

Capítulo 100

Observações sobre o número da curva CN e do SCS

Capítulo 100- Observações sobre número da curva CN e do SCS

100.1 Introdução

O número da curva CN foi criado nos Estados Unidos em 1954 pelo *Soil Conservation Service (SCS)*.

É usado no mundo todo, haja vista que todos usam os *softwares* americanos gratuitos.

Podemos afirmar com toda a certeza que o número da curva é um método semi-empírico como a fórmula de Manning, que também é muito usada.

Informamos ainda que o número da curva CN é usado não somente no SCS ou no TR-55, mas em outros métodos como o Santa Bárbara para o cálculo da chuva excedente.

Aproveitamos também para explicar alguns detalhes do Método do SCS quando além do **valor default** 484 usa outros valores como 575 para áreas urbanas com declividades grandes.

100.2 Teoria

A precipitação P é a soma do runoff Q com as perdas F .

$$P = Q + F$$

Notar que F é chamado de perdas, não se falando de abstração e de infiltração.

Uma hipótese que foi feita é que:

$$Q/P = F/S$$

Sendo que S é o máximo potencial de perdas $S = \lim (P-Q) = \lim (F)$ quando F tende para o infinito.

Tirando-se o valor de Q temos:

$$Q = P^2 / (P + S)$$

Depois introduziu-se a abstração inicial denominada I_a

$$Q = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S)$$

Foi definido mais tarde que $I_a = 0,2S$.

$$Q = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S)$$

$$Q = (P - 0,2S)^2 / (P - 0,2S + S)$$

$$Q = (P - 0,2S)^2 / (P + 0,8S) \quad P > 0,2S, \text{ senão } Q=0$$

O valor de S foi definido arbitrariamente e que nas unidades SI é:

$$S = 25400/CN - 254$$

Sendo:

S = potencial máximo de retenção após começar o runoff (mm)

CN = número da curva CN adimensional

100.3 Tabela dos valores do CN

A Tabela feita pelo SCS é a Tabela (100.1) e poucas pessoas prestam atenção ao fato que ela foi feita para a relação $la/S= 0,2$. Para valores diferentes como $la/S=0,05$ teríamos que fazer outra tabela.

Tabela 100.1- Valores dos números CN da curva de runoff para bacias rurais para $la/S=0,20$

| Uso do solo | Superfície do solo | Grupo do Solo | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| Solo lavrado | Com sulcos retilíneos | 77 | 86 | 91 | 94 |
| | Em fileiras retas | 70 | 80 | 87 | 90 |
| Plantações regulares | Em curvas de nível | 67 | 77 | 83 | 87 |
| | Terraceado em nível | 64 | 76 | 84 | 88 |
| | Em fileiras retas | 64 | 76 | 84 | 88 |
| Plantações de cereais | Em curvas de nível | 62 | 74 | 82 | 85 |
| | Terraceado em nível | 60 | 71 | 79 | 82 |
| | Em fileiras retas | 62 | 75 | 83 | 87 |
| Plantações de legumes ou cultivados | Em curvas de nível | 60 | 72 | 81 | 84 |
| | Terraceado em nível | 57 | 70 | 78 | 89 |
| | Pobres | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Normais | 49 | 69 | 79 | 94 |
| | Boas | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Pastagens | Pobres, em curvas de nível | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | Normais, em curvas de nível | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | Boas, em curva de nível | 6 | 35 | 70 | 79 |
| Campos permanentes | Normais | 30 | 58 | 71 | 78 |
| | Esparsas, de baixa transpiração | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | Normais | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | Densas, de alta transpiração | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Chácaras Estradas de terra | Normais | 56 | 75 | 86 | 91 |
| | Más | 72 | 82 | 87 | 89 |
| | De superfície dura | 74 | 84 | 90 | 92 |
| Florestas | Muito esparsas, baixa transpiração | 56 | 75 | 86 | 91 |
| | Esparsas | 46 | 68 | 78 | 84 |
| | Densas, alta transpiração | 26 | 52 | 62 | 69 |
| | Normais | 36 | 60 | 70 | 76 |

Fonte: (Tucci et al, 1993)

Tabela 100.2- Valores mínimos, máximos e centrais do número da curva CN

| Tipo de solo | Mínimo | Central | Máximo |
|--------------|--------|---------|--------|
| A | 25 | 51-68 | 77 |
| B | 48 | 62-77 | 86 |
| C | 65 | 70-84 | 91 |
| D | 73 | 77-88 | 94 |

Fonte: ASCE, 2009

100.4 Grupos de solos do SCS

O grupo de solos do SCS está na Tabela (100,2) vai do Grupo A até o Grupo D.

