

EROSIVIDADE DAS CHUVAS DA REGIÃO DE SETE LAGOAS, MG¹

JOÃO JOSÉ GRANATE DE SÁ E MELO MARQUES², RAMON COSTA ALVARENGA³ e NILTON CURI⁴

RESUMO - Os objetivos deste trabalho foram: calcular a erosividade das chuvas de Sete Lagoas, MG; comparar os valores da erosividade fornecidos por duas diferentes equações de cálculo de energia cinética; e fornecer equações que permitam estimar a erosividade por meio de parâmetros pluviométricos. Foram estudadas 285 chuvas (jan./93 a dez./95), das quais apenas 33% foram consideradas erosivas, correspondendo a 73% da precipitação ocorrida. Os índices de erosividade (EI_{30} e $KE>25$) apresentaram o mesmo comportamento ao longo do ano. Os valores obtidos para o fator R foram $5835 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$ e $116,3 \text{ MJ (ha ano)}^{-1}$, para o EI_{30} e $KE>25$, respectivamente. As equações utilizadas para cálculo da energia cinética forneceram valores de erosividade muito semelhantes. O período de plantio e estabelecimento das culturas (outubro a dezembro) é o de maior risco quanto à erosão. Durante o período de março a agosto, a erosividade não sofre acréscimos consideráveis.

Termos para indexação: fator R, USLE, erosão.

RAINFALL EROSION IN THE REGION OF SETE LAGOAS, MG, BRAZIL

ABSTRACT - The objectives of this work were: to determine the rain erosivity of Sete Lagoas, MG; to compare erosivity values determined by two different kinetic energy equations; and to provide equations to estimate the erosivity, through pluviometric parameters. Two hundred and eighty five rain storms were studied (Jan./93 to Dec./95) of which 33% were classified as erosive, corresponding to 73% of the total rainfall amount. The indexes EI_{30} e $KE>25$ showed the same behavior throughout the year. The values obtained for the R factor were $5835 \text{ MJ mm (ha h year)}^{-1}$ and $116.3 \text{ MJ (ha year)}^{-1}$, for EI_{30} and $KE>25$, respectively. The kinetic energy equations utilized provided virtually the same values for the erosivity indexes. The period elapsed between the seeding time and the crop growing season (October to December) is the riskiest time, in regard to soil losses. From March to August, erosivity does not significantly increase.

Index terms: R factor, USLE, erosion.

¹ Aceito para publicação em 12 de setembro de 1997.

Trabalho apresentado no XIII Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo, Águas de Lindóia, SP, 4 a 8 de agosto de 1996.

² Eng. Agr., M.Sc., Purdue University, Agronomy Department, 1150 Lilly Hall, West Lafayette, IN 47907-1150, U.S.A.

³ Eng. Agr., D.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., UFLA, Dep. de Ciência do Solo, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é a mais danosa forma de erosão na região dos cerrados. A equação universal de perdas de solo (USLE) tem sido bastante utilizada para a previsão desta forma de erosão e como instrumento auxiliar no planejamento agrícola, pois permite a escolha de práticas que minimizem as perdas de solo (Wischmeier & Smith, 1978). Apesar das restrições a ela e do surgimento de outros modelos de previsão de perdas de solo, a USLE vem sendo utilizada de forma crescente (Renard et al., 1994). No entanto, sua utilização é dependente da confiabilidade dos dados usados na determinação dos fatores da equação.

Dentre os seis fatores da USLE ($A = R, K, LS, C, P$), o que expressa a capacidade erosiva da chuva é conhecido como fator R, o qual depende de características físicas das chuvas, tais como: intensidade, duração, distribuição e tamanho das gotas (Wischmeier & Smith, 1958). Além de seu papel como componente da USLE, o fator R ainda pode servir como parâmetro de suporte a trabalhos de extensão e assistência rural (Bertol, 1994), pois permite definir épocas críticas quanto à erosão.

Tentando determinar uma forma numérica que melhor expressasse a capacidade erosiva das chuvas dos EUA, Wischmeier & Smith (1978) desenvolveram um índice que chamaram de EI_{30} . Este índice é o resultado do produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em qualquer período de 30 minutos consecutivos. Segundo esses autores, o impacto da gota de chuva, a turbulência e o escoamento superficial acham-se bem combinados neste índice, daí sua elevada correlação com as perdas de solo.

