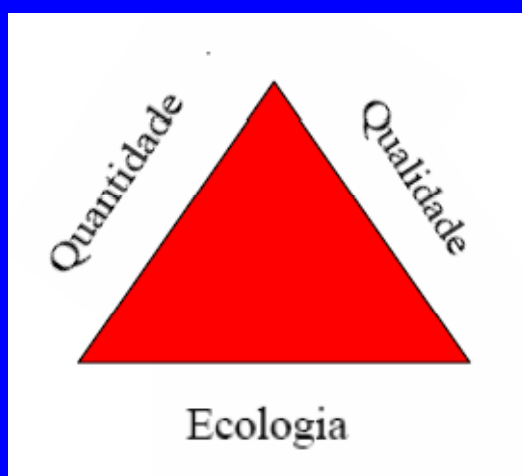


Reservatório de detenção estendido

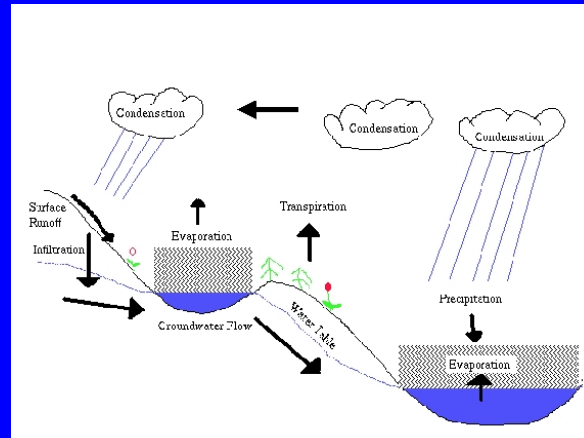
(enchentes + melhoria da qualidade das águas pluviais)

Triângulo do manejo de águas pluviais



Ciclo hidrológico natural

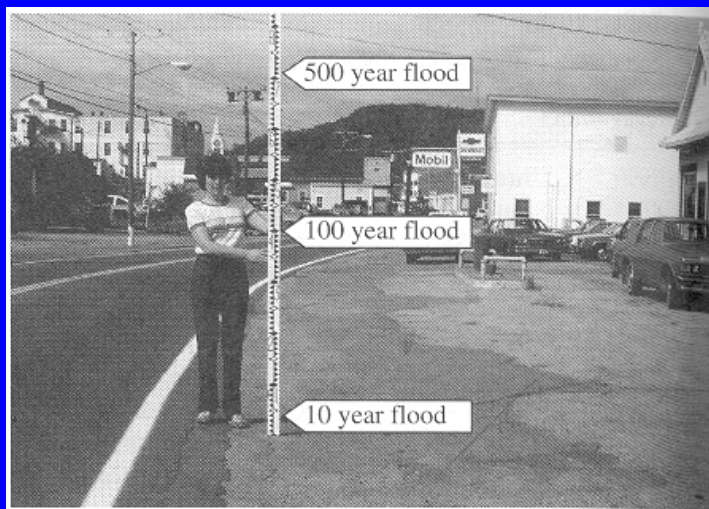
(voltar ao ciclo hidrológico natural; Gênesis 1:7)



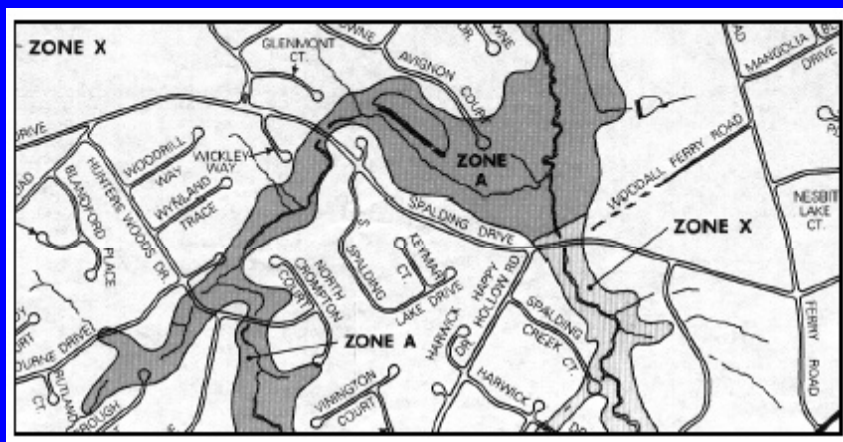
Período de retorno

- É o período de tempo em que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez.
- Galerias de águas pluviais ≥ 25 anos
- Piscinões dentro do terreno: 25anos
- Rios, córregos e canais : $Tr=100$ anos
- Bueiros: 100anos
- Piscinões públicos: 100anos

