

**Erosividade e padrões de precipitação pluvial para Aragarças – GO****Erosivity and pluvial precipitation patterns for Aragarças – GO**

DOI:10.34117/bjdv6n4-384

Recebimento dos originais: 10/03/2020

Aceitação para publicação: 29/04/2020

**Aline Franciel De Andrade**

Doutoranda em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás

Endereço: Av. Esperança, s/n. Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia/Go, Brasil  
alineandrade418@gmail.com**Roriz Luciano Machado**

Doutor em Agronomia - Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Ceres

Endereço: Rod.154, Km 03. Caixa Postal 51. CEP 76300-000 Ceres/GO, Brasil.  
roriz.machado@ifgoiano.edu.br**Vladia Correchel**

Doutora em Ciências - Energia Nuclear na Agricultura pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal de Goiás

Endereço: Av. Esperança, s/n. Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia/Go, Brasil  
vladiacorrechel@hotmail.com**Cássia Cristina Rezende**

Mestranda em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás

Endereço: Av. Esperança, s/n. Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia/Go, Brasil  
cassiacristinarezende@hotmail.com**Jaqueline Lima Da Conceição Souza**

Doutoranda em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás

Endereço: Av. Esperança, s/n. Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia/Go, Brasil  
jaquelinelima.745@gmail.com**Fernando Rezende da Costa**

Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás

Endereço: Av. Esperança, s/n. Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia/Go, Brasil  
fernandocosta.ufg@hotmail.com**Elizabete Alves Ferreira**

Mestre em Agronomia – Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Instituto Nacional de Meteorologia/10º DISME

Endereço: Praça Cívica, 100 - 3º andar - St. Central, Goiânia - GO, 74003-010  
elizabete@inmet.gov.br

**RESUMO**

A chuva é o fator climático que tem maior influência sobre a erosão do solo nas regiões tropicais devido suas características de intensidade, duração e frequência. Conhecer o potencial erosivo das chuvas e sua distribuição no decorrer do ano permite o planejamento de práticas de manejo que objetivam a redução da erosão hídrica, e das perdas de solo. Neste trabalho propõe-se definir para a localidade sob influência da estação pluviográfica (código: 83368) no município de Aragarças - GO, o fator R da USLE, os padrões de precipitação pluvial e os meses que possuem o maior potencial erosivo. Utilizou-se série pluviográfica do período de 2002 à 2007, e série pluviométrica referente ao período de 1990 a 2014. Os dados foram convertidos para o formato digital e ao final dessa etapa sistematizados e submetidos ao software Chuveros para determinação dos índices de erosividade (EI30 e KE>25) e os padrões de precipitação avançado, intermediário e atrasado. No período estudado a precipitação pluvial média anual da localidade de estudo foi de 1.571,6 mm, com 91% das chuvas concentradas de outubro a março. Os valores médios anuais de EI30 e de KE>25 foram de 10.657,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e de 163,1 MJ ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, respectivamente. O padrão hidrológico avançado foi o de maior frequência, seguido pelos padrões, intermediário e atrasado.

**Palavras-chave:** Conservação de solos, padrão hidrológico, USLE, fator R.

**ABSTRACT**

Rain is the climatic factor that has greater influence on the erosion in the tropical regions due to its characteristics, intensity, duration and frequency. Knowing the erosive potential of rainfall and its distribution throughout the year allows the planning of management practices that aim to reduce water erosion and soil losses. In this work, it is proposed to define for the locality under influence of the rainfall station (code: 83368) in the municipality of Aragarças - GO, the R factor of the USLE, the rainfall patterns and the months that have the greatest erosive potential. A rainfall series from the period from 2002 to 2007 and a rainfall series from 1990 to 2014 were used. The data were converted to the digital format and, at the end of this phase, systematized and submitted to Chuveros software for the determination of erosivity indices (EI30 and KE > 25) and advanced, intermediate and delayed precipitation patterns. In the studied period, the average annual rainfall of the study site was 1,571.6 mm, with 91% of the rainfall concentrated from October to March. The mean annual values of EI30 and KE > 25 were 7,384.2 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 127.9 MJ ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, respectively. The advanced hydrological pattern was the highest frequency, followed by the intermediate and delayed patterns.

**Keywords:** Soil conservation, hydrological standard, USLE, factor R.

**1 INTRODUÇÃO**

Entre os fatores que influenciam a erosão hídrica, as características de intensidade, duração e frequência das chuvas tropicais assumem papel relevante na magnitude dos processos erosivos (HUDSON, 1973; MELLO et al., 2007; SILVA et al., 2010; MATOS et al., 2017). Inúmeros exemplos dos problemas ambientais e sociais causados por chuvas intensas que ocorrem no Brasil foram divulgados amplamente na mídia no último período chuvoso (NOCELLI & SILVA, 2020; AMORIM, 2020; GONÇALVES, 2020).

Entretanto, outros fatores interferem nos processos erosivos, como o tipo de solo (MANNIGEL et al., 2002; ARRAES et al., 2010), a conformação do relevo (MINGOTI, 2009; RODRÍGUEZ & SUÁREZ, 2010; GAUDINO, 2015), o uso e manejo do solo e das plantas com ou

sem adoção de práticas de conservação do solo (CARDOSO et al., 2012; MARIOTI et al., 2013; CASSOL et al., 2018).

Wischmeier e seus colaboradores (WISCHMEIER & SMITH, 1958; WISCHMEIER, 1959) estimaram a erosividade das chuvas, ou o potencial da chuva em causar erosão, como o produto da energia cinética pela intensidade das chuvas em 30 minutos ( $EI_{30}$ ), utilizado na obtenção do fator R da Universal Soil Losses Equation (USLE), equação que estima as taxas de erosão hídrica de uma determinada área por ano.

Outro índice usado para determinar a erosividade da chuva é o  $KE > 25$ , que utiliza no cálculo chuvas de energia cinética com intensidade de precipitação superiores a  $25 \text{ mm h}^{-1}$  (HUDSON, 1973; CARVALHO et al., 1991; CARVALHO et al., 2005). Quando comparado com o  $EI_{30}$ , o  $KE > 25$  representa um índice com maior facilidade de obtenção por dispensar a intensidade máxima em trinta minutos (CARVALHO et al., 1991)

O padrão hidrológico é outra característica da chuva relacionada ao processo de erosão hídrica e, de acordo com sua intensidade, é classificada em padrão avançado, intermediário e atrasado, quando a localização dos picos de maior intensidade estão no início, meio ou final do período de duração das chuvas, respectivamente (HORNER & JENS, 1941).

No Brasil, estudos mostram que o conhecimento da distribuição da erosividade ao longo do ano e do padrão hidrológico das chuvas, torna possível definir a melhor época para o estabelecimento das práticas de manejo e estratégias para a redução da perda de solo e nutrientes, servindo como ferramenta em trabalhos de extensão e assistência técnica rural (VAL et al., 1986; BAZZANO et al., 2007; CASSOL et al., 2008; SANTOS & MONTENEGRO, 2012; EVANGELISTA et al., 2016).