Em regiões tropicais, contudo, o EI_{30} não apresentou boa correlação com as perdas de solo, o que, segundo Lal (1988), deve-se ao fato de as chuvas só tornarem-se erosivas quando em intensidade superior a 25 mm h^{-1} . Por outro lado, não raro observam-se chuvas com intensidade várias vezes superior à das chuvas das regiões temperadas. Dessa forma, o índice que melhor se correlacionaria com as perdas por erosão em regiões tropicais seria o $KE > 25$, que é a soma da energia cinética das chuvas com intensidade superior a 25 mm h^{-1} (Hudson, citado por Lal, 1988).

É possível que a maior limitação de ambos os índices de erosividade seja a não-contemplação das condições antecedentes do solo e do efeito erosivo do escoamento superficial sobre ele. Visando contornar esse problema é que alguns índices de erosividade, levando em conta a formação de enxurrada ou a infiltração de água no solo, têm sido propostos (Kinnel, 1995).

Na maior parte das localidades brasileiras há carência temporal e espacial de dados pluviográficos que permitiriam a determinação exata da erosividade da chuva, enquanto que informações meramente pluviométricas são relativamente mais abundantes. Esses fatores, paralelos à morosidade do cálculo da erosividade, fizeram com que muitos pesquisadores tentassem relacionar os índices de erosividade da chuva (EI_{30} ou $KE > 25$) com suas características pluviométricas (Bertoni & Lombardi Neto, 1990). As características pluviométricas mais comumente relacionadas com a erosividade são a altura de precipitação e o coeficiente de chuva (Fournier, 1960). Assim sendo, diversos trabalhos têm possibilitado a estimativa do fator R conhecendo-se apenas a quantidade diária precipitada (Valet et al., 1986; Lal, 1988; Morais et al., 1988; Oliveira Júnior & Medina, 1990; Morais et al., 1991; Bertol, 1993; Rufino et al., 1993; Nwosu et al., 1995).

Apesar do principal fator determinante da energia cinética de uma chuva ser a distribuição de gotas por tamanho, existe estreita correlação entre essa distribuição e a intensidade da chuva, o que possibilita a determinação da energia cinética conhecendo-se apenas a intensidade da chuva (Kinnel, 1981). Como a distribuição do tamanho das gotas varia com o tipo de chuva (frontal, convectiva ou orográfica) (Dedecek, 1988), a relação energia cinética - intensidade torna-se específica para cada tipo de chuva, e, conseqüentemente, para cada local ou época de seu desenvolvimento (Wischmeier & Smith, 1958; Kinnel, 1981; Wagner & Massambani, 1988). Todavia, essa especificidade ainda não está completamente determinada (McGregor et al., 1995). Dedecek (1988), trabalhando na região dos cerrados, relata diferentes capacidades erosivas das chuvas conforme o tipo (frontal ou convectiva), sendo que a predominância de cada tipo de chuva é variável conforme a época do ano. Esse autor observou também que a relação entre erosividade e perdas de solo sofre influência do tipo de chuva.

Para a correta utilização da USLE, é importante que o fator R represente o mais fielmente possível a erosividade média anual de uma região (Wischmeier & Smith, 1978). Para se obter um fator R confiável, estima-se que sejam necessários de 10 a 20 anos de coleta de dados (Wischmeier & Smith, 1978; Carvalho et al., 1989). Entretanto, dada a falta de registros pluviográficos e a necessidade de maior rapidez na aquisição de conhecimentos sobre a erosividade, trabalhos têm sido divulgados abrangendo um número inferior de anos (Rufino, 1986; Medina & Oliveira Júnior, 1987; Moura & Medeiros, 1987; Morais et al., 1991).

O trabalho de Pereira et al. (1978) indica, co-mo valor da erosividade (EI_{30}) de Sete Lagoas (média de 37 anos), $198 \text{ tm mm (ha h ano)}^{-1}$, ou após correção pelo fator 9,81 (Rufino, 1986), $1942 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$.

Visto que a escassez de informações sobre a erosividade das chuvas na região dos cerrados é incompatível com a importância agrícola da região, os objetivos deste trabalho foram: (i) calcular a erosividade das chuvas de Sete Lagoas; (ii) comparar os valores da erosividade fornecidos por duas equações de cálculo de energia cinética; e (iii) fornecer equações que permitam estimar a erosividade, através de parâmetros pluviométricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados das chuvas foram registrados em um pluviógrafo instalado na área experimental da Embrapa-CNPMS em Sete Lagoas, MG, situada na região dos cerrados ($19^{\circ}25'S$ e $44^{\circ}15'W$; 732 m de altitude). O clima, na classificação de Köppen, é do tipo Aw (tropical estacional de savana). A temperatura média anual é de $22,1^{\circ}C$, e as médias do mês mais frio e do mais quente são de $18,9^{\circ}C$ (julho) e $24,0^{\circ}C$ (fevereiro). A precipitação média anual é de 1.340 mm, sendo dezembro o mês mais chuvoso, e agosto, o mais seco (Sans, 1986).

