



## Classificação do tipo de erosão quanto ao escoamento gerado por simulador de chuvas <sup>(1)</sup>.

**Ana Paula Silva de Medeiros Barros<sup>(2)</sup>; Sandro Augusto Bezerra<sup>(3)</sup>; Joais José da Silva<sup>(4)</sup>; Paulo Ricardo Ribeiro<sup>(5)</sup>; Erika de Lima Silva<sup>(6)</sup>; Renan Aguiar Pereira<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de bolsas PIBIC/CNPq e PIBIC/IFPE

<sup>(2)</sup> Estudante do Curso de Bac. em Agronomia IFPE *campus* Vitória de Santo Antão; Vitória de Santo Antão, PE; anamedeirosagronomia@gmail.com <sup>(3)</sup> Professor; IFPE *campus* Vitória de Santo Antão; Vitória de Santo Antão, PE; <sup>(4-7)</sup> Estudantes do Curso de Bac. em Agronomia do IFPE *campus* Vitória de Santo Antão.

**RESUMO:** A cobertura do solo por resíduos culturais dissipa a energia cinética das gotas de chuva, enquanto a rugosidade superficial dissipa a energia cinética da enxurrada; por isso, ambas armazenam água e retêm sedimentos na superfície, diminuindo a erosão hídrica. Como objetivo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar de acordo com as características hidráulicas encontradas que tipo de escoamento está existindo neste experimento. As chuvas simuladas foram aplicadas no IFPE *campus* Vitória de Santo Antão. Os tratamentos aplicados foram doses de cobertura morta de 0; 100; 200 e 300 g m<sup>-2</sup> de resíduos de Feijão-Guandú, para uma declividade de 5%. A distribuição da palha na parcela foi de forma homogênea. Tendo cada tratamento 3 repetições. A velocidade superficial (VS) do escoamento gerado a partir da chuva simulada foi determinada através da tomada de tempo gasto, por meio de um cronômetro, para o corante (azul de metileno) percorrer a distância entre dois pontos fixos na parcela sendo expresso em m s<sup>-1</sup>. Observa-se pelos valores de  $Re < 500$  e  $Fr < 1$  que o regime de escoamento para todos os tratamentos trabalhados, com resíduo vegetal, foi laminar lento. Concluindo que de acordo com as características hidráulicas avaliadas é possível identificar que ocorreu erosão em entressulcos para os tratamentos estudados.

**Termos de indexação:** erosão em entressulcos, hídrica, chuva simulada, cobertura morta.

### INTRODUÇÃO

A erosão dos solos é considerada um dos maiores problemas ambientais em todo o mundo, influenciando tanto nos solos agrícolas quanto nos florestais (Hu & Flanagan, 2013).

Os resíduos culturais e as raízes das plantas desempenham importante papel no aumento do teor de matéria orgânica no solo (Volk & Cogo, 2009), contribuindo para a formação de agregados estáveis, graças à ação cimentante e aglutinante da matéria orgânica (Brandão & Silva, 2012).

A desagregação das partículas da superfície do solo pela energia transmitida pela queda das gotas de chuva é o primeiro agente da erosão, particularmente sobre solos com cobertura vegetal escassa, onde o maior dano causado a superfície do solo pelo impacto das gotas de chuva é a deteriorização da estrutura do solo pelo desarranjo de seus agregados. Subseqüente à dispersão física das partículas de solo, a chuva tende a saturar a superfície do solo, e assim, iniciar o escoamento superficial, que tem início quando a intensidade de chuva excede a taxa de infiltração do solo (Brooks, et al, 1997).

A erosão em entressulcos é essencialmente independente da erosão em sulcos, ocorrendo em pendentes relativamente curtas e geralmente orientadas segundo o microrelevo superficial. Nessas áreas, o fluxo do escoamento superficial é uniforme e ocorre na forma de fluxo superficial raso (Foster, 1982). Para Everaert (1991), a erosão em entressulcos pode ser vista como a combinação de dois diferentes processos: 1) desagregação da massa do solo pelo impacto das gotas de chuva e pelo fluxo em entressulcos; 2) o transporte do solo desagregado pelo escoamento em entressulcos, que parece não ter capacidade de transportar todo o sedimento produzido pelo impacto das gotas de chuva, com ou sem influência do impacto das gotas sobre o escoamento em entressulcos.

Considerando-se o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar de acordo com as características hidráulicas encontrada que tipo de escoamento está existindo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no IFPE *campus* Vitória de Santo Antão, constituindo-se na avaliação das taxas de erosão obtidas sob chuvas simuladas em parcelas na forma de bandejas metálicas confeccionadas em chapas de zinco com as dimensões de 1,0 m de comprimento, 0,5 m de largura e 0,1 m de profundidade, sendo a maior



dimensão no sentido do declive, e a extremidade inferior delimitada por uma calha coletora.

