

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DA EROÇÃO EM ENTRESSULCOS OBSERVADAS NA AUSÊNCIA E NA PRESENÇA DE VEGETAÇÃO TIPO CAATINGA, NO SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO

THAIS E. M. DOS SANTOS¹, ABELARDO A. A. MONTENEGRO², EDUARDO S. SANTOS³

¹ Eng^o Agrônoma, bolsista do CNPq CT-Hidro, DTR/UFRPE, Recife – PE. E-mail: e-mail: thaisemanuelle@hotmail.com

² Engenheiro civil, Prof. Doutor, Depto de Tecnologia Rural, DTR/UFRPE, Recife – PE.

³ Graduando em Eng^o Agrícola e Ambiental, Depto. de Tecnologia Rural, DTR/UFRPE, Recife – PE.

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

RESUMO: A cobertura vegetal exerce papel imprescindível à proteção e conservação dos recursos naturais, principalmente no que diz respeito aos solos, e sua presença ou ausência influencia nas características do regime de escoamento superficial. O presente estudo objetivou avaliar as características hidráulicas de um solo na presença e na ausência de cobertura vegetal, utilizando-se um simulador de chuvas. Os resultados mostraram que a caatinga proporcionou uma redução de 49,22% no escoamento superficial em relação àquele gerado na ausência de cobertura, ressaltando a importância da cobertura vegetal no controle do processo erosivo e enchentes.

PALAVRAS-CHAVE: cobertura vegetal, simulador de chuvas

HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF INTERRILL EROSION OBSERVED IN THE PRESENCE AND ABSENCE OF CAATINGA VEGETATION COVER, IN THE PERNAMBUCO SEMI-ARID

ABSTRACT: The vegetation cover is indispensable for the protection and conservation of natural resources, mainly the soils, and its presence or absence influences the runoff regime characteristics. The aim of this study is to evaluate the soil hydraulic characteristics with and without vegetation cover, using a rainfall simulator. The results pointed out that the area with caatinga vegetation provided a reduction of 49,22% in the runoff, when compared to that produced without cover, emphasizing the importance of the vegetation cover as a way to control the erosive process and flooding.

KEYWORDS: vegetation cover, rainfall simulator

INTRODUÇÃO: O solo é o recurso natural mais intensamente utilizado na produção de alimentos, podendo, por isso, ter sua capacidade produtiva comprometida pela erosão, em decorrência de seu uso e manejo inadequados (MORETI et al., 2003). A cobertura vegetal exerce papel imprescindível à proteção e conservação dos recursos naturais, principalmente no que diz respeito aos solos (ANDRADE, 2004). Retirando a cobertura vegetal do solo, a atividade humana abre caminho para a erosão acelerada, que consiste na remoção das partículas de solo de regiões mais altas, seu transporte e sua deposição em partes mais baixas do relevo. Esse processo de erosão ocorre naturalmente, de forma muito lenta, quando o solo conta com a proteção da cobertura vegetal. O solo desprovido de cobertura vegetal e da ação fixadora das raízes, exposto ao impacto direto das gotas de chuva, sofre desagregação e remoção de suas partículas, efeito que é complementado pelo escoamento superficial das águas, causando elevadas perdas de água e

solo (SILVEIRA & SALVADOR, 1985). O presente estudo objetivou avaliar as características hidráulicas de um solo na presença e na ausência de cobertura vegetal tipo caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em um lote da Fazenda Nossa Senhora do Rosário, município de Pesqueira - PE. Este experimento se constituiu na instalação de parcelas de erosão cobertas pela caatinga natural – teste 1 e ausência de cobertura vegetal – teste 2, cujas declividades foram, respectivamente, 11,97 e 16,27%. As parcelas tiveram dimensões de 1,0 m de largura e 3,0 m de comprimento, com a maior dimensão no sentido do declive. As chuvas simuladas foram aplicadas utilizando um simulador de chuvas de um bico, semelhante ao descrito por MEYER & HARMON (1979). Os testes tiveram duração de uma hora e vinte minutos, e as coletas foram realizadas a cada 5 minutos. As intensidades médias precipitações observadas foram determinadas através de um conjunto de 10 pluviômetros, colocados ao acaso ao lado da área útil das parcelas experimentais, de modo a não perturbar o regime de escoamento. A velocidade superficial do escoamento foi determinada através da cronometragem do tempo gasto para um corante (azul de metileno) percorrer a distância entre dois pontos fixos na parcela, distanciados de 2 m. Os valores da velocidade superficial foram expressos em m/s. Este procedimento foi realizado a intervalos de 5 minutos, a partir da formação e deslocamento da lâmina de escoamento. Os valores da velocidade superficial do escoamento foram multiplicados por um fator de correção ($\alpha = 2/3$), para obtenção da velocidade média do escoamento, em m/s, conforme FARENHORST & BRYAN (1995). A altura da lâmina do escoamento (h) foi determinada pela seguinte equação:

