

## ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DE EROSIVIDADE DE CHUVAS (EI<sub>30</sub>) NA SUB-BACIA DO RIO COREAÚ, CEARÁ.

*Ulisses Costa de Oliveira<sup>1</sup>; Lucas Florêncio da Cunha Teixeira<sup>2</sup>; Greicy Kelly da Silva<sup>3</sup>; Marx Vinicius Maciel da Silva<sup>4</sup>; Carlos Eduardo Linhares Feitosa<sup>5</sup>, Ana Maria Maia<sup>6</sup>; Cleverton Caçula de Albuquerque<sup>7</sup>; Priscila Soares Mendonça<sup>8</sup>; José Wilker de Freitas Sales<sup>9</sup>; Raquel Ferreira Gomes Rosa<sup>10</sup>; Petronio Silva de Oliveira<sup>11</sup>, Ernane Cortez Lima<sup>12</sup>; Willian Richard de Souza Cidral<sup>13</sup> & Carlos Alberto Mendes Junior<sup>14</sup>*

**RESUMO** – A erosão provocada pelas chuvas causa danos ao solo que podem gerar sérios problemas ambientais, como assoreamento e poluição dos recursos hídricos, além de prejudicar as práticas econômicas vinculadas à agricultura e pecuária. O presente estudo teve por objetivo quantificar e espacializar o índice de erosividade (EI<sub>30</sub>), bem como estimar o fator R, na sub-bacia do rio Coreaú, utilizando ferramentas de geoprocessamento. A área do estudo está localizada na macrorregião Noroeste Cearense, entre as coordenadas geográficas 2°59'15.34"S/41°14'59.90"O e 3°58'59.52"S/40°24'49.03"O. A metodologia adotada foi o cálculo das erosividades mensais em um período de 23 anos, em 27 estações pluviométricas. Para a série temporal escolhida, obteve-se um fator R anual médio de 9.673,56 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A equação de regressão ajustada entre o índice de erosão médio anual (EI<sub>30</sub>) e o coeficiente de chuva (Rc) obteve o melhor ajuste para o modelo linear com coeficiente de determinação R<sup>2</sup> de 0,92. Na bacia estudada, prevaleceu o fator R situado na faixa de erosividade forte. Por fim, cabe aos gestores de recursos hídricos estimar esse índice para propor corretamente medidas mitigadoras de modo a reduzir os potenciais impactos ambientais.

**ABSTRACT** – Erosion caused by rainfall causes soil damages, which may cause several environmental issues, such as aggradation and water resources pollution, as well as damaging the economic practices related to agriculture and livestock. This paper aimed at quantifying and spatializing the erosivity index (EI<sub>30</sub>), as well as estimate the R factor, in the Coreaú River subbasin, using geoprocessing tools. The studied area is located in the Northwest Cearense macroregion, between geographic coordinates 2 ° 59'15.34 "S / 41 ° 14'59.90" ° and 3 ° 58'59.52 "S / 40 ° 24'49.03" W. The adopted methodology was monthly erosivity's calculation in a 23-year period, on 27 rain gauges. The regression equation between mean yearly erosion index (EI<sub>30</sub>) and rainfall coefficient (Rc) was better settled for the linear model with a determination coefficient R<sup>2</sup> of 0,92. In the studied river basin, the R factor prevailed in the strong range. Finally, it is up to the water resources managers to estimate this index to correctly propose mitigating measures in order to reduce the potential environmental impacts.