Tabela 100.3- Grupo de solos e características do solo

| Grupo de solo | Características do solo |
|---------------|--|
| A | <p>solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995).</p> <p>Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).</p> |
| B | <p>solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995)</p> <p>Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o tipo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).</p> |
| C | <p>solos barrentos com teor total de argila de 20% a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995).</p> <p>Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).</p> |
| D | <p>solos argilosos (30% a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade. Ou solos arenosos como do grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995).</p> <p>Solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).</p> |

Fonte: (Porto, Setzer 1979) e (Porto, 1995) e (Tucci et al, 1993)

O melhor critério para a classificação do tipo de Solo do SCS é através da infiltração conforme Tabela (100.4).

Tabela 100.4- Capacidade mínima de infiltração conforme o grupo do solo

| Grupo de solo | Capacidade mínima de infiltração (mm/h) | Média |
|---------------|---|-------|
| A | 7,62 a 11,43 | 9,53 |
| B | 3,81 a 7,62 | 5,72 |
| C | 1,27 a 3,81 | 2,54 |
| D | 0 a 1,27 | 0,64 |

Fonte: (McCuen,1998)

100.5 Número da curva de Aligner.

Através do tipo de solo A podemos calcular o numero da curva CN para solo tipo B, C e D usando as equações de Aligner conforme Asce, 2009.

$$\begin{aligned} \text{CN(A)} &= \text{CN (A)} \\ \text{CN(B)} &= 37,8 + 0,622 \times \text{CN(A)} \\ \text{CN(C)} &= 58,9 + 0,411 \times \text{CN(A)} \\ \text{CN(D)} &= 67,2 + 0,328 \times \text{CN(A)} \end{aligned}$$

Exemplo 100.1

Dado CN(A)= 45 para uso de solo em campos permanentes com vegetação espasas de baixa transpiração conforme Tabela (100.1). Achar os valores de CN para solos tipo B,C e D usando as equações de Aligner.

$$\begin{aligned} \text{CN(A)} &= 45 \\ \text{CN(B)} &= 37,8 + 0,622 \times 45=66 \\ \text{CN(C)} &= 58,9 + 0,411 \times 45=77 \\ \text{CN(D)} &= 67,2 + 0,328 \times 45=82 \end{aligned}$$

100.6 Área de drenagem

Para a aplicação do SCS com o número da curva CN a área máxima que tem sido utilizados é de 250Km² de bacia.

Entretanto as opiniões dos autores divergem bastante sendo que foi achado o numero da curva médio **CN= 72,803** para a bacia do Rio Amazonas (7milhões de km²), Rio Mississipi (3 milhões de km²) e Rio Yangtze (2 milhões de km²) que possuem bacias acima de 1 milhão de km².

Portanto, segundo a ASCE, 2009 não existem nenhum critério rigoroso para o limite da bacia para aplicação do número da curva CN.

100.7 Sensibilidade do número da curva CN

Foi achado que o problema da **sensibilidade está no número da curva CN** escolhido e não da altura pluviométrica P.

Atualmente fazemos os calculos com o valor CN(II) normal e dos valores CN(1) referente ao periodo de seca e do valor CN(III) referente a periodos de chuva usando as equações de Sobhani, 1975..

$$CN(I) = CN(II) / [2,334 - 0,01334 \cdot CN(II)]$$

$$CN(III) = CN(II) / [0,4036 + 0,0059 \cdot CN(II)]$$

100.8 Infiltração

O número da curva CN não é destinado à infiltração, mas é usado.

Foram feitos estudos comparando o método Green-Ampt que é o melhor método de infiltração com o número da curva CN e concluíram que o **número da curva CN funciona bem.**

100.9 CN ponderado o runoff ponderado

É comum se usar o CN ponderado conforme o tamanho da área e outra maneira é calcular o runoff de cada área e fazer-se um runoff ponderado.

