

## Voodoo hidrológico do Método Racional

Em agosto de 2006 Andrew J. Reed escreveu e divulgou um texto denominado *Voodoo Hydrologic*. Relutei muito antes de divulgar aos amigos tal texto com medo de ser mal interpretado, pois, Reed põe as claras alguns problemas que deixa em dúvidas alguns métodos de cálculos em hidrologia.

Reed é um grande engenheiro americano e escreveu junto com Thomas N. Debo o livro *Municipal Stormwater Management* com 1154 páginas.

Quando em 25 de setembro de 2002 foi lançado o meu livro *Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para obras municipais* citei o Voodoo do Método Racional sem mencionar o termo *Voodoo*. Dei um exemplo citado por Osman A. Akan em 1993 no seu livro *Urban Stormwater Hydrology*.

Atualmente completei as informações com observações de Philip B. Bedient et al publicado no livro *Hydrology and floodplain analysis* em 2008 que cito abaixo e que está no Capítulo 02- Método Racional em complementos do livro *Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para obras municipais* no meu site: [www.pliniotomaz.com.br](http://www.pliniotomaz.com.br).

### *Voodoo* do Método Racional

Quando se tratar de área impermeável e área permeável é necessário muito cuidado na aplicação da média ponderada, podendo a mesma nos levar a erros, pois muitas vezes somente a área impermeável fornece um valor bem superior a área permeável e a média irão enganar os resultados. Isto é mostrado nas p. 108 e 109 de Akan, 1993.

O Exemplo esclarecerá melhor.

### **Area impermeável diretamente conectada:**

Dizemos que uma área impermeável é diretamente conectada quando o lançamento das águas pluviais se dá diretamente em galerias de águas pluviais.

Akan e Bedient, 2008 ressaltam que quando a área impermeável for diretamente conectada é necessário fazer cálculo com ela separada da área a montante. O Exemplo mostrará o que pode acontecer.

**Exemplo-** O objetivo deste exercício é esclarecer como funciona o método racional.

Calcular a vazão máxima para período de retorno  $T_r=10$ anos, usando o método racional para uma bacia com 12ha. A bacia superior é permeável e tem área de 5ha e  $C=0,2$ .

A bacia inferior é mais desenvolvida e tem área de 7ha e  $C=0,6$ . O tempo de concentração até o ponto de controle considerando as duas bacias é de 30min. Considerando a existência de somente a bacia inferior com 7ha,  $C=0,6$  e tempo de concentração de 10min.

Vamos calcular o coeficiente de escoamento superficial composto que será:

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2}$$

Sendo:  $C_1=0,20$   $C_2=0,6$   $A_1=5$ ha  $A_2=7$ ha

$$C = \frac{0,20 \cdot 5 + 0,6 \cdot 7}{5 + 7} = 0,43$$

Pelo Método Racional temos:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$A = 12 \text{ha} = 0,12 \text{km}^2$$

Para  $t_c=30$ min,  $T_r=10$ anos obtemos  $I = 92,0$ mm/h

$$Q = 0,278 \times 0,43 \times 92,0 \times 0,12 = 1,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

Obtemos então a vazão de pico da bacia de 12ha de  $1,31 \text{ m}^3/\text{s}$

Akan, 1995 recomenda que quando a bacia inferior é desenvolvida, isto é, quando a mesma é mais impermeável que a superior, tem que ser feita verificação.

Assim usando somente a bacia inferior com 6 ha,  $C=0,6$ ,  $t_c=10$ min,  $T_r=10$ anos obtemos:

$$I = 146,4 \text{mm/h e } A = 6 \text{ha} = 0,06 \text{km}^2$$

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A = 0,278 \times 0,6 \times 146,4 \times 0,06 = 1,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto, usando somente a bacia inferior mais desenvolvida achamos uma vazão de pico de  $1,45\text{m}^3/\text{s}$  que é maior que a vazão achada da bacia toda usando o coeficiente C ponderado que resultou em vazão de  $1,31\text{m}^3/\text{s}$ .

A interpretação segundo Akan, é que o pico de vazão se dá a 10min com vazão de  $1,45\text{m}^3/\text{s}$  e o tempo em que toda a bacia estará contribuindo na seção de controle é de 30min.

O livro *Urban Drainage Design Manual do Federal Highway Administration* editado em 2005 que é um reimpressão da edição de 2001, salienta no capítulo 7-30 os cuidados que se deve ter com área impermeabilizada a jusante e áreas com baixa impermeabilização a montante, salientando a necessidade de se fazer os dois cálculos usando somente a parte impermeável e o total.

Tudo isto mostra que o prof dr. Kokei Uehara sempre dizia, o melhor método de cálculo para você usar é aquele que você conhece, sugerindo que para o uso, isto é, a síntese é necessário saber como o mesmo foi feito e sua aplicação que é a análise.

Guarulhos, 15 de maio de 2013

Engenheiro civil Plinio Tomaz

pliniotomaz@uol.com.br