**Palavras-Chave** – Índice de Erosividade. Geoprocessamento. Fator R.

<sup>1,2,3,4</sup>) Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici - Bloco 713. CEP: 60455-760 - Fortaleza-CE-Brasil, Fone: +55 (85) 3366 9624, e-mail: <sup>1</sup>ucoliveira@msn.com / <sup>2</sup>lucasfengcivil@gmail.com / <sup>3</sup>greicy.silva@alu.ufc.br / <sup>4</sup>marx.silva@alu.ufc.br; <sup>5</sup>) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Ciências do Solo, Av. Bento Gonçalves, 7712. CEP 91540-000 - Porto Alegre-RS-Brasil, e-mail: <sup>5</sup>eduardo.linhares@live.com; <sup>6,7,8,9,10,11,14</sup>) Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. Rua Jaime Benévolo, 1400, Bairro de Fátima, CEP: 60050-155 – Fortaleza-CE-Brasil, Fone: +55 (85) 3254 3083, e-mail: <sup>6</sup>maiance@yahoo.com.br / <sup>7</sup>clevertoncacula@gmail.com / <sup>8</sup>prisciladeda@yahoo.com.br / <sup>9</sup>wilkersales@oi.com.br / <sup>10</sup>raquel.silveirafg@gmail.com / <sup>11</sup>petronio-oliveira@hotmail.com; <sup>14</sup>albertojunior.m@hotmail.com <sup>12</sup>) Universidade Estadual do Vale do Acaraú. Departamento de Geografia, Av. da Universidade, 850 - Campus da Betânia-Sobral-CE-Brasil, Fone: +55 (88) 3677 4271, e-mail: ernanecortez@hotmail.com / <sup>13</sup>) Universidade Estadual de Joinville. R. Paulo Malschitzki, 200 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, 89219-710 +55 (47) 3481-7900 willian.richard.cidral@gmail.com.

## 1 INTRODUÇÃO

A erosão do solo, de acordo com Cassol et al. (2007) é um processo mecânico que envolve energia necessária para desencadear o processo de erosão hídrica do solo, proveniente da água das chuvas e do escoamento superficial, especialmente a energia cinética do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo. Essa capacidade potencial é denominada erosividade das chuvas.

A erosividade de chuvas é influenciada por características físicas da chuva, como quantidade, diâmetro das gotas, intensidade e energia cinética, sendo estes dois últimos mais relevantes para a estimativa desse índice. (Moreti, Mannigel & Carvalho, 2003).

Valores de erosividade permitem identificar os meses com riscos de perda de solo mais elevados, sendo relevante para proporcionar o planejamento de práticas conservadoras nas épocas críticas de maior erosividade (Dias & Silva, 2003).

Portanto, o presente trabalho visa avaliar o índice de erosividade de uma sub-bacia do rio Coreaú, região caracterizada, segundo INESP (2009), por agressões ambientais que põem em risco a qualidade dos recursos hídricos, além de apresentar práticas agrícolas inadequadas. Por conseguinte, propõe a espacialização do fator R na área de estudo.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do Rio Coreaú, pertencente à região hidrográfica do rio que leva o mesmo nome, inserida na porção norte do estado, na macrorregião Noroeste Cearense, compreendendo os municípios de Alcântaras, Camocim, Coreaú, Frecheirinha, Granja, Ibiapina, Martinópole, Massapê, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Senador Sá, Sobral, Tianguá, Ubajara, Uruoca e Viçosa do Ceará (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 2°59'15.34"S /41°14'59.90"O e 3°58'59.52"S/40°24'49.03"O.

Em termos climáticos, a bacia apresenta clima Tropical Quente Semiárido, com precipitações médias anuais em torno de 889,45 mm e temperaturas médias anuais em torno de 24,75 °C. Diretamente relacionada com as características climáticas, os tipos predominantes de vegetação são o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, situada a Norte, a Caatinga Arbustiva Densa a sudoeste e a Mata Úmida na Cuesta de Ibiapaba a sudoeste (INESP, 2009).

Em relação à geologia, a bacia apresenta os seguintes domínios: terrenos cristalinos Pré-Cambrianos (41,31%), sendo representados por gnaisses, migmatitos, quartzitos e metacalcários, e

por rochas sedimentares (58,69%), representados por arenitos da Formação Serra Grande, sedimentos areno-argilosos, sedimentos eólicos e cascalhos, areais, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica (INESP, 2009).

Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Coreau



## 2.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados utilizados foram oriundos das estações pluviométricas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, totalizando 27 estações, listadas na Tabela 1, contendo o código, nome da estação, localização, altitude e período de anos de observação, compreendendo um total de 23 anos. Wischmeier & Smith (1978) ponderam que uma série entre 10 e 20 anos seja suficiente para se obter um fator R confiável. Cassol et al. (2008) estimam que sejam necessários no mínimo 20 anos de coleta de dados. Com os dados levantados, foi possível caracterizar as séries visando subsidiar o estudo de erosividade e a espacialização do fator R na bacia estudada.

Tabela 1 - Localização dos postos pluviométricos utilizados no trabalho.

