

Número da curva CN

O número da curva CN foi criado nos Estados Unidos em 1954 pelo *Soil Conservation Service (SCS)*. É usado no mundo todo e nos *softwares* americanos gratuitos para cálculo do runoff (escoamento superficial) ou também chamado de chuva excedente.

Esclarecemos ainda que o método do número da curva CN é para o runoff e não é um método de infiltração como Horton e Green-Ampt embora seja usado para tal.

O número da curva é um método semi-empírico como a fórmula de Manning e é muito usado nos Métodos: SCS, TR-55, Snyder, Clark, Denver e Espey.

Vamos mostrar algumas informações úteis.

A **primeira** é que obtemos um CN_w baseado na área impermeável como faz McCuen tendo como base o CN_p da área permeável da Tabela 1 sendo f=fração impermeável sem precisar de olhar outras tabelas. O DAEE São Paulo adota o mínimo CN_p=60.

$$\text{CN}_w = \text{CN}_p (1-f) + f \cdot 98$$

A **segunda** é temos que trabalhar com uma **faixa de CN** que vai de CN(I) até CN(III), isto é, quando o solo está muito seco e quando choveu muitos dias seguidos. Isto acarretará que trabalharemos com uma faixa de vazão que podemos chamar de **intervalo de confiança**.

O valor do runoff Q (mm) é obtida através da precipitação P (mm) e do valor do potencial máximo de retenção S (mm).

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

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

$$S = 25400 / \text{CN} - 254$$

A **abstração inicial** I_a representa todas as perdas antes que comece o *runoff*. Inclui a água retida nas depressões da superfície e interceptada pela vegetação, bem como, a água evaporada e infiltrada.

Empiricamente foi determinado nos Estados Unidos pela SCS que I_a é aproximadamente: $I_a = 0,2 S$

Na Tabela 1 feita pelo SCS poucas pessoas prestam atenção ao fato que **ela foi feita para a relação $I_a/S = 0,2$** . Para valores diferentes como $I_a/S = 0,05$ teríamos que fazer outra tabela.

Tabela 1- Valores dos números CN da curva de runoff para bacias rurais para $I_a/S = 0,20$

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
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
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84

Fonte: (adaptado de Tucci et al, 1993)

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 2

Tabela 2- 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 2 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.

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 3.

Tabela 3- 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	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85

Fonte: adaptado da ASCE, 2009)

Com as equações de Sobhani, 1975 in Asce, 2009 que conseguimos calcular analiticamente o valor de CN(I) para o caso de seca e CN(III) para o caso de chuva antecedente.

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

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

Os estudos antigos tratavam da 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 Runoff Condition*) 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 antecedentes 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.

A tendência moderna em áreas de solo nú e com pouca vegetação é usar CN(III) ao invés de CN(II) e quando queremos levar em conta os *runoff* anteriores devemos usar CN(III)..

Plínio Tomaz
Engenheiro civil

Fonte: www.pliniotomaz.com.br

livro do autor: Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obra municipais