

A EROSIVIDADE DAS CHUVAS EM FORTALEZA (CE). II - CORRELAÇÃO COM O COEFICIENTE DE CHUVA E ATUALIZAÇÃO DO FATOR R NO PERÍODO DE 1962 A 2000⁽¹⁾

J. R. C. SILVA⁽²⁾ & A. S. DIAS⁽³⁾

RESUMO

A correlação entre o índice de erosividade EI_{30} e o coeficiente de chuva (R_c) no período de 1962 a 1981, em Fortaleza (CE), foi avaliada com o objetivo não só de analisar a viabilidade de utilização do R_c na atualização dos valores da erosividade no período de 1982 a 2000 nesse município, mas também de identificar uma equação que pudesse ser empregada para estimar a erosividade em outras localidades da zona litorânea do estado do Ceará onde não existem diagramas de pluviógrafos. Um alto coeficiente de correlação ($r = 0,99^{}$) foi encontrado entre os valores mensais do índice EI_{30} e o R_c . O melhor ajuste na regressão entre essas variáveis foi encontrado na equação $EI_{30} = 73,989R_c^{0,7387}$. O emprego dessa equação permitiu atualizar o fator R em Fortaleza no período de 1962 a 2000, estendendo, dessa forma, a computação de dados de erosividade para uma série contínua de 39 anos. O fator R atualizado para essa série foi de $6.900 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$, com 69,5 % desse valor anual distribuído nos meses de janeiro a abril. Este trabalho também forneceu informações úteis para planejar o controle da erosão e para estimar, com precisão razoável, a erosividade em outros locais do litoral cearense, desprovidos de diagramas de pluviógrafos.**

Termos de indexação: Índice EI_{30} , coeficiente de chuva, Fator R, Equação Universal de Perdas de Solo.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas do segundo autor, apresentada à Universidade Federal do Ceará – UFC. Recebido para publicação em abril de 2002 e aprovado em novembro de 2002.

⁽²⁾ Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará – UFC. Caixa Postal 12.168 CEP 60021-970 Fortaleza (CE). Bolsista do CNPq. E-mail: joesilva@ufc.br

⁽³⁾ Professor Adjunto da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. Caixa Postal 09. CEP 65000-000 São Luís (MA). Bolsista da CAPES. E-mail: asolondias@zipmail.com

SUMMARY: *RAINFALL EROSIVITY IN FORTALEZA, CEARÁ STATE, BRAZIL. II - CORRELATION WITH THE RAINFALL COEFFICIENT AND UPDATING OF FACTOR R FOR THE YEARS 1962 TO 2000*

*The correlation between the erosivity index EI_{30} and the rainfall coefficient (R_c) for the period of 1962 to 1981, in Fortaleza (CE), was evaluated to analyze the feasibility of the R_c use to update erosivity values from 1982 to 2000 in this county. An equation that could be used to estimate erosivity in other locations of the coastal region of Ceará State, where there are no rain gauge charts available, was a second aim. A high correlation coefficient ($r = 0,99^{**}$) was found between the monthly EI_{30} index and the R_c values. The best fit in the regression between these variables was found in the equation $EI_{30} = 73,989R_c^{0,7387}$. The use of this equation allowed to update the R factor in Fortaleza between 1962 and 2000, thus extending the coverage of erosivity data to an uninterrupted series of 39 years. The updated R factor for this series was $6.900 \text{ MJ mm (ha h y)}^{-1}$, and 69,5 % of this annual value was distributed in the months of January to April. This study also provides useful information for erosion control planning and to estimate erosivity, where no rain gauge charts are available, with reasonable accuracy for other locations within the coastal region of Ceará.*

Index terms: Index EI_{30} , rainfall coefficient, R factor, Universal Soil Loss Equation.

INTRODUÇÃO

O fator R (erosividade das chuvas) da Equação Universal de Perdas de Solo é dimensional e permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, além de ser imprescindível aos cálculos dos fatores K (erodibilidade dos solos) e C (manejo das culturas) dessa equação. A determinação dos valores da erosividade, ao longo do ano, também permite identificar os meses nos quais os riscos de perdas de solo são mais elevados, razão por que exerce relevante papel no planejamento de práticas conservacionistas fundamentadas na máxima cobertura do solo (e.g. plantio direto) nas épocas críticas de maior capacidade erosiva das chuvas (Wischmeier & Smith, 1978; Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Hudson, 1995).

