

# ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE EROSIVIDADE E OBTENÇÃO DE PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO USANDO SÉRIES CURTAS DE DADOS

*Paulo Tarso Sanches de Oliveira<sup>1</sup>; Cristian Youlton<sup>2</sup>; Dulce Buchala Bicca Oliveira<sup>3</sup>; Teodorico Alves Sobrinho<sup>4</sup>; Edson Wendland<sup>5</sup> & Eduardo Mario Mendiondo<sup>6</sup>*

**RESUMO** – Neste trabalho objetivou-se determinar: (i) índice de erosividade  $EI_{30}$ ; (ii) equações de regressão entre o  $EI_{30}$  e o coeficiente de Fournier modificado; e (iii) padrões hidrológicos. Para tanto, utilizaram-se dados de precipitação de uma estação pluviográfica localizada no Município de Dourados, MS, correspondente ao período de 2004 a 2008. As chuvas analisadas foram divididas em chuvas individuais e chuvas erosivas e, então, foram processadas no software CHUVEROS para o cálculo do  $EI_{30}$  e dos padrões hidrológicos de cada chuva. Verificou-se que os meses de novembro a janeiro correspondem ao período crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas, representando 55% da erosividade média anual. A erosividade média anual (Fator R) resultante foi igual a  $9.345 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . O padrão hidrológico avançado foi o de maior frequência dentre as precipitações analisadas, seguido pelos padrões intermediário e atrasado. As equações de regressão geradas podem ser utilizadas como alternativa na determinação da erosividade média mensal e anual das chuvas em locais com características climáticas semelhantes, auxiliando em decisões quanto a medidas de conservação do solo e da água.

**ABSTRACT** – This paper aims to determine: (i) the erosivity index  $EI_{30}$ ; (ii) the regression equations between the  $EI_{30}$  and the modified Fournier coefficient; and (iii) the hydrological patterns. We used pluviograph rainfall data from station located in the Dourados city, for the period 2004 to 2008. The precipitations analyzed were divided into individual rains and erosive rains and, then, they were processed using the software CHUVEROS for the calculation of  $EI_{30}$  and hydrological patterns of each rainfall. This work reveals that the months from November to January are the critical period of the rainfall erosive potential, representing 55% of annual average erosivity. The annual average erosivity (R Factor) resulted was equal to  $9.345 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . The hydrological pattern advanced had more frequency between the rainfalls studied, which was followed by intermediate and later patterns. We conclude that the regression equations obtained can be used as an alternative to determine the monthly and annual average erosivity in the places with similar climatic characteristics, which could help in decisions about soil and water conservation measures.

Palavras-chave: Erosão hídrica, USLE; fator R.

1) Doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SHS-EESC-USP, Caixa Postal 359, CEP 13560-970, São Carlos (SP); E-mail [paulot@sc.usp.br](mailto:paulot@sc.usp.br).

2) Doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SHS-EESC-USP, Caixa Postal 359, CEP 13560-970, São Carlos (SP); E-mail [cristian.youlton@usp.br](mailto:cristian.youlton@usp.br).

3)Doutoranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SHS-EESC-USP, Caixa Postal 359, CEP 13560-970, São Carlos (SP). E-mail [dulce@sc.usp.br](mailto:dulce@sc.usp.br).

4) Professor Associado III. Departamento de Hidráulica e Transportes. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Cidade Universitária, Campus da UFMS, Campo Grande, MS, CEP 79070-900, Caixa Postal 549. UFMS. E-mail: [talves@nin.ufms.br](mailto:talves@nin.ufms.br)

5) Professor Titular, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SHS-EESC-USP, Caixa Postal 359, CEP 13560-970, São Carlos (SP). E-mail [ew@sc.usp.br](mailto:ew@sc.usp.br).

5) Professor Doutor, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SHS-EESC-USP, Caixa Postal 359, CEP 13560-970, São Carlos (SP). E-mail [emm@sc.usp.br](mailto:emm@sc.usp.br).

