

## **CALCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRAÚLICOS**

### **1.0. DRENAGEM SESC - CONTAGEM:**

**DRENAGEM SESC - CONTAGEM** – Esta Representa por três Micro-Bacias com sua respectiva áreas de estudo, localizada no bairro Novo Riacho, Contagem/MG.

## **2.0 ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Os estudos hidrológicos, por mais que se direcione para uma área reduzida, permite e possibilita a visão e o conhecimento de uma região ampla, a qual pertence o projeto.

Neste caso, portanto, existem elementos específicos, que dizem respeito à área do projeto e outros que definem um espaço mais amplo, como por exemplo, os dados climatológicos, pluviométricos e fluviométrico.

Tais estudos foram desenvolvidos com o apoio de dados de escritório, informações colhidas pela equipe junto a moradores da região e a órgãos como a ANEEL, a DSGe o IBGE, e o Plúvio.

### **2.2 Dados da Estação pluviométrica**

Para caracterização do regime pluviométrico foram coletados e processados dados de chuva relativa das estações de Contagem, obtidos pelo convênio da Universidade Federal de Viçosa(UFV) com COPASA em uma serie histórica de 26 anos, a seguir são apresentado os dados das coletas respectivamente.

### **2.3 Implantação do sistema de drenagem pluvial**

O projeto de drenagem da área em questão foi elaborado a partir de estudos hidrológicos e hidráulicos, que permitiu o dimensionamento dos dispositivos de drenagem indicados. Neste sentido, foram adotadas as seguintes etapas metodológicas:

- Estudo Hidrológico:

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos para obtenção das vazões de projeto, as quais irão subsidiar o dimensionamento dos diversos dispositivos que irão constituir o sistema de drenagem proposto para a área. Para os referidos cálculos, foram determinados valores para as áreas das sub-bacias de contribuição, tempo de retorno, tempo de concentração, e chuva de projeto, conforme descrição a seguir.

- Bacia de contribuição:

A bacia de contribuição, ou bacia hidrográfica, é definida como a projeção vertical da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal, sendo comumente mensurada em quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) ou hectares (ha). Foi definida a bacia contribuinte de cada trecho do projeto de drenagem e calculada sua área e comprimento dos talwegues (maior distância entre os pontos mais altos e mais baixos da bacia).

- Neste caso há 03 micro-bacias, sendo:

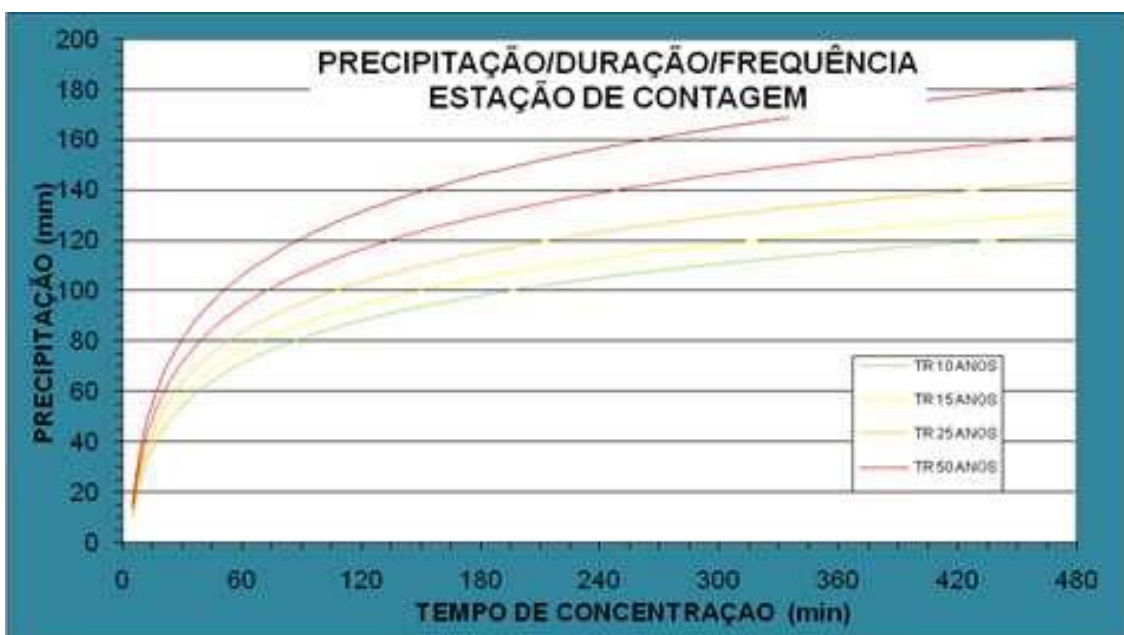
- Micro-Bacia 01= 0,0152 Km<sup>2</sup>
- Micro-Bacia 02= 0,0362 Km<sup>2</sup>
- Micro-Bacia 03= 0,0545 Km<sup>2</sup>

