

TAXAS DE DESAGREGAÇÃO E PERDAS DE SOLO EM ENTRESSULCOS EM LATOSSOLO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE USO

Josévaldo Ribeiro Silva⁽¹⁾; Flávio Pereira Oliveira⁽²⁾; Clint Wayne Araújo da Silva⁽³⁾; Jaime Pessoa da Cunha Neto⁽⁴⁾; Kennedy Santos Gonzaga⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba; valdo_rb@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Adjunto, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba – DSER/CCA/UFPB. Rodovia PB 079 – Km 12, Cidade Universitária, CEP 58397-000, Areia (PB). E-mail: pereira@cca.ufpb.br; ^{(3), (4) e (5)} Estudante de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO: A erosão atua desagregando sedimentos e por consequência a camada arável, fértil e permeável à fixação dos vegetais. Este trabalho teve por objetivo avaliar as taxas de desagregação e perdas de solo em entressulcos em Latossolo sob diferentes condições de uso, assim caracterizar as variáveis hidráulicas e avaliar a perda e desagregação do solo. As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm em um Latossolo Amarelo. Foram selecionados três condições de uso constituídas de área cultivada, sob pastagem e preservada. Os testes foram realizados em parcelas experimentais em laboratório onde se efetuou testes com chuvas simuladas. Foram avaliados taxas de desagregação e perdas de solo em entressulcos e caracterização das variáveis hidráulicas do escoamento. O regime de escoamento superficial verificado nas três condições de solo estudados é laminar subcrítico. O solo preservado apresenta maior resistência ao escoamento, precedido da condição sob pastagem e finalmente cultivada.

Termos de indexação: escoamento superficial, variáveis hidráulicas, chuvas simuladas.

INTRODUÇÃO

O processo de erosão é hoje um dos grandes problemas nas práticas agrícolas, este atua no solo desagregando sedimentos e por consequência altera a camada arável, fértil e permeável à instalação e fixação dos vegetais, além de diminuir as quantidades de nutrientes disponíveis e causar enxurradas e assoreamentos de corpos d'água.

Segundo Meyer et al. (1975), o processo erosivo tem seu início com o impacto direto das gotas de chuva. A desagregação é causada pela cinética do impacto da gota da chuva sobre a superfície do solo que causam pressão e cisalhamento (Cassol & Lima, 2003). O transporte das partículas desagregadas é realizado, quase que exclusivamente, pelo fluxo superficial raso. Isolado, tal fluxo mostra capacidade de transporte muito limitada, porém, sob a ação do impacto das gotas da chuva, essa capacidade é aumentada consideravelmente (Braida & Cassol, 1999).

A atuação antrópica está intrínseca, revolvendo o solo para diferentes fins, com o método do preparo convencional mobiliza o solo de forma abrupta e em profundidade o deixando parcialmente desagregado, manejo este utilizado em áreas cultivadas intensamente e por consequência de maiores perdas de sedimentos. Podemos citar também áreas de pastagens com pisoteio de animais e consequente alteração e adensamento da camada superficial do solo, e contraste com áreas preservadas sob mata, onde temos boa agregação decorrente da sobreposição de serrapilheira e elevada quantidade de matéria orgânica o que melhora notoriamente a condição física, química e biológica dos agregados.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar as taxas de desagregação e perdas de solo em entressulcos em Latossolo sob diferentes condições de uso, assim caracterizar as variáveis hidráulicas e avaliar a perda e desagregação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A. Local e solo

O trabalho foi realizado no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - DSER/CCA/UFPB. As amostras foram coletadas em um Latossolo Amarelo, de textura argilo arenosa, da Fazenda Experimental Jardim da Chã, município de Areia (PB). Foram selecionados três condições de uso constituídas de área cultivada, sob pastagem e preservada. As amostras foram coletadas na camada de 0-20 cm em local representativo. Posteriormente foram passadas em peneira com abertura de malha de 10 mm.

Os testes foram realizados em parcelas experimentais com área útil de 0,18 m², com dimensões de 0,41 m por 0,43 m e profundidade de 0,55 m. O volume da parcela foi preenchido com uma camada de solo para uma densidade de empacotamento de 1,30 g cm⁻³.

