

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

---

Vol. 31

Campinas, julho de 1972

N.º 19

---

## RELAÇÃO CHUVA-PERDAS POR EROÇÃO <sup>(1)</sup>

FRANCISCO LOMBARDI NETO e FRANCISCO IGNACIO PASTANA, engenheiros-agrônomos, Seção de Conservação do Solo, Instituto Agrônômico

### SINOPSE

Perdas de terra e água foram correlacionadas com um fator previamente calculado, que leva em conta a duração, a duração e a frequência das chuvas.

Os dados utilizados correspondem a um período de 16 anos e foram coletados no Centro Experimental de Campinas, em talhão experimental cultivado com algodão, continuamente, em Latossolo Roxo, com declive de 9,9%. Foram estabelecidas relações anuais e mensais, como também procurou-se destacar as relações para o período de outubro a março.

As perdas de terra e água apresentaram correlações altamente significativas com o fator chuva, para as combinações selecionadas.

### 1 — INTRODUÇÃO

A chuva é o principal agente ativo que intervém na erosão do solo. De um modo geral, toda erosão de solo (omitida a erosão eólica, de pouco significado para as nossas condições) exige a presença de água sobre o terreno.

Há uma tendência de aumentar as perdas por erosão com o aumento das quantidades totais de chuva. Contudo, essa relação não é uniforme. A falta de regularidade nessa relação indica que há fatores associados com as chuvas que influem no seu poder erosivo.

A duração, a intensidade e a distribuição da chuva influenciam a intensidade e o volume total das perdas por erosão. Estudos de correlação entre as perdas por erosão e a quantidade total de chuva

---

<sup>(1)</sup> Trabalho apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Vitória, Espírito Santo, de 12 a 22 de Julho de 1971. Recebido para publicação em 28 de outubro de 1971.

anual ou estacional não são interessantes, pois mostram efeitos médios somente para certos períodos do ano, quando os riscos de erosão existem, não levando em consideração as intensidades individuais.

Podendo-se avaliar os riscos de erosão a serem esperados de uma dada chuva através de suas características, os riscos potenciais de uma certa área geográfica podem ser avaliados, com bastante aproximação, pelos diagramas de pluviógrafos instalados nessa área, desde que as características do solo possam ser levadas em conta.

Dados de erosão e enxurrada já compilados podem tornar-se aplicáveis a grandes regiões através da correlação entre chuvas e dados de solos.

O objetivo do presente trabalho é determinar uma expressão simples que relacione um fator chuva e perdas de terra e água.

## 2 — REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As referências bibliográficas de estudos das características das chuvas e suas relações com perdas por erosão são escassas. Entretanto, sabe-se que as perdas por erosão são grandemente influenciadas pela intensidade de chuva. Dados de chuva em totais ou médias mensais pouco significam em relação à erosão, quando considerados isoladamente.

Klingebiel (4) correlacionou intensidade máxima de chuva, no período de 15 minutos, com as perdas de terra em terreno coberto com milho, durante o período de chuvas. Após analisar as intensidades de chuva foi possível encontrar explicações para certas perdas por erosão.

Barnett (1) relacionou intensidade de chuva, enxurrada e perdas de terra, com o objetivo de desenvolver um método pelo qual uma relação simples ou múltipla das características da chuva de fácil medida pudesse expressar com certo grau de exatidão a erosividade das precipitações pluviais. Não encontrou, porém, relação entre as características de chuva isoladas ou combinadas que prognosticasse a erosão esperada de uma dada chuva para as condições estudadas. A intensidade máxima em 60 minutos relacionada com perdas de terra mostrou-se significativa. Equações de regressão múltipla envolvendo as combinações selecionadas não apresentaram significância superior à intensidade máxima em 60 minutos, considerada separadamente.

Bertoni & Pastana (3), relacionando perdas por erosão e chuva, concluíram que as simples características de chuva não são suficientes, quando consideradas isoladamente, para o estabelecimento de uma equação de regressão que represente substancialmente as perdas por erosão.

Suarez de Castro (7) relacionou perdas de terra, de terreno descoberto, com um fator chuva  $F$ , que leva em conta a intensidade, a duração e a frequência, obtendo uma correlação altamente significativa. Concluiu que as maiores perdas de terra são resultados de poucas chuvas de alta intensidade.

Wischmeier (9), estudando perdas de terra para 23 estados dos Estados Unidos, concluiu que a capacidade das chuvas para causar erosão não é necessariamente proporcional à quantidade de chuva nem a qualquer frequência de intensidade específica. Concluiu que a erosão potencial de uma chuva padrão para cada localidade é função das características individuais de cada uma. Para cada chuva específica o seu valor é o produto de dois parâmetros: energia cinética da chuva e intensidade máxima em 30 minutos.

