

ESTUDO HIDROLÓGICO DE UMA SUB-BACIA DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

LETÍCIA BURKERT MÉLLO¹; EMANUELE BAIFUS MANKE¹; GABRIEL DA SILVA LEMOS¹; LUIS WEYMAR JUNIOR¹; RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ²; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA²

¹PPG Manejo e Conservação do Solo e da Água - UFPel – leticia Burkert@gmail.com; manumanke@gmail.com, gabriel.faem@gmail.com, leticia-burkert@hotmail.com, lweymarjr@gmail.com

²Centro de Engenharias - UFPel - ritah2o@hotmail.com; cfteixei@ig.com.br

1. INTRODUÇÃO

Os modelos hidrológicos são importantes ferramentas para o planejamento e tomada de decisão em projetos de drenagem urbana. A estimativa do escoamento superficial é uma das aplicações da modelagem hidrológica, sendo essencial para a avaliação do potencial de rendimento de água em uma bacia hidrográfica, bem como, no planejamento de medidas de conservação do solo e da água, redução do assoreamento, análise de riscos de inundações a jusante e dimensionamento de obras hidráulicas (MUNOZ-ROBLES et al., 2011).

O principal benefício desses modelos é a precisão de suas previsões. No entanto, a maior fragilidade é a necessidade de conhecimentos, tempo e esforço consideráveis para serem utilizados de forma eficaz. Entre estes modelos, existem métodos como o proposto pela Soil Conservation Service (SCS), o qual, segundo SCHULZE et al., 1992, apresenta resultados aceitáveis. O SCS baseia-se no conceito de que a lâmina de escoamento superficial produzida em um dado evento é uma função da altura total da lâmina precipitada e do parâmetro Curva Número (CN) (TYAGI et al., 2008).

De acordo com AJAMAL et al. (2014), os valores de CN devem ser determinados a partir das características da bacia hidrográfica (tipo de solo, uso/cobertura e manejo). No entanto, existem algumas tabelas estabelecidas, que permitem obter um determinado valor de CN, variando entre 0 e 100, sendo este definido de forma empírica, em função do tipo de solo, uso e teor de água do solo, anterior à chuva (LENCASTRE; FRANCO, 1992).

O método do CN tem sua concepção baseada em dados coletados para bacias hidrográficas dos Estados Unidos. Contudo, pouco se sabe sobre a representatividade dos parâmetros da metodologia original para bacias hidrográficas do território brasileiro, sendo sua aplicabilidade questionada, em diversas publicações de cunho científico.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar a vazão de projeto de uma sub-bacia do município de Pelotas, por meio do método do Soil Conservation Service, considerando diferentes valores para o parâmetro Curva Número, bem como cenários futuros de escoamento superficial.

2. METODOLOGIA

O estudo hidrológico foi realizado em uma das sub-bacias da bacia hidrográfica do arroio Moreira/Fragata, a qual localiza-se no município de Pelotas, RS, a qual pode ser visualizada na Figura 1. As características fisiográficas desta sub-bacia são: área total de 1,38 km², comprimento do rio principal de 1,69 km, cota a montante 8 m e cota a jusante de 2 m.