A melhor opção é fazer um **runoff ponderado.**

100.10 $la/S=0,2$

Na prática tem sido usado comumente $la/S=0,20$ com as respectivas tabelas do numero da curva CN.

Entretanto vários autores conforme ASCE, 2009 chegaram à conclusão que o melhor valor de $la/S=0,05$, mas se usarmos isto não temos tabelas do numero da curva CN.

Vários autores acharam uma equação que dado o valor do CN para a tabela $la/S=0,20$, obtemos através de equação achar o valor CN para $la/S=0,05$:

$$CN_{0,05} = 100 / \{ 1,879 [100 / CN_{0,20}] - 1 \}^{1,15} + 1 \}$$

Dica: se você mudar la/S tam´bem mudará a tabela dos numeros CN (CUIDADO!!!)

Tabela 100.5- Valores de CN para $la/S=0,20$ e $la/S=0,05$

| $la/S=0,20$ | $la/S=0,05$ |
|-------------|-------------|
| 100 | 100,00 |
| 95 | 94,02 |
| 90 | 86,95 |
| 85 | 79,64 |
| 80 | 72,39 |
| 70 | 58,51 |
| 65 | 52,03 |
| 60 | 45,90 |
| 55 | 40,14 |
| 50 | 34,74 |
| 45 | 29,71 |
| 40 | 25,03 |
| 35 | 20,71 |

Caso se queira o valor de S.

$$S_{0,05} = 1,33 \cdot S_{0,20}^{1,15}$$

Sendo S em polegadas

100.11 CN em função da área

Existe somente uma pesquisa para áreas até 314 ha em regiões desérticas nos Estados Unidos em fornece o valor de CN em função da área de drenagem.

$$CN = 84,7 - 0,022 \cdot A \quad \text{para } R^2 = 0,50$$

A= área da bacia em acres

100.12 CN em função da declividade

Existem dois estudos que mostram a variação de CN com a declividade. Os resultados não são consistentes, pois, um estudo mostra que há aumento de CN com o aumento de declividade e outro que há diminuição CN com o aumento da declividade e devido a estas inconsistências não serão levados em conta,

100.13 Condições antecedentes do solo

O SCS reconheceu a importância da condição antecedente do solo, pois, o mesmo poderá estar em condições normais ou muito seco ou muito úmido.

Em condições normais seria a condição "II" e condição úmida seria a "III" e a seca seria a "I" conforme Tabela (100.6).

Tabela 100.6- Condições do solo em relação a situação do mesmo

| Condição do solo | Situação do solo |
|------------------|--|
| I | Solo seco. |
| II | Condições médias do solo. É a condição normal das tabelas do número CN. |
| III | Solo úmido. Ocorreram precipitações nos últimos cinco dias. O solo está saturado |

Fonte: (McCuen, 1998)

A Tabela (100.7) apresenta os limites de 5 dias de chuva antecedente em relação ao período latente e ao período de crescimento da vegetação, para facilitar a classificação das condições do solo.

Tabela 100.7- Limites de 5 dias de chuva antecedente em relação a período latente e período de crescimento

| Condição do solo | Chuva antecedente de 5 dias em milímetros | |
|------------------|---|------------------------|
| | Período latente | Período de crescimento |
| I | < 12,7mm | <35,56mm |
| II | 12,7mm a 27,94mm | 35,56mm a 53,34mm |
| III | > 27,94mm | > 53,34mm |

Fonte: (McCuen, 1998)

Como as tabelas para achar o número CN se referem as condições normais chamada Condição II, conforme o solo antecedente estiver seco ou úmido terá que ser feito as correções do número CN, conforme Tabela (100.6).

Tabela 100.7- Ajustamento do número CN da condição normal II para a condição para solo seco (I) e para solo úmido (II).

| Condição normal II do número CN | Número CN correspondente para a devida Condição | |
|---------------------------------|---|--------------|
| | Condição I | Condição III |
| 100 | 100 | 100 |
| 95 | 87 | 99 |
| 90 | 78 | 98 |
| 85 | 70 | 97 |
| 80 | 63 | 94 |
| 75 | 57 | 91 |
| 70 | 51 | 87 |
| 65 | 45 | 83 |
| 60 | 40 | 79 |
| 55 | 35 | 75 |
| 50 | 31 | 70 |
| 45 | 27 | 65 |
| 40 | 23 | 60 |
| 35 | 19 | 55 |
| 30 | 15 | 50 |
| 25 | 12 | 45 |
| 20 | 9 | 39 |
| 15 | 7 | 33 |
| 10 | 4 | 26 |
| 5 | 2 | 17 |
| 0 | 0 | 0 |

