

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (10)

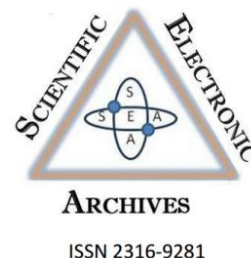
October 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/131020201115>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1115&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



Intensidade e distribuição no espaço-tempo da erosividade da chuva no estado de Goiás e Distrito Federal

Intensity and distribution in the space-time of the rain erosivity in Goiás and Federal District states

J. C. R. Anjos¹, F. P. Almeida¹, K. Ferreira¹, D. C. Silva¹, A. W. P. Evangelista¹; J. Alves Júnior¹; G. C. Silva¹, R. G. Branquinho¹

¹ Universidade Federal de Goiás - Campus Samambaia

Author for correspondence: agrojoaocarlos@gmail.com

Resumo: A capacidade das chuvas em promover a desagregação e transporte do solo depende de sua intensidade e distribuição ao longo do espaço-tempo. Conhecê-la permite a minimização de seus efeitos e a adoção adequada de práticas de manejo do solo e da água, tanto nos campos de produção de alimentos como fora deles. Portanto, neste trabalho, objetivou-se verificar a intensidade da distribuição espacial e temporal da erosividade da chuva no estado do Goiás e Distrito Federal, a partir da série histórica de 1986 a 2017 de dados pluviométricos disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para tanto, a erosividade mensal das chuvas (EI) para Goiás e DF foram estimadas utilizando-se o índice de Fournier modificado. Já a erosividade médias anual (fator R) foi obtida pelo somatório das EI dos 12 meses do ano. Esses dados foram submetidos à análise descritiva e classificados de acordo com sua capacidade erosiva. O Fator R médio anual para a região em estudo foi de $8.834 \pm 5,2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo classificado como de forte potencial erosivo. Em relação ao território, a intensidade do fator R variou de muito forte a moderada ao longo do ano e dos municípios abrangidos. Isto indica a necessidade de adoção de práticas conservacionistas que protejam o solo da energia cinética das chuvas. Conclui-se, portanto, que a intensidade e distribuição da erosividade da chuva oscilam tanto entre os municípios goianos (de $4.514 \pm 2,5$ a $11.215 \pm 1,8 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), quanto ao longo do ano (de $180 \pm 1,5$ a $1.519 \pm 4,4 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$).

Palavras-chave: fator R, Usle, erosão hídrica.

Abstract: The ability of rainfall to promote soil disaggregation and transport depends on its intensity and distribution over time, allowing proper soil and water management practices in order to minimize their effects in and outside food production fields. The objective of this study was to verify the intensity of the spatial and temporal distribution of rainfall erosivity in Goiás and Federal District states using historical series of rainfall data available at the National Institute of Meteorology (Inmet) from 1986 to 2017. Rainfall erosivity (EI) for Goiás and Federal District were estimated using the modified Fournier index. Annual average for factor R were obtained by the sum of the EI in the 12 months of the year. Data were placed to descriptive analysis and classification according to their erosive capacity. The annual mean of the factor R for the study region was $8,834 \pm 5.2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, being classified as a strong erosive potential. However, considering the territory, its intensity in Goiás and DF varied from very strong to moderate throughout the year, indicating the need to adopt a conservationist practice that protects the soil from the kinetic energy of rainfall. It is concluded, therefore, that the intensity and distribution of the rainfall erosivity fluctuate both between the municipalities of Goiás (from 4.514 ± 2.5 to $11.215 \pm 1.8 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ year}^{-1}$), and throughout the year (from 180 ± 1.5 to $1.519 \pm 4.4 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ month}^{-1}$).

Keywords: R factor, Usle, water erosion.

Introdução

Erosão é um processo natural de modelagem da superfície do solo, onde ocorre a desagregação, transporte e sedimentação dos componentes edáficos. Esse evento tem sido

acelerado pela ação antrópica, tornando o solo mais susceptível a erosividade das chuvas e ventos.

A erosão hídrica elimina de 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano (FAO, 2015) e os problemas decorrentes deste processo são: redução de áreas cultiváveis, diminuição da

fertilidade dos solos e deposição de solo e sedimentos em bacias hidrográficas. Portanto, o conhecimento da capacidade erosiva das chuvas ao longo do tempo e espaço permite o planejamento conservacionista de uso do solo e da água minimizando os efeitos danosos ao meio ambiente.

