

## MAPEAMENTO DE EROSIVIDADES DA CHUVA NA BACIA DO RIO CAPIVARA-SP

ALYSON BUENO FRANCISCO – UNESP - Assis - São Paulo - Brasil  
alysonbueno@gmail.com

### RESUMO

A Bacia do Rio Capivara, na porção oeste do Estado de São Paulo, possui um número alto de processos erosivos lineares e os impactos provocados pelas precipitações pluviais durante o verão no clima tropical podem causar o agravamento das erosões lineares. Este trabalho apresenta as estimativas de erosividade das chuvas ( $EI_{30}$ ), através de cálculos gerados pelos totais mensais de precipitação de anos secos, regulares e chuvosos, de postos pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica, localizados em Maracá, Paraguaçu Paulista e Rancharia. Em Rancharia foi estimada uma erosividade de 9.088 MJ.mm/ha.h.ano em anos chuvosos, sendo em anos secos foi estimada a erosividade de 5.665 MJ.mm/ha.h.ano. Para os três postos pluviométricos analisados na bacia do Rio Capivara, foi estimada uma erosividade média de 7.453 MJ.mm/ha.h.ano em anos regulares com uma precipitação anual média de 1.400 mm. Em anos secos, foi estimada a erosividade de 5.875 MJ.mm/ha.h.ano, nos três postos pluviométricos. Os histogramas e os mapas gerados pelos dados das estimativas de  $EI_{30}$  das três localidades favorece a compreensão da sazonalidade pluvial existente no clima tropical do oeste paulista. O mapa da erosividade das chuvas em anos chuvosos demonstra a espacialidade do fator erosivo numa bacia com fragilidade das terras.

**Palavras-chave:** Erosão; Precipitação; Estimativas

## MAPPING OF RAINFALL FACTOR IN BASIN OF THE CAPIVARA RIVER

### ABSTRACT

The Capivara River Basin, in the western portion of the State of São Paulo, has a high number of linear erosive processes and the impacts caused by rainfall during the summer in the tropical climate can cause the worsening of linear erosions. This work presents the estimates of rainfall erosivity ( $EI_{30}$ ), through calculations generated by the monthly rainfall totals of dry, regular and rainy years, of rainfall stations of the Departamento de Águas e Energia Elétrica, located in Maracá, Paraguaçu Paulista and Rancharia. In Rancharia, an erosivity of 9,088 MJ.mm/ha.h.ano in rainy years was estimated, and in dry years the erosivity of 5,665 MJ.mm/ha.h.ano was estimated. For the three rainfall stations analyzed in the Capivara River basin, an average erosivity of 7,453 MJ.mm/ha.h.ano in regular years with an average annual precipitation of 1,400 mm was estimated, the erosivity of 5,875 MJ.mm/ha.h.ano was estimated in the three rainfall stations. The histograms and maps generated by the data of the Estimates of  $EI_{30}$  of the three localities favors the understanding of the rainfall seasonality existing in the tropical climate of western São Paulo. The map of rainfall erosivity in rainy years shows the spatiality of the erosive factor in a basin with fragility of the lands.

**Keywords:** erosion; rainfall; estimative

## INTRODUÇÃO

A erosividade é um dos fatores do método utilizado universalmente para estimar a perda de solo considerando as séries históricas de precipitação, as propriedades físicas e químicas do solo, as condições topográficas, a cultura agrícola e o uso de práticas conservacionistas. A análise da erosividade das chuvas foi desenvolvida a partir do método da Universal Soil Loss Equation, publicado por Wischmeier e Smith (1965).

Os primeiros dados analisados da erosividade foram coletados na década de 1940 em Ohio nos Estados Unidos da América, onde existia a monocultura do milho (Corn Belt). No caso do Brasil, as primeiras parcelas experimentais para aplicação das estimativas de perdas de solo, foram apresentadas por Bertoni (1949).