Fonte: (McCuen, 1998)

Vamos apresentar duas equações de Sobhani, 1975 in Asce, 2009 que consegue calcular o valor de CN(I) para o caso de seca e CN(III) para o caso de chuva antecedente.

$$\mathbf{CN(I) = CN(II) / [2,334 - 0,01334 \cdot CN(II)]}$$

$$\mathbf{CN(III) = CN(II) / [0,4036 + 0,0059 \cdot CN(II)]}$$

Os estudos antigos tratavam das condições antecedentes do solo e daí surgiu o termo AMC, que quer dizer *Antecedent moisture Condition* e que agora está sendo substituído por ARC (*Antecedent **R**unoff **C**ondition*) que trata das condições anteriores entre as chuvas.

Como o CN escolhido está na condição II, podemos calcular as condições de runoff para a condição I de seca e condição III de chuva antecedente que serão as condições limites.

Portanto, **o conceito de AMC foi mudado para ARC** em que achamos dois valores para o número da curva CN. O número da curva normal que achamos é o CN(II) e cálculos o CN(I) para época de seca e CN(III) para época de cheia. Temos então uma faixa de variação do CN em que calcularemos as vazões usando o SCS, por exemplo.

100.14 Método do hidrograma unitário do *Soil Conservation Service* (SCS)

Conforme Porto et al, 1995 para o hidrograma triangular da Figura (100,1) temos:

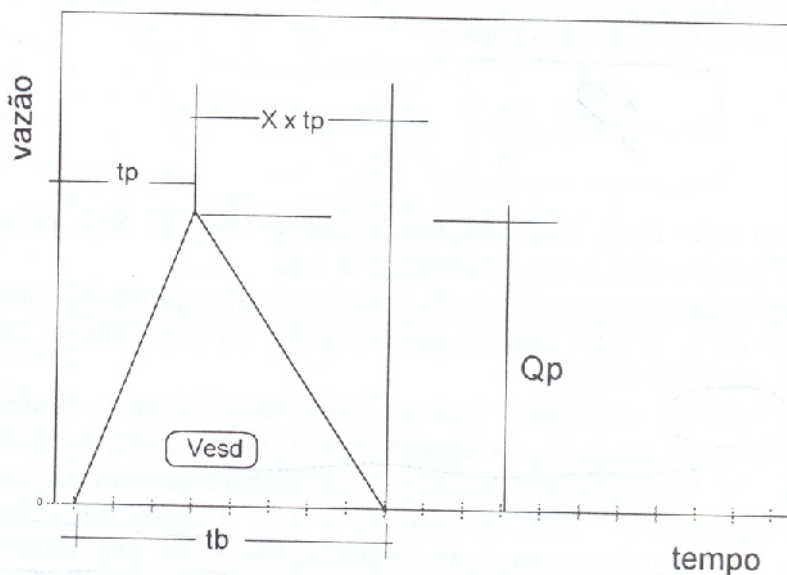


Figura 100.1- Hidrograma triangular.
 Fonte: Porto et al, 1995

$$t_b = t_A + X \cdot t_A = t_A (1+X)$$

O volume do escoamento superficial V_{esc} será:

$$V_{esc} = Q_p \times t_b / 2$$

Mas $V_{esc} = A \times hex$

Sendo:

A = área da bacia

hex = altura da chuva excedente

Substituindo o valor de V_{esc} temos:

$$A \times hex = Q_p \times t_b / 2$$

Tirando o valor de Q_p

$$Q_p = 2Axhex/t_b$$

Mas fazendo $hex=1$

$$Q_p = 2 \times A / t_b$$

Substituindo t_b

$$Q_p = 2xA / (1+X) t_A$$

Fazendo **$C_p = 2 / (1+X)$**

$$Q_p = C_p \cdot A / t_A$$

$t_A = D/2 + 0,6 \times t_c$
 D= duração da chuva unitaria.
 $D = 0,133t_c$
 $t_p = 0,6t_c$
 t_c = tempo de concentração