Avaliar a erosão do solo por fluxo hídrico em nível de campo é oneroso e leva tempo considerável para obtenção de resultados representativos (Panagos et al., 2015). Por isso, modelos empíricos como a Universal Soil Loss Equation (Usle) e a Revised Universal Soil Loss Equation (Rusle) são utilizados na predição de perda de solos por erosão hídrica em várias partes do planeta, como na Espanha (García-Orenes et al., 2009), no Planalto de Loess na China (Zhao et al., 2013), na região do Himalaia na Índia (Mandal & Sharda, 2013), na Eslováquia (Lieskovský & Kenderessy, 2014) e na Amazônia brasileira (Lu et al., 2007).

Os fatores que compõem o cálculo dos modelos empíricos Usle e Rusle são: erosividade da chuva (fator R), erodibilidade do solo (fator K), comprimento de rampa e declividade do terreno (fator LS), cobertura e manejo do solo (fator C), e práticas conservacionistas (fator P). Apesar de não ser possível controlar a energia cinética das chuvas, pode-se conhecê-la e adotar estratégias que visem minimizar seus efeitos sobre o processo de perda de solos.

Os índices utilizados para estimar a erosividade das chuvas (fator R) são a energia cinética da chuva e sua intensidade máxima em 30 minutos (Wischmeier & Smith, 1978). Entretanto, esse método é pouco usado, pois necessita de dados pluviográficos de precipitação de difícil quantificação. Visando solucionar esse problema, vários estudos foram realizados utilizando o índice de Fournier modificado que consegue estimar a erosividade da chuva mensal (EI) com base em dados pluviométricos (Oliveira et al., 2012, Galdino et al., 2015; Waltrick et al., 2015).

No agronegócio brasileiro, Goiás destaca-se na produção de tomate, cana-de-açúcar, produção de grãos e criação de animal a pasto com área de 17 milhões de hectares destinados para este fim (IBGE, 2018). Com o uso intensivo do solo, pode ocorrer alteração em seus atributos físicos, químicos e biológicos, tornando-o mais vulnerável a desagregação e arraste pela força das chuvas (Back & Poletto, 2018). Para atenuar os efeitos negativos do processo erosivo do solo necessita-se conhecer a erosividade das chuvas. Entretanto, ainda são poucos os estudos que validam este índice e tragam mais confiabilidade ao usá-lo nos modelos de predição de perda dos constituintes do solo, importante para o planejamento e sustentabilidade na produção de alimentos.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi mensurar a intensidade e verificar a distribuição espacial e temporal da erosividade da chuva no estado do Goiás e Distrito Federal a partir da série histórica de 1986 a 2017 de dados

pluviométricos disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Métodos

Localização e caracterização da área de estudo

A erosividade da chuva foi estimada a partir das informações pluviométricas obtidas da série histórica de 1986 a 2017 (31 anos), do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (Bdmeq) do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) para Goiás e Distrito Federal (latitude entre: 12°23'30" S a 19°29'52" S e longitude entre: 45°54'30" O a 53°15'14" O). O estado de Goiás e o Distrito Federal integram a região Centro-Oeste do Brasil que corresponde a grande parte do Planalto Central brasileiro abrangendo área de 345.890 km², sendo 340111 km² referentes à Goiás e 5.779 km² ao Distrito Federal, altitude de 183 a 1.670 m (Nascimento et al., 2016).

Na região em estudo, os solos são classificados como Latossolos (36,5%); Neossolos (21,6%); Cambissolos (19,5%); Argissolos (15,5%); Gleissolos (3,2%); Chernossolos (0,7%) e outros (Nascimento, 2017). Sendo que: 31% estão localizados em relevos planos (declividade de 0 a 3%); 43% dos solos estão localizados em relevos suaves-ondulados (declividade de 3 a 8%); 20% dos solos encontram-se em relevos ondulados (declividade de 8 a 20%) e; 6% dos solos localizam-se em relevos com declividade acima de 20% (Galdino et al., 2015).

Os territórios em estudo possuem temperatura média anual de 22°C, sendo 24°C para o mês mais quente e 18°C para o mês mais frio. A pluviosidade total anual está entre 1.550 a 1.750 mm ano⁻¹, com período de estiagem de quatro meses referente aos meses de maio a agosto (Dias Cardoso et al.; 2012; Costa et al., 2012).

A região Centro-Oeste abriga nascentes de três importantes bacias hidrográficas brasileiras: Tocantins-Araguaia, que ocupa 58% da área, na porção norte e oeste; Paraná, que representa 41% da área, na porção sul e sudeste; e São Francisco, em apenas 1% da área, no leste, com área de recarga do aquífero Guarani, na porção da bacia do Paraná, na região sudoeste do estado (Nascimento, 2017). O bioma predominante é o cerrado com 97,1% do território. Devido ao intenso processo de intervenção antrópica neste ecossistema, restam apenas 36,8% de sua vegetação nativa, o restante é dividido em áreas ocupadas com pastagem e agricultura, com 40,1% e 22,3%, respectivamente (Oliveira, 2014).

