

Uso do balanço hídrico simplificado em sistemas de conservação em um solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo

Damé, R. C. F.¹; Teixeira, C. F. A.²; Terra, V. S. S.³; Reisser Júnior, C.⁴; Timm, L. C.⁵; Brixner, G. F.⁶

¹Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, e-mail: ritah2o@hotmail.com.br

²Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, e-mail: cfteixeira@ig.com.br

³Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, CEP 96010-900, e-mail: vssterra@yahoo.com.br.

⁴Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, e-mail: reisser@cpact.embrapa.br

⁵Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, e-mail: lcartimm@yahoo.com.br

⁶Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, e-mail: brixner_gfb@yahoo.com.br

Introdução

Juntamente com a água, o solo é um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência da grande maioria das espécies. Todavia, é um dos mais degradados pelo homem. Milhões de toneladas de solo são perdidos anualmente pela ação da erosão hídrica, especialmente em regiões de clima tropical e úmido (Silva, 2006).

O impacto da gota de chuva sobre o solo, juntamente com a ação dos ventos compõem o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo. A erosão hídrica é responsável pela maior parte das perdas de solo (Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

As práticas utilizadas para prevenir a erosão do solo são classificadas em edáficas, vegetativas e mecânicas. No caso das práticas mecânicas encontram-se os terraços, em que o dimensionamento dos canais exige o conhecimento de vários fatores, dos quais o principal é a estimativa da vazão máxima de projeto (Pruski et al., 2001). Comumente são utilizados para a estimativa da vazão máxima o método Racional (Tucci et al., 2001) e o do Soil Conservation Service (1972).

O método Racional está fundamentado em três parâmetros: (a) coeficiente de escoamento; (b) intensidade máxima média de precipitação associada a uma duração e período de retorno; e (c) área. O método do SCS também se fundamenta em três parâmetros: (a) lâmina escoada superficialmente; (b) curva número; e (a) área.

A estimativa indireta da lâmina escoada superficialmente, é obtida a partir da relação intensidade-duração-frequência da precipitação (IDF) (Damé et al., 2010) e do parâmetro curva número (b), que exige o conhecimento do tipo, uso e teor de água do solo. A dificuldade enfrentada está na estimativa do referido parâmetro, uma vez que as tabelas disponíveis, que fornecem este valor, foram construídas para solos de países com clima temperado. Alternativamente, assim como no caso do coeficiente de escoamento do método Racional, é possível obter a lâmina escoada superficialmente pelo método do balanço hídrico (Pruski et al., 1997), e a partir desta, obter o parâmetro curva número para a área de interesse.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi estimar a vazão máxima para o dimensionamento de canais de terraços, utilizando os métodos Racional e Soil Conservation Service (1972) a partir dos coeficientes de escoamento e curva número, obtidos a partir da lâmina escoada superficialmente estimada pelo método do balanço hídrico em um solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico cultivado com pessegueiro, em Pelotas/RS.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em uma área experimental pertencente a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) de clima temperado, situada no município de Pelotas- RS (32°45'S e 52°30'O), com altitude média de 60 m. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abrupto plântico, com textura média argilosa, relevo suave ondulado (Embrapa, 2006). A composição granulométrica (areia, silte e argila), os valores de densidade, porosidade total, macro e microporosidade do solo até a profundidade de 0,20 m encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física do solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abrupto plântico.

Prof. (m)	Areia (g kg ⁻¹)	Silte	Argila	Ds (g cm ⁻³)	Pt (%)	Mi	Ma
0,00-0,10	679	171	150	1,74	35,38	28,14	7,24
0,10-0,20	671	189	141	1,53	37,65	26,53	11,12

Ds: densidade do solo, Pt: porosidade total, Mi: microporosidade, Ma: macroporosidade

Para a estimativa da vazão máxima de projeto aplicaram-se duas metodologias: Soil Conservation Service (1972) e o método Racional (Tucci et al., 2001). Na determinação da vazão máxima foi considerada uma área de aproximadamente 1,5 ha, com comprimento de escoamento de 1,3 km, 0,0154 m m⁻¹ de declividade e tempo de concentração de 50 min, estimado pela equação de Watt & Chow (Dingman, 2002).