## 2.4 Tempo de retorno:

O tempo de retorno é um dado probabilístico que corresponde ao tempo médio necessário (em anos) para que um evento pluviométrico recorra, em um ano qualquer, sendo igual ao inverso da probabilidade de que um determinado evento de referência ocorra.

Neste projeto será utilizado o tempo de retorno **T = 25 anos**.

GRÁFICO 1.1 – Precipitação/Duração/Frequência



## 2.5 Tempo de concentração:

O tempo de concentração é definido como o intervalo de tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão no ponto em estudo.

Tc=10 minutos.

INTENS. DAS PRECIPITAÇÕES - POSTO PLUVIOGRAFICO DE CONTAGEM												MG	
tc	(min.)	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	
	(h)	0,08	0,17	0,25	0,50	1	2	3	4	5	6	8	
TR (anos)	10	215,61	169,32	141,52	98,48	65,03	41,57	31,70	26,09	22,40	19,77	16,21	
	15	231,28	181,63	151,80	105,64	69,78	44,59	34,01	27,98	24,03	21,20	17,39	
	25	252,64	198,41	165,83	115,40	76,20	48,71	37,15	30,57	26,25	23,16	19,00	
	50	284,83	223,68	186,95	130,10	85,91	54,91	41,88	34,46	29,59	26,11	21,42	
	100	321,12	252,18	210,77	146,68	96,86	61,91	47,21	38,85	33,36	29,44	24,15	
FONTE: 0											Dados fornecidos pela ANA - Agência Nacional das Águas		SÉRIE HISTÓRICA
												26 anos	
Trabalho: Convenio COPASA/Universidade de Viçosa													