Para chuva unitária de 1cm com Área de bacia de 1km² e t_p em horas, para que Q_p fique em m³/s teremos:

$$Q_p = 2,78.C_p. A / t_A$$

Tabela 100.8 Parâmetros dos hidrogramas triangulares

| Descrição | Fator de decaimento X | Fator de redução do pico Cp | Unidades original do SCS PF (fator de pico) |
|--|--------------------------|--------------------------------|--|
| Método racional | 1,00 | 1 | 645 |
| Áreas urbanas com declividades grandes | 1,25 | 0,89 | 575 |
| Método do SCS | 1,67 | 0,75 | 484 |
| Uso misto (rural e urbano) | 2,25 | 0,62 | 400 |
| Área rural ondulada | 3,33 | 0,47 | 300 |
| Área rural com declividade pequena | 5,50 | 0,31 | 200 |
| Área rural com declividade muito pequena | 12,0 | 0,16 | 100 |

Fonte: Porto et al, 1995 e Wanielista et al. 1997

Na Tabela (100.8) estão os parâmetros dos hidrogramas triangulares baseado em Porto et al, 1995 e Wanielista et al, 1997.

O valor default usado pelo Metodo do SCS é 484.

Para o Método do SCS podemos ver que $X=1,67$ e $C_p= 0,75$ e nas unidades americanas o famoso fator 484.

$$Q_p = 2,78.C_p. A / t_A$$

$$Q_p = 2,78 \times 0,75 A / t_A$$

$$Q_p = 2,085. A / t_A$$

Que é o valor usualmente usado no Brasil para o uso do hidrograma unitário com 1cm de altura, área da bacia em Km² e vazao em m³/s

Caso seja adotado $C_p=0,89$ parfa areas urbanas com declividades grandes teremos:

$$Q_p = 2,78.C_p. A / t_A$$

$$Q_p = 2,78 \times 0,89 A / t_A$$

$$Q_p = 2,4742 A / t_A$$

100.15 Hidrograma curvilíneo do SCS

Para o hidrograma curvilíneo podemos usar tabelas ou usar equação matemática que fornece com boa aproximação o hidrograma baseado no fator de pico PF.

$$q/q_p = \left[\frac{t}{t_p} \cdot \exp \left(1 - \frac{t}{t_p} \right) \right]^X$$

$$X = 0,8679 \times \exp(0,00353 \times PF) - 1$$

Observação importante: o PF é aquele da Tabela (100.8) tal como PF= 484 e PF= 575.

Exemplo 100.2

Para PF= 484 (tradicional) temos:

$$X = 0,8679 \times \exp(0,00353 \times PF) - 1$$

$$X = 0,8679 \times \exp(0,00353 \times 484) - 1 = 3,79$$

$$q/q_p = \left[\frac{t}{t_p} \cdot \exp \left(1 - \frac{t}{t_p} \right) \right]^X$$

$$q/q_p = \left[\frac{t}{t_p} \cdot \exp \left(1 - \frac{t}{t_p} \right) \right]^{3,79}$$

Tabela 100.9-Hidrograma unitário curvilíneo adimensional para PF=484

| t/tp | q/qp |
|------|-------|
| 0,00 | 0 |
| 0,10 | 0,005 |
| 0,20 | 0,046 |
| 0,30 | 0,148 |
| 0,40 | 0,301 |
| 0,50 | 0,481 |
| 0,60 | 0,657 |
| 0,70 | 0,807 |
| 0,80 | 0,916 |
| 0,90 | 0,980 |
| 1,00 | 1,000 |
| 1,10 | 0,982 |
| 1,20 | 0,935 |
| 1,30 | 0,867 |
| 1,40 | 0,786 |
| 1,50 | 0,699 |
| 1,60 | 0,611 |
| 1,70 | 0,526 |
| 1,80 | 0,447 |
| 1,90 | 0,376 |
| 2,00 | 0,312 |
| 2,20 | 0,210 |
| 2,40 | 0,137 |
| 2,60 | 0,087 |
| 2,80 | 0,054 |
| 3,00 | 0,033 |
| 3,20 | 0,020 |
| 3,40 | 0,012 |
| 3,60 | 0,007 |
| 3,80 | 0,004 |

| | |
|------|-------|
| 4,00 | 0,002 |
| 4,50 | 0,001 |
| 5,00 | 0,000 |

Para o Método do SCS podemos ver que $X=1,67$ e $C_p= 0,75$ e nas unidades americanas o famoso fator 484.

