

DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE DRENAGEM URBANA EM REGIME GRADUALMENTE VARIADO

Eng.º Hypérides Pereira de Macedo(1)
Eng.º Ernesto da Silva Pitombeira(2)

(*)

I – INTRODUÇÃO

As obras de drenagem de superfície livre mais especificamente os canais, quando funcionando em regime fluvial ($Fr < 1$), nem sempre devem ser dimensionados pelo princípio do movimento permanente uniforme. Quando o trecho em estudo se situa a montante de uma obra de confluência com o tributário receptor, que poderá ser uma entrega livre ou uma galeria pluvial, o nível do canal será influenciado pela condição de escoamento da obra.

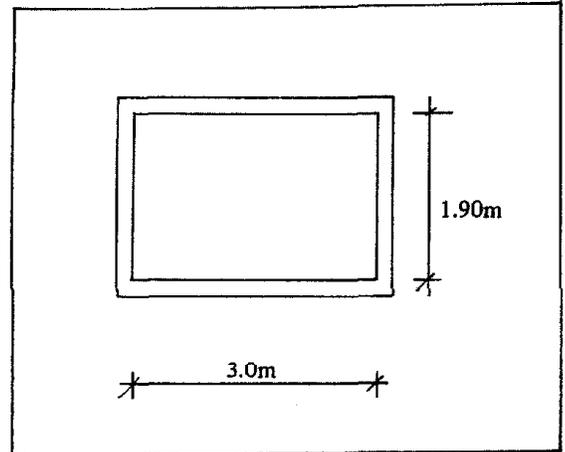
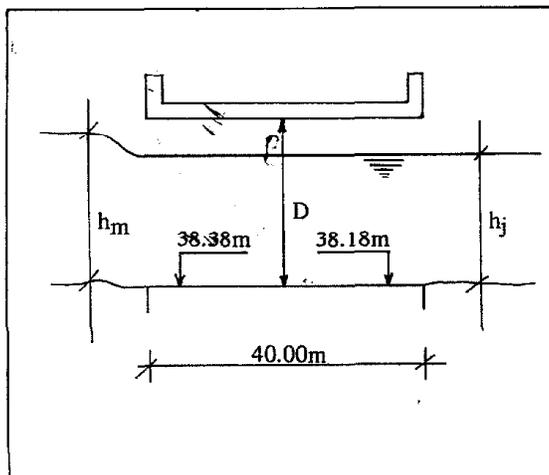
Há também o caso das obras de transposição dos canais sob as vias urbanas, mais especificamente os Bueiros onde as suas características hidráulicas e seu modo de funcionamento podem influenciar a linha d'água do canal do trecho de montante.

O presente trabalho apresenta o cálculo de um canal drenagem pluvial que desemboca num dreno natural através de um Bueiro. Como exemplo deste caso, vejamos o estudo da superfície líquida de um canal visando definir o nível de proteção de cheia da pista de rolamento da via pública. Tal estudo é parte do Projeto de Drenagem da Lagoa do Opaia, e prende-se tão somente ao dimensionamento do canal no eixo da Avenida até o Bueiro situado na Av. Borges de Melo.

II – HIPÓTESE DE FUNCIONAMENTO DO BUEIRO

Bibl. 1, 2, 3.

As condições de jusante, mesmo na hipótese de construído um canal futuramente não permitirão um funcionamento afogado na saída. Por outro lado a altura d'água no seu interior condiciona um escoamento de superfície livre. A descarga para uma cheia de 25 anos de recorrência não propicia condições para entrada afogada, pois h_m (altura de montante) $< 1.5 D$, sendo $D = 1.9$, segundo $H^* = 1.5 D$. Isto posto, o Bueiro funciona como um canal que liga dois reservatórios, no caso, representados pelos trechos montante e jusante do canal, embora o regime ainda seja fluvial.



Na presente situação a perda na entrada do Bueiro poderá ser estimada em:

$$\Delta H = 0.077 \times Q^2 \left(\frac{1}{S_b^2} - \frac{1}{S_c^2} \right)$$

S_b : Seção no bueiro (m^2)

S_c : Seção no canal (m^2)

Q : Descarga (m^3/s)

$$\Delta H \cong 0.10m$$

A altura "h" do bueiro foi determinada por Manning.

$$Q = \frac{1}{n} S_n R^{2/3} I^{1/2}$$

$$h = 1.15m \quad h_m = 1.15 + 0.10 = 1.25m$$

Nível d'água a montante:

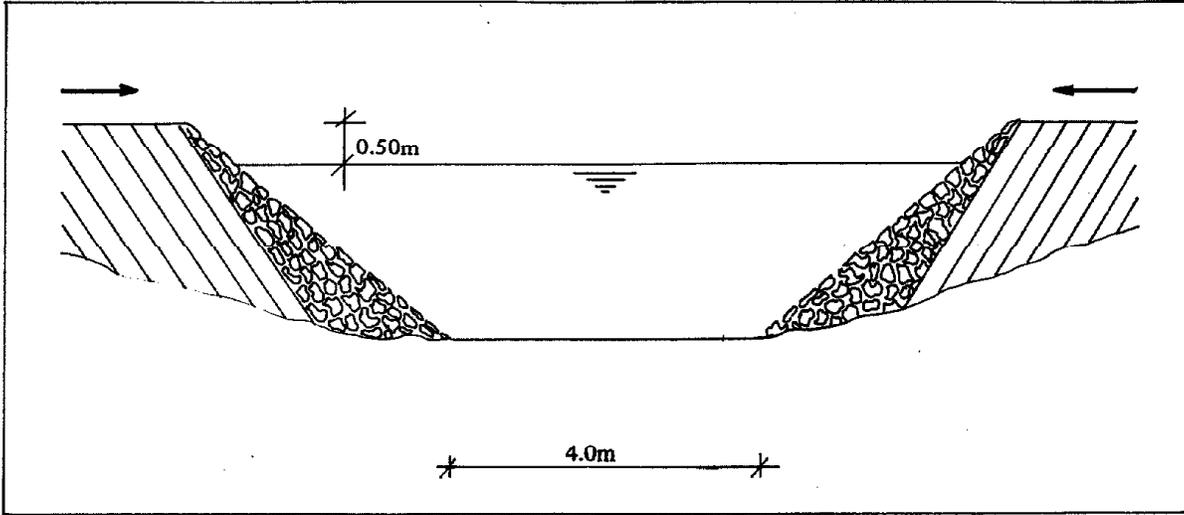
$N_{am} = 38.38 + 1.25 = 39.63m$ que será a cota base para o cálculo da linha d'água do canal em regime gradualmente variado.

III – DIMENSIONAMENTO DO CANAL

Bibl.: 3, 4, 5 e 6

Conforme recomendação da EMURF, a avenida deverá no seu canteiro central, onde será localizado o leito do canal, apresentar uma largura máxima de 7m a 8m. Além do mais esta avenida será localizada num leito de uma depressão muito larga e bem plana, necessitando para isso de uma seção confinada para o canal, pois não existe uma caixa natural e preferencial para o córrego. Por outro lado, o nível do canteiro de proteção da avenida, inclusive a cota das pistas de rolamento, deverão ser as mais baixas possíveis evitando uma dispendiosa e desnecessária terraplenagem. Isto obriga a que a lâmina do canal seja a menor possível.

Dentro destas condições foi estabelecida uma largura de fundo de 4.0m e talude 3/2 (natural c/revestimento de pedra solta)



IV – CÁLCULO DA LINHA D'ÁGUA DO CANAL

Bibl.: 3

O estudo da linha d'água do canal se faz necessário, visando definir o nível do passeio da avenida ou seu nível de segurança.

A linha d'água deste canal será influenciada pelas condições do Bueiro da avenida Borges de Melo. Portanto o canal deve ser dimensionado segundo o conceito do movimento gradualmente variado.

$$\frac{ds}{dh} = \frac{1 - \frac{Q^2 L}{g S^3}}{I - J}$$

s: desenvolvimento do canal a partir de uma seção inicial.

h: altura d'água

Q: vazão

L: largura superficial

S: seção molhada

I: declividade do canal

J: perda de energia unitária.

Na prática vários métodos são utilizados. Em nosso estudo optamos pelo método de Pavlovsky.

Método de Pavlovsky

Bibl.: 7

O método consiste:

- Dividir o canal em trechos homogêneos do ponto de vista de seção.
- Traçar a seção média de cada trecho, que no caso específico deste canal poderá ser considerada constante pois o terreno de fundo sendo plano, em sua largura, a seção de projeto é necessariamente confinada. Isto porque a faixa ocupada pelo canal não poderá ultrapassar 8m de largura sob pena de comprometer a dimensão da avenida, conforme imposição urbanística.
- Calcular os valores dos módulos de resistências dos trechos, para diferentes cotas do plano d'água.

$$F = \frac{L}{(KSR^{2/3})^2} = \frac{L}{D^2}$$

F = módulo de resistência

L = extensão do trecho em metros

K = coeficiente de rugosidade de Manning

S = seção molhada (m²)

R = raio hidráulico (em m)

D = debitância da seção

- Construir as curvas características dos trechos:

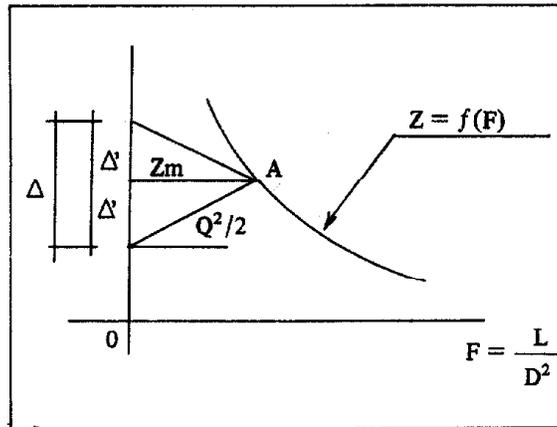
Procedimento:

- A cota do plano d'água a jusante Z₁, é conhecida
- A cota do plano d'água a montante Z₂, é desconhecida

A partir de Z₁, traça-se no gráfico uma reta de declividade $\frac{Q^2}{2}$. O ponto de interseção desta reta "A"

c/a curva Z = f(F) permite obter Δ', Δ e Z₂.

