

**ESTUDO DA ERODIBILIDADE DE  
UM SOLO LITÓLICO SEM  
COBERTURA VEGETAL E SOB  
DUAS CONDIÇÕES DE  
PASTAGEM  
NATIVA DE CAATINGA**

**BOLETIM DE PESQUISA N.º 02**

**ESTUDO DA ERODIBILIDADE DE UM SOLO LITÓLICO  
SEM COBERTURA VEGETAL E SOB DUAS CONDIÇÕES  
DE PASTAGEM NATIVA DE CAATINGA**

Augmar Drumond Ramos, Eng. Agr. M. S. – CNPCOT  
Helenira Ellery Marinho, Eng. Agr. B. S. – CNPCOT



**EMBRAPA**

**CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE CAPRINOS E OVINOS TROPICAIS  
SOBRAL – CE**

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE CAPRINOS E OVINOS  
TROPICAIS  
FAZENDA TRÊS LAGOAS  
ESTRADA GROAÍRAS km 4  
CX. POSTAL 10  
62.100 – SOBRAL – CE

631.45 Ramos, Augmar Drumond  
R175e       Estudo da erodibilidade de um solo litólico sem  
1980       cobertura vegetal e sob duas condições de pastagem  
          nativa de caatinga. por Augmar Drumond Ramos e He-  
          lenira Ellery Marinho. Sobral, CE. EMBRAPA. Centro  
          Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos Tropicais  
          1980.  
  
          16p. (Boletim de Pesquisa, 02)  
  
          1. Erosão. I. Marinho, Helenira Ellery, colab. II. Título.  
          III. Série.

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO

2 – METODOLOGIA

3 – RESULTADOS

4 – DISCUSSÃO

– Infiltração da água das chuvas e erosão na condição padrão e sob duas condições de pastagem nativa.

– O fator K

5 – CONCLUSÃO

## INTRODUÇÃO

Foi escolhido para este estudo um Solo Litólico representativo das áreas experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos Tropicais (CNPcOT). Este grande grupo de solo constitui mais da metade das áreas experimentais atualmente em uso e é um dos solos que ocorre com grande frequência nas áreas dos sertões nordestinos, tendo sido mapeado em diversos Estados do Nordeste pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, antiga Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura (Brasil — M.A., Divisão de Pesquisa Pedológica, 1971/72 e 73). Para os estudos de pastagem nativa os Solos Litólicos têm particular interesse, uma vez que a pequena profundidade do perfil e condições superficiais de pedregosidade e rochosidade, associadas a topografia, fazem com que estes solos sejam largamente utilizados como áreas naturais de pastagem, sendo este, na maioria dos casos, o uso mais adequado deste solo nas nossas atuais condições de agricultura e pecuária.

## METODOLOGIA

A metodologia empregada para o estudo é essencialmente a que tem sido desenvolvida por Wischmeier e outros em vários trabalhos realizados principalmente nos Estados Unidos (Wischmeier, 1959, 1960, 1962; Wischmeier & Smith, 1965; Wischmeier & Mannerin, 1969; Olson & Wischmeier, 1963). Esta metodologia, que foi considerada padrão para os estudos de erodibilidade de solos (Hudson, 1973), consiste de se determinar experimentalmente a quantidade de solo erodido em parcelas de 22,13m de comprimento e 9% de declividade, em que o solo é mantido sem cobertura vegetal, em alqueive contínuo, sem quaisquer práticas de conservação. A equação universal de perdas de solo ou seus parâmetros têm sido estudados no Brasil (Pereira, Silva & Gomes, 1978; Freire & Medina, 1976) e em outras partes do mundo (Ricordi & Iturri, 1967), o que parece demonstrar a aplicabilidade dos métodos empregados. Neste estudo se pretende determinar, além do fator erodibilidade (fator K), também a capacidade de proteção ao solo oferecida por dois tipos de pastagem nativa comuns nas áreas do solo estudado, nos sertões do Ceará: vegetação de caatinga e vegetação constituída