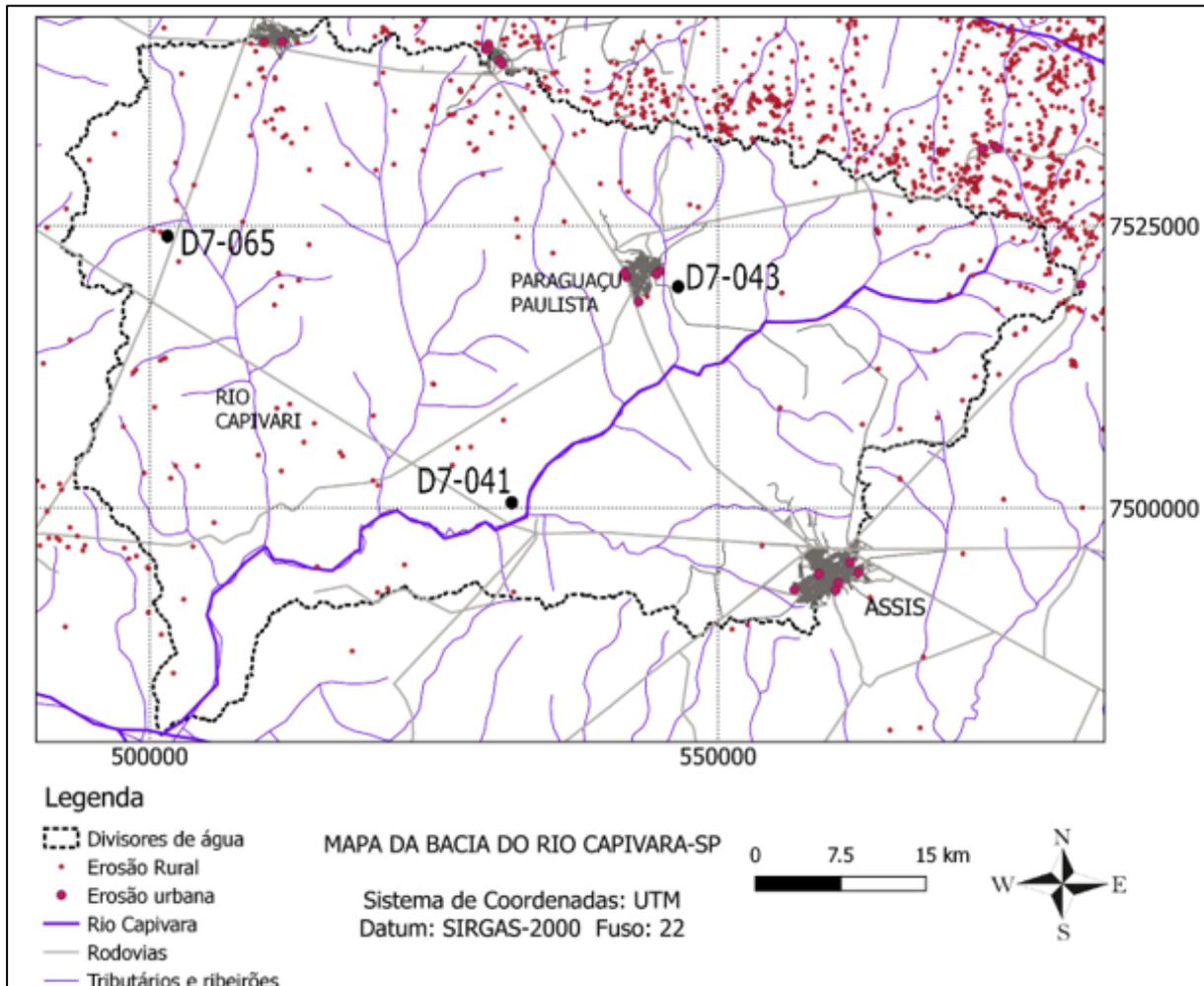
A região do oeste paulista, onde se localiza a bacia do Rio Capivara, é caracterizada pelo clima tropical com sazonalidade das precipitações concentradas no verão. De acordo com Boin (2000, p. 22): “o clima do Oeste Paulista é do tipo tropical [...] presença de um período seco (inverno), sob a influência predominante dos sistemas polares, e um período chuvoso (verão), influenciado pelos sistemas tropicais (MONTEIRO, 1973). Já a precipitação anual média varia entre 1.200 e 1.500 mm”.

