

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério de Agricultura e do Abastecimento
Rod. MG 424 km 65 - Caixa Postal 151 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone (031) 779 1000 Fax (031) 779 1088

PESQUISA EM ANDAMENTO



PA nº 24, março/98, 8p.

ÍNDICES DE EROSIVIDADE DA CHUVA, PERDAS DE SOLO E FATOR ERODIBILIDADE PARA DOIS SOLOS DA REGIÃO DE SETE LAGOAS

Ramon Costa Alvarenga¹

Luiz Marcelo Aguiar Sans¹

João José Granate de Sá e Melo Marques²

Nilton Curi³

Para um adequado planejamento conservacionista, é necessário que se conheça, no local, os fatores que influenciam a erosão. Por essa razão, torna-se imperativo o estudo das características da chuva e do solo, de tal maneira que esses conhecimentos possam fornecer subsídios para a implementação de estratégias de manejo que visem à manutenção dos recursos naturais solo e água como bens coletivos não degradados.

Na região de Sete Lagoas, localizada na região dos Cerrados, a temperatura média e a amplitude térmica anuais são 22,1 °C e 5 °C, respectivamente. O clima quente e úmido, com estação seca pronunciada no inverno e temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C, permite enquadrar essa região na categoria climática Aw, segundo a classificação de Köppen, condições essas dominantes na região dos Cerrados. Embora a precipitação anual seja elevada (da ordem de 1.350 mm), o regime das chuvas apresenta período de seca bem definido (maio a agosto) e a precipitação se concentra no período de novembro a fevereiro (Figura 1). Não é rara a ocorrência de intensas precipitações em 24 horas; dados mostram precipitações de até 152 mm /24horas. A evapotranspiração de referência, no inverno, é em torno de 3,5 mm/dia e, no verão, aproximadamente 6mm/dia.

Dentre os seis fatores da equação universal de perdas de solo - USLE (A = R K LS C P), o fator R, que representa a capacidade erosiva da precipitação, é função de características físicas das chuvas, ou seja, intensidade, duração e distribuição de tamanho das gotas. Para chuvas tropicais de alta intensidade, o índice que melhor correlaciona com as perdas de solo é o produto da quantidade de chuva precipitada pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de "m" minutos consecutivos (Plm). O fator erosividade da chuva pode ainda servir como parâmetro de suporte a trabalhos de extensão e assistência rural, pois permite definir épocas críticas quanto à erosão. Outro importante fator é erodibilidade do solo, que é função da infiltração da água no solo, da desagregação pelo impacto da gota de chuva, da resistência ao transporte pelo fluxo superficial, os quais são responsáveis pela resposta do solo aos processos erosivos.

¹Eng.-Agr. Doutor, Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG.

²Eng.-Agr. M.Sc., aluno do curso de Ph.D. da Purdue University, Indiana, EUA.

³Professor da UFLA, Departamento de Ciência do Solo. Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG.

PA nº 24, março/98, p.2

O índice de erosividade, originalmente denominado de E_{30} , que é o produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de 30 minutos, para regiões tropicais tem sido substituído por $KE > 25$, que representa a soma da energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25 mm h^{-1} .

