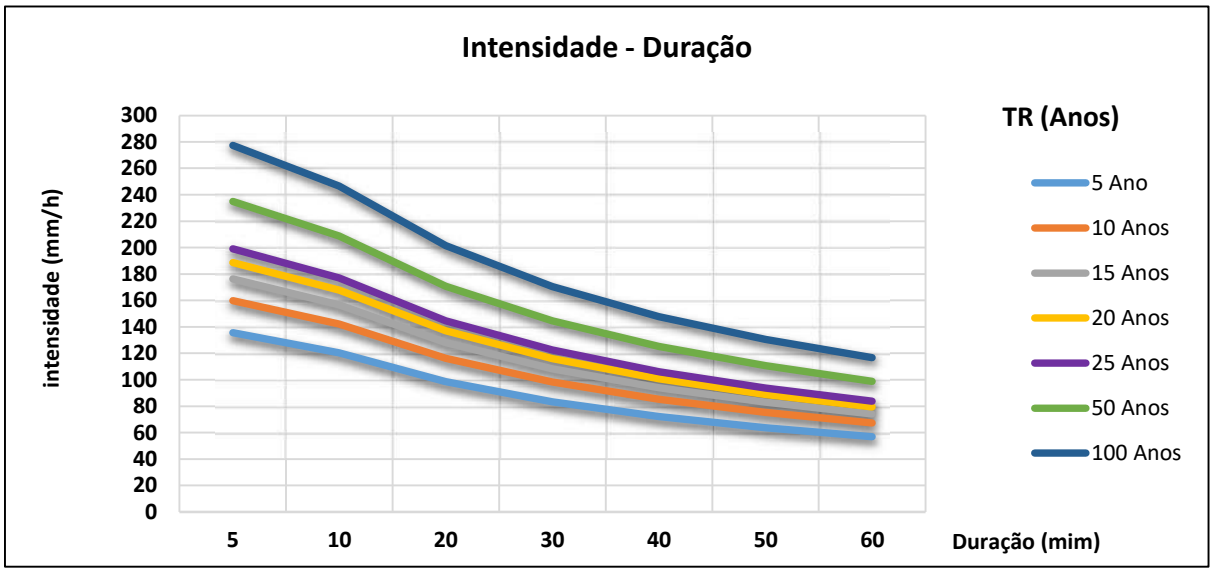
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\ b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

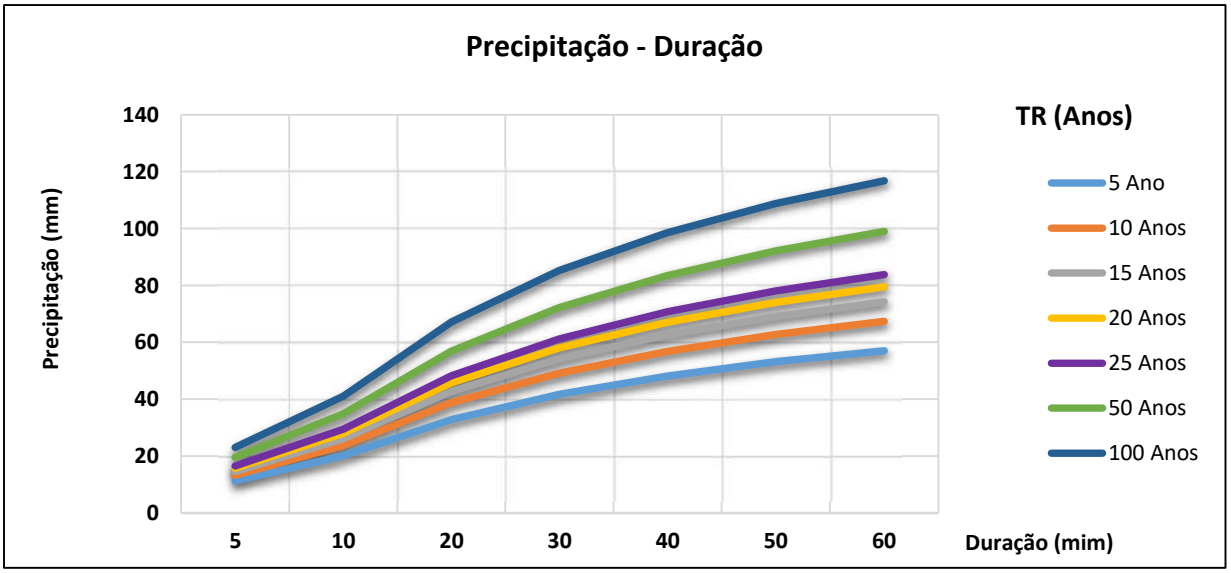
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)			
	2 – 10	25	50	100
Sistema Viário				
Vias pavimentadas	0,75 - 0,85	0,83 - **0,94**	0,90 - 0,95	0,94 - 0,95
Vias não pavimentadas	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Áreas industriais				
Pesadas	0,70 - 0,85	0,77 - 0,88	0,84 - 0,95	0,88 - 0,95
Leves	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Áreas comerciais				
Centrais	0,75 - 0,85	0,83 - 0,94	0,90 - 0,95	0,94 - 0,95
Periféricas	0,55 - 0,65	0,61 - 0,72	0,66 - 0,78	0,69 - 0,81
Áreas Residenciais				
Gramados Planos	0,10 - 0,25	0,11 - 0,28	0,12 - 0,30	0,13 - 0,31
Gramados Íngremes	0,25 - 0,40	0,28 - 0,44	0,30 - 0,48	0,31 - 0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30 - 0,04	0,33 - 0,44	0,36 - 0,48	0,31 - 0,50
Residências Unifamiliares	0,45 - 0,55	0,50 - 0,61	0,54 - 0,66	0,56 - 0,69
Uso Misto - Denso	0,50 - 0,60	0,55 - 0,66	0,60 - 0,72	0,63 - 0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Playground /Praças	0,40 - 0,50	0,44 - 0,55	0,48 - 0,60	0,50 - 0,63
Áreas Rurais	0,10 - 0,20	0,11 - 0,22	0,12 - 0,24	0,13 - 0,25
Áreas agrícolas				
Solo exposto	0,20 - 0,30	0,22 - 0,33	0,24 - 0,36	0,25 - 0,38
Terrenos montanhosos	0,60 - 0,80	0,66 - 0,88	0,72 - 0,95	0,75 - 0,95
Telhados	0,80 - 0,90	0,90	0,90	0,90

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB09 - Estaca 1 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB09	149.599,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	35,00%			
Gramados Íngremes	0,44	65,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,38**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