O fator R deve ser determinado por registros diários de pluviógrafos nos quais são calculados os índices de erosividade (EI_{30}) das chuvas individuais. Os valores desse índice são obtidos pela multiplicação de dois parâmetros específicos das precipitações erosivas de determinado local: energia cinética total da chuva (E), em MJ mm (ha h)^{-1} , e intensidade máxima em 30 min (I_{30}), em mm h^{-1} .

Adicionando os valores desse índice para todas as chuvas individuais erosivas que ocorrem em cada mês do ano, tem-se o EI_{30} mensal, cuja soma caracteriza o EI_{30} anual. A média anual desse índice, em $\text{MJ mm (ha h ano)}^{-1}$, determinada na mais longa e contínua série histórica de dados de pluviografia disponível, representa o fator R do local em estudo (Foster et al., 1981).

Wischmeier (1976) propõe séries que abrangem períodos superiores a 20 anos, no sentido de incluir variações cíclicas comuns aos parâmetros climáticos, as quais se refletem na grande variabilidade temporal das chuvas e de sua erosividade. A determinação do fator R exige muito trabalho e tempo e, mesmo com o auxílio da informática, não dispensa a prévia leitura dos registros dos pluviógrafos, a separação e a anotação manual das chuvas individuais, de suas lâminas (mm) e durações (minutos) que são dados indispensáveis ao cálculo do índice EI_{30} de todas as chuvas individuais ocorridas nessas longas séries de dados.

Por outro lado, não existem pluviógrafos em muitas localidades brasileiras ou, quando disponíveis, nem sempre os registros são contínuos para longos períodos de observações. Considerando esses obstáculos, vários pesquisadores vêm utilizando correlações entre a erosividade, determinada em registros pluviográficos, com simples dados de pluviometria mensais e anuais de ampla disponibilidade em praticamente todos os municípios do País para agilizar a obtenção do fator R .

No Brasil, Lombardi Neto (1977) foi o primeiro pesquisador a estudar a correlação entre o índice de erosividade EI_{30} médio mensal, calculado em registros pluviográficos, e as precipitações mensais e anuais de Campinas (SP), num período de 22 anos de observações. Modificando o coeficiente de chuva ($p^2 P^{-1}$), em que p é a precipitação média mensal no mês mais úmido do ano e P , a precipitação média anual, proposto por Fournier (1960), determinou um

coeficiente de correlação igual a 0,99 na equação $EI_{30} = 6,872 (p^2 P^{-1})^{0,850}$.

Em diversos municípios e regiões do Brasil, essa correlação tem-se mostrado altamente significativa, geralmente com elevados coeficientes de determinação encontrados para outras equações de regressão específicas para os locais estudados, onde o coeficiente de chuva (Rc) é a variável independente (Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Oliveira Júnior & Medina 1990; Moraes et al., 1991; Rufino et al., 1993; Marques, 1996; Silva et al., 1996; Carvalho et al., 1997; Chaves et al., 1997; Pissarra et al., 2000; Silva et al., 2000; Roque et al., 2001). Ao contrário, poucas pesquisas (Bertol, 1993; 1994) indicaram ausência de significância estatística e baixos coeficientes de determinação para aludida correlação.

Conforme exposto em Dias (2002), um valioso banco de dados foi criado, no qual estão disponíveis valores mensais e anuais do índice de erosividade EI_{30} , determinados em 7.300 pluviogramas diários no período de 1962 a 1981, bem como dados de lâminas de chuvas mensais e anuais de todos os anos desse intervalo de tempo, em Fortaleza (CE).

A correlação entre o índice de erosividade EI_{30} e o coeficiente de chuva (Rc) no período de 1962 a 1981, em Fortaleza (CE), foi avaliada para analisar a viabilidade de utilização do Rc na atualização dos valores da erosividade no período de 1982 a 2000 nesse município e para encontrar uma equação que pudesse ser empregada para estimar a erosividade em outras localidades da zona litorânea do estado do Ceará onde não existem diagramas de pluviógrafos.

MATERIAL E MÉTODO

Valores das precipitações mensais e anuais do período de 1962 a 1981, em Fortaleza (CE), foram utilizados para o cálculo do coeficiente de chuva de acordo com a relação proposta por Lombardi Neto (1977) e que é expressa como:

$$Rc = p^2 P^{-1}$$

em que Rc, p e P são, respectivamente, o coeficiente de chuva, as precipitações médias de cada mês do ano e a precipitação média anual, sendo essas variáveis dadas em mm de chuva.

