Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS NO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

BACK, Alvaro José- alvarojoseback@gmail.com
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / EPAGRI

POLETO, Cristiano – cristiano.poleto@ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS

RESUMO: O conhecimento espacial do potencial erosivo das chuvas associado às informações das características do relevo e tipos de solos permitem identificar as regiões com maiores riscos de erosão, deslizamentos ou escorregamentos. A determinação dos valores de erosividade, ao longo do ano, também permite identificar os meses nos quais os riscos de perdas de solo são mais elevados. Este trabalho teve como objetivo estimar o índice de erosividade e avaliar a distribuição espacial e temporal da erosividade no estado de Santa Catarina. Foram utilizadas 143 estações pluviométricas, com dados de 1980 a 2015. Com base nas equações de 13 estações pluviográficas foram estimados os valores do índice de erosividade EI30 mensal e anual. Apenas 5,9% da área do estado possui erosividade anual classificada como baixa e 51,5% da área do estado tem erosividade média. Nas classes de erosividade alta e muito alta encontram-se respectivamente 35,5 e 6,8% da área do estado. Em Santa Catarina a maior erosividade é observada no litoral norte e no extremo oeste do estado.

PALAVRAS-CHAVES: erosão; USLE, modelagem hidrológica; índice EI30

SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF RAINFALL EROSIVITY IN SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The spatial knowledge of the erosive potential of rainfall associated to the information of the characteristics of the relief and types of soils allows identifying the regions with the greatest risk of erosion or landslides. The determination of the erosivity values, throughout the year, also allows identifying the months in which the risks of soil losses are higher. The objective of this work was to estimate the erosivity index and to evaluate the spatial and temporal distribution of rainfall erosivity in the state of Santa Catarina. We used 143 rainfall stations located in the state and Santa Catarina, with data from 1980 to 2015. With equations of 13 pluviographic station the monthly and annual values of EI30 erosivity were calculated. Only 5.9% of the state's area has annual erosivity classified as Low and 51.5% of the state area has medium erosivity. In the high and very high erosivity classes are respectively 35.5 and 6.8% of the state area. The highesr erosivity is observed in the north and extreme west coast of the state of Santa Catarina.

KEYWORDS: erosion; USLE, hydrological modeling; EI30 index

INTRODUÇÃO

A estimativa das perdas de solo por erosão hídrica é uma informação importante para o planejamento ambiental e adoção de práticas que favoreçam a conservação do solo e da água. Quantificações de perdas de solo por erosão em nível de campo requerem medições de longo tempo para obtenção de valores representativos, sendo, portanto trabalhosas e de custo elevado (PANAGOS et al., 2015). A utilização de modelos matemáticos para a estimativa da erosão do solo é uma alternativa que permite realizar simulações em diferentes cenários e obter resultados representativos para diferentes escalas temporais e espaciais (AMORIM et al., 2010; KINNELL, 2010, PANAGOS, 2015).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

A Equação Universal de Perda de Solos (USLE) é um modelo empírico para estimativa das perdas médias de solo por erosão laminar e indicado para pequenas áreas. A USLE não considera de forma individualizada os processos físicos envolvidos na erosão, como o desprendimento e o transporte de partículas. Também não considera os processos de deposição de sedimentos e de erosão em voçorocas, que podem levar a subestimativas de perdas de solos (CHAVES, 2010).

Na ULSE a perda de solos é estimada pelo produto de seis fatores que influenciam a erosão, que são: a erosividade da chuva (fator R), erodibilidade do solo (fator K), comprimento da encosta (fator L), declividade da encosta (fator S), cobertura e manejo do solo (fator C) e práticas conservacionistas (fator P). A erosividade da chuva tem importância destacada, pois é o parâmetro que representa a energia cinética que atua para desagregar o solo e para carregamento das partículas por escoamento superficial. Bertol (1994) destaca que o fator, pode ser utilizado como parâmetro de suporte a trabalhos de extensão rural, pois permite indicar as épocas mais críticas com relação à ocorrência da erosão. Panagos et al. (2015) destacam ainda a importância do fator erosividade como indicativo de risco natural a eventos como deslizamentos e escorregamento de encostas.