Rogers e outros (6) estudaram o efeito da intensidade e quantidade de chuva, o comprimento do declive e a inter-relação entre esses fatores com as perdas de terra e água. Concluíram que 70% ou mais da variação dos dados das perdas de terra são explicados pela intensidade de chuva multiplicada pela quantidade de chuva. A quantidade de chuva explica aproximadamente 89% da variação do total de enxurrada, havendo uma interação entre a quantidade e a intensidade.

Wishmeier (8) mostrou que 70% a 95% da variação anual de perdas de terra em condições idênticas de solo, declive e cobertura para um mesmo local podem ser explicados pelas características das chuvas.

### 3 — MATERIAL E MÉTODOS

As determinações de perdas por erosão vêm sendo feitas pela Seção de Conservação do Solo, Instituto Agronômico, com o auxílio de talhões experimentais munidos de sistemas coletores especiais. As características dos sistemas coletores usados e a técnica adotada foram descritas detalhadamente por Bertoni (2) e Marques (5).

Os dados utilizados na realização deste trabalho foram obtidos

de talhão experimental com declividade de 9,9%, cultivado continuamente com algodão e localizado no Centro Experimental de Campinas, em Latossolo Roxo (Série Chapadão). O talhão tinha 4 metros de largura e 25 metros de comprimento.

O método da análise de correlação simples foi usado para determinar o coeficiente de correlação entre as características de chuva selecionadas e as perdas de terra e água.

Desde que uma expressão simples de relação entre chuva e perdas por erosão é desejada, somente aquelas características de chuva determinadas diretamente dos diagramas dos pluviógrafos foram consideradas.

As perdas de terra e água foram correlacionadas com um “fator chuva”, proposto por Suarez de Castro (7), que leva em conta a intensidade, a duração e a frequência de chuva. Foram utilizadas somente as chuvas que produziram perdas de terra e água.

O “fator chuva”, calculado preliminarmente, é a soma dos seguintes produtos:

- quatro vezes a intensidade máxima em 30 minutos, expressa em milímetros por hora.
- uma vez a intensidade máxima em 5 minutos, expressa em milímetros por hora.
- duas vezes a precipitação, expressa em milímetros.

Foram utilizados os dados de 317 chuvas que caíram no período de 15 de novembro de 1954 a 25 de março de 1970. Estabeleceram-se relações entre o fator chuva e as perdas mensais e anuais de terra e água e para o período de outubro a março, que corresponde ao período chuvoso e onde ocorreram 95,4% das perdas de terra e 94,2% das perdas de água.

#### 4 — RESULTADOS

A precipitação pluvial anual e as perdas de terra e água variaram grandemente durante o período de 16 anos (1954/55 a 1969/70). O quadro 1 mostra, em resumo, esses dados.

No quadro 2 constam as correlações entre o fator chuva e as perdas de terra e água, para talhão coberto com algodão plantado continuamente.

QUADRO 1. — Precipitação anual, perdas de terra e água, e número de chuvas totais e que ocasionaram somente perdas de terra e água, para algodão cultivado continuamente, no Centro Experimental de Campinas

Ano Agrícola	Chuva mm	Perda		Número de Chuvas	
		Água mm	Terra t/ha	Total	Que provocaram perdas
1954/55	1055	14,5	1,8	99	3
55/56	1225	43,1	5,3	112	12
56/57	1314	83,9	9,0	101	9
57/58	1607	198,9	65,7	144	34
58/59	984	10,3	2,8	123	6
59/60	1270	41,9	6,0	121	10
60/61	1427	67,1	7,3	126	9
61/62	1163	94,6	24,7	104	9
62/63	1270	247,6	102,9	99	23
63/64	1037	131,5	121,9	91	23
64/65	1866	343,3	128,1	135	43
65/66	1426	270,6	101,3	122	35
66/67	1507	283,8	114,9	121	33
67/68	1303	133,2	51,2	108	31
68/69	916	39,4	18,6	94	13
69/70	1983	344,2	79,1	120	39

QUADRO 2. — Correlações entre o fator chuva e as perdas de terra e água, em cultura de algodão plantado continuamente, no período de 1954/55 a 1969/70, em Latossolo Roxo do Centro Experimental de Campinas

Mês	Grau de Liberdade	Significância "t"	Coefficiente Correlação r	Equação de Regressão $Y = a + b X$
Julho .....	—	—	—	—
Agosto .....	—	—	—	—
Setembro .....	T A	2,0 1,0	0,98 0,98	$Y = 0,200 X$ $Y = 0,050 X$
Outubro .....	T A	0,1 0,1	0,81 0,62	$Y = 0,130 X$ $Y = 0,038 X$
Novembro .....	T A	0,1 0,1	0,64 0,62	$Y = 0,140 X$ $Y = 0,024 X$
Dezembro .....	T A	0,1 0,1	0,60 0,66	$Y = 0,210 X$ $Y = 0,045 X$
Janeiro .....	T A	0,1 0,1	0,61 0,61	$Y = 0,180 X$ $Y = 0,050 X$
Fevereiro .....	T A	0,1 0,1	0,63 0,47	$Y = 0,190 X$ $Y = 0,037 X$
Março .....	T A	n.s. 0,1	0,29 0,62	$Y = 0,028 X$
Abril .....	T A	n.s. 5,0	0,30 0,76	$Y = 0,022 X$
Maiο .....	T A	5,0 5,0	0,53 0,57	$Y = 0,070 X$ $Y = 0,023 X$
Junho .....	—	—	—	—
Total .....	T	0,1	0,50	$Y = 0,190 X$
Annual .....	A	0,1	0,60	$Y = 0,041 X$
Total .....	A	0,1	0,50	$Y = 0,190 X$
Out/mar .....	T	0,1	0,60	$Y = 0,042 X$
				27,02 5,76 11,65 3,46 15,73 1,92 21,30 3,86 15,56 3,82 14,16 0,52 1,66 1,95 1,88 2,95 21,07 2,95 20,48 3,05