Análises de regressão entre os valores do índice EI_{30} médio mensal (variável dependente y), calculados com dados de pluviografia, e os valores do coeficiente de chuva e das lâminas de chuvas mensais (variável independente x), determinados no período de 1962 a 1981, permitiram obter equações do tipo linear, quadrática, potencial e exponencial, assim como seus respectivos coeficientes de correlação.

Dentre esses modelos matemáticos, foi selecionada a equação que apresentou o melhor ajuste entre essas variáveis, utilizando, como critérios, o mais elevado coeficiente de correlação (r) e sua significância estatística. Tal equação permitiu obter valores mensais do índice EI_{30} , cuja soma determinou seus valores anuais no período de 1962 a 1981. Intervalos de confiança a 95 % foram calculados pelo teste t, para a diferença entre as médias desses valores anuais do índice EI_{30} , assim determinados apenas com dados do coeficiente de chuva, e dos valores desse índice determinados nos registros pluviográficos nesse mesmo período.

Confirmada a hipótese nula (H_0), ou seja, não havendo diferença significativa entre as médias dos dois métodos, a equação selecionada foi utilizada para a determinação dos valores dos índices de erosividade EI_{30} médios mensais e anuais do período de 1982 a 2000. Isso permitiu a atualização dos valores da erosividade de Fortaleza, para o período de 39 anos (1962 a 2000), bem como comparações entre suas curvas de distribuição acumulada nos períodos de 1962 a 1981, de 1982 a 2000 e das médias desse parâmetro obtidas nesses dois períodos estudados.

Nas análises estatísticas, foram utilizados os programas Regression e Two Sample T-Test and Confidence Interval (MINITAB, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações de regressão entre o índice de erosividade EI_{30} médio mensal e os parâmetros de pluviometria (precipitação e coeficiente chuva), obtidas no período de 1962 a 1981, apresentaram elevados coeficientes de correlação, significativos a 1 % (Figura 1).

Observa-se que o modelo $EI_{30} = 73,989Rc^{0,7387}$ (Figura 1c) apresentou o maior coeficiente de correlação (0,99**), concordando com resultados obtidos por Lombardi Neto (1977), em Campinas (SP) (r = 0,99**); Moraes et al. (1991), no sudoeste de Mato Grosso do Sul (r = 0,92**), e Roque et al. (2001), em Piraju (SP) (r = 0,96**), nos quais o melhor ajuste entre o índice EI_{30} médio mensal e o coeficiente de chuva também foi determinado em regressões sob forma de potência. No trabalho de Carvalho et al. (1997), também é citado esse modelo da regressão determinado para Mococa (SP) (r = 0,91**), o qual foi usado por esses autores para determinar a erosividade em Selvíria (MS).

Regressões lineares simples entre essas variáveis, com correlações inferiores à do presente estudo (Figura 1b), também foram determinadas por Rufino et al. (1993) para oito regiões do estado do Paraná (r = 0,84** a 0,93**) e por Silva et al. (1996), em Goiânia (GO) (r = 0,88**), e quadrática (Pissarra et

al., 2000) ($r = 0,99^{**}$), em Pereira Barreto (SP). Regressões quadráticas entre o índice EI_{30} e a precipitação também foram determinadas por Marques (1996), em Sete Lagoas (MG) ($r = 0,96^{**}$). Para essas variáveis, Chaves et al. (1997), em Patos (PB), determinaram a regressão sob forma de potência ($r = 0,78^*$), enquanto Silva et al. (1996), também em Goiânia (GO) ($r = 0,94^{**}$) e Silva et al. (2000), em Aracruz (ES) ($r = 0,95^{**}$) determinaram-na sob forma linear simples, porém com correlações inferiores à do presente trabalho (Figura 1a).

O emprego da equação que proporcionou o mais alto coeficiente de correlação e ajuste, determinados na análise de regressão entre o índice EI_{30} médio mensal e o coeficiente de chuva ($EI_{30} = 73,989Rc^{0,7387}$), permitiu encontrar os valores médios mensais e anuais da erosividade no período de 1962 a 1981. A aplicação do teste t para comparação dos valores médios anuais desse índice ($7.387 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$) com os determinados nos pluviogramas

($6.774 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$) indicou não haver diferença significativa entre esses métodos (Quadro 1).

O quadro 1 mostra, ainda, que os dois métodos de determinação da erosividade também não diferiram nos períodos de 1982 a 2000 e de 1962 a 2000, conforme observado nos valores dos intervalos de confiança, os quais, incluindo zero, confirmam a aceitação da hipótese nula.

Dessa forma, foi válida a alternativa de determinar a erosividade pelo uso de valores de pluviometria mensal e anual, agilizando, assim, a obtenção dos valores mensais e anuais do índice EI_{30} para o período de 1982 a 2000 (Quadro 2).

