

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental  
PHA 2537 – Água em Ambientes Urbanos

## MICRODRENAGEM - Parte 3

Prof. Dr. Joaquin Ignacio Bonnacarrère

Aula 5

### Objetivos da Aula

- Diretrizes de Projeto de Galerias
- Modelos de Cálculo para Projetos de Elementos de Microdrenagem.
- Exercício prático: Projeto de Sarjetas e bocas de lobo

## Galerias

São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.



## Galerias



## Galerias

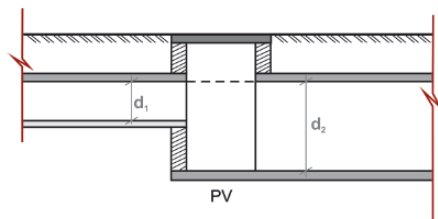


### Galerias – Diretrizes de Cálculo

- **Escoamento em regime permanente uniforme**
- canais circulares: escoamento em plena seção
- seção retangular: borda livre  $\geq 10$  cm
- velocidades limites: Concreto  $0,6 \leq V \leq 5,0$  m/s
- $D \geq 30$  cm comercial: 40, 60, 80, 100 e 120 cm
- $D > 120$  cm: galeria em paralelo, retangular ou quadrada
- declividade da galeria deve acompanhar a declividade do terreno, minimizando os custos de escavação

## Galerias – Diretrizes de Cálculo

- nas mudanças de diâmetro, as geratrizes superiores das galerias devem estar alinhadas



- NUNCA diminuir as seções à jusante
- recobrimento mínimo de 1,0 m. Caso contrário, devem ser dimensionadas do aspecto estrutural.

## Diretrizes de Traçado

- Considerar as oportunidades de drenagem dadas pelo relevo, topografia, vias públicas, parques e áreas de lazer
- Analisar as interferências da drenagem com o tráfego
- Verificar as facilidades construtivas, regimes de escoamento, manutenção e limpeza futuras
- Projetar as galerias sob as calçadas para reduzir custos de instalação e manutenção
- Utilizar caixas de passagem quando tecnicamente possível

## Dimensionamento das Galerias

- Dados de Entrada:
  - nome da rua
  - trecho: nome da rua a montante e a jusante
  - cotas de montante  $C_0$  e de jusante do trecho  $C_1$
  - comprimento do trecho  $L$
  - declividade da sarjeta no trecho  $I = (C_0 - C_1) / L$
  - coef. de deflúvio  $C$  da sub-bacia contribuinte ao trecho
  - área de drenagem da sub-bacia contribuinte ao trecho
  - tempo de concentração do ponto a montante do trecho
  - curva ou equação de chuvas intensas (IDF)

## Dimensionamento das Galerias

- Cálculo das Vazões:
  - produto área de drenagem  $A$  e coef.  $C$
  - somatório dos produtos  $A \times C$
  - tempo de concentração até a extremidade de montante do trecho = função da declividade
  - intensidade da precipitação  $i$  com duração igual ao tempo de concentração, a partir da curva IDF

- vazão de projeto método racional  $Q = C \cdot i \cdot A$ 
  - $Q = C \cdot i \text{ (mm/h)} \cdot A \text{ (km}^2) / 3,6$

## Dimensionamento das Galerias

➤ Cálculo da Geometria:

➤ diâmetro da galeria

➤ fórmula de Manning: 
$$D = 1,55 \left[ \frac{n \cdot Q}{\sqrt{I}} \right]^{\frac{3}{8}}$$

