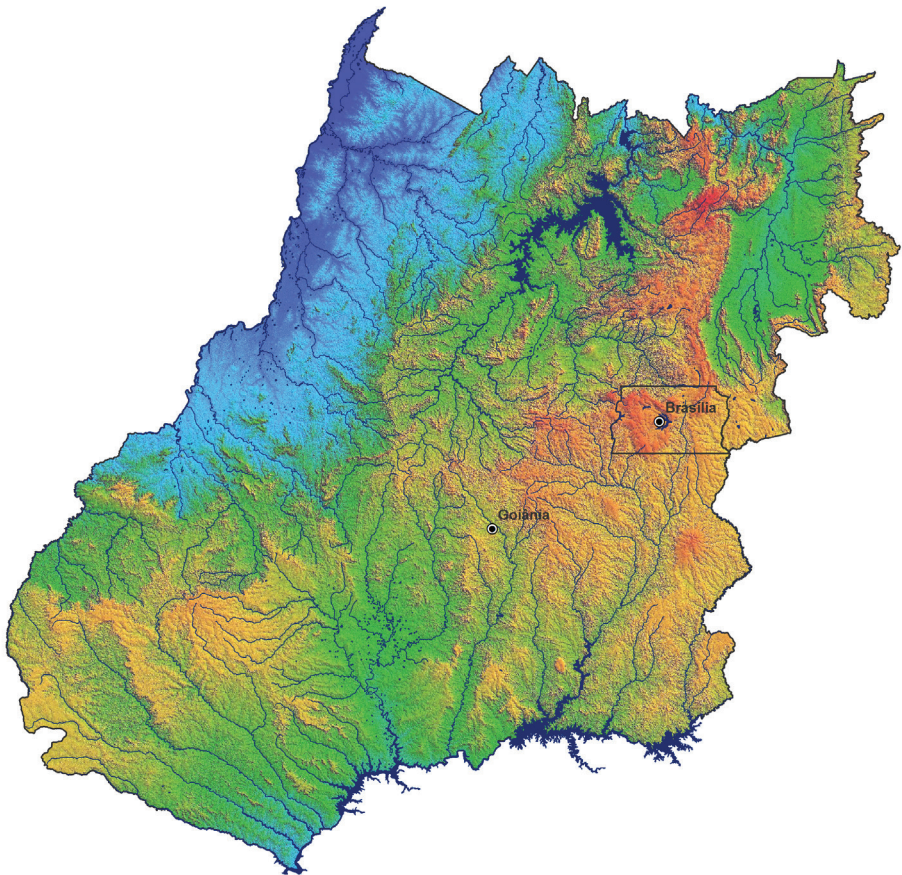


## Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal





ISSN 1806-3322

Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Monitoramento por Satélite  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*** 29

## **Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal**

Sérgio Galdino

Embrapa Monitoramento por Satélite  
Campinas, SP  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Monitoramento por Satélite**

Av. Soldado Passarinho, 303 - Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Fone: (19) 3211-6200

Fax: (19) 3211-6222

www.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Embrapa Monitoramento por Satélite**

Presidente: Sérgio Gomes Tôsto

Secretária-Executiva: Bibiana Teixeira de Almeida

Membros: André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Fernando Quartaroli,  
Fabio Enrique Torresan, Gustavo Bayma Siqueira da Silva, Shirley Soares da  
Silva e Vera Viana dos Santos Brandão

Supervisão editorial: Sérgio Gomes Tôsto

Revisão de texto: Bibiana Teixeira de Almeida

Normalização bibliográfica: Vera Viana dos Santos Brandão

Editores eletrônicos: Daniela Maciel Pinto

Foto(s) da capa: Sérgio Galdino

**1ª edição**

1ª impressão (2015): publicação on-line

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Nome da Unidade catalogadora**

---

Galdino, Sérgio.

Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal / Sérgio Galdino. - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015.

19 p. : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 29 / Embrapa Monitoramento por Satélite, ISSN 1806-3322).