O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo foi coletado no município de Belo Jardim em Pernambuco, Clima tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: As). Os tratamentos aplicados serão às doses de cobertura morta de 0; 100; 200 e 300 g m<sup>-2</sup> de resíduos de Feijão-Guandú, para uma declividade de 5%. O resíduo de matéria seca da parte aérea da cultura será pesada colocando-se 10% a mais da dosagem recomendada, sendo posteriormente cortada em fragmentos de 2 a 3 cm, para uma melhor acomodação. A distribuição da palha na parcela foi de forma homogênea. Tendo cada tratamento 3 repetições.

A velocidade superficial (VS) do escoamento gerado a partir da chuva simulada foi determinada através da tomada de tempo gasto, por meio de um cronômetro, para o corante (azul de metileno) percorrer a distância entre dois pontos fixos na parcela sendo expresso em m s<sup>-1</sup>. Essas determinações foram realizadas em intervalos de 3 (três) minutos, a partir da formação e deslocamento da lâmina de escoamento. As velocidades médias do escoamento (V) foram determinadas pelo produto das velocidades superficiais do escoamento por um fator de correção ( $\alpha = 2/3$ ), conforme (Cantalice, 2002). A altura da lâmina do escoamento (h) foi obtida pela equação:

$$h = \frac{q}{V}$$

onde q = descarga líquida por unidade de largura em (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>), V = velocidade média do escoamento (m s<sup>-1</sup>) e h = altura da lâmina de escoamento (m). O número de Reynolds (Re) foi obtido pela equação abaixo:

$$Re = \frac{Vh}{\nu}$$

onde Re = número de Reynolds, adimensional;  $\nu$  = viscosidade cinemática da água (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>). A viscosidade cinemática foi determinada pela utilização da equação abaixo, sendo a temperatura (°C) aferida por meio de um termômetro em cada teste.

$$\nu = [1,14 - 0,031 (T - 15) + 0,00068 (T - 15)^2] \times 10^{-6}$$

onde  $\nu$  = viscosidade cinemática da água (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>) e T = temperatura da água em °C. O número de Froude (Fr) foi obtido pela expressão abaixo:

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

onde Fr = número de Froude, adimensional; e g = aceleração da gravidade (m s<sup>-2</sup>). A partir de então, dos números de Reynolds e Froude, obteve-se dos regimes de escoamento gerados a partir das chuvas simuladas de acordo com o esquema da Figura 1, (Simons & Senturk, 1992):

O delineamento experimental utilizado será o inteiramente casualizado, sendo os resultados submetidos à análise de variância (teste F a 5%), regressão, e teste de Tukey para comparação das médias, por meio do programa estatístico SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constam na Tabela 1 as condições hidráulicas médias do escoamento, na presença das diferentes condições de cobertura criadas pelos resíduos de feijão-guandú, onde observa-se que após a estabilização da lâmina que aconteceu em torno dos 20 minutos de teste. Observa-se pelos valores de  $Re < 500$  e  $Fr < 1$  que o regime de escoamento para todos os tratamentos trabalhados, com resíduo vegetal, foi laminar lento (Figura 1). Os valores de descarga líquida (q) na ordem de grandeza de 10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> e altura de lâmina de 10<sup>-4</sup> m, juntamente com o regime de escoamento caracterizado por baixos Reynolds, estão em acordo com a magnitude de lâminas de escoamento obtidas por Farenhorst & Bryan (1995); Guy et al. (1990); Guy et al. (1987) e Cantalice (2002), permitindo inferir que ocorreu um escoamento característico de erosão em entressulcos. Quando o escoamento ocorreu sem a presença de resíduo vegetal sobre a superfície, verificou-se número de  $Re < 500$  e  $Fr > 1$ , determinando um regime de escoamento Laminar Rápido (Figura 1), mostrando que a cobertura vegetal morta sobre o solo reduz a velocidade de escoamento na superfície reduzindo os efeitos da desagregação do solo, observado pelos valores obtidos da Velocidade média do escoamento (Tabela 1)

E de acordo com a Tabela 1, percebe-se reduções na velocidade média do escoamento promovida pelos efeitos do resíduo do feijão-guandú sobre a superfície do solo. Reduções na velocidade do escoamento também foram observadas por Cantalice (2002), na presença de diferentes doses de palha de soja.

Observa-se ainda na Tabela 1, altura de lâmina de escoamento na ordem de grande de 10<sup>-4</sup> m para todos os tratamentos estudados, corroborando com



os resultados obtidos no trabalho de Guy et al. (1990) realizado a partir de chuvas simuladas, obteve-se altura da lâmina de  $2,51 \times 10^{-4}$  e  $5,94 \times 10^{-4}$  m. Da mesma forma Farenhorst & Bryan (1995) obtiveram lâminas de  $1 \times 10^{-3}$  m de altura e Cantalice (2002) altura da lâmina de  $2,26 \times 10^{-4}$  m, em experimento de campo.

