



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS NO ESTADO DO PIAUÍ ESTIMADA POR DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO**

Iago Raniel de Mesquita Silva <sup>(a)</sup>, Reurysson Chagas de Sousa Morais <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto Federal do Piauí - Campus Teresina Central, iago-raniel@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Informação, Ambiente, Saúde e Produção Alimentícia, Instituto Federal do Piauí, reurysson@ifpi.edu.br

**Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais**

### **Resumo**

A erosividade é a capacidade das chuvas de ocasionar erosão hídrica no solo. O mapeamento da erosividade da chuva é instrumento prático e indispensável para o planejamento do uso do solo em escalas regionalizadas. O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição espacial do potencial erosivo das chuvas para o estado do Piauí. Para isso foram utilizados dados de precipitação estimados por satélite disponibilizados pelo *Goddard Earth Sciences Data And Information Services Center* (GES DISC) da Agência Espacial Americana (NASA). Na espacialização do potencial erosivo procedeu-se à interpolação dos valores de erosividade pelo método de Krigagem Ordinária. A erosividade do estado variou de 2.567 a 10.810 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Observou-se o aumento da erosividade na região norte e sudoeste do estado do Piauí. Portanto o uso dessas áreas deve ser ponderado para reduzir a erosão.

**Palavras-chaves:** Erosividade. Geoestatística. Krigagem.

### **1. Introdução**

A erosão é um processo dinâmico que modela a superfície terrestre. Trata-se de processo natural causado por diversos fatores, dentre eles a chuva, tendo seu processo acelerado pelas formas de uso e ocupação das terras. Fundamentalmente, o processo de erosão hídrica ocorre por diversos fatores, tais como: características das chuvas, dos solos, topografia, tipo de



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

cobertura das terras, manejo e práticas conservacionistas de suporte (HUDSON, 1977 *apud* COGO, 2003).

No Brasil, a erosão hídrica é uma das principais causas da degradação do solo. Ela se processa por meio da desagregação que é ocasionada tanto pelo impacto direto das gotas de chuva quanto pelas águas que escorrem na superfície. Em ambos os casos é resultante da energia cinética (LEPSCH, 2002).

Este tipo de erosão ocorre particularmente em áreas de clima tropical, onde há maiores taxas de precipitação, quando comparadas às demais regiões do globo. O processo erosivo consiste, basicamente, em três eventos sequenciais: desprendimento, arraste e deposição de partículas do solo. O desprendimento é definido como a liberação de partículas de agregados, e uma vez desprendidas, elas podem permanecer próximas ao agregado ou serem transportadas até um local de deposição (CARVALHO et al., 2002). A erosão é, portanto, o resultado do processo de desgaste da superfície do planeta por agentes erosivos.

No estado do Piauí, os estudos de erosividade apresentam, geralmente, abrangência local ou regional. Considerando os diferentes regimes de precipitações que ocorrem em seu território, julga-se importante conhecer o potencial erosivo das chuvas. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a distribuição espaço-temporal da erosividade no Piauí a partir de dados de precipitação estimados por satélite, referente ao período de 1998 a 2017.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Localização da área de estudo**

O estado do Piauí localiza-se na região nordeste do Brasil. Com uma área de 251.529 km<sup>2</sup>, limita-se com cinco estados: Ceará e Pernambuco a leste, Bahia a sul e sudeste, Tocantins a Sudoeste e Maranhão a oeste. O Piauí é dividido por 4 mesorregiões e 15 microrregiões geográficas e composto por 224 municípios, tendo como capital a cidade de Teresina.