1. Erosão hídrica. 2. Erosão do solo. 3. Sistema de Informação Geográfica.  
I. Galdino, Sérgio. II. Título. III. Série.

CDD 631.450981

---

# Sumário

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Resumo</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>Abstract</b>               | <b>7</b>  |
| <b>Introdução</b>             | <b>8</b>  |
| <b>Material e Métodos</b>     | <b>9</b>  |
| <b>Resultados e Discussão</b> | <b>13</b> |
| <b>Conclusões</b>             | <b>17</b> |
| <b>Referências</b>            | <b>17</b> |

# Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal

---

*Sérgio Galdino<sup>1</sup>*

## Resumo

A erosividade da chuva é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva de provocar erosão hídrica no solo. O mapeamento da erosividade da chuva é instrumento prático e indispensável para o planejamento do uso do solo, tanto na escala local quanto regional. O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição espacial do potencial erosivo anual da chuva para o Estado de Goiás (GO) e o Distrito Federal (DF) e fornecer informações básicas para o planejamento de uso e manejo sustentável do solo. Para isso, foram analisados dados de 88 estações pluviométricas localizadas em GO e DF e no seu entorno, relativos ao período de 1980 a 2010. A erosividade da chuva foi estimada para cada uma das estações a partir de equação de Fournier ajustada para condição de regime climático semelhante à da área de estudo. Na espacialização do potencial erosivo anual da chuva, foi feita a interpolação dos valores de erosividade das estações pelo método do inverso do quadrado da distância. Posteriormente foram calculados valores médios de erosividade para polígonos de Thiessen das áreas de influência das estações pluviométricas. A erosividade anual em GO e DF variou de 7.425 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 9.633 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, com média de 8.353 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, valor classificado como forte. A erosividade da chuva observada é maior no sudeste e noroeste do Estado de Goiás e, no Distrito Federal, é maior no sudoeste. Os elevados valores de erosividade da chuva em GO e DF, associados a áreas com relevo mais acidentado e solos mais susceptíveis a erosão, constituem áreas de maior vulnerabilidade natural à erosão hídrica. O uso dessas terras deve ser criterioso para minimizar a erosão do solo.

Palavras-chave: Equação Universal de Perda de Solo, erosão hídrica, erosão do solo, sistema de informações geográficas.

<sup>1</sup> Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, sergio.galdino@embrapa.br

# Spatial Distribution of Rainfall Erosivity at the State of Goiás and the Federal District

---

## Abstract

*Rainfall erosivity is a numerical index that expresses rainfall's capacity to produce soil erosion. Mapping rainfall erosivity is a practical and indispensable tool for land-use planning both at the local and regional levels. This study aimed to evaluate the spatial distribution of the annual rainfall erosion potential for the State of Goiás (GO) and the Brazilian Federal District (DF), and to provide basic information for sustainable land-use planning and management. Thus, we analyzed data from 88 pluviometric stations located in GO, DF and their surroundings for the period from 1980 to 2010. Rainfall erosivity values were estimated for each station using the Fournier equation adjusted for climate regime conditions similar to those of GO and DF. We interpolated the erosivity values from each station applying the inverse-square law to the distance, to obtain the spatial distribution of the erosive potential. We then calculated the average erosivity values for the Thiessen polygons at the areas covered by pluviometric stations. Annual erosivity at GO and DF ranged from 7,425 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> to 9,633 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, with an average of 8,353 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, which is classified as strong. We also observed that rainfall erosivity is higher in the southeast and northwest regions of the State of Goiás, and in the southwest region of the Federal District. Areas with high rainfall erosivity values in GO and DF, associated with hilly landscapes and with soils that are more susceptible to erosion, are the areas with strongest natural vulnerability to rainfall erosion. These lands should be carefully handled in order to minimize soil erosion.*

*Index terms: Universal Soil Loss Equation, rainfall erosion, soil erosion, geographic information system.*