A Bacia do Rio Capivara está localizada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI 17), possuindo como principais rios afluentes: Capivari, Alegre, Fortuna, Santo Inácio, Grande e Sapé. A bacia hidrográfica possui uma área de aproximadamente 3.462 km<sup>2</sup>, cujos rios afluentes possuem uma rede de aproximadamente 585 km de extensão em uma densidade de drenagem de apenas 0,17 km/km<sup>2</sup>.

A bacia do Rio Capivara, com uma área de aproximadamente 346 mil ha, apresenta fragilidade das terras pela existência de formações areníticas datadas do Cenozoico, principalmente a Formação Marília com alta vulnerabilidade aos processos erosivos e declividades acentuadas pelo relevo residual. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, em 2012, identificou 13 boçorocas urbanas de grande porte e 122 boçorocas e ravinas de grande porte na área rural da bacia do Rio Capivara (FRANCISCO, 2019).

A figura 1 apresenta a localização dos postos pluviométricos e dos pontos com erosões lineares na bacia do Rio Capivara.

Figura 1 - Mapa dos postos pluviométricos na bacia do Rio Capivara-SP



Elaboração: Francisco, A.B. (2020)

A existência de série histórica de mais de cinco décadas na área investigada favorece uma análise climática dos impactos da erosividade das chuvas através dos parâmetros estatísticos.

## METODOLOGIA

Para a realização dos cálculos de erosividade da chuva, foram adotados como base os índices pluviométricos mensais dos postos D7-041, D7-043 e D7-065 do Departamento de Águas e Energia Elétrica. A série histórica do posto D7-041 de Maracá foi de 1961 a 2000, do posto D7-043 de Paraguaçu Paulista foi entre 1956 e 2015, e do posto D7-065 de Rancharia foi entre 1945 a 2015.

Em aplicativo de análise estatística, os dados de precipitação mensal foram organizados em tabela para serem obtidos os valores das médias e desvio padrão mensais. Para identificar os anos chuvosos, anos-padrão e anos secos foram adotou-se as seguintes expressões:

Anos chuvosos: valor  $\geq$  média anual + 1,5 . desvio padrão (1)

Anos-padrão: valor  $\leq$  média anual + 0,5 . desvio padrão (2)

Anos secos: valor  $\leq$  média anual – 1,5 . desvio padrão (3)

No cálculo do índice de erosividade das chuvas (EI30) foram adotadas as expressões citadas por Tommaselli; Freire; Carvalho (1999):

$$EI30 = arc b \quad (4)$$

onde: a é o coeficiente de regressão correspondente a 111,68

b é o coeficiente de regressão correspondente a 0,714

$$rc = p^2 / P \quad (5)$$

onde: p é a precipitação média mensal (mm)

P é a precipitação média anual (mm)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os índices EI30 gerados a partir dos dados dos três postos pluviométricos dos anos secos, regulares e chuvosos.