Níveis de enchentes

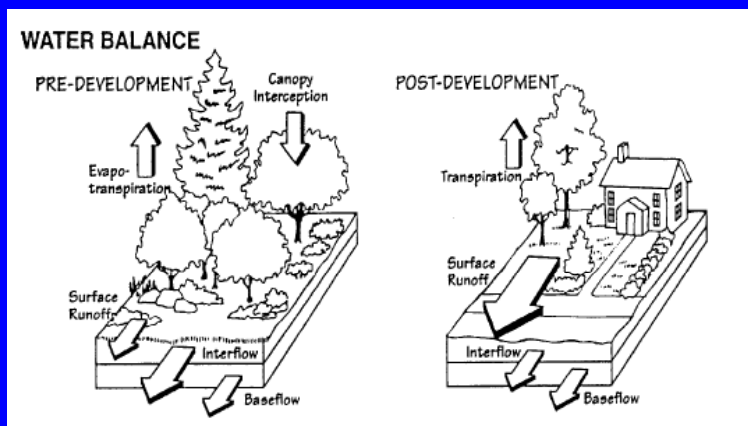


Mapa com a inundação chuva de 100anos



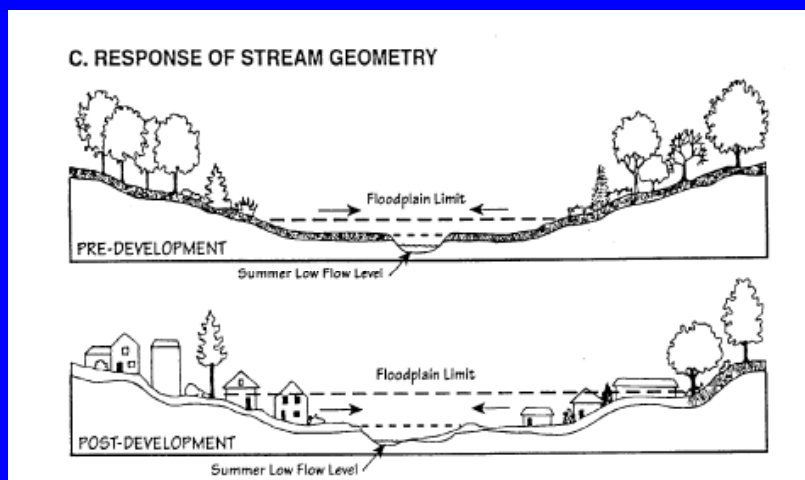
Balanço hídrico: pré e pós desenvolvimento

