

## Função Hidráulica das Seções Estranguladas de Obras D'arte na Estimativa de Cheias Observadas.

Eng<sup>o</sup> Civil Hypérides Pereira de Macedo (1)  
Eng<sup>o</sup> Civil Dorian Ponte Lima (2)

*O trabalho em questão objetiva fornecer mais um parâmetro importante no estudo de cheia de projeto com base nas características hidráulicas do escoamento em obras de controle com seções estranguladas. Desde que atendidas as condições de regime crítico na obra de transposição de um canal, por exemplo, é possível que uma enchente observada seja determinada a partir de uma função hidráulica, fornecendo ao Engenheiro mais uma importante informação para teste dos resultados das expressões hidrológicas.*

### **Apresentação**

O procedimento mais comum no estudo das cheias dos projetos hídricos, em áreas carentes de dados hidrológicos, é o uso de expressões racionais cujos resultados podem variar em função dos valores atribuídos aos elementos da fórmula aplicada. Em alguns casos, no entanto, o aspecto hidrológico poderá ser verificado mais objetivamente com o auxílio de algumas funções hidráulicas características.

É importante considerar que é fato bastante comum, principalmente nos sistemas de drenagem urbana, a existência de obras de transposição como pontes, pontilhões, bueiros etc, que estrangulam os canais e em muitos casos, o escoamento na seção crítica pode ser considerado de superfície livre. Neste caso, se o exame das condições do canal no trecho à montante e jusante da obra e da seção da mesma, permitir a conclusão de que há um ponto crítico no escoamento, a vazão poderá ser estimada a partir do princípio da energia específica (Fig. 1). O cálculo da cheia se torna possível, desde que exista alguma marca observada do nível da enchente.

A hipótese do regime crítico quando verdadeira, pode ser comprovada graficamente, combinando as duas curvas de energias específicas na obra e a montante desta.

---

(1) Professor Titular de Hidráulica Aplicada da Unifor e Diretor Técnico da Consultoria AGUASOLOS.

(2) Engenheiro Projetista da Empresa AGUASOLOS

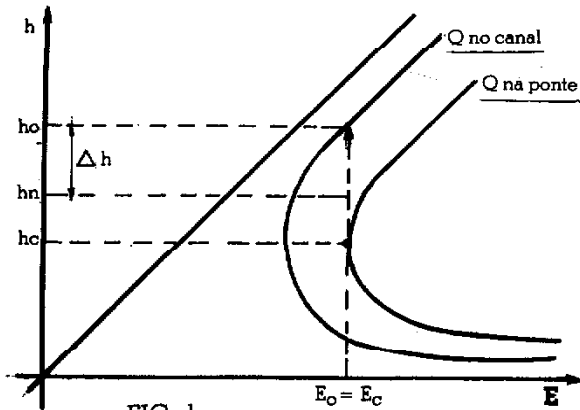


FIG. 1

$h_c$  = altura crítica na secção da ponte.  
 $h_n$  = altura d'água no canal s/a influência da ponte  
 $h_o$  = altura d'água real no canal considerando a ponte.  
 $\Delta h$  = altura máxima de remanso.

### Metodologia

Hipótese do regime crítico na secção.  
 Secção  $P_o$  à montante da ponte  
 Secção  $P_c$  na ponte.

$$h_o + \frac{V_o^2}{2g} = h_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

$$h_o + \frac{Q^2}{A_o^2 2g} = h_c + \frac{Q^2}{A_c^2 2g}, h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{A_c^2 g}}$$

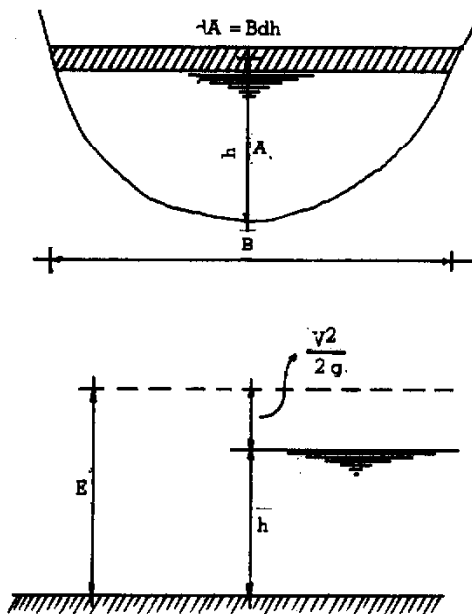


FIG. 2

$$E = h + \frac{Q^2}{2g A^2}$$

$$\frac{dE}{dh} = 1 + \frac{Q^2}{2g} \frac{d}{dh} \left( \frac{1}{A^2} \right) = 0$$