Postos	Latitude	Longitude	Altitude	Período
Marco	-3,1202	-40,1463	19 m	1995 - 2018
Ibiapina	-3,9166	-40,8884	868 m	1995 - 2018
Ubajara	-3,8534	-40,9226	852 m	1995 - 2018
Tianguá	-3,7231	-40,9937	805 m	1995 - 2018
Viçosa do Ceará	-3,5683	-41,0946	709 m	1995 - 2018
São Benedito	-4,0463	-40,8666	907 m	1995 - 2018
Meruoca	-3,5476	-40,4512	756 m	1995 - 2018
Frecheirinha	-3,7590	-40,8101	118 m	1995 - 2018
Cariré	-3,9485	-40,4749	151 m	1995 - 2018
Mucambo	-3,9057	-40,7433	171 m	1995 - 2018
Chaval	-3,0363	-41,2399	573 m	1995 - 2018
Pacujá	-3,9784	-40,6954	140 m	1995 - 2018

Camocim	-2,9000	-40,8450	11 m	1995 - 2018
Martinopole	-3,2179	-40,6998	85 m	1995 - 2018
Uruoca	-3,3154	-40,5603	87 m	1995 - 2018
Barroquinha	-3,0238	-41,1293	29 m	1995 - 2018
Coreaú	-3,5501	-40,6575	74 m	1995 - 2018
Granja	-3,1241	-40,8315	16 m	1995 - 2018
Massapê	-3,5221	-40,3444	82 m	1995 - 2018
Santana Do Acarau	-3,4581	-40,2100	45 m	1995 - 2018
Senador Sá	-3,3514	-40,4634	87 m	1995 - 2018
Alcântaras	-3,5854	-40,5442	656 m	1995 - 2018
Cruz	-2,9305	-40,1811	27 m	1995 - 2018
Groaíras	-3,9141	-40,3834	95 m	1995 - 2018
Sítio Faveira	-4,0529	-40,9631	787 m	1995 - 2018
Moraújo	-3,4669	-40,6779	69 m	1995 - 2018
Pindoguaba	-3,7500	-41,1408	621 m	1995 - 2018

Foram acumulados os dados diários de precipitação pluviométrica da série compreendida entre 1995 e 2018. A precipitação mensal foi estimada a partir do somatório das precipitações diárias que ocorreram em determinado mês, compreendido em um ano qualquer do período, tendo a precipitação anual seguido a mesma forma de obtenção, para isso, utilizando-se o somatório dos totais mensais para todos os anos das séries.

### 2.2.1 OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE EROSIVIDADE

O somatório dos índices  $EI_{30}$  mensal de todas as chuvas individuais e erosivas resultou na erosividade mensal das chuvas. Somando os índices  $EI_{30}$  mensais, obteve-se a erosividade anual das chuvas na bacia e, a partir da média anual, o fator R.

Wischmeier e Smith (1958) foram pioneiros nos estudos da erosividade, tendo seus estudos sido aprimorados por Foster et al. (1981), que propuseram o índice de erosividade denominado  $EI_{30}$ , resultante do produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima ocorrida em um período de 30 minutos. Entretanto, dada a dificuldade de obtenção de registros e do trabalho dispendioso no processamento dos dados, diversos autores propuseram metodologias para estimar a erosividade da chuva para cada mês usando dados agregados em escala diária e mensal de precipitação.

No âmbito deste trabalho, adotou-se a metodologia proposta por Silva (2004) para geração dos índices de erosividade mensal, que sugeriu a divisão do país em oito regiões homogêneas no tocante à precipitação que, de acordo com o trabalho, possuiriam equações de ajuste específicas para cada realidade. A área objeto do presente estudo está inserida na região quatro, representada pela Equação 1.

$$R_x = 42,307 \left( \frac{M_x^2}{P} \right) + 69,763 \quad (1)$$

Onde,  $R_x$  é o Fator R ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) para o mês “x”,  $M_x$  é a precipitação mensal média (mm) e  $P$  é a precipitação anual média (mm).

Com os dados de chuva mensal e média anual para cada posto pluviométrico, foi aplicada a fórmula acima, obtendo-se o fator R para o período chuvoso (de janeiro a maio) e seco (de junho a dezembro).

