

ERODIBILIDADE DE SOLOS DA SÉRIE LUIZ DE QUEIROZ E DA SÉRIE QUEBRA-DENTE (*)

OCTAVIO FREIRE &
IDELMO VILLALOBOS MEDINA (**)
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

INTRODUÇÃO

A erosão causada pela água é um sério problema na maior parte das terras agrícolas do mundo, especialmente nas áreas declivosas das regiões úmidas e semiáridas. O clima, o relevo, a natureza do solo, a cobertura do solo e suas interações têm sido considerados os fatores determinantes da erosão pela água. Nenhum desses fatores pode ser considerado como causa principal; embora, por si só, cada um deles possa criar condições para o estabelecimento da erosão em proporções catastróficas.

O objetivo deste trabalho é medir as perdas em amostras de solos de ocorrência muito comum no Município de Piracicaba, sob condições simuladas de chuva, declive e cobertura do solo. O efeito dessas variáveis e o das suas interações não são conhecidos para esses solos; mas, constituem o primeiro passo para a escolha racional das práticas de manejo e para a escolha das práticas de controle da erosão, através da Equação Universal de Perdas de Solo (WISCHMEIER & SMITH, 1958).

REVISÃO DA LITERATURA

Efeito da erosividade da chuva

A erosão pela água é um processo mecânico. A maior parte da energia é fornecida pelas gotas de chuva. Por essa razão, a avaliação

(*) Trabalho executado com dados extraídos da Dissertação do Eng^o Agr^o Idelmo Villalobos Medina para obtenção do título de Mestre. 1974.

(**) Eng^o Agr^o do Instituto Agrário Nacional — Venezuela.

mais precisa da erosividade é feita pela determinação de um índice de erosividade baseado na intensidade e na duração da chuva.

SMITH & WISCHMEIER (1962) relacionaram a energia cinética da chuva com a intensidade, através da seguinte expressão:

$$y = 12,142 + 8,877 \log_{10} x,$$

onde,

y = energia cinética da chuva em quilogrametros por milímetro de chuva que cai em 1 hectare;

x = intensidade da chuva em milímetros por hora.

WISCHMEIER & SMITH (1959) propuseram um índice de erosividade da chuva, a que denominaram EI_{30} , que é o produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos.

HUDSON (1971) propôs um outro índice de erosividade, que denominou $KE > 25$. Esse índice é semelhante ao EI_{30} ; mas, só leva em conta as precipitações cujas intensidades sejam maiores do que 25 mm/ha. O autor recomenda esse índice para as chuvas das regiões tropicais e subtropicais, em vista de suas próprias observações.

Efeito da erodibilidade do solo

ELLISON (1944) afirmou que a quantidade de material perdido pelo solo depende da sua susceptibilidade de desagregar-se e da susceptibilidade de ser transportado.

Freqüentemente, os solos argilosos são resistentes à desagregação, mas são facilmente transportados; enquanto que os solos arenosos não são resistentes à desagregação, mas não são facilmente transportados.

OSBORN (1954) concluiu de seus experimentos que a quantidade de perdas, que um solo sofre, depende da erodibilidade do solo e da erosividade do agente de erosão.

Efeito de outros fatores

WISCHMEIER & SMITH (1959) consideraram que as perdas, que um solo sofre, dependem da erosividade, da erodibilidade e de outros fatores. A expressão matemática dessa afirmação é a seguinte:

$$A = R \times K \times SL \times C \times P,$$

onde:

A = perdas de terras;

- R = fator erosividade;
- K = fator erodibilidade;
- SL = fator declividade e comprimento do declive;
- C = fator manejo;
- P = fator práticas conservacionistas.

Essa equação denominada Equação Universal de Perdas, serve para a escolha do sistema de manejo e para a escolha da prática conservacionista mais adequada para manter as perdas de terra dentro de limites aceitáveis.