Segundo a classificação apresentada por Andrade Júnior et al. (2005), o estado do Piauí apresenta regiões de clima do tipo árido, semiárido, sub-úmido seco, sub-úmido úmido e úmido,



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

com valores extremos de precipitação acumulada anual da ordem de 400 a 600 mm, registrada na região sudeste (região semiárida), e acima de 1800 mm registradas no extremo norte e sudoeste do estado (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

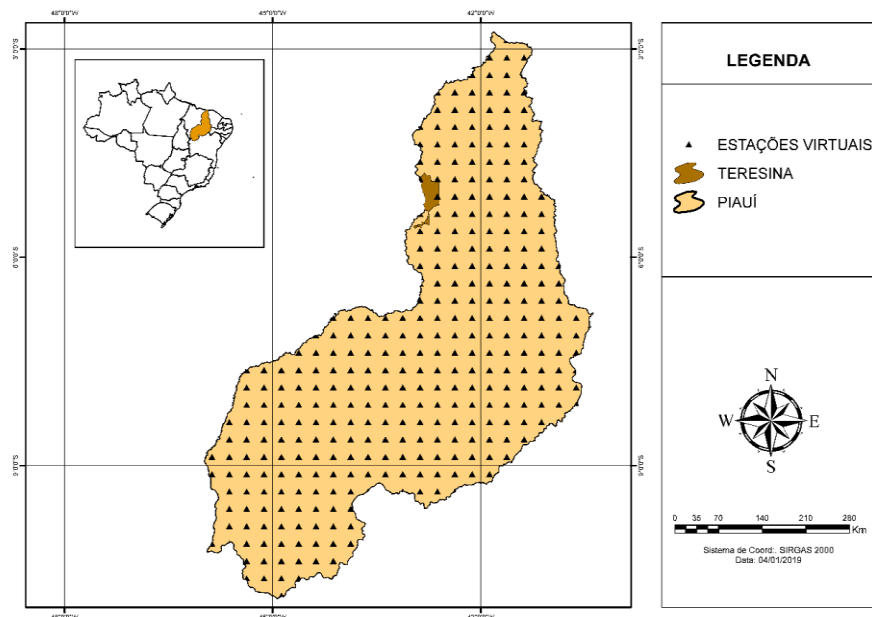


Figura 1. Localização do estado do Piauí e distribuição espacial das estações virtuais de análise climática.

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

## 2.1. Base de dados

Para o cálculo da erosividade faz-se necessário a obtenção de registros pluviométricos da intensidade da chuva. No entanto, registros de pluviométricos fornecido pelas bases de dados oficiais (Agência Nacional das Águas - ANA e Instituto Nacional de Meteorologia - INMET) são escassos ou apresentam falhas de registro para diversas regiões do estado. Sendo assim, optou-se por utilizar dados de precipitação estimados pelos satélites da *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) disponibilizados pelo *Goddard Earth Sciences Data And Information Services Center* (GES DISC) da Agência Espacial Americana (NASA) por meio da plataforma *on-line* GIOVANNI (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A análise da erosividade da chuva foi elaborada pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS versão 10.6, onde realizou-se a extração dos valores de precipitação de cada mês para uma malha de pontos regularmente distribuída sobre toda zona de interesse, com espaçamento de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , obedecendo a resolução original dos dados (Figura 1).

Ainda no ambiente SIG, procedeu-se a interpolação de cada valor de erosividade através do método geoestatístico *Krigagem*.

## 2.2. Cálculo do índice de erosividade da chuva

O cálculo do fator de erosividade (Fator R) foi obtido pela soma dos valores médios mensais dos índices de erosão (EI) calculados com base na equação proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999) (Equação 1). Calculou-se, inicialmente, a média entre as precipitações acumuladas mensais, assim como os dos dados de precipitação acumulada anual, no período de 1998 a 2017.

$$EI=67,355(r^2/p)^{0,85} \quad (1)$$

Onde: EI = média mensal do Índice de Erosão (EI), em MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>; r = precipitação média mensal em milímetros; P = precipitação média anual em milímetros.

Para a aplicação do método krigagem ordinária procedeu-se à análise estrutural dos dados, visando quantificar o grau de dependência espacial dos dados, por meio da obtenção de semivariograma experimentais, estimado pela Equação 2, e posterior ajuste do semivariograma com base do modelo teórico exponencial, de acordo com a metodologia descrita por Yamamoto e Landim (2013).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [Z(x+h) - Z(x)]^2 \quad (2)$$



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Em que:  $\gamma(h)$  = Semivariograma estimado para uma dada distância;  $n$  = número de pares de valores medidos;  $Z(x)$  e  $Z(x+h)$  = valores dos coeficientes medidos nos locais correspondentes.