Tabela 1.1 – Intensidade/Duração/Frequência

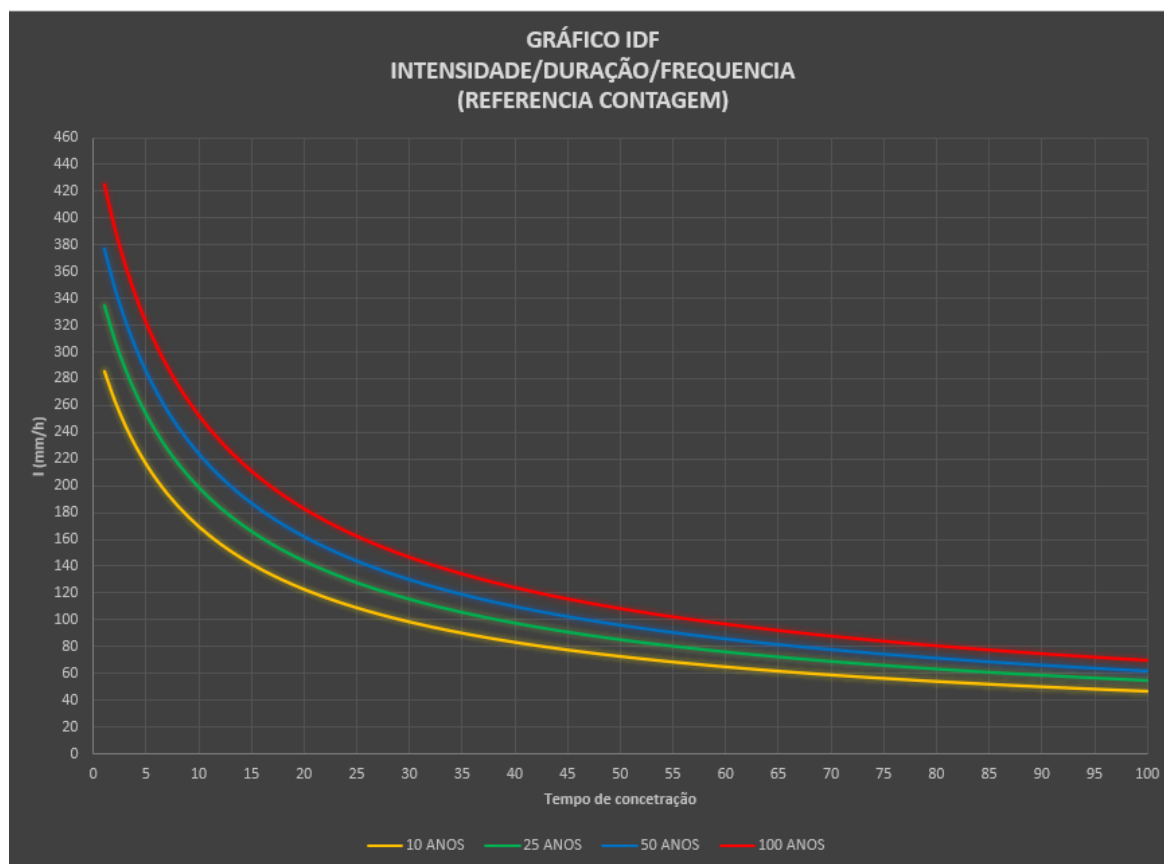


Gráfico 1.2 – Intensidade/Duração/Frequência



## 2.6 Mapa de bacia – projeto



Imagem 01 – Localização da propriedade e drenagem.

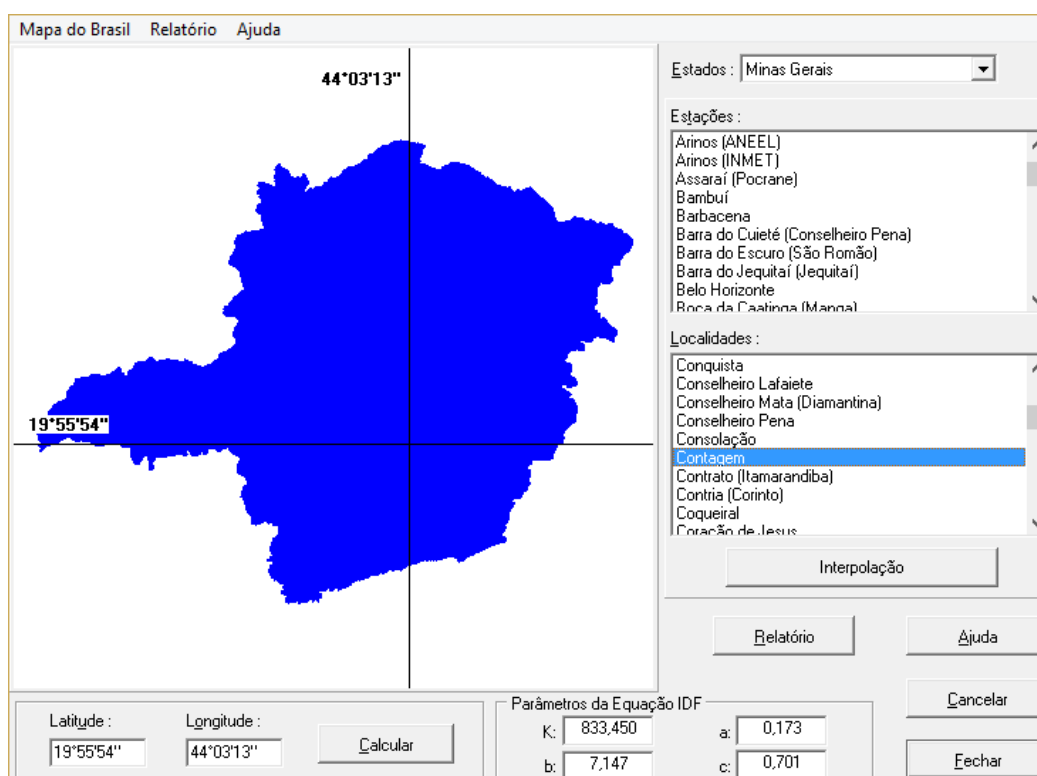
Legenda:  
– Área das Micro-Bacias/Propriedade –

## 2.7 Chuva de projeto:

A equação de intensidade de chuva para a cidade de contagem está apresentada a seguir.