Os pluviogramas diários utilizados (modelo convencional) cobriram o período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995. Eles foram cotados manualmente em segmentos de intensidade uniforme, e os índices erosivos, calculados pelo programa computacional elaborado por Maria (1994), que foi adaptado do de Cataneo et al. (1982). Uma vez que esse programa faz a distinção entre chuvas erosivas e não-erosivas, todas as chuvas ocorridas durante o período foram registradas, deixando-se a cargo do programa fazer a distinção entre elas. O programa considerou como chuvas não-erosivas as menores que 10 mm, desde que tenham intensidade máxima 15 minutos menor que 24 mm h⁻¹ ou energia cinética abaixo de 3,6 MJ ha⁻¹ (Maria, 1994). Foram consideradas chuvas independentes as separadas por um período superior a seis horas, com precipitação inferior a 1mm.

A energia cinética da chuva foi calculada conforme as equações:

$$KE = 0,119 + 0,0873 \log I, e \quad (1)$$

$$EC = 0,153 + 0,0645 \log I \quad (2)$$

onde: I é a intensidade da chuva, em mm h⁻¹, e KE e EC são a energia cinética, em MJ (ha mm)⁻¹, segundo Wischmeier & Smith (1958) e Wagner & Massambani (1988), respectivamente. Como o diâmetro das gotas de chuva não aumenta quando a intensidade é maior que 76 mm h⁻¹, foi considerado como limite máximo para a energia cinética o valor de 0,283 MJ (ha mm)⁻¹ (Reyes & Gayle, 1995).

Os índices KEI₃₀ e ECI₃₀ foram originados a partir da multiplicação da energia cinética total (KE e EC) de uma chuva erosiva pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de 30 minutos consecutivos (I₃₀).

Os índices KE>25 e EC>25 são a soma da energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25 mm h⁻¹. Entretanto, para o cálculo da energia cinética total, foram utilizadas as equações (1) e (2), diferindo, nesse aspecto, do método originalmente proposto por Hudson (Reyes & Gayle, 1995).

Os valores diários, mensais e anuais dos quatro índices de erosividade (KEI₃₀; ECI₃₀; KE>25 e EC>25), bem como a altura de precipitação, foram fornecidos pelo programa desenvolvido por Maria (1994).

O coeficiente de chuva (Fournier, 1960) foi calculado conforme a equação proposta por Lombardi Neto (1977), da seguinte forma:

$$Rc = p^2 P^{-1} \quad (3)$$

onde: Rc é o coeficiente de chuva; p é a precipitação média mensal; e P é a precipitação média anual, todos em mm.

A erosividade específica (quantidade do índice de erosividade por unidade de chuva precipitada) foi calculada pela seguinte fórmula (Coelho e Chaves, 1994): EE=KEI₃₀ p⁻¹

onde: EE é a erosividade específica, em MJ (ha h)⁻¹; KEI₃₀ e p já foram definidos anteriormente.

As análises de regressão entre os valores médios mensais dos índices de erosividade (KEI₃₀ e KE>25) e os parâmetros pluviométricos (p e Rc) foram testadas pelo teste F a 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 285 chuvas estudadas, 33% foram consideradas erosivas, e representam 73% da precipitação ocorrida no período. Esses resultados são semelhantes aos verificados por Bertol (1993, 1994) e Bertol & Miquelluti (1993).

O valor do fator R, pelo índice KEI₃₀, referente a Sete Lagoas, MG, obtido neste trabalho, é de 5.835 MJ mm (ha h ano)⁻¹, o qual pode ser considerado baixo, pois os valores comumente relatados na literatura, referentes a localidades brasileiras, podem chegar até 14.130 MJ mm (ha h ano)⁻¹, em Manaus, AM (Oliveira Júnior & Medina, 1990). Embora a precipitação durante o período estudado tenha sido 13% menor que a média histórica, o valor da erosividade não está ligado à quantidade precipitada, e sim, à sua intensidade (Campos Filho et al., 1992). Portanto é de se esperar que este valor não sofra grandes alterações com a ocorrência de anos mais pluviosos. Entretanto, é necessário que haja continuidade de obtenção de dados, visando dispor sempre de índices representativos.

O valor da erosividade foi substancialmente diverso do obtido por Pereira et al. (1978), o que se deve, talvez, ao método usado por esses autores para cotar os pluviogramas, em intervalos de dez minutos, e não, em segmentos de intensidade uniforme.