Procedimentos

Para análise da intensidade e distribuição temporal (mensal), da erosividade da chuva (EI) em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹ ao longo do ano, a EI foi estimada utilizando-se o índice de Fournier modificado desenvolvido a partir de 22 anos (1954 a 1975) de registros de precipitação em Campinas por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), apresentando o seguinte modelo matemático:

$EI = 67,355 * (r^2|P)^{0,85}$; em que r e P são as precipitações médias (em mm), mensal e anual, respectivamente.

Já a análise da intensidade e distribuição espacial (entre municípios), da erosividade anual (fator R, em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹), que representa o fator R da Usle (Universal Soil Loss Equation), foi obtida pelo somatório dos EI dos 12 meses do ano.

Nesses modelos, utilizou-se os dados pluviométricos de 31 anos (1986 a 2017), disponíveis no BDMEP/INMET (2018). Para tanto, os dados pluviométricos diários, disponíveis no BDMEP, foram baixados, com exceção de Catalão e Distrito Federal que apresentaram falhas nos dados, sendo, então, adquiridos os dados mensais disponíveis.

De posse dos dados diários procedeu-se o preenchimento da falha a partir da normal climatológica gerada pelo próprio banco de dados, utilizando-se planilha dinâmica do Microsoft Office Excel 2013. Com as mesmas ferramentas do Excel obteve-se a precipitação mensal e anual utilizada no modelo de estimativa da EI e do Fator R.

As planilhas com os resultados da EI30 foram introduzidas no software ESRI/ArcGis 10.5 e transformados no formato .shp (shape) na forma de pontos. Posteriormente, os dados em formato de shape foram interpolados, utilizando o estado de Goiás e Distrito Federal como máscara, com a ferramenta

ArcToolBox>SpatialAnalystTools>Interpolation>ID.

Assim, foram criados os mapas de isoietas com as médias anuais e de cada mês, ilustrando a

variabilidade espacial da EI em toda a área de estudo.

Análise estatística

Os dados de precipitação e erosividade da chuva foram submetidos à análise estatística descritiva, na qual obteve-se a média aritmética, o desvio padrão e o erro padrão da média. Já a classificação de erosividade da chuva seguiu a metodologia de Carvalho (2008).

Resultados e discussão

A intensidade do fator erosividade da chuva (Fator R), utilizado na Usle, varia no estado de Goiás e Distrito Federal, com média de 8.834±5,2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, sendo classificado como de forte potencial erosivo (Tabela 01). Cerca de 50% dos dados amostrais, representados pelas estações pluviométricas terrestres instaladas nos municípios de Aragarças, Jataí, Rio Verde, Formosa, Pirenópolis e Ipameri foram classificados com potencial erosivo do solo como muito forte Carvalho (2008). A erosividade média anual das chuvas nesses municípios oscilou de 9.877±1,8 a 11.215±1,8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, representando 60,5% da intensidade erosiva de toda a área estudada. Essas informações reforçam a necessidade de adoção de práticas conservacionistas do solo e da água que visem minimizar os efeitos danosos da força erosiva das chuvas nessas regiões, tendo em vista que são grandes produtoras de grãos, cana-de-açúcar, hortaliças e de gado de corte (IBGE, 2018).

Tabela 1. Intensidade e distribuição espacial da erosividade da chuva média anual (Fator R, MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹) de 1986 a 2017, no estado de Goiás e Distrito Federal.

Município/Estação	Fator R	Dp	Fr %	Fra %	¹ Classe
Aragarças/OMM: 83368	11.215±1,8	10,3	10,6	10,6	Muito forte
Jataí/OMM: 83464	11.190±1,9	10,5	10,6	21,1	Muito forte
Rio Verde/OMM: 83470	10.808±1,7	9,3	10,2	31,3	Muito forte
Formosa/OMM: 83379	10.646±1,7	9,7	10,0	41,4	Muito forte
Pirenópolis/OMM: 83376	10.396±1,9	10,5	9,8	51,2	Muito forte
Ipameri/OMM: 83522	9.877±1,8	9,9	9,3	60,5	Muito forte
Posse/OMM: 83332	9.725±1,7	9,1	9,2	69,7	Forte
Goiás/OMM: 83374	8.534±1,2	6,7	8,1	77,7	Forte
Itumbiara/OMM: 83523	7.551±1,6	9,0	7,1	84,8	Forte
Goiânia/OMM: 83423	6.861±1,8	9,9	6,5	91,3	Moderada a forte
Catalão/OMM: 83526	4.514±2,3	13,0	4,3	95,6	Moderada
DF/OMM: 83377	4.686±2,0	11,2	4,4	100,0	Moderada
Território (Goiás e DF)	8.834±5,2	9,9	---	---	Forte

¹Classe de erosividade da chuva segundo Carvalho (2008); DF = Distrito Federal; Fi = frequência absoluta com erro padrão, em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Dp = desvio padrão da média, em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Fr = frequência relativa; e, Fra = frequência relativa acumulada.