B. Aplicação de chuva simulada

As chuvas simuladas em laboratório foram efetuadas utilizando-se simulador de chuvas, semelhante ao descrito por Meyer & Harmon (1979), com um bico aspersor tipo Veejet 80-100 operando com uma pressão constante de 41 kPa na saída de água do bico. A intensidade média das chuvas aplicadas foi de 110 mm h⁻¹, obtidas através de um conjunto de pluviômetros.

C. Determinação das perdas de solo e água

As taxas de perdas de solo e a concentração de sedimentos foram obtidas pela pesagem do material coletado nos potes plásticos com capacidade de 500 mL, colocados na extremidade inferior da calha coletora. A relação entre a massa de solo seco e a massa de mistura água-sedimento expressa a concentração de sedimentos em peso (kg kg⁻¹).

D. Cálculo das perdas totais e taxa de desagregação do solo

As perdas totais de solo em entressulcos foram obtidas pela expressão:

$$PSi = \frac{\Sigma(QCt)}{A}$$

onde: PSi é a perda de solo em entressulcos (kg m⁻²); Q é a descarga total (kg s⁻¹); C é a concentração de sedimentos na enxurrada (kg L⁻¹); t é o intervalo de tempo entre duas amostragens (s); A é a área da parcela (m²).

As taxas de desagregação do solo em entressulcos foram determinadas conforme a expressão a seguir:

$$D_i = \frac{M_{ss}}{A d_c}$$

onde: Di é a taxa de desagregação do solo em entressulcos (kg m⁻² s⁻¹); Mss é a massa do solo seco desagregado (kg); A é a área da parcela (m²); Dc é a duração da coleta (s).

E. Caracterização das variáveis hidráulicas do escoamento

A descarga líquida (q), em m² s⁻¹, foi determinada a partir das coletas de enxurrada, durante o tempo cronometrado, e dividido pela largura da parcela. A velocidade superficial do escoamento (V) foi determinada através da cronometragem do tempo gasto para que um corante azul de metileno percorresse a distância entre dois pontos fixos na parcela, posteriormente ajustadas por um fator de correção (α = 2/3) (Katz et al., 1995).

A altura da lâmina do escoamento (h) foi estimada através da seguinte equação, para fluxo em um plano sob chuva de duração finita (Singh, 1983; Woolhiser & Liggett, 1967):

$$h = q / V$$

onde: q é a descarga líquida total por unidade de largura (m² s⁻¹) e V é a velocidade média do escoamento (m s⁻¹).

A rugosidade foi determinada pelo coeficiente de Manning (n) (Braida & Cassol, 1999):

$$n = (h^{5/3} S^{1/2}) / q$$

onde: h é a altura da lâmina de escoamento (m); q é a descarga líquida (m² s⁻¹); S é o declive da parcela (m m⁻¹).

O número de Reynolds (Re) foi obtido por meio da equação (Simons & Senturk, 1992):

$$Re = Vh / \nu$$

onde: V é a velocidade média do escoamento (m s⁻¹); h é a altura da lâmina de escoamento (m) e ν é a viscosidade cinemática da água (m² s⁻¹).

O número de Froude (Fr) foi obtido por meio da equação (Simons & Senturk, 1992):

$$Fr = V / \sqrt{gh}$$

onde: V é a velocidade média do escoamento (m s⁻¹); g é a aceleração da gravidade (m s⁻²); e h é a altura da lâmina de escoamento (m).

F. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5 %, em um delineamento em blocos casualizados (DBC), utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT – Assistência Estatística (Silva, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na caracterização das variáveis hidráulicas, as quais estão apresentadas na **Tabela 1**, foi visto que o número de Reynolds e Froude não diferiu entre as condições de uso solo estudadas sendo caracterizado como escoamento laminar lento ou subcrítico, uma vez que seus valores para as condições de solo cultivado, sob pastagem e preservado foram 0,33, 0,29 e 0,11, e 17,67, 15,00 e 14,33, respectivamente. Neste sentido, pode-se inferir que ocorreu um escoamento característico de erosão em entressulcos, indicados pelos valores de Re < 500 e Fr < 1, assim como os valores de descarga líquida (q) na ordem de grandeza de 10⁻⁵ m² s⁻¹ e altura de lâmina de 10⁻³ e 10⁻⁴ m, juntamente com o regime de escoamento. Estes valores estão de acordo com os obtidos por Guy et al. (1990), Cantalice (2002) e Cassol et al. (2004).

