

# COEFICIENTE DE ESCOAMENTO PARA SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO EM UM NITOSSOLO HÁPLICO CULTIVADO COM MILHO, FEIJÃO E SOJA

ILDEGARDIS BERTOL<sup>1</sup>, ANTONIO PAZ GONZÁLEZ<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Doutor, Depto. de Solos, Faculdade de Agronomia, UDESC-CAV, Lages – SC, Brasil, Fone: (49)32212254, [a2ib@cav.udesc.br](mailto:a2ib@cav.udesc.br).

<sup>2</sup>Biólogo, Doutor, Catedrático de Edafologia y Química Agrícola, Universidade da Coruña, Coruña, Espanha.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

**RESUMO:** O preparo do solo altera suas propriedades, diminuindo a infiltração de água e aumentando a enxurrada e o coeficiente de escoamento. Utilizando um simulador de chuvas, aplicaram-se, sobre um Nitossolo Háplico aluminoso, três testes de chuva simulada nos cultivos do feijão e milho e cinco testes na soja, com intensidade de 65 mm h<sup>-1</sup>, no Planalto Sul Catarinense, entre março de 2001 e fevereiro de 2004, para avaliar os tempos de início e de pico, a taxa constante e o coeficiente de enxurrada. Estudaram-se, em duas repetições, os tratamentos: preparo convencional (PC); semeadura direta em resíduo queimado, em solo nunca preparado (SQ); semeadura direta em resíduo dessecado, em solo nunca preparado (SD); e semeadura direta em resíduo dessecado, em solo preparado quatro anos antes (ST). Um preparo convencional sem cultivo do solo (SC) serviu de testemunha. No milho e feijão estudou-se ainda o campo nativo (CN). No milho e feijão, aplicaram-se três testes de chuva cada um e, na soja, cinco testes. Os tempos de início (TI) e de pico (TP) da enxurrada, a taxa constante de enxurrada (TE) e o coeficiente de escoamento (C) foram influenciados pelo preparo e cultivo do solo. O TI e o TP foram menores nos tratamentos PC e SC, enquanto a TE e o C foram menores nos tratamentos SD e ST. A TE variou de 18 mm h<sup>-1</sup> na ST a 44 mm h<sup>-1</sup> no SC, enquanto o C variou de 0,29 na ST a 0,71 no SC.

**PALAVRAS-CHAVE:** taxa constante de enxurrada, escoamento superficial.

## RUNOFF COEFFICIENT FOR SOIL TILLAGE SYSTEMS ON TYPIC HAPLUDOX WITH CROP MAIZE, BEAN AND SOYBEAN

**ABSTRACT:** Soil tillage change soil properties, reduce infiltration and increase runoff, increasing the rainfall water runoff coefficient. A rotating-boom rainfall simulator, operated at constant intensity rainfall of 65 mm h<sup>-1</sup> was used to investigate runoff constant rate and runoff coefficient in soil tillage systems on maize, bean and soybean crops, in experiments carried out in a soil Typic Hapludox, in the Southern Plateau of Santa Catarina State, Brazil, from March 2001 to February 2004. Three simulated rainfall test were applied in maize and bean crops and five test in soybean crop, according to the following treatments: conventional tillage without crop (bare soil - BS), conventional tillage (CT), no-tillage on burned residue on prepared never soil (NB), no-tillage on desiccated residue on prepared never soil (ND), and no-tillage on desiccated residue on prepared previously soil (traditional no-tillage - NT). In maize and bean crops were investigate still native pasture treatment (NP). The initial time (TI) and the peak time (TP) time, runoff constant rate (RR) and runoff coefficient (RC) changed with soil tillage treatments and with soil crop. The TI and TP were smaller in the CT and BS treatments, while the RR and RC were smaller in ND and NT treatments. The RR change from 18 mm h<sup>-1</sup> in NT to 44 mm h<sup>-1</sup> in BS treatments, while the RC change from 0,29 in NT to 0,71 in BS treatments.

