



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

Avaliação da erosividade da chuva em Curvelo, região central de Minas Gerais



Karine Rocha Santos¹; Daniel Dantas²; Maria José Hatem de Souza³; Fulvio Cupolillo⁴

¹Graduanda em Eng. Florestal, UFVJM, Diamantina-MG, Fone: (38)8828-3790, karocha.floresta@hotmail.com

²Graduando em Eng. Florestal, UFVJM, Diamantina-MG, dantasdaniel12@yahoo.com.br

³Eng. Agrícola, Prof. Associada, Depto. de Agronomia, UFVJM, Diamantina-MG, mariahatem@yahoo.com.br

⁴Geógrafo, Prof. Dr. de Climatologia do IFMG, Campus Santa Luzia-MG, fulvio.cupolillo@ifmg.edu.br

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho estimar a erosividade média mensal (EI₃₀) e anual (fator R) e comparar a variação destes fatores nos períodos de 1993 a 2003 (período 1) e 2004 a 2014 (período 2), para o município de Curvelo, Minas Gerais. Essa localidade apresenta clima tropical com inverno seco, caracterizado como **Aw**, segundo Köppen, com temperatura média máxima de 22 °C, temperatura média mínima de 18 °C e precipitação média anual de 1200 mm. Os dados utilizados foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional das Águas (ANA). Observou-se estação seca bem definida entre os meses de abril e setembro, onde a precipitação média mensal não ultrapassou 14,42 mm no primeiro período e 17,65 mm no segundo. O índice de erosividade média mensal foi maior nos meses em que se verifica um maior volume precipitado, com valores mais altos em dezembro, na ordem de 1964,45 mm e 2616,64 mm para os períodos 1 e 2, respectivamente. E os menores valores de EI₃₀ foram verificados no mês de julho com 0,98 MJ.mm/ha.h no período 1 e 3,11 MJ.mm/ha.h no período 2. O fator R para o período 1 foi de 6463,20 MJ.mm/ha.h.ano e para o período 2 de 7583,41 MJ.mm/ha.h.ano. O teste de “t” demonstrou diferença significativa nos valores de precipitação e EI₃₀ entre os dois períodos estudados. Pode-se concluir que o aumento da precipitação no segundo período levou a um aumento no índice de erosividade e, conseqüentemente, no fator R, que passou de moderado no período 1, para alto no período 2.

PALAVRAS-CHAVE: erosão hídrica, potencial erosivo, precipitação

Rainfall erosivity evaluation in Curvelo, central region of Minas Gerais

ABSTRACT: The objective of this work to estimate the average monthly erosivity (EI₃₀) and annual (R factor) and compare the variation of these factors in the periods 1993 to 2003 (period 1) and 2004-2014 (period 2), for the city of Curvelo, Minas Gerais. This place has a tropical climate with dry winter, characterized as **Aw**, according to Köppen, with an average maximum temperature of 22 °C average minimum temperature of 18 °C and average annual rainfall of 1200 mm. The data used were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) and Hydrological Information System of the National Water Agency (ANA). There was definite dry season between April and September, where the average monthly rainfall did not exceed 14.42 mm in the first period and 17.65 mm in the second. The average monthly erosivity index was higher in the months where there is a greater rainfall volume, with higher values in December, on the order of 1964.45 mm and 2616.64 mm for periods 1 and 2, respectively. And the smaller EI₃₀ values were observed in July (0,98 MJ.mm/ha.h) in period 1 and June (3,11 MJ.mm/ha.h) in period 2. The R factor for period 1 was 6463,20 MJ.mm/ha.h.year and the period 2 was 7583,41 MJ.mm/ha.h.year. The “t” test showed significant difference in precipitation values and EI₃₀ between the two study periods. It can be concluded that the increase in the second period of precipitation led to an increase in the erosivity index and hence the R factor, in period 1 moderate to high in period 2.



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



KEY WORDS: water erosion, erosive potential, precipitation.