$$Q_p = 2,78 \cdot C_p \cdot A / t_A$$

$$Q_p = 2,78 \times 0,75 A / t_A$$

$Q_p = 2,08 \cdot A / t_A$

Exemplo 100.3

Para **PF= 575** para Áreas urbanas com declividade grande conforme adotado pela RioÁguas no RJ temos:

$$X = 0,8679 \times \exp(0,00353 \times PF) - 1$$

$$X = 0,8679 \times \exp(0,00353 \times 575) - 1 = 5,61$$

$$q/q_p = [t/t_p \cdot \exp(1 - t/t_p)]^X$$

$$q/q_p = [t/t_p \cdot \exp(1 - t/t_p)]^{5,61}$$

Tabela 100.9-Hidrograma unitário curvilíneo adimensional para PF=575 para áreas urbanas com declividades grandes

| t/tp | Q/Qp |
|------|-------|
| 0,00 | 0 |
| 0,10 | 0,000 |
| 0,20 | 0,011 |
| 0,30 | 0,059 |
| 0,40 | 0,170 |
| 0,50 | 0,339 |
| 0,60 | 0,537 |
| 0,70 | 0,728 |
| 0,80 | 0,878 |
| 0,90 | 0,970 |
| 1,00 | 1,000 |
| 1,10 | 0,974 |
| 1,20 | 0,906 |
| 1,30 | 0,810 |
| 1,40 | 0,700 |
| 1,50 | 0,589 |
| 1,60 | 0,482 |
| 1,70 | 0,387 |
| 1,80 | 0,304 |
| 1,90 | 0,235 |
| 2,00 | 0,179 |
| 2,20 | 0,100 |
| 2,40 | 0,053 |
| 2,60 | 0,027 |
| 2,80 | 0,013 |
| 3,00 | 0,006 |
| 3,20 | 0,003 |

| | |
|------|-------|
| 3,40 | 0,001 |
| 3,60 | 0,001 |
| 3,80 | 0,000 |
| 4,00 | 0,000 |
| 4,50 | 0,000 |
| 5,00 | 0,000 |

Para o Método do SCS podemos ver que $X=1,25$ e $C_p= 0,89$ e nas unidades americanas o famoso fator 484.

$$Q_p = 2,78.C_p. A / t_A$$

$$Q_p = 2,78 \times 0,89 A / t_A$$

$$Q_p = 2,4742. A / t_A$$

Observar neste caso temos o número 2,4742 que é maior que o 2,08 usado tradicionalmente.

Portanto, devemos lembrar que quando alteramos o **valor default** do SCS temos que alterar também o hidrograma unitário curvilíneo (CUIDADO !!!).

100.16 Modelo de cálculo do SCS

No livro que escrevemos denominado Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para obras municipais mostra o uso prático do Método do SCS com o valor default 484.

100.17 Bibliografia e livros consultados

- ASCE (AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEER). *Curve Number Hydrology – state of practice*. Richard H. Hawkinns, Timothys J. Ward, Donald E. Woodward e Joseph A. Van Mullerm. ASCE, 2009 ISBN 978-0-7844-1004-2, USA, 106 páginas.
- MISHRA, SURENDA KUMAR e SINGH, VIJAY P. *Soil conservator service curve number (SCS-CN0 methodology*. Kluwer Academic Publishers, 2010, Netherlands. 513 páginas. ISBN 978-90-481-6225-3
- PORTO, RUBEM LALAINA E TUCCI, CARLOS E.M. e BARROS, MARIO TADEU DE. *Drenagem Urbana*. . ABRH, 1995, 428 páginas. ISBN 85-7025-364-8.
- TOMAZ, PLINIO. *Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais*, Navegar setembro 2011, 2ª edição atualizada e revisada, 592 paginas.
- WANIELISTA, MARTIN et al. *Hydrology- water quantity and quality control*. 2a ed. Joh Wiley, 565 páginas.
- WILKEN, PAULO SAMPAIO. *Engenharia de drenagem superficial*. Cetesb, 1978 7.35.001.10