Observa-se, também, que os municípios de Itumbiara, Posse e Goiás são classificados com classe de erosividade forte, com intensidade erosiva de 7.551±1,6 a 9.725±1,7 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. Apesar de essas chuvas apresentarem menor poder

erosivo dos que os outros municípios anteriormente mencionados e apresentam predominância de solos com alta erodibilidade (71,5%), representados por Latossolo, Argissolo, Nitossolo e Cambissolo (Oliveira et al., 2012; Nascimento, 2017) e com 74%

de relevo classificado como plano a suave ondulado (Galdino et al., 2015). A erosividade da chuva (Fator R) em Itumbiara, Posse e Goiás podem provocar prejuízos de natureza econômica (perda de produtividade nos campos de produção de alimento, devido à remoção de argila, silte, matéria orgânica e insumos agrícolas), prejuízos ambientais (assoreamento de rios, lagos, açudes, barragens, eutrofização e contaminação das águas) e prejuízos sociais (inundação nos centros urbanos, desertificação, escassez de alimentos e êxodo rural) (Carvalho, 2008; Galdino, et al., 2015). Desta forma, a adoção de práticas conservacionistas como plantio direto e sistema agroflorestal, adubação e correção da acidez dos solos e realização de terraceamento são essenciais e têm demonstrado serem eficientes no controle da erosão hídrica, quando aplicados corretamente (Oliveira et al., 2012).

O fator R nos municípios de Goiânia, Catalão e Distrito Federal foram classificadas como de moderada a forte a, simplesmente, moderada capacidade de desagregar e transportar os componentes do solo. Seus valores variaram de $4.686 \pm 2,0$ a $6.861 \pm 1,8$ MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, um total de 15,2% da capacidade erosiva da chuva de toda área de estudo.

A erosividade média anual estimada por Galdino et al. (2015) e Galdino (2015) para a mesma região em que se encontram os municípios de Goiânia, Catalão e o Distrito Federal foram, respectivamente, 8.361 e 8.359 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, ambos classificados como de forte intensidade erosiva. Esses resultados corroboram os dados obtidos nesta pesquisa. Entretanto, os valores extremos (6.882 a 10.744 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹) obtidos por Galdino et al. (2015) e 7.425 a 9.633 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, obtidos por Galdino (2015) foram levemente inferiores nas maiores intensidades e moderadamente superior nas menores (menor amplitude). Apesar destes autores utilizarem o mesmo modelo matemático (índice de Fournier modificado) para estimar a erosividade da chuva, eles utilizaram bancos de dados pluviométricos diferentes e com menor série temporal do que o atual estudo. Esses resultados, apesar de não serem iguais em valores absolutos, são semelhantes (desvio padrão e erro padrão médio de 9,9 e $\pm 5,2$ MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, respectivamente), portanto, poderão ser aplicados em estudos futuros como base de cálculo para monitoramentos e investigações de perda de solos.

Na Figura 01, observa-se a intensidade e a distribuição espacial da erosividade anual da chuva da série histórica de 1986 a 2017. As mesorregiões goianas que apresentam maior susceptibilidade à erosão hídrica são as regiões Sul, Noroeste, Norte e Leste do que a região Central do estado e Distrito Federal. Sendo que, as maiores intensidades de erosividade foram registradas nos territórios pesquisados próximos a Mato Grosso do Sul, São Paulo e Bahia. Isto indica que as chuvas

dessas regiões possuem mais energia cinética no tempo máximo de 30 minutos e com isso maior capacidade de desagregar e transportar solos. Entretanto, para que o processo erosivo supere a capacidade de suporte edáfica e sua tolerância a perda de solo, provocando danos aos campos de produção agrícola e ao meio ambiente, os outros fatores como declividade, comprimento de rampa e manejo da cultura e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo têm que estejam favoráveis ao processo de erosão. Advém daí, portanto, a importância de, nestas regiões, principalmente, manejar o solo de acordo com sua capacidade de uso, repor os nutrientes extraídos pela colheita ou alimentação animal, corrigir a acidez do solo e manter a superfície do solo sempre protegida dos impactos diretos das gotas de chuva.