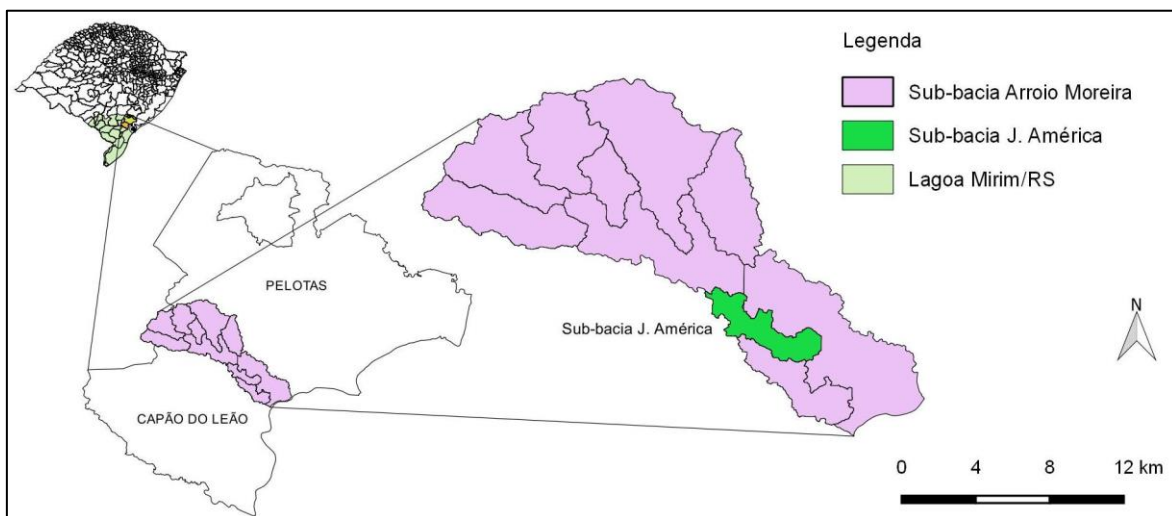


Figura 1 – A bacia hidrográfica analisada neste trabalho foi a Micro bacia Jardim América, a qual é uma das sub-bacias do arroio Fragata/Moreira.

Os dados da sub-bacia foram utilizados na estimativa do tempo de concentração por meio da equação de KIRPICH (1940) (Equação 1):

$$t_c = 57 \left(\frac{L^{1,155}}{H} \right)^{0,385} \quad (1)$$

Em que t_c é o tempo de concentração (min), L o comprimento do rio principal (km) e H é o desnível da bacia hidrográfica (m).

A chuva de projeto foi determinada para os períodos de retorno de 2, 10, 20, 50 e 100 anos, de acordo com a equação 2, proposta por DORNELES (2017), a qual permite a estimativa das chuvas intensas no município de Pelotas/RS:

$$I = \frac{1100 \cdot (TR^{0,163})}{(t + 16,47)^{0,766}} \quad (2)$$

Em que I é a intensidade de chuva (mm h^{-1}), TR o período de retorno (anos) e t a duração de chuva (min).

A precipitação efetiva (P_{ef}), ou seja, a parcela da precipitação total que escoar superficialmente foi obtida por meio do método de SCS, através das Equações 3 e 4:

$$P_{ef} = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} \quad (3)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (4)$$

Em que P é a precipitação (mm) obtida a partir do Hietograma de projeto acumulado, P_{ef} a precipitação efetiva (mm), S o armazenamento no solo (mm) e CN o parâmetro Curva Número.

Foram adotados dois cenários futuros para a análise da variação da vazão de projeto, em relação as alterações causadas no escoamento superficial. O critério utilizado para compor os cenários Futuros 1 e 2 foi de acréscimos

percentuais no coeficiente de escoamento (C), em relação ao cenário Atual. O coeficiente de escoamento Atual corresponde a 0,6, sendo assim, o cenário Futuro 1 foi considerado 0,7 e o Futuro 2, um coeficiente de 0,8.

O ajuste do CN foi realizado adotando-se como base a relação entre a precipitação efetiva calculada e a medida, sendo a verificação do valor realizada pelo respectivo coeficiente de escoamento (C). Por fim, foi determinado o hidrograma unitário de escoamento superficial, correspondente a chuva efetiva de projeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão os resultados do parâmetro CN obtidos para os cenários Atual, Futuro 1 e Futuro 2, considerando diferentes períodos de retorno. Observa-se que os valores dos cenários futuros, nos quais considera-se um aumento no coeficiente de escoamento (C), proporcionaram maiores resultados de CN. Assim, verifica-se que os dois estão diretamente relacionados, o que demonstra que o CN pode variar ao longo do tempo em uma bacia hidrográfica, de acordo com a variação do seu escoamento superficial. Em estudo semelhante LIMA et al. (2007), também identificaram uma relação entre a variação do CN e do C, indicando que os valores do coeficiente sofrem a influência do manejo da vegetação na produção do escoamento.

