

# COEFICIENTE R DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DA PERDA DE SOLO PARA AS CONDIÇÕES DA FEAGRI/UNICAMP.<sup>1</sup>

Evandro Lutero ALVES<sup>2</sup>, Julio SATTO<sup>3</sup>, Edson Eiji MATSURA<sup>4</sup>

**RESUMO:** Esta pesquisa visa determinar o coeficiente de energia cinética R da equação universal da perda de solo, junto ao campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Foi utilizada o método de Eigel e Moore para obter a distribuição espectral das gotas de chuva, e o valor encontrado foi  $R=38.22 \text{ J/m}^2 \cdot \text{mm}$  para uma chuva de intensidade igual a 5.4 mm/h.

**PALAVRAS-CHAVE:** chuva, energia cinética, erosão

**ABSTRACT:** The objective of this work is to determine the rainfall and runoff erosivity index ( R ) of the Universal soil loss equation for the Faculty of Agricultural Engineering Experimental Area. The raindrops spectral distribution was obtained by the Eigel and Moore Method. The results showed a value of R equal to  $38,22 \text{ J/m}^2 \cdot \text{mm}$  for rainfall intensity of 5,4 mm/h.

**KEY-WORDS:** Rainfall, kinetic energy coefficient, erosion.

**INTRODUÇÃO:** A erosão do solo constitui a principal causa do depauperamento acelerado das terras, ocasionado pelo processo de desprendimento das partículas do solo provocado pela água e pelo vento. Isto ocorre principalmente durante ou após as chuvas, quando as enxurradas que não ficaram retidas sobre a superfície, ou que não infiltraram, transportam partículas de solo em suspensão e elementos nutritivos em dissolução. Como consequência deste efeito há uma redução na produtividade da cultura, e sendo os nutrientes erodidos do solo, há também uma redução na qualidade do produto devido a carência de alguns elementos nutritivos. Além da água e do vento, fatores como o relevo, cobertura vegetal, utilização de implementos agrícolas, desmatamento, etc , também influenciam diretamente no volume de solo carregado pela erosão. Na área de conservação do solo, é bastante conhecida a equação universal de perda de solo, que procura quantificar estas variáveis, determinando o volume de solo perdido na bacia. Dentre os parâmetros envolvidos, este trabalho tem por objetivo quantificar o coeficiente de energia cinética da chuva R , para as condições do campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP (FEAGRI).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A determinação da energia cinética da chuva pode ser calculada indiretamente através de equação empírica do tipo

$$R = a + b \cdot \log(I) \quad (1)$$

<sup>1</sup> Parte do trabalho desenvolvido em iniciação científica pelo primeiro autor CNPq/PIBIC.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP.

<sup>3</sup> Professor doutor, DAGSOL, FEAGRI/UNICAMP, CEP 13083-970, fone (019) 788-2022, Campinas, SP, e-mail: jsatto@agr.unicamp.br

<sup>4</sup> Professor doutor, DAGSOL, FEAGRI/UNICAMP, CEP 13083-970, fone (019) 788-2023, Campinas, SP, e-mail: matsura@agr.unicamp.br

onde R = energia cinética (MJ/ha.mm) ; I = intensidade da chuva (mm/h). Wischmeier e Smith (1958) nos EUA, determinaram os valores a=0,119 e b=0,0873, respectivamente. Roth, C.H. et alii (1985), no norte do Paraná, obtiveram valores para a e b com desvios da ordem de 10% e 4%, respectivamente. O calculo direto da energia cinética R é através da distribuição espectral das gotas de chuva calculando-se pela equação:

$$R = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \frac{\sum_{i=1}^N d_i^3 \cdot v_i^2 \cdot n_i}{\sum_{i=1}^N d_i^3 \cdot n_i} \quad (2)$$

onde  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>) = massa específica da água;  $d_i$  (mm) = diâmetro médio das gotas no intervalo de classe;  $v_i$  (m/s) = velocidade terminal;  $n_i$  = número de gotas no intervalo de classe; N = número de intervalos. A velocidade terminal é calculada pela equação empírica:

$$v_i = -0,193 + 4,962 \cdot d_i - 0,904 \cdot d_i^2 + 0,056 \cdot d_i^3 \quad (3)$$

O diâmetro das gotas foram determinadas pelo método de Eigel e More, Figura 1, que consiste no uso de uma placa de Petri com óleo mineral pesado ( SAE 140 ), uma máquina fotográfica para registro de distribuição de gotas, um negatoscópio para iluminação da placa com óleo e gotas de chuva. A placa de Petri é exposta à chuva, com exposição de 5 segundos, e após este tempo, são tampadas e colocada sobre o negatoscópio para ser fotografada. A área iluminada do negatoscópio, é recoberta com uma folha de cartolina preta com 2 furos circulares. Um deles com diâmetro igual à da placa e outro com diâmetro de 1 cm. Este último furo é utilizado como padrão na determinação do diâmetro das gotas (Fig. 2). Os diâmetros foram medidos com um paquímetro escalímetro em foto ampliada.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** Dado o evento aleatório das chuvas, sempre há muitas dificuldades em se obter a coleta das gotas principalmente no instante em que ocorre as maiores intensidades. Após várias tentativas, obteve-se para uma chuva de intensidade igual a 5,4 mm/h, quantificada pelo uso de um pluviógrafo, a Tabela 01. Pela somatória das colunas (5) e (6) e utilizando-se a Eq. 02, determina-se o valor de R=38,22 J/(m<sup>2</sup>.mm). Este valor representa a energia cinética obtida através da distribuição espectral das gotas utilizando-se o método de Eigel e Moore. O cálculo indireto utilizando-se da Eq. (01) com os coeficientes a=0,119 e b=0,0873 de Wischmeier e Smith para os EUA, foi R=18,29 J/(m<sup>2</sup>/mm). A diferença entre estes valores foi cerca de 52% o que indica que chuvas de mesma intensidade não apresentam a mesma distribuição de gotas, resultando em diferentes coeficientes de energia cinética.

**CONCLUSÃO:** Tendo em vista o resultado obtido nas determinações direta e indireta do coeficiente R da energia cinética, onde a diferença entre os dois valores foi cerca de 52%, sugere-se a extensão deste trabalho para outras regiões visando quantificar aquele parâmetro para melhor uso da equação universal de perda do solo.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- BOTERO, E.A. e SMITH Q., R.A. Estimacion de la perdida de suelo en cuencas Anais do XVI Congresso Latinoamericano de Hidráulica, v.3 : 61-72,Santiago, Chile, 1994.
- EIGEL, J.D. e MOORE, I.D. A simplified technique for measuring raindrop size and distribution, Trans. ASAE, St. Joseph, v.26 : 1079-1084, 1983.
- ROTH, C.H.; HENKLAIN, J.C. e FARIAS, G.S. Avaliação do tamanho de gotas de chuva natural e simulada para o norte de Paraná, Rev. Bras. Ciência do Solo, v.9 : 171-174, 1985.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss, Transaction. American Geophysical Union, v.39, n.2 : 285-291, 1958.

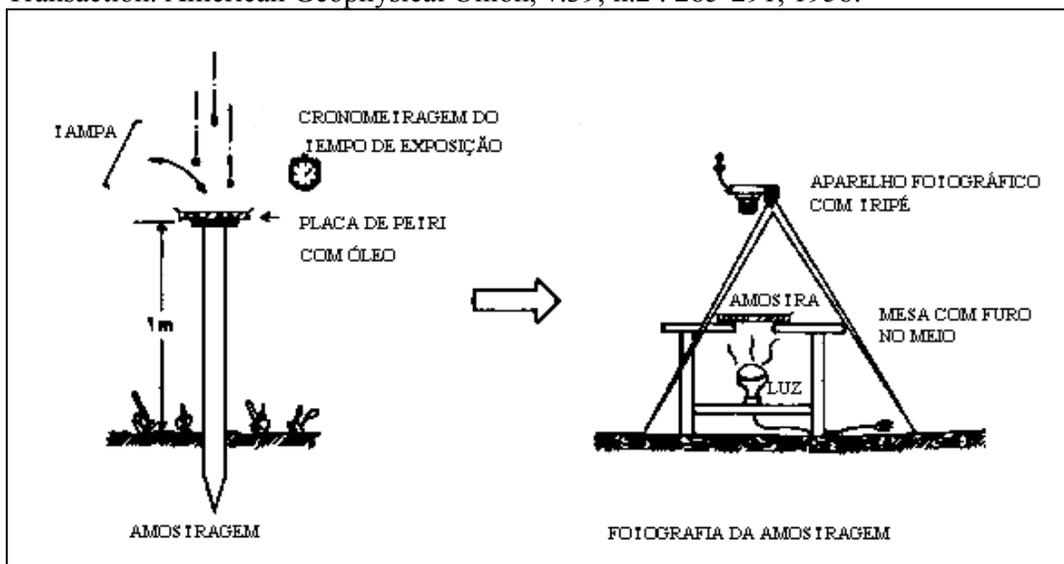


FIGURA 1 - Esquema da instalação para coleta das gotas de chuva pelo método de Eigel e Moore(Roth, C.H. et alii).

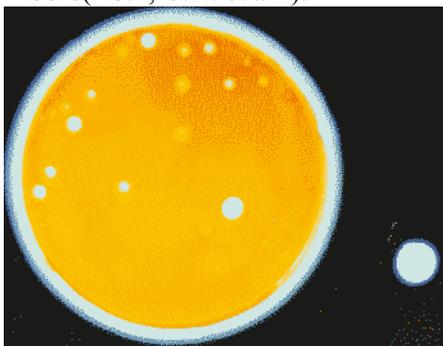


FIGURA 2 - Foto da placa de Petri com gotas de chuva.

Tabela 01-Distribuição de gotas nos intervalos e velocidades terminais calculadas pela Eq. 03.

(1) int.classe(mm)	(2) $d_i$ (mm)	(3) $n_i$ =num.gotas	(4) $v_i$ (m/s)	(5) $(d_i)^3 \cdot (v_i)^2 \cdot n_i$	(6) $(d_i)^3 \cdot n_i$
0,0-0,5	0,25	5	0,99	0,077	0,078
0,5-1,0	0,75	4	3,04	15,632	1,688
1,0-1,5	1,25	5	4,71	216,308	9,766
1,5-2,0	1,75	2	6,02	388,726	10,719
2,0-2,5	2,25	9	7,03	5070,559	102,516
2,5-3,0	2,75	3	7,78	3777,012	62,391
3,0-3,5	3,25	7	8,31	16583,483	240,297
3,5-4,0	3,75	5	8,66	19751,974	263,672
4,0-4,5	4,25	1	8,87	6034,065	76,766
4,5-5,0	4,75	3	8,98	25936,533	321,516
5,0-5,5	5,25	4	9,04	47347,279	578,813
5,5-6,0	5,75	2	9,10	31459,106	380,219
				$\Sigma =$ 156580,753	$\Sigma =$ 2048,430