### 3. Resultados e Discussão

A variação sazonal da precipitação no estado do Piauí é caracterizada por uma estação chuvosa, que na maioria das localidades compreende os meses de dezembro a maio, e por uma estação seca, que corresponde geralmente ao período de junho a novembro. A Tabela 1 apresenta a precipitação média mensal e o índice de erosão para o estado do Piauí.

Tabela 1. Distribuição dos valores médios mensais de precipitação e índice de erosão para o estado do Piauí.

Mês	Precipitação média mensal		Índice de Erosão	
	(mm)	%	MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> .mês <sup>-1</sup> .	%
Janeiro	170,07	16,43	170,07	18,83
Fevereiro	175,56	16,45	175,56	18,54
Março	196,65	17,96	196,65	21,67
Abril	160,72	14,30	160,72	15,26
Mai	82,30	6,87	82,30	4,91
Junho	29,92	6,96	29,92	1,20
Julho	17,67	3,34	17,67	0,58
Agosto	8,12	0,78	8,12	0,21
Setembro	11,74	1,10	11,74	0,24
Outubro	36,94	3,61	36,94	1,79
Novembro	79,60	7,82	79,60	6,84
Dezembro	105,38	10,49	105,38	9,88

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a variação da erosividade média mensal acompanhou a variação da precipitação média mensal. As áreas de maior pluviosidade média anual do Piauí (1000 a 2.300 mm/ano) correspondem a aproximadamente 15% da área do estado e situam-se predominantemente na faixa litorânea, no Baixo Parnaíba Piauiense e, em menor grau, na região sudoeste do estado. Já as menores médias anuais de precipitação e erosividade ocorre na poção leste do estado.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