Nesse quadro, observa-se que a média dos índices anuais para todo o período de estudo (1962 a 2000) foi igual a $6.900,1 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$. Esse valor, que corresponde ao fator R para Fortaleza, situa-se muito próximo ao limite superior da faixa de

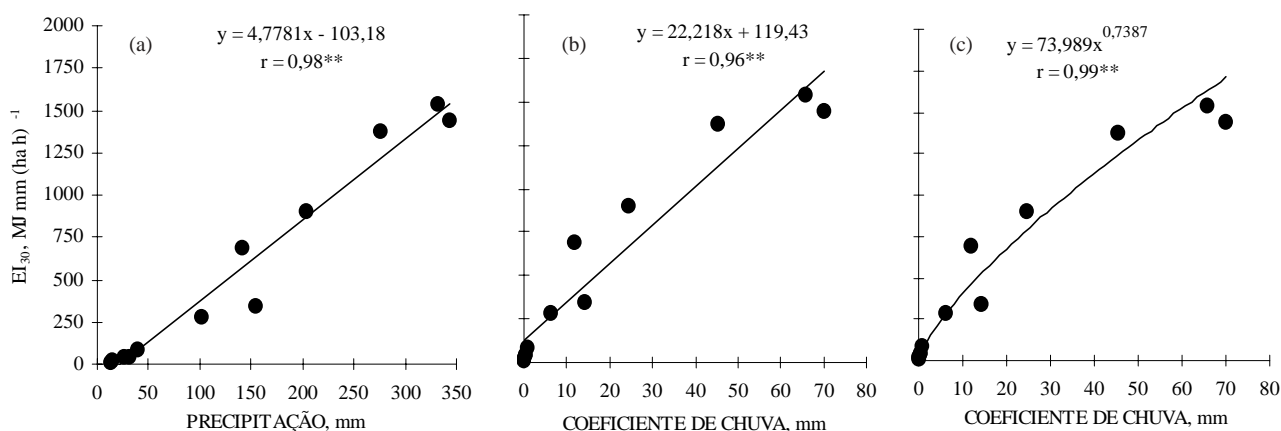


Figura 1. Regressões entre o índice de erosividade EI_{30} médio mensal e os parâmetros de pluviometria em Fortaleza (CE) no período de 1962 a 1981.

Quadro 1. Comparação pelo teste t ($\alpha = 0,05$) de valores médios anuais e intervalos de confiança dos índices de erosividade determinados em pluviogramas (EI_{30p}) e pelo coeficiente de chuva (EI_{30rc}) em Fortaleza (CE)

$EI_{30p}^{(1)}$	$EI_{30rc}^{(2)}$	Diferença entre média	Intervalo de confiança	G.L.	Desvio-padrão agrupado	t calculado	t crítico
MJ mm (ha h ano) ⁻¹							
Período 1962 a 1981							
6.774 (20) ⁽³⁾	7.387 (20)	-613	-2.156; 930	38	2.411	-0,80 ^{ns}	2,02
Período 1982 a 2000							
6.674 (20)	7.035 (19)	-261	-1.898; 1.376	37	2.522	-0,32 ^{ns}	2,03
Período 1962 a 2000							
6.674 (20)	7.215 (39)	-441	-1.655; 772	57	2.203	-0,73 ^{ns}	2,00

⁽¹⁾ Período 1962 a 1981. ⁽²⁾ Períodos 1962 a 1981, 1982 a 2000 e 1962 a 2000. ⁽³⁾ Valores entre parênteses representam o número de anos. ^{ns}: Não-significativo.

Quadro 2. Distribuição mensal e anual do índice de erosividade EI₃₀ no período de 1982 a 2000 e Fator R da Equação Universal de Perdas de Solo em Fortaleza (CE) no período de 1962 a 2000