Observa-se que a intensidade e distribuição da precipitação e erosividade da chuva média mensal variam ao longo do ano (Tabela 02). Os quais possuem comportamento semelhante, ou seja, à medida que aumenta os índices de precipitação, também aumenta o potencial erosivo das chuvas. Portanto, região com chuvas de elevada intensidade necessita de cuidados especiais, tanto em manter cobertura e a fertilidade do solo, quanto a manutenção de sua estrutura e porosidade, a fim de evitar erosão hídrica.

A normal climatológica de precipitação média anual alcança magnitude de $1.878 \pm 5,1$ mm ano⁻¹, com maior intensidade de precipitação (85,2%) de outubro (início do período chuvoso) a maio (início das secas). Além disso, 90,4% da intensidade erosiva das chuvas neste período, oscilando de $307 \pm 2,0$ a $1519 \pm 4,4$ MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹ e com picos de precipitação ($246 \pm 5,0$ a $231 \pm 3,8$ mm mês⁻¹) e de erosividade das chuvas ($1014 \pm 3,9$ a $1519 \pm 4,4$ MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹) entre novembro e março. É neste período que os agricultores goianos cultivam as principais culturas anuais como a soja, o feijão e o milho. Por isso, este período requer cuidados especiais com o manejo do solo e das culturas de coberturas, afim de evitar que a força cinética da chuva promova sua desestruturação e transporte, tornando-o improdutivo e promovendo incalculáveis prejuízos para a vida terrestre e aquática.

Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Galdino et al., (2015), que observam picos de precipitação (210,6 a 280,6 mm mês⁻¹), e por Galdino (2015), que também registrou maiores intensidades de erosividade da chuva (1.159 a 1.873 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹) de novembro a março. As diferenças nas intensidades das precipitações e erosividade da chuva entre as pesquisas dos autores citados e o estudo atual, encontram-se dentro da margem de erro estimada por meio do desvio padrão da média (Dp = 9,8 a 11,0 mm mês⁻¹; Dp = 10,3 a 11,5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹).