## INTRODUÇÃO

A precipitação é a força motriz da erosão hídrica, pois, juntamente com o escoamento superficial, proporciona a desagregação e o transporte de sedimentos. Neste sentido, diversos estudos utilizando chuva natural e artificial têm sido realizados visando conhecer o papel da distribuição e tamanho da gota das chuvas sobre o desprendimento das partículas de solo. No entanto, as medidas são de difícil mensuração e os dados utilizados são reduzidos, espacialmente e temporalmente. Esse fato tem incentivado a elaboração de estudos relacionados a índices pluviométricos, tais como a intensidade máxima durante um período de tempo, a energia total da chuva ou a taxa direta de desagregação do solo (Angulo-Martínez & Beguería, 2009). Como exemplo de índice de erosividade, pode-se citar o Fator R da Universal Soil Loss Equation (USLE), que resume todos os eventos erosivos quantificados pelo índice  $EI_{30}$  ocorridos ao longo do ano, e o índice  $KE > 25$ , desenvolvido para as condições tropicais da África do Sul.

O índice  $EI_{30}$  tem sido o mais utilizado (Hoyos *et al.*, 2005), apresentando, em diversos estudos, boa correlação com a perda de solo (Bertol *et al.*, 2007; Bertol *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2009). No entanto, para obtenção desse fator é recomendado uma série superior a 20 anos de registros pluviográficos, o que não é encontrado em muitas regiões do mundo (Hoyos *et al.*, 2005; Capolongo *et al.*, 2008). Assim, a fim de viabilizar a obtenção do Fator R, foram propostos modelos que relacionam o índice de erosividade com dados de precipitação (e.g. mensal, totais anuais pluviométricos e o índice de Fournier modificado). Esses registros pluviométricos diários geralmente estão disponíveis para a maioria das localidades com boa cobertura espacial e temporal, permitindo a obtenção do índice de erosividade, com boa precisão, em regiões com ausência de dados pluviográficos (Silva, 2004; Angulo-Martínez & Beguería, 2009).

Além da erosividade, o padrão hidrológico constitui uma importante forma de analisar as características das precipitações em causar erosão. Neste sentido, Horner & Jens (1942) classificaram as precipitações de acordo com os padrões hidrológicos, sendo denominados: (i) avançado, quando o pico de maior intensidade está no início (primeiro terço); (ii) intermediário meio (segundo terço); e (iii) atrasado ou fim (terceiro terço) do período de duração da precipitação. Sob condições semelhantes de volume total, intensidade do pico e duração, as chuvas de padrão hidrológico atrasado são mais danosas do ponto de vista da erosão do solo, uma vez que o pico de intensidade ocorre no último terço do tempo de duração da chuva, quando o solo já se encontra com teor de umidade mais elevado (Cassol *et al.*, 2008). Mehl *et al.* (2001) constataram que as maiores perdas de solo e água ocorrem nos padrões intermediário e atrasado, devido à maior umidade antecedente ao pico de maior intensidade da chuva. Em solos mais úmidos, a capacidade de

infiltração é menor e a desagregação do solo pelo impacto das gotas da chuva também é favorecida, causando o selamento superficial e o escoamento de enxurrada

Assim, neste trabalho objetivou-se determinar (i) o índice de erosividade  $EI_{30}$ ; (ii) as equações de regressão entre o  $EI_{30}$  e o coeficiente de Fournier modificado; e (iii) os padrões hidrológicos, considerando os dados de uma estação pluviográfica localizada no Município de Dourados, MS.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Base de dados

Os dados utilizados na obtenção do índice de erosividade são oriundos da estação pluviográfica, localizada no município de Dourados, MS, coordenadas latitude 22° 11' S e longitude 54° 55' W, monitorada pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). A série de dados estudada compreende ao período de 2004 a 2008.

Apesar das séries históricas apresentarem períodos inferiores a 20 anos, período mínimo considerado adequado para ser utilizado na estimativa de perda média anual de solo por meio da USLE, vale lembrar que, no Brasil, de modo geral, são raras as séries históricas disponíveis de dados pluviográficos, além de muitas vezes não estarem disponibilizadas pelos órgãos responsáveis (Montebeller *et al.*, 2007). Deste modo, diversos trabalhos sobre o tema em questão têm sido realizados com séries inferiores àquela recomendada (Carvalho *et al.*, 2005; Montebeller *et al.*, 2007; Machado *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2009; Oliveira, 2011).

