



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Erosividade da chuva e perdas de solo por erosão hídrica no período de cultivo do milho (Zeamays L.)**



*Jéssica Gabriela Pimentel Contins<sup>1</sup>; Marx L. Naves Silva<sup>2</sup>; Pedro L. Terra Lima<sup>3</sup>; Danielle Vieira Guimarães<sup>4</sup>; Fábio José Gomes<sup>5</sup>; Carlos E. Siqueira Teixeira<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Florestal, Bolsista PIBIC/UFLA, Dpto. de Ciências do Solo, UFLA, Lavras – MG, Fone: (31) 9392-5502, [jessicag\\_pimentel@hotmail.com](mailto:jessicag_pimentel@hotmail.com)

<sup>2</sup> Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Ciências do Solo, UFLA, Lavras – MG, [marx@dcs.ufla.br](mailto:marx@dcs.ufla.br)

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Doutorando, Depto. Ciência do Solo, UFLA, Lavras – MG, [pedroterralima@yahoo.com.br](mailto:pedroterralima@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Eng. Florestal, Doutoranda, Depto. Ciência do Solo, UFLA, Lavras – MG, [danyvguimaraes@hotmail.com](mailto:danyvguimaraes@hotmail.com)

<sup>5</sup> Eng. Florestal, Mestrando, Depto. Ciência do Solo, UFLA, Lavras – MG, [fabiojgomes85@yahoo.com.br](mailto:fabiojgomes85@yahoo.com.br)

<sup>6</sup> Graduando em Engenharia Florestal, Depto. Ciência do Solo, UFLA, Lavras – MG, [carlos.eduardo\\_teixeira@hotmail.com](mailto:carlos.eduardo_teixeira@hotmail.com)

**RESUMO:** Objetivou-se com o este trabalho estimar a erosividade da chuva durante três ciclos (2012 a 2014) nos períodos chuvosos (Novembro a Março) em Lavras, Minas Gerais, e estimar as perdas de solo e água por erosão hídrica na cultura do milho (*Zeamays*L.) em um Argissolo Vermelho-Amarelo. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, de modo que a erosividade da chuva foi calculada com base em monitoramento contínuo de eventos naturais obtidos na estação meteorológica de Lavras, 5º Distrito Meteorológico. Erosividade ( $EI_{30}$ ) foi obtida pelo produto da energia cinética total pela máxima intensidade em 30 minutos ( $I_{30}$ ). Foi gerada equação relacionando a erosividade da chuva com a precipitação. Parcelas de perdas de solo e água foram instaladas de modo a avaliar a influência do milho nas perdas de solo quando comparada a uma parcela controle, sem cobertura vegetal. As perdas de solo e água foram quantificadas após cada evento erosivo de chuva. Os resultados obtidos permitiram observar variação da erosividade da chuva para a região de Lavras, sendo obtidos valores de 8.384, 5.962 e 4.050 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para os ciclos de 2012, 2013 e 2014, respectivamente. Exceto Fevereiro em todos os ciclos e em Março de 2014, os demais meses apresentaram valores de erosividade maiores que o nível de referência considerado crítico (500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>). A equação para o período foi  $EI_{30} = -61,255 + 9,273 \times Precipitação$ , com  $r^2 = 0,73$ . A erosividade foi diretamente proporcional às perdas de solo e água na cultura do milho, especialmente no estágio inicial de desenvolvimento da cultura. Pôde-se observar a influência da cobertura vegetal na proteção do solo quanto ao impacto direto das gotas de chuva, uma vez que a parcela controle, sem cobertura vegetal, apresentou valores maiores de perdas de solo e água.