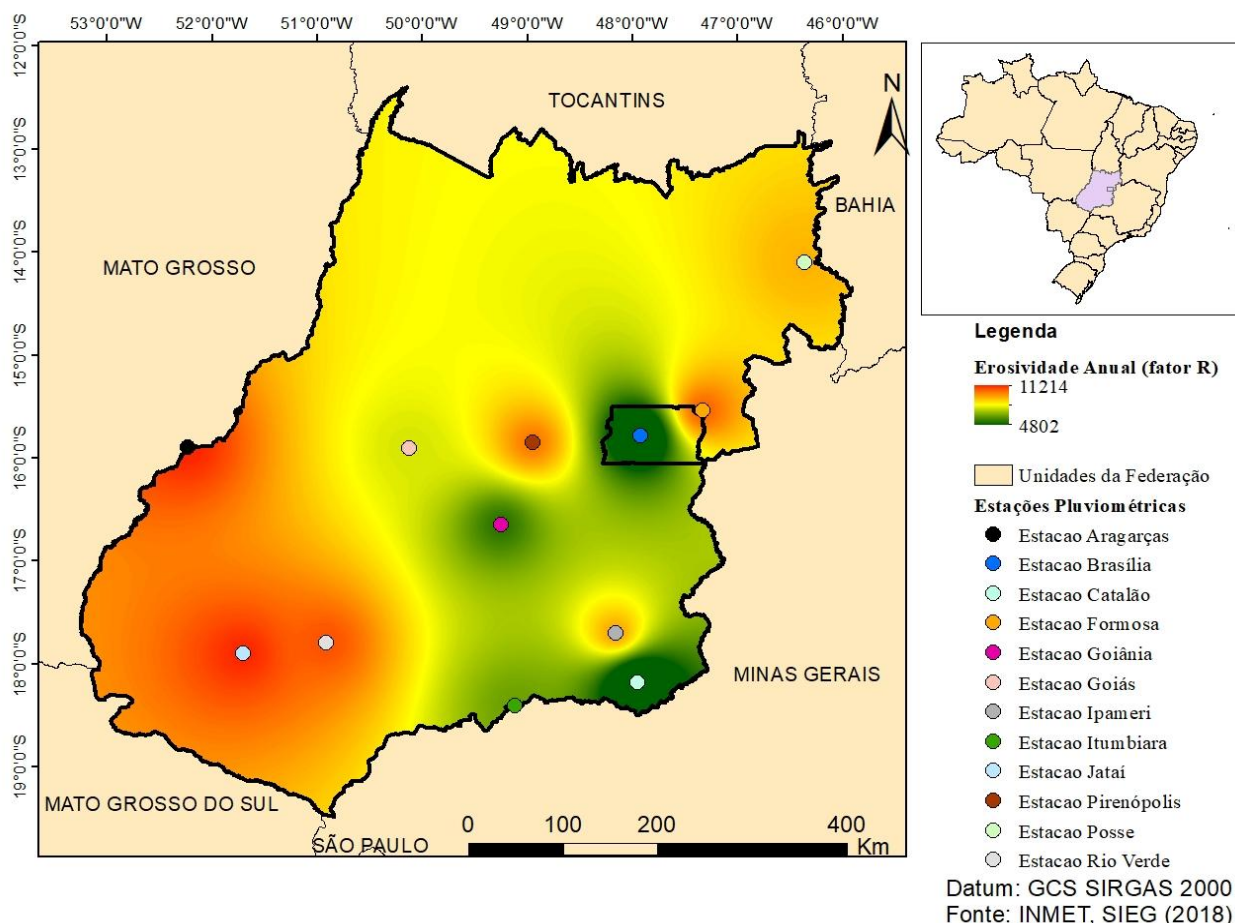


Figura 1. Série histórica (média de 31 anos) da intensidade e distribuição espacial da erosividade anual da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$) e estações pluviométricas, no estado de Goiás e Distrito Federal.

Tabela 2. Intensidade e distribuição temporal da precipitação e erosividade da chuva média mensal de 1986 a 2017, em Goiás e Distrito Federal.

Mês	Precipitação				Erosividade mensal da chuva (EI)			
	Fi mm	Dp	Fr %	Fra %	Fi MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹	Dp	Fr %	Fra %
Out	156±2,8	8,7	7,5	7,5	538±2,9	9,2	6,1	6,1
Nov	231±3,8	11,0	11,1	18,6	1014±3,9	11,5	11,5	17,6
Dez	295±4,3	10,7	14,2	32,8	1519±4,4	11,2	17,2	34,8
Jan	285±4,4	9,8	13,7	46,6	1437±4,6	10,3	16,3	51,0
Fev	246±5,0	9,8	11,9	58,4	1129±4,9	10,3	12,8	63,8
Mar	272±4,7	10,4	13,1	71,5	1348±4,8	10,9	15,3	79,1
Abr	178±2,7	8,1	8,6	80,1	691±2,8	8,6	7,8	86,9
Mai	106±1,9	6,2	5,1	85,2	307±2,0	6,7	3,5	90,4
Jun	31±1,5	6,0	3,9	89,1	221±1,6	6,5	2,5	92,9
Jul	22±1,2	5,4	3,5	92,6	205±1,3	5,9	2,3	95,2
Ago	17±1,4	5,8	3,2	95,8	180±1,5	6,3	2,0	97,2
Set	37±1,9	6,8	4,2	100,0	245±2,1	7,3	2,8	100,0
Anual	1.878±5,1	9,5	---	---	---	---	---	---

Fi = frequência absoluta com erro padrão da média; Dp = desvio padrão da média; Fr = frequência relativa; e, Fra = frequência relativa acumulada.

A capacidade da chuva de desagregar e transportar as partículas do solo varia tanto no espaço (entre os municípios goianos e Distrito Federal), como no tempo (entre os meses do ano) (Figura 02). As maiores intensidades erosivas ocorrem de outubro (Figura 2J) a maio (Figura 2E), com picos mais altos no Sul e Noroeste goiano, representados pelos municípios de Aragarças, Goiás, Jataí, Rio Verde e Itumbiara, e em parte do Leste goiano (Formosa), no mês de novembro (Figura 2L) a março (Figura 2C). Esses resultados apontam para a necessidade de estudos em relação à erosividade da chuva para cada município goiano mensalmente. Além disso, o Fator R médio ($8.834 \pm 5,2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) para Goiás e

Distrito Federal, quando utilizados nos modelos de predição de perda do solo subestima a erosão hídrica em alguns municípios e superestima em outros, indicando a necessidade de um valor para cada condição edafoclimática. Entretanto o BDMEP/INMET, ainda não possui disponibilidade de séries históricas de precipitação para todos os municípios goianos. Como alternativa, pode-se utilizar outras fontes de dados, como as da NASA-POWER (Nasa Prediction of Worldwide Energy Resources), e a conhecida como Xavier, sendo que ambas apresentam boa correlação com os dados pluviométricos do BDMEP/INMET (Bender & Sentelhas, 2018).