### CONCLUSÕES

1. O escoamento superficial gerado através de chuva simulada na presença de resíduo de feijão-guandú sobre a superfície do solo, com altura da lâmina de escoamento de  $10^{-4}$  m de espessura e os baixos valores do número de Reynolds produziram regimes de escoamento laminar lento;
2. Na ausência de cobertura morta, verificado no tratamento descoberto verifica-se o aumento da velocidade de escoamento ocasionando um regime Laminar Rápido;
3. a magnitude das lâminas ensaiadas e, os respectivos regimes de escoamento atestam a ocorrência da erosão em entressulcos;

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio as bolsas de PIBIC, ao IFPE *Campus* Vitória por disponibilizar condições para o desenvolvimento do trabalho, À UFRPE através do Laboratório de Conservação do solo por ter disponibilizado o simulador de chuvas para os testes.

### REFERÊNCIAS

BRANDÃO, E.D. & SILVA, I.F. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. *Ci. Rural*, 42:1193-1199, 2012.

BROOKS, K.N. et al. Hydrology and the management of watersheds. 2 ed. Ames; Iowa State University, 1997, 502p.

CANTALICE, J.R.B. Escoamento e erosão em sulcos e em entressulcos em distintas condições de superfície do solo. 2002, 141f., Tese (Doutorado em Ciência do Solo). UFRGS, Porto Alegre, 2002.

EVERAERT, W. Empirical relations for the sediment transport capacity of interrill flow. *Earth Surface and Landforms*, New York, v. 16, p. 513-532, 1991

FARENHORST, A.; BRYAN, R.B. Particle size distribution of sediment transported by shallow flow. *Catena Verlag*, Cremlingen-Destedt, v. 25, p. 47-62, 1995.

FOSTER, G.R.; JOHNSON, C.B.; MOLDENHAUER, W.C. Hydraulics of failure of unanchored cornstalk and wheat straw mulches for erosion control. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, vol. 25, p.940-947, 1982.

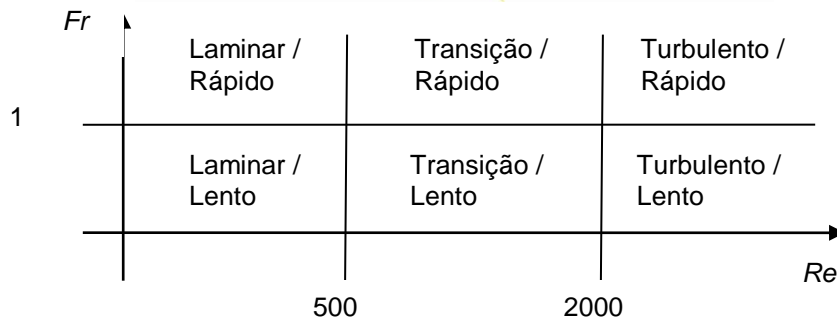
GUY, B. T. et al. The roles of rainfall end runoff in the sediment transport capacity of interrill flow. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, vol. 30, p.1378-1386p. 1987.

GUY, B.T.; DICKINSON, W.T.; RUDRA, R.P. Hydraulics of sediment-landed sheet flow and the influence of simulated rainfall. *Earth Surface Processes and Landforms*. Sussex, vol. 15, p.101-118, 1990

HU, L. & FLANAGAN, D.C. Towards new-generation soil erosion modeling: Building a unified omnivorous model. *J. Soil Water Conserv.*, 68:100-103, 2013.

SIMONS, D.B.; SENTURK, F. Sediment Transport Technology: water and sediment dynamics. In: *WATER Resources Publications*. [Colorado] : [s.n.], 1992. 897p.

VOLK, L.B.S. & COGO, N.P. Relações entre tamanho de sedimentos erodidos, velocidade da enxurrada, rugosidade superficial criada pelo preparo e tamanho de agregados em solo submetido a diferentes manejos. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:1459-1471, 2009.



**Figura 1.** Esquema de classificação dos regimes de escoamentos gerados durante as simulações de chuva.

**Tabela 1.** Cobertura do solo (CS), altura da lâmina de escoamento ( $h$ ) e Velocidade média do escoamento ( $V_m$ ), Número de Reynolds ( $Re$ ) e número de Froude ( $Fr$ ) observadas na presença de cobertura morta proporcionada pelo resíduo do Feijão-Guandú. Valores médios de três repetições.

Tratamento	Cobertura do solo (CS) $m^2 m^{-2}$	$h$ m	$V_m$ $m s^{-1}$	$Re$	$Fr$
SD	0,00	$1,78 \times 10^{-4}a$	0,0723a	14,10	1,75
100 g $m^{-2}$	0,34	$4,2 \times 10^{-4}b$	0,0356b	17,06	0,56
200 g $m^{-2}$	0,56	$4,1 \times 10^{-4}b$	0,0329b	16,91	0,52
300 g $m^{-2}$	1	$4,3 \times 10^{-4}b$	0,0330b	17,64	0,50

Tratamentos com a mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (SAS,  $P < 0,05$ ).