## Introdução

A erosividade da chuva é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva de provocar erosão hídrica no solo (WISCHMEIER; SMITH, 1978). O conhecimento da intensidade e da distribuição espaçotemporal da erosividade da chuva é instrumento prático e indispensável para o planejamento do uso do solo direcionado à redução da erosão hídrica, tanto em escala local quanto em escala regional, como grandes bacias hidrográficas e estados. Wischmeier e Smith (1978) demonstraram que a erosividade da chuva é diretamente proporcional ao produto de duas de suas características: energia cinética e intensidade máxima em 30 min. Como no Brasil há carência de registros pluviográficos, necessários à estimativa da erosividade da chuva proposta por Wischmeier e Smith (1978), vários estudos foram realizados utilizando o índice de Fournier modificado (IFM) para estimar a erosividade da chuva com base em dados pluviométricos (OLIVEIRA et al., 2012).

Os modelos de predição de perdas de solo *Universal Soil Loss Equation* (Usle), proposto por Wischmeier e Smith (1978), e seu sucessor *Revised Universal Soil Loss Equation* (Rusle), desenvolvido por Renard et al. (1997), têm sido amplamente utilizados em diversas localidades do mundo, por exemplo, 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), na Amazônia Brasileira (LU et al., 2007) e em pastagens cultivadas no Cerrado brasileiro (GALDINO et al., 2015). A Usle e a Rusle são modelos empíricos que prevêm as perdas médias anuais de solo por erosão hídrica com base no conhecimento dos fatores que influenciam a erosão: erosividade da chuva (fator R), erodibilidade do solo (fator K), fator topográfico (fator LS), cobertura e manejo do solo (fator C) e práticas conservacionistas do solo (fator P). Os fatores R, K e LS dependem das condições naturais de clima, solo e topografia, enquanto os fatores C e P estão relacionados às ações antrópicas.

O uso das terras no Estado de Goiás (GO) e no Distrito Federal (DF), assim como na maioria das unidades federativas do Brasil, é predominantemente para a atividade agropecuária. Dados do censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicavam, em 2006, que GO e DF juntos apresentavam quase 20 milhões de hectares utilizados pela agropecuária, área correspondente a 57% de suas terras (IBGE, 2015). A atividade agropecuária desenvolvida em desacordo com a aptidão agrícola das terras, sem o manejo

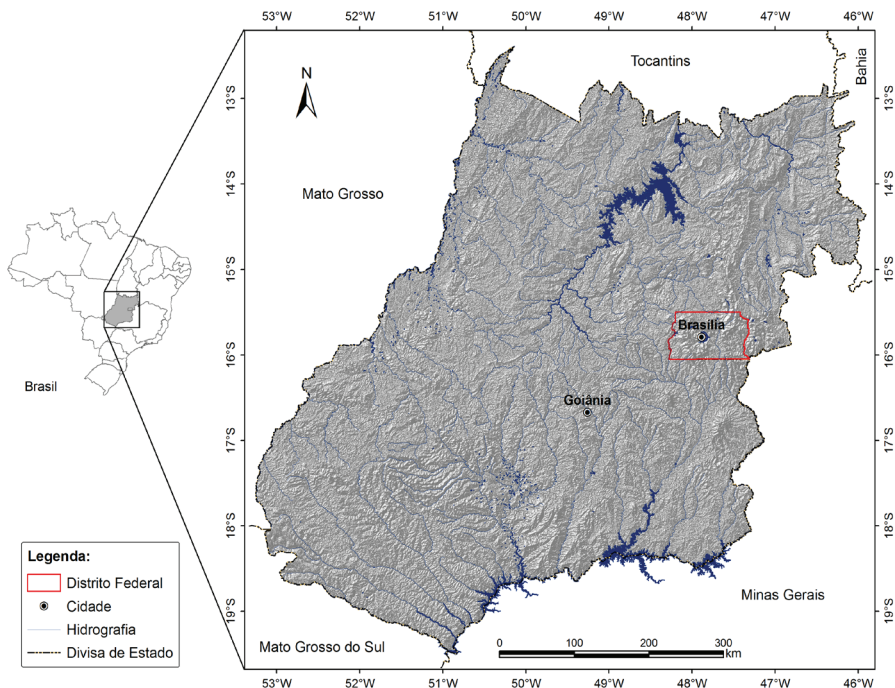
correto dos cultivos e com ausência de práticas conservacionistas do solo produz áreas de elevado risco de erosão do solo e, conseqüentemente, de redução da produtividade agrícola e de impactos ambientais relacionados ao assoreamento e à poluição dos recursos hídricos.

