

EROSIVIDADE DA CHUVA NO MÉDIO SÃO FRANCISCO⁽¹⁾

P. R. C. LOPES⁽²⁾ & L. T. L. BRITO⁽³⁾

computado
PN OK 1

RESUMO

Foi determinado o índice de erosividade das chuvas (fator R da equação universal de perdas do solo) para a região do médio São Francisco, pólo Petrolina (PE)-Juazeiro (BA), utilizando-se diagramas de pluviógrafos dos postos meteorológicos de três Estações Experimentais pertencentes à EMBRAPA-CPATSA - cujos períodos de observação dos dados - Caatinga, Bebedouro e Mandacaru correspondem a 9, 19 e 16 anos respectivamente. Os valores de EI30 obtidos foram 3.619, 3.657 e 4.039 MJ mm/ha h ano, respectivamente, para as mesmas. O valor médio do fator R para a região é de 3.772 MJ mm/ha h ano. A maior probabilidade de ocorrência de chuvas erosivas concentra-se em outubro-abril e o período mais crítico se situa em fevereiro-abril, quando ocorrem 64,76% do total anual do EI30, apresentando o mês de março uma contribuição de 37,73% deste total. De maio a setembro, praticamente inexistente a ocorrência de chuvas erosivas. Práticas eficazes de conservação do solo e da água devem ser adotadas no período crítico, de modo a proporcionar a redução da erosão do solo.

Termos de indexação: erosividade, índice de erosividade, EI30, fator R, USLE.

SUMMARY: RAINFALL EROSIVITY IN THE REGION OF THE MIDDLE SÃO FRANCISCO RIVER (STATE OF PERNAMBUCO, BRAZIL)

The rainfall erosion index (EI30 - the R factor in the Soil Loss Universal Equation) was determined for the region of Petrolina (PE) and Juazeiro (BA), using diagrams from rain recording gauges located at three Experiment Stations of Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA). The periods of data observation in Caatinga, Bebedouro and Mandacaru stations were 9, 19 and 16 years, respectively. The EI30 values obtained were 3,619; 3,657 and 4,039 MJ.mm/ha.h.year, respectively, for the three stations. The EI30 value for the region is 3,772 MJ mm/ha.h.year. The greatest probability of erosive rains to occur is concentrated between October and April. However, the most critical period lies between February and March. From May through September, erosive rains do not occur. Effective soil and water conservation practices must be adopted during the critical period as to reduce the erosive capacity of rains.

Index terms: erosivity, index erosivity, EI30, R factor, USLE.

(1) Recebido para publicação em junho de 1992 e aprovado em janeiro de 1993.

(2) Engenheiro-Agrônomo da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina (PE).

(3) Engenheira-Agrícola da EMBRAPA/CPATSA, CEP 56300-000 Petrolina (PE).

INTRODUÇÃO

Entre os fatores climáticos que interferem na erosão hídrica, a chuva é o de maior importância, já que a água é o principal agente de desagregação e transporte das partículas de solo. As principais características de chuva que influenciam o processo erosivo são quantidade, distribuição e intensidade, que, por sua vez, determinam a magnitude da energia cinética (Wischmeier, 1959, e Hudson, 1971).

O impacto direto das gotas de chuva sobre o solo descoberto provoca a desagregação das suas partículas, obstruindo os poros, causando o selamento superficial por uma crosta de baixa permeabilidade, que dificulta a infiltração de água no solo, aumentando a velocidade do escoamento superficial e intensificando, assim, o processo erosivo.

O efeito integrado do impacto das gotas de chuva e a turbulência causada pela velocidade do escoamento superficial da água atuam como fonte de energia no processo erosivo, refletindo, sobretudo, nas perdas de solo e na redução de sua capacidade produtiva (Bertoni & Pastana, 1964, e Wischmeier & Smith, 1958).

A erosividade da chuva é sua capacidade potencial em causar erosão. A melhor estimativa desse poder erosivo é o produto da energia cinética total pela intensidade máxima em trinta minutos (Wischmeier & Smith, 1958).