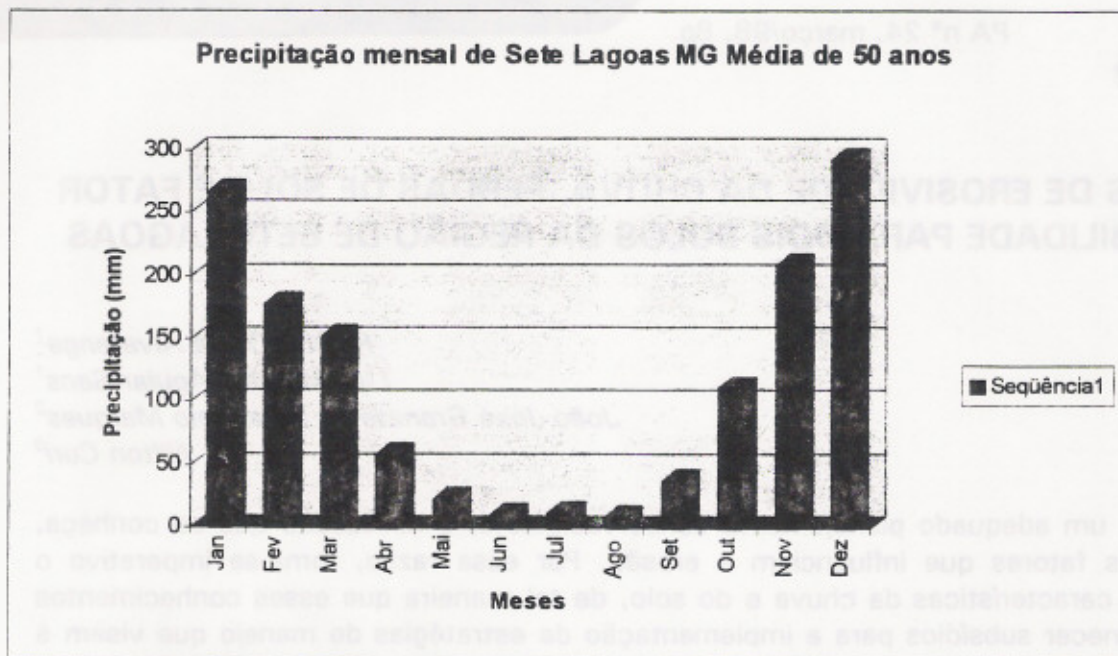


FIGURA 1. Precipitação mensal na Estação Climatológica Principal de Sete Lagoas, MG.

Embora, no Brasil, existam bastantes dados referentes à precipitação pluviométrica, informações quanto à variabilidade temporal e espacial das chuvas são raras, o que tem sido um fator limitante na determinação da erosividade das chuvas com um grau satisfatório de precisão. As características pluviométricas mais comumente relacionadas com a erosividade são a altura de precipitação e o coeficiente de chuva.

A escassez de informações sobre a erosividade das chuvas e sobre a erodibilidade dos solos na região dos Cerrados, aliada à sua importância agrícola, é que objetivou esse trabalho de calcular a erosividade das chuvas na região de Sete Lagoas, MG, comparar os valores da erosividade estimados por duas diferentes equações de cálculo de energia cinética da chuva, estabelecer equações que possibilitam estimar a erosividade, através de parâmetros pluviométricos, e estimar o fator K para dois solos da região em apreço.

O experimento de perdas de solo e água está sendo conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, cujas coordenadas são $19^{\circ}26'50,3''$ S e $44^{\circ}10'1,7''$ W e a altitude é de 719m. Os dados das chuvas foram registrados em um pluviógrafo instalado ao lado desse experimento. Os pluviogramas diários utilizados cobrem o período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995. Eles foram cotados em segmentos de intensidade uniforme e os índices erosivos, calculados por meio de um programa que considerou como chuvas não erosivas as menores que 10 mm , desde que tenham intensidade máxima em 15 minutos menor que 24 mm h^{-1} ou energia cinética abaixo de $3,6 \text{ MJ ha}^{-1}$.

PA nº 24, março/98, p.3

Foram consideradas chuvas independentes aquelas separadas por um período superior a seis horas, com precipitação inferior a 1mm.

A energia cinética da chuva foi calculada conforme as equações:

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

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

Em que: I é a intensidade da chuva, em mm h^{-1} , e KE e EC estimativas da energia cinética, em MJ (ha mm)^{-1} . Foi considerado como limite máximo para a energia cinética o valor de $0,283\text{MJ (ha mm)}^{-1}$.

Os índices KEI_{30} e ECl_{30} 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 (I_{30}). Os índices $KE > 25$ e $EC > 25$ são a soma da energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25mm h^{-1} . Para o cálculo da energia cinética total, foram utilizadas as equações 1 e 2, diferindo nesse aspecto do método originalmente proposto.

O coeficiente de chuva foi calculado da seguinte forma:

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

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

As análises de regressão entre os valores médios mensais do índice de erosividade (KEI_{30}) e os parâmetros pluviométricos (p e Rc) foram testadas pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

As parcelas ($3,5 \times 21,7\text{m}$) foram instaladas sobre dois solos representativos da região: LE - latossolo vermelho-escuro álico, A moderado textura muito argilosa, fase cerrado tropical, subcaducifólio, relevo ondulado; e PV - podzólico vermelho-amarelo Tb álico (Épidistrófico), textura argilosa/muito argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado. A declividade média é 7,1 e 10,4%, respectivamente.