Galdino et al. (2015) modelaram a erosão do solo em áreas de pastagens em GO e DF usando a Rusle. No mapeamento da erosividade da chuva, esses autores utilizaram o IFM de Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) para estimar o fator R de postos pluviométricos localizados em GO, DF e entorno. Na interpolação do fator R dos postos pluviométricos foi utilizada krigagem como interpolador para mapear a distribuição da erosividade da chuva em GO e DF.

Assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar a intensidade e distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal utilizando o IFM e o interpolador inverso do quadrado da distância, para fornecer informações básicas ao planejamento de uso e manejo sustentável do solo.

## **Material e Métodos**

A área de estudo, localizada na parte central do Brasil, compreendeu o Estado de Goiás (GO) e o Distrito Federal (DF), com superfícies de 340.112 km<sup>2</sup> e 5.780 km<sup>2</sup>, respectivamente. A área está localizada entre as latitudes 12°23'30" e 19°29'52" (Sul) e as longitudes 45°54'30" e 53°15'14" (Oeste) (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa do Estado de Goiás e Distrito Federal: hidrografia, divisa de estados e principais cidades.

**Fonte:** Galdino et al. (2015).

O relevo predominante na área de estudo é suave. De acordo com Galdino et al. (2015), GO e DF apresentam a seguinte distribuição de classes de declividades: 31% de relevo plano (0% a 3% de inclinação), 43% de relevo suave-ondulado (3% a 8%), 20% de relevo ondulado (8% a 20%). Declividades superiores a 20% ocorrem em apenas 6% da área total. O clima é classificado como tropical continental com inverno seco (Aw no sistema de classificação de Köppen) (PEEL et al., 2007). As temperaturas médias mensais variam de 22 °C a 26 °C. De acordo com os dados de precipitação registrados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014), mais especificamente por estações de chuva localizadas em 13 municípios, a precipitação média anual na área de estudo é de 1.550 mm, com duas estações bem definidas: a seca, a partir de meados de abril até fim de setembro, e a estação chuvosa, no início de outubro a meados de abril. Essa área está localizada no Planalto Central, isto é, é uma vasta superfície plana com altitude variando de 750 m a 900 m, e abriga as cabeceiras dos três maiores sistemas fluviais do Brasil: do Rio Paraná

(região sul de Goiás), do Rio São Francisco (parte oriental de Goiás) e dos rios Araguaia/Tocantins (região norte de Goiás).

Aproximadamente 97% da área de estudo é coberta por solos ácidos de baixa fertilidade (GALDINO et al., 2015). Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (OLIVEIRA et al., 2006), ocorrem em 43% da área de estudo. As outras duas classes importantes são os Cambissolos e os Argissolos, que juntos recobrem 31% da superfície de GO e DF.

O Estado de Goiás e o Distrito Federal não dispõem de séries longas de registros pluviográficos. A principal fonte de dados de chuva disponível é proveniente de postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA). Assim, foi avaliada a possibilidade de aplicar o IFM de Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) à estimativa da erosividade da chuva na região. Esse IFM, muito conhecido e utilizado no Brasil, foi desenvolvido a partir de 22 anos de registros de precipitação em Campinas (de 1954 a 1975). Os autores encontraram alta correlação entre a média mensal do índice de erosão e a média mensal do coeficiente de chuva (Equação 1).

$$EI = 68,730 \left( \frac{p^2}{P} \right)^{0,841} \quad (1)$$

Em que:

$EI$  = média mensal do índice de erosão em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>;

$p$  = precipitação média mensal em mm;

$P$  = precipitação média anual em mm.

A erosividade média anual da chuva em um posto pluviométrico é estimada pela somatória de seus índices mensais de erosão ( $EI$ ).