MATERIAL

Solos

As amostras, que serviram de objeto para esse estudo de perdas de terra, foram coletadas do horizonte Ap de solos pertencentes às Séries Luiz de Queiroz e Quebra Dente (RANZANI, FREIRE & KINJO, 1966). Esses solos se enquadram nas unidades de mapeamento Terra Roxa Estruturada e Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), respectivamente.

Simulador de chuva

O simulador de chuva utilizado para a aplicação de chuva artificial às parcelas experimentais, foi uma modificação do Purdue Sprinkling Infiltrometer (BETRAND & PARR, 1961) construída na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (VILLALOBOS, 1974).

Micro-parcelas

Para conter as amostras de solo a serem submetidas às chuvas simuladas, utilizaram-se caixas de madeira de 1 × 0,5 × 0,2 m, cujo fundo era de tela plástica. Em uma das extremidades, as caixas tinham uma soleira a que se acoplava uma mangueira plástica para se coletar a enxurrada (VILLALOBOS, 1974).

Cobertura do solo

Como cobertura do solo, utilizou-se capim gordura seco ao solo, na proporção de 5 t/ha.

MÉTODO

Delineamento experimental

O *Delineamento experimental* foi um fatorial 2⁵, inteiramente casualizado, com três repetições.

Os fatores foram aplicados na seguinte ordem:

- a) solos (Série Luiz de Queiroz e Série Quebra Dente);
- b) cobertura (sem e com);
- c) declividade (5 e 9%);
- d) intensidade da chuva (63,5 e 82,55 mm/h);
- e) duração da chuva (15 e 30 min).

O quadro I apresenta o esquema e a identificação numérica dos tratamentos.

Quadro I — Esquema do experimento fatorial 2⁵.

Solo	Cobertura	F A T O R E S			Tratamento	
		Declividade (%)	Intensidade (mm/h)	Tempo (minutos)	Nº	
Série Luiz de Queiroz	Sem	5	63,50	15	1	
				30	2	
			82,55	15	3	
		9	63,50	30	4	
				82,55	15	5
			63,50	30	6	
	Com	5	63,50	15	7	
				30	8	
			82,55	15	9	
		9	63,50	30	10	
				82,55	15	11
			63,50	30	12	
	Série Quebra-Dente	Sem	5	63,50	15	13
					30	14
				82,55	15	15
			9	63,50	30	16
82,55					15	17
63,50				30	18	
Com		5	63,50	15	19	
				30	20	
		9	63,50	15	21	
				30	22	
	5	63,50	15	23		
			30	24		
		82,55	15	25		
	9	63,50	30	26		
			82,55	15	27	
		63,50	30	28		
	5	63,50	15	29		
			30	30		
	9	63,50	15	31		
			30	32		

Critério

O critério utilizado para a comparação do efeito dos tratamentos foi a quantidade de perda de solo determinada na enxurrada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância; uma vez que, apenas essa análise permitiu a comparação do efeito dos dois tratamentos correspondentes a cada fator.

Amostragem

As amostras dos horizontes Ap da Série Luiz de Queiroz e da Série Quebra-Dente foram postas para secar ao ar, destorroadas e passadas num tamis de crivos de 4 mm de diâmetro.

Determinação das perdas de solo

As amostras preparadas foram colocadas nas caixas de madeira e umedecidas. Após a aplicação dos tratamentos Cobertura e Declividade, foram aplicados os tratamentos Intensidade e Duração da Chuva.

A enxurrada formada foi coletada e determinada, numa alíquota, a quantidade de sólidos em suspensão e a quantidade de sólidos depositada nos recipientes coletores. A quantidade total de sólidos arrastada pela enxurrada foi expressa em g/m².

Avaliação da erosividade das chuvas artificiais

A energia cinética das chuvas foi calculada, aplicando-se a equação de WISCHMEIER & SMITH (1958).

O fator erosividade foi calculado segundo HUDSON (1971), multiplicando o valor da energia cinética da chuva pela respectiva precipitação.

Avaliação da erodibilidade do solo

Para o cálculo do índice de erodibilidade, aplicou-se a equação universal de perdas WISCHMEIER & SMITH (1960).