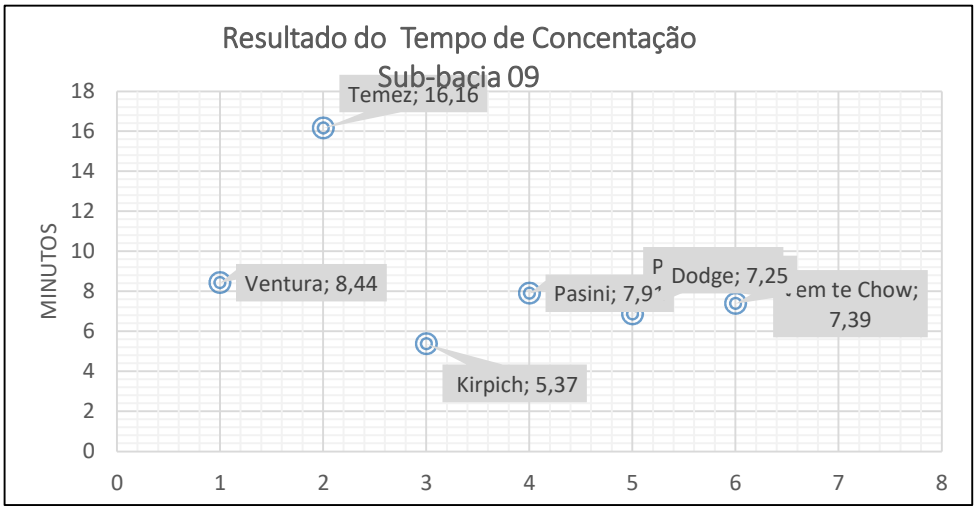
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0{,}77}S^{-0{,}17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB09

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,15	0,51	163,00	101,00	62,00	12,11	0,121094	8,44	0,14
Temez								16,16	0,27
Kirpich								5,37	0,09
Pasini								7,91	0,13
Picking								6,85	0,11
Vem te Chow								7,39	0,12
Dodge								7,25	0,12



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 6,72

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

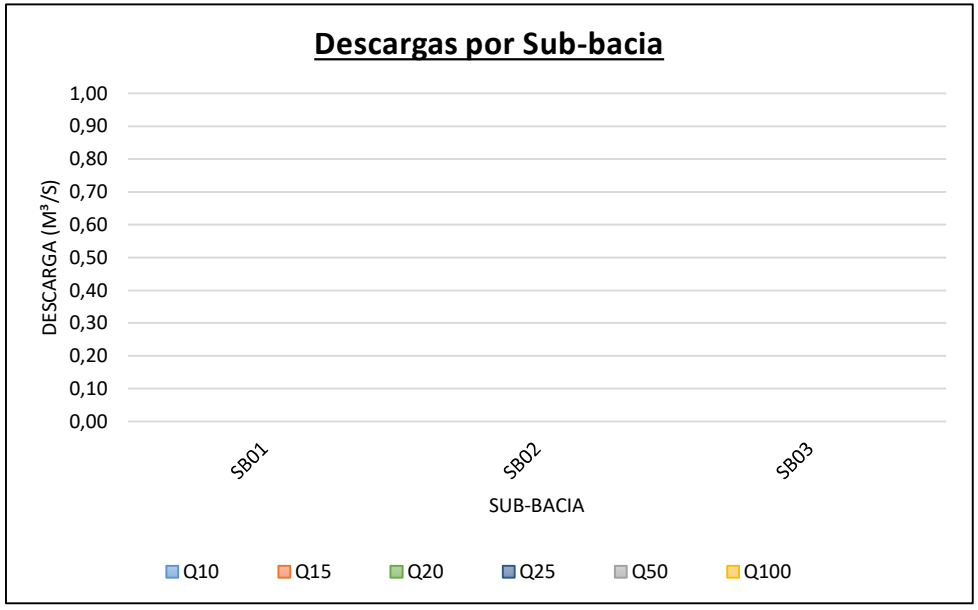
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB09	0,15	1,90	0,51	62,00	0,121	**1,38**	0,04

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB09	149.599,00	6,72	0,50	153,39	3,19	169,00	3,51	181,03	3,76	190,95	3,97	225,35	4,69	265,95	5,53

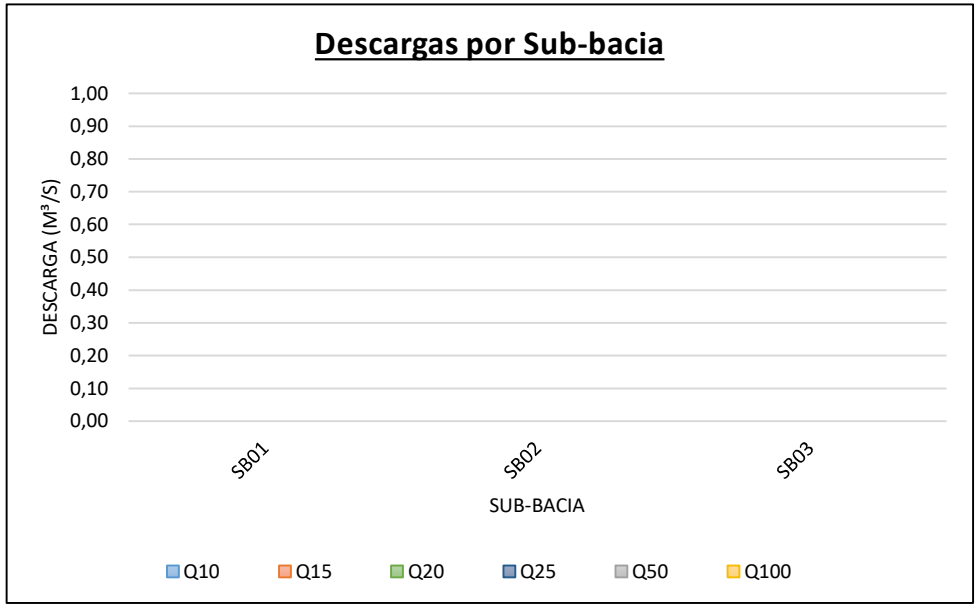


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	3,97	Estaca 1 (Eixo Sudoeste)	**3,97**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB09	149.599,00	6,72	0,50	153,39	3,19	169,00	3,51	181,03	3,76	190,95	3,97	225,35	4,69	265,95	5,53



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	4,69	Estaca 1 (Eixo Sudoeste)	**4,69**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**3,97** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**4,69** m^3/s	Verificação