**PALAVRAS-CHAVE:**  $EI_{30}$ , erosão hídrica, conservação do solo e da água.

### **Rainfall erosivity and soil losses by water erosion at maize (*Zea mays* L.) crop period**

**ABSTRACT:** Present work aimed to estimate rainfall erosivity during three cycles (2012 to 2014) in the rainy season (November to March) at Lavras, Minas Gerais state, as well as estimate soil and water losses by water erosion in maize (*Zea mays* L.) in a Red-Yellow Argisol (Ultisol). Experiment was conducted at Federal University of Lavras, so that rainfall erosivity was calculated from continuous monitoring of natural rainfall events obtained in Lavras weather station, 5<sup>th</sup> Meteorological District. Erosivity ( $EI_{30}$ ) was obtained by multiplying the total kinetic energy by the maximum intensity in a 30 min period ( $I_{30}$ ). An equation correlating erosivity to rainfall was generated. Soil and water losses plots were installed in order to evaluate maize influence on soil losses when compared to a control plot, without any soil cover. Soil and water losses were quantified after each erosive rain. Results demonstrate rainfall erosivity variation to Lavras region, with values of 8,384, 5,962 and 4,050 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> to 2012, 2013 and 2014 cycles, respectively. Aside from February month in all cycles and at March 2014,

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

all months presented erosivity values higher than the reference level ( $500 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ month}^{-1}$ ). The equation for the period was  $EI_{30} = -61,255 + 9,273 \times \text{Rainfall}$ , with a  $r^2 = 0.73$ . Erosivity was directly proportional to soil and water losses at maize cultivation, especially at early stage of crop development. Soil cover influence in soil protection from direct impact from rain drops was elevated, once that the control plot, bare soil, presented higher values of soil and water losses.

**KEY WORDS:**  $EI_{30}$ , water erosion, soil and water conservation.

## INTRODUÇÃO

O manejo inadequado do solo na atividade agrícola, assim como a manutenção de solo descoberto nos períodos de entre safra podem acarretar no aumento da susceptibilidade dos solos à erosão hídrica ocasionando a sua degradação (Silva et al., 2009).

Neste sentido, é de suma importante mensurar a influência dos diferentes fatores determinantes na erosão hídrica, a fim de possibilitar a estimativa de perdas de solo e selecionar práticas que as reduzam ao máximo. Para a avaliação e predição das perdas de solo por erosão, a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), proposta por Wischmeier & Smith (1978) é considerada o modelo de maior relevância. A EUPS é composta por cinco parâmetros, a saber:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

em que,

A - Perda de solo média anual ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );

R - Erosividade da chuva ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ );

K - Erodibilidade do solo ( $\text{Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ );

LS - Fator topográfico (adimensional);

C - Fator cobertura (adimensional);

P - Fator manejo e tecnologias conservacionistas (adimensional).

Dentre os diversos fatores, a erosividade da chuva (Fator R), por definição, é o potencial da chuva em causar a desagregação e o transporte das partículas do solo, e depende de suas características físicas básicas, como tamanho, forma e velocidade terminal de queda das gotas. Estudos realizados por Val et al. (1986) foram os primeiros a determinar a erosividade da chuva para Lavras, MG, na ordem de  $6.843 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , atualizado por Aquino et al. (2012) com amplitude de 5.145 a  $7.776 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para a região de Lavras. Estudos realizados por Silva et al. (2009) encontraram valores médios anuais de  $4.865 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Aquino et al. (2014) avaliaram diversas distribuições de probabilidade e tempos de retorno para valores de erosividade mensais para a região de Lavras, MG, encontrando valores considerados críticos para os meses de Outubro a Março.

A perda de solo por erosão hídrica também pode ser influenciada quantitativamente pelos diferentes tipos de cobertura vegetal utilizada ou pela ausência desta. Diversos autores, como Santos et al. (2000) e Lima et al. (2014), ressaltam que a cobertura vegetal do solo leva a uma redução dos efeitos danosos da erosão, reduzindo a força de impacto direto das gotas de chuva, desestruturação do solo, selamento superficial e velocidade das enxurradas, de maneira que a alteração da cobertura vegetal afeta diretamente a taxa de escoamento superficial. Souza et al. (2010) recomenda a cultura do milho (*Zeamays L.*) na região sul de Minas Gerais, uma vez que a mesma pode minimizar o efeito do processo erosivo, principalmente nos períodos de maior ocorrência de chuva (Novembro a Março). Aquino et al. (2013) determinaram forte relação entre a erosividade, além do padrão de chuva, com as perdas de solo em um Cambissolo e um Latossolo para a região de Lavras.

