

## **Capítulo 178**

# **Volume de detenção na RMSP para áreas até 100ha**

## Capítulo 1787- Volume de detenção na RMSP para áreas até 100ha

### 178.1 Objetivo

O objetivo é fazer uma equação simples para estimar o volume de detenção para evitar enchentes em áreas pequenas de até 100 ha (1 Km<sup>2</sup>).

O estudo foi baseado em textos semelhantes feito pelo professor dr. Tucci, mas aplicado À Região Metropolitana de São Paulo.

Foi usado o Método Racional e a equação de intensidade de chuva de Paulo Sampaio Wilken na forma de Keifer e Chu.

A grande importância deste estudo é mostrar os conceitos de pré-desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Determinado o volume do reservatório o diâmetro do orifício é feito através da vazão de pré-desenvolvimento.

Para enchentes usam-se normalmente Tr= 25 anos ou Tr=100 anos, mas para a proteção dos cursos de água contra erosão a jusante usa-se valor de período de retorno entre 1,5 anos e 2 anos e então para simplificação usamos Tr= 2 anos que também é utilizado pela certificação de sustentabilidade chamada LEED.

### Método racional

$$Q = CIA/360$$

Q= vazão máxima (m<sup>3</sup>/s)

C= coeficiente de runoff (adimensional)

I= intensidade da precipitação (mm/h)

A= área da bacia (ha)

$$Q_n = Q/A = (CI/360) \times 1000 \text{ ( L/s x ha)}$$

#### 1) Coeficiente de escoamento

Schueler C= 0,05 + 0,009 x AI sendo AI em porcentagem

$$C = C_p + (C_i - C_p) AI$$

$$C_p = (P - 0,2S)^2 / (P + 0,8 S) \cdot (1/P)$$

$$S = 25400/CN - 254$$

$$P = I \cdot t_c$$

I= intensidade da chuva (mm/h)

t<sub>c</sub>= tempo de concentração (h)

Adotado C= 0,15 que representa segundo Tucci um valor intermediário entre os solos A, B e C do SCS.

### Hipótese assumida por Tucci-

Área retangular (comprimento é o dobro da largura) com 100ha, tempo de concentração de 1h para velocidade de 0,4m/s. Para Tr=10anos Q=23,7 L/s/ha.

Nota: a área retangular com 1km<sup>2</sup>= 100ha tem 707m de largura por 1414m de comprimento e considerando a velocidade de 0,4m/s em 1414m teremos o tempo de concentração de 0,98h que é aproximadamente t<sub>c</sub>= 1hora.

Usando Paulo S. Wilken, para cidade de São Paulo

$$I = 1747,9 \times 10^{0,181} / (t+15)^{0,89} =$$

$$I = 1747,9 \times 10^{0,181} / (60+15)^{0,89} = 56,85 \text{ mm/h}$$

$$Q = CIA/360$$

$Q/A = CI = (0,15 \times 56,55/360) \times 1000 = q_n = 23,7 \text{ L/s/ha}$  para  $Tr=10$  anos  
 Vazão específica para pré-desenvolvimento =  $23,7 \text{ L/s/ha}$   
 Denver:  $16,7 \text{ L/s/ha}$   
 Seattle  $14 \text{ L/s/ha}$

Para  $Tr=100$  anos  $q_n = 28 \text{ L/s} \times \text{ha}$

**Volume de controle**

Conforme Tucci o volume de controle para pequenas áreas, isto é,  $< 2\text{km}^2$ , Lembramos que o que estamos calculando vale somente até áreas de  $100 \text{ ha}$  ( $1 \text{ Km}^2$ ):

$$V = (Q_u - Q_n) t.$$

$V =$  volume ( $\text{m}^3$ )

$Q_n =$  vazão pré-desenvolvimento ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$t =$  duração do tempo de concentração pós-desenvolvimento (min)

$Q_u =$  vazão para pós-desenvolvimento ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$Q_u = CIA/360$

$Q_n = CIA = q_n \times A$

Sendo:  $q_n =$  taxa específica em  $\text{L/s/ha}$

$V = (Q_u - Q_n) t.$

$V = (CIA - q_n \times A) t.$

$V/A = (CI - q_n) t$

Mas  $I = a / (t + b)^d$

$V = [(C \cdot a / (t+b)^d - q_n) t$

Mas  $C = 0,15 + 0,80 AI$

$V = \{ [(0,15 + 0,80 AI) \cdot a / (t+b)^d ] - q_n \} t$

Possuímos a área impermeável  $AI$ , o valor de  $a$ , o valor de  $b$  o valor de  $d$  e de  $q_n$ . Temos duas incógnitas  $V$  e  $t$

A expressão atingirá o máximo de  $t$  quando derivá-la igualar a zero.

Usando-se a Equação de P. S. Wilken de São Paulo teremos:

$$a = 1747,9 \times Tr^{0,181} = 1747,9 \times 10^{0,181} = 2651,7$$

$C \cdot a = (0,15 + 0,8 AI) (1/360) \times 1000 \times 2651,7 = 1104,855 + 5892,56$

$t = \{ (t+15)/0,89 \} \times \{ 1 - [(23,7 \times (t+15)^{0,89}) / (1104,855 + 5892,56 \times AI)] \}$

Por tentativas para cada valor de  $AI$  variando de  $0,1$  a  $0,9$  achamos os valores de  $t$ .

Por exemplo, para  $AI=0,10$  achamos  $t_{\text{máximo}} = 29,5 \text{ min}$  e substituindo na Equação do volume achamos  $65 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Desta maneira construímos a Tabela 1 e a figura 1. Usando Análise Linear de Regressão.

$$V = 4,63 \times AI \times A \quad \text{com } R^2 = 0,997$$

$V =$  volume ( $\text{m}^3$ )

$AI =$  área impermeável (%)

$A =$  área da bacia (ha)

Para período de retorno  $Tr = 100$  anos e áreas até  $100 \text{ ha}$  para a região metropolitana de São Paulo temos:

$$V = 6,78 \times AI \times A$$

Sendo:

$V =$  volume ( $\text{m}^3$ )

AI= área impermeável (%)

A= área da bacia (ha) sendo  $A \leq 100$  ha (2 Km<sup>2</sup>)

Na Tabela (178.1) estão as equações que estimam o volume de águas pluviais a ser detido na RMSP para áreas até 100 há em função o período de retorno e da área impermeável.

**Tabela 178.1- Volume de detenção (m<sup>3</sup>) para diversos períodos de retornos válido até área de 100 ha na forma  $V= K.AI.A$  sendo AI (%) e A(ha).**

Período de retorno Tr (anos)	Vazão de pré-desenvolvimento (L/s x ha)	Coefficiente K	Volume de detenção (m <sup>3</sup> )
1	16	3,02	$V= 3,02 \times AI \times A$
2	18	3,45	$V= 3,45 \times AI \times A$
10	24	4,63	$V= 4,63 \times AI \times A$
25	28	5,42	$V= 5,42 \times AI \times A$
100	36	6,78	$V= 6,78 \times AI \times A$

**Exemplo 178.1:** fazer o pré-dimensionamento de um reservatório de detenção para uma área de 100 ha com AI= 70% e período de retorno de 25 anos.

$$V= 5,42 \times AI \times A$$

$$V= 5,42 \times 70 \times 50= 18.970 \text{ m}^3$$

Vazão de pré-desenvolvimento que sairá pelo orifício= 28 L/s x ha x 100= 2800 L/s= 2,8 m<sup>3</sup>/s