Os objetivos do presente trabalho foram determinar a erosividade mensal e anual das chuvas pelos índices  $EI_{30}$  e  $KE > 25$ ; estimar o valor do Fator “R” para utilização na Equação Universal de Perdas de Solo (USLE); e determinar o padrão hidrológico mais frequente das chuvas erosivas para a região de Aragarças - GO, por meio do uso de pluviogramas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Aragarças está localizado no estado de Goiás, na mesorregião Noroeste, situada a 400 Km da capital do estado e tem população estimada de 20.118 habitantes em uma área de  $664,53 \text{ Km}^2$  (IBGE, 2019). O município apresenta como principais atividades econômicas o comércio, a agricultura e o turismo (IBGE, 2018).

O estudo foi realizado com base nos dados pluviográficos da estação convencional do município de Aragarças ( $15^{\circ}53'51'' \text{ S}$  e longitude  $52^{\circ}15'03'' \text{ O}$ ) com altitude de 345 m, pertencente

ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/10° DISME, inscrita sob o n° 83368. Segundo a Classificação de Köppen-Geiger simplificada por Setzer, o clima da região é do tipo Aw.

Foi utilizado pluviógrafo do tipo boia, com área captação de 200 cm<sup>2</sup> através de imagens scaneadas a partir dos pluviogramas diários fornecidos pelo INMET, referente ao período de 2002 a 2007. Sendo a menor leitura de 0,2 mm de chuva, registrada no eixo vertical, e o tempo no eixo horizontal, com subdivisões em intervalos de 10 minutos em um período de 24 h.

Os dados foram convertidos para o formato digital utilizando planilhas eletrônicas, de forma manual ao qual foram determinados os horários de início e de final e a lâmina correspondente de cada segmento de chuva (mesma intensidade; inclinação do traço) e a precipitação total do pluviograma para posterior correção. Em seguida, foi realizada a individualização das chuvas utilizando como critérios os propostos por Cabeda (1976) que considera uma chuva individual quando esta se encontra separada de outra por um período mínimo de 6 h, com precipitação inferior a 1 mm, e erosivas, quando a lâmina é superior a 10 mm ou quando igual ou superior a 6 mm, em um período máximo de 15 minutos.

Em sequência os dados organizados em planilhas foram submetidos ao programa CHUVEROS, elaborado pelo prof. Antonino Elemer Cassol, do Departamento de Solos da UFRGS (CASSOL et al., 2008), para o cálculo dos índices de erosividade EI<sub>30</sub> e KE>25. O programa fornece também outros atributos das chuvas como altura precipitada, energia cinética, duração e intensidade em 30 minutos (I<sub>30</sub>), além dos padrões de precipitação avançado, intermediário e atrasado.

Para a obtenção do fator R da USLE é necessária uma série de dados de 22 anos de registros, mas como nesse tipo de estudo é comum estações meteorológicas apresentarem série pluviográficas com poucos anos de registros e série pluviométrica com boa quantidade de anos de medições, há possibilidade da utilização dessa última para ampliar a série pluviográfica, após estudo de correlação entre ambas para a mesma estação meteorológica ou estação vizinha (MACHADO et al., 2013).

Embora o período estudado seja ao mínimo considerado adequado para ser utilizado na estimativa da erosividade através da USLE, é importante ressaltar, que no Brasil, são raras as séries históricas disponíveis de dados pluviográficos, sendo que muitas vezes estes não são disponibilizados pelos órgãos responsáveis (MONTEBELLER et al., 2007). Sendo assim, para o cálculo dos índices EI<sub>30</sub> e Ke>25, também utilizou-se série pluviométrica da estação pluviográfica vizinha (Montes Claros), obtidas da base de dados HIDROWEB.

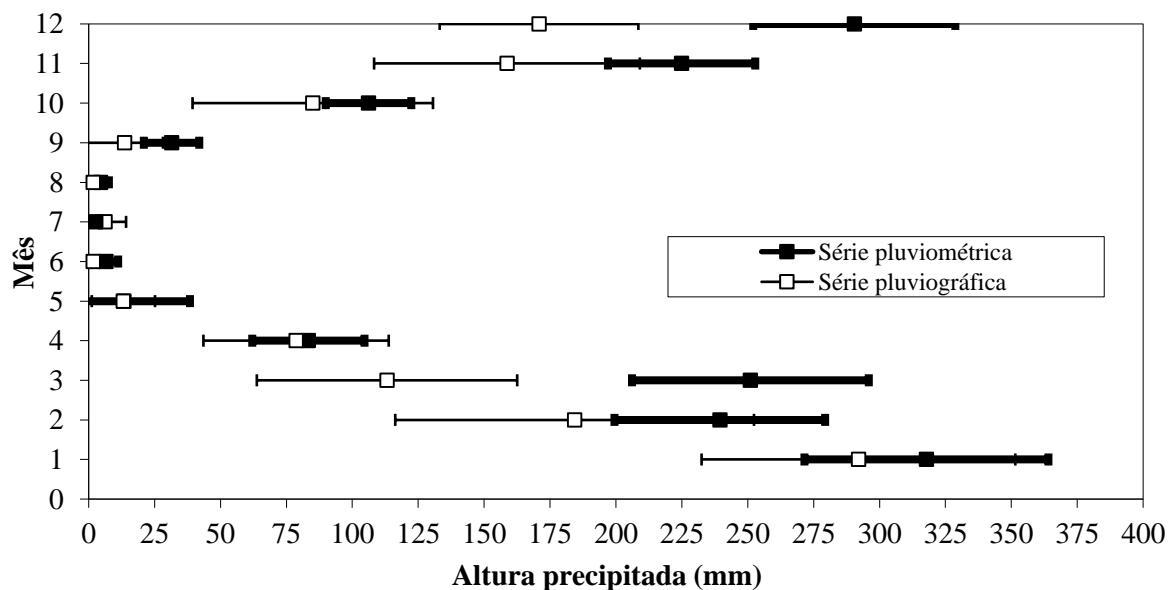
Foi feito o ajuste de equações entre os índices de erosividade das chuvas (EI<sub>30</sub> e KE>25) obtidos por meio de pluviogramas, e, entre os dados pluviométricos de média mensal de precipitação (p) e fator chuva Rc para igual período de avaliação. O fator Rc é definido como o quociente entre o quadrado da precipitação pluviométrica média mensal (p) e a precipitação pluviométrica média anual

(P) (CARVALHO et al., 2005). Com as equações geradas foi estimada a erosividade das chuvas com base nos dados pluviográficos das estações pluviométricas da entidade INMET.

Para avaliar o uso das equações nas estimativas dos índices de erosividade, foi aplicada a análise de intervalo de confiança (IC), de acordo com Moreti et al. (2003), com o objetivo de avaliar o tamanho da série pluviométrica a ser utilizada, determinando assim, o máximo de anos possível em que a altura precipitada (mm) obtida da série pluviométrica fosse estatisticamente semelhante à altura precipitada na série pluviográfica disponível.

Ao se testar os dados da série pluviométrica (1990 a 2014), observou-se sobreposição das médias e ou desvios do intervalo de confiança de todos os anos, exceto para março e dezembro, sendo esses melhores resultados de várias combinações de períodos da série pluviométrica mais semelhante possível estatisticamente à série pluviográfica (2002 a 2007) para estimativa de índices de erosividade (Figura 1).