Para atingir o objetivo do presente trabalho foi utilizado o método do balanço hídrico simplificado de acordo com Pruski et al. (1997), em que a lâmina escoada superficialmente, subtraída da precipitação total sobre a área para uma dada duração e período de retorno, resulta na lâmina da água infiltrada no solo.

A precipitação total foi estimada mediante a relação IDF da localidade de Pelotas- RS (Goulart et al., 1992), para a duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 10 anos (Teixeira et al., 2009).

A determinação da curva de infiltração de água no solo foi realizada mediante o método dos anéis concêntricos (Cauduro & Dorfman, 1988), sendo o diâmetro do anel menor de 0,20 m e do maior de 0,40 m. As medições foram realizadas em três pontos equidistantes de 5 m, sendo realizadas leituras da lâmina infiltrada aos 1, 5, 10, 15, 30 e 40 min do início da infiltração em cada ponto.

Quando a velocidade de infiltração se tornou constante ao longo do tempo, foram obtidos os valores da velocidade de infiltração básica (VIB) em cada ponto.

A obtenção da lâmina escoada superficialmente foi realizada mediante o método do Soil Conservation Service (1972), sendo que o valor do parâmetro curva número (CN) foi calibrado utilizando o balanço hídrico simplificado. Para tanto, foram utilizados os valores de CN que variaram de 64 a 88, considerando uso do solo em plantações regulares, superfície do solo em curvas e terraceado em nível, e tipos de solo identificados como A, B, C e D (Tucci et al., 2001). O valor de CN selecionado foi aquele em que o resultado do balanço hídrico simplificado foi igual à VIB.

Uma vez conhecido o valor de CN e, conseqüentemente a lâmina escoada, foi determinado o coeficiente de escoamento mediante a relação entre a precipitação total e a lâmina escoada. Este é o valor de coeficiente de escoamento que foi utilizado no cálculo da vazão máxima de projeto pelo método Racional. A vazão máxima pelo método do Soil Conservation Service (1972) foi estimada utilizando o valor de CN, o qual foi calibrado pelo método do balanço hídrico simplificado.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os valores de precipitação total para intervalos de tempo de 5 minutos, tendo como limite superior o tempo de concentração que é de 50 minutos, e na Figura 1 as curvas de velocidade de infiltração de água (VI) e infiltração acumulada médias de um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abrupto plúntico cultivado com pessegueiro, obtidas com o uso do infiltrômetro de anel.

Observa-se que a lâmina total precipitada na duração igual ao tempo de concentração da área é de 48,5 mm, enquanto que a lâmina correspondente a VIB assume um valor de 37,5 mm ($4,5 \text{ cm h}^{-1}$) (Figura 1). A partir do valor de VIB encontrado, o solo foi classificado, segundo Bernardo et al. (2006), como de VIB muito alta ($> 3,0 \text{ cm h}^{-1}$).

Pelo método do balanço hídrico simplificado (evaporação = 0), tem-se que a lâmina escoada superficialmente é de 11 mm. A relação entre a lâmina total precipitada e a escoada superficialmente forneceu um valor de coeficiente de escoamento igual a 0,23. O valor da vazão máxima estimada pelo método Racional é de $0,056 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, resultado do produto do coeficiente de escoamento ($C = 0,23$), intensidade máxima média de precipitação ($I = 58,18 \text{ mm h}^{-1}$) e área ($0,015 \text{ km}^2$). Tucci et al. (2001) sugerem que o valor de C para as condições de topografia, solo e cobertura da área em estudo seja igual a 0,5, resultando em um valor de vazão de $0,12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, o que representa um acréscimo de praticamente 100% no valor da mesma. Cabe ressaltar que o coeficiente de escoamento nem sempre é conhecido para a região em que se deseja implementar um sistema de conservação de solos, e os valores que se dispõem são aqueles obtidos mediante tabelas construídas (Nerc, 1975), a partir de experimentos em bacias hidrográficas experimentais. Estes valores nem sempre representam as características reais.

Quando aplicou-se o método do SCS, o valor de vazão máxima encontrado foi de $1,56 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, sendo o valor calibrado de CN igual a 78. Este resultado evidencia a importância de se utilizar métodos nas condições para as quais foram estabelecidos, ou seja, a recomendação da literatura (Tucci et al., 2001) é de que o método Racional seja usado para áreas de até 1 km^2 , enquanto que no Soil Conservation Service (1972), para áreas a partir de 2500 km^2 .