Tabela 1 - Parâmetros CN para a sub-bacia do arroio Moreira/Fragata, considerando os cenários e diferentes períodos de retorno analisados

Cenário	Valores de CN					
	2	10	20	50	100	Média
	TR (anos)					
Atual	92,08	89,95	88,88	87,32	86	88,85
Futuro 1	94,25	92,66	91,85	90,66	89,66	91,82
Futuro 2	96,15	95,05	94,50	93,66	92,96	94,46

Na Tabela 2 estão os resultados da precipitação efetiva (Pe) estimada por meio do tempo de concentração obtido com base nas características fisiográficas da sub-bacia, bem como diferentes períodos de retorno, para os cenários avaliados. Verifica-se que quanto maior o período de retorno, maior é a Pe da sub-bacia em estudo. Além disso, há um aumento no valor de Pe causado pela modificação do valor do CN e também para os dois cenários futuros de coeficiente de escoamento.

Tabela 2 - Precipitação efetiva (Pe) da sub-bacia do arroio Fragata/Moreira, para cenários e diferentes períodos de retorno analisados

Pe (mm)	TR (anos)				
	2	10	20	50	100
Atual	20,62	26,81	30,02	34,86	39,00
Futuro 1	24,21	31,49	35,25	40,93	45,83
Futuro 2	27,86	36,21	40,56	47,07	52,71

Na Tabela 3 estão os valores da vazão máxima de projeto da sub-bacia para os cenários analisados, o que possibilita identificar um acréscimo de vazão para os cenários futuros analisados. Segundo TYAGI et al. (2008), o método SCS busca representar as perdas hídricas potenciais de uma bacia, sendo menor o valor do

CN, quando maior o armazenamento inicial, ou seja, a possibilidade de escoamento superficial é reduzida, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, pois os menores valores de CN apresentados na Tabela 1, proporcionaram menores vazões de projetos (Tabela 3).

Tabela 3 – Vazão máxima de projeto para a sub-bacia em estudo para os cenários e períodos de retornos considerados

Q (m ³ s ⁻¹)	TR (anos)				
	2	10	20	50	100
Atual	9,54	12,41	13,89	16,13	18,04
Futuro 1	11,20	14,56	16,30	18,93	21,19
Futuro 2	12,87	16,72	18,73	21,74	24,35

4. CONCLUSÕES

As variações no coeficiente de escoamento superficial da sub-bacia do arroio Fragata/Moreira, que podem ser causadas pela impermeabilização, alterações no uso do solo, entre outros fatores, também podem alterar os valores de vazão de projeto do cenário atual, considerando diferentes períodos de retorno.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJMAL, M; KIM, T-W. Quantifying Excess Storm Water Using SCS-CN–Based Rainfall Runoff Models and Different Curve Number Determination Methods. *J. Irrig. Drain Eng.*, v. 114, n.3, 2014.

DORNELES, V. R. Análise de **Chuvas Intensas com Abordagem de Dados Pluviográficos e Pluviométricos**. 2017, 61f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) – Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

KIRPICH, Z. P. Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, v. 10, n. 6, p. 362, 1940.

LENCASTRE, A.; FRANCO, F. M. (1992). **Lições de Hidrologia**. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

LIMA, H. M.; VARGAS, H.; CARVALHO, J.; GONÇALVES, M.; CAETANO, H. Comportamento hidrológico de bacias hidrográficas: integração de métodos e aplicação a um estudo de caso. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 60, n. 3, p. 525-536, 2007.

MUNOZ-ROBLES, C.; REID, N.; TIGHE, M.; BRIGGS, S. V.; WILSON, B. Soil hydrological and erosional responses in patches and inter-patches in vegetation states in semiarid Australia. **Geoderma**, v. 160, p. 524–534, 2011.

SCHULTZ G. A. (1993). **Hydrological Modeling based remote sensing information**. *Adv. Space Res.*, 13 (5).

TYAGI, J. V.; MISHRA, S. K.; SINGH, R.; SINGH, V. P. SCS-CN based time-distributed sediment yield model. **Journal of Hydrology**, v. 352, p. 388-403, 2008.