Figura 1: Médias e intervalo de confiança da precipitação anual obtidas entre séries pluviométricas de Montes Claros e pluviográficas de Aragarças– GO



Em relação ao ajuste de equações com o objetivo de se obter a estimativa dos índices de erosividade, encontrou-se para o índice  $EI_{30}$  ajustes lineares de  $EI_{30} = 6,83p - 6,62$  ( $r^2 = 0,98$ ) para precipitação média “p” (Figura 2) e  $EI_{30} = 6,3 Rc - 86,54$  ( $r^2 = 0,97$ ) para coeficiente de chuva ( $Rc$ ) (Figura 3). Para o índice  $KE_{>25}$  os ajustes encontrados foram de  $KE_{>25} = 0,10p + 0,20$  ( $r^2 = 0,97$ ) (Figura 4) e  $KE_{>25} = 0,09 Rc - 0,97$  ( $r^2 = 0,95$ ) (Figura 5), para precipitação média “p” e para coeficiente  $Rc$ , respectivamente. Para a estimativa dos índices de erosividade ( $EI_{30}$  e  $KE_{>25}$ ), a equação baseada na precipitação média mensal “p”, foi considerada mais adequada, e por isso,

utilizada para a estimativa dos índices de erosividade uma vez que apresentou maior coeficiente de determinação do modelo.

Figura 2: Correlação entre os valores médios mensais do índice de erosividade  $EI_{30}$  e a precipitação média mensal (p)

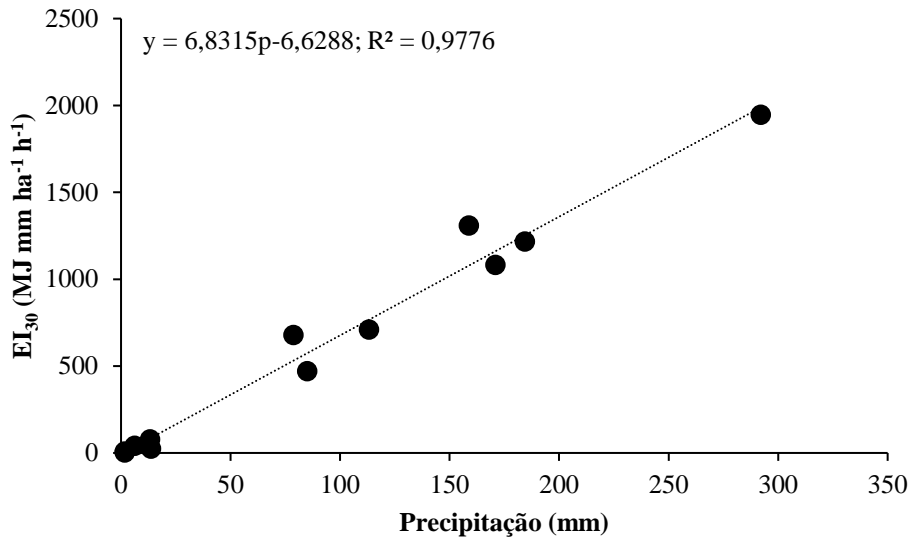


Figura 3: Correlação entre os valores médios mensais do índice de erosividade  $EI_{30}$  e o coeficiente de chuva (Rc)

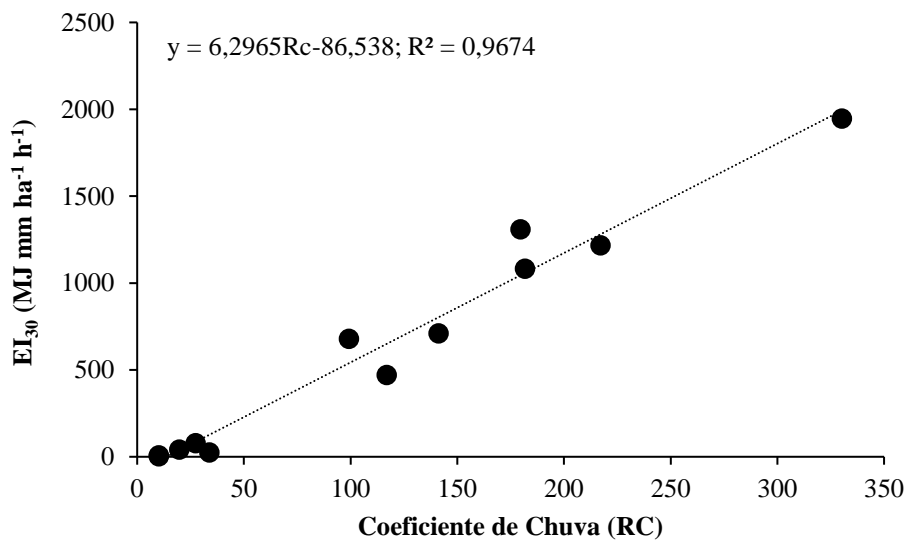
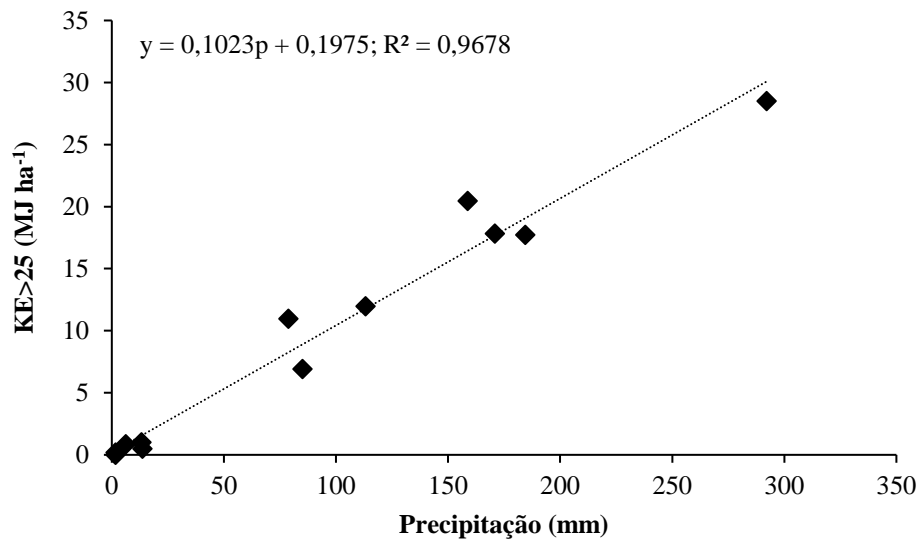


Figura 4: Correlação entre os valores médios mensais do índice de erosividade  $KE>25$  e a precipitação média mensal (p)

$P_a$  = precipitação média mensal no qual o mês  $i$  está contido na série de dados.

A obtenção dos índices de erosividade mês a mês, dentro de cada ano, permitiu a obtenção dos índices de erosividade  $EI_{30}$  e  $KE>25$  para a localidade em estudo. A partir daí, o somatório dos índices de erosividade mês a mês, dentro de cada ano, foi usado para o cálculo do índice de erosividade para o ano em questão e o conjunto de todos os anos compôs a série histórica.

Após a obtenção dos padrões hidrológicos a partir do software CHUVEROS, que verifica em que tempo ocorreu o pico de maior intensidade da chuva, foi calculada a percentagem do total das chuvas que representa cada padrão hidrológico.