- (T) é o tempo de retorno, igual a 50 anos;
- (tc) é o tempo de duração da chuva.

O software Plúvio 2.1, fornece a partir da entrada do município, e coordenadas geográficas do local requerido, os parâmetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $K$ .



Mapa do Brasil Relatório Ajuda

Estados : Minas Gerais

Estações :

- Arinos (ANEEL)
- Arinos (INMET)
- Assaraí (Pocrane)
- Bambuí
- Barbacena
- Barra do Cuieté (Conselheiro Pena)
- Barra do Escuro (São Romão)
- Barra do Jequitaiá (Jequitaí)
- Belo Horizonte
- Roca da Caatinga (Manga)

Localidades :

- Conquista
- Conselheiro Lafaiete
- Conselheiro Mata (Diamantina)
- Conselheiro Pena
- Consolação
- Contagem**
- Contrato (Itamarandiba)
- Contraia (Corinto)
- Coqueiral
- Coração de Jesus

Interpolação

Relatório Ajuda

Cancelar

Fechar

Latitude : Longitude :

19°55'54" 44°03'13"

Calcular

Parâmetros da Equação IDF

K: 833,450 a: 0,173

b: 7,147 c: 0,701

Imagem 02 : Dados software PLUVIO

## 2.8 Vazões De Projeto

As vazões de projeto foram calculadas utilizando-se o Método Racional e o Hidrograma Unitário.

### Método Racional

O método racional foi usado na determinação das vazões das bacias com área inferiores a 10km<sup>2</sup>.

A expressão que traduz o valor da vazão é:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde,

0,278 = coeficiente de homogeneização de unidades;

Q = vazão máxima, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da bacia de contribuição, em km<sup>2</sup>;

I = intensidade da chuva, em mm/h;

C = coeficiente de "run-off".

### MICRO BACIA 01



#### DADOS DE ENTRADA

ÁREA:	15200 m <sup>2</sup>	0,0152 km <sup>2</sup>
TALVEGUE:	125 m	0,125 km
COTA DE CRISTA:	1001 m	
COTA DE BASE:	999 m	
DESNÍVEL:	2 m	
RUNOFF:	0,65 adm	
TR:	25 Anos	



Tabela 1 - Coeficiente Runoff (DAEE)

Uso do solo ou grau de urbanização	Mín	Máx
Área totalmente urbanizada	0,5	1
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,5
Área predominantemente de plantações, pastos, etc	0,2	0,35

Tempo de concentração		Declividade	
$t_c = 57 \times \left( \frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0.385}$		$I = \frac{\Delta h}{L}$	
<b>tc: 3,95284 min</b>		l: 0,016 m/m l: 1,6 %	
Intensidade de chuva		n	
i=	Belo Horizonte	tc =	(m)
		T =	(Anos)
<b>i= 138,632 mm/H</b>		n: 4 I < 0.5% n: 5 0.5% < I < 1% n: 6 1% < I	
Vazão de projeto		Coeficiente de retardo	
$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6}$		$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{100A}}$	
<b>Q: 0,38047 m³/s</b>		<b>φ: 0,93259</b>	
		Vazão de projeto	
		$Q = 0,278 \times C \times i \times A \times \varphi$	
		<b>Q: 0,35511 m³/s</b>	

Onde:

- (Q) é a vazão de pico (m³/s);
- (C) é o coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de *runoff*, relativo ao tipo de solo;
- (i) é a intensidade da chuva de projeto (mm/h);
- (A) é a área de drenagem da bacia (km²).
- (φ) é o coeficiente de retardo (atraso da chuva para chegar ao solo devido a alguma superfície no caminho, exemplo: folhas das arvores, telhados, etc.)



## MICRO BACIA 02

A expressão que traduz o valor da vazão é:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde,

0,278 = coeficiente de homogeneização de unidades;

Q = vazão máxima, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da bacia de contribuição, em km<sup>2</sup>;

I = intensidade da chuva, em mm/h;

C = coeficiente de "run-off".