**Tabela 1 - Localidades e EI30 estimados nos anos secos, regulares e chuvosos**

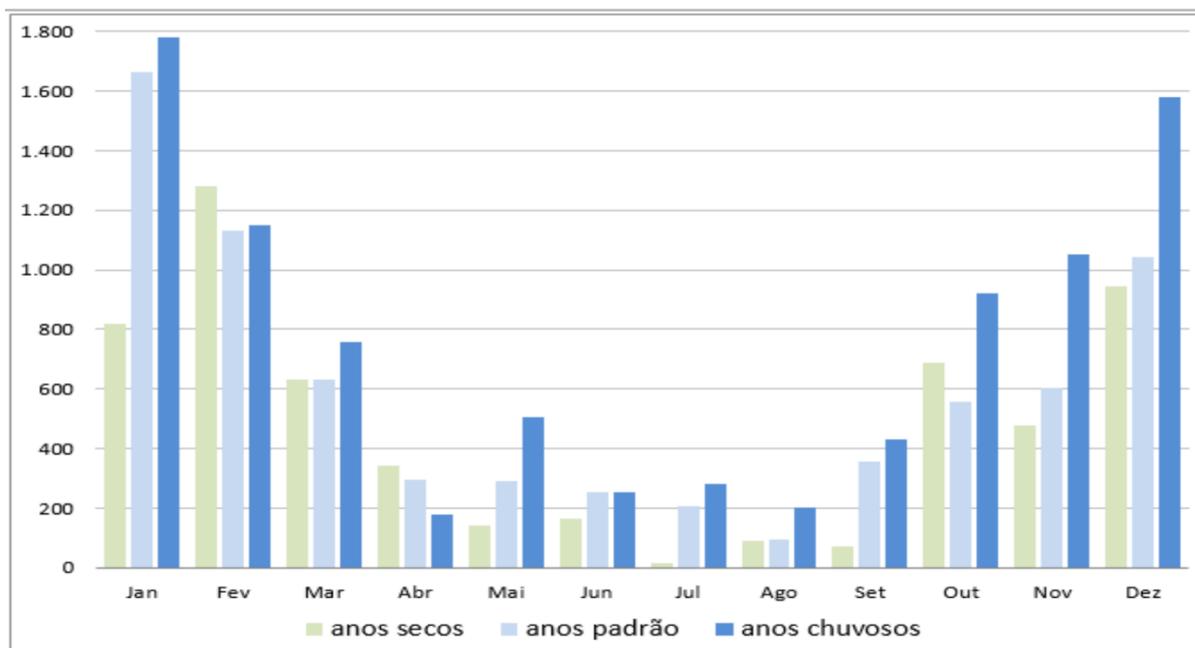
Localidade/ Classe ano	EI <sub>30</sub>	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rancharia/ Anos secos	5665	817	1281	633	342	139	166	14	90	70	690	477	944
Rancharia/ Anos Regulares	7129	1663	1129	633	295	290	254	207	97	358	557	604	1043
Rancharia/ Anos chuvosos	9088	1781	1149	757	177	505	254	282	200	432	920	1052	1580
Maracá/ Anos secos	6205	1696	1000	731	269	560	510	251	260	366	857	916	1298
Maracá/ Anos Regulares	7795	1820	1315	714	308	389	249	111	130	285	521	568	1385
Maracá/ Anos chuvosos	8715	1696	1000	731	269	560	510	251	260	366	857	916	1298
Paraguaçu Paulista/ Anos secos	5755	1189	775	761	482	438	110	129	83	199	481	519	589
Paraguaçu Paulista/ Anos Regulares	7437	1519	1291	528	358	361	305	95	273	321	489	533	1364
Paraguaçu Paulista/ Anos chuvosos	8575	1407	880	559	228	488	520	243	203	643	938	1220	1246

Anos chuvosos												
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Elaboração: Francisco, A.B. (2020)

O gráfico da figura 2 apresenta os índices de erosividade mensais de Rancharia-SP, calculados pelos dados de precipitação mensal entre 1949 e 2016.

**Figura 2 - Histograma de EI<sub>30</sub> mensais do posto D7-065**

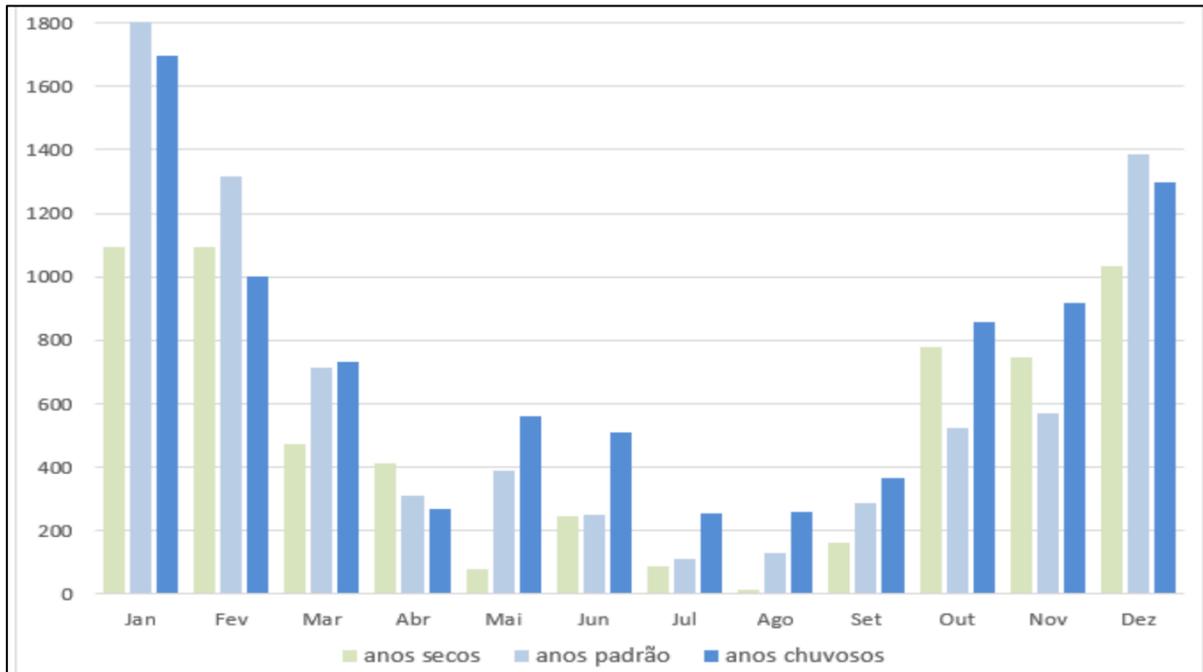


Elaboração: Francisco, A.B. (2020)

No caso de Rancharia, o índice de erosividade em janeiro dos anos secos ficou em aproximadamente 800 MJ.mm/h.ha.ano, sendo o EI<sub>30</sub> deste mês quase alcança 1.800 MJ.mm/h.ha.ano nos anos chuvosos. Em relação ao mês de fevereiro, o EI<sub>30</sub> dos anos secos é maior do que dos anos regulares e chuvosos. Nos meses de novembro e dezembro, são mantidas as tendências dos índices menores nos anos secos e maiores, respectivamente nos anos regulares e chuvosos.

O gráfico da figura 3 apresenta os índices de erosividade mensais de Maracá-SP, calculados pelos dados de precipitação mensal entre 1961 e 2000.

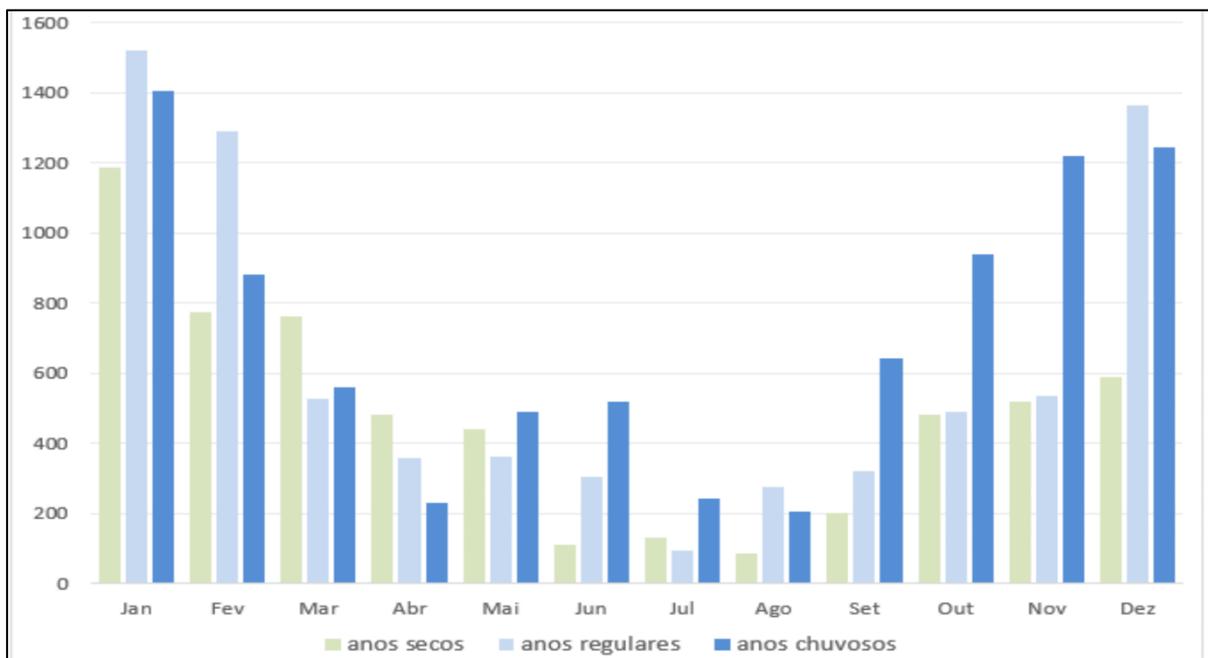
Figura 3 - Histograma de EI30 mensais do posto D7-041



Elaboração: Francisco, A.B. (2020)

Em Maracáí, nota-se maiores índices de erosividade nos anos regulares dos meses de janeiro, fevereiro e dezembro. Nos meses de outubro e novembro, a erosividade dos anos secos supera a dos anos regulares. O gráfico da figura 4 apresenta os índices de erosividade mensais de Paraguaçu Paulista, calculados pelos dados de precipitação mensal entre 1953 e 2015.