➤ velocidade do escoamento a seção plena

$$V_{plena} = 0,397 D^{2/3} \cdot \frac{\sqrt{I}}{n}$$

➤ tempo de percurso no trecho

$$t_p = \frac{L}{60 \cdot V_{plena}}$$

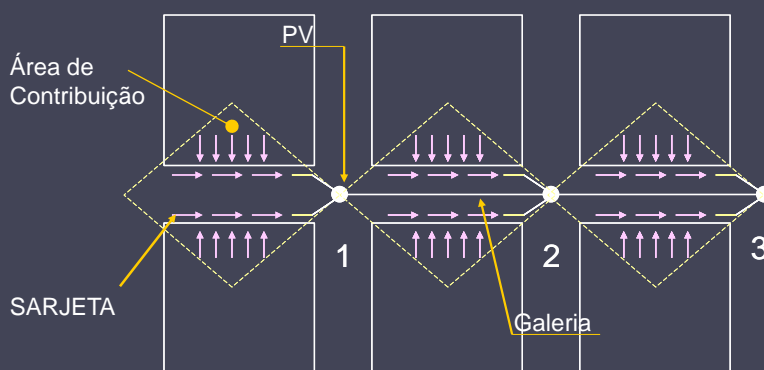
➤ vazão a seção plena = área da seção de escoamento x velocidade a seção plena

## Dimensionamento das Galerias

### Sequência de Cálculo de Galerias

Realizado a cada trecho de montante para jusante:

1 ⇒ 2 ⇒ 3

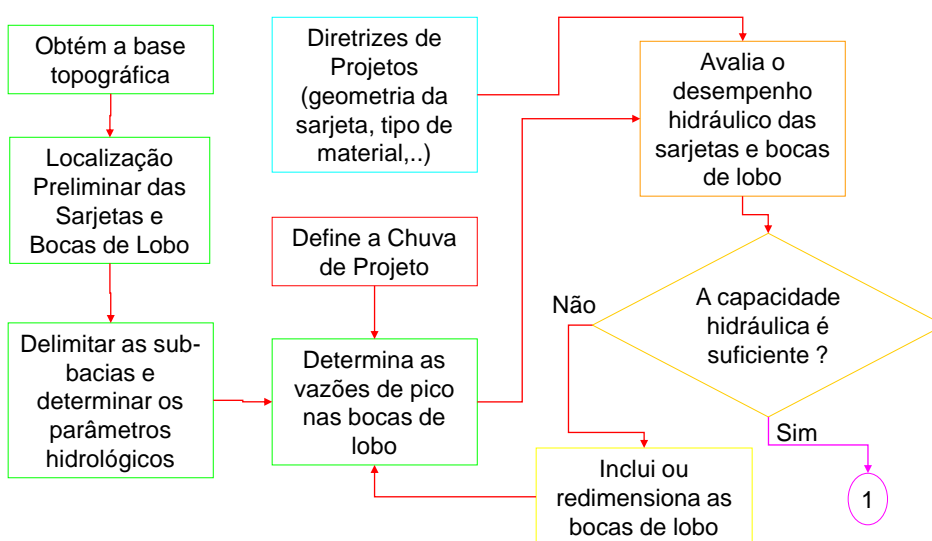


## Poço de visita– Diretrizes de Cálculo

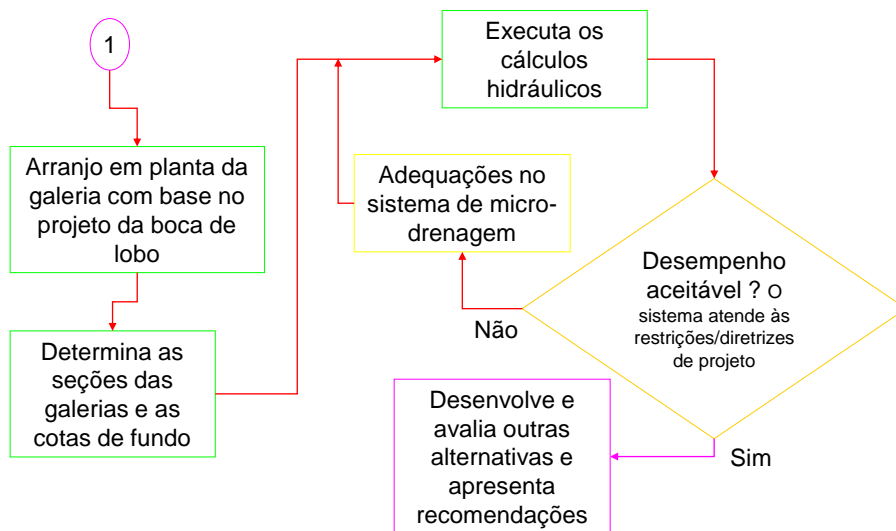
- utilizados para manutenção e/ou inspeção
- localizados em:
  - mudanças de direção (em planta)
  - mudanças de declividade
  - junções de galerias
  - mudanças de seção
- distâncias máximas estabelecidas por norma (exemplo):