### 2.2.2 CORRELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO E O ÍNDICE DE EROSIVIDADE

Para estimativa da correlação entre a precipitação e o índice de erosividade na bacia, foi calculado o coeficiente de chuva ( $R_c$ ) obtido através dos dados pluviométricos correspondentes a cada uma das estações em que a erosividade foi determinada, de acordo com a modificação proposta por Lombardi Neto (1977), expressa pela Equação 2.

$$R_c = \left( \frac{Pm^2}{P_a} \right) \quad (2)$$

Onde,  $R_c$  corresponde ao coeficiente de chuva em mm,  $P_m$  é a precipitação média mensal em mm, e  $P_a$ , a precipitação média anual.

Por fim, após a estimativa dos dados, os valores dos coeficientes de chuva foram correlacionados com os valores dos índices de erosividade através de regressão, com o objetivo de se obter a correlação entre a precipitação e ocorrência de processos erosivos.

### 2.2.3 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS DE EROSIVIDADE

No primeiro momento, gerou-se um banco de dados com informações das estações pluviométricas, localização geográfica e dados de pluviometria e erosividade, que foram tratados de maneira que pudessem ser representados geograficamente.

Após o tratamento dos dados, estes foram convertidos no formato *comma-separated value* (.csv) e importados para ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foi utilizado o *software* versão QGis 3.4.6 Madeira, no qual os arquivos importados foram convertidos para o formato *shapefile*.

Em seguida, realizou-se a interpolação dos índices de erosividade através do método do Inverso do Quadrado da Distância, representada pela Equação 3:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^2} \cdot x_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^2} \right)} \quad (3)$$

Onde,  $X_p$  corresponde à variável interpolada,  $X_i$  é valor da variável da  $i$ -ésima localidade vizinha, e  $d_i$  a distância euclidiana entre o  $i$ -ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 1995 a 2018, a precipitação pluvial média anual foi de 991 mm. O ano mais chuvoso foi o de 2009, com 1.763,07 mm. O ano com menor pluviosidade foi o de 2012, com 504 mm de chuva. No tocante às médias mensais, as maiores se apresentaram nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, contando com 142, 179, 244, 243, 116, respectivamente. Por outro lado, os meses com menores valores de precipitação mensal média foram os de setembro e novembro, com médias de 0,55 e 5,3, respectivamente.

O fator de erosividade da chuva (R) estimado para a sub-bacia do rio Coreau, embasado nos dados pluviométricos observados (1995 – 2018) variou entre 5.886,03 e 14.738,24 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, apresentando valor médio na ordem de 9.673,56 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Estes valores encontram-se inseridos nos intervalos encontrados para a média do país, que vai de 1.782 e 16.583 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Trindade et al, 2016). Em relação aos valores médios, o Fator R médio se apresentou acima da média quando comparados com outros trabalhos realizados por Dias & Silva (2003), em Fortaleza/CE, com 6.774 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, por Valle Júnior et al (2012), em Uberaba/MG, com 7.846,54 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, por Waltrick et al (2014), no estado do Paraná, com 9.236 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, por Back (2017), na região do Planalto Norte de Santa Catarina, com 6.396 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A Tabela 2 apresenta os valores do Fator R, média e valores nos períodos de estiagem e chuvoso por posto pluviométrico na bacia estudada.

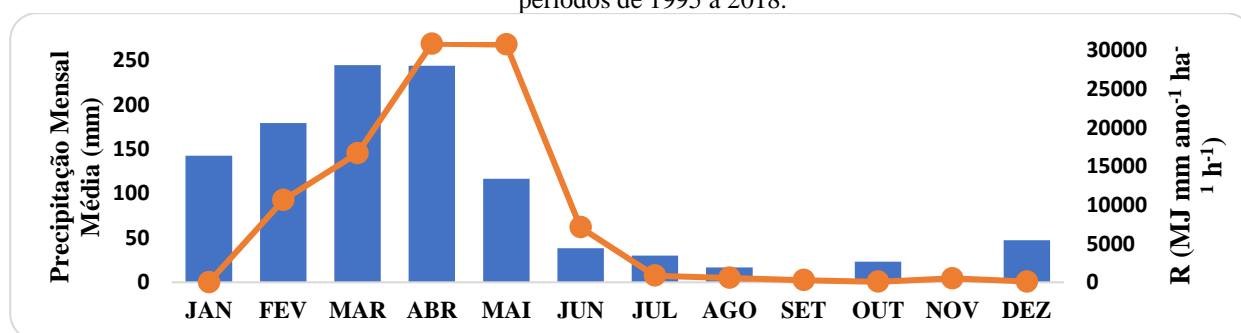
Tabela 2 - Distribuição do Fator R, sua média mensal e distribuição do EI<sub>30</sub> nos períodos de estiagem e chuvoso, na bacia estudada, por estação pluviométrica, no período de 1995 – 2018.