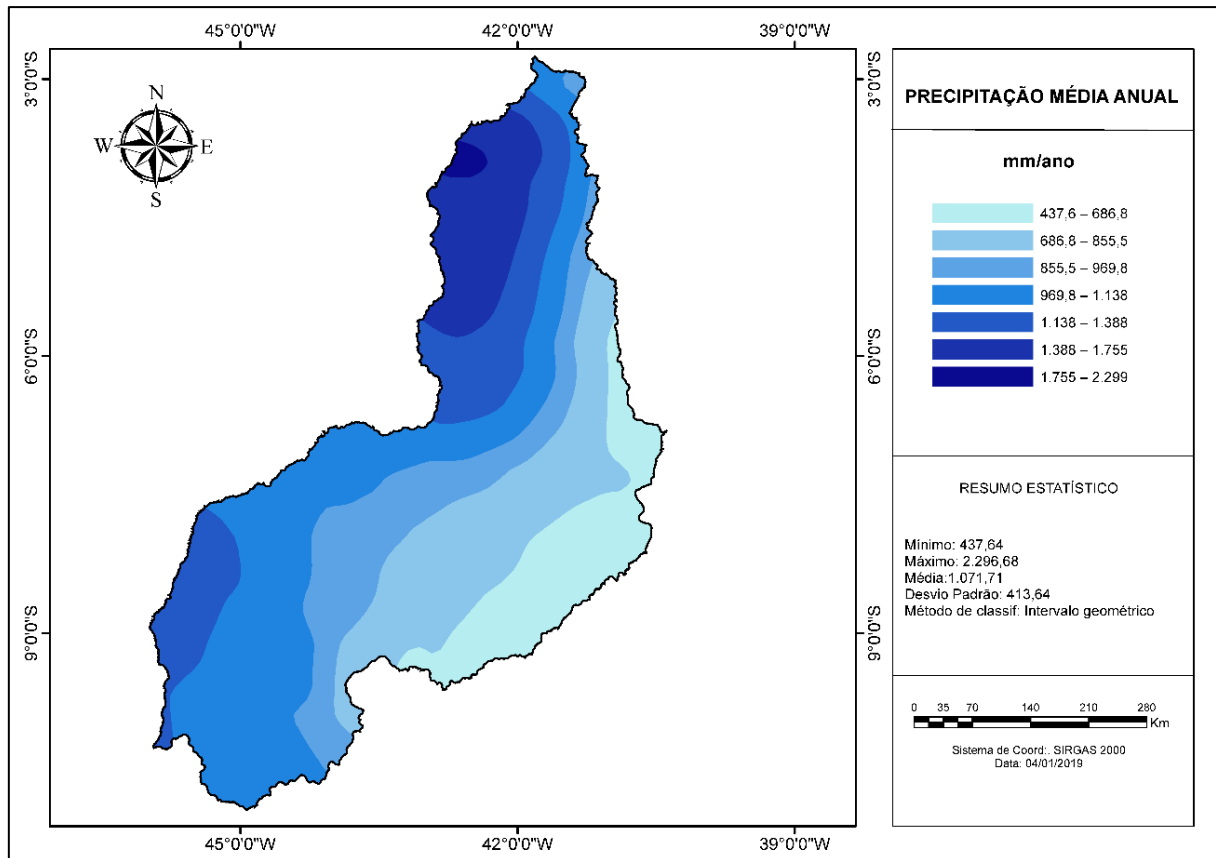


Figura 2. Precipitação média anual do ano de 1998 a 2017  
Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Os mapas mensais do Índice de Erosão (Figura 3) retratam uma grande variabilidade do índice de erosão ao longo dos meses do ano. Entre janeiro e abril, observa-se a erosividade média mensal aproximada, variando de 1.050 a 1.428 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>. O que corresponde cerca de 74,3 % da erosividade. No entanto, à diminuição da erosividade entre o mês de maio a outubro, que corresponde cerca de 8,93 % do total, ocorre de forma muito mais acentuada devido a redução da precipitação, o que está associado ao período de estiagem. Ao se analisar o mês de novembro e dezembro em comparação com os meses acima citados, a erosividade mensal praticamente dobra em alguns casos, devido a variação da precipitação.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

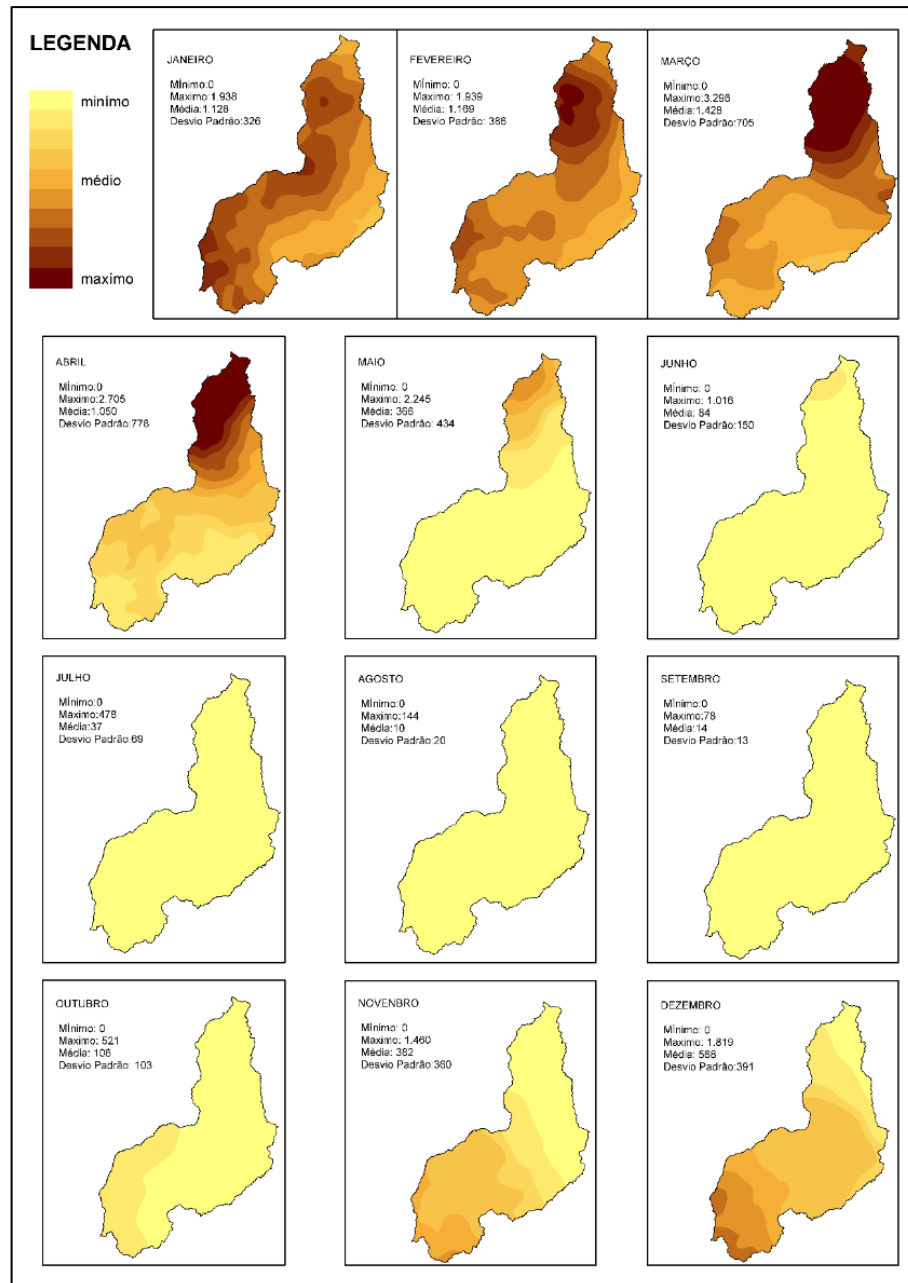


Figura 3. Índice de erosividade mensal para o estado do Piauí.

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A erosividade no Piauí variou de 2.567 a 10.810 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com total anual de precipitação oscilando entre 437,6 e 2.300 mm/ano. Quanto à distribuição espacial da



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

erosividade anual, verificou-se que a região norte, registrou-se os maiores valores de erosividade, em alguns casos, superiores a  $10.000 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