A Tabela 1 mostra que os valores da erosividade, de modo geral, acompanham os da precipitação, e, embora a precipitação de dezembro tenha sido 103% maior que a de janeiro, sua erosividade só foi de 74% (média dos quatro índices). Não houve grandes diferenças nos índices de erosividade, com base na energia cinética calculada pelas equações (1) ou (2), o que está de acordo com Carvalho et al. (1993). McGregor et al. (1995) analisaram diversas equações de energia cinética e concluíram que existem apenas ligeiras diferenças

nos resultados finais, mesmo comparando equações desenvolvidas localmente com equações originadas em outras condições.

TABELA 1. Médias mensais dos índices erosivos estudados e da precipitação ocorrida em Sete Lagoas, MG, de jan./93 a dez./95¹.

Mês	KE>25	EC>25	KEI ₃₀	ECI ₃₀	Precipitação
(MJ ha ⁻¹).....(MJ ha ⁻¹).....	...(MJ mm (ha h) ⁻¹)...	...(MJ mm (ha h) ⁻¹)...	(mm)
Jan.	21,6	21,1	1301	1286	172
Fev.	9,5	9,3	346	350	111
Mar.	13,6	13,4	724	744	165
Abr.	0,0	0,0	5	5	23
Mai	0,9	0,9	33	33	16
Jun.	1,5	1,5	23	23	12
Jul.	0,0	0,0	0	0	0
Ago.	0,0	0,0	0	0	2
Set.	9,1	8,9	480	489	71
Out.	10,5	10,3	501	506	109
Nov.	8,7	8,7	407	421	137
Dez.	40,9	40,4	2015	2038	350
Total	116,3	114,5	5835	5895	1168

¹ KE>25 e EC>25 = energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25 mm h⁻¹ determinada segundo Wischmeier & Smith (1958) e Wagner & Massambani (1988), respectivamente; KEI₃₀ e ECI₃₀ = multiplicação da energia cinética total originada de uma chuva erosiva pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de 30 minutos consecutivos determinada segundo Wischmeier & Smith (1958) e Wagner & Massambani (1988), respectivamente.

Contudo, analisando-se a Fig. 1, verifica-se que a equação (1) fornece valores maiores de energia cinética que a equação (2) em relação à intensidade da chuva superior a 31 mm h⁻¹; por isso, os valores do índice KE>25 são sempre maiores ou iguais aos do índice EC>25. Como o mesmo não ocorre com o KEI₃₀ comparado ao ECI₃₀, é possível deduzir que as chuvas de janeiro são, em média, as únicas chuvas de intensidade acima de 31mm h⁻¹. Esse fato pode indicar problemas para a utilização dos índices KE>25 e EC>25, já que mesmo as chuvas erosivas, nesta região e no período estudado, apresentaram baixa intensidade (<31mm h⁻¹). Talvez por esse motivo, alguns estudos encontraram melhores correlações das perdas de solo com o índice KEI₃₀ (Cantalice & Margolis, 1993; Albuquerque et al., 1994), enquanto outros não apresentam diferenças entre os índices (Morais et al., 1988; Carvalho et al., 1989; Carvalho et al., 1993).

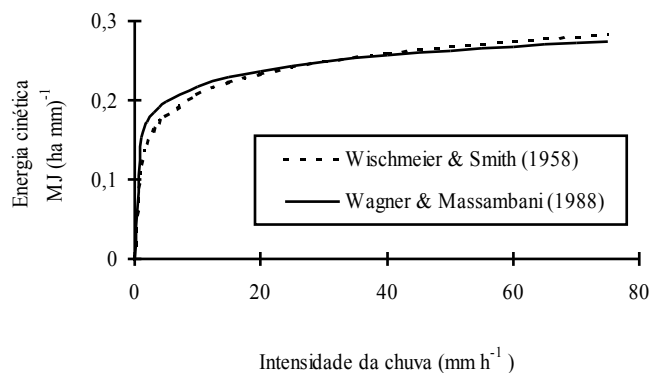


FIG. 1. Relação entre energia cinética, calculada conforme Wischmeier & Smith (1958) e Wagner & Massambani (1988), e intensidade da chuva.

