

## **PARÂMETRO CN DO SOIL CONSERVATION SERVICE OBTIDO A PARTIR DE DADOS OBSERVADOS E ESTIMADOS**

**VIVIANE RODRIGUES DORNELES<sup>1</sup>; CARINA ESTRELA<sup>1</sup>; ALINE HIPÓLITO<sup>1</sup>;  
CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA<sup>2</sup>; RITA DE CÁSSIA  
FRAGA DAMÉ<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água – vivianerdorneles@gmail.com; carinaestrela94@gmail.com; alinewhipolito@hotmail.com.*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias – cfteixeir@ig.com; ritah2o@hotmail.com.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O escoamento superficial considerado como o deslocamento da água na superfície da bacia, nos rios, canais e reservatórios é uma das parcelas mais importantes do ciclo hidrológico. A distribuição da vazão no tempo é resultado da interação de todos os componentes do ciclo hidrológico entre a ocorrência da precipitação e a vazão na bacia hidrográfica (TUCCI, 2004). Com relação às chuvas intensas, a importância do estudo reside no fato de que através destas, é possível o conhecimento indireto da vazão de enchente de uma bacia, mediante o uso de modelos de transformação chuva-vazão (DAMÉ, 2009).

Para o dimensionamento de obras hidráulicas é necessária a determinação da vazão de projeto, associada a um período de retorno. Particularmente em pequenas bacias hidrográficas a ausência de dados observados é a situação mais comum em estudos hidrológicos. Nestes casos, a vazão pode ser estimada por métodos indiretos, que consistem em transformar a chuva em vazão de projeto, como o Método do Soil Conservation Service (SCS, 1972). No entanto, a grande dificuldade que os técnicos da área deparam na aplicação deste método é a escolha do parâmetro CN (Curva Número), que caracteriza o uso e a ocupação do solo. Como ainda não há valores de CN definidos para condições brasileiras, o valor do mesmo é estimado, na prática, com base nos dados apresentados em manuais e tabelas americanas, onde as condições climáticas e os solos são diferentes.

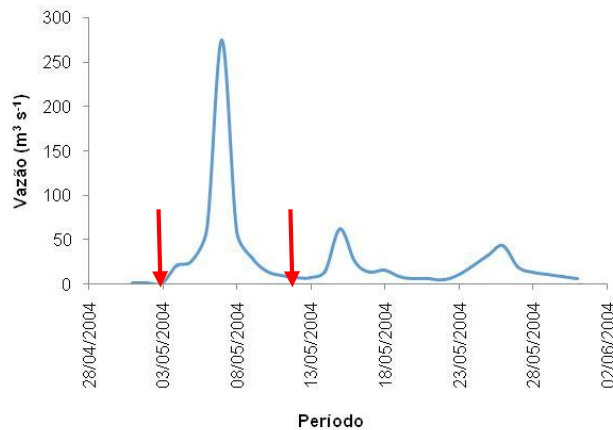
As experiências de diversos projetistas e pesquisadores têm mostrado que, adotando os CN's apresentados na literatura, a vazão de pico costuma ser superestimada, de cerca de 30 a 40%, quando comparada com outros métodos (NAKAYAMA, 2011). Mesmo com uma análise criteriosa da base de dados citada, o parâmetro obtido pode não ser adequado para a região em estudo, dada a complexidade e não linearidade dos processos que ocorrem em uma bacia hidrográfica (TASSI, 2006). Como consequência da estimativa de um parâmetro, pode-se super-dimensionar uma obra, aplicando recursos financeiros que poderiam ser disponibilizados para outros fins; ou pode-se ter obras subdimensionadas, que estarão suscetíveis a inundações decorrentes de chuvas, com tempos de retorno inferiores ao utilizado no dimensionamento, causando transtornos à população (ALLASIA, 2002).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo determinar o parâmetro Curva Número do método do Soil Conservation Service (SCS), a partir de vazões observadas de um evento extremo ocorrido no mês de maio de 2004, para o posto Ponte Cordeiro Farias, Pelotas/RS.