Figura 4 - Histograma de EI30 mensais do posto D7-043

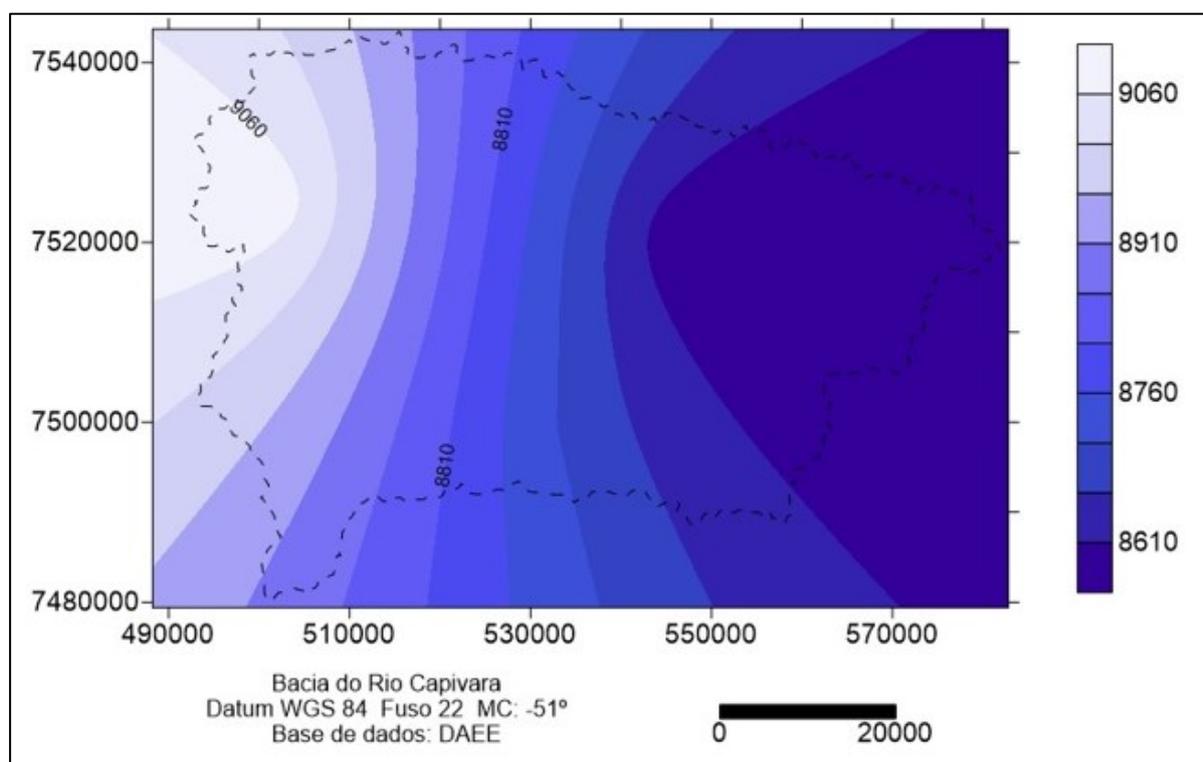


Elaboração: Francisco, A.B. (2020)

Em Paraguaçu Paulista, a erosividade nos meses de janeiro e principalmente em fevereiro é maior vinculada aos anos regulares. Nos meses de setembro, outubro e novembro, as erosividades vinculadas aos anos chuvosos se mantêm muito superiores aos demais anos. No caso de dezembro, a erosividade dos anos regulares é muito superior aos anos secos, também se mantendo acima de 1.200 MJ.mm/h.ha.ano nos anos chuvosos.