### DADOS DE ENTRADA

ÁREA:	36200 m <sup>2</sup>	0,0362 km <sup>2</sup>
TALVEGUE:	350 m	0,35 km
COTA DE CRISTA:	1003 m	
COTA DE BASE:	997 m	
DESNÍVEL:	6 m	
RUNOFF:	0,65 adm	
TR:	25 Anos	



Tabela 1 - Coeficiente Runoff (DAEE)

Uso do solo ou grau de urbanização	Mín	Máx
Área totalmente urbanizada	0,5	1
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,5
Área predominantemente de plantações, pastos, etc	0,2	0,35

Tempo de concentração	Declividade
$t_c = 57 \times \left( \frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0.385}$ <p><b>t<sub>c</sub>: 8,50521 min</b></p>	$I = \frac{\Delta h}{L}$ <p>l: 0,01714 m/m l: <b>1,71429 %</b></p>
Intensidade de chuva	n
<p>i= Belo Horizonte t<sub>c</sub> = (m) T = (Anos)</p> <p><b>i= 119,781 mm/H</b></p>	<p>n: 4 I &lt; 0.5% n: 5 0.5% &lt; I &lt; 1% n: 6 1% &lt; I</p>
Vazão de projeto	Coefficiente de retardo
$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6}$ <p><b>Q: 0,7829 m³/s</b></p>	$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{100A}}$ <p><b>φ: 0,80702</b></p>
	Vazão de projeto
	<p><math>Q = 0,278 \times C \times i \times A \times \varphi</math></p> <p><b>Q: 0,63232 m³/s</b></p>

Onde:

- (Q) é a vazão de pico (m³/s);
- (C) é o coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de *runoff*, relativo ao tipo de solo;
- (i) é a intensidade da chuva de projeto (mm/h);
- (A) é a área de drenagem da bacia (km²).
- (φ) é o coeficiente de retardo (atraso da chuva para chegar ao solo devido a alguma superfície no caminho, exemplo: folhas das arvores, telhados, etc.)

### MICRO BACIA 03

A expressão que traduz o valor da vazão é:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde,

0,278 = coeficiente de homogeneização de unidades;

Q = vazão máxima, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da bacia de contribuição, em km<sup>2</sup>;

I = intensidade da chuva, em mm/h;

C = coeficiente de "run-off".

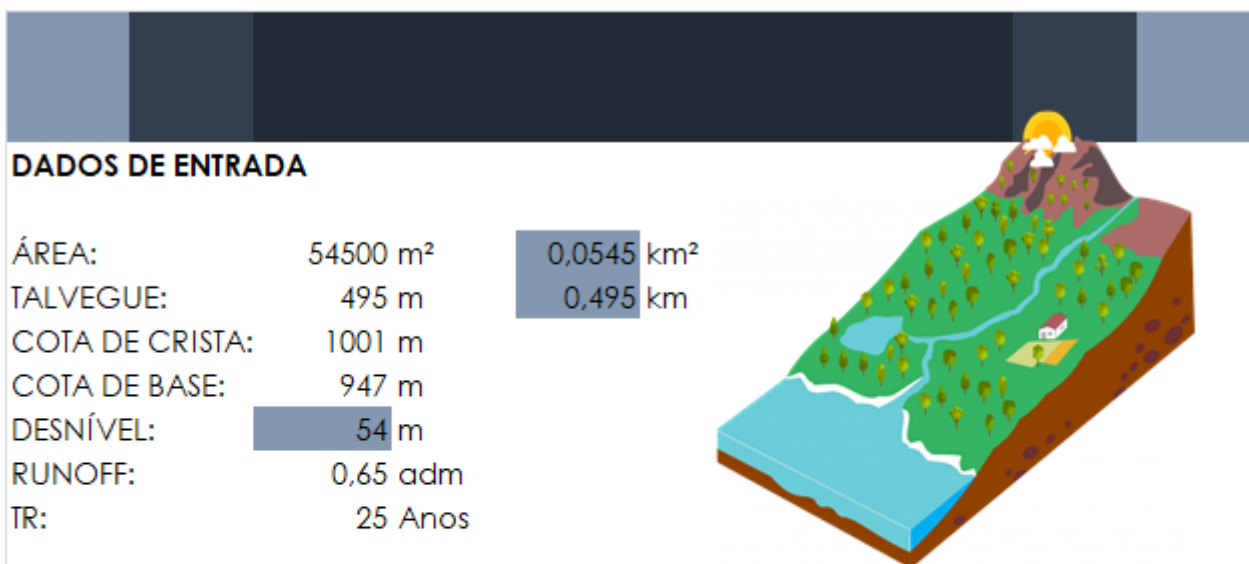


Tabela 1 - Coeficiente Runoff (DAEE)