**KEY WORDS:** constant runoff rate, runoff.

**INTRODUÇÃO:** A perda de água por escoamento superficial é influenciada primeiramente pelo tipo de solo e, secundariamente, pelo preparo, cobertura e manejo do solo (Horn & Schwab, 1963). Isto influencia a taxa máxima de enxurrada e o coeficiente de escoamento, o qual ocorre no tempo de concentração (Ramser, 1927; Kirpich, 1940). A cobertura do solo, relacionada ao manejo e preparo do solo, é o fator isolado mais importante que influencia as taxas de infiltração e de escoamento da água

da chuva (Duley, 1939), devido à possibilidade de selamento dos poros na superfície em solos descobertos. O preparo de solo convencional elimina a cobertura e quebra os agregados, deixando o mesmo sujeito à ação da energia de impacto das gotas de chuva (Hudson, 1995) e ao selamento superficial (Duley, 1939). Isto ocasiona redução da taxa de infiltração e aumento do escoamento superficial em relação ao sistema de semeadura direta (Cogo, 1981; Bertol, 1995; Leite et al, 2005). O sistema de manejo conduzido sob semeadura direta, além de manter a cobertura do solo, facilita a manutenção de estrutura de boa qualidade devido à ausência quase que completa de preparo do solo. Esta condição preserva os poros, em especial os de maior tamanho, além de preservar a continuidade dos mesmos, o que mantém a taxa de infiltração de água no solo em níveis mais elevados do que nos preparos convencionais (Leite et al., 2004), assemelhando-se às condições de um solo de campo nativo. A queima de resíduos vegetais expõe a superfície do solo ao efeito de impacto das gotas de chuva e, com isso, facilita a degradação da estrutura na superfície. Assim, mesmo que o solo não tenha sido preparado, a estrutura na sua superfície pode sofrer um colapso, o que conduz à redução do número de poros de maior tamanho e, com isso, a infiltração de água no solo é diminuída e o escoamento aumentado (Leite et al., 2004; Engel et al., 2006).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido entre março de 2001 e fevereiro de 2004, em um solo Nitossolo Háplico aluminico, no Planalto Sul Catarinense. Entre março de 2001 e fevereiro de 2003, estudaram-se, em duas repetições, os tratamentos: 1) preparo convencional com uma aração+duas gradagens sem cultivo do solo (SC); 2) preparo convencional com uma aração+duas gradagens com cultivo do solo (PC); 3) semeadura direta sobre resíduos queimados, onde o solo não recebeu preparo algum (SQ); 4) semeadura direta sobre resíduos dessecados, onde o solo não recebeu preparo algum (SD); 5) semeadura direta sobre resíduos dessecados, onde o solo foi preparado na implantação do experimento, denominado de semeadura direta tradicional (ST), sob os cultivos de milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*); 6) campo nativo, onde o solo não recebeu preparo algum (CN) e, entre março de 2003 e fevereiro de 2004, os mesmos tratamentos com exceção do CN, sob cultivo de soja (*Glycine max*). Durante os cultivos do milho e feijão foram aplicados três testes de chuva simulada em cada cultivo, sendo o primeiro imediatamente após a semeadura das culturas e, os demais, em intervalos regulares de 45 dias, no milho, e de 30 dias, no feijão, com intensidade de 65 mm h<sup>-1</sup> e duração variável. Durante o cultivo da soja, aplicaram-se chuvas de umedecimento um dia antes das chuvas teste, até iniciar a enxurrada. No dia do teste, aplicaram-se chuvas com duração de uma hora e intensidade de 65 mm h<sup>-1</sup>. A unidade experimental era constituída de uma parcela com 3,5 x 11 m. Para a aplicação das chuvas simuladas, utilizou-se um simulador de chuvas de braços rotativos (Swanson, 1975). Antes da aplicação de cada chuva simulada, determinou-se a umidade do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, conforme Forsythe (1975). Durante a aplicação de cada chuva simulada, foram anotados os tempos de início e de pico da enxurrada e feitas amostragens da enxurrada, de três em três minutos, conforme Cogo (1981), para posterior elaboração de hidrogramas e cálculo das perdas de água (mm h<sup>-1</sup>) e do coeficiente de escoamento.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A intensidade das chuvas simuladas aplicadas variou de 62 mm h<sup>-1</sup> a 76 mm h<sup>-1</sup>, enquanto a duração variou de 60 minutos a 99 minutos (Quadros 1, 2 e 3), o que se refletiu na variação do volume aplicado.