Teoria do Impacto Zero
Quantidade



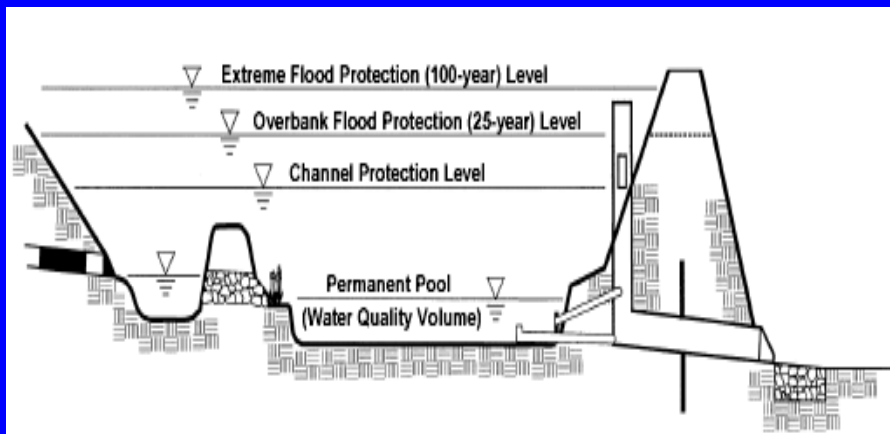
Áreas de inundação

pré e pós desenvolvimento
Quantidade

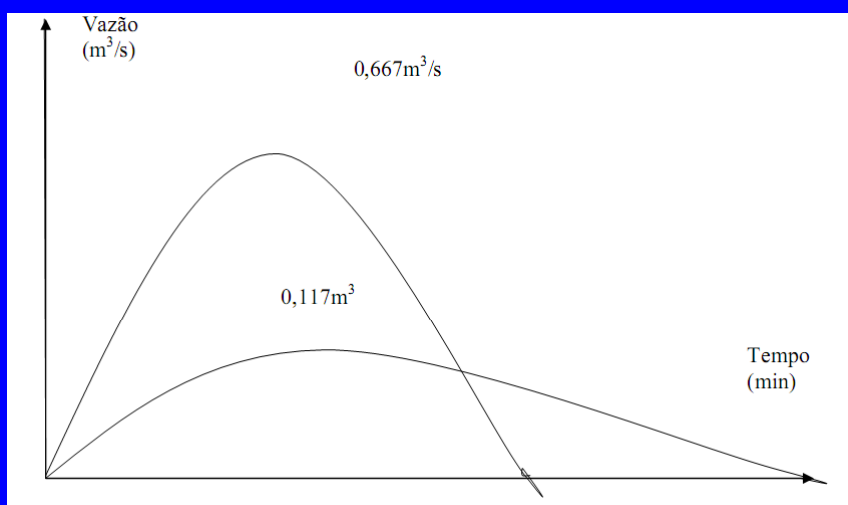


Melhoria da qualidade das águas pluviais

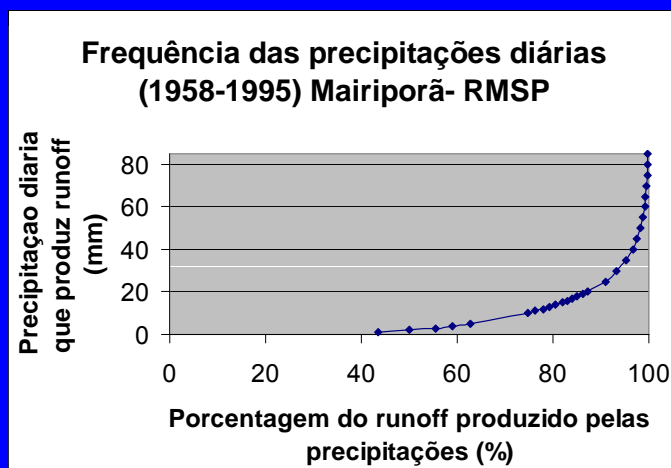
Quantidade + qualidade + proteção de erosão a jusante
Livro: Critério Unificado



O que queremos para enchente



BMP
Teoria do first flush
(90% reduzirá 80% do TSS)
P=25mm



BMP
**Volume de reservatório (WQ_v) para melhoria
da qualidade das águas pluviais**
Schueler

$$R_v = 0,05 + 0,009 \cdot AI$$

$$WQ_v = (P/1000) \cdot R_v \cdot A$$

Sendo:

WQ_v = volume para melhoria da qualidade das águas pluviais (m³);

R_v = coeficiente de escoamento volumétrico;

A = área da bacia (m²);

AI = área impermeável (%) e

P = *first flush* ou carga de lavagem = 25mm de precipitação.

BMP

Exemplo: melhoria da qualidade das águas pluviais

- $AI = 60\%$ $A = 3\text{ha}$
- $P = 25\text{mm}$
- $R_v = 0,05 + 0,009 \times AI = 0,59$
- $WQ_v = (P/1000) \times R_v \times A$

- $WQ_v = (25/1000) \times 0,59 \times 3 \times 10000\text{m}^2 = 443 \text{ m}^3$

Reservatório de retenção estendido



Extended Detention Basin - empty.



Extended Detention Basin - full.