### **2. METODOLOGIA**

Foram utilizadas as informações de vazão, para 8 dias de um evento extremo ocorrido em maio de 2004, sendo os valores obtidos da Agência Nacional de Águas

(ANA, [www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br)). Na obtenção dos dados foi utilizado o posto Ponte Cordeiro Farias (código 88850000), coordenadas 31°34' de latitude, 52°27' de longitude, localizado a 40 m de altitude, pertencente a bacia do arroio Pelotas (sub-bacia 88), no município de Pelotas/RS. A partir das informações de vazão observados do período em que ocorreu o evento extremo, foi selecionado um, com início em 04/05/2004 e término em 11/05/2004 e após a separação do hidrograma em escoamento base e superficial (Figura 1).



**Figura 1.** Hidrograma observado para o período de 01/05 a 31/05/2004, evidenciando o evento selecionado, para o posto Ponte Cordeira Farias/Pelotas

Diante dos dados de vazão de escoamento superficial observados foi possível determinar o volume e a precipitação efetiva, considerando a área de drenagem do posto igual a 386 km².

Foram utilizados os dados de precipitação diária da localidade de Pelotas/RS, obtidos na Estação Agroclimatológica de Pelotas – Convênio EMBRAPA/UFPel, INMET, para o mesmo período.

Foi calculado o período de retorno do evento obtido a partir da relação intensidade-duração-frequência-IDF (TEIXEIRA et al., 2011) para a localidade, considerando o total de chuva, 226,2 mm, no período de 24 horas (1440 min, Tempo de concentração).

A metodologia de estimativa do parâmetro Curva Número (CN) baseia-se, inicialmente, na utilização do tempo de concentração (1440 min) e a partir deste, a escolha dos intervalos de tempo ( $\Delta t = 20$  min) para a determinação do hidrograma de projeto, obtido pela aplicação da metodologia SCS. A referida metodologia considera a relação entre o armazenamento máximo,  $S$  (mm); a precipitação máxima acumulada,  $P$  (mm); a precipitação efetiva acumulada,  $P_e$  (mm); a quantidade armazenada no instante ( $P - P_e$ ); as abstrações iniciais,  $I_a$ , ( $0,2 \times S$ ) e o parâmetro Curva Número, CN; sendo a precipitação efetiva obtida pelas equações descritas a seguir (SCS, 1972).

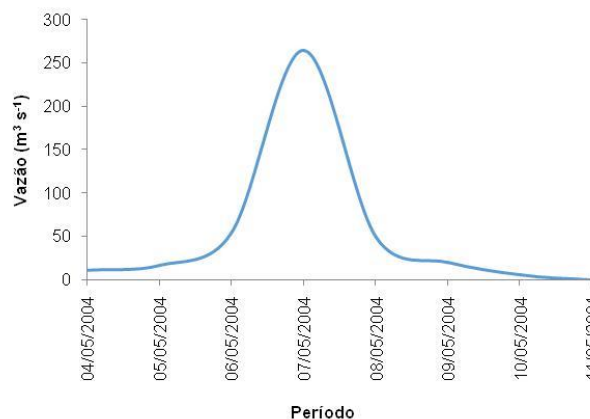
$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (1)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

O parâmetro CN foi ajustado atribuindo-se valores ao CN até que o valor encontrado de Pe fosse próximo ao valor observado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do valor do período de retorno obtido para o evento considerado, com: 226,2 mm, em 24 horas utilizando a IDF de TEIXEIRA et al. (2011), foi de 10.000 anos. Na Figura 2 é apresentado o hidrograma resultante, para o período selecionado (04 a 11/05), cujos valores de vazão máxima, volume de escoamento e precipitação efetiva, para um  $\Delta t$  de 20 min, foi de  $264,62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ,  $36.114.336 \text{ m}^3$  e  $93,56 \text{ mm}$ , respectivamente.



**Figura 2.** Hidrograma observado para o período de 04/05 a 11/05/2004, para o posto Ponte Cordeira Farias/Pelotas

Na estimativa do parâmetro CN, os valores da duração da chuva foram considerados em intervalos de 20 até 1440 min (Tempo de concentração), bem como os valores de intensidade e vazão máxima de escoamento superficial obtidos a partir da relação IDF de Pelotas (TEIXEIRA et al., 2011).

Para a transformação chuva-vazão foi obtido o valor de CN de 58 na construção do hidrograma de projeto, do hietograma de projeto e do hietograma efetivo, resultando em um valor de vazão máxima obtido de  $490,33 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Uma vez estimado, o valor foi comparado com o dado observado ( $264,62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), o que permitiu verificar que o CN utilizado para a região superestimou em 85% o valor de vazão máxima estimada. Quanto ao volume de escoamento superficial estimado, o valor obtido ( $36.002.243 \text{ m}^3$ ) foi próximo ao volume de escoamento superficial observado ( $36.114.336 \text{ m}^3$ ), para um valor de chuva efetiva semelhante ao observado ( $93,27 \text{ mm}$ ).