A avaliação do potencial erosivo da chuva adquire importância no planejamento agrícola, servindo de subsídio para a escolha de práticas de manejo e conservação do solo nos períodos mais críticos. O conhecimento do fator R da equação universal de perdas do solo é um parâmetro importante na avaliação da erodibilidade dos solos, bem como das práticas mecânicas e vegetativas de controle da erosão hídrica (Wischmeier & Smith, 1978).

No trópico semi-árido brasileiro, as principais características do regime hidrológico são a irregularidade na distribuição espacial e temporal das chuvas e a ocorrência de chuvas de alta intensidade, influenciando o processo erosivo.

Com este trabalho, pretende-se determinar o índice de erosividade das chuvas (EI30) na região do médio São Francisco, no pólo Petrolina (PE) - Juazeiro (BA), com vistas a evidenciar os meses mais críticos em relação à erosão e poder orientar a adoção de práticas de manejo e conservação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados diagramas de precipitação pluviométrica, obtidos dos pluviógrafos instalados em postos meteorológicos nas Estações Experimentais de Manejo da Caatinga (EEC) e Bebedouro (EEB), localizados a 45 km de Petrolina (PE), latitude 9°05'S, longitude 41°07'W e latitude 9°05'S, 40°24'S respectivamente, distanciadas entre si 8 km, e da Estação Experimental de Mandacaru (EEM), situada a 12 km do muni-

cípio de Juazeiro (BA), latitude 9°24'S e longitude 40°26'W, a 30 km das duas anteriores.

O período observado foi: Caatinga, nove anos (1979-1988), não sendo considerado 1980 por inexistência de dados; Bebedouro, 19 anos (1970-1988), e Mandacaru, 16 anos (1973-1988). Suas precipitações pluviométricas médias anuais são, respectivamente, de 517,0; 578,1 e 554,4 mm (EMBRAPA, 1984).

O procedimento para determinação dos valores da intensidade de chuva nos diagramas dos pluviógrafos e dos respectivos EI30 foi baseado no método de Wischmeier & Smith (1958). A energia cinética (E_c) foi calculada utilizando a equação indicada por Lombardi Neto (1977), qual seja:

$$E_c = 12,142 + 8,877 \log I;$$

onde:

E_c = energia cinética (tm/ha mm),

I = intensidade da chuva (mm/h),

e:

$$EI30 = E_c \times I_{30} \times 10^{-3}$$

onde:

EI30 = índice de erosão (tm mm/ha h);

I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos (mm/h).

Os valores de EI30 obtidos foram multiplicados por 9,81, expressando-se os resultados em MJ mm/ha h ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os três locais, os resultados não apresentaram diferenças nos índices de erosividade médios mensais e anual, dada a proximidade dos postos pluviométricos, com as mesmas características climáticas.

Os quadros 1, 2 e 3 mostram a distribuição do EI30, durante o período analisado, respectivamente, para Caatinga, Bebedouro e Mandacaru. Pode-se observar que o período crítico em relação à erosividade das chuvas está entre fevereiro e abril, quando ocorrem, respectivamente, 13,50; 37,73 e 13,53% do valor total anual de EI30, cujos valores anuais são 3.619; 3.657 e 4.039 MJ mm/ha h ano respectivamente. Nesse período crítico, ocorrem, em média, 64,76% do total anual de EI30.

Resultado semelhante foi encontrado por Lepun (1981), analisando dados pluviométricos de oito anos de observação da Estação Meteorológica da SUDENE, na cidade de Petrolina (PE), latitude 9°24'S e longitude 40°30'W, onde o valor do índice de erosão (EI30) foi de 2.992 MJ mm/ha h ano. O valor médio obtido para a região do médio São Francisco é de 3.772 MJ mm/ha h ano.

Nos quadros citados, pode-se verificar, também, o alto coeficiente de variação, que pode ser considerado como normal, em se tratando de região semi-árida, com uma variabilidade muito grande de chuvas. Nos

mesmos quadros, tem-se ainda a porcentagem mensal de contribuição do EI30 total anual.

Na figura 1 - distribuição do índice de erosividade (EI30) mensal para os três locais analisados - obser-

va-se que as chuvas mais erosivas ocorrem em março, apresentando-se praticamente nulas de maio a setembro e aumentando a partir de outubro, com o início das chuvas.