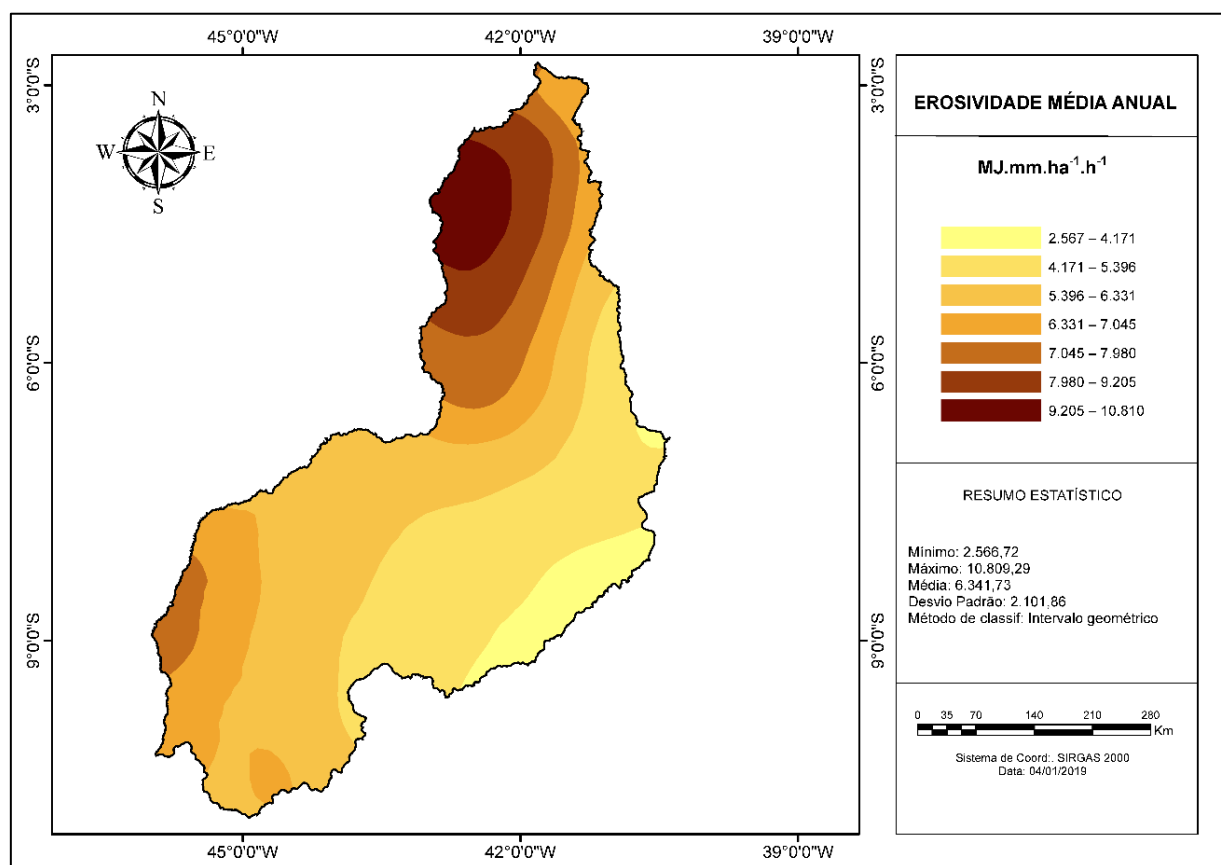


Figura 4. Mapa da erosividade média anual do estado do Piauí.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os valores de erosividade calculados para o Piauí assemelham-se àqueles obtidos para diferentes recortes espaciais dentro do estado, como os trabalhos desenvolvidos por Barros (2018) no município de Picos; Santos (2017) no município de Castelo do Piauí. Ressalta-se que as pequenas variações observadas entre os valores apresentados pelos autores e àqueles apresentados neste trabalho, se deve ao uso de diferentes bases de dados, conforme explicitado por Moraes e Sales (2016).





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

#### 4. Conclusão

O conhecimento do processo erosivo e de seus condicionantes é fundamental para a conservação dos solos e corpos hídricos. Assim, a variação espaço-temporal do potencial erosivo das chuvas para o estado do Piauí representa uma informação importante para diferentes atores sociais. Quer sejam eles ligados ao setor produtivo, que usam o solo como recurso, ou mesmo ligado a atividade de planejamento e fiscalização ambiental.

Com base no índice da erosividade conclui-se que a região norte e sudoeste são mais susceptíveis ao desencadeamento de processos erosivos conduzido pelas chuvas. Portanto, essas áreas precisam ser supervisionadas, de modo a compatibilizar as categorias de uso dos recursos naturais, especialmente os solos, às características físico-ambientais.

#### Referências Bibliográficas

ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí** Embrapa Meio-Norte: Documentos. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2004. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/885291/1/atlas.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 36, n. 2, p. 143–151, 2005.

BARROS, D. K. **Erosividade das chuvas no município de Picos**. 2017. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação dos solos**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

CARVALHO, D. F. et al. Perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 385-389, 2002. Disponível em:

<<https://goo.gl/CtgxEf>>. Acessos em: 12 fev. 2019.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Rev.**



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

**Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 743-753, 2003. Disponível em:  
<<https://goo.gl/Eb5FX1>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação do Solo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MORAIS, R. C. S.; SALES, M. C. L. Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da Bacia Hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, p. 84-105, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/xQyHvP>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

SANTOS, F. A.; AQUINO, C. M. S. Suscetibilidade erosiva em área suscetível à desertificação, no estado do Piauí: subsídios ao planejamento ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 1, p. 19-28, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/pQRRWt>>. Acesso em: 12 fev. 2019.