Também a partir da série histórica de chuvas acumuladas no período de 1981 a 2010, foi calculada a normal climatológica da região e balanço hídrico climatológico de acordo com a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), descrita por Sentelhas (1999) para verificação dos períodos de déficit e excesso hídrico da região.

Os atributos de chuvas e índices de erosividade foram analisados estatisticamente em relação aos meses do ano e padrões de precipitação os quais foram assumidos como tratamentos. O experimento foi avaliado em delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial correspondendo aos meses do período chuvoso (outubro a abril; sete meses) e aos três padrões de precipitação, por meio de análise de variância (ANAVA) e comparação de médias pelo teste de Scott Knott (5%), utilizando o software SISVAR. As variáveis avaliadas foram: altura precipitada, duração e os índices de erosividade  $EI_{30}$  e  $KE>25$ .

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores médios mensais e anuais de precipitação pluvial, índices de erosividade  $EI_{30}$  e  $KE>25$  e coeficiente de chuva  $R_c$  de Aragarças, no período de 1990-2014, são mostrados na Tabela 1, onde se observa que a precipitação média anual em Aragarças, GO foi de 1.571,6 mm, valor condizente com a normal climatológica de 1.550,40 mm anuais, demonstrando que o período analisado possui regime hídrico normal. O período de outubro a março concentrou 90,9% do total da precipitação média anual, com destaque para os meses de dezembro a janeiro, que correspondem a 20,2 e 18,5% dessa precipitação, respectivamente, valores esperados segundo Cardoso (2012) para o clima Aw.

Tabela 1: Valores médios mensais e anual de precipitação pluvial, índices de erosividade EI<sub>30</sub> e KE>25 de Aragarças-GO, obtidos de 1990-2014

Mês	PRECIPITAÇÃO		EI <sub>30</sub> *		KE>25		Rc	
	mm	%	MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	%	MJ ha <sup>-1</sup>	%	mm	%
Jan	317,8	20,2	2164,4	20,3	32,7	20,0	74,0	26,9
Fev	239,4	15,2	1628,9	15,3	24,7	15,1	43,3	15,7
Mar	251,0	16,0	1708,2	16,0	25,9	15,9	47,9	17,4
Abr	83,3	5,3	562,7	5,3	8,7	5,3	6,6	2,4
Mai	13,4	0,9	85,0	0,8	1,6	1,0	0,3	0,1
Jun	6,5	0,4	37,9	0,4	0,9	0,5	0,1	0,1
Jul	2,7	0,2	11,8	0,1	0,5	0,3	0,0	0,0
Ago	4,5	0,3	24,2	0,2	0,7	0,4	0,1	0,0
Set	31,4	2,0	208,1	2,0	3,4	2,1	1,2	0,4
Out	106,2	6,8	718,6	6,7	11,1	6,8	8,4	3,0
Nov	224,9	14,3	1529,9	14,4	23,2	14,2	36,6	13,3
Dez	290,4	18,5	1977,4	18,6	29,9	18,3	60,2	21,8
Total	1571,6	100	10657,0	100,0	163,1	100,0	278,8	100

\*Obtidos com base na média de precipitação mensal.

Segundo a classificação de Gaussen & Bagnouls (1953), para temperaturas médias entre 20 e 30°C, o período seco ocorre a partir de precipitações abaixo de 50 mm. Dessa maneira, o período de estiagem na região de Aragarças-GO, no período estudado foi de maio a setembro com ocorrência de 3,7% da precipitação média anual, destacando-se os meses de junho, julho e agosto que praticamente não há ocorrência de chuvas, respondendo por menos de 1% da precipitação anual. Esses valores corroboraram com Cardoso (2012) com médias de precipitação entre 1.400 e 1.600 para a região do Vale do Araguaia.

No período estudado analisaram-se um total de 731 chuvas individuais, dessas 223 foram erosivas e 508 não erosivas, configurando uma média de 37 chuvas erosivas e 85 não erosivas por ano. Em relação ao número total, a porcentagem de chuvas erosivas foi de 31% e as chuvas não erosivas 69%; entretanto, em relação ao volume essas chuvas erosivas perfizeram 80% enquanto as não erosivas somaram apenas 20% do volume total. Nesse período de 6 anos, embora o número de chuvas erosivas tenha sido bem inferior ao número de chuvas não erosivas, o volume precipitado nas erosivas foi cerca de 4 vezes superior (Figuras 6 e 7).

Figura 6: Número e volume de chuvas erosivas e não erosivas ocorridas em Aragarças-GO, no período de 2002 a 2007

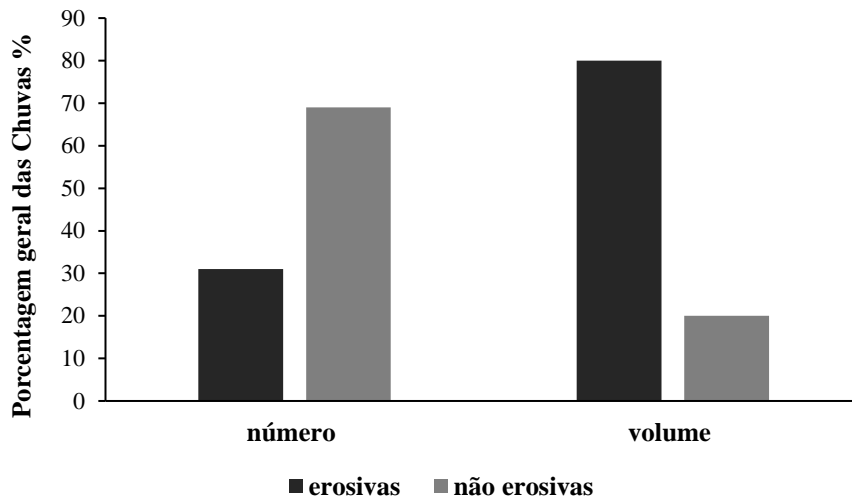
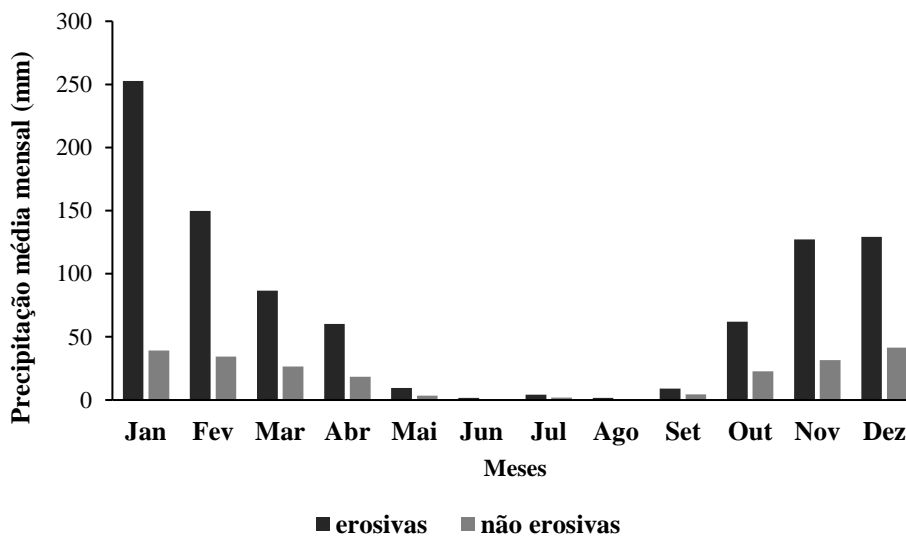


Figura 7: Precipitação média mensal dividida em chuvas erosivas e não erosivas ocorridas em Aragarças-GO, no período de 2002 a 2007



A erosividade mensal de Aragarças – GO (Tabela 2) variou de 0 (em vários meses que não ocorreram chuvas erosivas) até valores elevados, como verificado em janeiro de 2004, com 3.186,5 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Esse valor representou 35% da erosividade ocorrida naquele ano. O índice de erosividade EI<sub>30</sub> médio mensal das chuvas de Aragarças-GO, foi bastante variável, apresentando valor mínimo de 11,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> no mês de julho e máximo de 2.164,4 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> no mês de janeiro (Tabela 1).

A erosividade média anual foi de 10.657,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 1), superior ao encontrado por Moreti et al. (2003) com 7.487 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, Morais et al. (1991) com 7.598 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e Silva et al. (1997a) com 7.364,5 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para Flexas (MT), São Manuel (SP) e

Goiânia (GO), respectivamente. Esse valor também foi superior ao encontrado para Seropédia (RJ), Lages (SC) e Ribeirão das Lages (RJ), calculados, respectivamente, por Carvalho et al. (2010), Bertol (1993) e Machado et al. (2008), para climas do tipo Cfa.

Tabela 2: Distribuição mensal e anual do índice EI<sub>30</sub> de Aragarças-GO, no período de 2002-2007

	EI <sub>30</sub> (MJ mm.ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jan	2101,1	2306	3186,5	1353,5	197,1	2530,4
Fev	1501,9	493	2624,5	503,2	1154,3	1022,5
Mar	1051,9	524,6	219,2	1622	638,5	206,1
Abr	719,4	1246,4	688,4	32,2	1323	65,4
Mai	1,2	34,6	394,6	26,6	5,4	0
Jun	0	0	0	13,5	0	0
Jul	233,7	0	10,1	0	0	0,7
Ago	0	42,2	0	0	0	0
Set	0,1	55,5	1,6	2,4	83,4	0
Out	612,3	125,2	67,9	1091	858,2	72,3
Nov	1335	800,4	524	589,4	4259	344
Dez	551,7	560,6	1374	1037	563,5	2407,4
Anual	8108,3	6188,5	9090,8	6270,8	9082,4	6648,8

Os valores extremos anuais variaram de 6.188,5 a 9.090,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, em 2003 e 2004 (Tabela 2). Silva et al. (1997a) trabalhando com Latossolo Vermelho-escuro de textura argilosa no município de Goiânia-GO, encontraram uma erosividade anual de 7.364,5 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> que proporcionou uma taxa de perda de solo de 29,3 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Para o índice EI<sub>30</sub> de 9.431 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, valor próximo ao extremo anual encontrado para Aragarças-GO (9.090 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), a perda de solo estimada foi de 42,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Os maiores valores médios mensais do índice EI<sub>30</sub> ocorrem de novembro a março, variando de 1.529,9 e 2.164,4 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, período este em que se concentram as atividades de preparo do solo e semeadura das culturas de verão e colheita seguidos do plantio da safrinha. Com isso, o solo fica exposto no período em que a erosividade das chuvas é elevada, aumentando os riscos de erosão e a necessidade de cuidados na prevenção e controle da mesma.

Carvalho (1994) classificou a erosividade (R) quanto à magnitude do índice EI<sub>30</sub> em: baixa, quando  $R < 2.452$ ; média, quando  $2.452 < R < 4.905$ ; média a forte, se  $4.905 < R < 7.357$ ; forte, se  $7.357 < R < 9.810$ ; e muito forte para  $R > 9.810$ . Levando em consideração essa classificação, a erosividade de Aragarças-GO se enquadra na categoria muito forte, sugerindo maior atenção nas práticas agrícolas que promovam a movimentação do solo, de modo que a superfície do terreno fique

descoberta o mínimo possível, principalmente no período de novembro a março que concentram aproximadamente 84,5% do potencial erosivo das chuvas.

Em relação à distribuição do  $KE>25$  ao longo do ano, percebe-se, que assim como para o  $EI_{30}$ , o valor mais elevado ocorreu no mês de janeiro que apresentou  $32,7 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , seguido do mês de dezembro com  $29,9 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e dos meses de março e fevereiro que apresentaram erosividade de  $25,9 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $24,7 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  respectivamente (Tabela 1). Sendo assim, em condições semelhantes de solo, relevo, manejo e práticas conservacionistas, a maior expectativa de ocorrência de erosão do solo em Aragarças corresponde aos meses supracitados.

Segundo Machado et al. (2008) este fato já era esperado uma vez que este índice é calculado utilizando apenas as precipitações com intensidade igual ou superior a  $25 \text{ mm h}^{-1}$ , comuns nessa época do ano. O valor de  $KE>25$  anual foi de  $163,1 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , superior ao encontrado por Silva et al. (1997b) para Goiânia (GO) ( $129,8 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Este valor foi também superior ao encontrado por Carvalho et al. (2010) para Seropédica (RJ) ( $99,2 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Carvalho et al. (1991), em estudo sobre erosividade das chuvas associada a períodos de retorno e probabilidade de ocorrência para Mococa - SP, os autores observaram que um valor de  $KE>25$  de  $167 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  está associado a um período de retorno de cinco anos.

Os valores máximos anuais variaram de  $91,3$  a  $143 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , nos anos de 2005 e 2004, respectivamente. Assim como para o  $EI_{30}$ , os valores máximos do índice de erosividade mensal calculado pelo  $KE>25$ , durante o período estudado, variaram de 0 a  $48,2 \text{ MJ ha}^{-1}$  (janeiro de 2004) (Tabela 3).

Tabela 3: Distribuição mensal e anual do índice  $KE>25$  de Aragarças-GO, no período de 2002-2007, para eventos individuais

	$KE>25 \text{ (MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1})$					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jan	28,3	36,2	48,2	20,7	4,0	33,6
Fev	25,1	5,5	30,7	7,4	19,6	18
Mar	17,3	7,6	3,9	23,8	13,6	5,6
Abr	12,2	18,6	16,1	0	17,1	1,7
Mai	0	0	6,1	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0	0
Jul	5,1	0	0	0	0	0
Ago	0	1,1	0	0	0	0
Set	0	0,3	0	0	2,6	0
Out	8,8	3,8	1,9	12,6	11,6	2,8
Nov	29,6	12,1	12,6	13,6	47,8	7
Dez	5,2	13,5	23,5	13,2	14,7	36,8
Total	131,6	98,7	143	91,3	131	105,5

Durante o período de estudo, ocorreram 223 chuvas erosivas, das quais 109 foram de perfil avançado, perfazendo-se um total de 48,9% das chuvas (Tabela 4); 60, intermediário, com 26,9% das chuvas; e 54 com atrasado, fazendo 24,2% (Tabela 5). Em todos os meses do ano, com exceção do mês de agosto, o padrão hidrológico avançado ocorreu com maior frequência. Ainda na Tabela 5, são apresentados os valores da altura pluvial média das chuvas erosivas para os padrões avançado, intermediário e atrasado.