## 5 — DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A capacidade de uma chuva erodir um solo depende sobretudo da intensidade envolvida durante a chuva, da sua quantidade e das condições da superfície do solo. Chuva de longa duração e baixa intensidade pode ocasionar perdas de água com pequeno risco de erosão, enquanto chuva de menor quantidade e alta intensidade pode condicionar maior risco.

Os dados obtidos mostram que houve relação significativa entre o fator chuva e as perdas de terra e água quando comparadas mensalmente ou anualmente, assim como para o período de outubro a março.

As correlações mensais mostraram que as perdas por erosão são mais severas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, pois coincidem com os meses chuvosos, com características de alta intensidade.

Entretanto, a significância dos resultados obtidos nestas relações não é suficiente para conduzir a boas estimativas da erosão esperada, pois num grande número de observações obteve-se  $r$  significativo com valores muito baixos.

A equação de regressão baseada no total anual mostrou que uma chuva tem capacidade de causar 2,5 t/ha de perdas de terra. Ocorrem anualmente, em média, para as condições de Campinas, 20 chuvas anuais que provocam perdas de terra. Ter-se-ia, portanto, anualmente, uma perda de 50 t/ha. Para o período de outubro a março conclui-se que uma chuva causaria perdas de 2,7 t/ha. Como ocorrem, nesse período, em média, 18 chuvas que causam perdas de terra, a perda total nesse intervalo seria de 48,6 t/ha de terra.

A perda de água que uma chuva pode causar, calculada com base na equação do total anual, é de 7,09 mm, ou seja, de 20 chuvas anuais que causam perdas de terra e água, 141,8 mm de água são perdidos na forma de deflúvio superficial, que representam 10% da precipitação anual. Para o período de outubro a março, uma chuva causaria 7,49 mm de perdas de água, ou seja, 134,8 mm de enxurrada, para esse período.

Apesar de as combinações selecionadas apresentarem alta correlação, outros fatores devem ser levados em conta de modo a obter uma equação que estime melhor a erosão esperada.

## RELATIONSHIP OF RAINFALL — EROSION LOSSES

## SUMMARY

Soil and water losses data were correlated to a previously calculated rainfall factor which includes rainfall characteristics like intensity, duration and frequency.

Data used were recorded and accumulated for a 16 year period at the Centro Experimental de Campinas, from experimental plots planted to continuous cotton on a Latossolo Roxo soil with a 9.9% slope. Correlation studies were conducted between the calculated  $r$  factor and annual and monthly soil and water losses; similar studies were also undertaken for the specific period spanning from October to March.

High correlation indexes were found between soil and water losses data and the rainfall factor.

## LITERATURA CITADA

1. BARNETT, A. P. How intense rainfall affects runoff and soil erosion. *Agric. Engng, St Joseph, Mich.* 39:703-707, 711, 1958.
2. BERTONI, J. Sistemas coletores para a determinação de perdas por erosão. *Bragantia* 9:149-155, 1949.
3. ——— & PASTANA, F. I. Relação chuvas perdas por erosão em diferentes tipos de solo. *Bragantia* 23:3-11, 1964.
4. KLINGEBIEL, A. A. & STAUFFER, R. S. Effect of contour farming on soil and surface water losses, plant nutrient losses and tile drainage. In: ILLINOIS. Soil and Water Management Research Station. Annual progress report, 1952. Urbana, s.d. p.4-12. (Mimeografado)
5. MARQUES, J. Q. A. Determinação de perdas por erosão. *Arch. Fitot. del Uruguay* 4(3):505-556, 1951.
6. ROGERS, J. S.; BARNETT, A. P. & COBB JR., C. An evaluation of factors affecting runoff and soil loss from simulated rainfall. *Trans. ASAE* 7(4):457-459, 1964.
7. SUAREZ DE CASTRO, F. Experimentos sobre la erosion de los suelos. Chinchina, Fed. Nac. de Cafeteros de Colombia, 1951. 44p. (Bol. Tec. 6)
8. WISCHMEIER, W. H. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 23:246-249, 1959.
9. ——— Rainfall erosion potential. *Agric. Engng, St Joseph, Mich.* 43:212-215, 225, 1962.