### Índice de erosividade

O índice de erosividade  $EI_{30}$  foi determinado para cada chuva individual e para chuva classificada como erosiva. Considerou-se chuva individual aquela separada da anterior e da posterior por um período mínimo de 6 horas sem chuva ou com menos de 1,0 mm nesse período, e chuva erosiva toda aquela com lâmina igual ou superior a 10,0 mm ou com lâmina maior ou igual a 6,0 mm numa duração inferior a 15 minutos (Wischmeier, 1959). As chuvas individuais e erosivas foram então processadas no software CHUVEROS (Cassol *et al.*, 2008), possibilitando a estimativa da erosividade mensal, anual e média das chuvas (Wischmeier, 1959). Para cada segmento uniforme de chuva determinou-se a energia cinética unitária, conforme eq. 1 (Wischmeier & Smith, 1978).

$$e = 0,119 + 0,0873 \log_{10} i \quad (1)$$

em que:

$e$  = energia cinética unitária ( $\text{MJ ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ );  $e$

$i$  = intensidade do segmento da chuva ( $\text{mm h}^{-1}$ ).

O valor obtido na eq. 1 foi multiplicado pela quantidade de chuva no respectivo segmento uniforme, para expressar a energia cinética do segmento, em MJ ha<sup>-1</sup>. Somando-se a energia cinética de todos os segmentos uniformes de chuva, obteve-se a energia cinética total da chuva (Ec<sub>t</sub>) (Cassol *et al.*, 2007). O EI<sub>30</sub> foi obtido pelo produto da intensidade máxima de precipitação em 30 minutos (I<sub>30</sub>) e Ec<sub>t</sub> (eq. 2).

$$EI_{30} = Ec_t I_{30} \quad (2)$$

em que:

EI<sub>30</sub> = índice de erosividade da chuva (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>);

Ec<sub>t</sub> = energia cinética total da chuva (MJ ha<sup>-1</sup>); e

I<sub>30</sub> = intensidade máxima da chuva em 30 minutos (mm h<sup>-1</sup>).

Somando-se os índices EI<sub>30</sub> de todas as chuvas individuais e chuvas erosivas de cada mês, obteve-se a erosividade mensal das chuvas e a partir da soma dos valores mensais obteve-se a erosividade anual, cujo valor médio corresponde ao valor utilizado no Fator R da USLE.

A partir dos valores de EI<sub>30</sub> calculados para cada estação pluviográfica realizou-se análise de regressão, utilizando o modelo linear e potencial, tendo o coeficiente de chuva (eq. 3) (Lombardi Neto, 1977) como variável independente.

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

em que:

Rc = coeficiente de chuva (mm);

p = precipitação média mensal (mm); e

P = precipitação média anual (mm).

## **Padrões hidrológicos**

Os padrões hidrológicos foram obtidos a partir do software CHUVEROS (Cassol *et al.*, 2008). Esse software verificava em que tempo ocorre o pico de maior intensidade da chuva, para classificar os padrões hidrológicos da precipitação, conforme Horner & Jens (1942). Com base no padrão hidrológico de cada precipitação foi calculada a percentagem do total das chuvas que representa cada padrão hidrológico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No período em estudo, a precipitação média anual no Município de Dourados, MS foi de 1.233 mm. Desse total, as chuvas consideradas erosivas representam aproximadamente 96%. No total foram analisadas 173 chuvas erosivas, correspondente a uma média de aproximadamente 35 chuvas erosivas por ano. Os meses de janeiro, fevereiro, abril, outubro, novembro e dezembro,

concentram aproximadamente 80% do total de chuvas erosivas (Figura 1). Assim, maiores cuidados em relação ao manejo do solo, visando reduzir impactos causados pelo processo de erosão hídrica, devem ser tomados nesses meses, principalmente, entre outubro e dezembro, período em que ocorre o preparo do solo e a semeadura das principais culturas anuais de verão na região (Fietz & Rangel, 2008).

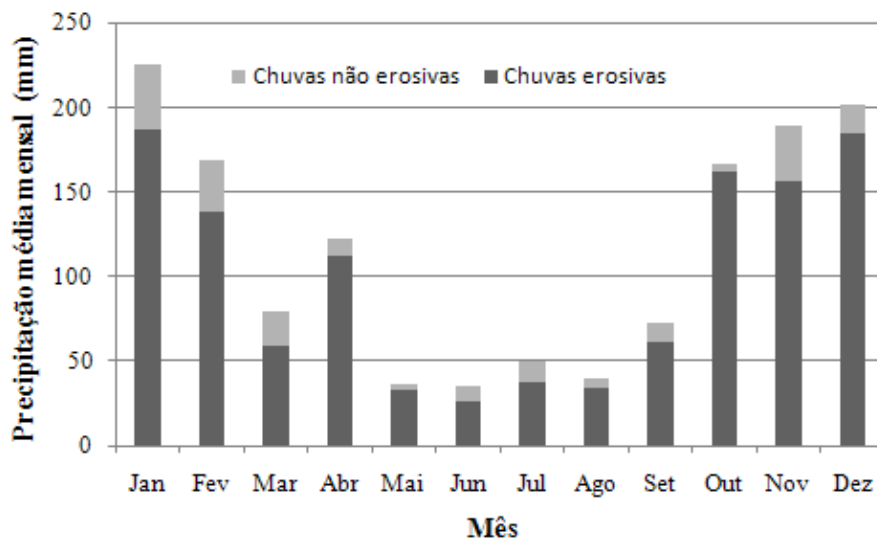


Figura 1. Precipitação média mensal dividida em chuvas erosivas e não erosivas

O total de chuvas erosivas observado nos meses de dezembro e janeiro é semelhante, correspondendo a respectivamente 185 mm e 187 mm (Figura 1). No entanto, verificou-se que o índice de erosividade médio mensal de dezembro representa aproximadamente o dobro do valor obtido para o mês de janeiro (Figura 2). Isso ocorre em virtude dos valores de intensidade observados em dezembro serem superiores aos obtidos em janeiro. Assim, para valores acumulados mensais semelhantes o que proporcionará maior ou menor índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) é a intensidade da chuva.

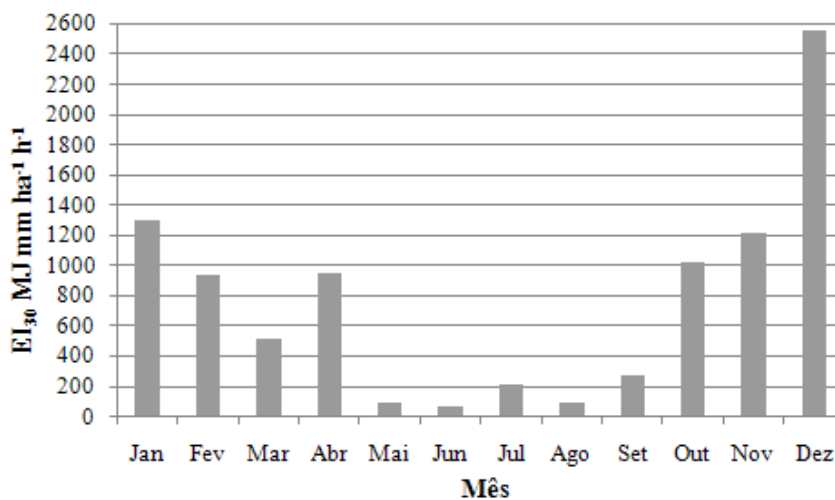


Figura 2. Valores de erosividade média mensal

A erosividade mensal variou de zero, nos meses em que não ocorreram chuvas erosivas, a 3.807 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, no mês de dezembro. Os maiores valores de erosividade foram obtidos nos meses de novembro a janeiro, os quais apresentaram valores médios de 1.220, 2.560 e 1.296 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> respectivamente, representando assim, 55% da erosividade média anual. Já os menores valores foram obtidos nos meses de maio a setembro, correspondente a 8% da erosividade média anual. Assim, nota-se que os valores mensais de erosividade obtidos para Dourados, podem ser divididos de acordo com as estações do ano, sendo os maiores valores verificados na primavera-verão e os menores no outono-inverno (Figura 2).