Em virtude da grande semelhança entre os valores dos índices de erosividade, somente serão comentados os resultados obtidos relativamente aos índices $KE>25$ e KEI_{30} . O parâmetro erosividade específica indica o poder erosivo das chuvas, independentemente de sua altura (Coelho & Chaves, 1994). A Fig. 2 mostra os valores da erosividade específica, onde se constata que as chuvas de janeiro seriam 31% mais erosivas que as de dezembro, caso ambas tivessem a mesma altura. A elevada erosividade específica de setembro pode ser explicada pelo fato de que as chuvas convectivas (curta duração e alta intensidade) são as mais comuns durante essa época do ano (Dedecek, 1988). Apesar disso, os valores médios anuais da erosividade específica de Sete Lagoas são inferiores aos relatados por Pereira et al. (1978).

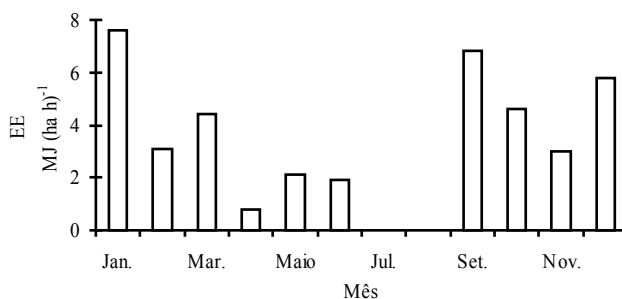


FIG. 2. Erosividade específica (EE) das chuvas de Sete Lagoas, MG (jan./93 a dez./95).

A Fig. 3 apresenta a porcentagem acumulada de erosividade, que auxilia na definição do período mais crítico quanto à erosão, e na determinação do fator C (cobertura e manejo do solo) da USLE (Margolis et al., 1985). O período de plantio e estabelecimento das culturas (outubro a dezembro) é o de maior risco potencial, pois as chuvas têm erosividade elevada e o solo acha-se desagregado pelo preparo para o plantio e, conseqüentemente, pouco protegido. Apesar de haver uma alta erosividade das chuvas em janeiro, as culturas já se acham bem desenvolvidas, diminuindo a erosão, consoante com a capacidade de cobertura do solo por elas. Setembro é um mês com significativos acréscimos na erosividade, quando ainda não foram iniciadas as operações de plantio nessa região. Ainda na Fig. 3, pode-se observar que, durante o período de março a agosto, a erosividade não sofre acréscimos consideráveis. Essa distribuição é característica de regiões com período seco pronunciado. Esta tendência é semelhante às tendências obtidas por Val et al. (1986), Carvalho et al. (1991) e Lopes & Brito (1993).

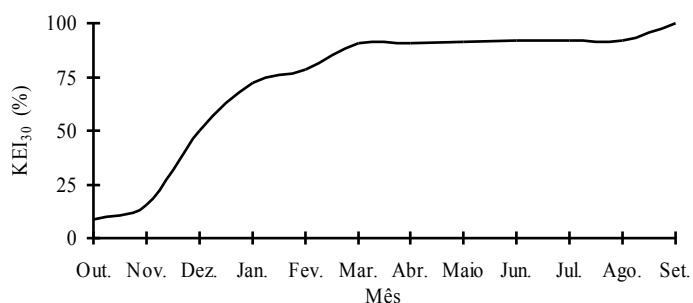


FIG. 3. Porcentagem acumulada da erosividade das chuvas (KEI₃₀) de Sete Lagoas, MG (jan./93 a dez./95). O primeiro ponto do gráfico coincide com o início do período de plantio na região.

A possibilidade de estimar o fator R através da precipitação mensal permite ganhos relevantes no conhecimento da distribuição da erosividade, pois foi por meio desse processo que pode-se elaborar mapas de linhas isoerosivas para os Estados do Paraná e São Paulo (Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Rufino et al., 1993). Contudo, essas equações só devem ser utilizadas em regiões que possuam chuvas com características semelhantes às do local em que foram desenvolvidas.

As Figs. 4 e 5 mostram as equações ajustadas para a estimativa da erosividade ($KE>25$ e KEI_{30} , respectivamente). Todas as equações foram significativas ao nível de 1% de probabilidade, e os coeficientes de determinação (r^2) foram elevados (0,83 a 0,96). Quando se usou o coeficiente de Fournier (R_c), ao invés da precipitação, para estimar a erosividade, não houve aumento no valor do coeficiente de determinação. Portanto, desejando-se estimar a erosividade das chuvas da região estudada, pode-se simplesmente empregar a precipitação mensal. Devido aos mais elevados coeficientes de determinação encontrados, o índice $KE>25$ poderá ser estimado com mais segurança que o KEI_{30} . Lombardi Neto (1977) propôs que a relação entre a erosividade e o coeficiente R_c fosse expressa por uma equação do tipo exponencial ($KEI_{30} = aR_c^b$), a qual foi usada com sucesso em diversas situações (Val et al., 1986; Carvalho et al., 1991; Morais et al., 1991). Entretanto, neste trabalho, seus coeficientes de determinação ficaram abaixo dos obtidos com outros modelos de equações. Nessas equações, os coeficientes b , sendo menores que um, indicam que, acima de um determinado valor de R_c , a erosividade não mais aumenta significativamente. Na utilização de todas essas equações deve-se observar o intervalo estudado, que no presente trabalho foi: (a) precipitação até 350 mm mensais; e (b) R_c até 105 mm mensais. Valores acima destes implicarão redução na precisão da estimativa.