A figura 5 apresenta o mapa da erosividade em anos chuvosos na bacia do Rio Capivara.

**Figura 5 - Mapa da erosividade em anos chuvosos na Bacia do Rio Capivara-SP (EI<sub>30</sub>)**



Elaboração: Francisco, A.B. (2020)

A erosividade apresenta maiores índices na parte oeste da bacia do Rio Capivara, pelos dados do posto de Rancharia. A formação geológica com altíssima tendência à erosão está presente em Marília com uma distribuição na parte nordeste da bacia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fragilidade dos solos da bacia do Rio Capivara e a sazonalidade do regime das chuvas concentradas nos meses de verão favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, cujas grandes

formas erosivas começaram com o impacto das águas pluviais, pela ação do salpico de degradação das partículas do solo.

Em Rancharia foi estimada uma erosividade de 9.088 MJ.mm/ha.h.ano em anos chuvosos, sendo em anos secos foi estimada a erosividade de 5.665 MJ.mm/ha.h.ano. Para os três postos pluviométricos analisados na bacia do Rio Capivara, foi estimada uma erosividade média de 7.453 MJ.mm/ha.h.ano em anos regulares com uma precipitação anual média de 1.400 mm. Em anos secos, foi estimada a erosividade de 5.875 MJ.mm/ha.h.ano, nos três postos pluviométricos. Os histogramas e os mapas gerados pelos dados das estimativas de EI30 das três localidades favorece a compreensão da sazonalidade pluvial existente no clima tropical do oeste paulista.

A série histórica apresentada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica no Estado de São Paulo favorece as análises climáticas sobre a pluviosidade. Entretanto, a base de dados apresenta inúmeros vazios de dados mensais e diários em décadas passadas e alguns postos pluviométricos deixaram de registrar dados. Neste contexto, o geógrafo que analisa a distribuição espacial dos dados precisa se apoiar em médias dos pluviógrafos mais próximos nas bacias hidrográficas pesquisadas.

O número de postos pluviométricos analisados pode ser ampliado em estudos posteriores. Os três postos analisados estão distribuídos nos setores montante e jusante da bacia do Rio Capivara, mas aconselha-se ampliar este número e produzir mapas dos índices para análise geográfica da erosividade das chuvas.

## REFERÊNCIAS

BERTONI, J. Sistemas coletores para determinações de perdas por erosão. **Bragantia**, v.9, p. 147-155, 1949.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2000, 202f.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Dados pluviométricos dos postos D7-065; D7-041 e D7-043**. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dacee.sp.gov.br>> Acesso em: 11 fev. 2020.

FRANCISCO, A. B. As formas erosivas lineares e suas relações com as formações geológicas e declividades na bacia do Rio Capivara. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Anais..., Fortaleza, 2019.

TOMMASELLI, J. T. G.; FREIRE, O.; CARVALHO, W. A. Erosividade da chuva na região oeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, n. 7, p. 269-276, 1999.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: Guide of selection of practices for soil and water conservation. **Agriculture Handbook**, n. 282, Washington D.C., United States Department of Agriculture, 1965.

---

**Alyson Bueno Francisco** – Doutor em Geografia (2017), Mestre em Geografia (2011), Bacharel e Licenciado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Campus de Presidente Prudente. Licenciado em Filosofia pela Universidade de Franca. Defendeu o doutorado aos 30 anos de idade. Realizou estágio pós-doutoral de 12 meses com bolsa da CAPES. Foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) nas modalidades de iniciação científica, mestrado e doutorado. Possui 40 publicações em 2018 e 2019. Passou por todos os níveis de ensino em escolas públicas e universidade pública. Atuou profissionalmente nas Esferas Federal (IBGE), Estadual (professor no Centro Paula Souza e tutor em EAD pela FUNDUNESP) e Municipal (técnico em agrimensura). Possui publicações com autoria individual em 8 livros, 9 capítulos, 27 artigos nacionais e artigo internacional. É pesquisador dos temas: erosão urbana, monitoramento de boçorocas, controle de erosão, cartografia em grandes escalas e extensão universitária em práticas de conservação da natureza.

---

Recebido para publicação em 10 de Abril de 2020.

Aceito para publicação em 06 de Maio de 2020.

Publicado em 18 de Maio de 2020.