Os valores de erosividade anuais variaram de 7.414 (ano de 2008) a 12.424 (ano de 2007) MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A erosividade média anual (fator R) calculado foi de 9.345 ± 2.195 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Oliveira (2011) utilizou ferramentas de geoestatística para estimar o fator R da USLE para todo o Estado de Mato Grosso do Sul, obtendo valores que variaram de 5.770 a 13.601 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e valor médio de 9.274 ± 1.210 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Deste modo, em relação ao Estado, pode-se classificar a erosividade da chuva de Dourados como média.

As equações de regressão obtidas a partir do índice de erosividade (EI<sub>30</sub>) e do coeficiente de chuva (Rc) apresentaram coeficiente de determinação elevado e significativo para α = 0,05 (Figura 3). Diversos autores têm constatado correlação significativa entre esses índices em outras localidades do Brasil, tais como nos Estados do Rio Grande do Sul (Cassol *et al.*, 2008), Paraná (Rufino *et al.*, 1993); São Paulo (Lombardi Neto, 1977); Rio de Janeiro (Carvalho *et al.*, 2005); Mato Grosso (Almeida *et al.*, 2011); Mato Grosso do Sul (Oliveira, 2011); Goiás (Silva *et al.*, 1997) e Ceará (Silva & Días, 2003). As equações de regressão geradas podem ser utilizadas como alternativa para se determinar a erosividade média mensal e anual das chuvas, em locais com características climáticas semelhantes as quais essas foram geradas.

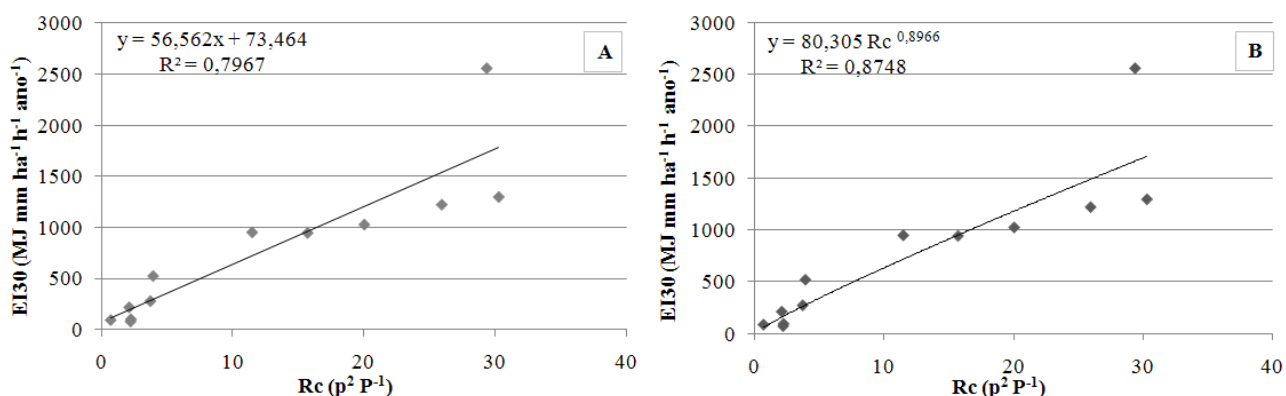


Figura 3. Correlação entre o índice de erosividade médio mensal (EI<sub>30</sub>) e o coeficiente de chuva (Rc) para Dourados, MS. A. Correlação linear. B. Correlação potencial

O padrão hidrológico Avançado corresponde a aproximadamente 70% do total das chuvas erosivas, seguido pelo Intermediário (~20%) e o Atrasado (~10%). Nota-se que a proporção de chuvas erosivas com Padrão Avançado aumenta quando comparado com a média anual de chuvas erosivas (~73%) e a erosividade média anual (~78%) (Tabela 1).