Foram feitas correlações de Pearson, para ambos os solos, entre os valores mensais das perdas de solo e os dos índices de erosividade. As correlações foram testadas quanto à sua significância pelo teste t.

Para determinação do fator K, utilizou-se regressão linear simples, em que a variável dependente é a perda de solo, a independente é erosividade e a declividade da curva os fatores KLS. Foi também testado um modelo em que a reta foi forçada a passar pela origem ($Y = bX$), tendo seus parâmetros o mesmo significado do modelo anterior. Todas as equações foram submetidas ao teste F.

Para cada solo, calculou-se, também, o limite máximo de perdas de solo anuais que podem ser toleradas sem haver prejuízo da produtividade.

EROSIVIDADE DAS CHUVAS

Foram estudadas 285 chuvas, das quais apenas 33% foram consideradas erosivas, as quais foram responsáveis por 73% da precipitação ocorrida no período. O valor do fator R, estimado neste trabalho por meio do índice KEI_{30} , foi de $5835\text{MJ mm (ha h ano)}^{-1}$, o qual

PA nº 24, março/98, p.4

pode ser considerado baixo. Embora a precipitação durante o período estudado tenha sido 13% menor que a média histórica, espera-se que esse valor não sofra grandes alterações em anos mais pluviosos. Isso não elimina a necessidade da continuidade de obtenção de dados, visando sempre obter índices mais representativos.

Na Tabela 1, pode-se observar 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 foi apenas 74% (média dos quatro índices). Não houve grandes diferenças nos índices de erosividade, com base na energia cinética calculada pelas equações 1 ou 2.

TABELA 1. Médias mensais dos índices erosivos estudados e da precipitação ocorrida em Sete Lagoas, MG, de janeiro/93 a dezembro/95.

Mês	KE > 25 MJ ha ⁻¹	EC > 25	KEI ₃₀ MJ mm (ha h) ⁻¹	ECl ₃₀	Precipitação (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

Na Figura 2, está apresentada a porcentagem acumulada de erosividade. No período que vai do plantio ao estabelecimento das culturas (outubro a dezembro), é maior o risco potencial, pois as chuvas têm erosividade elevada, o solo acha-se desagregado pelo preparo para o plantio e, conseqüentemente, pouco protegido. Apesar de haver alta erosividade das chuvas em janeiro, é a época em que ocorre menor taxa de erosão, porque as culturas já estão em estádios bem adiantados de desenvolvimento e, portanto há maior cobertura do solo. Setem é um mês com significativos acréscimos na erosividade, quando ainda não foram iniciadas as operações de plantio nessa região. Pode-se observar que, durante o período de março a agosto, a erosividade não sofre acréscimos consideráveis, o que é característica de regiões com período seco pronunciado.

Na Figura 3, estão representadas as equações ajustadas para a estimativa da erosividade. As equações foram significativas ao nível de 1% de probabilidade. Quando usou-se o coeficiente de chuva (Rc), em vez da precipitação, para estimar a erosividade, não houve grande 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. Na utilização de todas essas equações, deve ser observado o intervalo

PA nº 24, março/98, p.5

estudado, que, neste trabalho, foi: precipitação (p) até 350mm mensais e coeficiente de chuva (Rc) até 105mm mensais. Valores acima desses implicarão redução na precisão da estimativa.