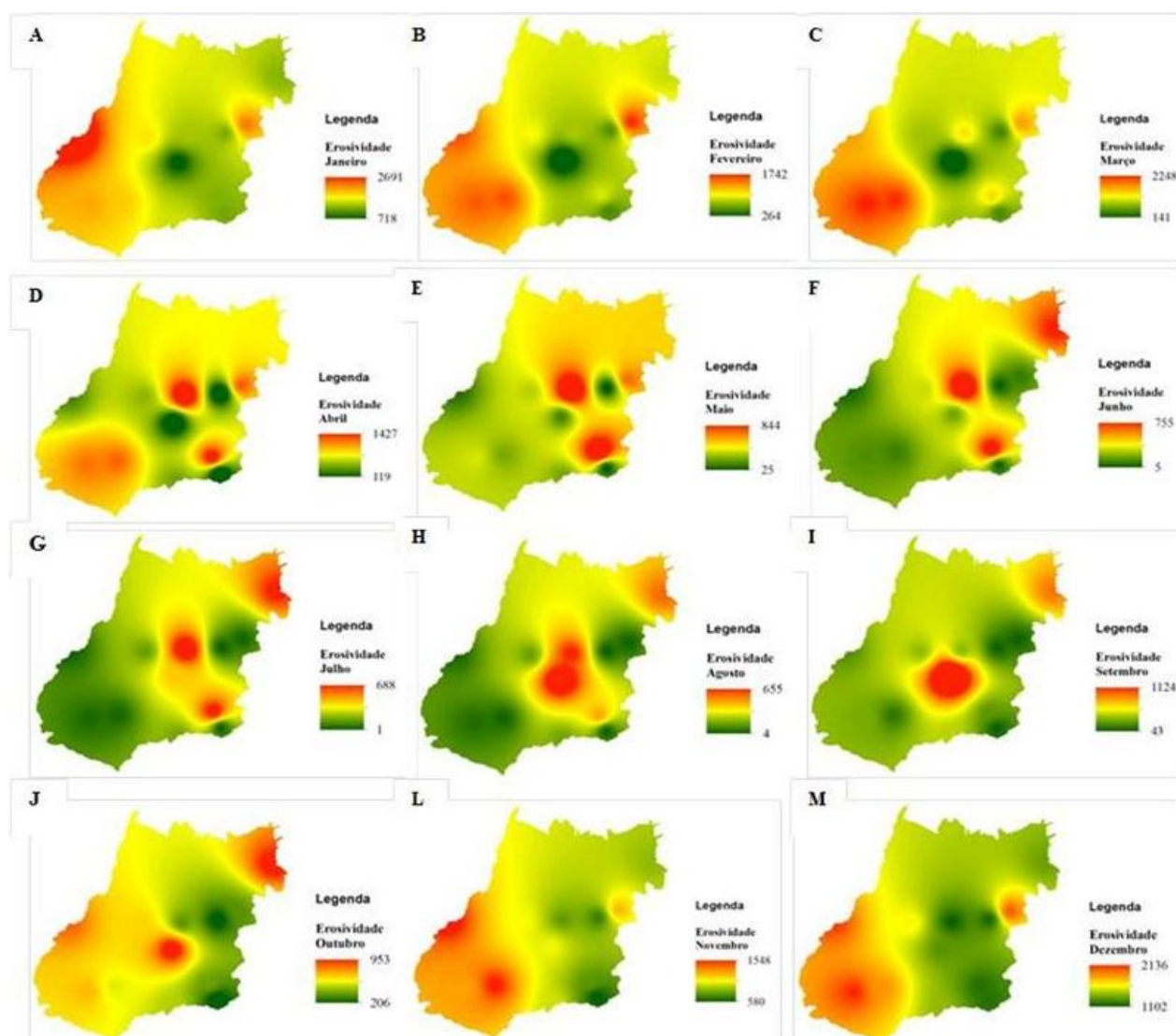


Figura 2. Intensidade e distribuição no espaço-temporal da erosividade da chuva mensal ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$), dos anos de 1986 a 2017, no Goiás e Distrito Federal.

Pode-se observar, ainda, que no final do período chuvoso: abril (Figura 2D) e maio (Figura 2E) a intensidade da erosividade das chuvas começa a deslocar-se no sentido do Norte do estado, passando pelas mesorregiões Centro e Leste do estado de Goiás. Cabe ressaltar, ainda, que no período de escassez de chuva,

compreendido nos meses de junho (Figura 2F) a setembro (Figura 2I) a região Centro do estado passa a apresentar maior intensidade de erosividade da chuva.