INTRODUÇÃO

A erosão acelerada do solo é uma das grandes preocupações ambientais no Brasil, por se tratar do maior impacto ambiental em muitos locais do país. O comportamento espacial e temporal das chuvas consiste no fator determinístico para o processo erosivo em áreas agrícolas, bem como no tocante aos deslizamentos de massas de solo em áreas cuja geomorfologia é reconhecidamente de risco, como áreas montanhosas e de topografia íngreme, sem uma eficiente cobertura vegetal (Mello et al., 1891). Logo, a erosão hídrica apresenta elevado potencial de redução na capacidade produtiva dos solos e pode comprometer os recursos hídricos superficiais (Mello et al., 2007).

Entre os diversos fatores ligados à erosão, a erosividade das chuvas é uma das mais importantes. No processo erosivo, um fator muito atuante e considerado de grande importância é o fator R, denominado erosividade da chuva, que compõe a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) e é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em uma dada localidade, de causar erosão hídrica em uma área sem proteção (Bertoni & Lombardi Neto, 1993). Ele pode ser expresso por meio de índices que se baseiam nas características físicas das chuvas de cada região (Cabral et al., 2005), sendo o EI₃₀ o mais utilizado em condições brasileiras, índice mais adequado à realidade intertropical (Bertoni & Lombardi Neto, 1993; Albuquerque et al., 1994; Alves, 2000).

O EI₃₀ proposto por Wischmeier & Smith (1978) é caracterizado como o produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de 30 minutos consecutivos (Marques et al., 1997).

Desse modo, objetivou-se com esse trabalho estimar a erosividade média mensal (EI₃₀) e anual (fator R) e comparar a variação destes fatores entre os períodos de 1993 a 2003 e 2004 a 2014, para o município de Curvelo, Minas Gerais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Curvelo está situado na região sudeste do Brasil, no centro do estado de Minas Gerais. Está localizado na Bacia do Rio São Francisco, nas seguintes coordenadas: 18°45'S e 44°25'W. Se encontra a uma altitude de 633 metros acima do nível do mar.

Apresenta clima tropical com inverno seco e verão chuvoso, caracterizado como **Aw**, segundo classificação de Köppen, com temperatura média anual de 18 °C a 22 °C e precipitação média anual de 1200 mm (Botezelli et al., 2000).

Foram utilizados dados mensais de precipitação de séries históricas pluviométricas obtidos junto ao 5° Distrito de Meteorologia – 5° DISME – pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional das Águas (ANA). A estação meteorológica do INMET, em Curvelo, está localizada na latitude de 18,75°S, longitude de 44,45°W e altitude de 672,0 m.

Os dados utilizados neste estudo compreendem os anos de 1993 a 2014, sendo que, definiu-se dois períodos de dez anos cada para comparação, sendo: Período 1 (1993 a 2003) e Período 2 (2004 a 2014).

Para a determinação do índice de erosividade médio mensal (EI₃₀), calculou-se a média mensal nos períodos 1 e 2, e foi utilizada a equação 1 proposta por Wischmeier & Smith (1978)

$$EI_{30} = 67,355 \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,85} \quad (1)$$

Sendo:

r: precipitação média mensal (mm)

P: precipitação média anual (mm)

O índice de erosividade anual das chuvas (R) é o somatório dos valores mensais desse índice, conforme equação 2:

$$R = \sum_{1}^{12} EI_{30} \quad (2)$$

O teste de significância *t* de Student foi utilizado para verificar se houve variação significativa da precipitação e da erosividade entre os períodos estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual no período de 1993 a 2003 foi de 993,9 mm, enquanto que no período de 2004 a 2014 foi de 1198,8 mm (Tabela 1). Em ambos os períodos houve distinção de dois ciclos bem definidos em relação à precipitação, com trimestre mais chuvoso de novembro a janeiro e trimestre mais seco de junho a agosto. A estação chuvosa (outubro a março) apresentou precipitação média, na série temporal estudada, de 151,22 mm e 182,14 mm nos períodos 1 e 2, respectivamente, e na estação seca, de abril a setembro, a precipitação média foi de 14,42 mm no período 1 e 17,65 mm no período 2 (Tabela 2).