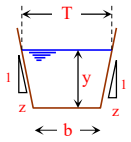
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **3,97** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **4,69** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		1,49	3,48	0,43	n =	0,0150				
					Q =	3,97	3,968			
					I =	0,005000		0,0050		
					y =	0,99			0,99	
					b =	1,50				1,50
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,67				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,71 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 1,03 m (Fr < 1)

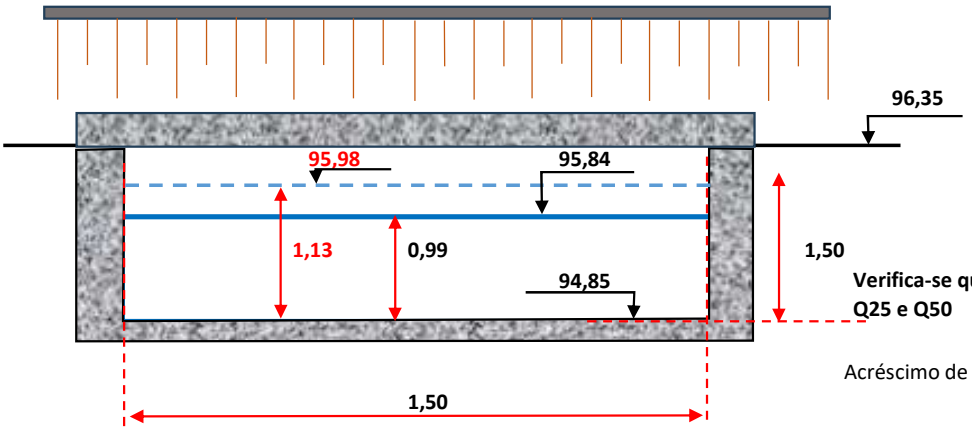
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 1,03 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,86 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,14 m

1.0 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta MC o dimensionamento do bueiro da Sub-bacia SB10, com exultório na estaca 147 do Eixo Sudoeste, no trecho Buerarema/Itabuna, em Itabuna/Ba. A imagem a seguir apresenta a localização da sub-bacia, na cidade de Itabuna e no trecho da via a ser implantada.

Imagem 1 - Localização da Sub bacia SB10 em Itabuna e no Eixo Sudoeste



Este: 470802.9950 m E
Norte: 8361471.0700 m S

Fonte: Google Earth com indicações da RK Engenharia

2.0 DADOS BÁSICOS

Os dados básicos considerados no estudo hidrólogico / hidráulico da sub-bacia estão listado a seguir:

1 - Projeto de Geometria e Terraplenagem do Eixo Sudoeste;

2 - Curvas de nível extraídas da base do Google Earth;

3.0 PREMISSAS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para elaboração e desenvolvimento deste estudo foram consideradas as premissas listadas abaixo:

• A avaliação do escoamento nas estruturas de macrodrenagem será realizada para tempo de recorrência de 25 anos;

• Para bacias hidrográficas com área inferior a 3 km² deverá se utilizar o método racional, para transformação da chuva em vazão de escoamento superficial;

• Para bacias com área superior a 3 km² o método de transformação de chuva em vazão deverá ser o do Hidrograma Triangular Sintético, com metodologia preconizada pelo U.S. Soil Conservation Service;

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• Para o Cálculo da Intensidade da chuva foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

• O Limite de Velocidade adotado para canais em concreto, pela bibliografia, varia de 4,00 a 6,00 m/s, para este estudo será adotado o limite de 4,50 m/s.

.• O Valor do Coeficiente de Manning será adotado conforme tabela ao lado.

Sendo:

Bueiro celular em concreto:

n = **0,015**

Tabela 14.2: Coeficientes de Rugosidade de Manning (n)

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

4.0 AVALIAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A avaliação da Bacia Hidrogáflca de Contribuição foi avaliada pelos seguintes modelos:

1 - Pela avaliação da delimitação da Bacia pelas imagens do Google Earth, 2025.

A área em estudo se trata de uma bacia com baixíssima ocupação urbana e com predomínio de áreas permeáveis com relevo montanhoso.

Sub-bacias	Área		Perímetro		L Talv.
	(m²)	(km²)	(m)	(km)	princip (m)
SB10	45.676,00	0,05	958,07	0,96	324,00
Total Geral →	***45.676,00***	***0,05***	***958,07***	***0,96***	

Como a área < 3 Km² aplicou-se o Método Racional.

Área obtida:

4,57 ha
45.676,00 m²
0,05 Km²

5.0 CHUVA DE PROJETO

EQUAÇÃO DA CHUVA

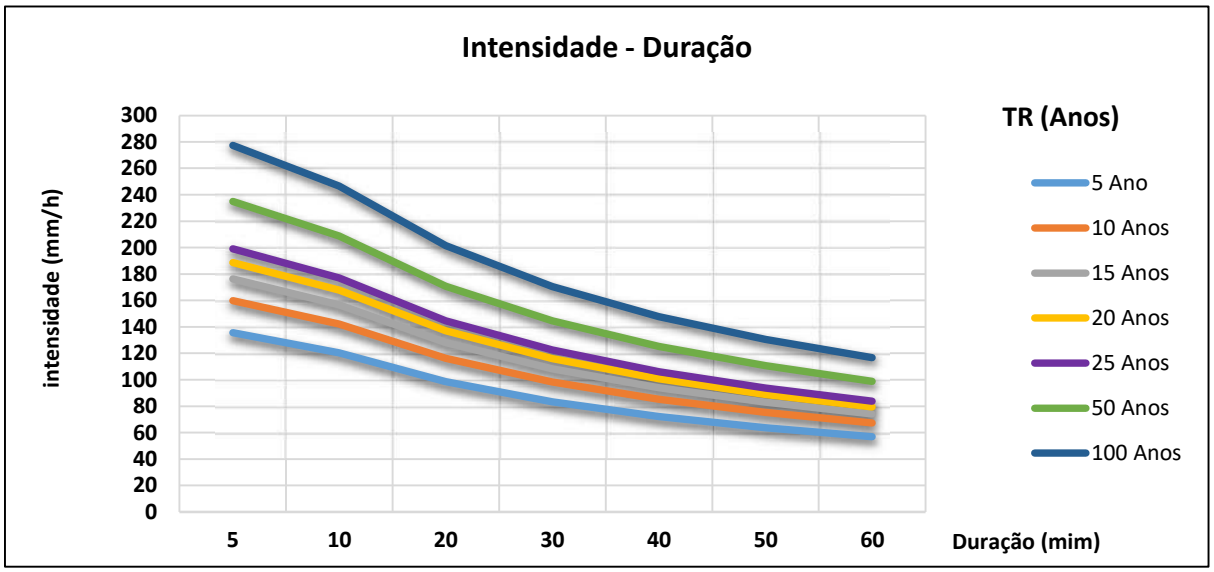
Para a cidade de Itabuna foram utilizados os Parâmetros da Equação de Chuvas obtida pelo programa PLÚVIO 2.1, desenvolvido pelo GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

$$I = \frac{K * T_R^{\,b}}{(t_c + c)^d}$$ mm/h

Cidade :	**Itabuna**
Equação IDF	
k =	**3.381,495**
b =	**0,239**
c =	**33,989**
d =	**0,983**