Conclusões

O território brasileiro, ocupado por Goiás e Distrito Federal, apresenta erosividade média anual de $8.834 \pm 5,2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com potencial erosivo forte. Sua intensidade e distribuição oscilam tanto no espaço de $4.514 \pm 2,5$ a $11.215 \pm 1,8 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, como no tempo de $180 \pm 1,5$ a $1.519 \pm 4,4 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$, ou seja, tanto entre os municípios goianos, quanto ao longo do ano.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de estudos, e ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da UFG, campus samambaia pelo aporte.

Referências

BACK, A. J.; POLETO, C. Distribuição Espacial E Temporal Da Erosividade Das Chuvas No Estado De Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14 – Vol. 22. 2018.

BENDER, F.D. SENTELHAS, C.P. Solar Radiation Models and Gridded Databases to Fill Gaps in Weather Series and to Project Climate Change in Brazil. *Advances in Meteorology*, p.15, 2018.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599p.

COSTA, H.C.; MARCUZZO, F.F.N.; FERREIRA, O.M.; ANDRADE, L.R. Espacialização e Sazonalidade da precipitação pluviométrica do estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 01, p. 87-100, 2012.

DBMEP/INMET - Banco de dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa/Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acessado em 01 de outubro de 2018.

DIAS CARDOSO, M.R.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J.R. Caracterização da temperatura do ar no estado de Goiás e no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 11, n. 8, p. 119-134, 2012.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Status of the World's Soil Resources. Rome, Italy. 650p. 2015.

GALDINO, S. Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015.

GALDINO, S.; SANO, E. E.; ANDRADE, R. G.; GREGO, C. R.; NOGUEIRA, S. F.; BRAGANTINI, C.; FLOSI, A. H. Large-scale modeling of soil erosion with RUSLE for conservationist planning of degraded cultivated Brazilian pastures. *Land*

Degradation & Development, v. 26, n. 6, p. 41-54, 2015.

GARCÍA-ORENES, F.; CERDA, A.; MATAIX-SOLERA, J.; GUERRERO, C.; BODÍ, M. B.; ARCENEGUI, V.; ZORNOZA, R.; SEMPERE, J. G. Effects of agricultural management on surface soil properties and soil-water losses in eastern Spain. *Soil and Tillage Research*, v. 106, p. 117–123, 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

LIESKOVSKÝ, J.; KENDERESSY, P. Modeling the effect of vegetation cover and different tillage practices on soil erosion in vineyards: a case study in Vrábľe (Slovakia) using WATEM/SEDEM. *Land Degradation & Development*, v. 25, p. 288–296, 2014.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. *Bragantia*, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

LU, D.; BATISTELLA, M.; MAUSEL, P.; MORAN, E. Mapping and monitoring land degradation risks in the western Brazilian Amazon using multitemporal Landsat TM/ETM+ images. *Land Degradation & Development*, v. 18, p. 41–54, 2007.

MANDAL, D.; SHARDA, V. N. Appraisal of soil erosion risk in the Eastern Himalayan region of India for soil conservation planning. *Land Degradation & Development*, v. 24, p. 430–437, 2013.

NASCIMENTO, D.T.F. Caracterização ambiental do Estado de Goiás e Distrito Federal como insumo à gestão dos recursos hídricos. *Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais*, v.6, n.2, p.34-50, 2017.

NASCIMENTO, D.T.F.; LUIZ, G.C.; OLIVEIRA, I.J. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal (Brasil). *Élisée*, Porangatu, v.5, n.2, p.59-86, 2016.

OLIVEIRA, P. T. S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: a review. *Catena*, v. 100, p. 139-47, 2012.

OLIVEIRA, V.J. Chapadões descerrados: relações entre vegetação, relevo e uso das terras em Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 311-336, 2014.

PANAGOS, P.; BALLBIO, C.; BORRELLI, P.; MEUSBURGUER, K.; KLIK, A.; ROUSSEVA, S.; TADIC, M. P.; MICHAELIDES, S.; HRABALÍKOVA, M.; OLSEN, P.; AALTO, P. O.; LAKATOS, M.; RYMSZEWCZ, A.; DUITRESCU, A.; BERGUERÍA, S.; ALEWELL, C. Rainfall Erosivity in Europe.

Science of The Total Environment, v.511, p.801-814, 2015.

WALTRICK, P. C.; MACHADO, M. A.D. M.; DIECKOW, J.; OLIVEIRA, D. Estimativa da erosividade de chuvas no estado do Paraná pelo método da pluviometria: atualização com dados de 1986 a 2008. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.39, p.256-267, 2015.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting Rainfall Erosion Losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. 58 p. (Agricultural Handbook, 537).

ZHAO, G.; MU, X.; WEN, Z.; WANG, F.; GAO, P. Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the Loess Plateau of China. Land Degradation & Development, v. 24, p. 499–510, 2013.