Para avaliar a possibilidade de aplicar a Equação 1, foram comparados totais anuais de chuva e valores mensais de precipitação de postos pluviométricos de GO, DF e entorno, relativos ao período de 1980 a 2010, com os registros de precipitação de Campinas, SP. Foram determinados coeficientes de correlação linear de Pearson ( $r$ ) entre as médias mensais de chuva de 88 postos pluviométricos de GO, DF e entorno e os registros de chuva de Campinas no período de 1954 a 1975. Os valores de  $r$  obtidos foram elevados e variaram de 0,87 a 0,96, com média de 0,93. A precipitação média anual em Campinas

foi de 1.359 mm, e os postos de GO, DF e entorno apresentaram média de 1.531 mm. Apesar da diferença entre o clima subtropical de Campinas (Cwa) e o clima quente e úmido (Aw) da área de estudo, entretanto, foi observada grande semelhança do regime pluviométrico de Campinas no período entre 1954 e 1975 com os registros pluviométricos do período de 1980 a 2010 de postos da ANA localizados na área de estudo. Assim, a aplicação da Equação 1 aos dados de chuva de GO, DF e entorno foi considerada satisfatória.

Para estimar a erosividade da chuva ou o índice de erosão pela Equação 1 foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel e foram considerados apenas os valores de precipitação mensal e anual provenientes de anos que não apresentaram falhas de dados. A maioria dos postos pluviométricos selecionados apresentou pelo menos 22 anos de registros anuais completos.

Para o mapeamento da erosividade da chuva, foram seguidos os procedimentos descritos por Weill et al. (2001) para a Bacia do Rio Mogi-Guaçu, SP. Esses procedimentos também foram empregados na Bacia do Alto Taquari por Galdino (2012) e na Bacia do Alto Paraguai por Galdino et al. (2014). Calculada a erosividade para cada posto, usando a Equação 1, foi feita a interpolação dos 88 valores de erosividade pelo método do inverso do quadrado da distância (IQD) utilizando o software ArcGIS (ESRI, 2005). O IQD e a krigagem são os interpoladores mais utilizados em sistemas de informações geográficas (SIGs). A krigagem normalmente apresenta resultados mais consistentes que o IQD, entretanto a utilização da krigagem demanda conhecimento geoestatístico (LANDIM, 2000). O IQD é o interpolador mais utilizado entre os métodos de distância ponderada, e é de fácil entendimento matemático, com algoritmo bem conhecido e discutido (LANDIM, 2000). No IQD, o peso dado durante a interpolação é tal que a influência de um ponto amostrado em relação a outro diminui conforme aumenta a distância em relação ao nó da grade a ser estimado (LANDIM, 2000).

A partir da interpolação dos valores de erosividade pelo IQD, ainda no ArcGIS, foram calculados polígonos de Thiessen a partir das coordenadas geográficas dos postos pluviométricos e foram delimitadas áreas de influência para cada posto em GO, DF e entorno. Posteriormente, esses polígonos foram recortados apenas para GO e DF, utilizando o limite dessas unidades federativas (arquivo *shape*) e a ferramenta *Clip* da extensão *Analysis Tools* do ArcGIS. Com base no mapa interpolado (imagem a ser processada) e nos polígonos de Thiessen de GO e DF (imagem de definição ou máscara), foi calculado o valor médio de erosividade anual por polígono.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios e a distribuição (%) da precipitação mensal e da erosividade das estações pluviométricas da área de estudo.