Tabela 1. Número total de precipitação, volume de chuvas erosivas e erosividade para cada padrão hidrológico

Padrão hidrológico	Número de chuvas erosivas		Média anual			
	Absoluto	%	Chuvas erosivas		Erosividade	
			Total (mm)	%	MJ mm.ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	%
Avançado	119	68,79	869	73,45	7255	77,64
Intermediário	35	20,23	232	19,64	1700	18,19
Atrasado	19	10,98	82	6,91	389	4,17
Total	173	100	1183	100	9345	100

No município de Dourados, pode-se verificar que para a maioria dos eventos de precipitação, os picos de maior intensidade ocorreram no início das chuvas (Padrão Avançado) (Tabela 1). De acordo com Mehl *et al.* (2001), quando isso ocorre, o solo está menos úmido do que no caso dos outros padrões, assim, a desagregação, o selamento superficial e o transporte de sedimentos tende a ser menor do que nos outros padrões. Deste modo, pode-se considerar que o padrão das chuvas erosivas observadas em Dourados proporciona menor propensão a erosão hídrica. No entanto, aproximadamente 30% do total das chuvas erosivas são classificadas como de padrão Intermediário ou Atrasado, indicando que em alguns momentos as condições de precipitação podem favorecer a intensificação da erosão hídrica. Além disso, os processos acelerados de erosão hídrica são influenciados justamente por algumas chuvas específicas, que se caracterizam por apresentarem elevadas intensidades e condições de padrão Intermediário ou Atrasado (Mehl *et al.*, 2001; Eltz *et al.*, 2001; Angulo-Martínez *et al.*, 2009).

## CONCLUSÕES

Os meses de novembro a janeiro correspondem ao período mais crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas, e, o período de maio a setembro é o menos crítico.

A erosividade média anual (fator R) calculado corresponde a 9.345 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, que para os valores do Estado de Mato Grosso do Sul, pode ser considerado como de médio potencial erosivo.

As equações de regressão geradas podem ser utilizadas como alternativa para se determinar a erosividade média mensal e anual das chuvas, em locais com características climáticas semelhantes as quais essas foram geradas.

O padrão hidrológico avançado foi o de maior ocorrência, seguido dos padrões intermediário e atrasado, em relação ao número total, volume precipitado médio e erosividade média anual das chuvas erosivas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT, pelo auxílio financeiro concedido para a realização do trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, O.S.; AMORIM, R.S.S.; COUTO, E.G.; ELTZ, F.L.F.; BORGES, L.E.C. (2011). *“Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica”*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 15(2), pp. 178-184.

ANGULO-MARTÍNEZ, M.; BEGUERÍA, S. (2009). *“Estimating rainfall erosivity from daily precipitation records: A comparison among methods using data from the Ebro Basin (NE Spain)”*. Journal of Hydrology, 379(1-2), pp. 111-121.

ANGULO-MARTÍNEZ, M.; LÓPEZ-VICENTE, M. VICENTE-SERRANO, S.M.; BEGUERÍA, S. (2009). *“Mapping rainfall erosivity at a regional scale: a comparison of interpolation methods in the Ebro Basin (NE Spain)”*. Hydrology and Earth System Sciences, 13(10), pp. 1907-1920.

BERTOL, I.; LEITE, D.; ENGEL, F.L.; COGO, N.P.; GONZÁLEZ, A.P. (2007). *“Erodibilidade de um nitossolo háplico alumínico determinada em condições de campo”*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31(3), pp. 541-549.

BERTOL, I.; ZOLDAN JUNIOR, W.A.; FABIAN, E.L.; ZAVASCHI, E.; PEGORARO, R.; GONZÁLES, A.P. (2008). *“Efeito de escarificação e da erosividade de chuvas sobre algumas variáveis de valores de erosão hídrica em sistemas de manejo de um nitossolo háplico”*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32(2), pp. 747-757.