Desta maneira, objetivou-se com o este trabalho estimar a erosividade da chuva durante três ciclos (2012 a 2014) nos períodos chuvosos (Novembro a Março) em Lavras, Minas Gerais, e estimar as perdas

de solo e água por erosão hídrica na cultura do milho (*Zeamays*L.) em um Argissolo Vermelho-Amarelo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Lavras, MG, localizado sob as coordenadas 21°13'20''S e 44°58'17''W, em altitude de 908 m, com clima Cwa, segundo a classificação climática de Köppen, com média anual de precipitação de 1.529,7 mm e de 19,4 °C de temperatura (Dantas et al., 2007; Alvares et al., 2013).

O experimento foi conduzido numa área de relevo suave-ondulado e declividade de 12%, em um Argissolo Vermelho-Amarelo. O período de estudo foi compreendido entre Novembro e Março, correspondente ao período chuvoso, durante três ciclos (2011/12, 2012/13, 2013/14).

As perdas de solo foram determinadas em parcelas de 4,0 m x 12,0 m, conforme metodologia sugerida por Wischmeier & Smith (1978), com a maior dimensão orientada no sentido do declive, delimitadas por chapas galvanizadas de 0,2 m de altura. Uma calha coletora localizada na extremidade inferior da parcela conduzia a enxurrada até uma caixa d'água com capacidade de armazenamento de 250 L, conectada a uma segunda caixa de mesma capacidade por um divisor tipo Geib, em que 1/9 do excedente de água e sedimentação da primeira caixa era encaminhado. Após cada evento de chuva em que houve coleta de água e sedimentos pelas caixas, retiraram-se amostras para a quantificação das perdas de solo conforme a metodologia descrita por Cogo (1978). As amostras foram transferidas para o laboratório e submetidas à decantação, foi seco em estufa a 105 °C durante 24 horas e em seguida foi determinado seu peso seco.

Neste estudo foram consideradas as perdas de solo provenientes das parcelas com solo descoberto e em parcela sob cultivo de milho (*Zeamays* L.). O plantio do milho foi realizado em Novembro de cada ciclo, em nível, com espaçamento de 0,7 m entre linhas e 0,1 m entre plantas.

Para o cálculo da erosividade, foram utilizados registros contínuos de dados pluviográficos de Lavras, Minas Gerais, do período compreendido de cada ciclo, obtidos na Estação Climatológica Principal de Lavras (MG), cujos valores de precipitação de 5 em 5 min foram transcritos para uma planilha. A partir destes dados separaram-se as chuvas consideradas individuais – aquelas espaçadas por mais de 6 horas e cuja precipitação foi maior do que 1 mm; e erosivas – eventos de chuva com precipitação superior a 10 mm em 15 min, com intensidade superior a 24 mm h<sup>-1</sup>, ou ainda com energia cinética maior que 3,6 MJ (De Maria, 1994). Em seguida, estimou-se a intensidade (I) em mm h<sup>-1</sup> de cada segmento chuvoso de 5 min e calculou-se a energia cinética (EC) através da equação proposta por Foster (1981):

$$EC = 0,119 + 0,0873 \times \log I \quad (2)$$

em que,

EC = Energia cinética (MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>);

I = Intensidade do segmento chuvoso (mm h<sup>-1</sup>).