Uso do solo ou grau de urbanização	Mín	Máx
Área totalmente urbanizada	0,5	1
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,5
Área predominantemente de plantações, pastos, etc	0,2	0,35

Tempo de concentração		Declividade	
$t_c = 57 \times \left( \frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0.385}$		$I = \frac{\Delta h}{L}$	
<b>tc: 5,44719 min</b>		l: 0,10909 m/m <b>l: 10,9091 %</b>	
Intensidade de chuva		n	
i =	Belo Horizonte	tc =	(m)
		T =	(Anos)
<b>i = 131,761 mm/H</b>		n: 4 I < 0.5% n: 5 0.5% < I < 1% n: 6 1% < I	
Vazão de projeto		Coeficiente de retardo	
$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6}$		$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{100A}}$	
<b>Q: 1,29656 m³/s</b>		<b>φ: 0,75382</b>	
		Vazão de projeto	
		$Q = 0,278 \times C \times i \times A \times \varphi$	
		<b>Q: 0,97816 m³/s</b>	

Onde:

- (Q) é a vazão de pico (m³/s);
- (C) é o coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de *runoff*, relativo ao tipo de solo;
- (i) é a intensidade da chuva de projeto (mm/h);
- (A) é a área de drenagem da bacia (km²).
- (φ) é o coeficiente de retardo (atraso da chuva para chegar ao solo devido a alguma superfície no caminho, exemplo: folhas das árvores, telhados, etc.)

## **2.9 Caixa De Detenção**

A caixa tem por objetivos principais: coletar as águas provenientes das calhas; coletar as águas provenientes das áreas situadas a montante de transposição de talvegues; coletar as águas provenientes das descidas d'água; permitir a inspeção dos condutos que por elas passam e possibilitar mudanças de diâmetro, declividade e direção de redes, ou ainda quando a um mesmo local concorre mais de uma rede.

O dimensionamento dos dispositivos segue os mesmos princípios e critérios de projeto dos dispositivos de detenção, utilizando o método de URBONAS E GLIDDEN, As formas e a geometria do reservatório ficam conforme dimensionamento. Foi prevista uma estrutura de descarga de fundo (orifício) para cada câmara, com o mesmo diâmetro, definidos a partir da vazão de pico do hidrograma de pré-urbanização para a chuva com TR 2 anos e 120 min, da altura útil do micro reservatório e com a equação geral dos orifícios.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi C_d \sqrt{2gh}}}$$

Onde:

D – Diâmetro do orifício, em metro;

Q – Vazão, em m<sup>3</sup>/s;

C<sub>d</sub> – Coeficiente de descarga, adimensional;

g – Aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>;

h – Carga hidráulica sobre o eixo do orifício (m). Esta última dependente da altura útil do dispositivo.



**MICRO BACIA 01**

**Volume de Detenção - Urbonas e Glidden (1982)**

Área de drenagem (A):	0,0152	km²		
Área de impermeabilizada (I):	60	%		
Chuva de Denver, 2h, TR 10:	47	mm		
Chuva de Denver, 2h, TR 100:	73	mm		
Chuva da cidade, 2h, TR 10:	68	mm	k:	1,4468
Chuva da cidade, 2h, TR 100:	99	mm	k:	1,3562

**Volume de detenção para 10 anos**

$$V_{10} = 304,8 \times A(0,95I - 1,90)$$

$$V_{10} = 255,28 \text{ m}^3$$

Correção para a cidade de estudo:

$$V_{10c} = V_{10} \times k_{10}$$

$$V_{10c} = 369,34 \text{ m}^3$$

Vazão efluente:

$$Q_{10} = 1,68A$$

$$Q_{10} = 0,025536 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Volume de detenção para 100 anos**

$$V_{100} = 304,8 \times A(1,78I - 0,002I^2 - 3,56)$$

$$V_{100} = 444,95 \text{ m}^3$$

Correção para a cidade de estudo:

$$V_{100c} = V_{100} \times k_{100}$$

$$V_{100c} = 603,42 \text{ m}^3$$

Vazão efluente:

$$Q_{100} = 7,00A$$

$$Q_{100} = 0,1064 \text{ m}^3/\text{s}$$

## MICRO BACIA 02

### Volume de Detenção - Urbanas e Glidden (1982)

Área de drenagem(A):	0,0362	km²		
Área de impermeabilizada (I):	45	%		
Chuva de Denver, 2h, TR 10:	47	mm		
Chuva de Denver, 2h, TR 100:	73	mm		
Chuva da cidade, 2h, TR 10:	68	mm	k:	1,4468
Chuva da cidade, 2h, TR 100:	99	mm	k:	1,3562