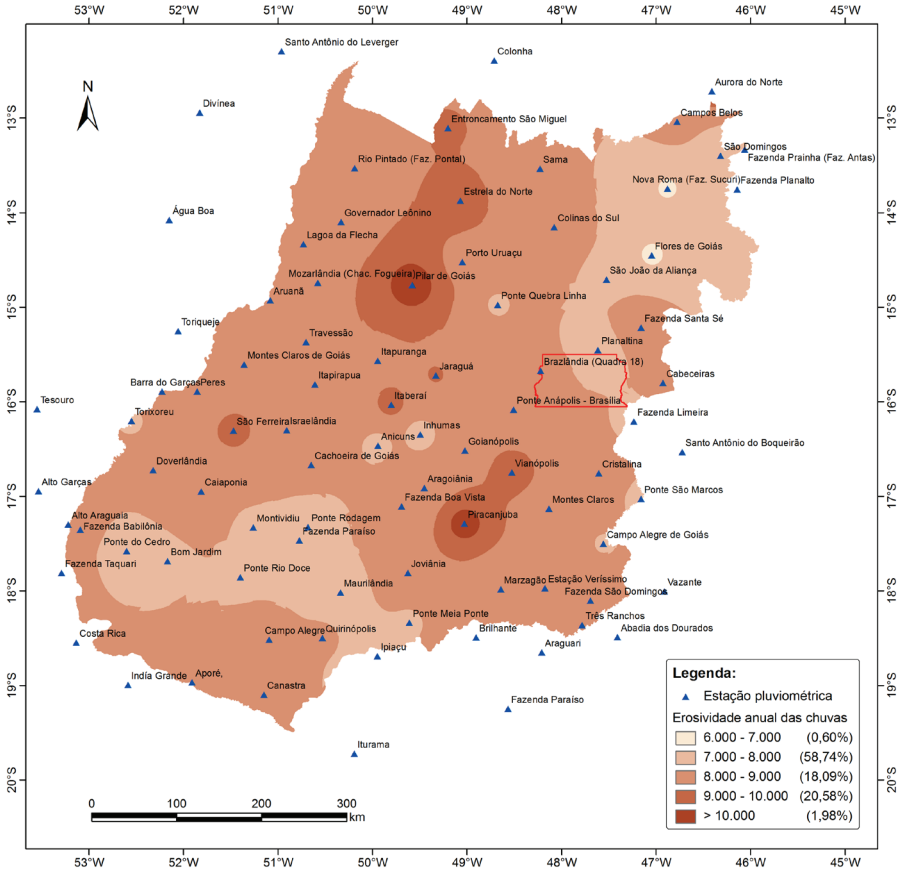
**Tabela 1.** Descritores de impacto e critérios adotados para avaliação do projeto

| Mês       | Precipitação* |       | Erosividade da chuva                      |       |
|-----------|---------------|-------|---|-------|
|           | (mm)          | (%)   | (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) | (%)   |
| Janeiro   | 280,6         | 18,30 | 1.873                                     | 22,49 |
| Fevereiro | 214,3         | 13,98 | 1.206                                     | 14,49 |
| Março     | 218,7         | 14,26 | 1.235                                     | 14,83 |
| Abril     | 98,7          | 6,43  | 324                                       | 3,89  |
| Mai       | 30,5          | 1,99  | 52  | 0,63  |
| Junho     | 9,0           | 0,59  | 8   | 0,09  |
| Julho     | 5,7           | 0,37  | 3   | 0,04  |
| Agosto    | 12,9          | 0,84  | 12  | 0,15  |
| Setembro  | 46,3          | 3,02  | 102                                       | 1,22  |
| Outubro   | 129,0         | 8,41  | 497                                       | 5,97  |
| Novembro  | 210,6         | 13,73 | 1.159                                     | 13,91 |
| Dezembro  | 277,1         | 18,07 | 1.857                                     | 22,30 |

\*Fonte: Galdino et al. (2015).

O período de maior incidência de chuvas é de outubro a março, quando ocorre 87% do índice pluviométrico anual total na região. A distribuição da erosividade média mensal dos postos pluviométricos acompanhou, como esperado, a distribuição da precipitação média mensal, com ocorrência dos maiores valores de erosividade média mensal no período entre outubro e março. Esse período concentra aproximadamente 94% do total anual da erosividade, e merecem especial atenção o uso e o manejo agrícolas e a seleção das práticas conservacionistas, de modo a prevenir ou minimizar a erosão hídrica na região.