Diâmetro da Galeria	Distância Máxima (m)
300 a 600 mm	90
675 a 900 mm	125
1.050 a 1.350 mm	150
1.500 ou maior	300

## Sequência do Projeto de Microdrenagem



## Sequência do Projeto de Microdrenagem



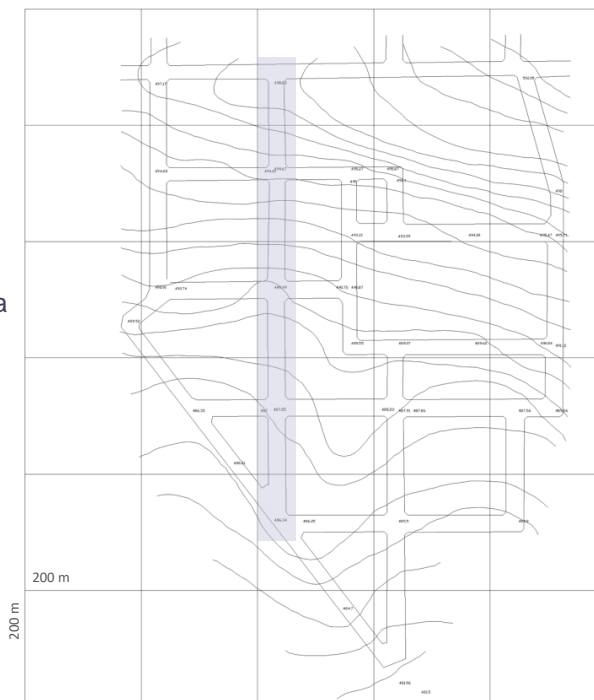
## AULA PRÁTICA

### Dimensionamento do sistema de microdrenagem – PARTE I



## Dimensionamento Sarjeta e BLs

- Traçar o sentido do escoamento
- Dimensionar o sistema de microdrenagem do trecho destacado:
  - Sarjetas
  - Boca-de-lobos



## Dimensionamento - Sarjeta e BLs

Trecho	Comprimento	Declividade	Área Parcial	Área Acum	C	Tc	i	Qm	Qj	Capac Sarjeta	Nº de BL's	Capac BL	Q não capt	Vel M	Vel J	y M	y J
	m	m/m	ha	ha		min	mm/hora	m³/s	m³/s	m³/s		m³/s	m³/s	m/s	m/s	m	m

### ➤ Dados:

- Cotas
- Arruamento
- Largura via 10 m e da sarjeta 45cm
- Z = 16
- I sarjeta = 0,02 m/m
- IDF  $i = \frac{57,7 \cdot T^{0,172}}{(t + 22)^{1,025}}$  Tr = 2 anos
- C (área residencial) = 0,50
- Rugosidade de Manning n = 0,017
- Dimensão da BL → L = 1,00 m

Trecho	Comprimento	Declividade	Área Parcial	Área Acum	C	Tc	i	Qm	Qj	Capac Sarjeta	Nº de BL's	Capac BL	Q não capt	Vel M	Vel J	y M	y J
	m	m/m	ha	ha		min	mm/hora	m³/s	m³/s	m³/s		m³/s	m³/s	m/s	m/s	m	m

**Vazão de Projeto: Método Racional**

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

**Lâmina teórica:**

$$y_0 = \left( \frac{Q}{0,375} \cdot \sqrt{I} \cdot \left( \frac{z}{n} \right) \right)^{3/8}$$