TEIXEIRA et al. (2013) objetivaram aplicar uma metodologia indireta para a estimativa do CN para a localidade de Pelotas/RS, utilizando-se as informações de eventos de chuva e vazão para o mesmo posto, no dia 18/12/2006. Os autores utilizaram um período de retorno de 10 anos, tempo de concentração de 160 min e a metodologia do SCS, sendo os valores de vazão observados comparados com os estimados, com um resultado de CN igual a 42,5. Concluíram que o referido parâmetro não tem significado físico, sendo, portanto, na maioria de suas aplicações, adotado como calibrador do valor de vazão máxima de projeto.

BESKOW et al. (2009) objetivaram estimar o escoamento superficial em uma bacia hidrográfica com base em modelagem dinâmica e distribuída, utilizando a metodologia do SCS (1972). Para tanto, utilizaram dados hidrológicos correspondentes a 18 eventos chuva-vazão monitorados na referida bacia

hidrográfica durante o ano hidrológico 2004-2005, em Minas Gerais. Observaram que o modelo, de forma geral, possibilitou simular a lâmina de escoamento superficial produzida na bacia hidrográfica de forma satisfatória, no entanto houve superestimativa do escoamento simulado em relação ao observado. Os autores justificam as diferenças em função das condições de umidade do solo, na aplicação dos modelos.

Outro fator a ser considerado é com relação ao equacionamento da metodologia americana (SCS, 1972), em que considera 20 e 80% do armazenamento máximo (S), o que talvez não sejam adequados para as condições de solo e clima brasileiros.

#### 4. CONCLUSÕES

A metodologia indireta foi capaz de estimar os valores de volume de escoamento superficial e de chuva efetiva, quando comparados com os dados observados, porém superestimou em 85% o valor da vazão. O valor do parâmetro Curva Número obtido foi de 58.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 20 de abril 2015.

ALLASIA, D.G. **Impacto das incertezas no custo de uma rede de macrodrenagem**. 152 p. 2002. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Porto Alegre: UFRGS – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

BESKOW S., MELLO, C. R., COELHO, G., SILVA, A. M., e VIOLA, M, R. Estimativa do escoamento superficial em uma bacia hidrográfica com base em modelagem dinâmica e distribuída. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v. 33. p.169-178. 2009.

DAMÉ, R. C. F., TEIXEIRA, C. F. A., LOPES, E. J., WINKLER, A. S., ROSSKOFF, J. L. C. Vazão de projeto resultante de dois eventos extremos de precipitação na localidade de pelotas/rs. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2009. NAKAYAMA, P.T.; MENDES, J.B.; LOBO, G.A.; SILVEIRA, G.M. Avaliação do parâmetro CN do método de Soil Conservation Service (SCS) nas bacias do Ribeirão dos Marins e Córrego Bussocaba – estado de São Paulo. In: **XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**. ABRH: Maceió/AL, 2011.

SOIL CONSERVATION SERVICE. National engineering handbook. Section 4. Washington: USDA, p 101- 1023. 1972.

TASSI, R.; ALLASIA, D.G.; MELLER, A.; MIRANDA, T.C.; HOLZ, J.; SILVEIRA, A.L.L. Determinação do parâmetro CN para sub-bacias urbanas do arroio Dilúvio - Porto Alegre/RS. **I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE**. ABRH: Curitiba/PR, 2006.

TEIXEIRA, C.F.A., DAMÉ, R.C.F., DISCONZI, P.B., SANTOS, J.P. Metodologia para calibração do parâmetro CN do Soil Conservation Service. **XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA**. Fortaleza - CE, Brasil 2013.

TEIXEIRA, C.F.A.; DAMÉ, R.C.F.; ROSSKOFF, J.L.C. Intensity-duration-frequency ratios obtained from annual record sand partial duration records in the locality of Pelotas-RS, Brazil. **Revista Engenharia Agrícola**, v.31, n.4, p.687-694, 2011.

TUCCI, C. E. M. – **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre. Editora da UFRGS/ABRH. 3ª edição. 2004.