

Determinação da classe de uso do solo predominante na subbacia do rio Mogi-Guaçu, através da constante CN do método SCS-USDA.

Rômulo Magalhães Amorim¹
Fábio Luiz Albarici¹
Miguel Angel Isaac Toledo Del Pino¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais –
IFSULDEMINAS, MG.

Caixa Postal 460 - 37576-000 – Inconfidentes – MG, Brasil
romulomagamorim@yahoo.com.br
fabio.albarici@ifsuldeminas.edu.br
miguel.toledo@ifsuldeminas.edu.br

Abstract. The Mogi-Guaçu river in the municipality of Inconfidentes, MG has a high occurrence of floods caused by runoff in subbacia. The SCS-USDA method to quantify runoff uses tabulated values of the constant CN according to the class and the type of soil present in subbacia. The soil type of the region could be observed through the soil map of Minas Gerais provided by Federal University of Viçosa. With this the class of predominant soil in the area was identified from the values of CN tabulated and presented by Tucci (2007). The classification of use and occupation of an area can become costly, however the study aims to determine the constant CN from data flow and rainfall taken gauged and rainfall stations. Using the values of CN found the volume contribution caused by surface runoff can be determined continuously and without higher materials costs. Thus the method becomes interesting to the government so you can make decisions about flood prevention. The result showed two values of CN for different seasons, rainy and dry, where the ground cover is different because of the activity developed in the region. These CN values can assist in the analysis of river flow Mogi-Guaçu process. After predicting heavy rain runoff can be estimated using the SCS-USDA method and forecasting problems due to flooding measures can be effected in advance.

Palavras-chave: runoff, SCS-USDA, Mogi-Guaçu, Inconfidentes, escoamento superficial, SCS-USDA, Mogi-Guaçu, Inconfidentes.

1. Introdução:

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Inconfidentes possui uma população de 6908 hab. O município abrange uma área de 149,611 km² na região sul de Minas Gerais, as cidades vizinhas são Ouro Fino, Borda da Mata, Bom Repouso e Bueno Brandão. O município localiza-se às margens do rio Mogi-Guaçu que apresenta ocorrências freqüentes de cheias em alguns pontos. No entanto será usado o método desenvolvido pelo Soil Conservation Service (1972), vinculado ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (SCS-USDA), para verificar a classe de cobertura predominante na subbacia, definida pela constante CN.

Com os valores de CN o poder público do município poderá, após a previsão de uma chuva intensa, determinar rapidamente a contribuição do escoamento superficial na vazão do rio Mogi-Guaçu e acelerar a efetivação de medidas de prevenção dos impactos das cheias na região.

O escoamento superficial sofre influência de diversos fatores que facilitam ou prejudicam a sua ocorrência. Estes fatores podem ser de natureza climática, relacionados à precipitação ou de natureza fisiográfica ligados às características físicas da bacia (VILLELA; MATTOS; 1975).

A maioria das técnicas utilizadas em estudos hidrológicos depende, para sua aplicação, de dados confiáveis a respeito do volume de água precipitado ou evaporado, e da vazão dos cursos d'água. Estas informações são obtidas em estações fluviométricas e pluviométricas distribuídas nas regiões hidrográficas (EUCLYDES; FARIA FILHO; FERREIRA, 2004).

O método SCS-USDA foi desenvolvido a partir de dados de grande número de bacias experimentais, tendo a análise dessas informações permitindo evidenciar a seguinte relação (PRUSKI; BRANDÃO; SILVA, 2006):

$$\frac{I}{S} = \frac{ES}{Pe} \quad (1)$$

Em que:

I = infiltração acumulada após o início do escoamento superficial (mm);

S = infiltração potencial (mm);

ES = escoamento superficial total (mm);

Pe = escoamento potencial ou excesso de precipitação (mm);

Segundo Pruski, Brandão e Silva (2006), a equação (5) é válida a partir do escoamento superficial. Portanto, tem-se

$$Pe = PT - Ia \quad (2)$$

PT = precipitação total (mm);

Ia = absorções iniciais (mm);

As abstrações iniciais correspondem a toda precipitação que ocorre antes do início do escoamento superficial, englobando, portanto, além da ocorrida durante esses dois processos. Após a ocorrência das abstrações iniciais, começa o escoamento superficial. A partir deste momento, tem-se que (PRUSKI; BRANDÃO; SILVA, 2006):

$$Pe = ES + I \Leftrightarrow I = Pe - ES \quad (3)$$

Substituindo (3) em (1):

$$ES = \frac{Pe^2}{Pe+S} \quad (4)$$

Ao analisar o comportamento das bacias experimentais estudadas, foi possível ao SCS-USDA evidenciar que:

$$Ia = 0,2 * S \quad (5)$$

Substituindo as equações (5) e (2) na equação (4), tem-se que:

$$ES = \frac{(PT-0,2*S)^2}{(PT+0,8*S)} \quad (6)$$

O SCS-USDA obteve, a partir da análise de uma série de hidrogramas associados a diferentes bacias hidrográficas, a seguinte relação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (7)$$

Em que CN é o número da curva, cujo valor pode variar entre 1 e 100, e depende do uso e manejo da terra, do grupo de solo, da condição hidrológica e da umidade antecedente do solo (PRUSKI; BRANDÃO; SILVA, 2006).