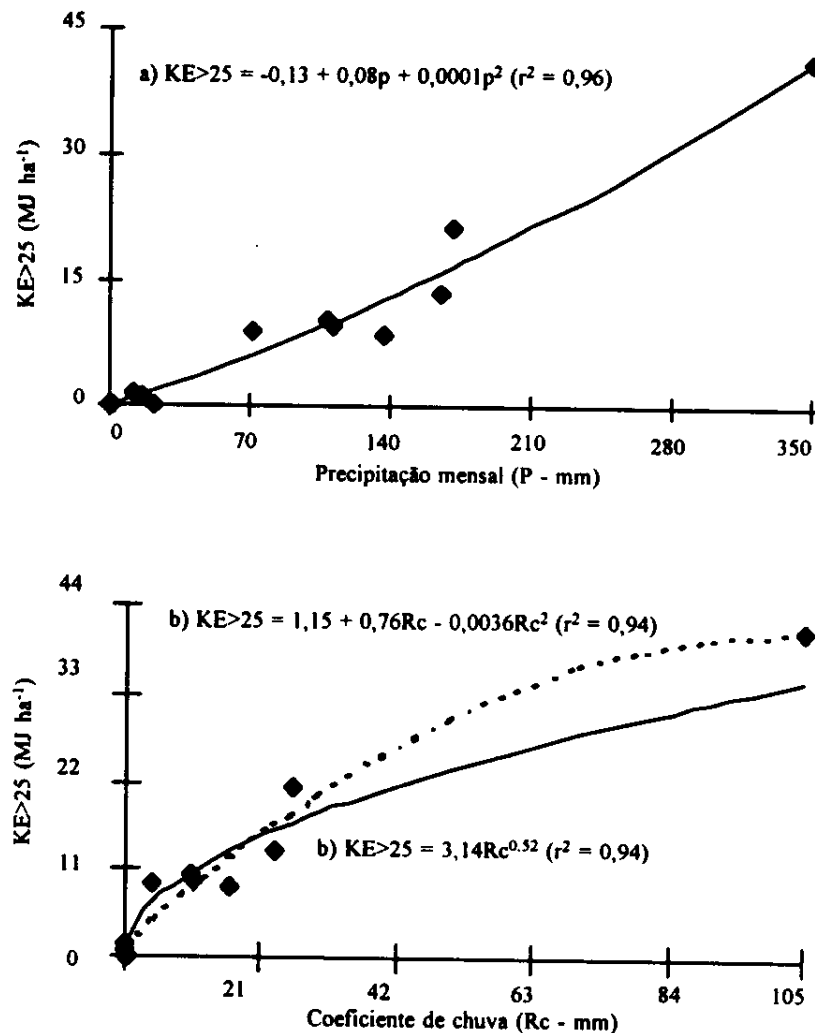


FIG. 4. Relação entre a erosividade das chuvas ($KE>25$) e a precipitação mensal (a) e o coeficiente de chuva (b) das chuvas da região de Sete Lagoas, MG.