Para o período 1, o menor EI_{30} é referente ao mês de julho e o maior ao mês de dezembro com valores de 0,98 e 1964,45 MJ.mm/ha.h, respectivamente. Já para o período 2, o mês com maior EI_{30} continuou a ser dezembro com 2616,64 MJ.mm/ha.h e o mês com menor índice de erosividade passou a ser junho com 1,88 MJ.mm/ha.h, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

Tabela 1: Precipitações médias mensal e anual, índices de erosividade médios mensal e anual nos períodos 1 (1993 a 2003) e 2 (2004 a 2014).

Mês	1993-2003		2004-2014	
	Precipitação Média	EI ₃₀	Precipitação Média	EI ₃₀
	(mm)	(MJ.mm/ha.h)	(mm)	(MJ.mm/ha.h)
Janeiro	168,7	1166,5	210,5	1448,8
Fevereiro	115,4	611,1	118,1	542,7
Março	148,4	938,2	174,3	1050,9
Abril	28,6	57,1	51,8	133,7
Maio	21,7	35,7	16,6	19,4
Junho	5,7	3,7	4,2	1,9
Julho	2,6	1,0	5,7	3,1
Agosto	13,0	15,0	4,7	2,2
Setembro	14,9	18,7	22,9	33,3
Outubro	49,3	144,1	82,4	294,2
Novembro	196,2	1507,6	209,5	1436,6
Dezembro	229,3	1964,5	298,1	2616,6
Total	993,9	6463,2	1198,8	7583,4

Tabela 2: Precipitação média (mm) na estação chuvosa e seca em cada período analisado.

Período	Precipitação Média (mm)		Precipitação Anual
	Estação Chuvosa	Estação Seca	
1993-2003	151,22	14,42	993,86
2004-2014	182,14	17,65	1198,78

O índice de erosividade está intimamente relacionado com o volume precipitado, onde os meses em que se obteve os menores valores desse índice correspondem aos meses de menor precipitação média mensal (Figura 1). Silva (2004) concluiu que a erosividade anual é altamente dependente do total precipitado, tendo encontrado coeficiente de determinação de 0,97 entre essas grandezas, mapeando a erosividade no Brasil. Neste estudo, a estação chuvosa foi responsável por aproximadamente 98% da erosividade em ambos os períodos.

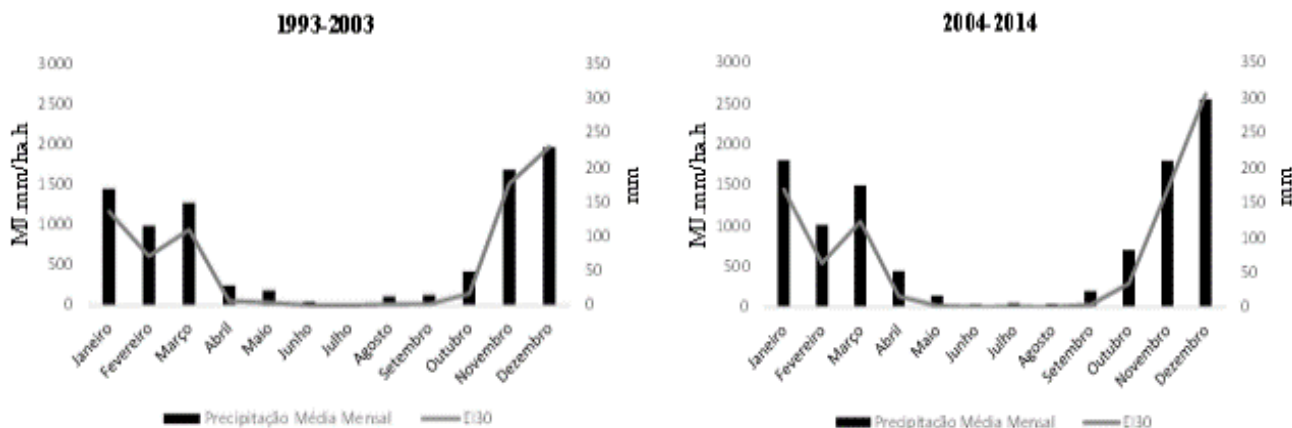


Figura 1: Precipitação média mensal (mm) e índice de erosividade EI₃₀ (MJ.mm/ha.h) nos períodos de 1993 a 2003 e de 2004 a 2014.

A análise dos dados através do teste de significância *t* de Student, determinou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas precipitações médias mensais e nos índices de erosividade entre os períodos 1 (1993 a 2003) e 2 (2004 a 2014), ou seja, houve variação do comportamento dessas variáveis nos diferentes períodos. Tal fato foi comprovado através da mudança que ocorreu na classificação de erosividade do primeiro para o segundo período. O fator R encontrado foi de 6463,20 MJ.mm/ha.h.ano para o período 1, e no período 2 foi de 7583,41 MJ.mm/ha.h.ano. Segundo Foster (1981), o fator R da área de estudo indica uma erosividade moderada no período 1 e que passou a ser alta no período 2 (Tabela 3). O aumento do índice de erosividade pode estar relacionado ao aumento da precipitação média mensal observada de um período para o outro, onde foi verificado que dos doze meses analisados houve aumento da precipitação média em nove deles sendo que, o aumento ocorrido em abril, setembro e outubro atingiram valores de 81,2, 54,1 e 67,1%, respectivamente.

Tabela 3: Classes de interpretação do índice de erosividade médio anual (R)

Erosividade (MJ.mm/ha.h.ano)	Classes de Erosividade
$R \leq 2452$	Baixa
$2452 < R \leq 4905$	Média
$4905 < R \leq 7357$	Moderada
$7357 < R \leq 9810$	Alta
$R > 9810$	Muito Alta

Fonte: (Carvalho, 2008; Foster et al., 1981)

CONCLUSÕES

O aumento da precipitação do período 1 (1993 a 2003) para o período 2 (2004 a 2014) resultou no aumento do índice de erosividade que passou de moderado para alto.

A região apresenta estação seca e chuvosa bem definida com trimestre menos chuvoso de junho a agosto e o mais chuvoso de novembro a janeiro, onde verifica-se que a precipitação está intimamente relacionada com a erosividade, pois os meses com maior volume precipitado apresentaram maior índice de erosividade.



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



AGRADECIMENTOS

A Fundação de amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. W.; CHAVES, I. B. & VASQUES FILHO, J. Características físicas da chuva correlacionadas com as perdas de solo num regolito eutrófico de Caruaru (PE), **R. Bras. Ci. Solo**, 18:279-283, 1994.

ALVES, M. Estimativa da perda de solo por erosão laminar na bacia do Rio São Bartolomeu – DF usando técnicas de geoprocessamento. São José dos Campos, 2000. 33 p. (**Relatório Técnico apresentado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**).

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 1993. 355 p.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A.C; MALAVASI, M.M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cernea**, v.6, n.1, p.009-018, 2000.

CABRAL, J. B. P.; BECEGATO, V. A.; SCOPEL, I. & LOPES, R. M. Estudo da erosividade e espacialização dos dados com técnicas de geoprocessamento na carta topográfica de Morrinhos-Goiás/Brasil para o período de 1971 a 2000. **GeoFocus**, 5:1-18, 2005.

FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conservation of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.36, p. 355-359.

MARQUES J. J. G. S. M., et al. Índices de erosividade da chuva, perdas de solo e fator de erodibilidade para dois solos da região dos cerrados – primeira aproximação. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 21:427-434, 1997.

MELLO et al. Distribuição espacial da precipitação e da erosividade da chuva mensal e anual no estado do Espírito Santo. **R. Bras. Ci. Solo**, 36:1878-1891.

MELLO et al. Erosividade mensal e anual da chuva no estado de Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.4, p.537-545, abr. 2007.

SILVA, A. M. da. Rainfall erosivity map for Brazil. **Catena**, v.57, p.251-259, 2004.

SOUZA, M. J. H. **Caderno Didático de Meteorologia e Climatologia: Precipitação**. - Diamantina: UFVJM, 2005. 17 p.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agriculture Hand-Book, 537).