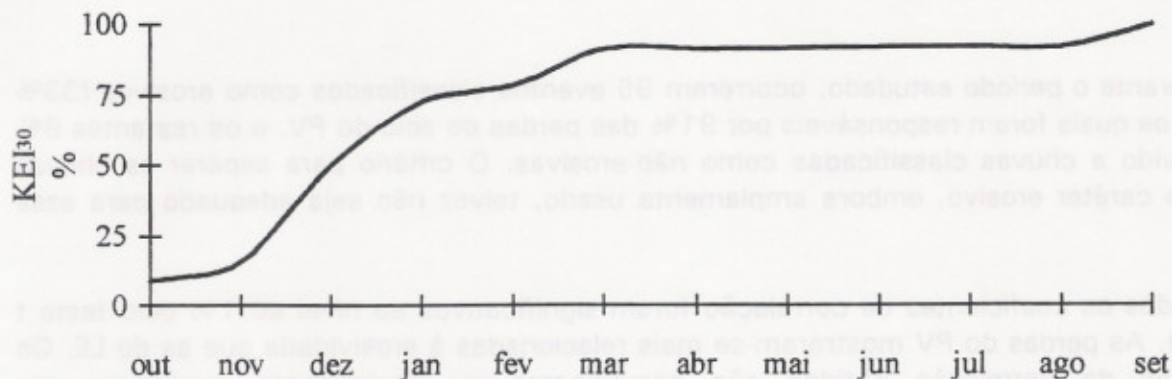


FIGURA 2. Porcentagem acumulada da erosividade das chuvas de Sete Lagoas, MG. O primeiro ponto do gráfico coincide com o início do período de plantio na região

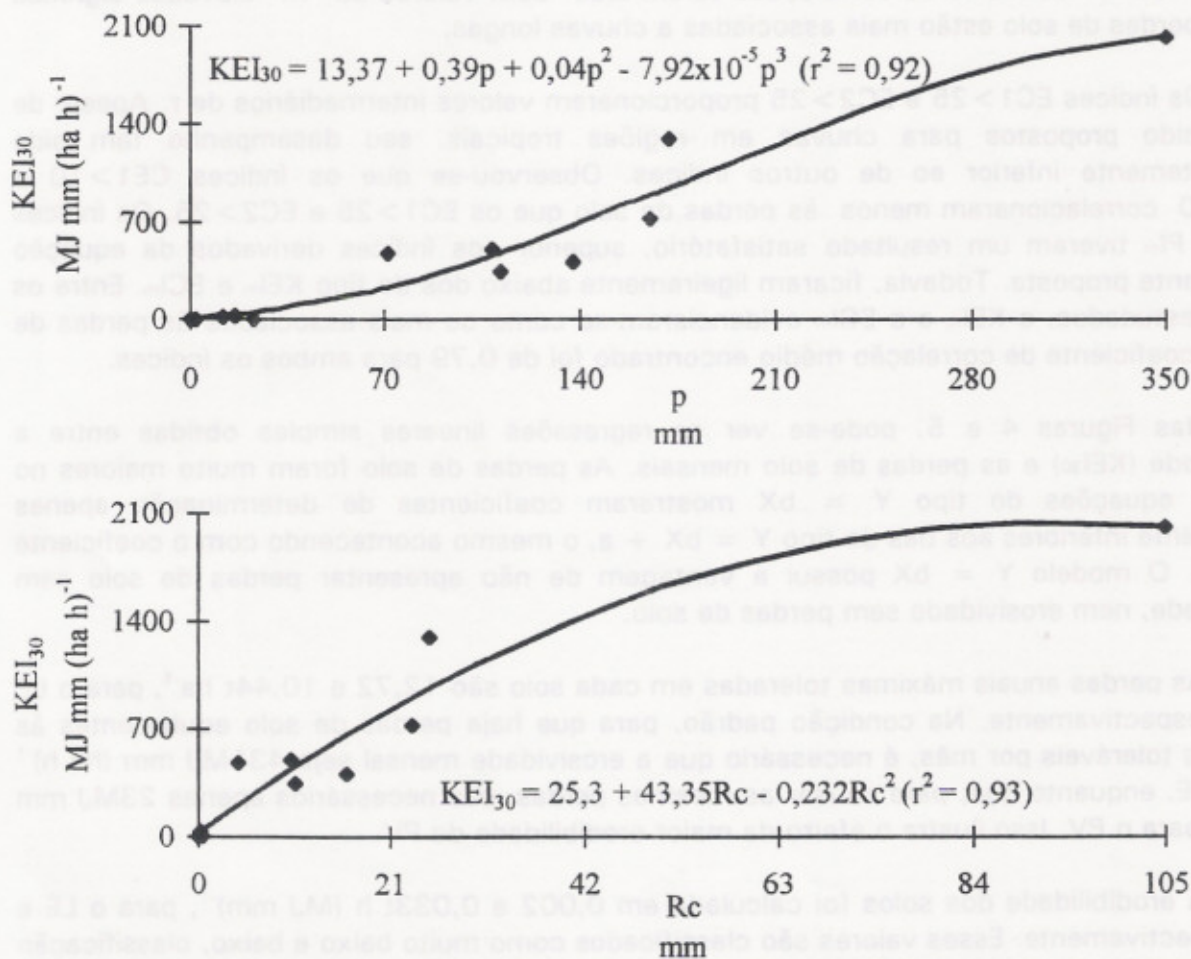


FIGURA 3. Relação entre o KEI₃₀, a precipitação mensal (p) e o coeficiente de chuva (Rc).