Postos Pluviométricos	Fator R	Média Mensal	EI <sub>30</sub> Estiagem	EI <sub>30</sub> Chuvoso
Sítio Faveira	25.090,03	2.090,84	1.312,85	23.777,18
Chaval	24.317,22	2.026,44	1.188,61	23.128,61
Uruoca	19.631,19	1.635,93	1.096,69	18.534,50
Pindoguaba	18.324,18	1.527,02	1.051,31	17.272,87
Groaíras	15.493,10	1.291,09	899,84	14.593,26
Senador Sá	14.924,96	1.243,75	1.114,34	13.810,63
Cariré	12.807,21	1.067,27	687,52	12.119,70

Barroquinha	11.328,43	944,04	1.149,77	10.178,66
Moraújo	10.353,15	862,76	679,33	9.673,82
Meruoca	9.700,66	808,39	803,08	8.897,58
Ubajara	9.412,16	784,35	726,87	8.685,29
Camocim	9.210,43	767,54	644,56	8.565,87
Ibiapina	8.782,72	731,89	658,78	8.123,94
Vicosa do Ceará	8.718,41	726,53	697,21	8.021,20
São Benedito	8.689,60	724,13	648,76	8.040,85
Alcântaras	7.566,62	630,55	712,30	6.854,32
Santana do Acaraú	7.439,65	619,97	673,84	6.765,81
Cruz	7.328,44	610,70	767,13	6.561,31
Pacujá	7.286,98	607,25	556,52	6.730,47
Coreaú	7.275,25	606,27	859,95	6.415,30
Tianguá	7.183,46	598,62	650,21	6.533,26
Granja	5.766,55	480,55	654,00	5.112,55
Martinópolis	5.625,03	468,75	687,37	4.937,66
Frecheirinha	5.242,64	436,89	586,64	4.656,01
Marco	3.919,41	326,62	590,26	3.329,15
Mucambo	3.873,20	322,77	615,35	3.257,85
Massapê	3.636,29	303,02	723,99	2.912,29

Observando-se a distribuição dos EI<sub>30</sub> nos períodos de estiagem e chuvoso, 91% concentram-se nos meses de janeiro a maio, ficando os 9% restantes distribuídos ao longo dos meses de junho a dezembro.

Figura 2 - Distribuição do Fator de Erosividade (R) e da precipitação médias mensais da sub-bacia estudada nos períodos de 1995 a 2018.



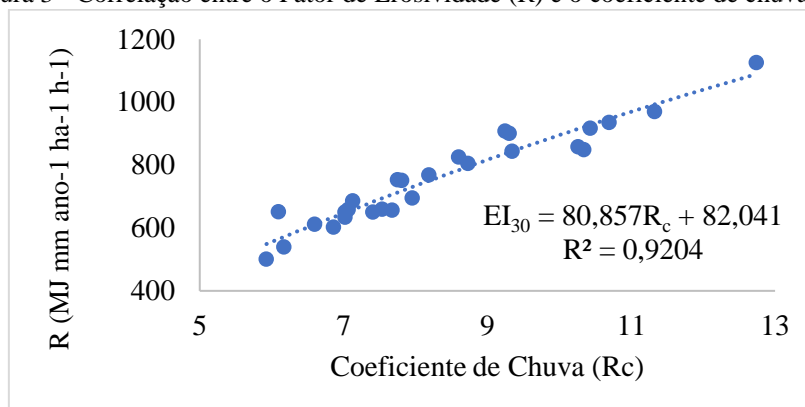
O gráfico da Figura 2 mostra a distribuição ao longo dos meses das médias de chuvas e do Fator R ao longo da série estudada, permitindo visualizar claramente a concentração dos maiores índices de erosividade nos primeiros cinco meses do ano.