Quadro 1. Intensidade (I) e duração (D) das chuvas simuladas, taxa constante de enxurrada (TE) e coeficiente de escoamento (C) em Nitossolo Háplico cultivado com milho (média de duas repetições e três testes de chuva)

Tratamento	I mm h <sup>-1</sup>	D Minuto	TE mm h <sup>-1</sup>	C Adimensional
SC	66	72	28	0,42
PC	67	90	26	0,39
SQ	67	77	24	0,36
SD	62	93	20	0,32
ST	62	99	18	0,29
CN	76	72	22	0,29

SC: solo sem cultivo; PC: preparo convencional; SQ: semeadura direta em resíduo queimado; SD: semeadura direta em resíduo dessecado; ST: semeadura direta tradicional; CN: campo nativo.

A taxa constante de enxurrada variou tanto com a variação das características das chuvas quanto com os sistemas de preparo do solo e tipos de cultivo. No entanto, é possível observar que a taxa constante de enxurrada foi influenciada mais pelo sistema de preparo do solo do que pela intensidade e duração das chuvas. No cultivo de milho (Quadro 1), a taxa constante de enxurrada foi reduzida em 31% na ST (18 mm h<sup>-1</sup>) em relação ao PC (26 mm h<sup>-1</sup>), enquanto no cultivo de feijão (Quadro 2) essa redução foi de 41% (de 23 mm h<sup>-1</sup> na ST para 39 mm h<sup>-1</sup> no PC) e, no de soja (Quadro 3, Figura 1), a referida redução foi de 33% (de 22 mm h<sup>-1</sup> na ST para 33 mm h<sup>-1</sup> no PC).

Quadro 2. Intensidade (I) e duração (D) das chuvas simuladas, taxa constante de enxurrada (TE) e coeficiente de escoamento (C) em Nitossolo Háplico cultivado com feijão (média de duas repetições e três testes de chuva)

Tratamento	I mm h <sup>-1</sup>	D Minuto	TE mm h <sup>-1</sup>	C Adimensional
SC	62	81	44	0,71
PC	68	80	39	0,57
SQ	65	80	34	0,52
SD	67	80	27	0,40
ST	69	80	23	0,33
CN	70	80	28	0,40

A eficácia do tratamento ST em reduzir a taxa constante de enxurrada em relação ao PC, independente do sistema de cultivo, foi devida à cobertura do solo que protegeu a superfície do impacto das gotas de chuva e à ausência de preparo que preservou as propriedades físicas e manteve alta a taxa de infiltração de água no solo.

Quadro 3. Intensidade (I) e duração (D) das chuvas simuladas, taxa constante de enxurrada (TE) e coeficiente de escoamento (C) em Nitossolo Háplico cultivado com soja (média de duas repetições e cinco testes de chuva)

Tratamento	I mm h <sup>-1</sup>	D Minuto	TE mm h <sup>-1</sup>	C Adimensional
SC	64	60	40	0,63
PC	65	60	33	0,51
SQ	66	60	29	0,44
SD	65	60	27	0,42
ST	66	60	22	0,33

Os coeficientes de escoamento foram relativamente altos e variaram com os tratamentos e sistemas de cultivo do solo (Quadros 1, 2 e 3), entre 0,29 e 0,71. Em ambos os cultivos, O tratamento ST foi o mais eficaz na redução do fator C, apresentando um valor 35% menor do que o PC, na média dos cultivos, justificado do mesmo modo como feito para o caso da taxa constante de enxurrada. O valor do fato C foi menor no milho do que na soja e feijão, devido à eficácia dessa cultura no aumento da taxa de infiltração de água no solo e redução do escoamento em relação às demais. A maior eficácia do milho é determinada pelo tipo de planta, com sistema radicular abundante e fasciculado e pela quantidade de resíduo vegetal produzido, em relação ao feijão e à soja.