Na **Figura 1** são mostradas as taxas média de desagregação para as diferentes condições de uso, ficando evidente que o solo cultivado deteve maior desagregação, seguido pela condição sob pastagem e preservado. Desta forma, pode-se inferir que o solo preservado detém uma maior

resistência ao escoamento, isso pode ser explicado pelo grande teor de matéria orgânica contido no mesmo. Para as condições de uso sob pastagem e cultivado, há diferença, pois a primeira tem intrínseca o pisoteio dos animais, ou seja, apresenta uma camada compactada promovendo assim mais agregação quando comparada a condição cultivada.

Foi verificado que nos momentos iniciais de simulação a condição preservada apresentou relativa taxa de desagregação, em comparação com as demais condições que tiveram tendência a elevação. Foi observado que nas condições de solo cultivado e sob pastagem, ao final do teste tiveram tendência à queda, fato pode ser entendido por formação da crosta na superfície do solo. Esse comportamento se assemelha aos encontrados por Bezerra & Cantalice (2006), quando observaram a taxa de desagregação para as condições de solo descoberto e com resíduo de palha.

Na **Figura 2** são observadas as perdas de solo para as diferentes condições de uso. Observa-se o mesmo comportamento das taxas de desagregação, onde a área preservada apresentou menor perda seguida pastagem e cultivada que apresentaram o mesmo comportamento. Na fase inicial do teste de simulação foi observado maior perda de solo para a área cultivada em comparação as demais áreas. Esses resultados são explicados pela grande mobilização realizada na área cultivada, uma vez que o sistema convencional promove maior mobilização do solo. Quanto ao solo preservado, o qual observou menor perda de solo, pode ser explicado pelo elevado teor de matéria orgânica e melhor estrutura do solo. Os resultados obtidos foram inferiores aos encontrados por Freitas et al. (2008), em um Luvissole Crômico descoberto na região semi-árida.

CONCLUSÕES

O regime de escoamento superficial, verificado nas três condições de uso solo estudadas, é laminar subcrítico.

O solo preservado apresenta maior resistência ao escoamento, precedido da condição sob pastagem e finalmente a condição cultiva.

REFERÊNCIAS

BRAIDA, J.A.; CASSOL, E.A. Relações de erosão em entressulcos com o tipo e a quantidade de resíduo vegetal na superfície do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:711-721, 1999.

BEZERRA, S. A. & CANTALICE, J. R. B. Erosão entre sulcos em diferentes Condições de cobertura do solo, Sob cultivo da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:565-573, 2006.

CANTALICE, J.R.B. Escoamento e erosão em sulcos e em entressulcos em distintas condições de superfície do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 141p. (Tese de Doutorado).

CASSOL, E. A. & LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 38:117-124, 2003.

CASSOL, E.A.; CANTALICE, J.R.B.; REICHERT, J.M. & MONDARDO, A. Escoamento superficial e desagregação o solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:685-690, 2004.

FREITAS, F. J. de; CANTALICE, J. R. B.; BEZERRA, S. A.; OLIVEIRA, M. D. R. S.; SANTOS, P.M.; CORREA, R. M.; LIMA, P. A.; FIGUEIRA, S. B. Erosão em entressulcos sob caatinga e Culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1743-1751, 2008.

GUY, B.T.; DICKINSON, W.T. & RUDRA, R.P. Hydraulics of sediment-landed sheet flow and the influence of simulated rainfall. *Earth Surf. Proc. Landf.*, 15:101-118, 1990.

KATZ, D.M. ; WATTS, F.J.; BURROUGHS, E.R. Effects of surface roughness and rainfall impact on overland flow. *Journal Hydrology Division*. New York, 121:546-553, 1995.