O fator declividade e comprimento de rampa foi reduzido às condições padrão pela seguinte expressão:

$$SL = \sqrt{\frac{L}{100}} (1,36 + 0,975 + 0,1385^2),$$

onde,

S = declividade;

L = comprimento do declive

Tendo-se utilizado apenas os dados referentes aos tratamentos que não incluíam Cobertura, o cálculo do índice de erodibilidade foi obtido pela seguinte expressão:

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perdas de terra

O quadro II mostra o efeito isolado dos tratamentos: Solo, Intensidade da Chuva, Duração da Chuva, Declividade e Cobertura do Solo.

Quadro II — Efeito isolado dos tratamentos.

Tratamento		Perda de Terra (g/m ²)	Porcentagem
Solo (série)	Quebra-Dente	19,78	100
	Luiz de Queiroz	39,44	199
Intensidade (mm/h)	63,50	21,76	100
	82,55	37,46	172
Duração (min)	15	14,10	100
	30	45,11	320
Declividade (%)	5	19,41	100
	9	39,81	205
Cobertura	Com	6,89	100
	Sem	52,34	760

O efeito da intensidade da chuva, já assinalado por muitos autores, foi comprovado; entretanto, comparativamente aos demais fatores estudados, foi o menos importante.

A duração da chuva, também, estudada por um grande número de pesquisadores, apresentou um efeito mais importante do que o da intensidade da chuva.

O efeito da erosividade da chuva já estudado por SMITH e WISCHMEIER (1957), WISCHMEIER (1959) e HUDSON (1971), foi comprovado, observando-se que, as perdas de terra acompanharam o aumento da erosividade.

A cobertura do solo foi, dos fatores estudados, o que apresentou um efeito mais pronunciado sobre as perdas de terra, quando utilizada na quantidade de 5 t/ha.

As amostras da Série Luiz de Queiroz apresentaram comportamento diferente do das amostras da Série Quebra-Dente.

O quadro III apresenta os valores e as médias da erodibilidade de cada solo estudado.

Quadro III — Erodibilidade dos solos das séries Luiz de Queiroz e Quebra-Dente.

Série Luiz de Queiroz		Série Quebra-Dente	
Tratamento Nº	K	Tratamento Nº	K
1	1.75	17	1.17
2	3.03	18	1.62
3	2.77	19	2.20
4	4.23	20	3.04
5	2.37	21	0.62
6	3.74	22	0.97
7	2.32	23	1.33
8	3.76	24	2.16
Média	3.00	Média	1.64

A camada superficial da Série Luiz de Queiroz, surpreendentemente, revelou-se menos resistente à erosão pela água do que a camada correspondente da Série Quebra-Dente. Esse fato encontra, no entanto, explicação na maior permeabilidade das amostras da Série Quebra-Dente, em consequência da sua textura mais grossa. Parece justo poder-se afirmar que o solo da Série Quebra-Dente apresente menor erodibilidade do que o da Série Luiz de Queiroz, uma vez que ambos apresentam um horizonte B argílico, como foi descrito por RANZANI *et al* (1966).

Outra explicação, para esse comportamento dos dois solos estudados, pode ser o fato de que as amostras foram destorroadas antes de serem submetidas à chuva artificial. Dessa forma, a estruturação da Série Luiz de Queiroz, que seria a propriedade que lhe conferiria maior resistência à erosão, fora eliminada.

Os índices de erodibilidade, calculados pela equação universal de perdas de WISCHMEIER & SMITH (1958), mostraram valores altos e grande variação, o que deve ser devido à desuniformidade das amostras e ao preparo prévio a que foram submetidas. Nessas condições, os valores encontrados podem, apenas, serem tomados como relativos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através da análise estatística permitiram as seguintes conclusões:

1. As perdas de terra de solos da Série Quebra-Dente e Luiz de Queiroz dependem, em grande parte da declividade do terreno e da erosividade da chuva;
2. Os solos da Série Luiz de Queiroz são menos resistentes à erosão pela água do que os da Série Quebra-Dente;
3. A cobertura morta do solo é uma prática de manejo altamente eficiente para o controle da erosão pela chuva nos solos da Série Luiz de Queiroz e da Série Quebra-Dente, submetidos a quaisquer dos demais tratamentos utilizados.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com a finalidade de comparar as perdas por erosão em amostras de dois solos de ocorrência muito freqüente no Município de Piracicaba.