Segundo Tucci (2007), os tipos de solo identificados nas tabelas de valores para a constante CN são:

Solo A: solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila;

Solo B: solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o tipo A e com permeabilidade superior à média;

Solo C: solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo;

Solo D: solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial;

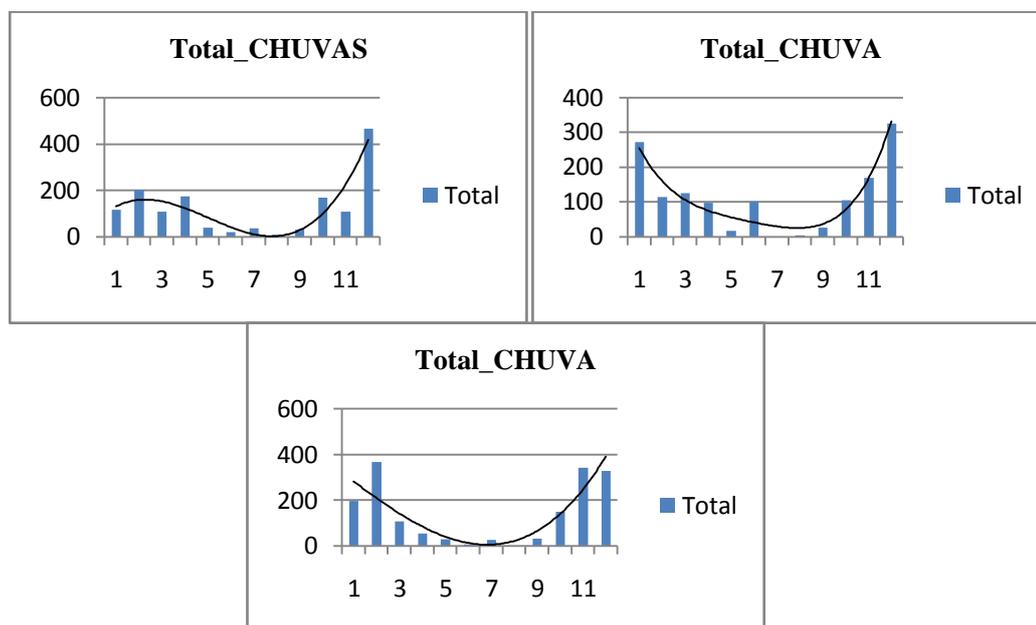
2. Metodologia de Trabalho:

A sub-bacia do rio Mogi-Guaçu possui pontos de monitoramento com coleta de dados pluviométricos e fluviométricos. Como um destes locais fica perto do município e seus dados foram disponibilizados para o estudo, a área de estudo foi delimitada acima do ponto de coleta. A área total delimitada para estudo corresponde a 332,15 km².

A estação fluviométrica é a de código 61861000, localizada nas coordenadas Longitude: -46,3219° e Latitude: -22,3183° de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pela Cia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Os dados pluviométricos foram obtidos da estação 02246056 localizada junto à citada anteriormente. O período de observação limitou-se ao ano de 2006 pela disponibilidade dos dados de vazão.

Os meses de janeiro e maio foram selecionados após a análise dos gráficos de distribuição mensal da pluviometria. Eles possibilitaram a divisão do ano em dois períodos: chuvoso e seco. O chuvoso inicia-se em outubro e decorre até março e o seco vai de abril até setembro. Esta separação será importante, pois pode haver diferentes cultivos entre as épocas diferenciando a classificação do uso do solo.

Gráficos 1, 2 e 3. Exemplos da distribuição mensal da pluviometria de Inconfidentes, MG.



O período escolhido para estudo refere-se à primeira quinzena de maio de 2006 onde aconteceu apenas uma chuva no dia 3 (três), porém não houve alteração na medida da vazão em nenhum momento. E também a primeira quinzena de janeiro cujos 5 (cinco) primeiros dias apenas foram chuvosos e observa-se uma correspondência dos valores de vazão que aumentam até o quinto dia e diminuem a partir daí.

Tabela 1. Observações de Vazão e Precipitação ocorridas em 2006, na primeira quinzena de Janeiro e Maio;

VAZÃO (m ³ /s)		DIA	PRECIPITAÇÃO (mm)	
JANEIRO	MAIO		JANEIRO	MAIO
24	6,9	1	22,1	0
42,94	6,9	2	15	0
47,3	6,9	3	44,2	9,3
53,55	6,9	4	43,2	0
51,55	6,9	5	30,4	0
29,88	6,9	6	2,6	0
25,6	6,9	7	7,2	0
17,88	6,9	8	1,5	0
13,37	6,9	9	0	0
11,16	6,9	10	0	0
9,78	6,9	11	0	0
8,834	6,9	12	0	0
8,716	6,9	13	0	0
8,598	6,9	14	0	0
7,91	6,9	15	0	0

A determinação do valor de CN foi possível utilizando o inverso do método SCS-USDA juntamente com a análise dos dados coletados. Em janeiro assume-se que o aumento da vazão de 47,3 m³/s para 53,55 m³/s no dia 4 (quatro) foi causada pela chuva de 43,2 mm do dia 4 (quatro) e que esta foi totalmente escoada visto que no dia anterior (dia três) observou-se uma maior quantidade de chuva. Já em maio assume-se que a chuva de 9,3 mm do dia 3 (três) foi inteiramente absorvida pela superfície visto que não houve alteração dos dados de vazão.

O grupo de solo predominante na subbacia em estudo faz referência ao Mapa de solos do Estado de Minas Gerais Belo Horizonte da parceria Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente do ano de 2010; ele mostra que a classe de solo predominante na área de estudo é o Argissolo Vermelho-Amarelo o que enquadra a área no grupo de solo C do método SCS-USDA.

3. Resultados e Discussão:

De acordo com as situações descritas foi definido que o valor para o escoamento superficial do dia 04 de janeiro de 2006 é $ES = 53,55 - 47,3 = 6,25$ m³/s causado por uma precipitação de $PT = 43,2$ mm. Aplicando esses valores na equação (6) tem-se que $S = 84,4478$. Contudo o valor de S aplicado na equação (7) determina uma constante CN igual a 75,0485. No entanto para as condições do dia 03 de maio de 2006 onde a precipitação $PT = 9,3$ mm não acarretou em escoamento superficial ($ES = 0$ m³/s) o valor de S foi de 46,5 quando aplicados na equação (6). Assim depois de aplicado na equação (7) o valor de CN encontrado foi de 84,525.

Os resultados de CN para janeiro (75,0485) e para maio (84,4478) foram usados como parâmetro para verificar qual a classe de uso do solo predominante na área de estudo de acordo com os valores tabelados apresentados por Tucci (2007).

Tabela 2. Valores do parâmetro CN para Bacias rurais (TUCCI, 2007).

Uso do solo	Superfície do solo	Grupo do Solo			
		A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retílineos	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

A tabela 2 mostra que em janeiro o tipo de uso do solo predominante na área eram Pastagens Normais, em curva de nível e que em maio prevaleciam as Plantações Regulares dispostas em terraços em nível ou em fileiras retas.

O resultado encontrado pode ser considerado visto que as duas principais atividades agrícolas desenvolvidas na região são o cultivo de café e a criação de gado. Outro fator que valida o resultado é o fato de que em janeiro com a maior concentração e chuvas as pastagens estão densas ao contrário do mês de maio onde as chuvas já diminuíram e as pastagens que brotaram anteriormente já foram utilizadas. Além disso, o período entre maio e julho corresponde à colheita do café e conseqüentemente a época em que as plantações estão mais densas, provocando maior efeito sobre o escoamento.

4. Conclusão:

Os resultados dispostos comprovam as atividades agrícolas predominantes na região que correspondem à criação de gado e plantio de café. Isto pode ser suposto a partir das classes representadas pelos valores de CN encontrados. Na época chuvosa CN = 75 correspondente à classe de Pastagens Normais em curva de nível e durante a época seca CN = 84 cuja classe equivale à Plantações Regulares dispostas em terraços em nível ou em fileiras retas.

Assim para quantificar o volume recebido pelo rio Mogi-Guaçu proveniente de uma determinada chuva a partir do método SCS-USDA, podem ser considerados os dois valores de CN de acordo com a época do ano em que esta ocorrerá.

Estes valores auxiliam no estudo do comportamento da bacia em relação a uma chuva prevista e podem fazer com que autoridades responsáveis tomem medidas de precauções para evitar problemas causados pelas cheias do Rio Mogi-Guaçu.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a todos que contribuíram com informações e dados para a realização do estudo, em especial os professores Fábio Luiz Albarici e Miguel Angel Isaac Toledo Del Pino. Agradeço também ao IFSULDEMINAS que em parceria com o PIBID disponibilizou incentivo financeiro para cobertura dos custos envolvidos no projeto. Aos meus pais dedico meu esforço e agradeço a confiança.

Referências Bibliográficas:

Villela, S. M.; Mattos, A.; **Hidrologia Aplicada**; São Paulo: Mcgraw do Brasil, 1975.

Euclides, H. P.; Faria Filho, R. F.; Ferreira, P. A.; **Atlas Digital das Águas de Minas Gerais**; Viçosa; Governo de Minas, 2004. 78 p. CD-ROM.

Pruski, F. F.; Brandão, V. dos S.; Silva, D. D. da.; **Escoamento Superficial**; 2. ed. Viçosa: Ufv, 2006. 87 p.

Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente; **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**; Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.