Quadro 1. Distribuição dos valores do índice de erosividade das chuvas (EI30) na Estação Experimental da Caatinga, EMBRAPA-CPATSA

Anos	Jan.	Fev.	M. ⁵⁰	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ag.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1979	1.859	427	1.274	842	154	0	0	0	0	0	0	85	4.641
1981	116	0	3.859	130	0	0	0	0	0	0	0	1.070	5.175
1982	598	0	245	157	0	0	0	0	0	0	0	117	1.117
1983	23	1.477	724	0	0	0	0	0	0	0	809	0	3.034
1984	0	0	2.874	1.115	0	0	0	0	22	0	0	0	4.011
1985	1.492	379	1.339	502	0	139	0	0	0	0	563	501	4.915
1986	294	378	966	44	0	0	37	0	0	0	0	76	1.795
1987	115	96	458	0	849	0	19	0	51	1.087	0	0	2.675
1988	848	167	2.445	563	31	15	0	0	0	29	445	666	5.209
Média	594	325	1.576	373	115	17	6	0	8	124	202	279	3.619
s	79	466	1.221	404	280	46	13	0	17	361	317	381	
C.V. %	14	144	77	109	244	269	211	0	217	291	157	137	
%	16,4	9,0	43,5	10,3	3,2	0,5	0,2	0	0,2	3,4	5,6	7,7	

s: desvio padrão; C.V.: coeficiente de variação.

Quadro 2. Distribuição dos valores do índice de erosividade das chuvas (EI30) na Estação Experimental de Bebedouro, EMBRAPA-CPATSA

Anos	Jan.	Fev.	M. ⁵⁰	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ag.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1970	153	45	210	0	0	0	0	0	0	0	221	1.472	2.101
1971	161	95	1.131	1.827	0	0	0	0	113	18	21	25	3.391
1972	632	334	3.044	495	0	0	0	0	0	0	0	474	4.979
1973	0	19	3.548	274	168	30	0	21	0	0	0	248	4.308
1974	98	1.578	387	3.439	74	0	0	0	0	0	300	1.192	7.068
1975	255	862	1.131	623	0	0	388	0	0	36	0	164	3.459
1976	50	359	0	0	0	0	0	0	372	0	2.682	0	3.463
1977	723	57	1.163	210	136	34	0	0	36	0	120	149	2.628
1978	135	4.098	325	434	452	0	0	0	0	0	143	0	5.588
1979	672	469	41	632	58	0	0	0	0	0	215	273	2.360
1980	1.209	646	168	0	0	0	0	0	0	0	441	48	2.512
1981	54	0	25	15	0	0	0	0	0	0	0	1.047	1.141
1982	69	3	832	1.325	0	0	0	0	193	0	0	504	2.926
1983	67	1.080	3.189	0	0	0	28	0	0	0	266	0	4.630
1984	36	0	3.579	960	87	0	0	0	56	130	1.021	0	5.869
1985	790	969	1.310	1.050	50	153	0	0	0	31	491	439	5.282
1986	0	245	50	985	120	0	0	0	0	0	0	584	1.984
1987	150	275	220	0	0	0	0	0	39	144	0	0	828
1988	665	28	3.031	102	77	0	0	0	0	0	126	949	4.976
Média	312	587	1.231	651	64	11	22	1	43	19	318	398	3.657
s	353	960	1.332	857	108	36	89	5	94	43	626	458	
C.V. %	113	163	108	132	169	313	405	436	221	228	197	115	
%	8,5	16,0	33,7	17,8	1,8	0,3	0,6	0	1,2	0,5	8,7	10,9	

s: desvio padrão. C.V.: coeficiente de variação.

A figura 2 apresenta a curva de distribuição dos valores médios anuais (EI30) para a região: observa-se que o segmento de maior declive da curva, o qual abrange janeiro-maio, corresponde ao período de maior risco de erosão, caracterizado pela maior erosi-

vidade das chuvas. Esse, por sua vez, coincide com a época de preparo do solo, ou com o período em que as culturas se encontram na fase inicial de desenvolvimento vegetativo, com o solo descoberto e bastante suscetível à erosão.