Ano	Índice de erosividade EI ₃₀												Total
	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	
	MJ mm (ha h) ⁻¹												MJ mm (ha h ano) ⁻¹
1982	642,1	717,1	1.294,8	1.451,4	447,2	328,8	121,3	31,5	51,6	49,3	7,3	23,7	5.166,1
1983	48,0	879,1	2.009,8	673,3	297,6	519,6	145,0	40,5	6,1	18,9	0,2	193,8	4.831,9
1984	319,2	926,0	1.475,1	2.273,2	1.711,8	927,1	457,7	59,1	14,3	4,8	1,2	1,9	8.171,3
1985	561,9	1.462,2	2.350,7	2.956,8	1.057,6	716,9	452,7	21,1	44,7	0,1	8,5	650,3	10.283,4
1986	222,5	1.054,5	2.970,3	3.241,5	434,7	1.240,4	38,7	107,0	24,1	10,3	49,4	61,9	9.455,3
1987	117,5	517,6	2.865,7	1.032,7	168,9	1.432,4	265,4	32,5	15,7	17,4	0,7	3,9	6.470,5
1988	521,8	635,8	1.967,9	1.839,9	804,8	348,6	156,4	1,6	35,3	26,1	46,7	664,7	7.049,6
1989	1.174,4	146,2	1.112,1	1.252,2	771,1	1.167,4	394,0	257,9	112,3	15,9	19,7	150,8	6.574,0
1990	141,8	500,0	330,6	1.877,0	1.131,6	102,4	397,3	16,3	111,5	29,4	18,0	79,2	4.735,1
1991	36,0	1.088,5	3.134,1	2.644,7	621,9	186,4	7,3	14,2	0,2	128,1	3,7	0,0	7.865,1
1992	491,5	1.498,6	1.516,4	1.395,7	304,2	490,3	18,0	43,7	10,3	5,0	3,1	0,3	5.777,2
1993	112,4	507,0	1.267,5	1.216,2	349,3	183,3	800,6	58,4	17,1	9,4	9,6	53,5	4.584,3
1994	274,3	670,3	2.305,2	2.129,0	1.052,0	2.782,8	261,9	17,8	28,6	2,5	3,1	90,0	9.617,3
1995	296,0	804,2	2.718,5	3.594,6	1.377,2	400,9	142,5	1,4	0,9	15,1	38,4	1,5	9.391,2
1996	272,9	1.296,0	2.474,9	1.953,6	1.284,6	148,7	34,2	124,9	10,9	15,9	2,8	11,7	7.630,9
1997	32,8	155,8	831,4	3.624,7	1.269,6	25,0	26,5	15,0	1,0	0,2	79,5	38,3	6.099,9
1998	1.135,4	246,8	2.595,2	843,3	315,7	843,3	4,5	49,8	2,2	8,6	1,8	11,4	6.058,1
1999	183,5	568,6	1.125,8	1.863,4	2.602,4	46,8	0,9	13,0	97,2	5,6	14,2	165,4	6.686,8
2000	919,5	582,7	693,3	2.898,6	583,2	169,1	549,9	312,0	494,1	0,4	7,9	3,8	7.214,6
Média	394,9	750,4	1.844,2	2.040,1	872,9	634,8	225,0	64,1	56,7	19,1	16,6	116,1	7.034,9
Dp ⁽¹⁾	345,3	387,4	820,3	884,3	592,9	655,3	221,5	82,5	109,0	28,3	21,0	194,6	1.743,3
C.V. (%)	87,5	51,6	44,5	43,3	67,9	103,2	98,5	128,8	192,3	148,1	126,7	167,6	24,8
	Período 1962 a 2000												Fator R ⁽²⁾
Média	547,8	827,6	1.686,3	1.734,7	1.129,8	483,8	255,0	51,3	51,0	13,8	19,9	99,8	6.900,1
Dp ⁽¹⁾	545,1	701,0	963,8	1.128,7	1.101,7	517,0	414,2	73,1	101,4	34,7	39,5	175,2	2.491,8
C.V. (%)	99,5	84,7	57,2	65,1	97,5	106,9	162,4	142,3	198,8	251,1	198,3	175,5	36,1

⁽¹⁾ Desvio-padrão. ⁽²⁾ Média dos valores da erosividade calculada em pluviogramas no período de 1962 a 1981 e com a equação EI₃₀ = 73,989Rc^{0,7387} no período de 1982 a 2000.

erosividade de 6.000 a 7.000 MJ mm (ha h ano)⁻¹, encontrada nas linhas isoerosivas mapeadas por Maia Neto & Chaves (1997) para a zona do litoral do estado da Paraíba.

Quanto à distribuição dos valores da erosividade anual, a figura 2 mostra que, nos três períodos do estudo, a variação do índice EI₃₀ seguiu a mesma tendência da observada para as chuvas.