do estrato herbáceo surgido com a retirada da vegetação arbórea-arbustiva. Em adição a estas determinações vem sendo feita a medição da água de escoamento superficial nos três tratamentos estudados; isto permite obter quanto das precipitações é infiltrado no solo sem cobertura, com caatinga e com o estrato herbáceo. Ao final de determinados períodos, por exemplo a cada 3 anos, o valor médio do fator K encontrado será testado contra o valor de K obtido pelo emprego do nomógrafo de erodibilidade (Wischmeier, Johnson & Cross, 1971), verificando-se a precisão do método do nomógrafo e a possibilidade de sua utilização em grandes áreas de solo e clima similares aos estudados.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos são referentes ao ano de implantação do estudo (1979), mais especificamente, ao período chuvoso de 06.02.79 a 06.08.79. Durante este período foram registradas 28 chuvas erosivas, as quais variam entre 5,0 a 78,4mm, totalizando 541,8mm. Estas chuvas depositaram em cada parcela experimental 21,94m<sup>3</sup> de água, dos quais na parcela sem cobertura infiltraram 10,50m<sup>3</sup>; na parcela com cobertura de estrato herbáceo a infiltração foi de 16,22m<sup>3</sup>; na parcela com vegetação arbórea-arbustiva de caatinga a infiltração foi de 17,94m<sup>3</sup>. A quantidade de solo erodido, a espessura de solo carregado e o percentual das precipitações que infiltrou são dados para cada tratamento na Tabela 1.

Pluviogramas semanais registrados no local do estudo produziram os dados referentes a quantidade e intensidade das chuvas ocorridas. Foi aplicada a esses dados a equação de Wischmeier & Smith para cálculo da energia cinética das chuvas; a partir da energia cinética de cada chuva obtiveram-se os respectivos índices de erosividade, que no total representa o potencial erosivo das chuvas no período considerado. A equação referida é:

$$Y = 916 + 331 \text{ Log}_{10} X \quad (1),$$

em que Y é a energia cinética em tonelada curta – pé/acre-polegada de chuva e X é a intensidade de chuva em polegada/horas; a conversão das unidades do Sistema Inglês para o Sistema Métrico Decimal resultou nos números da equação seguinte (Pereira, Silva & Gomes, 1978):

$$Y = 12,132 + 8,904 \text{ Log}_{10} X \quad (2).$$

as unidades de Y são tm/ha mm e de X mm/h.

O cálculo do índice de erosividade das chuvas foi feito conforme o procedimento de Wischmeier (1959), multiplicando-se a energia cinética da chuva pelo fator intensidade máxima da chuva e dividindo-se por 100.

Os dados referentes às precipitações, energia cinética, índice de erosividade e potencial erosivo no período estudado estão na Tabela 2.

**TABELA 1. Infiltração, quantidade de solo erodido e espessura erodida em um Solo Litólico sem cobertura vegetal e sob duas condições de pastagem nativa de caatinga**

<b>TRATAMENTO</b>	<b>INFILTRAÇÃO (% das precip.)</b>	<b>SOLO ERODIDO<sup>b</sup> (kg/parcela)</b>	<b>ESP. ERODIDO<sup>a</sup> (cm)</b>
S/cobertura vegetal (padrão . . . . .)	47,9	467,5	0,802
Estrato Herbáceo. . . . .	73,9	34,7	0,060
Caatinga . . . . .	81,8	5,0	0,009

<sup>a</sup> Cálculo com base na densidade aparente de um Solo Litólico similar :  $d = 1,44\text{g/cm}^3$

<sup>b</sup> Parcela =  $40,5\text{m}^2$

## DISCUSSÃO

### **Infiltração da água das chuvas e erosão na condição padrão e sob duas condições de pastagem nativa.**

Examinando-se a Tabela 1, torna-se evidente a importância da cobertura vegetal para infiltração das águas das chuvas. Como era de esperar, há um aumento acentuado de infiltração entre a condição de solo descoberto e os tipos de cobertura vegetal estudados. Com relação às quantidades de solo erodido, a diferença entre as perdas da parcela sem cobertura vegetal e as outras duas é ainda mais acentuada. Isso pode ser expresso na forma de relação de perdas de solo de cada tipo de cobertura vegetal