Tabela 4: Padrões de chuvas avançado (AV), intermediário (IN) e atrasado (AT) em Aragarças-GO, no período de 2002 a 2007

Padrão Hidrológico	Número de Chuvas		Média Anual					
	Absoluto	%	Lâmina precipitada		Erosividade			
			Total mm	%	EI <sub>30</sub> Total MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup>	%	KE>25 Total MJ.ha <sup>-1</sup>	%
AV	109,0	48,9	2.744,0	51,1	4.203,0	58,7	61,5	56,7
IN	60,0	26,9	1.569,0	29,2	1.806,5	25,2	26,1	24,1
AT	54,0	24,2	1.055,0	19,7	1.146,0	16,0	21,0	19,3
TOTAL	223,0	100,0	5.368,0	100,0	7.155,5	100,0	108,6	100

As chuvas de padrão avançado apresentaram uma erosividade média (EI<sub>30</sub>) de 4.203 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>ano, as de padrão intermediário e atrasado somaram 1.806,5 e 1.146 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Embora as precipitações de padrão avançado e intermediário tenham apresentado maior potencial erosivo, em relação as de padrão hidrológico atrasado, estas como mencionado anteriormente, provocam menores perdas de solo pelo fato de o solo estar seco, e conseqüentemente, com uma maior capacidade de infiltração.

Tabela 5: Número e altura pluvial média de chuvas erosivas de Aragarças-GO, associado aos diferentes padrões hidrológicos, no período de 2002 a 2007

Mês	Padrão de chuva erosiva						
	AV	IN	AT	Total	AV	IN	AT
	Número de chuvas				Altura pluvial média (mm)		
Jan	26	21	6	53	24,11	29,99	20,17
Fev	14	11	14	39	24,23	33,78	18,39
Mar	12	5	7	24	24,41	24,00	19,58
Abr	8	2	4	14	35,80	17,00	17,50
Mai	2	1	0	3	23,00	12,00	0,00
Jun	1	0	0	1	10,00	0,00	0,00
Jul	1	0	1	2	0,00	0,00	25,00

Ago	0	1	0	1	0,00	10,00	0,00
Set	3	0	0	3	20,75	0,00	0,00
Out	7	5	3	15	30,20	19,83	27,67
Nov	18	3	8	29	26,77	22,75	19,00
Dez	17	11	11	39	22,34	19,75	15,47
Ano	109	60	54	223	20,13	15,76	13,57

Eltz et al. (2011), estudando série de 31 anos de chuva de Encruzilhadinha do Sul-RS, encontraram valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho, sendo que, 48% das chuvas apresentaram padrão hidrológico avançado, enquanto os padrões intermediário e atrasado somaram, cada um, 26% das chuvas erosivas. Quanto à lâmina das chuvas erosivas, a distribuição foi semelhante à distribuição do número de chuvas, com 51,27 e 22%, para os padrões avançado, intermediário e atrasado, respectivamente. Valor semelhante também foi encontrado por Valvassori & Back (2014) caracterizando as chuvas erosivas em Urussanga-SC, onde a maioria das chuvas apresentaram padrão avançado (53,31%), seguido do intermediário (34,07%) e do atrasado (12,61%). Assim como neste trabalho, o mês de janeiro concentrou o maior número de chuvas no padrão avançado e no intermediário. No padrão atrasado, o maior número de chuvas ocorreu em fevereiro.

De acordo com Mehl et al. (2001) quando o pico de maior intensidade ocorre no padrão avançado produzem menores perdas de solo e água quando comparados com chuvas de padrão intermediário e atrasado. Em condições de chuvas com pico de intensidade no padrão intermediário ou atrasado, a capacidade de infiltração é menor e a desagregação do solo pelo impacto das gotas é favorecida, causando selamento superficial e escoamento de enxurrada. Dessa forma, como em Aragarças o padrão avançado é o mais frequente (48,9%), pode-se afirmar que há menores perdas de solo que poderiam vir a ocorrer se as chuvas fossem predominantemente de padrão atrasado.

Segundo Cassol et al. (2008) as chuvas de padrão hidrológico atrasado são mais danosas do ponto de vista da erosão do solo, mesmo sob idênticas condições de volume total, intensidade do pico e duração dos demais padrões. Isso porque o pico de intensidade ocorre no terço final do tempo de duração da chuva, quando o solo já se encontra com teor de umidade antecedente mais elevado.

Analisando a altura precipitada entre os meses em cada padrão não houve diferenças significativas pelo teste de Scott Knott a 5% (Tabela 6). Essa diferença absoluta discrepante para altura precipitada entre os meses, porém, não significativa, pode ser explicada pelo coeficiente de variação alto, sendo comum em se tratando de chuvas devido à grande variabilidade desse fenômeno e de suas características físicas nas regiões tropicais (MACHADO, 2008). Machado et al. (2008) analisando a erosividade das chuvas associada aos padrões de precipitação pluvial na região de Ribeirão das Lages-RJ encontraram coeficiente de variação mais elevado do que o encontrado no

presente trabalho, na magnitude de 91,19% para a variável altura precipitada e de 90,12% para duração da chuva (h), também superior ao encontrado para Aragarças que foi de 76,56%.

Para a média dos padrões houve diferenças estatísticas, onde as maiores lâminas precipitadas ocorreram sob padrão intermediário (26,34 mm), seguidas do avançado (25,36 mm) e atrasado (19,77 mm) (Tabela 6). As maiores alturas precipitadas geralmente apresentam os maiores índices de erosividade. Quando se analisa isoladamente os padrões dentro de cada mês não há diferença significativa pelo teste de Scott Knott a 5%.

Em relação à média mensal de duração das chuvas no período de outubro a abril, não houve diferença estatística entre os meses. Quando se analisa a duração na média dos padrões de precipitação, observa-se que eventos com maiores durações ocorrem nos padrões intermediário e avançado, sendo que a análise dos padrões dentro de cada mês não resultou em diferenças estatísticas pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ). A maior média de altura pluvial foi registrada no mês de abril para o padrão avançado, sendo 35,8 mm; fevereiro para o intermediário, 33,78 mm; e o mês de outubro para o padrão atrasado, com lâmina de 27,67 mm.

Tabela 6: Altura precipitada e duração das chuvas para os diferentes padrões de precipitação pluvial ao longo do ano em Aragarças-GO, para eventos individuais

Mês/média padrão	Padrão de Precipitação			Média do mês
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
Altura precipitada (mm)				
Janeiro	26,00 aA	33,57 aA	22,00 aA	28,62 a
Fevereiro	23,64 aA	28,72 aA	18,00 aA	23,05 a
Março	21,83 aA	24,80 aA	19,14 aA	21,67 a
Abril	31,00 aA	11,00 aA	20,00 aA	26,08 a
Outubro	25,71 aA	18,80 aA	24,75 aA	23,31 a
Novembro	28,78 aA	18,67 aA	21,00 aA	25,59 a
Dezembro	21,82 aA	19,82 aA	18,50 aA	20,37 a
Média dos padrões	25,36 A	26,34 A	19,77 B	24,36
CV (%)	65,17%			
Duração da chuva (h)				
Janeiro	6,60 aA	9,47 aA	5,37 aA	7,62 a
Fevereiro	6,42 aA	6,43 aA	4,57 aA	5,76 a
Março	5,39 aA	4,41 aA	4,89 aA	5,04 a
Abril	4,05 aA	0,58 aA	2,86 aA	3,42 a
Outubro	7,20 aA	6,37 aA	5,52 aA	6,52 a
Novembro	5,75 aA	3,00 aA	5,14 aA	5,30 a
Dezembro	4,84 aA	6,03 aA	3,98 aA	4,96 a
Média dos padrões	5,84 A	7,01 A	4,6 B	5,85
CV (%)	76,56%			

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, para cada padrão e média dos meses (letras minúsculas), e nas linhas entre os padrões de precipitação e médias dos padrões (letras maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p > 0,05$ ).