Reservatório de detenção estendido:
quantidade + qualidade



Reservatório de detenção estendido



Reservatório de detenção estendido (enchente+melhoria da qualidade das águas pluviais)



Reservatório de detenção estendido



Reservatório de detenção estendido



Exemplo

- Area = 3ha = 30.000m²
- Área impermeável=AI= 60%
- Declividade média do talvegue= 0,03m/m
- Comprimento do talvegue= 260m

Tempo de concentração t_c

- Pré desenvolvimento= $t_{c_{pré}} = 34\text{min}$
- Pós-desenvolvimento= $t_{c_{pós}} = 18\text{min}$

Método Racional exemplo ate 3km^2

- **$Q = C \cdot I \cdot A / 360$**
- Q= vazão de pico (m^3/s)
- C=coeficiente de runoff
- I= intensidade da chuva (mm/h) para
- Tr = 25anos com determinado t_c
- A = área da bacia (ha)

Reservatório de detenção

(Método Racional: até 3km²)

- **$V = 0,5 \times (Q_{\text{pós}} - Q_{\text{pré}}) t_b \times 60$**
- Sendo:
- V= volume de detenção (m³)
- $Q_{\text{pós}}$ = vazão de pico no pós-desenvolvimento (m³/s)
- $Q_{\text{pré}}$ = vazão de pico no pré-desenvolvimento (m³/s)
- t_c = tempo de concentração no pós desenvolvimento (min)
- $t_b = 3 \times t_c$

Estruturas de saída: vertedor retangular

- Vertedor retangular (soleira espessa)
- **$Q = 1,55 \cdot L \cdot H^{1,5}$**
- Sendo:
- Q= vazão (m³/s)
- L= largura do vertedor (m)
- H= altura do vertedor a contar da soleira (m)

Estrutura de saída: Orifício

- **$Q = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$**
- Sendo:
- Q= vazão (m³/s)
- Cd=0,62 (coeficiente de descarga)
- A= área do orifício m² (circular ou quadrado)
- g= 9,81m/s²
- h= altura média da lâmina de água em relação ao eixo da tubulação (m)

Volume de detenção pelo método Racional

- Pelo método racional o volume de detenção será:
 - **$V_s = 0,5 \times (Q_{pós} - Q_{pré}) \times t_b \times 60$**
 - **$t_b = 3 \times t_{c_{pos}} = 3 \times 18 \text{min} = 54 \text{ min}$**
 - $Q_{pré} = 0,117 \text{m}^3/\text{s}$ $Q_{pós} = 0,667 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Tr=25anos
 - **$V_s = 0,5 \times (Q_{pós} - Q_{pré}) \times t_b$**
 - $V_s = 0,5 \times (0,667 - 0,117) \times 54 \times 60 = 894 \text{m}^3$

Lei 12.526/07 Estado de São Paulo (lei das piscininhas)

- $V=0,15 \times A_i \times IP \times t$
- Sendo:
- $V=$ volume em m^3
- $A_i=$ área impermeável em m^2
- $IP=$ índice pluviométrico $=0,06m/h$
- $t=$ tempo de duração da chuva $=1h$
- $V=0,15 \times A_i \times IP \times t$
- $V=0,15 \times (30.000 \times 0,60) \times 0,06 \times 1 = 162m^3$

Escolha do volume

- Melhoria da qualidade das águas pluviais
- $WQ_v = 443 m^3$
- Enchentes
- Piscininha São Paulo = $V=162m^3$
- Enchente $Tr=25$ anos $V= 894m^3$

Dimensões do reservatório de retenção estendido para enchente

- Dimensões de V_s
- Profundidade adotada = 1,60m
- Área = Volume/altura=894/1,60=559m²
- $W = (559/2)^{0.5} = 16,72\text{m}$ (largura)
- $L = 2 \times W = 2 \times 16,72 = 33,44\text{m}$ (comprimento)
- Portanto, o reservatório terá 16,72 de largura por 33,44m de comprimento e altura do nível de água de 1,60m, somente para enchente $T_r=25\text{anos}$
-

Dimensões do reservatório de retenção estendido para melhoria da qualidade

- Área secção transversal = 559m²
- Volume $WQ_v=443\text{m}^3$
- Área = Volume/altura=443/ 559=0,80m
-