**Capacidade da sarjeta:**

$$Q_{\text{projeto}} = FR \cdot Q_0$$

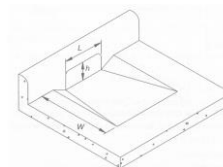
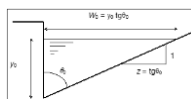
$$Q_0 = 0,375 y_0^{8/3} \left( \frac{z}{n} \right) \sqrt{I}$$

**Velocidade escoamento:**

$$v = \frac{Q}{A} \quad \begin{array}{l} A = (y_0 \cdot W_0) / 2 \\ W = z \cdot y_0 \end{array}$$

**Capacidade da BL (Q captada):**

$$Q = 1,703 L y^{3/2}$$



## Dimensionamento - Rede

Trecho	Dados do terreno			Resultados da sarjeta		Dados do Trecho a Jusante				Dimensionamento					
	C.M	C.J	Distância (m)	FR	Qadm máx. (m³/s)	Q (m³/s)	Q adm. (m³/s)	Declividade (m/m)	Galeria	Declividade da Galeria	Diâmetro real (mm)	Diâmetro comercial (mm)	Velocidade de plena (m/s)	Comprimento da Galeria (m)	Tp Galeria

➤ vazão de projeto método racional

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad (\text{mm/h}) \cdot A (\text{km}^2) / 3,6$$

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

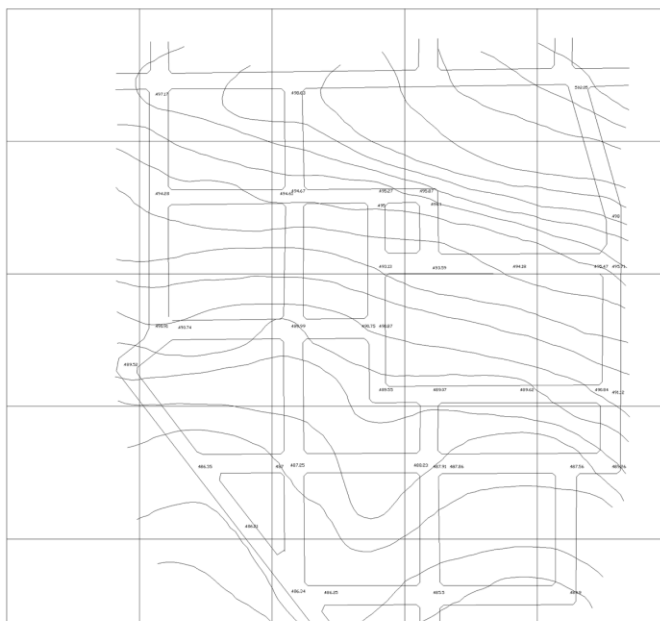
➤ Diâmetro da galeria  $D = 1,55 \left[ \frac{n \cdot Q}{\sqrt{I}} \right]^{3/8}$

➤ velocidade do escoamento a seção plena

$$V_{\text{plena}} = 0,397 D^{2/3} \cdot \frac{\sqrt{I}}{n}$$

➤ tempo de percurso no trecho

$$tp = \frac{L}{60 \cdot V_{\text{plena}}}$$



## Quiz

1/3

**A chuva de projeto do sistema de micro-drenagem é definida**

- a) Através da máxima precipitação histórica anual observada na bacia
- b) O risco admitido no projeto de acordo com o tipo de via
- c) Do plano de macro-drenagem feito para a bacia



Quiz

2/3

**A capacidade de escoamento das sarjetas depende**

- a) Da largura máxima de inundação admitida na via
- b) Da velocidade máxima do escoamento admissível na sarjeta
- c) Das duas anteriores



Quiz

3/3

**No dimensionamento das galerias se considera:**

- a) O escoamento em regime uniforme
- b) Uma profundidade mínima para o escoamento
- c) A perda da capacidade em função de assoreamento e lixo.