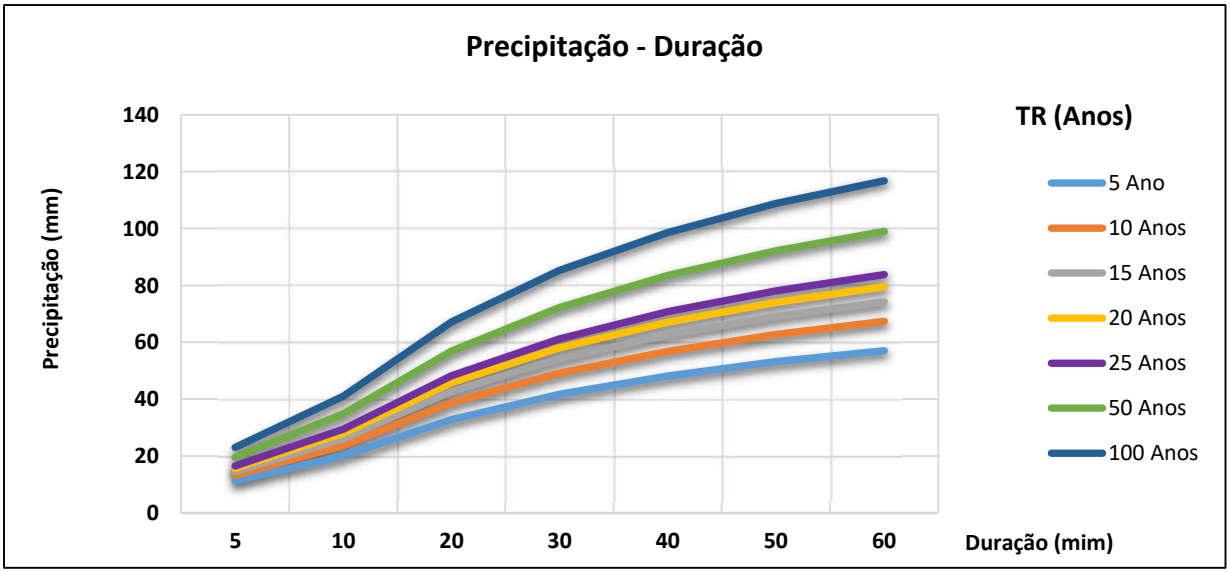
AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x I (mm/h)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	135,60	120,44	98,47	83,32	72,24	63,78	57,10	51,70
10	160,03	142,14	116,21	98,33	85,25	75,27	67,39	61,01
15	176,32	156,60	128,04	108,34	93,93	82,92	74,24	67,22
20	188,87	167,74	137,15	116,05	100,62	88,83	79,53	72,00
25	199,21	176,93	144,66	122,41	106,13	93,69	83,88	75,95
50	235,11	208,81	170,73	144,46	125,25	110,57	99,00	89,63
100	277,47	246,43	201,49	170,49	147,81	130,50	116,84	105,78



AVALIAÇÃO PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO

Tr (anos)	Tc (mim) x P (mm)							
	5	10	20	30	40	50	60	70
5	11,30	20,07	32,82	41,66	48,16	53,15	57,10	60,31
10	13,34	23,69	38,74	49,17	56,84	62,72	67,39	71,18
15	14,69	26,10	42,68	54,17	62,62	69,10	74,24	78,42
20	15,74	27,96	45,72	58,03	67,08	74,02	79,53	84,00
25	16,60	29,49	48,22	61,20	70,75	78,08	83,88	88,61
50	19,59	34,80	56,91	72,23	83,50	92,14	99,00	104,57
100	23,12	41,07	67,16	85,25	98,54	108,75	116,84	123,41



6.0 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE USO DO SOLO (C) - RUN-OFF

TABELA DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USO DO SOLO	PERÍODO DE RETORNO (anos)			
	2 – 10	25	50	100
Sistema Viário				
Vias pavimentadas	0,75 - 0,85	0,83 - **0,94**	0,90 - 0,95	0,94 - 0,95
Vias não pavimentadas	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Áreas industriais				
Pesadas	0,70 - 0,85	0,77 - 0,88	0,84 - 0,95	0,88 - 0,95
Leves	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Áreas comerciais				
Centrais	0,75 - 0,85	0,83 - 0,94	0,90 - 0,95	0,94 - 0,95
Periféricas	0,55 - 0,65	0,61 - 0,72	0,66 - 0,78	0,69 - 0,81
Áreas Residenciais				
Gramados Planos	0,10 - 0,25	0,11 - 0,28	0,12 - 0,30	0,13 - 0,31
Gramados Íngremes	0,25 - 0,40	0,28 - 0,44	0,30 - 0,48	0,31 - 0,50
Condomínios com Lotes > 300m²	0,30 - 0,04	0,33 - 0,44	0,36 - 0,48	0,31 - 0,50
Residências Unifamiliares	0,45 - 0,55	0,50 - 0,61	0,54 - 0,66	0,56 - 0,69
Uso Misto - Denso	0,50 - 0,60	0,55 - 0,66	0,60 - 0,72	0,63 - 0,75
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,60 - 0,70	0,66 - 0,77	0,72 - 0,84	0,75 - 0,88
Playground /Praças	0,40 - 0,50	0,44 - 0,55	0,48 - 0,60	0,50 - 0,63
Áreas Rurais	0,10 - 0,20	0,11 - 0,22	0,12 - 0,24	0,13 - 0,25
Áreas agrícolas				
Solo exposto	0,20 - 0,30	0,22 - 0,33	0,24 - 0,36	0,25 - 0,38
Terrenos montanhosos	0,60 - 0,80	0,66 - 0,88	0,72 - 0,95	0,75 - 0,95
Telhados	0,80 - 0,90	0,90	0,90	0,90

Fonte: Adaptado de Drainage Desing Manual of Maricopa, *Arizona, em Mays (2001)*
DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES
AUTOR : ALUISIO PARDO CANHOLI
Página 89

ITABUNA PREFEITURA	RK ENGENHARIA	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
PROJETO:	IMPLANTAÇÃO DO EIXO SUDOESTE, EM ITABUNA/BA	REVISÃO:	DATAS:
		0	20/01/2026
LOCAL:	TRECHO BUERAREMA / ITABUNA		
ASSUNTO:	Dimensionamento de Bueiro SB10 - Estaca 147 (Eixo Sudoeste)		
		Pg,:	6

DEFINIÇÃO DE "C" PARA AS SUB-BACIAS DO PROJETO

Sub-Bacia	Área m²
SB10	45.676,00

TR = **25,00** **anos**

USO DO SOLO	C por SUB-BACIA e % Ocup.				
	1	% Ocup.	C		
Sistema Viário		**0,00%**	**0,00**		
Vias pavimentadas	0,90	0,00%			
Vias não pavimentadas	0,77	0,00%			
Áreas industriais		**0,00%**	**0,00**		
Pesadas	0,88	0,00%			
Leves	0,77	0,00%			
Áreas comerciais		**0,00%**	**0,00**		
Centrais	0,94	0,00%			
Periféricas	0,72	0,00%			
Áreas Residenciais		**100,00%**	**0,43**		
Gramados Planos	0,28	30,00%			
Gramados Íngremes	0,44	70,00%			
Cond. com Lotes > 300m²	0,44	0,00%			
Residências Unifamiliares	0,61	0,00%			
Uso Misto - Denso	0,66	0,00%			
Prédios/Conjunto de Apartamentos	0,77	0,00%			
Playground /Praças	0,55	0,00%			
Áreas Rurais	0,22	0,00%			
Áreas agrícolas		**0,00%**	**0,00**		
Solo exposto	0,33	0,00%			
Terrenos montanhosos	0,88	0,00%			
Telhados	0,90	0,00%			
C médio (valores Válidos):			**0,39**		

Valor adotado para C :	**0,50**

7.0 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc) POR SUB-BACIA

CÁLCULO DA ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

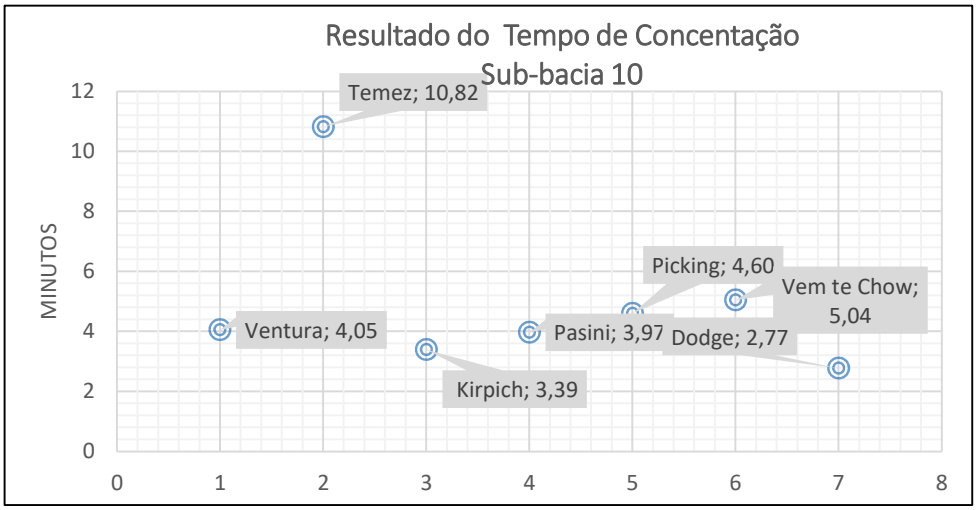
A estimativa do Tempo de Concentração foi avaliado por diversos autores sendo apresentado o seguinte equacionamento:

Método	Equação	N° de Equação	Termos da equação	Comentários	Fonte
Ventura	$t_c = 76{,}3\sqrt{\frac{A}{S}}$	(1)	t_c = tempo de concentração [min], A= área da bacia [km²], L = comprimento de talvegue [km], e H = diferença de cotas [m] do talvegue entre o ponto mais afastado e a seção de referência da bacia [m]	Recomendado pela École Nationale des Ponts et Chaussées (France)	IEP (2001)
Temez	$t_c = 0{,}3\left(\frac{L}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$	(2)	tc [h], L= comprimeto da linha de água principal [km], i = declive médio da linha de água principal da bacia [m/m].	Esse método é recomendado pelo IEP. É um método muito testado nas bacias hidrográficas da Espanha e é recomendado para bacias naturais de área até 300.000 ha	Temez (1978) e LNEC (1995)
Kirpich	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	(3)	tc[min], L [m] e i [m/m]	O valor de tc obtido deve ser multiplicado por 0,2 ou 0,4, conforme sejam canais de betão ou superfícies asfaltadas, respectivamente; é recomendado para bacias rurais (0,50 - 45,3 ha) com canais bem definidos e de declives situados entre 3 a 10%.	Kirpich (1940), ASI (1984) E Chow etil. (1988) e USDA (1996)
Pasini	$t_c = \frac{0{,}108(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$	(8)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	Derivada a partir de dados de bacias hidrográficas italianas.	Lo Bosco et al(2002)
Picking	$t_c = 5{,}3\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.333}$	(9)	t_c[h], L [km], A[km²], e i [m/m]	-	Lanca (2000)
Ven Te Chow	$t_c = 0{,}8773\left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.64}$	(10)	t_c[h], L [km], e i [m/Km]	-	Lanca (2000)
Dodge	$t_c = 21{,}88\,A^{0.77}S^{0.17}$	(11)	t_c[h], A[km²], e S [m/m]	Obtidas a partir de dados de dez bacias rurais com áreas de 140 a 930 Km2	-

Dessa forma, para a sub-bacia do projeto teremos:

Sub-bacia SB10

Método	Área km²	Extensão Km	Cota de Terreno		Desnivel Dh (m)	Declividade		Tempo Concentração	
			Mont	Jus		%	m/m	Minutos	Horas
Ventura	0,05	0,32	120,00	68,00	52,00	16,05	0,160494	4,05	0,07
Temez								10,82	0,18
Kirpich								3,39	0,06
Pasini								3,97	0,07
Picking								4,60	0,08
Vem te Chow								5,04	0,08
Dodge								2,77	0,05



Analisando-se os resultados obtidos e considerando os critérios de utilização de cada método, optou-se pelo Tempo de concentração como sendo a média dentro do intervalo de maior fequencia.

Tc Calculado (min) = 3,95

8.0 CARACTERISTICAS FISIOGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

DEFINIÇÃO DOS INDICES DE COMPACIDADE (KC) E CONFORMIDADE (KF) DE UMA SUB-BACIA.

Kc = Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem mantidos iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

$$Kc = \frac{0{,}28.P}{\sqrt[2]{A}}$$

P = Perímetro da Bacia
A = Área da Bacia

Kf = O fator de forma é um índice indicativo da tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

A = Área da Bacia
L = Comprimento axial da Bacia

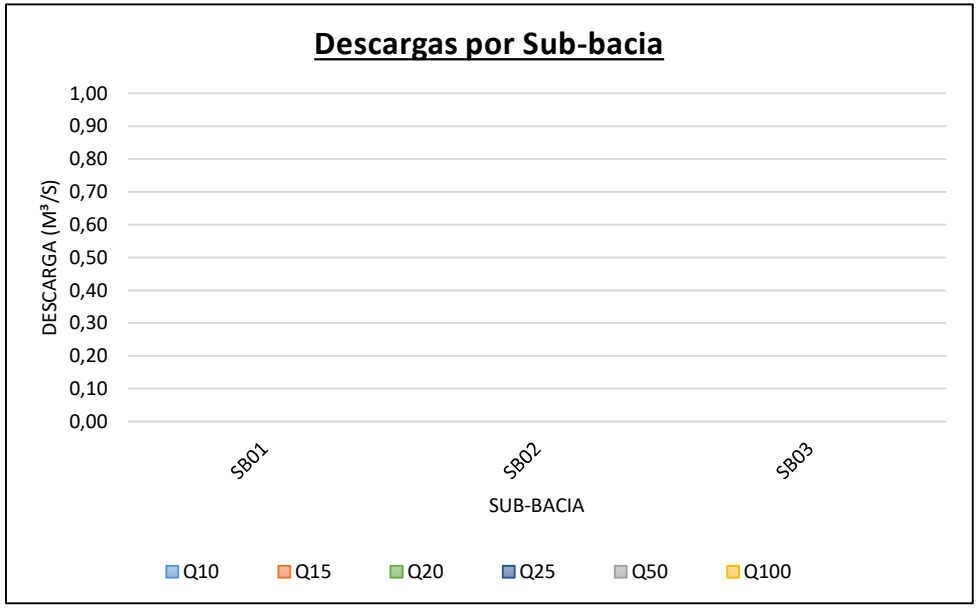
Dessa forma, tem-se:

Sub-Bacias	Área km²	Perimetro km	Talvegue km	Desnivel ΔH (m)	Declividade m/m	Kc	Kf
SB10	0,05	0,96	0,32	52,00	0,160	**1,26**	0,05

Com os valores obtidos constata-se, então, que as sub-bacias contribuintes possuem formatos radial ou ramificada. No caso de ocorrências de chuvas uniformes em toda sub-bacias, ocasionará ondas de cheias que irão se somar com tempos de concentração diferentes. Observa-se ainda que as sub-bacia se mostram regulares com o índice do fator de forma inferior a 0,50, ou seja, estão menos susceptíveis aos picos de enchentes.

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB10	45.676,00	3,95	0,50	164,38	1,04	181,11	1,15	194,00	1,23	**204,63**	**1,30**	241,50	1,53	285,01	1,81

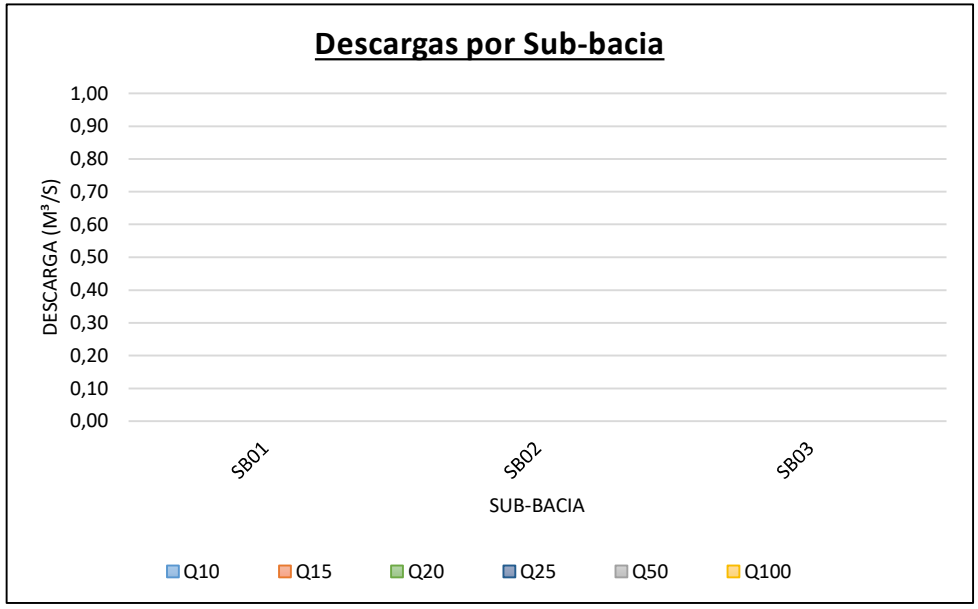


Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	1,30	Estaca 147 (Eixo Sudoeste)	**1,30**

9.0 CÁLCULO DE DEFLÚVIO DAS SUB-BACIAS

Sub-Bacias	Área	Tempo de Concentração	Coeficiente Escoamento	TR											
				Q10	10	Q15	15	Q20	20	Q25	25	Q50	50	Q100	100
	m²	Min	Superficial (C)	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s	I = mm/h	m³/s
SB10	45.676,00	3,95	0,50	164,38	1,04	181,11	1,15	194,00	1,23	204,63	1,30	**241,50**	**1,53**	285,01	1,81



Vazão por saída de água, conforme Imagem 1 na página 1 e por Bueiro existente:

Saída	Atende à Sub-Bacia	Vazão (m³/s)	Bueiro de Escoamento	Vazão pelo Bueiro (m³/s)
1	única	1,53	Estaca 147 (Eixo Sudoeste)	**1,53**
				0,00
				0,00

10.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

Equacionamento:

EQUAÇÃO DE MANNING =

$$Q = \frac{1}{n} * A_m * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde :

n =	Coeficiente de rugosidade de Ganguillet e Kutter	**n =**	**0,015**	**Canal concreto bem acabado**
Q =	Vazão (m^3/s)	n =	0,025	Canal alven. pedra argamas.
I =	Declividade do fundo do canal (m/m)	n =	0,024	Liner s/revest.
A =	Área molhada do canal (m^2)	n =	0,015	Liner c/revest.
R_H =	Raio Hidráulico do canal (m)	n =	0,011	Tubo Plástico

Vazões de Dimensionamento:

Q_{25} =	**1,30** m^3/s	Dimensionamento
Q_{50} =	**1,53** m^3/s	Verificação

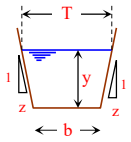
11.0 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO

11.1.1 - AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE 01

A seguir será apresentado o dimensionamento do primeiro trecho, considerado em seção retangular:

Q_{25} = **1,30** m³/s Dimensionamento

Q_{50} = **1,53** m³/s Verificação

Seção	Forma	Área (m²) (A)	Perímetro molhado (m) (P)	Raio Hidráulico (m) (R_H)	Quadro de Variáveis	Valor das Variáveis	CALCULAR : Q (m³/s)	I (m/m)	y (m)	b (m)
Retangular		0,64	2,28	0,28	n =	0,0150				
					Q =	1,30	1,293			
					I =	0,005000		0,0050		
					y =	0,64			0,64	
					b =	1,00				1,00
					z1 =	0,00				
					z2 =	0,00				
					V =	2,02				

Avaliação do Freeboard:

$f = 0{,}61 + 0{,}0372 * V * y^{\frac{1}{3}}$ f_b = 0,67 m (Fr > 1)

$f = (k * y)^{0{,}5}$ f_b = 0,83 m (Fr < 1)

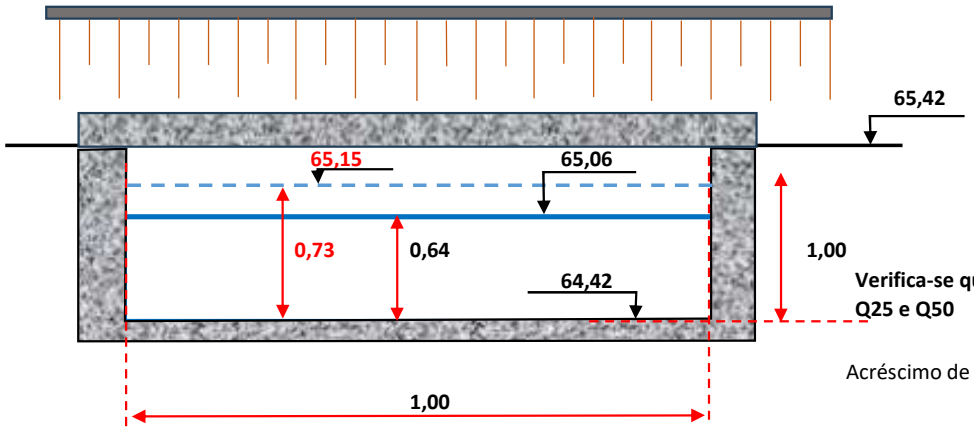
$f = 0{,}55\ x\ \sqrt{C\ x\ y}$ f_b = 0,68 m (opChC)

f_b *Adotado* = 0,83 m

Avaliação do Regime: $F_R = \frac{V}{\sqrt{g * D_H}}$

F_R = 0,81 **Reg. Subcrítico**

SEÇÃO TIPO - Trecho 1



Verifica-se que o Canal atende a Q25 e Q50

Acréscimo de lâmina = 0,09 m

REDE	Nº	COTAS TOPOGRÁFICAS			ALTURAS (M)		EXT.	ÁREA (HA)		C	TEMPO DE CONCENT.		INTENS.	VAZÃO	DECLIV.	DIMENSÃO (mm)	LÂMINA	VELOC.
		TAMPA	GI MONT.	GI JUS.	MONT.	JUS.	(M)	TRECHO	MONT.		TRECHO	MONT.	(MM/H)	(M3/S)	(M/M)		(M)	(M/S)
R01	R01.1	74,39		73,14		1,25	32,97		0,646	0,90	0,11	5,00	160,03	0,259	0,0707	400	0,17	4,90
	R01.2	72,06	70,81	70,76	1,25	1,30	34,10	0,197	0,646	0,90	0,12	5,11	159,58	0,258	0,0598	400	0,18	4,61
	R01.3	69,97	68,72	68,67	1,25	1,30	44,67	0,146	0,844	0,90	0,15	5,24	159,09	0,335	0,0589	400	0,21	4,89
	R01.4	67,29	66,04	65,99	1,25	1,30	50,00	0,155	0,990	0,90	0,18	5,39	158,49	0,392	0,0498	400	0,25	4,75
	R01.5	64,75	63,50	63,40	1,25	1,35	37,22	0,093	1,145	0,90	0,15	5,56	157,79	0,452	0,0322	500	0,27	4,20
	R01.6	63,55	62,20	62,10	1,35	1,45	18,10		1,238	0,90	0,24	5,71	157,22	0,487	0,0028	1000 x 500	0,38	1,27
	R02.2	63,00	62,05		0,95				1,238	0,90		5,95	156,30	0,484				
R02	R02.1	63,00		62,35		0,65	13,80	1,910	0,060	0,90	0,45	5,95	156,30	0,023	0,0020	400 x 400	0,11	0,51
	R02.2	63,00	62,32	62,00	0,68	1,00	23,95	0,312	1,970	0,90	0,23	6,40	154,58	0,761	0,0050	1000 x 500	0,43	1,77
	R02.3	62,69	61,88	61,75	0,81	0,94	35,64	0,340	2,282	0,90	0,45	6,62	153,74	0,877	0,0020	1200 x 600	0,56	1,31
	R02.4	62,98	61,68	61,66	1,30	1,32	35,64		2,622	0,90	0,42	7,08	152,07	0,997	0,0023	1200 x 600	0,58	1,42
	R02.5	63,30	61,58	61,58	1,72	1,72	41,14		2,622	0,90	0,48	7,50	150,56	0,987	0,0023	1200 x 600	0,58	1,42
	R02.6	62,31	61,48	61,48	0,83	0,83	9,11		2,622	0,90	0,11	7,98	148,86	0,976	0,0023	1200 x 600	0,58	1,41
	LANÇ. 1	62,06	61,46		0,60				2,622	0,90		8,09	148,48	0,973				
R03	R03.1	63,68		63,03		0,65	12,95		0,672	0,90	0,07	5,00	160,03	0,269	0,0525	400 x 400	0,20	3,31
	R02.2	63,00	62,35		0,65				0,672	0,90		5,07	159,77	0,268				
R04	R04.1	64,03		63,38		0,65	14,89	0,150	0,157	0,90	0,37	5,00	160,03	0,063	0,0020	400 x 400	0,23	0,67
	R04.2	64,01	63,35	63,25	0,66	0,76	24,48		0,306	0,90	0,19	5,37	158,55	0,121	0,0270	400 x 400	0,14	2,10
	R04.3	63,19	62,59	62,41	0,60	0,78	18,18	0,370	0,306	0,90	0,32	5,56	157,79	0,121	0,0033	400 x 400	0,32	0,95
	R04.4	63,37	62,35	62,22	1,02	1,15	21,33		0,677	0,90	0,23	5,88	156,55	0,265	0,0037	500	0,40	1,58
	LANÇ. 2	62,29	62,14		0,15				0,677	0,90		6,11	155,68	0,263				
R05	R05.1	62,53		61,98		0,55	14,46	0,201	0,222	0,90	0,25	5,00	160,03	0,089	0,0020	400	0,27	0,98
	R05.2	63,06	61,95	61,85	1,11	1,21	22,86		0,423	0,90	0,16	5,25	159,05	0,168	0,0132	400	0,22	2,35
	LANÇ. 3	62,00	61,55		0,45				0,423	0,90		5,41	158,40	0,167				
R06	R06.1	62,57		62,02		0,55	19,46		0,094	0,90	0,17	5,00	160,03	0,037	0,0242	400	0,08	1,93
	LANÇ. 4	62,00	61,55		0,45				0,094	0,90		5,17	159,36	0,037				
R07	R07.1	66,96		66,31		0,65	13,36	0,390	0,458	0,90	0,19	5,00	160,03	0,183	0,0020	500	0,38	1,15
	R07.2	66,96	66,28	66,18	0,68	0,78	34,49		0,847	0,90	0,41	5,19	159,26	0,337	0,0023	600	0,48	1,40
	LANÇ. 5	66,54	66,10		0,44				0,847	0,90		5,60	157,63	0,334				
R08	R08.1	67,81		67,16		0,65	14,83	0,384	0,483	0,90	0,14	5,00	160,03	0,193	0,0063	400	0,32	1,77
	R08.2	68,29	67,07	67,07	1,22	1,22	26,63		0,867	0,90	0,14	5,14	159,47	0,345	0,0200	400	0,32	3,16
	LANÇ. 6	67,00	66,53		0,47				0,867	0,90		5,28	158,91	0,344				
R11	R09.1	67,75		67,20		0,55	29,20		0,239	0,90	0,19	5,00	160,03	0,096	0,0243	400	0,14	2,54
	LANÇ. 7	66,94	66,49		0,45				0,239	0,90		5,19	159,26	0,095				
R10	R10.1	66,55		65,90		0,65	13,61	0,226	0,298	0,90	0,20	5,00	160,03	0,119	0,0025	400	0,32	1,12
	R10.2	67,41	65,87	65,77	1,54	1,64	17,17		0,524	0,90	0,23	5,20	159,22	0,208	0,0023	500	0,40	1,24
	LANÇ. 8	66,56	65,73		0,83				0,524	0,90		5,43	158,30	0,207				
R11	R11.1	89,31		88,06		1,25	28,70		0,737	0,90	0,16	5,00	160,03	0,295	0,0195	400	0,29	3,08
	LANÇ. 9	88,00	87,50		0,50				0,737	0,90		5,16	159,41	0,294				

R12	R12.1	97,63		96,38		1,25	23,30		0,573	0,90	0,14	5,00	160,03	0,229	0,0167	400	0,25	2,76
	LANÇ. 10	96,49	95,99		0,50				0,573	0,90		5,14	159,47	0,229				

R13	R13.1	94,14		93,39		0,75	20,67		0,238	0,90	0,35	5,00	160,03	0,095	0,0020	400	0,29	0,99
	LANÇ. 11	93,88	93,35		0,53				0,238	0,90		5,35	158,64	0,094				

Rugosidade **n** =	0,015																							
Coeficiente de Escoamento **C** =	0,90	Vias pavimentadas											**SARJETA**				**EXTRAVASAMENTO**							
	0,60	Vias não pavimentadas											Declividade transversal (m/m) =			0,1	Declividade transversal (m/m) =					0,02		
													z =			10,00	z =					50,00		
VIA	**ESTACA**						**Extensão total do trecho (m)**	**Extensão sarjeta (m)**	**Declividade predominante (m/m)**	**A1 (ha)**	**Tempo de Concent.**	**Int. (mm/h)**	**Vazão (m^3/s)**	**y (m)**	**Largura esc. (m)**	**Veloc. sarj. v_0 (m/s)**	**Extensão extrav. (m)**	**A2 (ha)**	**Vazão (m^3/s)**	**y (m)**	**Largura esc. (m)**	**Veloc. sarj. v_0 (m/s)**	**Extensão final (m)**	**Vazão a ser coletada (l/s)**
	INICIAL			**FINAL**																				
EIXO 08	16,00	+	7,47	14,00	+	15,00	32,47	32,47	0,0721	0,049	5,00	160,03	0,0195	0,04	0,36	2,96							32,47	19,49
	14,00	+	15,00	13,00	+	0,00	35,00	35,00	0,0588	0,053	5,00	160,03	0,0210	0,04	0,39	2,79			0,0195	0,02	1,03	1,83	35,00	40,49
	13,00	+	0,00	10,00	+	15,00	45,00	39,00	0,0588	0,059	5,00	160,03	0,0234	0,04	0,40	2,87	6,00	0,009	0,0036	0,01	0,55	1,20	45,00	27,01
	10,00	+	15,00	8,00	+	15,00	40,00	39,00	0,0588	0,059	5,00	160,03	0,0234	0,04	0,40	2,87	1,00	0,002	0,0006	0,01	0,28	0,76	40,00	24,01
	8,00	+	15,00	8,00	+	5,00	10,00	10,00	0,0325	0,015	5,00	160,03	0,0060	0,03	0,27	1,63			0,0240	0,02	1,25	1,54	10,00	30,01
	8,00	+	5,00	4,00	+	1,27	83,73	26,00	0,0269	0,039	5,00	160,03	0,0156	0,04	0,40	1,93	57,73	0,087	0,0346	0,03	1,48	1,57	83,73	50,25
	0,00	+	0,00	4,00	+	1,27	81,27	15,00	0,0091	0,023	5,00	160,03	0,0090	0,04	0,40	1,12	66,27	0,099	0,0398	0,04	1,92	1,08	81,27	48,77