Repetindo a construção em todos os trechos, determina-se a posição da linha d'água em todo perfil do canal.

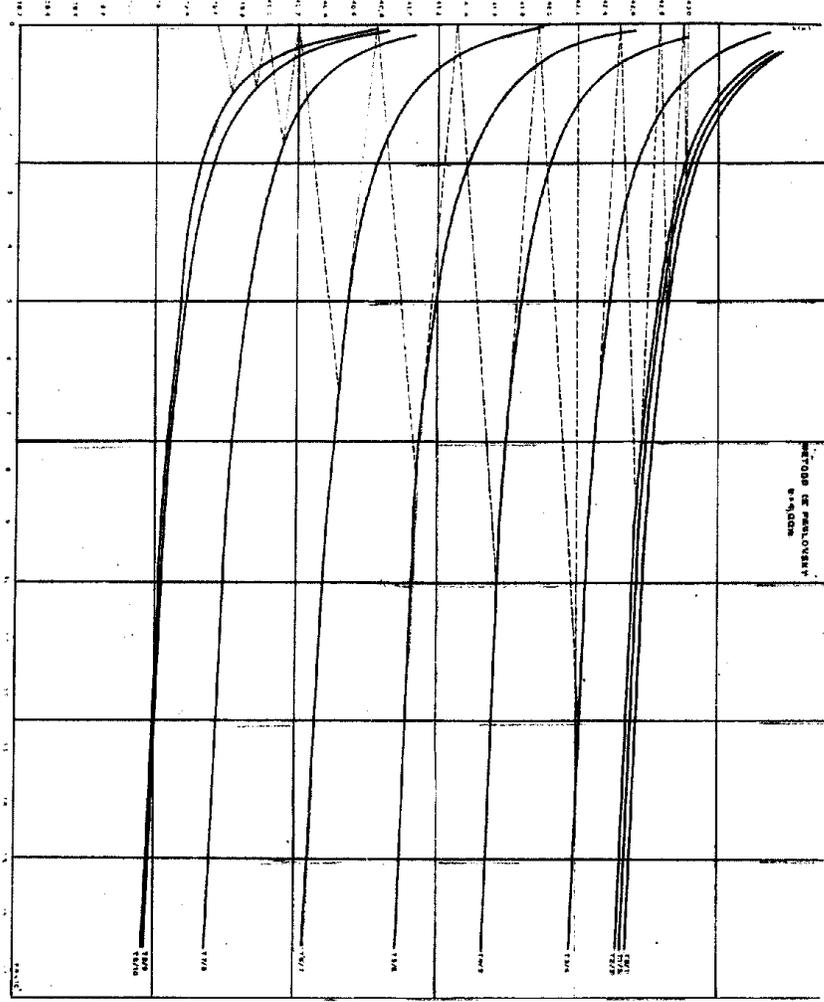


A perda de carga no trecho Δ, é igual a I médio x L. Ora, a partir da Manning pede-se:

$$I_{\text{médio}} = \frac{Q^2}{D^2}$$

$$\Delta = \frac{Q^2}{D^2_{\text{médio}}} \times L = Q^2 \times \frac{L}{D^2_{\text{médio}}} = Q^2 \times F_{\text{médio}}$$

$$\Delta' = \frac{\Delta}{2} = \frac{Q^2}{2} \times F_{\text{médio}}$$



V - BIBLIOGRAFIA:

- 1) LINSLEY, R.K., H.A. Kottler, and J.L.H. Paulhus: "Applied Hydrology", McGraw-Hill, New York, 1949.
- 2) LINSLEY, R.K., and J.B. Franzini, "Water-Resources Engineering", McGraw-Hill, New York, 1964.
- 3) CHOW, VEN TE, "Open-Channel Hydraulics", McGraw-Hill, New York, 1959.
- 4) SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES TECHNIQUES HYDRO-AGRICOLES (Sogetha). Techniques Rurales en Afrique, Tome 4 Paris. 1969.

- 5) Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente. Projeto de Sistemas de Galerias Pluviais. CE - TESSB, São Paulo. 1976.
- 6) Plano Diretor de Drenagem - Região Metropolitana de Fortaleza - AUMEF - Fortaleza, 1978.
- 7) M.D. Chertousov: "Gidravlika: Spetsialnykurs" (Hydraulics: Special Course), Gosenergoizdat, Moscow, 1957.

(1)	Prof. da Cadeira de Hidráulica Aplicada da Unifor e Diretor da AGUASOLOS.
(2)	Prof. da Cadeira de Hidráulica Aplicada da Unifor e Diretor da AGUASOLOS.
(*)	Colaboração do Eng.º Dorian Ponte Lima da AGUASOLOS.