Assim, nos meses mais chuvosos do primeiro semestre do ano ocorrem os maiores valores da erosividade, a qual, por sua vez, diminui no segundo semestre quando são baixos os volumes das precipitações mensais. Esse comportamento, também observado por outros pesquisadores, tanto em climas úmidos (Lombardi Neto, 1977; Cogo et al., 1978; Carvalho et al., 1989; Oliveira Júnior & Medina, 1990; Bertol, 1994; Moraes et al., 1991; Marques, 1996; Carvalho et al., 1997; Pissarra et

al., 2000; Roque et al., 2001), quanto no semi-árido do Brasil (Silva et al., 1981; Margolis et al., 1985; Lopes & Brito, 1993; Chaves et al., 1997), é característico do padrão uni-modal de distribuição da chuva e de seu alto potencial de erosividade em países de clima tropical (Hudson, 1995).

A distribuição percentual acumulada do índice EI₃₀ ao longo do ano (Figura 3) evidencia a concentração do potencial erosivo das chuvas no primeiro semestre do ano, observando-se, nos três períodos analisados, valores muito próximos em cada mês.

No período de 39 anos (1962 a 2000), 92,9 % do valor anual do índice EI₃₀ ocorreu nos meses de janeiro a junho. Particularmente nos meses de janeiro a abril (Figura 3), quando ocorreu 69,5 % do total de chuvas erosivas, os riscos de erosão aumentaram, em decorrência do preparo do solo, da

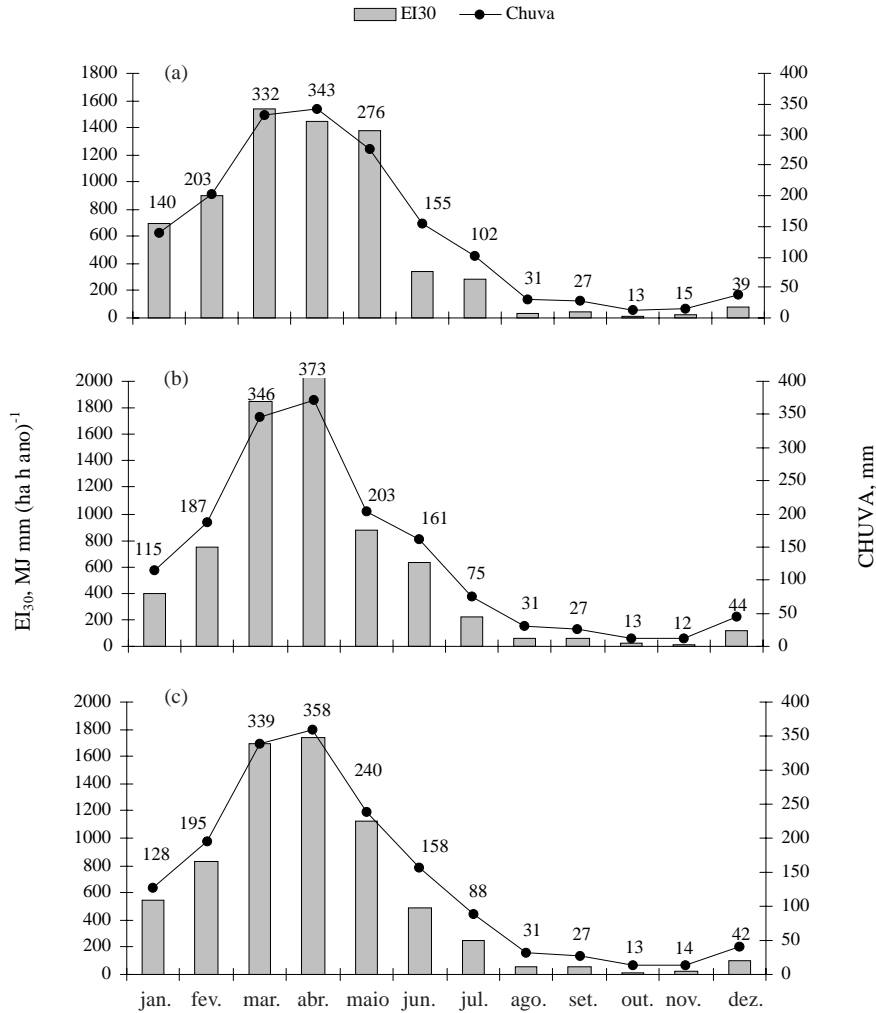


Figura 2. Distribuição dos valores médios do índice EI₃₀ e das chuvas em Fortaleza (CE), nos períodos de 1962 a 1981 (a), de 1982 a 2000 (b) e 1962 a 2000 (c).

incipiente cobertura vegetal das plantas em início de crescimento e do maior teor de umidade do solo, responsável, nessa época, pelo maior volume e velocidade das enxurradas.