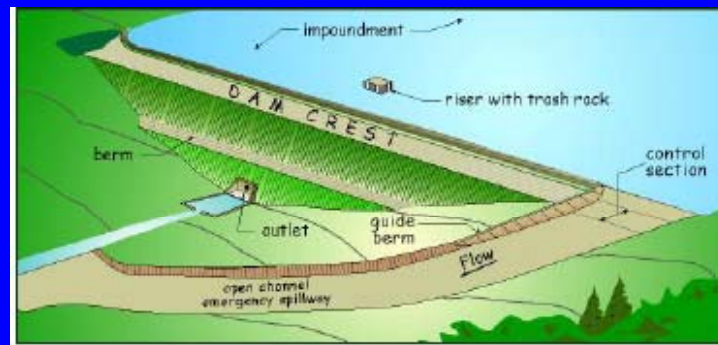
Diâmetro do orifício para WQv

- Para esvaziar em 24h (86.400s) termos:
- $Q_e = V_s / 86400 = 443\text{m}^3 / 86.400\text{s} = 0,0051\text{m}^3/\text{s}$
 - $Q = C_d \times A_o \times (2gh)^{0,5}$
- $h = 0,80\text{m} / 2 = 0,40$
- $0,0051 = 0,62 \times A_o \times (2 \times 9,81 \times 0,40)^{0,5}$
- $A_o = 0,0029\text{m}^2$
- Mas $A_o = \text{PI} \times D^2 / 4$
- $D = (A_o \times 4 / \text{PI})^{0,5} =$
- $D = (0,0029 \times 4 / 3,1416)^{0,5} = 0,06\text{m}$
- Adoto $D = 0,075\text{m}$ OK

Diâmetro do orifício para enchente de Tr=25anos

- Para esvaziar em 24h (86.400s) termos:
- $Q_{\text{pré}} = 0,117\text{m}^3/\text{s}$
 - $Q = C_d \times A_o \times (2gh)^{0,5}$
- $V_{\text{tr}} = 25\text{anos}$
- $H = 1,60$
- $Q = C_d \times A_o \times (2gh)^{0,5}$
- $0,117 = 0,62 \times A_o \times (2 \times 9,81 \times 1,6)^{0,5}$
- $D = 0,21\text{m}$ Adoto $D = 0,20\text{m}$

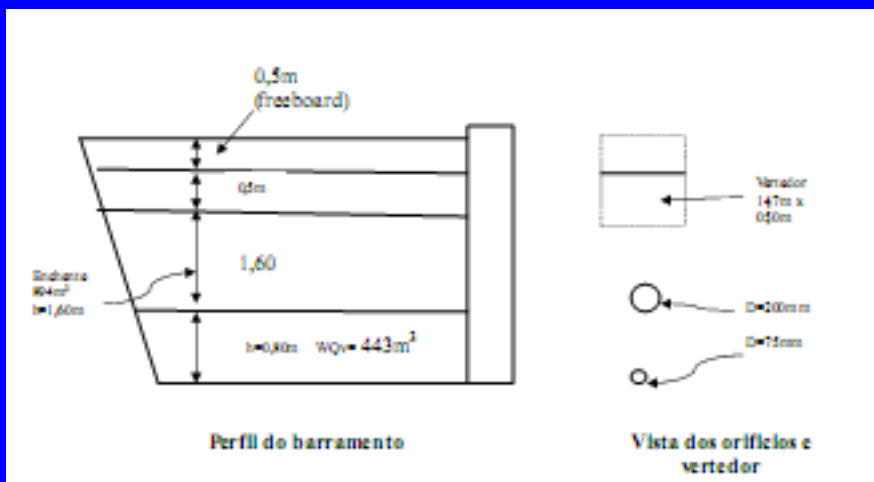
Período de retorno de vertedor de barragem



Dimensionamento do vertedor retangular para $T_r=100$ anos

- $Q_{100}=0,81\text{m}^3/\text{s}$
- $Q= 1,55 \times L \times H^{1,5}$
- Adoto $H=0,50\text{m}$ de altura
- $L=Q/ (1,55 \times H^{1,5})= 0,81/ (1,55 \times 0,50^{1,5})= 1,47\text{m}$

Reservatório de detenção estendido



Livros digitais, textos, leis etc free

- [http:// www.pliniotomaz.com.br](http://www.pliniotomaz.com.br)
- E-mail: pliniotomaz@uol.com.br

CDHU

Uso racional da água em habitação de interesse social

**Muito obrigado !
12 de agosto de 2010**

**pliniotomaz@uol.com.br
engenheiro civil Plínio Tomaz**