**TABELA 2. Quantidade, I30, EC e IE (a) das chuvas ocorridas no período de 06.02.79 a 06.08.79. Cálculo com base na metodologia desenvolvida por W. H. Wischmeier (b).**

DATA	CHUVAS (mm)	I30 (mm/h)	EC (tm/ha)	IE (tm.mm/ha.h)
21.02	24,40	42,40	608,98	258,21
01.03	15,40	28,00	354,80	99,34
03.03	71,80	26,60	1.597,55	424,95
20.03	39,00	52,00	1.027,54	534,32
24.03	31,60	33,60	791,42	265,92
29.03	35,20	20,40	862,71	175,99
01.04	12,80	11,60	332,33	38,55
18.04	38,00	54,80	810,48	444,14
21.04	32,20	49,60	801,83	397,71
27.04	50,60	33,80	1.284,67	434,22
30.04	16,40	17,60	339,90	59,82
14.05	32,40	21,20	681,73	144,53
18.05	14,40	5,00	231,08	11,55
15.06	13,20	8,00	281,99	22,56
<b>TOTAIS</b>	<b>427,40</b>	<b>—</b>	<b>10.007,01</b>	<b>3.311,81<sup>c</sup></b>

<sup>a</sup> I30 — Intensidade máxima da chuva num período contínuo de 30 minutos ou intensidade da chuva quando a duração foi menor que 30 minutos.

EC — Energia Cinética da chuva.

IE — Índice de erosão da chuva:  $EC \times I30 \times 10^{-2}$

<sup>b</sup> São consideradas chuvas  $> 2,7\text{mm}$ , e como chuvas individuais aquelas separadas no tempo de pelo menos 6 horas.

<sup>c</sup> 3.311,81 = R = Potencial erosivo das chuvas no período.

para a condição de solo descoberto e alqueive contínuo (padrão para estudo do fator K), estrato herbáceo/condição padrão = 7,4% e caatinga arbórea/condição padrão = 1,1%. A vegetação de caatinga deu proteção praticamente absoluta, nas condições do solo e chuvas estudadas, o estrato herbáceo no mesmo solo e sob as mesmas condições ofereceu menor proteção ao solo, mas pode ser considerada excelente proteção.

Outra forma simples de se examinar o grau de proteção dado ao solo ou susceptibilidade do solo à erosão é encontrar a quantidade de solo erodido por mm de precipitação ocorrida. Obtém-se assim um indicador relativo à condição padrão do estudo, que é a condição de referência. Com os dados da Tabela 1 obteve-se na condição padrão 0,863kg de solo erodido por mm de precipitação; no estrato herbáceo 0,06kg/mm e na caatinga 0,009kg/mm.

Esses resultados confirmam os anteriores, em relação à perda de solo, sendo bastante expressiva a ação erosiva das chuvas no caso do solo sem cobertura e muito reduzida para os dois tipos de cobertura vegetal estudados.

A Tabela 2 dá os resultados obtidos quanto ao cálculo dos índices de erosividade das chuvas. Conforme a teoria de Wischmeier (Wischmeier 1959), considerou-se para os cálculos feitos, apenas chuvas com mais de 12,7mm; isto alterou o total das precipitações de 541,8mm para 427,4mm. A diferença é referente àquelas chuvas iguais ou menores que 12,7mm e que ocasionaram correamento de solo.

Observando-se os dados da Tabela 2 constata-se que a energia cinética das chuvas e seu índice de erosão não crescem necessariamente com o tamanho da chuva. Isso se deve à maior intensidade (I30) de chuva menor, devendo portanto ocasionar maior perda de solo. Resultados similares com relação a esta consideração podem ser encontrados no trabalho de Pereira, Silva & Gomes (1978). O índice de erosividade de chuvas individuais (IE) variou de 11,55 a 634,32 tm mm/ha h e o potencial erosivo das chuvas no período estudado (R) foi 3.311,81tm mm/ha h. Deve-se chamar a atenção para o fato de que os dados registrados não cobriram toda a estação chuvosa, além de que a estação chuvosa deste ano (1979) teve um total de chuvas inferior à normal na região de Sobral, portanto o potencial erosivo determinado é inferior ao que deve ocorrer em anos de precipitações normais, durante uma estação chuvosa completa. Se, para fins de confronto de dados divide-se por 100 os dados de Pereira, Silva & Gomes (1978) de potenciais erosivos de 14 locais do

Estado de Minas Gerais,\* obtém-se que os índices variam de 280,43tm. mm/ha. h, quando as chuvas foram 114,1mm a 2.464,31tm mm/ha h, com 710,1mm de precipitações. Estes resultados são comparáveis aos aqui reportados, devendo-se fazer a ressalva de que o potencial erosivo 2.464,31tm. mm/ha. h é 847,50 unidades menor que o determinado neste estudo, enquanto as precipitações foram 282,7mm a mais. Em outras palavras, as precipitações nas áreas deste estudo foram muito mais erosivas do que as referidas no dado acima comentado, proveniente de Lavras (MG).

## O Fator K

O fator K é determinado pela equação universal de perdas de solo (EUPS):

$$A = K.R.L.S.C.P.** (3)$$

Na condição padrão os termos L, S, C e P são iguais à unidade e a EUPS fica  $A = K.R$  ou  $K = A/R$  (4)

A determinação de K pela equação (4) requer dados experimentais; de A e R para um longo período de observações. Neste estudo temos apenas dados parciais da estação chuvosa de 1979, portanto o K agora determinado não tem ainda validade prática, mas tem um valor especulativo, pois diz a magnitude do fator nas condições específicas em que ocorreu: primeiro ano após o desmatamento da caatinga, período e chuvas conforme indicado anteriormente.

Referindo o valor de A na Tabela 1 para t/ha e tomando-se o valor de R na Tabela 2, obtém-se  $K = 0,035$ ; transformando as unidades de A e R para o Sistema Inglês obtém-se  $K = 0,269$ ; que são o fator de erodibilidade do solo estudado. Olson & Wischmeier (1963) transcreveram o fator K de vários solos estudados nos Estados Unidos. Os dois solos cujas condições do estudo mais se aproximam da condição padrão e seus fatores são: Ontario loam, declividade 8%, comprimento da pendente padrão, fator K 0,27; Shelby loam, mesma declividade e comprimento da pendente, fator K 0,53. Observa-se

---

\* Em seu trabalho não dividiram por 100 os valores de IC.

\*\* A = Solo erodido; K = Fator de erodibilidade do solo; R = Potencial erosivo das chuvas; L = Comprimento da pendente; S = Declividade da pendente; C = Fator de cobertura vegetal; P = Prática de conservação.

que esses valores são dados em unidades do Sistema Inglês, o fator para Ontario loam é praticamente o mesmo acima determinado, obtido nas condições deste estudo para o solo, preliminarmente classificado: Solo Litólico Eutrófico. A fraca textura arenosa cascalhenta fase bem drenado pedregoso caatinga hiperxerófila relevo suavemente ondulado substrato gnaisse.

## CONCLUSÃO

As conclusões inferidas dos dados apresentados anteriormente não são definitivas; se referem apenas ao 1.<sup>o</sup> ano de estudo, o qual se prolongará por um período de pelo menos 10 anos.

Examinando-se os resultados e a discussão dos dados obtidos, conclui-se que a infiltração no solo, da água das chuvas, decresceu 33,9% com o desmatamento e retirada completa da vegetação, mantendo-se a condição de solo desvegetado; a infiltração decresceu 7,9% com a retirada da vegetação arbórea-arbustiva, deixando-se desenvolver o estrato herbáceo. A quantidade de solo erodido no estrato herbáceo e na caatinga arbórea arbustiva com relação ao solo desvegetado foi 7,4% e 1,1%, respectivamente, demonstrando a proteção praticamente absoluta que a vegetação da caatinga dá ao solo e também a boa proteção oferecida pela vegetação do estrato herbáceo.

Comparação do fator R determinado neste estudo com o mesmo fator obtido em Lavras (MG), mostrou que as chuvas aqui ocorridas foram muito mais erosivas, resultando num potencial erosivo maior, mesmo com menor quantidade de precipitação. O fator K determinado foi 0,035 ou aproximadamente 0,27 em unidades do Sistema Inglês. Este resultado está entre os valores intermediários dos fatores da erodibilidade determinados por Olson e Wischmeier (1963) e corresponde a um dos solos por eles estudados. Parece portanto indicar uma condição normal, o que confirmaria a aplicabilidade da metodologia empregada. Os dados de solo erodido em termos de hectares demonstram bem a gravidade do problema da erosão em solo desnudo, 115,4 t/ha de solo correado contra 8,6 t/ha no estrato herbáceo e apenas 1,2 t/ha na caatinga.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a contribuição prestada pelo técnico agrícola Manoel Barroso Filho no trabalho de coleta dos dados apresentados.

## REFERÊNCIAS

- 1 – Brasil, Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento Exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife, convênio de mapeamento de solos MA/DNPEA – SUDENE/DRN. Convênio MA/CONTAP USAID/ETA, 1973, V. 1/2 p. 301.
- 2 – \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Rio Grande do Norte, 1971, 531p.
- 3 – \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Pernambuco, 1972, V. 1/2 p. 359.
- 4 – Freire, O. & Medina, I. V. Erodibilidade de solos da série Luiz Queiroz e da série Quebra-Dente. **Revista de Agricultura**. 51:179 – 88, 1976.
- 5 – Hudson, N. **Soil conservation**. Ithaca, Cornell University Press, 1973, 320p.
- 6 – Olson, T. C. & Wischmeier, W. H. Soil – erodibility evaluations for soils on the runoff and erosion stations. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 27(5):590 – 2, 1963.
- 7 – Pereira, W., Silva, T.C.A. da & Gomes, F.R. – Avaliação da erosividade das chuvas em diferentes locais do Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**. 25(142):506, 48 1978.
- 8 – Ricordi, A. D. & Iturri, M. P. **La ecuacion universal de perdida de suelo y su aplicacion al planeamiento del uso de las tierras agrícolas – Estudio del fator de las eluvias en el Peru**. Lima, Univ. Agraria – Facultad de Ingenieria Agrícola. 1967. 78p. (Publicacion, 2).
- 9 – Wischmeier, W. H. A rainfall erosion index for a universal soil – loss equation. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 23:246-9, 1959.
- 10 – \_\_\_\_\_. Cropping-management factor evaluations for a universal soil loss equation. **Soil Sci. Am. Proc.** 24:322-6, 1960.

- 11 — \_\_\_\_\_ . Rainfall erosion potencial. **Agric. Eng.** 43(4) 212-25, 1962.
- 12 — Wischmeier, W. H. & Smith, D.D. **Predicting rainfall-erosion-losses from cropland east of the Rocky Mountains-guide for selection of practices for soil and water conservation.** Washington, Department of Agriculture, 1965.47p. (Agricultural Handbook 282).
- 13 — Wischmeier, W. H. & Mannering, J. V. Relation of soil properties to its erodibility. **Soil Scis. Am. Proc.** 33:131 — 7, 1969.
- 14 — Wischmeier, W. H., Johnson, C. B. & Cross, B. V. A soil erodibility nomograph for farmuland and construction sites. **journal of Soil and Water Conservation** 26(5): 189 — 92, 1971.