Na região do litoral do Ceará, o risco de aumento das taxas de perdas de solo e água torna-se ainda mais grave porque nessa região predominam Argissolos intensamente cultivados e muito susceptíveis à erosão decorrente da baixa permeabilidade de seu horizonte B textural. Nessa situação, os dados deste estudo são relevantes no sentido de se efetuarem mudanças no preparo convencional do solo, predominante entre os agricultores locais. São propostas as medidas: adoção de práticas conservacionistas voltadas à redução do revolvimento superficial do solo; uso dos restolhos na cobertura do solo e incremento da matéria orgânica do solo.

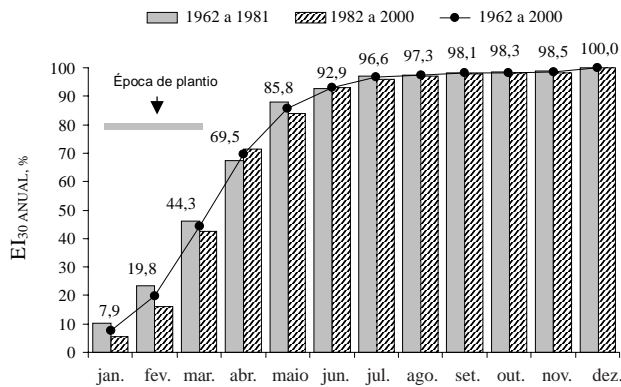


Figura 3. Distribuição percentual acumulada do índice de erosividade EI₃₀ nos períodos de 1962 a 1981, 1982 a 2000 e 1962 a 2000, em Fortaleza (CE).

Essas práticas minimizariam as elevadas perdas ocorridas durante o período crítico de maiores riscos de erosão na época de preparo do solo e conduziriam à recuperação dos níveis de matéria orgânica que se encontram em acentuado declínio nos solos cearenses diante das perdas provocadas pelo preparo convencional, o qual, há décadas, vem prejudicando seriamente a sustentabilidade da agricultura local.

Essas práticas poderiam ser integradas no sistema de plantio direto na palha, o qual, avaliado em Argissolos cearenses (Melo Filho & Silva, 1993; Silva, 2000), apresentou expressivas reduções nas taxas de erosão, quando comparado ao preparo convencional do solo, conforme também observado nas pesquisas desenvolvidas no Sul e Centro-Oeste do Brasil.

Enquanto não sejam concluídas as análises dos dados de pluviografia no período de 1982 a 2002, ou de inovações metodológicas no cálculo do fator R sugeridas por Albuquerque et al. (1998) e Carvalho & Hernani (2001), trabalhos que requerem grande consumo de tempo para sua finalização, as informações deste estudo podem ser utilizadas com satisfatório grau de precisão no planejamento regional de uso, manejo e conservação do solo em Fortaleza (CE). O longo período de observações pluviográficas e pluviométricas (39 anos), aqui analisadas para o período de 1962 a 2000, incluiu variações temporais das precipitações, em coerência com a indicação de Wischmeier (1976), referente à necessidade de prazos superiores a 22 anos, com vistas em obter maior precisão e confiabilidade nos dados da erosividade.

CONCLUSÕES

1. Não se verificou diferença estatística significativa entre os valores da erosividade calculados com registros de pluviógrafo e com método mais simples e rápido por meio do coeficiente de chuva.

2. No período de 39 anos, correspondendo aos anos de 1962 a 2000, o valor do fator R para Fortaleza (CE) foi de 6.900,1 MJ mm (ha h ano)⁻¹, com um desvio-padrão de 2.491,8 e erro-padrão da média igual a 399.

3. A equação $EI_{30} = 73,989Rc^{0,7387}$ pode ser utilizada, com segurança, no cálculo da erosividade em locais com características climáticas semelhantes às de Fortaleza (CE), e sua aplicação, em locais onde não existam registros de pluviógrafos, permite ampliar as informações que levam ao detalhamento das linhas isoerosivas do litoral cearense.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; CATANEO, A. & SRINIVASAN, V.S. Parâmetros erosividade da chuva e da enxurrada correlacionados com as perdas de solo de um solo Bruno Não-Cálcico vértico em Sumé (PB). R. Bras. Ci. Solo, 22:743-749, 1998.

BERTOL, I. Índice de erosividade (EI_{30}) para Lajes (SC). 1ª. aproximação. Pesq. Agropec. Bras., 28:515-521, 1993.

BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990. Pesq. Agropec. Bras., 29:1.453-1458, 1994.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.

CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J. & CATANEO, A. Erosividade da chuva de Mococa (SP) analisada pelo índice EI_{30} . R. Bras. Ci. Solo, 13:243-249, 1989.

CARVALHO, M.P. & HERNANI, L.C. Parâmetros de erosividade da chuva e da enxurrada correlacionados com perdas de solo e erodibilidade de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). R. Bras. Ci. Solo, 25:137-146, 2001.

CARVALHO, M.P.; PISSARA, T.C. & PAULINO, H.B. Erosividade da chuva de Selvíria (MS): distribuição, período de retorno e probabilidade de ocorrência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Rio de Janeiro, Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM

CHAVES, I.B.; LEITE JÚNIOR, G.P. & MAIA NETO, F.F. Análise da pluviometria e da erosividade das chuvas de Patos (PB). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Rio de Janeiro, Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM

COGO, N.P.; DREWS, C.R. & GIANELLO, C. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guaíba, Ijuí e Passo Fundo, no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. Anais. Passo Fundo, CNPT/SNLCS-EMBRAPA. 1978. p.145-152.

DIAS, A.S. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE): Distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com parâmetros pluviométricos: 1ª. aproximação. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2002. 42p. (Tese de Mestrado)

FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G. & MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. J. Soil Water Conserv., 36:355-359, 1981.

FOURNIER, F. Climat et erosion. Paris, Press Universitaire de France, 1960. 201p.

HUDSON, N. Soil conservation. 3.ed. Ames, Iowa State University Press, 1995. 391p.

LOMBARDI NETO, F. Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette, Purdue University, 1977. 53p. (Tese de Mestrado)

LOPES, P.C.R. & BRITO, L.T.L. Erosividade da chuva no Médio São Francisco. R.Bras. Ci. Solo, 17:129-133, 1993.

MAIA NETO, F.F. & CHAVES, I.B. Mapeamento da erosividade das chuvas da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Rio de Janeiro, Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM

MARGOLIS, E.; SILVA, A.B. & JACQUES, F.O. Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). R. Bras. Ci. Solo, 9:165-169, 1985.

- MARQUES, J.J.G.S.M. Estimativas e comparações dos fatores erosividade das chuvas e erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1996. 119p. (Tese de Mestrado)
- MELO FILHO, J.F. & SILVA, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. R. Bras. Ci. Solo, 17:291-297, 1993.
- MINITAB. Minitab statistical software - Release 12. User's guide 1: data, graphics and macros. State College, Minitab Inc., 1998. não paginado
- MORAIS, L.F.B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T.M.C.; HARDOIN, P.C.; ALMEIDA, J.E.L.; WEBER, O.L.S.; BOEL, E. & DURIGON, V. Índice EI_{30} e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste de Mato Grosso. R. Bras. Ci. Solo, 15:339-344, 1991.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R.C. & MEDINA, B.F. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). R. Bras. Ci. Solo, 14:235-239, 1990.
- PISSARRA, T.C.T.; CARVALHO, M.P. & CHUEIRE, F.B. Erosividade da chuva de Pereira Barreto (SP): distribuição, período de retorno e probabilidade de ocorrência. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., Ilhéus, 2000. Ilhéus, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. CD-ROM
- ROQUE, C.G.; CARVALHO, M.P. & PRADO, R.M. Fator erosividade da chuva de Piraju (SP): distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. R. Bras. Ci. Solo, 25:147-156, 2001.
- RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.C.M. & MERTEN, G.H. Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná através da pluviometria: terceira aproximação. R. Bras. Ci. Solo, 17:439-444, 1993.
- SILVA, J.R.C.; SAUNDERS, L.C.U.; PAIVA, J.B. & RODRIGUES, A.R. Erosividade das chuvas de Quixadá - Ceará: resultados do ano de 1980. Ci. Agron., 12:97-101, 1981.
- SILVA, J.R.C. Erosão e produtividade do solo no semi-árido. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JR., R.N.; ROMERO, R.E. & SILVA, J.R.C., eds. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p.169-213.
- SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEAX, P. & CURI, N. Índice de erosividade de chuva da região de Goiânia (GO). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., Águas de Lindóia, 1996. Águas de Lindóia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FONSECA, S.; & MARTINS, S.G. Erosividade das chuvas na região dos tabuleiros costeiros, Município de Aracruz (ES) - Primeira aproximação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., Ilhéus, 2000. Ilhéus, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. CD-ROM
- WISCHMEIER, W.H. Use and misuse of the universal soil loss equation. J. Soil Water Conserv., 31:5-9, 1976.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning. Washington, USDA, 1978. 58p.