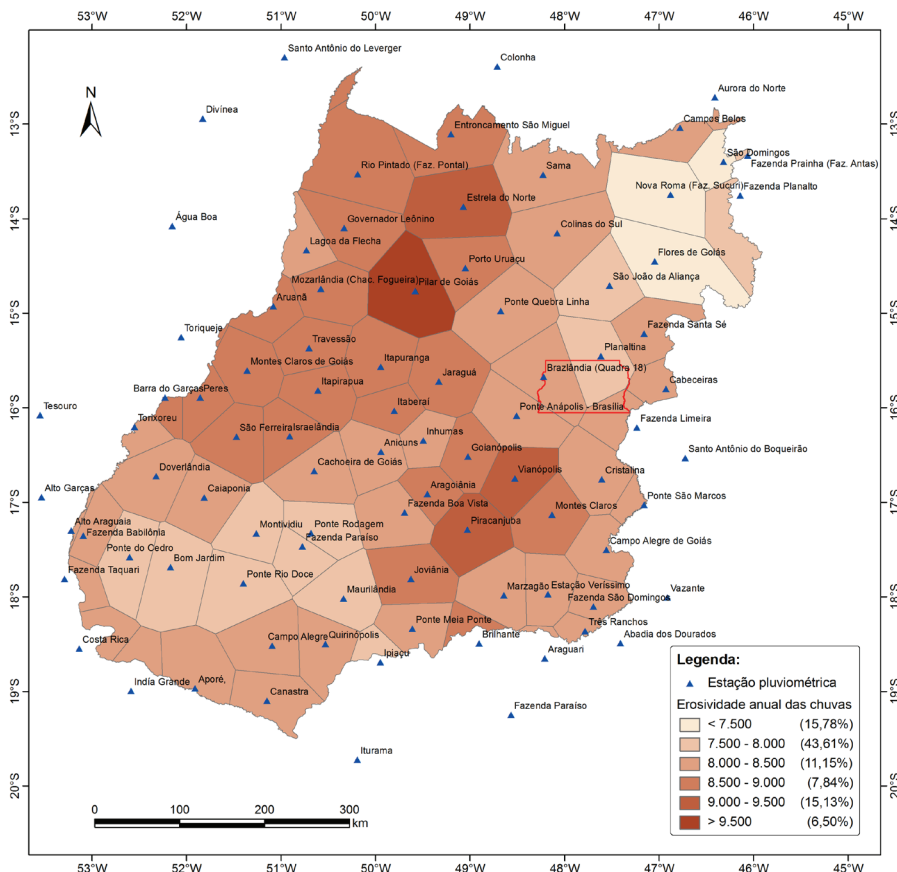
A localização das estações pluviométricas e a distribuição da erosividade anual da chuva interpolada pelo método do IQD para GO e DF, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, são mostradas na Figura 2.



**Figura 2.** Localização das estações pluviométricas e distribuição da erosividade anual da chuva interpolada pelo IQD para GO e DF, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

A erosividade da chuva é maior no sudeste e noroeste do Estado de Goiás. No Distrito Federal, o índice de erosão é maior ao sudoeste.

A distribuição da erosividade média anual da chuva de GO e DF, interpolada pelo IQD e extraída para os polígonos de Thiessen, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, é mostrada na Figura 3.



**Figura 3.** Mapa da distribuição da erosividade média anual da chuva em GO e DF, interpolada pelo IQD e extraída para os polígonos de Thiessen, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

A erosividade anual da chuva em Goiás variou de 7.425 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 9.633 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, com média de 8.359 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. O Distrito Federal apresentou erosividade média de 8.024 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, oscilando entre 7.796 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e 8.348 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