$$\frac{Q^2}{g A^3} \frac{dA}{dh} = 1 \quad \frac{Q^2}{g A^3} B = 1$$

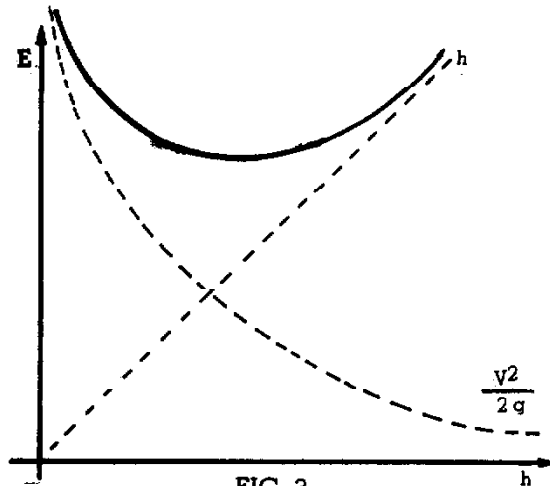


FIG. 3

$$\frac{Q^2}{g(A(h))} [B(h)] = 1$$

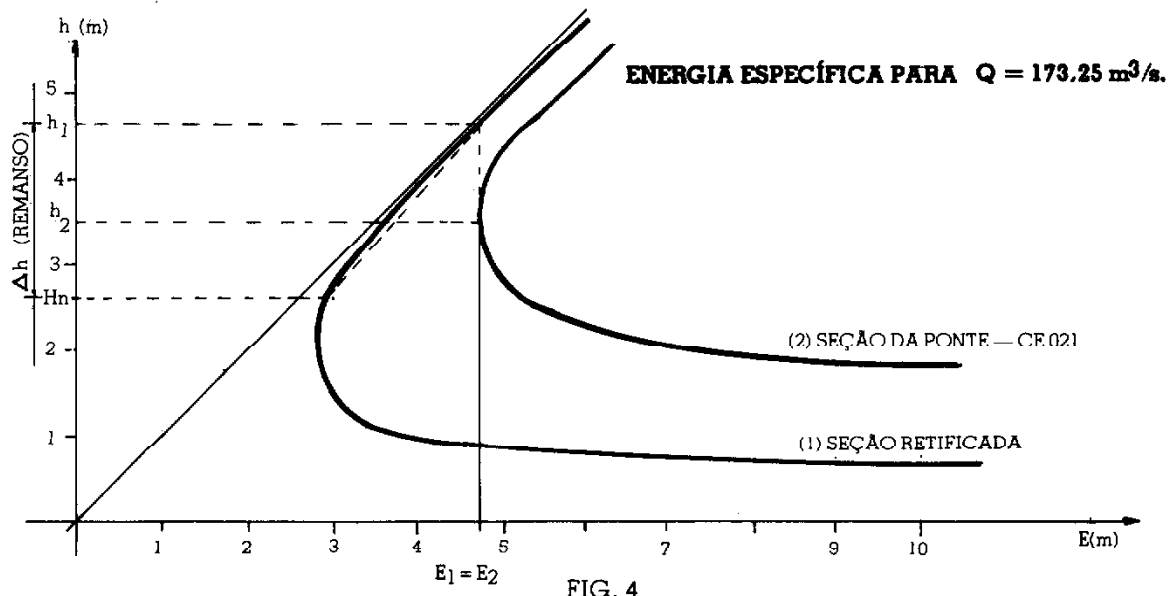
### Projeto

No projeto de proteção de enchente do Rio Timbó, foram considerados os seguintes critérios de ordem técnica:

- Considerar os níveis de informação da enchente de 1974 na ponte da CE 021.
- Considerar ainda que sendo a ponte uma passagem estrangulada o escoamento nela se dá em regime crítico e o seu trecho a montante sendo fluvial pode ser definido
- O estudo da linha d'água a partir da ponte definirá os níveis dos diques de proteção.
- O nível do escoamento da ponte sendo crítico é uma função direta da descarga, independente da declividade equivalente.  $h_c = f(Q_m)$

#### a) Dados de enchente.

Cota da cheia (Fonte Estrela)..... 30.227m  
 Cota da cheia (Fonte Local Colhida p/ AGUASOLOS)..... 30.650m  
 Cota do fundo do canal na ponte..... 27.250m  
 Consideramos uma convergência para o maior valor:  $h_c$  3.40m (altura na ponte p/ a cheia observada em 1974.



b) Cálculo da cheia pelo método racional da hidrologia.

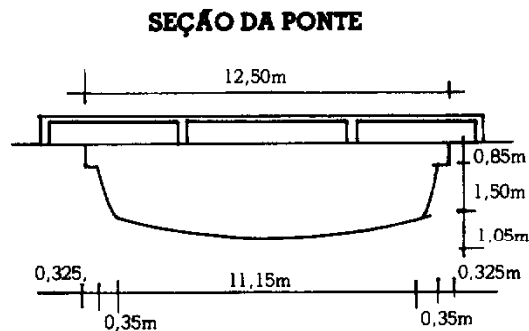
Sendo a bacia de área  $A = 4.913 \text{ ha}$ , utilizamos o "coeficiente de dispersão de chuva" pela expressão:

$$Q = D C.i.A, \text{ donde } D = A \cdot K$$

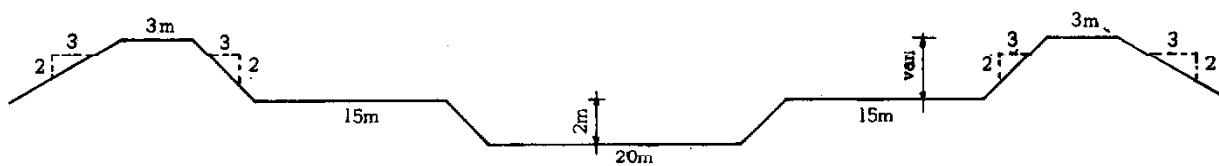
$$p/K = 0,14$$

$$D = 0,304 \text{ (Coeficiente de dispersão)}$$

$Q = 106,65 \text{ m}^3/\text{s}$ , que seria uma chuva com recorrência de 100 anos.



### SEÇÃO RETIFICADA DO RIO TIMBÓ



c) Cálculo da cheia pela expressão da energia específica da hidráulica.

A vazão definida para  $h_c = 3,40 \text{ m}$ , será  $Q = 173,25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este valor guarda bastante coerência, pois os estudos da cheia de 1974, concluíram que sua recorrência é superior a 100 anos.

Este valor é tanto mais objetivo na medida em que quando utilizada a expressão racional sem maiores cuidados e para uma cheia superior a 100 anos, o resultado produziu uma cheia que transbordaria a ponte, fato este que não aconteceu pelas informações colhidas.

A hipótese do regime crítico é verdadeira e pode ser verificada graficamente conforme Fig. 4.

### Bibliografia

- Chow, Ven Te "Open — Channel Hydraulics" — Mc Graw — Hill, New York, 1959.
- Henderson, F.M. "Open Channel Flow" The Mac — Millan Company, New York, 1966
- Lencastre A., "Manuel D'Hydraulique Générale" — Edition Eyrolles, Paris 1969.
- Linsley, R.K.H.A. Koller, and J.L.H. Palhus "Applied Hydrology" Mc Graw — Hill, New York, 1949.
- Linsley, R. K. and J. B. Franzini "Walter Resources Engineering", Mc Graw — Hill, New York, 1964.
- Elevatorski, E.A. "Hydraulic Energy Dissipators", Mc Graw — Hill Book Company, inc. New York, 1959.