ERODIBILIDADE DO SOLO

Durante o período estudado, ocorreram 95 eventos classificados como erosivos (33% do total), os quais foram responsáveis por 91% das perdas de solo do PV, e os restantes 9% foram devido a chuvas classificadas como não-erosivas. O critério para separar as chuvas quanto ao caráter erosivo, embora amplamente usado, talvez não seja adequado para essa região.

Todos os coeficientes de correlação foram significativos ao nível de 1% pelo teste t (Tabela 2). As perdas do PV mostraram-se mais relacionadas à erosividade que as do LE. Os coeficientes de correlação obtidos são semelhantes ou ligeiramente superiores aos encontrados para outras localidades brasileiras. Houve tendência de os coeficientes de correlação crescerem com o aumento de "m", fornecendo os maiores valores para "m" de 35 a 45. O fato de as melhores correlações terem sido com valores de "m" elevados significa que as perdas de solo estão mais associadas a chuvas longas.

Os índices $EC1 > 25$ e $EC2 > 25$ proporcionaram valores intermediários de r. Apesar de terem sido propostos para chuvas em regiões tropicais, seu desempenho tem sido constantemente inferior ao de outros índices. Observou-se que os índices $CE1 > 10$ e $EC2 > 10$ correlacionaram menos às perdas de solo que os $EC1 > 25$ e $EC2 > 25$. Os índices do tipo PI_m tiveram um resultado satisfatório, superior aos índices derivados da equação inicialmente proposta. Todavia, ficaram ligeiramente abaixo dos do tipo KEI_m e ECl_m . Entre os índices estudados, o KEI_m e o ECl_m evidenciaram-se como os mais associados às perdas de solo. O coeficiente de correlação médio encontrado foi de 0,79 para ambos os índices.

Nas Figuras 4 e 5, pode-se ver as regressões lineares simples obtidas entre a erosividade (KEI_{30}) e as perdas de solo mensais. As perdas de solo foram muito maiores no PV. As equações do tipo $Y = bX$ mostraram coeficientes de determinação apenas ligeiramente inferiores aos das do tipo $Y = bX + a$, o mesmo acontecendo com o coeficiente b (KLS). O modelo $Y = bX$ possui a vantagem de não apresentar perdas de solo sem erosividade, nem erosividade sem perdas de solo.

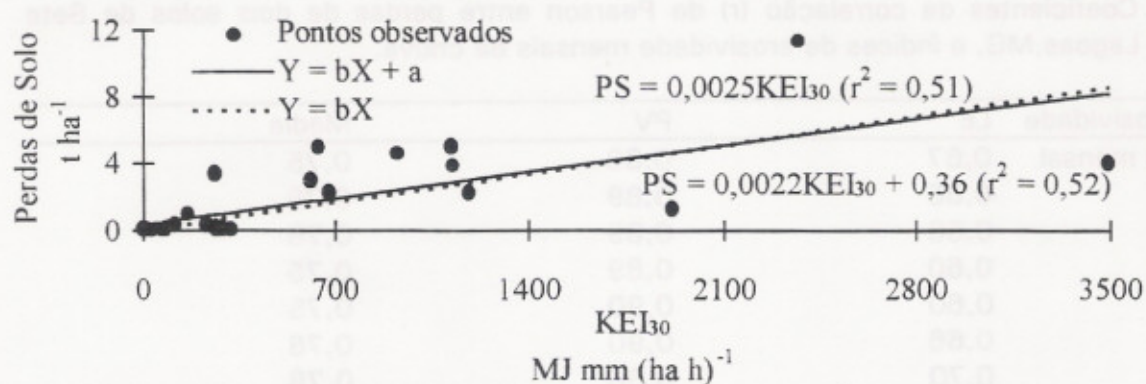
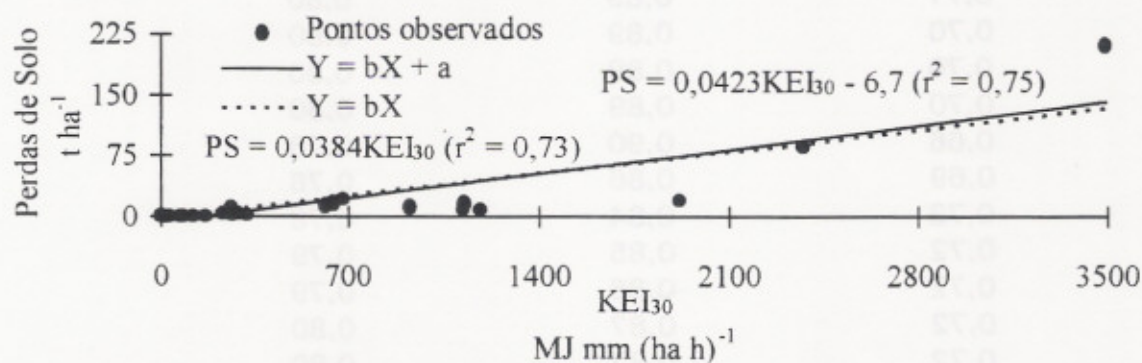
As perdas anuais máximas toleradas em cada solo são 12,72 e 10,44t ha⁻¹, para o LE e PV, respectivamente. Na condição padrão, para que haja perdas de solo equivalentes às máximas toleráveis por mês, é necessário que a erosividade mensal seja 431MJ mm (ha h)⁻¹ para o LE, enquanto que, para causar as mesmas perdas, são necessários apenas 23MJ mm (ha h)⁻¹ para o PV. Isso ilustra o efeito da maior erodibilidade do PV.

