Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Erosividade da chuva no município de Juramento-MG no período de 1987 a 2019

José Ângeles Moreira de Oliveira¹

¹Engenheiro Agrícola e Ambiental, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Especialista em Engenharia Ambiental, Universidade Candido Mendes, CEP: 39.480-000, Januária, Minas Gerais, (38)99185-9674. j.angeles@yahoo.com.

Artigo recebido em 13/07/2020 e aceito em 01/02/2021

RESUMO

O conhecimento da capacidade de erosão das chuvas de uma determinada região, permite uma melhor orientação para adoção das melhores práticas de manejo e conservação do solo, visando sempre reduzir os impactos da erosão hídrica. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi calcular a taxa de erosividade da chuva (R) pelo índice EI₃₀, visando um melhor planejamento para tomada de decisão no setor agrícola. Para a realização do trabalho foi utilizada uma série de dados históricos entre os anos de 1987 a 2019, relativos à precipitação no município de Juramento-MG. O município de Juramento – MG classifica-se como de erosividade moderada a forte com fator erosividade (R) de 7.216,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Os maiores índices de erosividade encontrados foram nos meses de dezembro 7.912,8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e janeiro 10.289,2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, coincidindo com os meses mais chuvosos 614,1 e 614,5 mm, respectivamente, e os meses de julho e agosto apresentaram com os menores índices de erosividade 4,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e 8,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, respectivamente, sendo estes os meses de menores precipitações 2,1 mm e 3,0 mm.

Palavras-chave: conservação do solo, erosão hídrica, fator erosividade.

Rainfall erosivity in the municipality of Juramento-MG in the period from 1987 to 2019

ABSTRACT

The knowledge of the ability of erosion of rainfall in a given region, allows a better orientation for the adoption of best management practices and soil conservation, always aiming to reduce the impacts of water erosion. Thus, the objective of this study was to calculate the rate of rainfall erosivity (R) by the index EI₃₀, aiming at a better planning for decision-making in the agricultural sector. For the performing of the work was used a series of historical data between the years of 1987 to 2019, relating to the precipitation in the municipality of Juramento-MG. The municipality of Juramento - MG it is classified as having moderate to strong erosivity with an erosivity factor (R) of 7.216,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. The higher erosivity indexes were found in the months of december 7.912,8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ and january 10.289,2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, coinciding with the wettest months 614,1 and 614,5 mm, respectively, and the months of july and august showed the lowest rates of rainfall erosivity 4,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ and 8,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, respectively, these being the months of lower rainfall 2,1 mm and 3,0 mm.

Keywords: soil conservation, water erosion, erosivity factor.

Introdução

A precipitação pluviométrica é uma grande aliada na agricultura na disponibilização hídrica para diversas culturas, porém, nestas mesmas áreas agricultáveis, em que a cobertura natural é retirada para o cultivo de monoculturas, o solo fica exposto, e a precipitação passa a atuar como agente causador da erosão no solo.

De acordo com Rodrigues et al. (2017) a erosão do solo consiste em um problema para a

humanidade, visto que tal fator é responsável pelo decaimento da qualidade e produtividade do solo, pelo esgotamento das terras agricultáveis, redução da infiltração, aumento do escoamento superficial e pela deterioração da qualidade da água. Dessa forma, Wang et al. (2016) considera que a erosão do solo é um dos maiores problemas ambientais em escala global. Segundo Pham et al. (2018) as taxas médias de erosão do solo em todo o mundo são

estimadas entre 12 e 15 t ha⁻¹ ano⁻¹, isso significa que todos os anos são perdidos cerca de 0,90 - 0,95 mm de solo na superfície da terra.

Para Matos et al. (2017), as ações antropogênicas contribuem para o avanço da erosão, com a retirada da cobertura vegetal, o solo perde sua consistência, pois, a água que antes era interceptada e utilizada pela vegetação, passa a infiltrar no solo. Esta infiltração pode causar a instabilidade do solo e a erosão. O processo erosivo e sua intensidade estão relacionados diretamente com as condições físico-climáticas de cada região, como a precipitação, topografia e cobertura do solo (Costa et al., 2020).

A determinação do potencial erosivo das chuvas de determinada região permite um melhor planejamento de estruturas de conservação do solo e práticas agrícolas, que auxiliem na conservação do solo através da manutenção de sua cobertura e de medidas de controle da erosão hídrica do solo (Bazzano et al., 2010; Schick et al., 2014).

Perdas de solo por erosão hídrica podem ser estimadas pela aplicação de modelos de predição de erosão, sendo a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) um dos modelos mais utilizados no mundo (Wischmeier e Smith, 1978). Na EUPS o Fator “R” representa o efeito da erosividade da chuva e do escoamento superficial associado. A avaliação da erosividade das chuvas, fator R, é essencial para estimar as perdas de solo, pois exerce grande influência no impacto que as gotas de chuva provocam na desagregação das partículas do solo, e está relacionada diretamente com a duração e a intensidade da chuva. O Fator R estima o fenômeno produzido pelas chuvas, quando as gotas de água impactam o solo em função de sua energia cinética. Pode-se afirmar que o fator R é o índice de erosão pelas chuvas, que expressa a capacidade de uma chuva erodir um solo desprotegido (Sholagberu et al., 2016; Xavier et al., 2019).

Para determinação do Fator “R” da EUPS, períodos de chuvas de 20 a 30 anos devem ser analisados, sendo a erosividade determinada pelo índice EI30 de cada chuva (Wischmeier, 1976; Wischmeier e Smith, 1978). O índice EI30

representa o produto da energia cinética total da chuva (MJ/ha) pela intensidade máxima da chuva (mm/h) com base em um período de 30 minutos contínuo de chuva. Wischmeier (1959) definiu o uso do índice EI30 para determinação do Fator “R” na Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), tendo Foster et al. (1981) expressado o Fator “R” em unidades de medida do sistema internacional.

O método proposto por Wischmeier (1959) para estimativa da capacidade erosiva das chuvas requer a utilização de registros pluviográficos. Para a definição do índice de erosividade, Wischmeier (1976) propôs a utilização de séries com períodos superiores a 20 anos, no sentido de incluir variações cíclicas comuns aos parâmetros climáticos. Oliveira et al. (2012), analisando os trabalhos relacionados à erosividade no Brasil, identificaram apenas 35 trabalhos com a utilização de registros pluviográficos e, entre esses, somente 10 englobaram séries com período igual ou superior a 20 anos. Este índice tem fundamentado diversos trabalhos sobre erosividade podendo-se destacar (Carvalho et al., 2009; Bazzano et al., 2010; Santos e Montenegro 2012; Matos et al., 2017). Bazzano et al. (2010) afirma que a quantificação da erosividade é fundamental para a determinação dos usos do solo e manejo das culturas, visto que este é um dos principais fatores que influenciam no declínio da produtividade, gerando reflexos econômicos e sociais.

De acordo com dados do IBGE (2017) a cidade de Juramento-MG possui 319 estabelecimentos agropecuários com área total de 34.086 hectares, apresentando uma agricultura diversificada com destaque para cultivos de sorgo forrageiro, milho, mandioca, feijão, cana-de-açúcar, abóbora e alho, sendo assim, práticas de manejo e conservação do solo tornam-se essenciais para uma produção agrícola sustentável.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou determinar o fator de erosividade (R) através do índice de erosividade EI30, com base em um período de 32 anos (1987 a 2019) no município de Juramento - MG, visando um melhor planejamento e a tomada de decisão no setor agrícola.

Material e métodos

O município de Juramento-MG está localizado na região norte do estado de Minas Gerais (Figura 1), e sudeste do Brasil com área territorial de 431,630 km². A população estimada do município é de 4.331 habitantes com densidade populacional de 9,53 habitantes/km² (IBGE, 2019). A cidade está incluída na transição dos domínios do Cerrado e da Caatinga, sua altitude máxima é de

1256 m na Serra do Caturi e a mínima de 642 m no Rio da Prata. O solo na região é classificado como argissolo vermelho-amarelo eutrófico típico, com horizonte A moderado, textura argilosa e horizonte B textural; e como latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, com horizonte A moderado, textura argilosa, com horizonte B latossólico apresentando espessura mínima de 50 cm (Nunes

et al., 2005). O clima é do tipo subúmido seco, com estações seca e chuvosa bem definidas (Nunes et al., 2012). A temperatura média anual encontra-se em torno dos 23°C, e a precipitação média é de 1.000 mm/ano, com chuvas concentradas nos meses de novembro a janeiro (Nunes et al., 2005).

Na realização do estudo foram utilizados dados de precipitação do banco de dados da estação

meteorológica 83452 do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil – INMET, do período de janeiro 1987 a dezembro de 2019 totalizando 32 anos. Foi calculado a média mensal para cada ano e com os valores encontrados determinou-se os valores médios de precipitação mensal no período de 32 anos.

Figura 1. Mapa de localização do município de Juramento-MG.

Índice de Erosividade das chuvas

Na determinação do fator de erosividade foi utilizada a equação proposta por (Wischmeier et al., 1971; Wischmeier e Smith, 1958, 1978), Equação 1.

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

Em que:

EI_{30} - média mensal do índice de Erosividade das chuvas ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

r - precipitação média mensal (mm);

p - precipitação média anual (mm).

Coeficiente de chuvas

A partir dos registros pluviográficos obtidos na série de dados levantados em Juramento - MG, foram estabelecidas relações lineares entre a erosividade das chuvas dada pelo índice EI_{30} , e o coeficiente de chuvas R_c , sendo este calculado de acordo como proposto por Lombardi Neto et al. (1992), Equação 3.

$$R_c = \frac{Pm^2}{Pa} \quad (3)$$

O fator de erosividade das chuvas (R), foi determinado a partir da Equação 2, este fator permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, sendo possível conhecer a capacidade e o potencial da chuva em causar erosão no solo (Silva et al., 2010).

$$R = \sum_1^{12} EI_{30} \quad (2)$$

Em que:

R - Fator erosividade das chuvas ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

EI_{30} - média mensal do índice de erosividade das chuvas ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

Em que:

R_c - coeficiente de chuvas (mm);

Pm - precipitação pluvial média mensal (mm);

Pa - precipitação pluvial média anual (mm).

A estimativa da erosividade da chuva (EI_{30}) foi obtida pela soma dos valores individuais e os dados mensais e anuais, conforme (Wischmeier e Smith, 1978). Conforme metodologia proposta por (Wischmeier, 1959), a média dos valores anuais corresponde ao fator R da equação Universal de Perda de Solo, expresso em $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. A classificação da erosividade das chuvas média mensal e anual foi realizada

conforme metodologia de Carvalho (2008), com base nas classes para análise dos resultados de (R) de acordo com a Tabela 1.

O processamento dos dados foram realizados através de planilhas de cálculo com auxílio do Excel.

Tabela 1. Classe para interpretação do índice de erosividade anual, Juramento – MG.

Erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	Classes de erosividade
$R < 2452$	Fraca
$2452 < R < 4905$	Moderada
$4905 < R < 7357$	Moderada a forte
$7357 < R < 9810$	Forte
$R > 9810$	Muito Forte

Fonte: Carvalho (2008).

Resultados e discussão

Os valores mensais, anuais e médios da precipitação com os respectivos desvios padrão e coeficientes de variação para a localidade de Juramento-MG encontram-se na (Tabela 2).

Para o período analisado de 1987 a 2019, observou-se que a precipitação pluvial média anual para o município de Juramento-MG, foi de 914,1 mm (Tabela 2). O ano de 1992 foi o de maior pluviosidade, com total de chuvas de 1406,0 mm, enquanto que o ano de menor precipitação pluviométrica foi 2014 com 433,3 mm de chuva. Já em relação as médias mensais, os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março possuem a maior pluviosidade média, variando de 121,1 mm a 224,4 mm. Já os meses de abril a outubro foi o período de menor pluviosidade média mensal, com mínima de 2,1 mm e máxima de 69,0 mm.

A variabilidade da precipitação pluviométrica média mensal entre 2,1 mm a 224,4 mm, demonstra que o município de Juramento-MG, possui uma distribuição irregular das chuvas ao longo do ano, com índices de precipitação pluvial baixos nos meses referentes ao período de estiagem (Tabela 2). De acordo com Trindade et al. (2016) o potencial erosivo das chuvas não depende apenas de sua quantidade, e que sua intensidade é o principal parâmetro para determinar o valor da erosividade. Dessa forma, é importante destacar que a concentração de chuvas em determinados períodos do ano pode interferir significativamente nos valores calculados da erosividade. Santos e Montenegro (2012) também afirma que, a variação na distribuição da precipitação, concentrando as chuvas em determinado período do ano, caracteriza-se por chuvas de alta intensidade e de curta duração, o que resulta em elevado risco de perda de água e solo.

Tabela 2. Valores mensais, anuais e médios mensais da precipitação pluvial (mm) em Juramento - MG no período de 1987 a 2019, com as respectivas medidas estatísticas de dispersão.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1987	85,2	0,4	174,2	58,6	7,7	0	0	1,3	24,4	139,4	181,7	242,7	915,6
1988	88,9	131,8	159,1	25,4	4,3	3	0	0	0	57,1	149,4	195,3	814,3
1989	10	91,9	194,6	14,8	1,6	41,1	4,2	0,7	27,8	52,6	201,1	564,4	1204,8
1990	21,06	123,3	57,4	13,8	58,6	0	43,9	55,2	5,4	51,2	173,5	159,3	762,7
1991	224,3	78,5	132,9	28	0,3	0	8,1	0	34,9	35,6	180,5	218,6	941,7
1992	439,6	203,9	1	20	2,7	0,8	0	1,8	4,8	153,9	244,5	333	1406,0
1993	112,8	36,9	1,9	45,4	4,6	0	0	2,6	1,8	12,3	58,1	286,9	563,3
1994	141,6	35	233,2	57,7	2	6,4	0	0	3	16,3	177,7	160,2	833,1
1995	151,8	272	83,1	154,1	7,4	0	0,7	0	0	70	248,8	316,4	1304,3
1996	60,5	74,1	60,8	56,8	1,6	0	0	0	0,6	96,1	302,2	85,7	738,4
1997	212,6	95,8	95	89,4	33	27,8	0	0	28	39,1	197,8	152,7	971,2
1998	136	80,8	29,2	14,4	0,6	0	0	0	0	98,6	293,4	288,9	941,9
1999	93,2	114	265,2	0	8	0	0	0	3	32,5	202,4	145,6	863,9
2000	212,8	65,7	266,8	1	0	0	0	3,4	27	2,4	233,8	230,2	1043,1
2001	48,8	16,4	103,8	0,2	62,8	0	0	3,4	0	116,6	200	160,1	712,1
2002	252,2	53,6	73,4	0	0	0	0	0	0	26,2	177,8	208	791,2

2003	316	5	81	38	2,4	0	0	16,8	0,7	21,6	67,8	126,8	676,1
2004	221,3	402,6	128,8	97,7	0	35,7	5,5	0	0	41,1	86,1	230,9	1249,7
2005	160,5	217,4	86,6	5,2	16,8	4	0,8	0	11,9	40	321,7	215,6	1080,5
2006	16,2	46,1	241	72,3	0	0	0	7,6	86,7	114,4	275,3	185,5	1045,1
2007	92	159,5	13,8	17	12,8	0	0	0	0	13,9	148,4	100,3	557,7
2008	110,8	55,6	204,6	106,3	6,8	0	0	0	18,7	2,4	237,7	301,3	1044,2
2009	212,4	134,3	86,4	85,2	3	20,5	0	0,2	87,9	318,5	60,6	193,5	1202,5
2010	42	33	165,1	5,6	46	15,8	0,8	0	0	83,5	243,6	305,6	941,0
2011	149,9	15,7	217,1	39,1	0	0	0	0	0	109,1	212,9	305,3	1049,1
2012	111,9	50,1	44,8	1,1	53,9	0	3,4	2,5	2,4	4,2	218,9	50,1	543,3
2013	172,3	21,4	166,1	26,8	0	2	0	0	25,9	120,7	235	614,1	1384,3
2014	48,6	6,1	35,1	64,8	0	1,9	0	0	29	82	83,6	82,2	433,3
2015	6,9	100,5	136,4	17,3	0,8	0	0,6	0	0	4,3	102,1	100,6	469,5
2016	614,5	12,3	53,6	17,7	1,6	0	0	2,7	42,4	67,9	114,4	90,6	1017,7
2017	27,4	168,1	221,6	7	11,6	0	0,7	0	0	23,6	85	278,3	823,3
2018	62,6	282,2	65,2	35,7	12,1	0	0	0,8	5,9	187,6	151,6	256,1	1059,8
2019	0	163,7	119	17,5	36,3	0	0	0	37,6	43,1	142,2	220,5	779,9
Média	141,1	101,4	121,1	37,4	12,1	4,8	2,1	3,0	15,4	69,0	182,1	224,4	914,1
DP	129,6	92,7	78,1	37,0	18,5	10,8	7,7	9,9	22,9	65,6	72,2	121,8	253,6
CV (%)	91,8	91,3	64,5	99,1	153,2	223,6	371,3	330,2	148,3	95,1	39,6	54,3	27,7
Máx	614,5	402,6	266,8	154,1	62,8	41,1	43,9	55,2	87,9	318,5	321,7	614,1	1406,0
Mín	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	58,1	50,1	433,3

DP: desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; Máx: valor máximo da série; e Mín: valor mínimo da série.

A erosividade anual das chuvas no período de estudo variou de 3144,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ em 2014

a 11831,6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ no ano de 2016 (Figura 2).

Figura 2. Erosividade anual das chuvas de Juramento - MG, determinada pelo índice EI₃₀, no período de 1987 a 2019.

Silva et al. (2010) encontraram valor anual de 11.656 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ para a região do Vale do Rio Doce, centro-leste do Estado de Minas Gerais, este resultado está bem próximo ao observado no presente estudo, mesmo o município sendo localizado em uma região diferente no que tange ao regime pluviométrico e dados históricos de anos diferentes.

A erosividade média mensal das chuvas de Juramento - MG, variou de 4,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, no mês de julho, a 2.187,3 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, no mês de dezembro (Tabela 3). Santos Neto e Christofaro (2019) analisando a erosividade da chuva na bacia

hidrográfica do Rio Araçuaí-MG, obtiveram resultados parecidos, sendo o mês de dezembro também o de maior erosividade com valor de 2.707 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, enquanto o mês de agosto apresentou o menor valor de erosividade sendo este de 17,4 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. De acordo com Pinheiro et al. (2018) a grande variabilidade espacial da erosividade no Brasil é natural, decorrente das diferentes variações climáticas entre as diversas regiões do País, indicando grande variabilidade no risco de erosão hídrica.

Os maiores valores de EI₃₀ foram identificados nos meses de novembro, dezembro,

janeiro, fevereiro e março e os menores nos meses de abril a outubro. Os altos valores de erosividade encontrados entre os meses de novembro a março refletem os valores excepcionais de chuva em janeiro de 2016, que atingiu 614,5 mm, e em dezembro de 2013, que atingiu 614,1 mm (Tabela 2), propiciando valores de erosividade de 10289,2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e de 7912,8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹,

respectivamente, (Tabela 3). Trindade et al. (2016) analisando a variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil, também percebeu que a evolução da erosividade assemelha-se à distribuição da precipitação ao longo do ano, quando é possível distinguir claramente a estação chuvosa e seca.

Tabela 3. Valores mensais, anuais e médios do índice de erosividade EI₃₀ (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹) em Juramento - MG no período de 1987 a 2019, com as respectivas medidas estatísticas de dispersão.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1987	391,4	0,0	1320,4	207,2	6,6	0,0	0,0	0,3	46,7	904,0	1418,5	2320,3	6615,4
1988	464,9	907,9	1250,4	55,3	2,7	1,5	0,0	0,0	0,0	219,0	1123,6	1771,7	5796,9
1989	8,1	352,6	1262,2	15,8	0,4	89,8	1,9	0,1	46,2	136,5	1334,7	7714,2	10962,4
1990	42,5	857,1	233,6	20,7	242,0	0,0	148,1	218,6	4,2	192,4	1531,8	1324,8	4815,8
1991	1981,3	332,5	813,8	57,6	0,0	0,0	7,0	0,0	83,8	86,7	1369,5	1896,5	6628,8
1992	4423,6	1198,4	0,1	23,1	0,8	0,1	0,0	0,4	2,0	742,8	1631,8	2758,9	10782,1
1993	953,2	142,6	0,9	202,9	4,1	0,0	0,0	1,6	0,8	22,0	308,6	4660,0	6296,7
1994	1006,0	93,5	2349,2	218,7	0,7	5,2	0,0	0,0	1,4	25,5	1479,9	1240,8	6420,9
1995	773,5	2084,8	277,7	793,5	4,5	0,0	0,1	0,0	0,0	207,5	1791,6	2695,9	8629,2
1996	262,6	370,7	264,8	235,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	576,7	4044,1	474,7	6230,1
1997	1762,0	454,4	448,0	404,0	74,2	55,5	0,0	0,0	56,1	99,1	1558,6	1003,9	5916,0
1998	846,2	349,2	61,9	18,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	489,8	3127,1	3046,0	7939,0
1999	479,1	674,7	2834,3	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	1,4	79,9	1790,3	1022,7	6889,8
2000	1660,9	225,2	2439,5	0,2	0,0	0,0	0,0	1,5	49,7	0,8	1949,1	1898,3	8225,2
2001	187,9	29,4	678,0	0,0	288,6	0,0	0,0	2,0	0,0	826,2	2067,6	1416,4	5496,2
2002	2804,1	201,6	344,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,7	1547,8	2020,9	6978,0
2003	4702,5	4,1	464,8	128,4	1,2	0,0	0,0	32,1	0,1	49,1	343,5	995,8	6721,6
2004	1522,5	4210,9	606,7	379,2	0,0	68,5	2,8	0,0	0,0	87,0	305,9	1636,5	8820,0
2005	997,9	1671,6	349,6	2,9	21,5	1,9	0,1	0,0	12,0	94,0	3254,3	1648,1	8054,0
2006	20,8	123,1	2048,9	264,6	0,0	0,0	0,0	5,7	360,3	577,3	2569,0	1313,0	7282,8
2007	679,8	1732,3	27,0	38,5	23,8	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	1532,4	787,3	4848,4
2008	547,2	169,4	1552,2	509,9	4,8	0,0	0,0	0,0	26,6	0,8	2002,9	2997,1	7810,9
2009	1467,1	673,0	318,0	310,5	1,1	27,6	0,0	0,0	327,4	2921,3	174,0	1252,1	7472,1
2010	114,9	76,3	1177,6	3,7	134,1	21,8	0,1	0,0	0,0	369,6	2281,2	3354,1	7533,5
2011	911,0	19,7	1710,0	92,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	530,9	1654,1	3052,9	7971,4
2012	969,6	247,3	204,5	0,4	280,1	0,0	2,6	1,5	1,4	3,7	3033,9	247,3	4992,4
2013	912,0	26,3	856,9	38,6	0,0	0,5	0,0	0,0	36,4	498,0	1545,8	7912,8	11827,2
2014	284,7	8,4	163,7	464,3	0,0	1,2	0,0	0,0	118,4	692,8	715,9	695,6	3144,9
2015	9,6	914,5	1537,0	45,9	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	4,3	939,3	916,0	4367,0
2016	10289,2	13,3	162,7	24,7	0,4	0,0	0,0	1,0	109,2	243,3	590,5	397,2	11831,6
2017	62,3	1360,2	2175,8	6,1	14,4	0,0	0,1	0,0	0,0	48,3	426,7	3204,9	7298,9
2018	204,7	2647,7	219,4	78,8	12,5	0,0	0,0	0,1	3,7	1322,6	920,7	2245,0	7655,3
2019	0,0	1361,5	791,7	30,4	105,2	0,0	0,0	0,0	111,7	140,8	1071,7	2259,1	5872,1
Média	1264,9	713,2	877,1	141,6	37,3	8,3	4,9	8,0	42,4	372,1	1558,7	2187,3	7216,0
DP	1978,9	926,6	809,9	189,6	81,1	21,5	25,7	38,2	85,7	561,6	914,3	1761,6	2019,1
CV													
(%)	156,4	129,9	92,3	133,9	217,2	259,9	521,1	476,0	202,1	150,9	58,7	80,5	28,0
Máx	10289,2	4210,9	2834,3	793,5	288,6	89,8	148,1	218,6	360,3	2921,3	4044,1	7912,8	11831,6

Mín	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	174,0	247,3	3144,9
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	--------

DP: desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; Máx: valor máximo da série; e Mín: valor mínimo da série.

Observa-se que a erosividade média anual para a região de Juramento-MG é de 7.216,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, valor que representa o fator “R” da equação universal de perda de solo, podendo ser utilizado para a região estudada (Tabela 3). O valor do fator “R” de 7.216,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ é considerado como erosividade moderada a forte, de acordo com a classificação proposta por Carvalho (2008), (Tabela 1). Silva Neto et al. (2020) destaca que a erosividade está diretamente ligada à intensidade das chuvas, sendo assim, na medida em que a relação intensidade-duração-frequência da chuva aumenta, maior será o potencial erosivo da precipitação pluvial (Fator R).

O valor do fator “R” da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), pode ser utilizado para localidades próximas, no entorno de Juramento-MG, com características climáticas semelhantes, ampliando as possibilidades de utilização deste fator no planejamento conservacionista da atividade agrícola (Wischmeier, 1959).

O coeficiente de chuva Rc médio mensal para o período de 1987 a 2019 está representado na

Figura 3. Coeficiente de chuvas Rc (mm) médio mensal no período de 1987 a 2019.

Conclusões

O município de Juramento – MG enquadra-se como de erosividade moderada a forte com fator erosividade (R) da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) de 7.216,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Esse valor também pode ser utilizado em locais do entorno, com características climáticas semelhantes.

Os maiores índices de erosividade encontrados foram nos meses de dezembro 7.912,8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e janeiro 10.289,2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, coincidindo com os meses mais chuvosos 614,1

(Figura 3). Observa-se que as maiores médias de coeficiente de chuva foram observadas nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março e as menores médias nos meses de abril a outubro.

Também foi registrado a relação linear entre o índice EI₃₀ e o coeficiente de chuvas Rc (Figura 4). As análises de correlação de Pearson mostraram alta correlação do índice de erosividade EI₃₀ com o coeficiente de chuvas média mensal ($r = 0,9846$; significativo a 0,01% e $r^2 = 0,9964$). De acordo com Matos et al., (2017) este resultado indica que em locais com características climáticas semelhantes e sem dados pluviográficos disponíveis, essas relações podem ser utilizadas para determinar a erosividade média anual das chuvas, pelo índice EI₃₀. Correlações significativas entre o índice de erosividade e coeficiente de chuva também foram observadas por outros autores em diferentes localidades, como para o Estado da Paraíba (Amaral et al., 2014) e Pará (Costa et al., 2020).

Figura 4. Curva de ajuste linear entre o índice de erosividade EI₃₀ (mensal) e o coeficiente de chuva (Rc = Pm₂/Pa) (média mensal) para Juramento – MG, com base nos valores médios mensais de chuva do período entre 1987 a 2019.

mm e 614,5 mm, respectivamente, e os meses de julho e agosto apresentaram com os menores índices de erosividade 4,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e 8,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, respectivamente, sendo estes os meses de menores precipitações 2,1 mm e 3,0 mm, respectivamente.

Diante da alta correlação do índice de erosividade EI₃₀ com o coeficiente de chuva Rc, é possível utilizar as equações obtidas para estimar o fator R da equação universal de perda de solo.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Meteorologia-INMET pela disponibilização da série histórica de dados de precipitação.

Referências Bibliográficas

- Amaral, B.S. D., Dantas, J. C., Silva, R. M., Carvalho Neto, J. F., 2014. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 7, 691-701. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbfg.v7.4.p691-701>. Acesso: 04 jan. 2020.
- Bazzano, M.G. P., Eltz, F.L.F., Cassol, E.A., 2010. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online] 34, 235-244. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000100024>. Acesso: 04 jan. 2020.
- Carvalho, D.F.; Cruz, E.S.; Marinaldo, F.P.; Silva, L.D.B.; Guerra, J.G.M., 2009. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online] 13, 3-9. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000100001>. Acesso: 04 jan. 2020.
- Carvalho, N.O., 2008. Hidrossedimentologia prática, 2 ed. Interciência, Rio de Janeiro.
- Costa, C. E. A. S.; Souza, M. M.; Ramos, C. C.; Progênio, M. F.; Rosario, K. K. L.; Rocha, G. S., 2020. Determinação do fator de erosividade da chuva para o distrito de Marudá (PA). *Nature and Conservation* [online], 55-62. Disponível: <https://doi.org/10.6008/CBPC23182881.2020.04.0007>. Acesso: 04 jan. 2020.
- Foster, G.R.; McCool, D.K.; Renard, K.G.; Moldenhauer, W.C., 1981. Conversion of the Universal Soil Loss Equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation* 36, 355-359.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Censo Agropecuário. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juramento/pesquisa/24/76693>. Acesso: 02 fev. 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. População estimada: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juramento/panorama>. Acesso: 04 fev. 2020.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2020. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso: 28 jan. 2020.
- Lombardi Neto, F., Moldenhauer, W. C., 1992. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). *Bragantia*, Campinas, [online] 51, 189-196. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051992000200009>. Acesso: 08 jan. 2020.
- Matos, R. M. DE; Silva, P. FE. DA; Medeiros, R. M. DE; Saboya, L. M. F; Borge, V. E; Sobrinho, T. G., 2017. Erosividade da chuva no período de 1973 a 2013 no município de Barbalha – CE. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 10, 641-649. Disponível: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170041>. Acesso: 08 jan. 2020.
- Nunes, Y.R.F.; Fagundes, M.; Santos, R.M.; Domingues, E.B.S.; Almeida, H.S.; Gonzaga, A.P.D., 2005. Atividades fenológicas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma Floresta Estacional Decidua no norte de Minas Gerais. *Lundiana* [online] 6, 99-105. Disponível: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/lundiana/article/view/22096/17779>. Acesso: 08 jan. 2020.
- Nunes, Y.R.F.; Luz, G.R.; Braga, L.L., 2012. Phenology of tree species populations in tropical dry forests of Southeastern Brazil. *Phenology and climate change* [online], 125-142. Disponível: <https://doi.org/10.5772/34289>. Acesso: 08 jan. 2020.
- Oliveira, P.T.S., Wendland, E., Nearing, M.A., 2012. Rainfall erosivity in Brazil: A review. *Catena* [online] 100, 139-147. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.08.006>. Acesso: 08 jan. 2020.
- Pham, T. G., Degener, J., & Kappas, M., 2018. Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam. *International Soil And Water Conservation Research* [online] 6, 7516. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.01.01>. Acesso: 12 jan. 2020.
- Pinheiro, A. G., Santos, J, C, N, dos., Palácio, A. de Q., Araujo Neto., J. R., Andrade, E. M., 2018. Eficiência da cobertura vegetal na redução das perdas de água e solo no município de Iguatu. *Irriga* [online] 23, 133-142. Disponível: <https://doi.org/10.15809/irriga.2018v23n1p133>. Acesso: 09 jan. 2020.
- Rodrigues, J. A. M., Mello, C. R., Viola, M. R., Rodrigues, M. C., 2017. Estimativa da vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Cervo - MG. *Geociências* [online] 36, 531-542. Disponível:

- <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/download/12477/12037>. Acesso: 09 jan. 2020.
- Santos Neto, J. R., Christofaro, C., 2019. Erosividade da chuva na bacia hidrográfica do Rio Araçuaí-MG. *Boletim de Geografia* [online] 37, 40-50. Disponível: <https://doi.org/10.4025/bolgeoglgeogr.v37i3.37522>. Acesso: 10 jan. 2020.
- Santos, T.E.M., Montenegro, A.A.A., 2012. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online] 16, 871-880. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S141141543662012000800009>. Acesso: 11 jan. 2020.
- Schick, J., Bertol, I., Cogo, N.P., González, A.P., 2014. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico sob chuva natural. *R. Brasileira de Ciência do Solo* [online] 38, 1906-1917. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S010006832014000600025>. Acesso: 11 jan. 2020.
- Sholagberu, A. T., Mustafa, M. R. U., Yusof, K. W., Ahmad, M. H., 2016. Evaluation of rainfall-runoff erosivity factor for Cameron Highlands, Pahang, Malaysia. *Journal of Ecological Engineering* [online] 17. Disponível: <https://doi.org/10.12911/22998993/63338>. Acesso: 11 jan. 2020
- Silva, M. A., Silva, M. L. N., Curi, N., Santos, G. R., Sá, J. J. G. M. M., Menezes, M. D., Leite, F. P., 2010. Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do Rio Doce, região centro-leste de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online] 34, 1029-1039. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400003>. Acesso: 18 jan. 2020.
- Silva Neto, V. L. Silva., Batista, E. D., Junior, W. B. L., Fabris, Z. V., Rodrigues, P. J. A. W., 2020. Distribuição espacial da erosividade das chuvas na bacia do rio Manuel Alves da Natividade, Tocantins. *Sociedade & Natureza* [online] 32, 161-175. Disponível: <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-46182>. Acesso: 15 jan. 2020.
- Trindade, A. L. F., Oliveira, P. T. S. de., Anache, J. A. A., Wendland, E., 2016. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [online] 51, 1918-1928. Disponível: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016001200002>. Acesso: 16 jan. 2020.
- Wang, X., Zhao, X., Zhang, Z., Yi, L., Zuo, L., Wen, Q., Liu, F., Xu, J., Hu, S., Liu, B., 2016. Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010. *Catena* [online] 137. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.10.004>. Acesso: 16 jan. 2020.
- Wischmeier, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a Universal Soil-Loss Equation. *Soil Science Society of America Proceedings* [online] 23, 246-249. Disponível: <https://doi.org/10.2136/ssaaj1959.3615995002300030027x>. Acesso: 16 jan. 2020.
- Wischmeier, W.H., 1976. Use and misuse of the universal soil loss equation. *J. Soil Water Conserv.*, 31:5-9.
- Wischmeier, W.H., Smith, D. D., 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union* [online] 39, 285-291. Disponível: <https://doi.org/10.1029/TR039i002p00285>. Acesso: 17 jan. 2020.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 537. *Agriculture Handbook*, Washington.
- Wischmeier, W.H.; Johnson, C.B.; Cross, B.V., 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation* 26, 189-193.
- Xavier, J. P. de S., Barros, A. H. C., Webber, D. C., Accioly, J. de O., Marques, F. A., Filho, J. C. de A., Silva, A. B., 2019. Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 12, 859-875. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgef.v12.3.p859-875>. Acesso: 18 jan. 2020.