No gráfico da Figura 3 apresenta-se a equação de regressão ajustada entre o índice de erosão médio anual (EI<sub>30</sub>) e o coeficiente de chuva (R<sub>c</sub>) para as estações analisadas. O melhor ajuste obtido, representado pela Equação 4, foi para o modelo linear (R<sup>2</sup> = 0,92), similar aos valores encontrados

por Valle Junior et al (2012) (0,92), Kinnel (2018) (0,99), Dias & Silva (2003) (0,99) e Cassol (2008) (0,84).

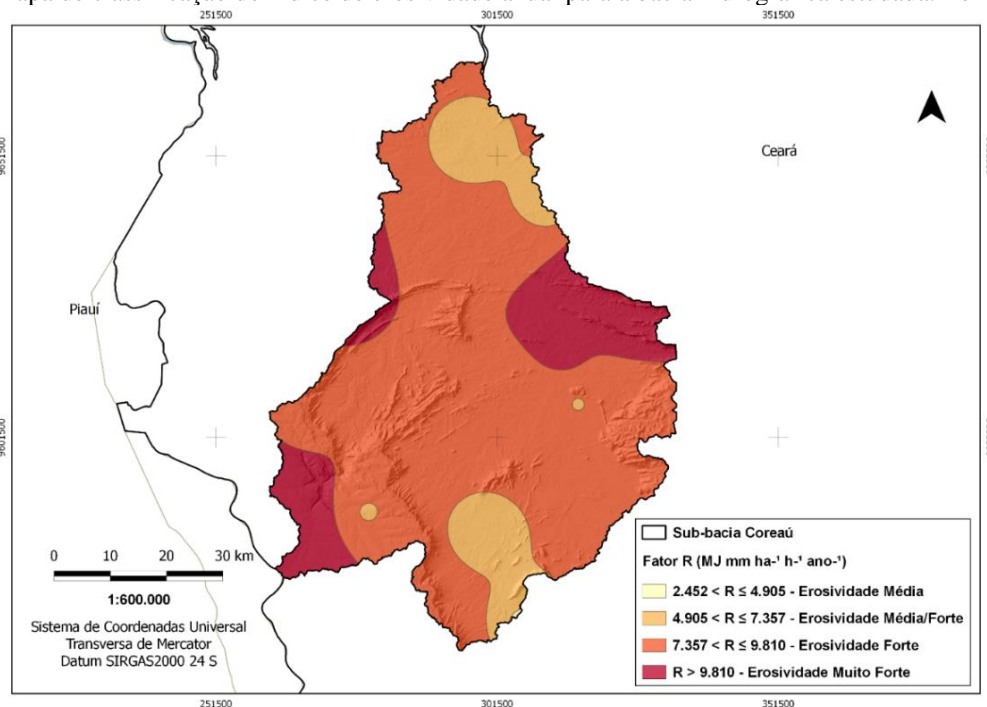
$$R_x = 80,857 \left( \frac{M_x^2}{P} \right) + 82,041 \quad (4)$$

Figura 3 - Correlação entre o Fator de Erosividade (R) e o coeficiente de chuva (R<sub>c</sub>).



Na Figura 4 são mostradas as classes de erosividade mapeadas para a bacia estudada. A bacia estudada não apresentou classe de erosividade baixa, apresentando um mínimo de 3.636,29 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e um máximo de 25.090,03 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Figura 4 – Mapa de classificação do índice de erosividade anual para a bacia hidrográfica estudada. Fonte – Autores



A Tabela 3 mostra a distribuição de área nessas classes, tomando-se como base a proposta apresentada por Carvalho (2010), que classificou como baixa a classe de erosividade menor do que 2.452 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, média entre 2.452 e 4.905 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, média/forte entre 4.905



e  $7.357 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , forte entre  $7.357$  e  $9.810 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , e muito forte como sendo a erosividade maior do que  $9.810 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Tabela 3 - Distribuição de área da bacia hidrográfica conforme as classes de erosividade.