$$h = \frac{q}{v} \quad (1)$$

onde, q = descarga líquida total por unidade de largura em (m²/s), v = velocidade média do escoamento (m/s), h = altura da lâmina de escoamento (m). O escoamento superficial produzido na parcela (E) é igual à lâmina (h) por unidade de tempo. A descarga líquida (q) foi expressa em (m²/s), sendo determinada a partir das coletas de enxurrada em potes plásticos, colocados na extremidade inferior da calha coletora. As coletas nos potes foram efetuadas a cada 5 minutos. A viscosidade cinemática da água foi determinada pela utilização da equação abaixo, segundo JULIEN (1995), sendo a temperatura (°C) aferida por meio de um termômetro em cada teste, como:

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

onde, v = viscosidade cinemática da água (m²/s), T = temperatura da água em °C. O número de Reynolds (Re) foi obtido pela equação, segundo SIMONS (1992):

$$Re = \frac{vh}{\nu} \quad (3)$$

onde, Re = número de Reynolds, adimensional, v = velocidade média do escoamento (m/s), ν = viscosidade cinemática da água (m² s⁻¹). Enquanto que o número de Froude (Fr) pela equação (4), segundo SIMONS (1992):

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}} \quad (4)$$

onde, Fr = número de Froude, adimensional, g = aceleração da gravidade (m s⁻²). A partir dos números de Reynolds e Froude, obteve-se o regime dos escoamentos gerados a partir das chuvas simuladas. A taxa de infiltração foi obtida pela diferença entre a intensidade de precipitação e a taxa de escoamento superficial resultante (E).

A porcentagem de cobertura do solo foi determinada através do método de Mannering descrito por LOPES (1984), que utiliza a projeção fotográfica de uma moldura com a cobertura vegetal da área. A rugosidade foi determinada pelo coeficiente de Manning (n) conforme BRAIDA & CASSOL (1999):

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

onde, n é o coeficiente de rugosidade de Manning ($s\ m^{-1/3}$); h é a altura da lâmina de escoamento (m); q é a descarga líquida ($m^2\ s^{-1}$); S é o declive da parcela ($m\ m^{-1}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores médios das características hidráulicas dos dois testes estão presentes na tabela 1. Os valores de $Re < 500$ e $Fr < 1$ sugerem que o regime de escoamento foi laminar lento para ambos os testes. Os valores de descarga líquida do teste 1 na ordem de grandeza de $3,34 \times 10^{-5}\ m^2\ s^{-1}$ associado a uma lâmina pequena, $1,25 \times 10^{-3}\ m$, permitem afirmar que o tipo de erosão ocorrente foi em entressulcos. O baixo valor de Re reforça esta afirmação. A mesma inferência pode ser feita ao teste 2, com descarga líquida de $5,40 \times 10^{-5}\ m^2\ s^{-1}$ e altura de lâmina de 2,03 mm. Confrontando os valores de velocidade entre os dois tratamentos verifica-se que o teste com ausência de vegetação, apesar da maior declividade e da menor taxa de cobertura, apresentou velocidade média de escoamento inferior ao teste 1. Isto pode ser atribuído principalmente ao efeito isolado da pedregosidade presente no teste 2, que conferiu maior resistência hidráulica ao escoamento. A presença de pedras caracteriza uma rugosidade de forma fixa, uma vez que estas são rígidas e impermeáveis, que, ao contrário da rugosidade de forma transitória, não sofre alteração significativa na resistência ao escoamento com a continuação do evento. Isto ocorre devido ao contato mais íntimo das pedras com o solo, funcionando como barreira. A maior altura de lâmina observada neste teste (2.03 mm) enfatiza o supracitado.

Tabela 1. Características hidráulicas observadas nos testes realizados.

Característica Hidráulica	Teste 1	Teste 2
IP (mm/h)	130.27	130.37
q (m^2/s)	3.34×10^{-5}	5.4×10^{-5}
v (m/s)	2.71×10^{-2}	2.27×10^{-2}
h (mm)	1.25	2.03
Re	40.05	49.74
Fr	0.25	0.16
n ($s/m^{1/3}$)	0.24	0.12
I (mm/h)	89	50.41
E (mm/h)	40.6	79.96
Viscosidade Cinemática	8.43×10^{-7}	9.29×10^{-7}

A vegetação teve influência direta no tempo para início do escoamento, conforme Figuras 1 e 2. O escoamento superficial, na parcela com caatinga, teve início aos 9,2 minutos (tempo médio) de duração do teste, enquanto que o teste 2 o escoamento ocorreu após 2,4 minutos. Estes valores médios se correlacionam diretamente com as taxas de cobertura, que para as médias dos tratamentos 1 e 2 foram respectivamente, 0,43 e 0,16 $m.m^{-1}$. Verifica-se, portanto, que maiores taxas de cobertura vegetal condicionaram maior capacidade de interceptação vegetal, que por sua vez resultou em maior atraso ao início do escoamento. No ensaio 1 a cobertura vegetal impediu o livre escoamento, proporcionando maior taxa de infiltração, 89 mm/h em média, superior à taxa de escoamento nos 80 minutos de ensaio. No teste 2, a infiltração foi rapidamente suplantada pelo escoamento, que atingiu o pico de 86 mm/h. Ressalta-se nesses testes a importância da vegetação como forma de controle ao processo erosivo e na manutenção da infiltração.

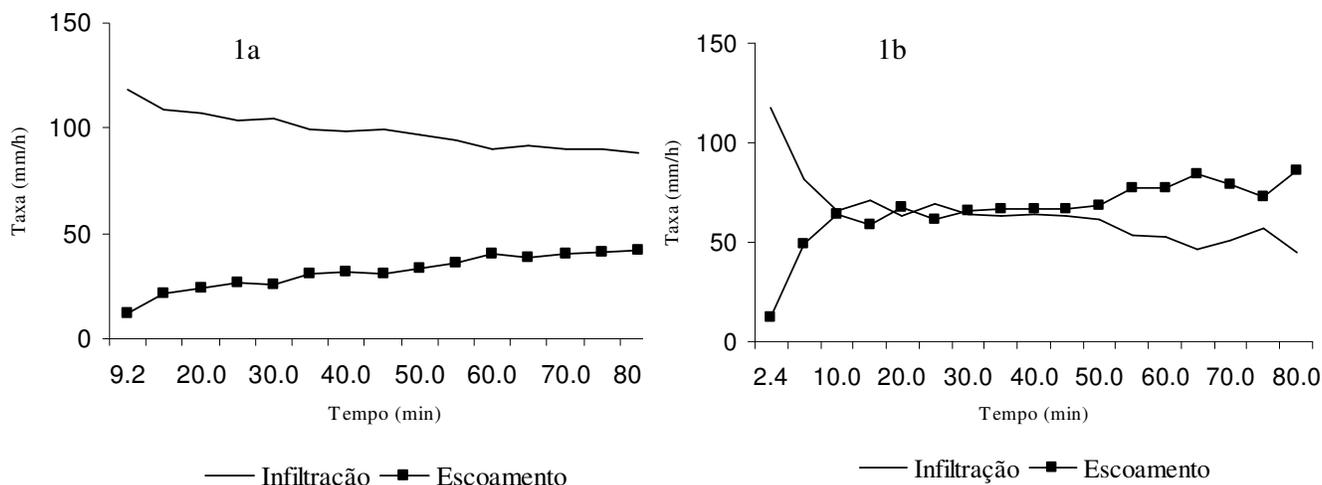


Figura 1. Relação entre a infiltração e o escoamento em solo sob condição de caatinga (1a) e na ausência de cobertura vegetal (1b).

CONCLUSÕES: a presença de vegetação influenciou na hidráulica do escoamento, reduzindo os valores de descarga líquida e a altura da lâmina de escoamento; a pedregosidade existente no local influenciou diretamente causando redução da velocidade e aumento da resistência e da altura da lâmina do escoamento; a maior taxa de cobertura vegetal condicionou maior tempo para o início do escoamento, proporcionando um aumento de 76,55% na taxa de infiltração e reduzindo assim o processo erosivo.

REFERÊNCIAS:

- ANDRADE, J. B.; OLIVEIRA, T. S. Análise espaço-temporal do uso da terra em parte do semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 393-402, 2004.
- 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**, v.23, n.1, p.711-721, 1999.
- FARENHORST, A.; BRYAN, R. B. Particle size distribution of sediment transported by shallow flow. **Catena**, Germany, v. 25, n. 1, p. 47-62. 1995.
- JULIEN, P.Y. **Erosion and sedimentation**. Cambridge: University Press Melbourne, 1995. 280p.
- LOPES, P. C. R. **Relações de erosão com tipos e quantidades de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo**. 1994. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1984.
- MEYER, L.D.; HARMON, W.C. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineering**, v.22, p.100-103, 1979.
- MORETI, D.; CARVALHO, M. P.; MANNIGEL, A. R.; MEDEIROS, L. R. Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.1, pp. 713-725. 2003.
- SILVEIRA, R. C.; SALVADOR, N. Uso de um simulador de chuvas no estudo de perdas de solo e água em parcelas com resíduos culturais de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.9, n.1, pp. 63-66. 1985.
- SIMONS, D.B.; SENTURK, F. **Sediment transport technology: water and sediment dynamics**. Littleton: Water Resources Publications, 1992. 897p.