MEYER, L.D.; HARMON, W.C. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, 22:100-103, 1979.

MEYER, L. D.; FOSTER, G. R.; ROMKENS, M. J. M. Source of soil eroded by water from upland slopes. In: USDA-ARS; Ed. Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources, Washington: USDA-Agricultural Research, 1975.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. de. ASSISTAT Versão 7.6 beta. [Online]. 2013. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em 28 abril. 2013.

SIMONS, D. B. & SENTÜRK, F. Sediment transport technology: Water and sediment dynamics. Littleton: Water resources publications. 1992. 897p.

SINGH, V. P. Analytical solutions of cinematic for erosion on a plane: II Rainfall of finite duration. *Advanced Water Research*, 6:88-95, 1983.

WOOLHISER, D.A.; LIGGETT, J.A. Unsteady onedimensional flow over a plane – The rising hydrograph. *Water Resources Research*, Washington, 3:753-771, 1967.

Tabela 1. Caracterização das variáveis hidráulicas do escoamento em entressulcos, obtidas em Latossolo sob diferentes condições de uso.

Área	v	V	q	h	n	Re	Fr
	-- m ² s ⁻¹ --	-- m s ⁻¹ --	-- m ² s ⁻¹ --	----- m -----	- m ^{1/3} s ⁻¹ -	---- Adimensional ----	
Cultivado	8,52 . 10 ⁻⁷ a	0,02353 a	1,5 . 10 ⁻⁵ a	7,73 x 10 ⁻⁴ a	0,143 a	17,67 a	0,33 a
Pastagem	8,52 . 10 ⁻⁷ a	0,02130 a	1,3 . 10 ⁻⁵ a	5,97 x 10 ⁻⁴ a	0,103 a	15,00 a	0,29 a
Preservado	8,52 . 10 ⁻⁷ a	0,01053 a	1,2 . 10 ⁻⁵ a	12,3 x 10 ⁻⁴ a	0,360 a	14,33 a	0,11 a
C V %	0,00	32,81	13,87	36,28	57,21	14,03	54,14

Viscosidade cinemática (v); velocidade média (V), Descarga líquida total (q), altura da lâmina de escoamento (h); coeficiente de rugosidade de Manning (n); número de Reynolds (Re) e Froude (Fr). Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

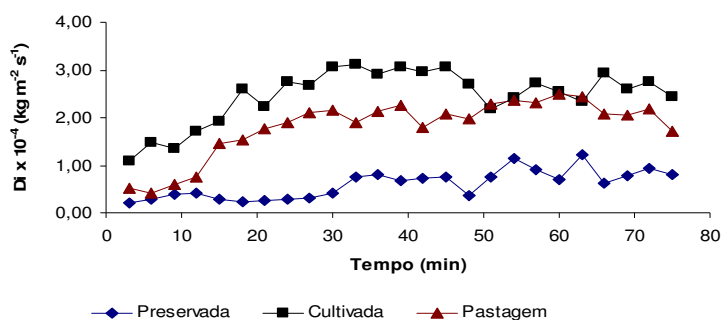


Figura 1 – Taxas médias de desagregação do solo em entressulcos (Di), para os testes realizados em um Latossolo sob diferentes condições de uso.

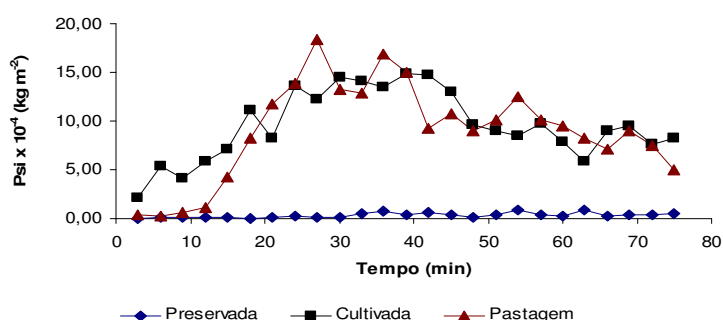


Figura 2 – Perdas de solo em entressulcos (PSi), para os testes realizados em um Latossolo sob diferentes condições de uso.