Carvalho (1994) propôs classificar a erosividade da chuva em cinco classes: fraca, moderada, moderada a forte, forte e muito forte. Em GO e DF, foi observada apenas a classe de erosividade “forte”, a qual, proposta por Carvalho (1994), modificada para o sistema métrico internacional, de acordo com Foster et al. (1981), compreende valores entre 7.357 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 9.810 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Galdino et al. (2015), modelando a erosão do solo em GO e DF, também empregaram os mesmos valores de estimativa da erosividade da chuva nos postos pluviométricos, entretanto usaram interpoladores distintos. Enquanto no presente trabalho foi utilizado o inverso do quadrado da distância, Galdino et al. (2015) utilizaram a krigagem como interpolador para mapear a distribuição da erosividade da chuva em GO e DF. A erosividade média anual, estimada por Galdino et al. (2015), foi de  $8.361 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  com variação de  $6.882 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  a  $10.744 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . Análise estatística entre as estimativas da erosividade da chuva do presente estudo com as de Galdino et al. (2015), utilizando a ferramenta *Band Collection Statistics* do ArcGIS, apresentou coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) igual a 0,9246. A diferença absoluta entre essas duas estimativas, obtida a partir da ferramenta *Raster Calculator* do ArcGIS, oscilou entre  $0 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $1.127 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , com média de  $155,30 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e desvio padrão de  $135,51 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . A média dessa diferença absoluta correspondeu a apenas 1,87% dos valores médios de erosividade da chuva obtidos neste estudo. Apesar do bom desempenho da estimativa da erosividade da chuva pelo IQD, é recomendável o emprego do interpolador krigagem antecedido de análise estatística dos valores de erosividade dos postos pluviométricos.

A identificação das áreas de GO e DF mais críticas quanto à perda de solo depende do levantamento de outros fatores que influenciam esses fenômenos, tais como: a erodibilidade do solo, o relevo, a cobertura vegetal, e o uso de práticas conservacionistas do solo. Assim, áreas com elevados valores de erosividade da chuva, associadas com relevo mais acidentado e solos mais susceptíveis a erosão, constituem áreas de maior vulnerabilidade natural à erosão hídrica. O uso dessas terras deve ser criterioso para minimizar a erosão do solo.

## Conclusões

1. A distribuição da precipitação média mensal de postos pluviométricos de GO, DF e entorno apresentou alta correlação com registros de chuva de Campinas no período de 1954 a 1975. O índice de Fournier modificado, desenvolvido por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), apresentou bom potencial para estimar a erosividade anual da chuva medida em postos pluviométricos de GO, DF e entorno.
2. O período de maior incidência de chuvas em GO e DF é de outubro a março, quando ocorre 87% do índice total anual pluviométrico na região. Esse período concentra aproximadamente 94% do total anual da erosividade da chuva.
3. A erosividade anual da chuva em Goiás variou de 7.425 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 9.633 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, com média de 8.359 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. O Distrito Federal apresentou erosividade média de 8.024 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, oscilando entre 7.796 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e 8.348 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. A erosividade na área estudada foi classificada como forte.
4. A erosividade da chuva é maior no sudeste e noroeste do Estado de Goiás. No Distrito Federal, o índice de erosão é mais elevado no sudoeste.

## Referências

- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Interciência, 1994. 372 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop Help**. California, USA: Redlands, 2005.
- FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the Universal Soil Loss Equation to SI Metric Units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, p. 355–359, 1981.

GALDINO, S.; GREGO, C. R.; SILVA, J. S. V. Distribuição espacial da erosividade da chuva na Bacia do Alto Paraguai, Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 5., 2014. Campo Grande, MS. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, p. 211-219, 2014.

GALDINO, S. **Estimativa da perda de terra sob pastagens cultivadas em solos arenosos da bacia hidrográfica do Alto Taquari – MS/MT.** 2012. 99 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 30 set. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 30 set. 2014.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas.** Rio Claro: DGA; IGCE; UNESP, 2000. 20 p. (Texto Didático 02). Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/interpo.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2014.

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.

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

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 633–644, 2007.

RENARD, K. G.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; MCCOOL, D. K.; YODER, D. C. **Predicting soil erosion by water**: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Washington: USDA, 1997. 404 p. (Agricultural Handbook, 703).

WEILL, M. A. M.; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Potencial natural de erosão e riscos de degradação na bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SP), In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 8., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABGE, 2001. p.1-10.

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.



---

*Monitoramento por Satélite*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA