



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 das chuvas na Sub-bacia Hidrográfica das Posses, Extrema, MG¹



Lucas Machado Pontes²; Diêgo Faustolo Alves Bispo³; Marx Leandro Naves Silva⁴; Lucas Galvão Elisei⁵; Thaís Palumbo⁶; Fábio José Gomes⁷

¹Parte do desenvolvimento da tese do primeiro autor

² Eng. Ambiental, discente de doutorado no Programa de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG, Fone: (35)3829-1251, lucasmachadopontes@hotmail.com

³Eng. Agrônomo, discente de doutorado no Programa de Ciência do Solo, UFLA

⁴Dr. Ciência do Solo, professor titular do Departamento de Ciência do Solo, UFLA

⁵Estudante de Eng. Ambiental, graduação, UFLA

⁶Estudante de Agronomia, graduação, UFLA, thaispalumbosilva@hotmail.com

⁷Eng. Florestal, discente de mestrado no Programa de Ciência do Solo, UFLA, fabiojgomes85@yahoo.com.br

RESUMO: A erosão hídrica é a principal forma de degradação do solo e também é responsável pelo assoreamento de cursos d'água e represas. No município de Extrema, MG, foi criado o projeto pioneiro no Brasil que realiza o pagamento por serviços ambientais, com ênfase na conservação do solo e da água. Deste modo, os objetivos do trabalho foram avaliar o potencial erosivo das chuvas na Sub-bacia das Posses e, gerar e avaliar equações para estimar o EI₃₀. Para o cálculo do EI₃₀ foram utilizados dados de dois pluviógrafos, um localizado na sub-bacia das Posses, instalado em 2013 e outro no centro da cidade de Extrema, com observações a partir de 2010. Foram ajustadas regressões potenciais entre o EI₃₀ e as precipitações totais mensais (P mensal) e desse índice com o índice de Fournier modificado (MFI). Estas equações foram avaliadas e a Equação Pmensal foi que apresentou menor erro, portanto, a esta foi utilizada para estimar o EI₃₀ para os dados dos cinco pluviômetros presentes na sub-bacia. O valor médio de erosividade obtido foi de 8.203,56 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, o maior valor ocorreu em 2011 com 13.293,5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, correspondente à uma precipitação de 1.604 mm. O potencial erosivo das chuvas é bem grande na região, tornando a prioritária para receber as práticas de conservação e reflorestamento.

PALAVRAS-CHAVE: índice de erosão, precipitação, conservação

Rainfall erosivity in Posses Sub-basin, Extrema, MG

ABSTRACT: Water erosion is the main form of land degradation and is also responsible for the siltation of waterways and dams. In the city of Extrema, Minas Gerais, was created the pioneer project in Brazil that performs payment for environmental services, with emphasis on soil and water conservation. Thus, the objectives of the study are to evaluate the erosive potential of rainfall in the Posses watershed, adjust and evaluate equations to estimate the EI₃₀. To calculate the EI₃₀ were used data from two recording rain gauges, one located in the Posses Sub-basin, installed in 2013 and the other in the center of city of Extrema with observations from 2010. Potential regressions were adjusted for EI₃₀ and the total rainfall month (monthly P) relation and, to the modified Fournier index (MFI). These equations were evaluated and the Pmensal Equation showed lower error, therefore this was used to estimate the EI₃₀ for the data of the five rain gauges present in the sub-basin. The average erosivity value thus obtained was 8203.56 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ yr⁻¹, the highest occurred in 2011 with 13293.5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ yr⁻¹ and corresponding to an 1604 mm rainfall. The erosive potential of rainfall is quite large in the region, and because of that the area becomes priority to get conservation and reforestation practices.

KEYWORDS: erosion index, rainfall, conservation

A erosão hídrica é a principal causa de degradação do solo, também é a causa de assoreamento e de parte da poluição dos corpos d'água. O projeto Conservador das Águas foi implementado no município de Extrema, MG, com intento de garantir o provimento de água com quantidade e qualidade para o Rio Jaguarí e jusante, por meio de práticas de conservação do solo e da água. Neste contexto, o monitoramento e determinação dos fatores da erosão é fundamental, notadamente o fator erosividade da chuva.

O EI_{30} é o índice mais utilizado para estimar o potencial erosivo das chuvas. O EI_{30} é calculado pelo produto do total de energia cinética (E_c) da precipitação com a intensidade máxima em 30 minutos (I_{30}). Dada a dificuldade em obter dados de precipitação com detalhes temporais da ordem de minutos, têm-se buscado estabelecer equações adequadas para estimar o EI_{30} com base em dados mensais (Ramos & Duran, 2014). Por isso, é importante analisar o comportamento espacial e temporal da erosividade em bacias hidrográficas, de modo a avaliar o desempenho das equações disponíveis.

Nestes termos, o presente trabalho objetivou avaliar o potencial erosivo das chuvas na Sub-bacia Hidrográfica das Posses, gerar uma equação para estimar o EI_{30} a partir de dados mensais de precipitação e, comparar esta equação com as equações disponíveis na literatura para a região.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Sub-bacia Hidrográfica das Posses drena suas águas para a bacia do Rio Jaguarí. Está localizada no município de Extrema, MG e possui 1.196,7 hectares de área, com altitudes entre 968 e 1.420 metros. O clima na região é do tipo Cwb (mesotérmico de verões brandos e suaves e estiagem de inverno), segundo Köppen e com precipitação média anual de 1.652 mm. A Sub-bacia das Posses é uma bacia piloto do projeto Conservador das Águas e, portanto, desde 2008 é monitorada com cinco estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA). Em 2010, um pluviógrafo foi instalado na cidade de Extrema e em novembro de 2013 outro foi instalado na sub-bacia das Posses (**Figura 1**).

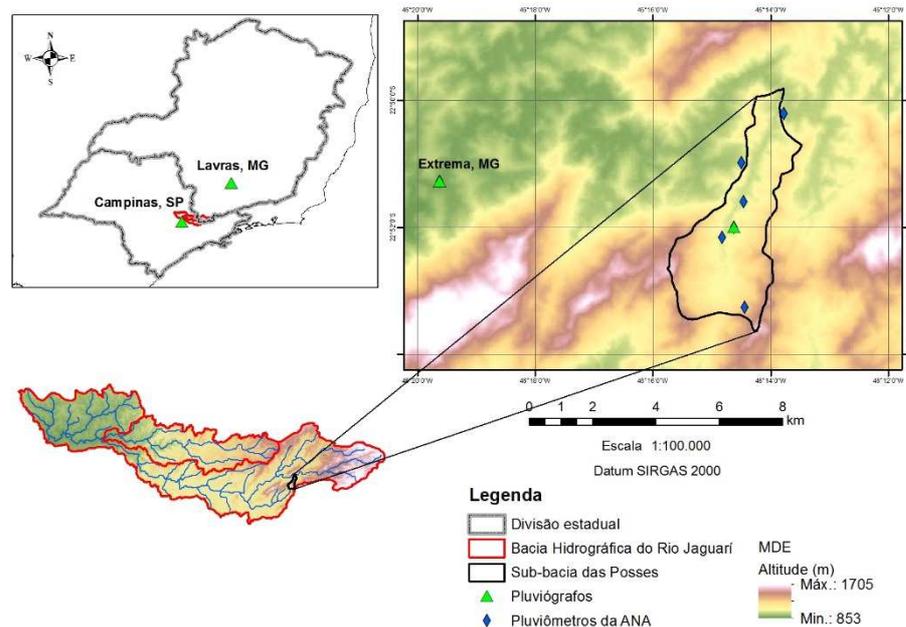


Figura 1. Localização dos pluviógrafos utilizados para gerar as equações de Campina, Lavras e Extrema em relação à Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarí e da Sub-bacia das Posses com seus pluviômetros.

Com os dados do pluviógrafo instalado na cidade, calculou-se o índice EI_{30} pela equação desenvolvida por Wischmeier & Smith (1958). Em seguida foram ajustadas equações potenciais que relacionam o EI_{30} com a precipitação mensal (Equação P_{mensal}) e com o índice de Fournier modificado (MFI) (Equação MFI) (Renard & Freimund, 1994).

Estas equações geradas, bem como a Equação de Campina (Lombardi Neto & Moldenhauer, 1992) e a Equação de Lavras (Aquino et al., 2014) (Figura 1) foram avaliadas por meio de validação cruzada. A validação consistiu na comparação do EI_{30} calculado com os dados do pluviógrafo instalado na Sub-bacia das Posses com as estimativas feitas pelas diferentes equações. O período de dados utilizados na validação foi de novembro de 2013 a fevereiro de 2015.

Foram calculados o erro médio e o erro padrão para os resultados de cada equação e realizado o teste t de Student com 95% de confiança para comparar as médias de dados pareados. A equação com melhor desempenho na avaliação foi utilizada para estimar o índice EI_{30} para os dados mensais e anuais dos cinco pluviômetros da ANA instalados na Sub-bacia das Posses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de precipitação e erosividade mensal de 2010 a 2015 para o município de Extrema, MG estão apresentados na Figura 2a. Pode-se observar que os eventos erosivos estão concentrados entre os meses de outubro e março, que representam o período chuvoso para a região. Além disso, nota-se a presença de um evento extremo em janeiro de 2011, que resultou em um ano com $13.293,5 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, correspondente à uma precipitação 1.604 mm. O valor médio anual de erosividade obtido foi de $8.212,70 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Com estes dados foram estabelecidas as equações de regressão Equação MFI e Equação P_{mensal} (Figuras 2b e 2c).

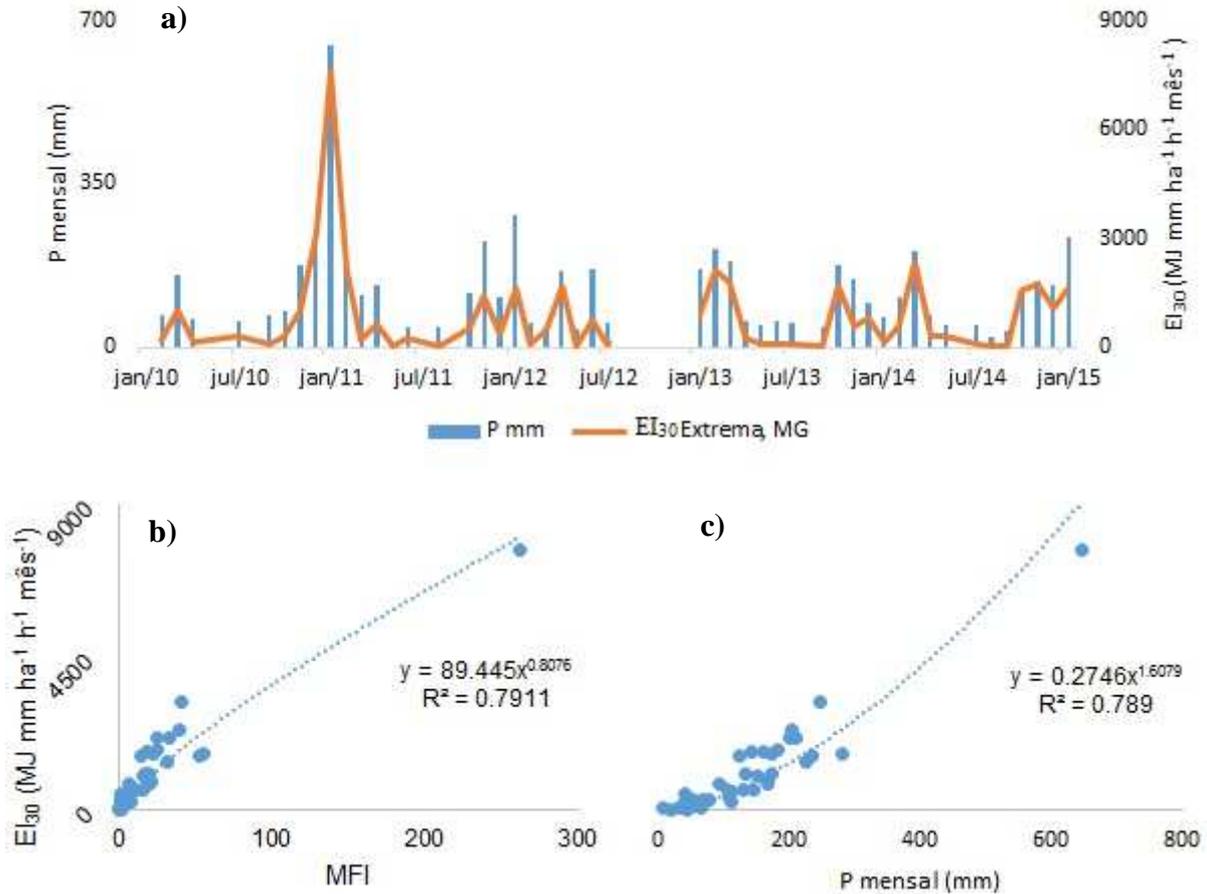


Figura 2. Dados de precipitação mensal do pluviógrafo instalado na cidade de Extrema, MG. **a)** valores de precipitação e EI₃₀ mensal. **b)** Equação MFI e **c)** Equação Pmensal. Ambas equações geradas com a regressão potencial com o EI₃₀.

Teoricamente a Equação MFI seria a mais adequada para estimar o EI₃₀, pois além de apresentar maior coeficiente de determinação, graficamente nota-se melhor ajuste para valores extremos (Renard & Freimund, 1994). Porém, como resultados da validação com os dados do pluviógrafo na sub-bacia das Posses a Equação Pmensal apresentou melhor desempenho (**Figura3**).

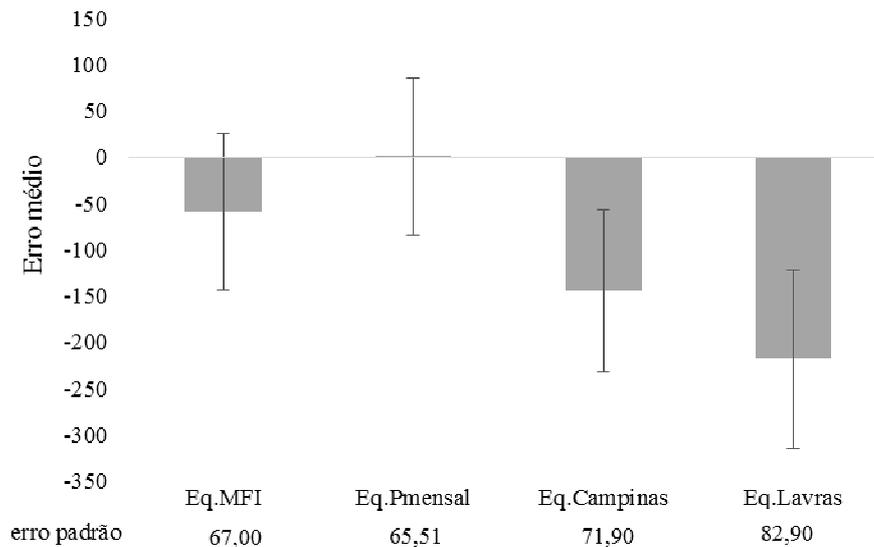


Figura 3. Erros médios e erros padrões das quatro equações avaliadas com os dados do pluviógrafo instalado na Sub-bacia das Posses.

A Equação Pmensal foi a que apresentou melhor desempenho na validação, uma vez que o erro médio ficou mais próximo de zero. As demais equações subestimaram o valor médio de erosividade mensal calculada com os dados do pluviógrafo instalado na sub-bacia das Posses. É importante notar que a distância entre o local de determinação da equação e a estação utilizada na validação apresentou relação direta com o erro, ou seja, quanto mais distante maior o erro. Por outro lado, o desvio padrão do erro, não apresentou muita alteração em função desta distância.

Os resultados do teste t de Student apresentaram diferença significativa apenas entre as médias observadas e dos valores estimados com a Equação de Lavras. Ou seja, esta equação não poderia ser usada para estimar o EI_{30} na Bacia das Posses, pois os valores por ela gerados diferem negativamente da média observada em campo.

Ainda que a Equação MFI tenha, em média, subestimado a erosividade para o conjunto de dados testados, não se pode descartá-la antes de testá-la em um conjunto maior de dados e que contenha valores extremos de precipitação e EI_{30} . Isto porque os dados usados na validação são considerados valores baixos de erosividade, devido ao período seco, atípico para o ano analisado. Desta maneira, a Equação Pmensal foi usada para ser estimar o EI_{30} com os dados mensais de precipitação (**Tabela 1**).

Tabela 1. Valores de EI_{30} estimados com a Equação Pmensal para os dados de precipitação diária das estações pluviométricas da ANA na sub-bacia das Posses

Nome da estação	Altitude	EI_{30} (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ ano ⁻¹)						Média
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Toca do Rato	877	5.620,77	7700,30	9270,00	9.335,13	9.432,39	9.599,47	8.493,01
Sítio Bela Vista	967	5.172,39	6855,19	8537,98	8.684,63	8.800,38	8.981,63	7.838,70
Sítio Siriema	978	5.398,24	6936,67	8499,40	8.718,51	8.828,67	9.045,03	7.904,42
Sítio São Jose	1.001	5.156,97	6554,87	8133,88	8.416,85	8.522,37	8.737,63	7.587,10
Nascente Principal	1.182	6.644,00	8143,39	9835,74	10.009,85	10.153,19	10.381,21	9.194,56

A média anual do EI_{30} para as estações pluviométricas na sub-bacia das Posses foi de 8.203,56 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ com 57% deste valor concentrado entre os meses de novembro a janeiro, os quais correspondem ao trimestre mais chuvoso do ano hidrológico e, portanto, prioritários para o manejo



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

adequado das práticas de conservação do solo e da água (Silva et al., 2010). Os valores mensais de EI_{30} apresentaram média de $1.438,15 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$.

Os padrões de erosividade são considerados muito elevados e condicionados à elevada altitude encontrada na Serra da Mantiqueira, o que está de acordo com o comportamento para a região sul de Minas Gerais (Aquino et al., 2014). Portanto, as ações de conservação do solo e da água nesta região, são fundamentais para mitigar os impactos da erosão hídrica, sobretudo para a represa Jaguari/Jacareí localizada à jusanteda Sub-bacia das Posses.

CONCLUSÕES

A equação potencial gerada com dados mensais de precipitação, Equação Pmensal, é a mais indicada para estimar o EI_{30} para a região e, em caso de falta de dados com detalhamento temporal.

A erosividade na Sub-bacia das Posses apresenta valores elevados, o índice EI_{30} varia entre $5.156,97 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $10.381,21 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

A região onde está localizada a sub-bacia das Posses é prioritária para ações de conservação do solo e da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo financiamento das bolsas de pós-graduação e dos projetos de pesquisa. Também agradecemos à Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Municipal de Extrema, MG, pelo apoio nas atividades de campo e condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, R.F.; SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F.; CURI, N.; MELLO, C.R.; AVANZI, J.C. 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, 2012.

AQUINO, R.F.; et al. Erosividade das chuvas e tempo de recorrência para Lavras, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, n. 1, p. 009-016, 2014.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP) (1). **Bragantia**. Campinas, v. 51, p. 189–196, 1992.

RAMOS, M.C.; DURÁN, B. Assessment of rainfall erosivity and its spatial and temporal variabilities: Case study of the Penedès area (NE Spain). **Catena**. Amsterdam, v. 123, p.135-147, 2014.

RERNARD, K.G.; FREIMUND, J.R. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. **Journal of Hydrology**. Amsterdam, v. 157, p. 287-306, 1994.

SILVA, M.A. et al. Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do Rio Doce, região centro-leste do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 34, p. 1029–1039, 2010.

WISCHMEIER W.H.; SMITH D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transaction America Society of Civil Engineering**. Boston, v.39, p.285-291, 1958.