**CONCLUSÃO:** Os tempos de início e de pico da enxurrada, a taxa constante de enxurrada e o coeficiente de escoamento são influenciados pelo preparo e cultivo do solo. Os tempos de início e do pico da enxurrada são menores nos tratamentos preparo convencional e solo sem cultivo, enquanto a taxa constante de enxurrada e o coeficiente de enxurrada são menores nos tratamentos de semeadura direta dessecada e semeadura direta tradicional. A taxa constante de enxurrada varia de 18 mm h<sup>-1</sup> na semeadura direta tradicional a 44 mm h<sup>-1</sup> no solo sem cultivo, enquanto a variação do coeficiente de escoamento nestes tratamentos é de 0,29 a 0,71.

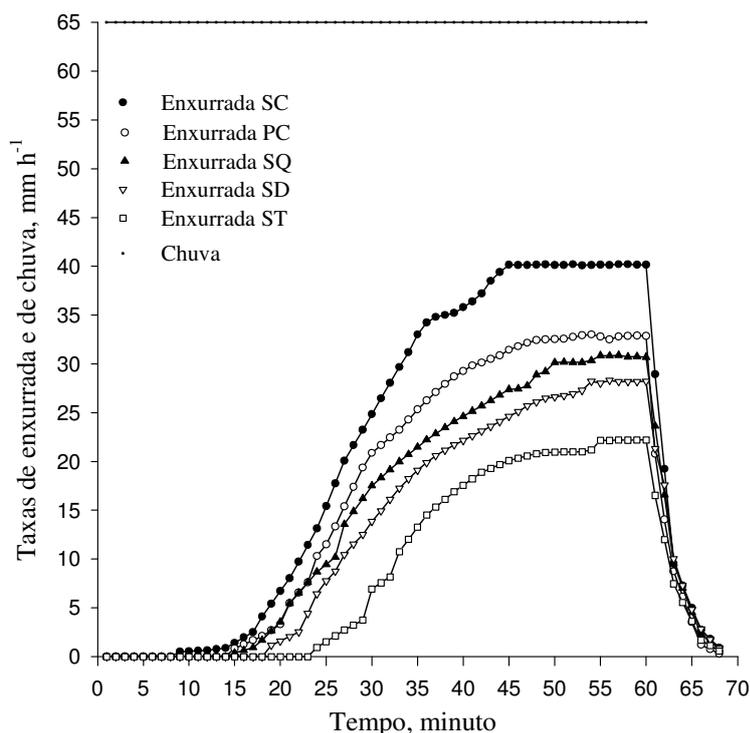


Figura 1. Hidrograma de enxurrada em um solo Nitossolo Háplico cultivado com soja sob preparo convencional (PC), semeadura direta queimada (SQ), semeadura direta dessecada (SD), semeadura direta tradicional (ST) e solo sem cultivo (SC), submetido à chuva simulada de  $65 \text{ mm h}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTOL, I. Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 185p. (Tese de Doutorado)
- COGO, N.P. Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters. West Lafayette, Purdue University, 1981. 346p. (Tese de Doutorado)
- DULEY, F.L. Surface factor affecting the rate of intake of water by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 4:60-64, 1939.
- ENGEL, F.L.; BERTOL, I.; MAFRA, A.L. & COGO, N.P. Erosão hídrica em diferentes estádios de crescimento da cultura da soja, em diferentes preparos do solo. *R. Bras. Ci. Solo*. 2006. (No prelo)
- FORSYTHE, W. Física de Suelos: Manual de Laboratorio. San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. 209p.
- HORN, D.L. & SCHWAB, G.O. Evaluation of rational runoff coefficients for small agricultural watersheds. *Am. Soc. Agr. Eng. Trans.*, 6:195-198, 1963.
- HUDSON, N.W. Soil conservation. Ithaca, Cornell University Press, 1995. 324p.
- KIRPICH, P.Z. Time of concentration of small agricultural watershed. *Civil Eng.*, 10:362, 1940.
- LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J.C.; SANTOS, E.J. & RITTER, S.R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada: I. Perdas de solo e água. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:1.033-1.044, 2004.
- RAMSER, C.E. Runoff from small agricultural areas. *J. Agric. Res.*, 34:797-923, 1927.
- SWANSON, N.P. Suggestions for use the rotating-boom field plot rainfall simulator to obtain data for application of the soil loss equation. Paraná, FAO, University of Nebraska, 1975. 6p. (Relatório de consultoria)