Quadro 3. Distribuição dos valores do índice de erosividade das chuvas (EI30) na Estação Experimental de Mandacaru, EMBRAPA-CPATSA

Anos	Jan.	Fev.	M.º	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ag.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1973	69	280	370	458	169	0	0	0	36	692	0	135	2.209
1974	186	606	1.199	497	28	0	0	0	0	217	0	513	3.246
1975	570	170	2.861	0	0	0	0	0	0	0	27	0	3.628
1976	0	3.036	0	0	0	0	0	0	57	0	943	56	4.092
1977	122	43	2.690	904	395	21	0	0	0	0	0	2.004	6.179
1978	1.309	1.113	12	536	94	0	0	0	0	0	476	1.118	4.658
1979	545	767	34	162	52	0	0	0	0	0	257	0	1.817
1980	1.279	1.425	291	0	0	0	0	0	0	0	1.938	628	5.561
1981	84	80	3.857	63	0	0	0	0	0	0	0	17	4.100
1982	0	56	1.440	403	0	0	0	0	0	0	0	886	2.785
1983	25	1.405	298	0	0	0	0	0	0	0	215	33	1.977
1984	64	0	3.382	1.236	17	0	0	0	0	0	160	0	4.859
1985	2.633	311	1.619	914	318	151	0	0	0	0	594	1.160	7.700
1986	0	485	173	18	0	0	0	0	0	0	0	959	1.635
1987	191	0	2.427	62	169	41	0	0	0	0	0	645	3.535
1988	181	216	2.576	2.830	0	11	0	0	0	0	220	608	6.642
Média	454	624	1.452	504	78	14	0	0	6	57	302	548	4.039
s	719	1.121	1.234	735	124	38	0	0	16	119	513	576	
C.V. %	158	142	103	147	160	273	0	0	281	313	170	105	
%	11,2	15,5	36,0	12,5	1,9	0,3	0	0	0,1	1,4	7,5	13,6	

s: desvio padrão. C.V.: coeficiente de variação.

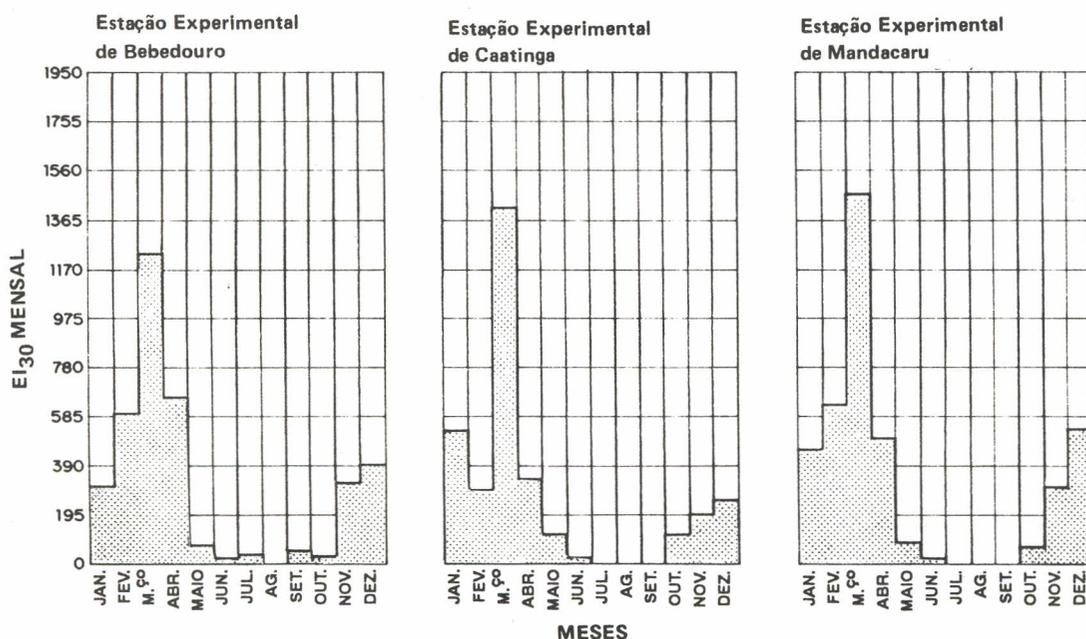


Figura 1. Distribuição média mensal do índice de erosividade (EI30) para as Estações Experimentais de Bebedouro, Caatinga e Mandacaru, pertencentes à EMBRAPA-CPATSA, Petrolina (PE).