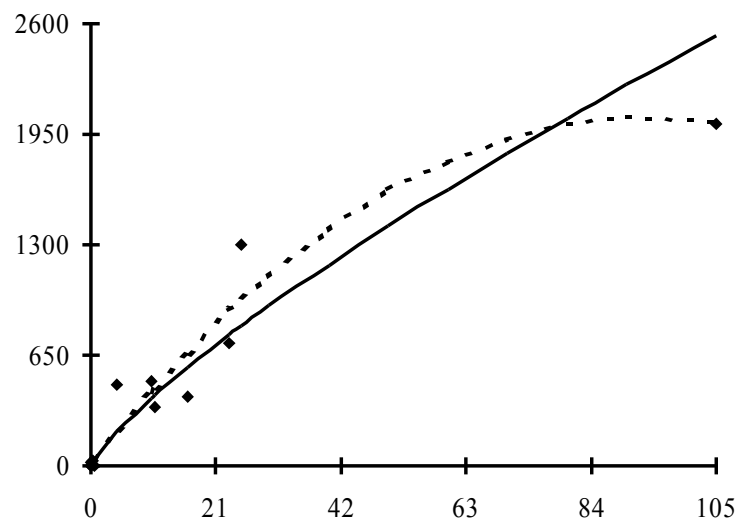
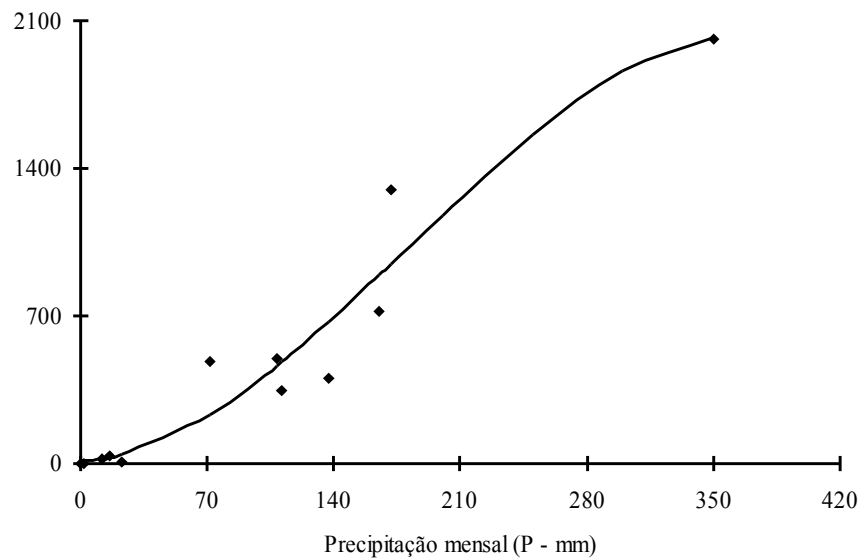


FIG. 5. Relação entre a erosividade das chuvas (KEI_{30}) e a precipitação mensal (a) e o coeficiente de chuva (b) das chuvas da região de Sete Lagoas, MG.

CONCLUSÕES

1. O valor do fator R da USLE (EI_{30} , neste trabalho chamado de KEI_{30}) referente à região de Sete Lagoas (MG) é $5.835 \text{ MJ mm (ha h ano)}^{-1}$.
2. Não há grande diferença entre as equações de Wischmeier & Smith (1958) e de Wagner & Massambani (1988) no cálculo da erosividade.
3. A erosividade mensal das chuvas da região pode ser estimada pelas seguintes equações: (i) $KE > 25 = -0,13 + 0,08p + 0,0001p^2$; e (ii) $KEI_{30} = 13,37 + 0,39p + 0,04p^2 - 7,92 \times 10^{-5}p^3$.

AGRADECIMENTOS

Aos professores M.M. Ferreira e J.M. Lima (DCS-UFLA), ao pesquisador M.L.N. Silva (Embrapa-CNPS), pelas valiosas sugestões quando da revisão da primeira versão deste trabalho, e aos estagiários M.A. Carolino de Sá, D. Siqueira e R.R. Santiago, pelo auxílio na cotagem dos pluviogramas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.W.; CHAVES, I.B.; VASQUES FILHO, J. Características físicas da chuva correlacionadas com as perdas de solo num Regossolo eutrófico de Caruaru (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.2, p.279-283, maio/ago. 1994.
- BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1453-1458, set. 1994.
- BERTOL, I. Índice de erosividade (EI_{30}) para Lages (SC) – 1ª aproximação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.515-521, abr. 1993.
- BERTOL, I.; MIQUELLUTI, D.J. Perdas de solo, água e nutrientes reduzidas pela cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.10, p.1205-1213, out. 1993.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- CAMPOS FILHO, O.R.; SILVA, I. de F.; ANDRADE, A.P. de; LEPRUN, J.C. Erosividade da chuva e erodibilidade do solo no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.9, p.1363-1370, set. 1992.
- CANTALICE, J.R.B.; MARGOLIS, E. Características das chuvas e correlação de índices de erosividade com as perdas de solo do agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.2, p.275-281, maio/ago. 1993.
- CARVALHO, M.P.; CATANEO, A.; LOMBARDI NETO, F. Índices de erosividade da chuva e enxurrada correlacionados com as perdas de solo, e determinação da erodibilidade de um Latossolo Roxo distrófico de Campinas (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.445-450, set./dez. 1993.
- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; CATANEO, A. Índice $KE>25$ para análise da erosividade da chuva de Mococa (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.375-381, set./dez. 1991.
- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Erosividade da chuva de Mococa (SP) analisada pelo índice EI_{30} . **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.2, p.243-249, maio/ago. 1989.
- CATANEO, A.; CASTRO FILHO, C.; ACQUAROLE, R.M. Programa para cálculo de índices de erosividade de chuvas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, n.3, p.236-239, set./dez. 1982.
- COELHO, E.M.C.; CHAVES, I.B. Estimativa da erosividade da chuva a partir da pluviometria diária: métodos e amostragem. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., Florianópolis, 1994. Resumos... Florianópolis: SBCS, 1994. p.142-143.
- FOURNIER, F. Climat et erosion: la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques. Paris: Presses Universitaires de France, 1960. 201p.
- DEDECEK, R.A. Fatores de erosividade da chuva, enxurrada e perdas de solo sob condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.12, p.1431-1438, dez. 1988.
- KINNEL, P.I.A. Rainfall intensity-kinetic energy relationships for soil loss prediction. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.45, n.1, p.153-155, Jan./Mar. 1981.
- KINNEL, P.I.A. The I_xE_A erosivity index: an index with the capacity to give more direct consideration to hydrology in predicting short-term erosion in the USLE modeling environment. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.50, n.5, p.507-512, Sept./Oct. 1995.
- LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. **Soil erosion research methods**. Ankeny: SWCS, 1988. p.141-160.
- LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity** - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette: Purdue Univ., 1977. 53p. M.Sc. Thesis.
- LOPES, P.R.C.; BRITO, L.T.L. Erosividade da chuva no Médio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.1, p.129-133, jan./abr. 1993.
- MARGOLIS, E.; SILVA, A.B.; JACQUES, F.O.J. Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.2, p.165-169, maio/ago. 1985.