Classes de erosividade ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ )	Área ( $\text{km}^2$ )	Percentual
2.452 – 4.905	1,626	0,04%
4.905 – 7.357	514,1843	12,08%
7.357 – 9.810	3.070,518	72,12%
>9.810	671,2487	15,77%
Total	4.257,577	100,00%

#### 4 CONCLUSÕES

Os maiores índices de erosividade mensal, representados pelo fator R, concentram-se na quadra chuvosa da região, podendo fazer a inter-relação existente entre esse parâmetro e a quantidade de precipitação. Nota-se, pelo mapa de espacialização do fator R, que as regiões com maiores capacidades erosivas estão localizadas em encostas com maiores altitudes, como o Planalto Sedimentar da Ibiapaba, caracterizadas pela ocorrência de chuvas orográficas de longas durações. Dessa forma, o valor médio encontrado de  $9.673,56 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  refere-se a uma alta capacidade de erosão, assim como a maior parte da bacia que está classificada na faixa de índice de erosividade forte.

A série construída a partir dos fatores de erosividade (R) e de chuva ( $R_c$ ) resultou em uma equação com linha de tendência linear. Cabe ressaltar a validade dessa equação, tendo um  $R^2 = 0,9204$ , representando baixa dispersão entre os dados, sendo um modelo adequado para ser usado em regiões com clima semelhante à área estudada e que não tenham dados históricos de pluviometria.

Ademais, a relevância do estudo se insere no contexto da estimativa da erosão do solo, parâmetro fundamental para gestores e projetistas de recursos hídricos proporem medidas mitigadoras de forma a garantir a sustentabilidade de práticas relativas à produção agrícola e pecuária.

#### 5 REFERÊNCIAS

BACK, A. J. “Fator erosividade e características das chuvas erosivas para a Região do Planalto Norte de Santa Catarina”. Agropecuária Catarinense, [s.l.], v. 31, n. 1, p.61-66, jan. 2018. Tikinet Edicao Ltda. - EPP. <http://dx.doi.org/10.22491/rac.2018.v31n1.8>.

CARVALHO, E. M. et al. “Utilização do geoprocessamento para avaliação de riscos de erosão do solo em uma bacia hidrográfica: estudo de caso da bacia do rio Passa Cinco/SP”. In: Simpósio

Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3, 2010, Recife. Anais. Recife, 2010. p. 1 - 8.

CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; MARTINS, D.; LEMOS, A. M.; LIMA, V. S.; 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.

CASSOL, E. S.; MARTINS, D.; ELTZ, F. L. F.; LIMA, V.S.; BUENOS, A. C. “*Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993*”. Rev. Bras. de Agrometeorologia, v.15, p.220-231, 2007.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. “*A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE)*”. I Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno - 1a. Aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.335-345, 2003.

FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. *Conversion of the universal soil loss equation to SI units*. J Soil Water Conserv, v. 36, p. 355-359, 1981.

INESP. “*Caderno regional da bacia do Coreaú/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos*”, ALECE. Fortaleza., 2009. 120p.: il. – (Coleção Cad. Reg. Pacto das Águas, v. 3).

KINNEL, P.i.a.. “*Determining soil erodibilities for the USLE-MM rainfall erosion model*”. Catena, [s.l.], v. 163, p.424-426, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2018.01.008>.

LOMBARDI NETO, F. “*Rainfall erosivity – Its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brasil.*”. Dissertação (Mestrado em Agronomy)-Purdue University, West Lafayette, 1977, 53f.

MORETI, D.; MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P. “*Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo*”. Acta Scientiarum: Agronomy, v.25, p.137-145, 2003.

SILVA, A.M. “*Rainfall erosivity map for Brazil.*” Catena, v.57, p.251-259, 2004. DOI: 10.1016/j.catena.2003.11.006.

TRINDADE, A. L. F. et al. “*Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil*”. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 51, n. 12, p.1918-1928, dez. 2016.

VALLE JUNIOR, R. F. et al. “*A Erosividade das Chuvas na Bacia do Rio Uberaba*”. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 8, n. 14, p.1-15, jun. 2012.

WALTRICK, P. C. et al. “*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, [s.l.], v. 39, n. 1, p.256-267, fev. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20150147>.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. “*Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.*” Washington, DC: USDA, 1978. 58p. Agriculture Handbook 537.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Rainfall energy and its relationship to soil loss*. Trans Am Geophys, v. 39, p. 285-291, 1958. <http://dx.doi.org/10.1029/TR039i002p00285>.