#### Volume de detenção para 10 anos

$$V_{10} = 304,8 \times A(0,95I - 1,90)$$

$$V_{10} = 450,73 \text{ m}^3$$

Correção para a cidade de estudo:

$$V_{10c} = V_{10} \times k_{10}$$

$$V_{10c} = 652,12 \text{ m}^3$$

Vazão efluente:

$$Q_{10} = 1,68A$$

$$Q_{10} = 0,060816 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Volume de detenção para 100 anos

$$V_{100} = 304,8 \times A(1,78I - 0,002I^2 - 3,56)$$

$$V_{100} = 799,84 \text{ m}^3$$

Correção para a cidade de estudo:

$$V_{100c} = V_{100} \times k_{100}$$

$$V_{100c} = 1084,71 \text{ m}^3$$

Vazão efluente:

$$Q_{100} = 7,00A$$

$$Q_{100} = 0,2534 \text{ m}^3/\text{s}$$

### MICRO BACIA 03

#### Volume de Detenção - Urbanas e Glidden (1982)

Área de drenagem(A):	0,0545	km <sup>2</sup>		
Área de impermeabilizada (I):	35	%		
Chuva de Denver, 2h, TR 10:	47	mm		
Chuva de Denver, 2h, TR 100:	73	mm		
Chuva da cidade, 2h, TR 10:	68	mm	k:	1,4468
Chuva da cidade, 2h, TR 100:	99	mm	k:	1,3562

#### Volume de detenção para 10 anos

$$V_{10} = 304,8 \times A(0,95I - 1,90)$$

$$V_{10} = 520,77 \text{ m}^3$$

Correção para a cidade de estudo:

$$V_{10c} = V_{10} \times k_{10}$$

$$V_{10c} = 753,46 \text{ m}^3$$

Vazão efluente:

$$Q_{10} = 1,68A$$

$$Q_{10} = 0,09156 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Volume de detenção para 100 anos

$$V_{100} = 304,8 \times A(1,78I - 0,002I^2 - 3,56)$$

$$V_{100} = 935,07 \text{ m}^3$$

Correção para a cidade de estudo:

$$V_{100c} = V_{100} \times k_{100}$$

$$V_{100c} = 1268,10 \text{ m}^3$$

Vazão efluente:

$$Q_{100} = 7,00A$$

$$Q_{100} = 0,3815 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 2.10 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E MELHORIAS PROPOSTAS

1. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL:** Recomenda-se a implementação de campanhas educacionais destinadas à conscientização ambiental entre os visitantes e colaboradores. Essas campanhas devem destacar a importância de evitar o descarte inadequado de lixo nas ruas.

2. **MANUTENÇÃO REGULAR:** É crucial estabelecer um programa de manutenção regular que compreenda a limpeza e inspeção periódica dos sistemas de drenagem. Essa atividade envolve a remoção de detritos, folhas, lixo e sedimentos que podem obstruir bueiros e redes de drenagem.

3. **FILTROS DE DETRITOS:** A instalação de filtros de detritos em bueiros e caixas de coleta é uma medida importante para impedir que materiais sólidos ingressem no sistema de drenagem. Esses filtros devem ser projetados de forma a serem facilmente removíveis e laváveis.

## 2.11 CRITÉRIOS DE LEVANTAMENTO

As coordenadas levantadas estão georreferenciadas no sistema de coordenadas UTM SIRGAS 2000. Foram feitas com base no quadrante 23S, onde é localizado a cidade de Conatgem/MG.

## 3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Trata-se de projeto de obra de micro-drenagem com dimensionamento de caixa de retenção para o projeto de implantação, tal método foi escolhido a fim de minimizar os impactos causados pelas chuvas, reduzindo o a vazão de projeto consequentemente reduzindo os impactos causados nos trechos mais a jusante.

Contagem, 06 de julho de 2023.