O índice EI30 foi obtido a partir da multiplicação da EC total (somatório dos segmentos erosivos da chuva) pela intensidade máxima ocorrida em um período de 30 minutos consecutivos (I30), segundo Wischmeier & Smith (1958). Pelo somatório de cada chuva, obteve-se o valor mensal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitiram observar variação da erosividade da chuva para a região de Lavras, sendo obtidos valores de 8.384, 5.962 e 4.050 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para os três ciclos, respectivamente (Tabela 1). Exceto os meses de Fevereiro e Janeiro de 2014, os demais meses apresentaram valores de erosividade maiores que o nível de referência considerado crítico proposto por Rufino et al. (1986) de

500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

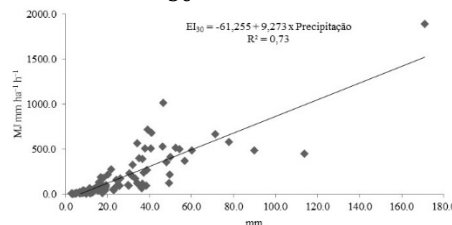
**Tabela 1.** Precipitação total mensal e valores de erosividade da chuva mensal, durante três ciclos, de 2011 a 2014, entre Novembro e Março, para região de Lavras, Minas Gerais.

Mês	2011/12		2012/13		2013/14	
	P (mm)	R (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )	P (mm)	R (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )	P (mm)	R (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )
Novembro	172,85	1.168,10	152,55	1.033,63	176,8	927,03
Dezembro	497,85	3.279,54	156,35	692,81	208,8	1.672,00
Janeiro	431,49	3.146,71	506,9	3.245,32	51,65	131,37
Fevereiro	80,2	219,64	75	359,15	63,5	124,18
Março	134,35	570,85	172,1	630,66	120,2	1.195,73
Total	1.316,74	8.384,84	1.062,90	5.961,57	620,95	4.050,31

P: Precipitação total mensal; R: Fator erosividade da chuva mensal.

De forma geral os meses com maior precipitação apresentaram maior erosividade, sendo que a mesma variou entre 124,18 e 3.279,54 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Com exceção do meses de Fevereiro nos três ciclos, os valores de erosividade foram semelhantes aos valores determinados por Aquino et al. (2014) para diferentes tempos de retorno na região de estudo, sendo que os autores ressaltam os meses de Outubro a Março como os mais críticos em relação à erosão hídrica. Aquino et al. (2012) concluem que os elevados índices de erosividade da região do Sul de Minas Gerais possuem forte influência da topografia, associados às características climáticas.

A correlação entre erosividade da chuva e precipitação para a região está demonstrada na Figura 1. O fator erosividade (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) apresentou comportamento linear em relação a precipitação mensal (mm). A equação para o período foi  $EI_{30} = -61,255 + 9,273 \times \text{Precipitação}$ , com  $r^2 = 0,73$ .



**Figura 1.** Correlação entre erosividade da chuva e precipitação para a região de Lavras, Minas Gerais.

Como uma das possíveis consequências da elevada erosividade da chuva, foram estimadas as perdas de solo (Tabela 2). Em parcelas com cultivo de milho a perda de solo apresentou um padrão diferente do encontrado nas parcelas com solo descoberto. As maiores perdas de solo ocorreram em Dezembro e Janeiro, para a parcela com cultivo de milho, e em Dezembro, Janeiro e Fevereiro, na parcela descoberta.

**Tabela 2.** Perdas de solo total mensal em parcelas de solo descoberta e com cultivo de milho (*Zeamays*L.) durante três ciclos, de 2011 a 2014, entre Novembro e Março, para região de Lavras, MG.

Mês	A (Mg ha <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )					
	2011/12		2012/13		2013/14	
	Descoberta	Milho	Descoberta	Milho	Descoberta	Milho
Novembro	0.57	0.79	0.49	0.15	0.11	0.07
Dezembro	1.60	1.22	0.78	0.28	5.31	2.48
Janeiro	4.06	1.29	4.84	2.90	0.01	0.00
Fevereiro	1.09	0.25	0.33	0.09	0.03	0.00
Março	0.94	0.19	0.97	0.09	4.14	0.00
Total	8.27	3.74	7.42	3.51	9.61	2.54

A: Perda de solo total mensal.

