

**ERODIBILIDADE DO SOLO DE UMA PEQUENA
BACIA HIDROGRÁFICA LOCALIZADA NA ESCOLA
SUPERIOR DE AGRICULTURA «LUIZ DE QUEIROZ»,
PIRACICABA, SP**

J.R.C. Silva ⁽¹⁾

O. Freire ⁽¹⁾

INTRODUÇÃO

A desagregação e o transporte das partículas do solo, pelo efeito integrado da energia de impacto das gotas de chuva e do escoamento superficial constituem os estágios iniciais do processo de erosão pela água.

As consequências desse processo não se restringem às perdas de solo; mas, também, ao acúmulo de sedimentos em cursos d'água e reservatórios.

A previsão da quantidade de perdas de solo, que ocorrem sob condições locais e de manejo específico, é essencial para o desenvolvimento de todos os projetos conservacionistas que envolvam o solo.

Para esse fim, vem sendo desenvolvida uma equação empírica que apresenta confiabilidade e pode ser utilizada universalmente, dependendo da disponibilidade de dados locais. Essa equação apresenta a seguinte forma:

⁽¹⁾ Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba.

$A = R \times K \times LS \times C \times P$, onde:

A = perda de solo em t/ha/ano;

R = fator chuva do local;

K = fator erodibilidade do solo em t/ha/ano por unidade do fator R;

LS = fator topográfico;

C = fator uso e manejo;

P = fator práticas conservacionistas.

O objetivo deste trabalho é determinar o fator erodibilidade do solo que ocorre numa pequena bacia hidrográfica, provida de um reservatório de água, localizada na E.S.A. «Luiz de Queiroz», como uma contribuição para as previsões de perda de solo, estimativas de produção de sedimentos e assoreamento da represa.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A erodibilidade do solo pode ser determinada por métodos diretos e métodos indiretos.

O método direto consiste na determinação das perdas de solo sob condições padronizadas (BERTONI *et alii*, 1975). Nesse caso, o cálculo do índice de erodibilidade reduz-se à solução da seguinte expressão:

$$K = \frac{A}{R}$$

O índice de erodibilidade é, portanto, a perda de solo por unidade da erosividade do agente erosivo, em condições padrão de topografia, uso, manejo e práticas conservacionistas (HUDSON, 1971).

O método direto é moroso e dispendioso, porque exige instalações de campo complexas. O uso de simulador de chuva abrevia o tempo necessário para a obtenção de dados, mas torna-o, ainda, mais complexo e oneroso.

Por essas razões, WISCHMEIER *et alii* (1971) propuseram um método indireto, baseado num grande número de dados

experimentais obtidos, em grande parte, por WISCHMEIER & MANNERING (1969).

O método proposto por esses autores baseia-se na combinação dos seguintes parâmetros:

a - porcentagem de silte mais porcentagem de areia muito fina;

b - porcentagem de areia de diâmetro médio maior do que 0,1 mm;

c - porcentagem de matéria orgânica;

d - estrutura;

e - permeabilidade.

Devido à alta correlação que os dados obtidos por esse método apresentam com os obtidos pelo método direto e pela sua simplicidade, muitos pesquisadores vêm utilizando-o para a avaliação da erodibilidade dos solos de cultura e para a avaliação da erodibilidade de solos e sub-solos sob qualquer outro tipo de utilização.

FREIRE & PESSOTTI (1974) utilizaram o método nomográfico para a determinação da erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo, cujos resultados são concordantes com os obtidos por BERTONI *et alii* (1975) que utilizaram o método direto.

FREIRE & PESSOTTI (1976) utilizaram o mesmo método para os solos de Piracicaba, mapeados ao nível de série. A média dos valores obtidos das séries que pertencem a um mesmo grande-grupo também concordam com os resultados obtidos pelo método direto para os mesmos grandes-grupos.

FREIRE (1978) também utilizou este método para os solos da Bacia da Represa do Broa, como uma contribuição para a avaliação da formação de sedimentos naquela área.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

O material deste trabalho é constituído por amostras do horizonte Ap da unidade de mapeamento denominada por RANZANI, FREIRE & KINJO (1966) como Série Sertãozinho.

Esta unidade pode ser classificada como um Latossol Vermelho-Amarelo Distrófico, álico, A fraco, textura arenosa, de acordo com a Classificação Brasileira (D.P.P.), ou como um Haplortox Distropéptico, de acordo com a Soil Taxonomy.

Este solo ocupa a área de uma bacia hidrográfica de 48,54 ha provida de um reservatório de água de 2,21 ha, que supre parte das necessidades de água da E.S.A. «Luiz de Queiroz».

Esta bacia hidrográfica localiza-se na Fazenda Sertãozinho, a sudeste do campus da E.S.A. «Luiz de Queiroz», em Piracicaba, Estado de São Paulo (latitude de 22°42'S e longitude 47° 38'W).

Método

Avaliação do fator erodibilidade

Amostragem

Foi feita uma pré-amostragem em 11 locais representativos do solo para a obtenção de dados para a determinação da erodibilidade do solo.

Aos dados obtidos, foi aplicado o teste de Lilliefors para verificar a viabilidade de estudá-los através de uma distribuição normal com média m e variância S^2 .

As hipóteses específicas deste teste, segundo CAMPOS (1976) são:

H_0 - os dados podem ser estudados através da distribuição normal;

H_a - os dados não podem ser estudados através da distribuição normal.

Nas condições de normalidade dos dados, a amostra foi redimensionada através da fórmula:

$$n = \frac{t^2 s^2}{d^2} ; \text{ onde:}$$

n = número de amostras

t = valor de t com $n-1$ graus de liberdade ao nível de 5% de probabilidade;

s = precisão desejada, expressa como porcentual da média.

Substituindo-se esses parâmetros pelos seus valores, obteve-se $n \approx 20$.

Por essa razão, coletaram-se duas amostras em 21 locais da área.

Determinação do índice de erodibilidade

O índice de erodibilidade foi determinado pelo método nomográfico de WISCHMEIER et alii (1971). Para a determinação

dos parâmetros utilizados na avaliação deste índice, procedeu-se às seguintes análises:

a - análise mecânica pelo método de BOUYOUCOS (1951);

b - porcentagem de matéria orgânica pelo método de Walkley-Black, segundo ALLISON (1955);

c - estrutura do solo segundo as recomendações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (1976);

d - permeabilidade segundo FORSYTHE (1975).

Os valores desses parâmetros foram levados ao nomógrafo de WISCHMEIER *et alii* (1971) e determinados os valores da erodibilidade, segundo as recomendações daqueles próprios autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro I mostra os dados obtidos em cada um dos locais amostrados, os respectivos valores do índice de erodibilidade, os limites superior e inferior do intervalo de confiança para a média.

O quadro II apresenta a média (\bar{m}), o desvio da média (S(m)), o desvio padrão (S), o intervalo de confiança (I.C.) e o limite D^* para o teste de Lilliefors ao nível de 5% de probabilidade.

Como se poderá observar, o fator K, o silte mais areia muito fina, a matéria orgânica e a permeabilidade podem ser estudadas através de uma distribuição normal, conforme ficou provado pelo teste de Lilliefors; isto é $D^* < D_a$ (CAMPOS, 1976). A areia maior do que 0,1 mm não apresentou distribuição normal, provavelmente, porque inclui partículas de classes de diâmetros muito variáveis.

A pequena amplitude dos intervalos de confiança dos parâmetros indica que os dados são representativos da unidade pedológica estudada.

A alta porcentagem de areia associada à permeabilidade moderada a rápida são, provavelmente os fatores que mais contribuem para a baixa erodibilidade desse solo.

Isoladamente, a textura e a estrutura apresentam baixa correlação com as perdas de solo; entretanto, a porcentagem relativamente alta de matéria orgânica, associada às baixas porcenta-

gens de silte mais areia muito fina e alta porcentagem de areia, são indicações de que é pequena a quantidade de partículas que podem ser desagregadas e transportadas pelo deflúvio. Fatos semelhantes foram observados também por WISCHMEIER & MANNERING (1969).

QUADRO I - Série Sertãozinho. Média, \bar{n} e limites superior, LS e inferior, LI do intervalo de confiança para a média e limite D* para o teste de Lilliefors ao nível de 5% de probabilidade, aplicados ao fator K e aos parâmetros utilizados no método nomográfico.

Unidade Amostra 1	Silte + areia muito fina (%)	Areia (0,10 - 2,0mm) (%)	Matéria Orgânica (%)	Estrutura (código)	Permeabi- lidade (cm/hora)	Fator K (t/ha/ano) R
1	16,20	69,26	1,20	4	22,80	0,10
2	18,41	67,04	1,05	4	16,30	0,12
3	20,43	67,53	1,70	4	8,70	0,14
4	19,49	66,21	1,45	4	20,45	0,12
5	18,75	67,68	2,20	4	14,85	0,11
6	17,95	65,75	2,70	4	13,70	0,09
7	17,03	66,65	1,90	4	15,35	0,10
8	17,52	68,67	2,70	4	18,65	0,09
9	17,56	69,04	1,30	4	12,00	0,13
10	15,25	72,43	2,05	4	10,75	0,11
11	15,80	63,65	1,35	4	10,55	0,11
12	22,14	64,06	1,88	4	9,06	0,15
13	17,40	70,04	1,39	4	13,16	0,11
14	15,09	66,11	0,98	4	13,37	0,09
15	19,55	70,40	0,41	4	4,27	0,19
16	11,68	76,51	1,91	4	8,33	0,09
17	25,37	40,07	1,56	4	6,58	0,13
18	22,67	41,78	1,56	4	5,66	0,15
19	18,35	58,34	1,84	4	3,79	0,15
20	19,63	62,06	2,58	4	6,31	0,12
21	17,14	59,97	0,37	4	4,71	0,15
L.S.	19,60	68,41	1,33	-	8,93	0,13
\bar{n}	18,26	64,40	1,62	4	11,40	0,12
L.I.	16,92	60,39	1,91	-	13,87	0,11

O baixo valor da erodibilidade determinado pelo método nomográfico é coerente com as observações de campo, pelas quais não se constatou, em nenhum local, graus severos de erosão.

QUADRO II - Parâmetros estatísticos das propriedades do solo utilizados na determinação do fator K.

Parâmetro estatístico*	Propriedades do solo utilizado na determinação do fator K					Fator erodibilidade do solo (K)
	сите + areia muito fina (%)	areia (0,10 a 2,0mm) (%)	matéria orgânica (%)	estrutura maciça (código)	permeabili- dade (cm/hora)	
m	18,26	64,4	1,62	4	11,40	0,12
s(m)	0,64	1,92	0,14	-	1,18	0,006
s	2,93	8,78	0,64	-	5,42	0,03
I.C.	(16,92;19,60)	(60,39;68,41)	(1,33;1,91)	-	(8,93;13,87)	(0,11;0,13)
D*	0,1287*	0,2303	0,0883*	-	0,0990*	0,1587*

* x = 0,05

Para n = 21 e x = 0,05, D x = 0,1866

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que a erodibilidade do solo da Série Sertãozinho é baixa. Seu valor é de 0,12, sendo o limite superior e inferior do intervalo de confiança para a média, respectivamente, 0,13 e 0,11.

RESUMO

Este trabalho visa avaliar a erodibilidade do solo de uma pequena bacia hidrográfica provida de um reservatório de água, localizada na E.S.A. «Luiz de Queiroz», em Piracicaba, SP.

A área total da bacia é de 48,54 ha e a área do reservatório, de 2,21 ha.

O solo de toda a bacia foi identificado e mapeado por RANZANI, FREIRE & KINJO (1966) como Série Sertãozinho, um Haplortox Distropéptico, segundo a Soil Taxonomy.

Foi feita uma pré-amostragem da área e através do teste de Lilliefors, a amostra foi redimensionada, coletando-se 2 amostras em 21 locais diferentes da bacia.

Com os dados obtidos, calculou-se o índice de erodibilidade do solo, pelo método nomográfico de WISCHMEIER *et alii* (1971).

O valor do índice médio de erodibilidade é de 0,12, sendo que os limites superior e inferior para a média são, respectivamente, 0,13 e 0,11, a 5% de probabilidade.

SUMMARY

This work was designed to estimate the erodibility index of the Sertãozinho Soil Series (RANZANI, FREIRE & KINJO, 1966) occurring in a small watershed located at E.S.A. «Luiz de Queiroz», in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. According to the Soil Taxonomy, this soil was classified as a Distropeptic Haplorthox.

The soil was previously sampled in 10 different places to evaluate the five parameters necessary to predict erodibility, applying the nomograph method (WISCHMEIER, JOHNSON & GROSS, 1971).

The Lilliefors test (CAMPOS, 1976) indicated that 2 samples in 21 different places of the watershed are the correct number of samples to obtain representative values at 5% of probability.

The data obtained from the determination of the parameters in 42 samples provided the following conclusion: the average value of the erodibility index for Sertãozinho Soil Series is 0.12. The upper and lower limits, at 5% of probability, are 0.13 and 0.11, respectively.

LITERATURA CITADA

- ALLISON, L.E., 1967. Organic carbon. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, p.1367-1378.
- BERTONI, J., F. LOMBARDI & R. BENNATTI Jr., 1975. Equação de Perdas de Solo. Seção de Conservação do Solo. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. Boletim Técnico n.º 21.
- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. **Agronomy Journal** 43: 434-439.
- CAMPOS, H., 1976. Estatística experimental não-paramétrica, 2.a ed., Piracicaba, São Paulo, ESALQ-USP, 332p.
- E.U.A. SOIL SURVEY STAFF, 1975. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office. 754p. (Agriculture Handbook n.º 436).
- FORSYTHE, W., 1975. Física de suelos: manual de laboratorio. San José, Costa Rica, Editorial Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 212p.
- FREIRE, O. & J.E.S. PESSOTTI, 1974. Erodibilidade dos Solos do Estado de São Paulo. **Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz»** 31: 333-350.
- FREIRE, O. & J.E.S. PESSOTTI, 1976. Erodibilidade dos solos de Piracicaba. **Revista de Agricultura** 51: 195-202.
- HUDSON, N.H., 1971. **Soil conservation**. Ithaca, New York, Cornell University Press, 320p.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966. **Carta de Solos do Município de Piracicaba**. Centro de Estudos de Solo, Piracicaba, São Paulo, ESALQ-USP, 85p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, Campinas, São Paulo, 1976. **Manual de método de trabalho de campo**, 4.a reimpressão, S.B.C.S., 36p.
- WISCHMEIER, W.H. & J.V. MANNERING, 1969. Relation of soil properties to its erodibility. **Soil Sc. Soc. Am. Prot.** 33: 131-137.
- WISCHMEIER, W.H., C.B. JOHNSON & B.V. CROSS, 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **J. Soil Water Cons.** 26: 189-193.