CAPOLONGO, D.; DIODATO, N.; MANNAERTS, C.M.; PICCARRETA, M. STROBL, R.O. (2008). *“Analyzing temporal changes in climate erosivity using a simplified rainfall erosivity model in Basilicata (southern Italy)”*. Journal of Hydrology, 356(1-2), pp. 119- 130.

CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. (2005). *“Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ”*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 9(1), pp. 7-14.

CASSOL, E.A.; ELTZ, F.L.F.; MARTIN, D.; LEMOS, A.M.; LIMA, V.S.; BUENO, A.C. (2008). *“Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS”*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32(3), pp. 1239-1251.

CASSOL, E.A.; MARTINS, D.; ELTZ, F.L.F.; LIMA, V.S.; BUENO, A.C. (2007) *“Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993”*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 15(3), pp. 220-231.



- ELTZ, F. L. F.; MEHL, H. U.; REICHERT, J. M. (2001). “Perdas de solo e água em entressulcos em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a quatro padrões de chuva”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(2) pp. 485-493.
- FIETZ, C.R.; RANGEL, M.A.S. (2008). “Época de semeadura da soja para a região de Dourados - MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo”. *Engenharia Agrícola*, 28(4), pp. 666-672.
- HORNER, W. W.; JENS, S. W. (1942). “Surface runoff determination from rainfall without using coefficients”. *Transactions of the ASCE*, 107, pp. 1039-1117.
- HOYOS, N.; WAYLEN, P.R.; JARAMILLO, ÁLVARO. (2005). “Seasonal and spatial patterns of erosivity in a tropical watershed of the Colombian Andes”. *Journal of Hydrology*, 314(1-4), pp. 177-191.
- LOMBARDI NETO, F. (1977). “Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil”. Thesis (M.Sc.) - Purdue University, West Lafayette. 53 p.
- MACHADO, R.L.; CARVALHO, D.F.; COSTA, J.R.; OLIVEIRA NETO, D.H.; PINTO, M.F. (2008). “Análise da erosividade das chuvas associada aos padrões de precipitação pluvial na região de Ribeirão das Lajes (RJ)”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(5), pp. 2113-2123.
- MEHL, H.U.; ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M.; DIDONÉ, I.A. (2001). “Caracterização dos padrões de chuva ocorrentes em Santa Maria (RS)”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(2) pp. 475-483.
- MONTEBELLER, C.A.; CEDDIA, M.B.; CARVALHO, D.F.; VIEIRA, S.R.; FRANCO, E.M. (2007). “Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no Estado do Rio de Janeiro”. *Engenharia Agrícola*, 27(2), pp. 426-435.
- OLIVEIRA, F.P.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SILVA, M.A.; MELLO, C.R. (2009). “Potencial erosivo da chuva no vale do Rio Doce, região centro leste do Estado de Minas Gerais - primeira aproximação”. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(6), pp. 1569-1577.
- OLIVEIRA, P.T.S. (2011). “Zoneamento ambiental no planejamento e gestão de bacias hidrográficas”. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais, UFMS, Campo Grande, 78 p.
- RUFINO, R.; BISCAIA, R. C. M.; MERTEN, G. H. (1993). “Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná, através de pluviometria: Terceira aproximação”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 17(3), pp. 439-444.
- SILVA, A.M. (2004). “Rainfall erosivity map for Brazil”. *Catena*, 57(3), pp. 251-259.
- SILVA, A.M.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; AVANZI, J.C.; FERREIRA, M.M. (2009). “Erosividade da chuva e erodibilidade de cambissolo e latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33(6), pp. 1811-1820.
- SILVA, J.R.C.; DIAS, A.S. (2003). “A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE): II. correlação com o coeficiente de chuva e atualização do fator R no período de 1962 a 2000”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27(2), pp. 347-354.
- SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; CURI, N. (1997). “Índices de erosividade das chuvas da região de Goiânia, GO”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(10), pp. 977-985.
- WISCHMEIER W.H. (1959). “A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation”. *Soil Science Society of America Journal*, (23)3, pp. 246-249.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). “Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning”. Washington: USDA Agriculture Handbook, n.537, 58 p.