Houve elevadas perdas de solo nos primeiros meses após o plantio, uma vez que a cultura apresenta uma fase de desenvolvimento inicial mais lenta, influenciando na menor cobertura do solo. O desenvolvimento natural da cultura promove a interceptação das gotas de chuva, mitigando os efeitos da erosividade das chuvas e reduzindo drasticamente os valores de perda de solo.

Na parcela descoberta, as chuvas altamente erosivas, ocorridas em Janeiro, contribuíram para uma elevada perda de solo (Tabelas 1 e 2), semelhante aos valores determinados por Aquino et al. (2013) para outros solos para a região de Lavras. Assim, observa-se que eventos chuvosos curtos e com elevada erosividade podem acarretar maior perda de solo do que uma série de eventos de chuvas com erosividade equivalente ou maior, ocorridas num período de tempo mais longo. Souza et al. (2010) ressaltam a importância da adoção de práticas conservacionistas durante este período no sentido de reduzir os impactos do transporte de sedimentos de solo decorrentes da erosão hídrica.

## CONCLUSÕES

A erosividade da chuva para o período chuvoso nos três ciclos na região de Lavras, Minas Gerais, variou entre 4.050 e 8.384 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. A erosividade da chuva apresentou uma correlação linear com a precipitação, representada pela equação  $EI_{30} = -61,255 + 9,273 \times \text{Precipitação}$ .

A elevada erosividade resultou em elevadas perdas de solo decorrentes da erosão hídrica, principalmente quando da ocasião de solos descobertos sem adoção de práticas conservacionistas. A presença de cobertura vegetal (milho) foi benéfica no sentido de proteger o solo quanto a ações provenientes da erosão hídrica, uma vez que houve redução de perda de solo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o suporte financeiro e bolsas concedidas pela FAPEMIG, CNPq e CAPES.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

AQUINO, R. F. et al. Spatial variability of the rainfall erosivity in southern region of Minas Gerais state, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 36, n. 5, p. 533-542, set./out., 2012.

AQUINO, R.F. et al. Soil losses from typical Cambisols and Red Latosols related to three erosive rainfall patterns. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n.1, p. 213-220. 2013.





## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



AQUINO, R.F. et al. Erosividade das chuvas e tempo de recorrência para Lavras, Minas Gerais. **Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 9-16, jan./fev., 2014.

COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural. II. Alguns conceitos básicos e modelos de uma ficha para registro das características da chuva e perdas de solo e água (1ª aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2, Passo Fundo, 1978. **Anais**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1978. p.99-107.

DANTAS, A.A.A. et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1862-1866, nov./dez., 2007.

DE MARIA, I. C. Cálculo da erosividade da chuva. In: **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.

FOSTER, G. R. et al. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, n. 6, p. 355-359, nov./dez. 1981.

LIMA, P. L. T. Soil loss by water erosion in areas under maize and jack beans intercropped and monocultures. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 129-139, mar./abr., 2014.

RUFINO, R. L. Avaliação do potencial erosivo da chuva para o estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 10, n. 3, p. 279-281, set./dez. 1986.

SANTOS, C.A.G. et al. Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 92-96, 2000.

SILVA, A. M. et al. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6, p.1811-1820, 2009.

SOUZA, F. S. et al. Índice de cobertura vegetal pela cultura do milho no período de chuvas intensas no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 345-351, mar./abr., 2010.

VAL, L. A. et al. Erosividade das chuvas em Lavras– MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 199-209, jul./dez. 1986.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. **Transaction of the American Geophysical Union**, Washington, v. 39, n. 2, p. 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).