A erodibilidade dos solos foi calculada em 0,002 e 0,033t h (MJ mm)⁻¹, para o LE e PV, respectivamente. Esses valores são classificados como muito baixo e baixo, classificação que talvez não esteja de acordo com as reais necessidades de práticas conservacionistas do PV.

PA nº 24, março/98, p. 7

TABELA 2. Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre perdas de dois solos de Sete Lagoas, MG, e índices de erosividade mensais da chuva.

Índice de erosividade	LE	PV	Média
precipitação mensal	0,67	0,83	0,75
KE > 25	0,66	0,89	0,78
EC > 25	0,66	0,89	0,78
KE > 10	0,60	0,89	0,75
EC > 10	0,60	0,90	0,75
KEI ₅	0,66	0,90	0,78
KEI ₁₀	0,70	0,86	0,78
KEI ₁₅	0,72	0,84	0,78
KEI ₂₀	0,72	0,85	0,79
KEI ₂₅	0,73	0,86	0,80
KEI ₃₀	0,72	0,87	0,80
KEI ₃₅	0,72	0,88	0,80
KEI ₄₀	0,71	0,89	0,80
KEI ₄₅	0,71	0,89	0,80
KEI ₅₀	0,70	0,89	0,80
KEI ₅₅	0,70	0,89	0,80
KEI ₆₀	0,70	0,89	0,80
ECl ₅	0,66	0,90	0,78
ECl ₁₀	0,69	0,86	0,78
ECl ₁₅	0,72	0,84	0,78
ECl ₂₀	0,72	0,85	0,79
ECl ₂₅	0,72	0,86	0,79
ECl ₃₀	0,72	0,87	0,80
ECl ₃₅	0,72	0,87	0,80
ECl ₄₀	0,71	0,89	0,80
ECl ₄₅	0,70	0,89	0,80
ECl ₅₀	0,69	0,89	0,79
ECl ₅₅	0,69	0,89	0,79
ECl ₆₀	0,69	0,89	0,79
PI ₅	0,65	0,89	0,77
PI ₁₀	0,68	0,86	0,77
PI ₁₅	0,70	0,83	0,77
PI ₂₀	0,71	0,84	0,78
PI ₂₅	0,71	0,86	0,79
PI ₃₀	0,70	0,86	0,78
PI ₃₅	0,70	0,87	0,79
PI ₄₀	0,69	0,88	0,79
PI ₄₅	0,69	0,88	0,79
PI ₅₀	0,68	0,88	0,78
PI ₅₅	0,68	0,89	0,79
PI ₆₀	0,68	0,89	0,79

FIGURA 4. Relação entre perdas de solo (PS) e erosividade mensal (KEI_{30}) para o LE.FIGURA 5. Relação entre perdas de solo (PS) e erosividade mensal (KEI_{30}) para o PV.