Tabela 2. Valores de precipitação total para o período de retorno de 10 anos, no município de Pelotas/RS para intervalos de tempo de 5 minutos.

Duração (min)	Intensidade da Precipitação (mm h^{-1})	Altura da Precipitação Acumulada (mm)	Incremento de Altura (mm)
5	225,26	18,77	18,77
10	163,25	27,21	8,44
15	129,91	32,48	5,27
20	108,81	36,27	3,79
25	94,15	39,23	2,96
30	83,30	41,65	2,42
35	74,92	43,70	2,05
40	68,23	45,49	1,78
45	62,75	47,07	1,58
50	58,18	48,48	1,42

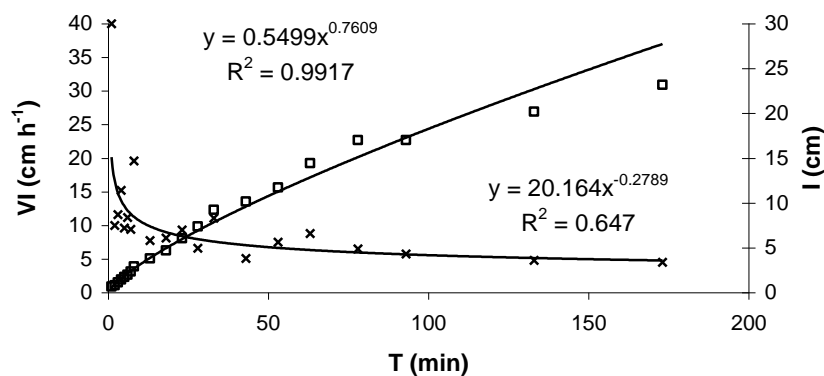


Figura 1. Velocidade de Infiltração de água e infiltração acumulada médias de um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abrupto plúntico, cultivado com pessegueiro.

Conclusões

Para o dimensionamento de canais de terraços utilizado em práticas de conservação de solo, os resultados do presente trabalho indicaram que o método Racional é o mais adequado. O valor de vazão máxima obtido pelo método Racional foi 260% inferior ao obtido pelo método do SCS. O valor de CN do método SCS pode ser calibrado a partir dos valores de lâmina total precipitada e da velocidade de infiltração básica do solo.

Agradecimento

À EMBRAPA Clima Temperado pela disponibilidade de uso da área experimental.

Literatura Citada

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 8ª edição. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo – SP. Ícone, 1990, 355p.

CAUDURO, F.A. & DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem. Porto Alegre, PRONI, IPH-UFRGS, 1988. 216p.

DAMÉ, R.C.F.et al.. Hidrograma de projeto em função da metodologia utilizada na obtenção da precipitação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.1, p.46–54, 2010.

DINGMAN, L. Physical Hydrology. Prentice Hall: New Jersey, 2a ed. 648p. 2002.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

GOULART, J. P.; MAESTRINI, A. P.; NEIBEL, A. L. Relação intensidade-duração-frequência de chuvas em Pelotas, RS. Revista Brasileira de Meteorologia, v.7, n.1, p.543-552, 1992.

NERC. Food Studies Report, London: Natural Environment Research Council. 5v. 1975.

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D; TEIXEIRA, A.F.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, J.M.A; GRIEBELER, N.P. HIDROS. Dimensionamento de sistemas hidroagrícolas. 259 p. Ed: Viçosa, 2001.

PRUSKI, F.F.; GRIEBELER, N.P; SILVA, D.D. Comparação entre dois métodos para a determinação do volume de escoamento superficial. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, p. 403-410, 2001.

PRUSKI, F.F; FERREIRA, P.A.; RAMOS, M.M.; CECON, P.R. A model to design level terraces. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.123, n.1, p.8-12, 1997.

SCS – Soil Conservation Service. Hydrology. In: National engineering handbook. Washington: USDA, 1972. p. 101-1023.

SILVA, P.M.O. Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG. Tese de doutorado, Lavras: UFLA, 155p, 2006.

TEIXEIRA, C.F.A.; DAMÉ, R.C.F.; LOPES, E.J.; ROSSKOFF, J.L.C.; WINKE, L.O.L. Estimativa da vazão de projeto para a localidade de Pelotas/RS: comparação de metodologias. In: Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE), 2009.

TUCCI, C.E.M. Vazão máxima e hidrograma de projeto. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.