O experimento constou de um fatorial 2^5 , em que os fatores utilizados foram:

Solo (Série Quebra-Dente e Série Luiz de Queiroz);
Cobertura (sem e com);
Declividade (5 e 9%);
Intensidade da chuva simulada (63,50 e 82,55 mm/h);
Duração da chuva simulada (15 e 30 min).

Para a realização do experimento utilizou-se um simulador de chuva, construído na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, o qual constitui uma modificação do "Purdue Sprinkling Infiltrometer", idealizado por BERTRAND & PARR (1961).

O solo da Série Quebra-Dente (Podzólico Vermelho-Amarelo), apresentou, comparativamente ao da Série Luiz de Queiroz (Terra Roxa Estruturada), uma erodibilidade muito mais baixa.

Sob quaisquer condições, a cobertura do solo revelou-se uma prática de manejo altamente eficiente para controlar a erosão hídrica nos dois solos estudados.

SUMMARY

This paper deals with the measurement of soil losses from samples taken from the upper horizon of two soil series occurring in the Piracicaba Municipality.

The experiment was a 2^5 factorial, in which the factors studied were:

Soil (Quebra-Dente Series and Luiz de Queiroz Series);

Mulch (with and without);
Slope (5 and 9%);
Intensity of simulated rain (63,50 and 82,55 mm/h);
Time of simulated rain (15 and 30 min).

The Purdue Sprinkling Infiltrometer of BERTRAND & PARR (1961) modified at E. S. A. "Luiz de Queiroz" was used as a rain simulator.

The soil of the Quebra-Dente Soil Series was considerably more resistant to water erosion than the Luiz de Queiroz Soil Series.

Under all of the conditions tested mulch showed to be highly efficient in the control of water erosion in both of the studied soils.

LITERATURA CITADA

- BERTRAND, A. R. & J. F. PARR, 1961 — Design and operation of the Purdue Sprinkling Infiltrometer. Res. Bull. Purdue Univ. Engng. Exp. Sta.
- COMISSÃO DE SOLOS, 1960 — Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas, Rio de Janeiro, Boletim n° 12.
- ELLISON, W. D., 1944 — Studies of raindrop erosion. *Agric. Engng.* 25:131-82.
- HUDSON, N, 1971 — Soil Conservation, New York, Cornell Univ., 319 p.
- OSBORN, B., 1954 — Soil splash by raindrops on bare soils. *J. Soil Wat. Conserv.* 9:33-8, 43, 49.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966 — Carta de Solos do Município de Piracicaba, Piracicaba. Mimeografado.
- VILLALOBOS MEDINA, I., 1974 — Perdas em amostras de solos submetidas a chuva simulada. Dissertação para obtenção do título de Mestre, E. S. A. "Luiz de Queiroz".
- SMITH, D. D. & W. H. WISCHMEIER, 1957 — Factors affecting sheet and rill erosion. Washington. *Trans. Am. Geophys. Un.* 38(6): 889-96.
- WISCHMEIER, W. H. & D. D. SMITH, 1958 — Rainfall energy and its relation to soil loss. *Trans. Am. Geophys. Un.* 39:131-6.
- WISCHMEIER, W. H. & D. D. SMITH, 1962 — Rainfall erosion, New York. *Adv. Agron.* 14:109-48.

- WISCHMEIER, W. H. & D. D. SMITH, 1960 — An universal soil-loss equation to guide conservation farm planning. *In* International Congress of Soil Science, 7, v.2, p. 418-25.
- WISCHMEIER, W. H. 1959. A rainfall erosion index for an universal soil loss equation. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 23:246-9.