- MARIA, I.C. Cálculo da erosividade da chuva. In: MARIA, I.C. **Manual de programas de processamento de dados de campo e de laboratório para fins de experimentação em conservação do solo**. Campinas: IAC-SCS, 1994. Não paginado.
- McGREGOR, K.C.; BINGER, R.L.; BOWIE, A.J.; FOSTER, G.R. Erosivity index values for northern Mississippi. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.4, p.1039-1047, July/Aug. 1995.
- MEDINA, B.F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C. A aplicabilidade de alguns índices erosivos em Latossolo Amarelo de Manaus (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, n.1, p.67-70, jan./abr. 1987.
- MORAIS, L.F.B.; MUTTI, L.S.M.; ELTZ, F.L.F. Índices de erosividade correlacionados com perdas de solo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.3, p.281-284, set./dez. 1988.
- 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 EI₃₀ e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.339-344, set./dez. 1991.
- MOURA, A.R.B.; MEDEIROS, J.F. Determinação inicial da erosividade da chuva (fator R) em 1985, em Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, n.2, p.229-231, maio/ago. 1987.
- NWOSU, E.O.; SANGODOYIN, A.Y.; OSUJI, G.E. On the relation of soil erosion to rainfall erosivity in southeastern Nigeria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.26, n.3/4, p.389 -406, Mar./Apr. 1995.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; MEDINA, B.F. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.2, p.235-239, maio/ago. 1990.
- PEREIRA, W.; SILVA, T.C.A.; GOMES, F.R. Avaliação da erosividade das chuvas em diferentes locais do Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.25, n.142, p.506-548, nov./dez. 1978.
- RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; YODER, D.C.; McCOOL, D.K. RUSLE revised: status, questions, answers, and the future. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.49, n.3, p.213-220, May/June 1994.
- REYES, M.R.; GAYLE, G.A. Automatic calculation of rainfall erosivity. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.2, p.551-553, Mar./Apr. 1995.
- RUFINO, R.L. Avaliação do potencial erosivo da chuva para o Estado do Paraná: segunda aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.3, p.279-281, set./dez. 1986.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.439-444, set./dez. 1993.
- SANS, L.M.A. **Estimativa do regime de umidade pelo método de Newhall, de um Latossolo Vermelho-Escuro álico da região de Sete Lagoas, MG**. Viçosa: UFV, 190p. 1986. Tese de Doutorado.
- VAL, L.A.; BAHIA, V.G.; FREIRE, J.C.; DIAS JÚNIOR, M.S. Erosividade das chuvas em Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v.10, n.2, p.199-209, maio/ago. 1986.
- WAGNER, C.S.; MASSAMBANI, O. Análise da relação intensidade de chuva-energia cinética de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade à região de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.3, p.197-203, set./dez. 1988.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, DC, v.39, n.2, p.285-291, 1958.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).