Com relação aos padrões de precipitação, os maiores índices médios de  $EI_{30}$  estão associados ao padrão avançado ( $237,02 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), seguido do intermediário ( $184,52 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) e atrasado ( $127,69 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), no entanto, esses valores não diferiram quando analisados estatisticamente. Avaliando os meses do ano dentro de cada padrão de ocorrência das chuvas, verifica-se que também não houve diferença estatística ao longo dos meses de outubro a abril (Tabela 7).

Quanto à distribuição do  $KE > 25$  os resultados foram semelhantes, onde os maiores índices médios estão associados ao padrão avançado ( $3,48 \text{ MJ ha}^{-1}$ ), seguido do intermediário ( $2,64 \text{ MJ ha}^{-1}$ ) e do atrasado ( $2,31 \text{ MJ ha}^{-1}$ ), que assim como para o índice  $EI_{30}$ , não apresentaram diferença significativa. Da mesma forma quando analisado os meses do ano dentro de cada padrão. Assim como para os demais atributos os coeficientes de variação dos índices de erosividade foram elevados, o que pode ter contribuído pela ausência de diferenças significativas, embora tenha apresentado resultados com elevada discrepância.

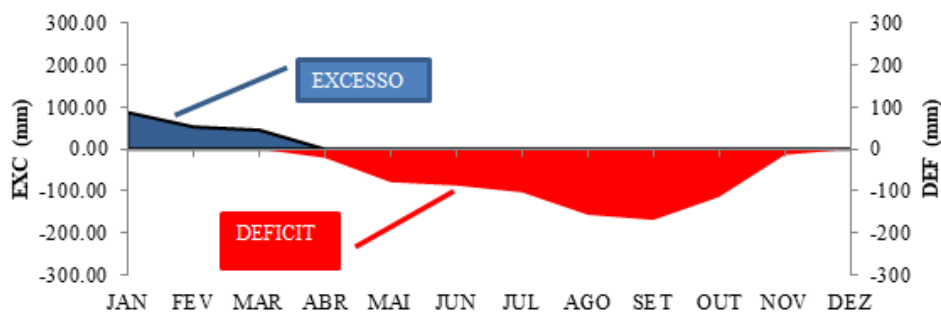
Tabela 7: Distribuição do  $EI_{30}$  e do  $KE > 25$  ao longo do ano em relação aos padrões de precipitação em Aragarças (GO)

Mês/média padrão	Padrão de Precipitação			Média do mês
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
	$EI_{30}$ ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )			
Janeiro	217,61 aA	221,80 aA	166,56 aA	214,45 a
Fevereiro	198,04 aA	258,68 aA	89,93 aA	176,34 a
Março	177,74 aA	237,46 aA	99,73 aA	167,43 a
Abril	313,54 aA	63,30 aA	255,05 aA	276,29 a
Outubro	235,17 aA	80,80 aA	150,28 aA	165,71 a
Novembro	323,84 aA	125,17 aA	142,88 aA	253,36 a
Dezembro	214,62 aA	89,49 aA	108,59 aA	150,50 a
Média dos padrões	237,02 A	184,52 A	127,69 A	196,09
CV (%)			147,98	
	$KE > 25$ ( $\text{MJ ha}^{-1}$ )			
Janeiro	3,19 aA	2,87 aA	3,56 aA	3,10 a
Fevereiro	2,67 aA	3,47 aA	1,52 aA	2,48 a
Março	2,81 aA	3,74 aA	2,03 aA	2,78 a
Abril	4,50 aA	2,30 aA	3,75 aA	4,10 a
Outubro	3,73 aA	0,64 aA	1,92 aA	2,31 a
Novembro	4,56 aA	3,10 aA	2,98 aA	3,97 a
Dezembro	3,38 aA	1,68 aA	2,02 aA	2,53 a
Média dos padrões	3,48 A	2,64 A	2,31 A	2,97
CV (%)			116,98	

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, para cada padrão e média dos meses (letras minúsculas), e nas linhas entre os padrões de precipitação e médias dos padrões (letras maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p > 0,05$ ).

O balanço hídrico climatológico (BHC) demonstra a ocorrência de excedentes hídricos a partir do mês de dezembro (Figura 8). No mês de outubro e novembro concentra período de reposição para uma capacidade de armazenamento de água (CAD) de 100 mm, deste modo, a reposição da CAD após longo período de déficit favorece a infiltração de água no solo, reduzindo os potenciais erosivos. Além disso, possibilita estabelecer melhor período para práticas agrícolas, lembrando que sendo neste período houve ocorrência de 20,4% dos padrões de chuva do tipo atrasado. Ainda de acordo com o BHC a maior reposição de água no solo ocorre a partir de outubro. Portanto, este mês é o mais indicado para o plantio do ponto de vista hidrológico, com déficit iniciando no mês de abril, ocorrendo valores abaixo da CAD a partir do mês de maio, perfazendo uma janela de cultivo com cerca de 210 dias, com presença de umidade no solo.

Figura 8. Balanço hídrico climatológico para a região de Aragarças-GO



## 4 CONCLUSÕES

O valor do fator “R” da Equação Universal de Perdas de Solos para Aragarças-GO, é de  $10.657,0 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para o índice  $EI_{30}$ , sendo classificada como uma erosividade muito forte, e  $163,1 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para o  $KE > 25$ .

Novembro a março é o período mais crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas, com 84,5% do potencial total anual.

O padrão hidrológico avançado é o de maior ocorrência tanto em número, volume e potencial erosivo das chuvas, seguidos dos padrões intermediários e atrasados. Podendo ter seus valores atenuados pelo déficit hídrico nos meses de outubro e novembro do balanço hídrico.

**AGRADECIMENTOS**

Aos funcionários do INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, (10° Distrito) pela disponibilização dos dados.

**REFERÊNCIAS**

- AMORIM, D. Chuvas de fevereiro dão prejuízo de R\$ 203 milhões ao comércio do Sudeste. Estadão - Conteúdo, 27 de fevereiro de 2020. Disponível em: <http://cnc.org.br/editorias/economia/noticias/chuvas-provocam-prejuizo-ao-comercio-de-r-203-milhoes-no-sudeste-em>. Acesso em: 03 abr 2020.
- ARRAES, C.L.; BUENO, R.C.P.; PISSARRA, T.C.R. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na Microbacia Córrego do Tijuco, SP. *Bioscience Journal*, v.26, n.6, p.849-857, 2010.
- BAZZANO, M.G.P.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1205-1217, 2007.
- BERTOL, I. Índice de Erosividade (EI<sub>30</sub>) para Lages (SC) – 1ª Aproximação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.4, p.515-521, 1993.
- CARDOSO, M.R.D.; MARCUZZO, F.F.N.; BARROS, J.R. Caracterização espacial da temperatura no estado de Goiás e no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.11, p.102-121, 2012.
- CARVALHO, D.F.; MACHADO, R.L.; EVANGELISTA, A.W.P.; KHOURY JÚNIOR, J.K.; SILVA, L.D.B. Distribuição, Probabilidade de Ocorrência e Período de Retorno dos Índices De Erosividade EI<sub>30</sub> E KE>25 Em Seropédica – RJ. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.2, p.244-252, 2010.
- CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo-RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.1, p.7-14, 2005.
- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATÂNEO, A. Correlação entre o índice de erosividade EI<sub>30</sub> médio mensal e o coeficiente de chuva do município de Mococa-SP. *Científica*, v.19, p.1-7, 1991.
- CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia prática, Rio de Janeiro, CPRM-Companhia de Pesquisa em 454 Recursos Minerais, 372p, 1994.
- CASSOL, E.A., SILVA, T.S.; ELTZ, F.L.F., LEVIEN, R. Soil Erodibility under Natural Rainfall Conditions as the K Factor of the Universal Soil Loss Equation and Application of the Nomograph for a Subtropical Ultisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.42, p.1-12, 2018.
- CASSOL, E.A.; ELTZ, F.L.F.; MARTINS, D; LEMOS, A.M.; LIMA, V.D.; BUENO, A.C. Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1239-1251, 2008.
- ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; PASCOTINI, P.B. Potencial erosivo e características das chuvas de Encruzilhadinha do Sul, RS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.4, p. 331-337, 2011.
- EVANGELISTA, A.P.W.; CORRECHEL, V.; ARANTES, N.R.M.; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROLI, D. Padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Goiânia-GO. *Global Science and Technology*, v. 9, n.2, p.1-12, 2016.

- GAUDINO, S. Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal / Sérgio Galdino. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015.
- GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. Saison seche et indice xerothermique. Toulouse. França. Université de Toulouse. Facultei dès Sciences. 82p, 1953.
- GONÇALVES, R. Tempestade causa alagamentos e leva caos a São Paulo. *Correio Braziliense*, 10 de fevereiro de 2020. Disponível em: <<https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/brasil/2020/02/10/internabrazil,827120/tempestade-causa-alagamentos-e-leva-caos-a-sao-paulo-veja-fotos.shtml>>. Acesso em: 03 abr 2020.
- HORNER, W.W.; JENS, S.W. Surface runoff determination from rainfall with out using coefficients. *Transactions-American Society of Agricultural Engineers*, 107 (4):1039-1117, 1941.
- HUDSON, N.W. Soil conservation. 2 ed. Ithaca. Cornell Universtity Press. 320 p, 1973.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estimativa populacional 2018 publicada em 29 de agosto de 2018. Acesso em: 06 jul 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. Acesso em: 03 abr 2020.
- MACHADO, R.L.; CARVALHO, D.F.; COSTA, J.R.C.; OLIVEIRA NETO, D.H.; PINTO, M.F. Análise da Erosividade das Chuvas Associada aos Padrões de Precipitação Pluvial na Região de Ribeirão das Lajes (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.5, p.2114-2115, 2008.
- MACHADO, R.L.; CARVALHO, D.F.; ROWUS, J.R.C.; GOMES, D.P.; EDUARDO, E.N. Erosividade das chuvas associada a períodos de retorno e probabilidade de ocorrência no estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, n.2, p.529-547, 2013.
- MANNIGEL, A.R.; CARVALHO; M.P; MORETI, D.; MEDEIROS, L.R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum*, v.24, n.5, p.1335-1340, 2002.
- MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J C.; WERNER, R. DE S.; PADILHA, J.; BANDEIRA, D.H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, n.5, p.1361-1371, 2013.
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F. DA; MEDEIROS, R.M. DA; SABOYA, L.M.F.; BORGES, V.E.; GALVÃO SOBRINHO, T. Erosividade da chuva no período de 1973 a 2013 no município de Barbalha–CE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.10, n.3, p.641-649, 2017.
- MEHL, H.U.; ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M.; DIDONÉ, I.A. Caracterização dos padrões de chuva ocorrentes em Santa Maria (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, n.2, p.475-483, 2001.
- MELLO, C.R.; SÁ, M.A.C.; CURI, N.; MELLO, J.M.; VIOLA, M.R.; SILVA, A.M.DA. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.4, p.537-545, 2007.
- MINGOTI, R. Produção de sedimentos em microbacias hidrográficas em função do relevo e da cobertura florestal. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2009. 101p.
- MONTEBELLER, C.A.; CEDDIA, M.B.; CARVALHO, D.F.; VIEIRA, S.R.; FRANCO, E.M. Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no Estado do Rio de Janeiro. *Engenharia Agrícola*, v.27, n.2, p.426-435, 2007.
- MORAIS, L.F.B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T.M.C.; HARDOIN, P.C.; ALMEIDA, J.E.L.; WEBER, O.L.S.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI<sub>30</sub> e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.15, n.3, p.339-344, 1991.

- MORETI, D.; CARVALHO, M.; MANNIGEL, A.; MEDEIROS, L. Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.4, p.713-725, 2003.
- NOCELLI, G.; SILVA, G. Zona da Mata sente impactos econômicos após chuvas. *Tribuna de Minas*, 03 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://tribunademinas.com.br/noticias/economia/02-02-2020/zona-da-mata-sente-impactos-economicos-apos-chuvas.html>. Acesso em: 03 abr 2020.
- RODRÍGUEZ, J.L.G.; SUÁREZ, M.C.G. Historical review of topographical factor, LS, of water erosion models. *Aqua-LAC*, v.2, n.2, p.56-61, 2010.
- SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.8, p.871-880, 2012.
- SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; ALFONSI, R.R.; CARAMORI, P.H.; SWART, S. BHBRASIL: balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras. Piracicaba. ESALQ/USP, 1999.
- SILVA, M.A.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; SANTOS, G.R.; MELO MARQUES, J.J.G.S.; MENEZES, M.D.; LEITE, F.P. 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*, v.34, n.4, p.1029-1039, 2010.
- SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; CURTI, N. Índices de erosividade das chuvas da região de Goiânia, GO. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n.10, p.977-985, 1997b.
- SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; CURTI, N.; LIMA, J.M. Relação Entre Parâmetros da Chuva e Perdas de Solo e Determinação da Erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.131-137, 1997a.
- VAL, L.A.; BAHIA, V.G.; FREIRE, J.C. DIAS JÚNIOR, MS. 1986. Erosividade das chuvas em Lavras, MG. *Ciência e Prática*, v.10, n.2, p.199-209, 1986.
- VALVASSORI, M.L.; BACK, A.J. Caracterização das chuvas erosivas em Urussanga, SC, com relação ao padrão de distribuição temporal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, n.3, p.1020-1027, 2014.
- WISCHMEIER, W.H. A rainfall erosion index for a universal soil: loss equation. *Soil Science Society of America Proceedings*, v.23, n.3, p.246-249, 1959.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, v.39, n.2, p.285-291, 1958.