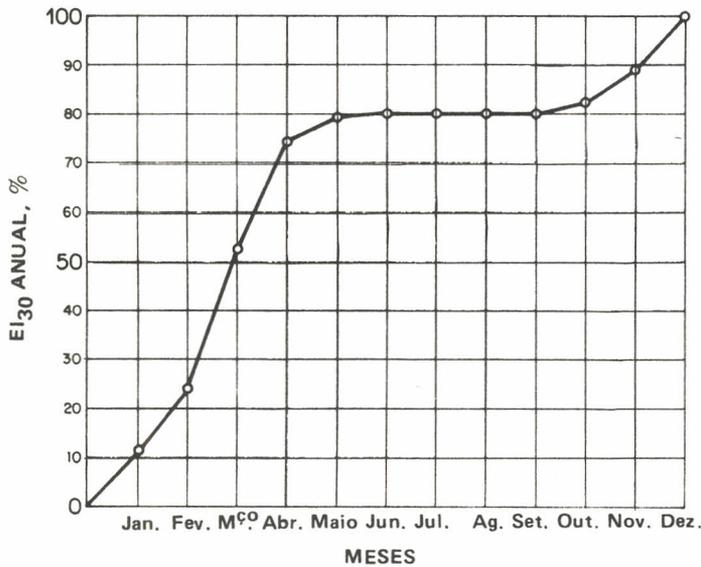


Figura 2. Distribuição dos valores médios do índice de erosividade (EI₃₀) das Estações Experimentais de Bebedouro, Caatinga e Mandacaru.

Segundo vários autores (Wischmeier & Smith, 1958, Dedeczek, 1978, Lombardi Neto, 1977, e Lopes, 1984), o processo de erosão hídrica do solo inicia-se com o impacto direto da gota de chuva sobre a superfície do solo descoberto, desagregando e transportando suas partículas, causando erosão.

Várias técnicas conservacionistas podem intervir no processo erosivo. Como escolhê-las e quais os procedimentos para implementá-las devem ser reflexões de um estudo detalhado dos elementos ligados à interação água, solo e ação do homem, pois, segundo Leprun (1981), práticas conservacionistas mal conduzidas podem ser nefastas e provocar grandes perdas de terra.

CONCLUSÕES

1. O valor do fator "R" da equação universal de perdas de solo para a região do médio São Francisco é de 3.772 MJ mm/ha h ano.

2. O período crítico em relação à erosão, devido à ocorrência de chuvas erosivas, está em fevereiro-abril,

quando ocorrem 64,76% do total anual de EI₃₀, apresentando o mês de março uma contribuição de 37,73% deste total.

3. De maio a setembro, o índice de erosividade é praticamente nulo.

4. Práticas de conservação do solo devem ser adotadas no período considerado crítico, de modo a reduzir a erosão do solo.

LITERATURA CITADA

- BERTONI, J. & PASTANA, F. I. Relação chuvas-perdas por erosão em diferentes tipos de solo. *Bragantia*, Campinas, 23:3-11, 1964.
- DEDECEK, R.A. Capacidade erosiva das chuvas de Brasília-DF. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1978. p.157-166.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Arido (Petrobrina, PE). Boletim agrometeorológico 1980-1981-1982. Petrobrina, EMBRAPA-CPATSA, 1984. 135p. (Boletim agrometeorológico, 3.)
- HUDSON, N. Soil conservation. Ithaca, Cornell University, 1971. 320p.
- LEPRUN, J.C. A erosão, a conservação e o manejo do solo no Nordeste brasileiro; balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisas. Recife, SUDENE, 1981. 105p. (Recursos de Solo, 15.)
- LOMBARDI NETO, F. Rainfall erosivity: its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brasil. West Lafayette, Purdue University, 1977. 53p. (Tese de Mestrado.)
- LOPES, P.R.C. Relações da erosão com tipos e quantidades de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo. Porto Alegre, 1984. Faculdade de Agronomia. 116p. Tese (Mestrado) - UFRGS.
- WISCHMEIER, W.H. Rainfall erosion index for a universal soil loss equation. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, 23:246-249, 1959.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Trans. Am. Geophys. Un.*, Washington, 39:285-291, 1958.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook, 537.)