Diversos índices foram sugeridos para estabelecer o fator erosividade da chuva, dentre os quais se destaca o índice EI30, determinado pelo produto da energia cinética total da chuva pela intensidade máxima da chuva em 30 minutos. Para regiões tropicais tem sido sugerido o índice KE>25 (HUDSON, 1971), determinado pela soma da energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25 mm h-1. No entanto, vários trabalhos realizados no Brasil (MORAIS et al., 1988; CARVALHO et al., 1989; SILVA et al., 1997; GONÇALVES, 2002) verificaram diferenças pouco discrepantes entre os índices EI30 e KE>25.

Vários estudos realizados no Brasil constataram que o índice EI30 apresenta boa correlação com as perdas de solo observadas, sendo superior aos demais índices (LOMBARDI NETO e MODENHAUER, 1992; CANTALICE e MARGOLIS, 1993; ALBUQUERQUE et al., 1994; SILVA et al., 2009). Schick et al. (2014), comparando as perdas de solos em parcela padrão da USLE com vários índices de erosividade de Lages (SC), observaram maior correlação das perdas de solos com o índice EI30 e assim recomendam este índice como o fator de erosividade para a região de Lages.

A obtenção do índice de erosividade demanda longas séries de dados pluviográficos, que nem sempre estão disponíveis (BESKOW et al., 2009; MELLO et al., 2007). Wischmeier e Smith (1978) recomendam usar o valor médio do índice EI30, calculado a partir de série de no mínimo 20 anos. Oliveira et al. (2012) constataram que de 73 estudos com dados pluviográficos realizados no Brasil, somente 15% foram realizados com séries com mais de 20 anos. A limitação da determinação direta do índice de erosividade se deve principalmente ao pequeno número de estações pluviográficas e também pelo processo de cálculo ser relativamente trabalhoso.

Na ausência de dados pluviográficos, o índice EI30 pode ser estimado com base nas médias mensais de precipitação, que Waltrick et al. (2015) denominaram de método pluviométrico. Séries relativamente longas de dados pluviométricos diários existem na maioria dos locais com boa distribuição

espacial, facilitando a estimativa do índice de erosividade (CASSOL et al., 2008; MAZURANA et al., 2009). No entanto, para a aplicação desta metodologia há necessidade de equações relacionando o índice de erosividade com as precipitações médias mensais. Mello et al. (2012) ressaltam que estas equações podem ser usadas em áreas que não tenham dados pluviográficos, mas que tenham condições climáticas similares, e que estas equações não podem ser extrapoladas de forma generalizada, pois pode levar a subestimativas ou superestimavas da erosividade.

O mapeamento de erosividade é uma forma de representar espacialmente a partir da interpolação dos dados de erosividade. Silva (2004) elaborou o mapa de erosividade para o Brasil usando dados pluviométricos de 1600 estações pluviométricas com série histórica de no mínimo 10 anos e oito equações de regressão para o cálculo da erosividade. Também Oliveira et al. (2012) apresentam o mapa de erosividade para o Brasil, em que utilizaram 73 equações de regressão para calcular a erosividade da chuva, das quais duas localizadas no estado de Santa Catarina. Os autores comparam os resultados de erosividade com o trabalho de Silva (2004) e mostraram que os erros decorrentes do uso de poucas equações de regressão podem ser significativos. Trindade et al. (2016) utilizaram 1521 estações pluviométricas no Brasil com 20 anos de dados e 75 equações de regressão para o cálculo a erosividade e apresentaram o mapa de erosividade da chuva para o Brasil.

Alguns trabalhos realizados no Brasil apresentam os mapas de erosividade para determinados estados. Dentre estes se destacam os trabalhos de Lombardi Neto et al. (1981) e Vieira e Lombardi Neto (1995) para o estado de São Paulo, Rufino et al. (1993) e Waltrick (2015) para o estado do Paraná, Mello et al. (2007) para Minas Gerais, Montebeller et al. (2007) para Rio de Janeiro, Almeida (2009) para Mato Grosso, Oliveira et al. (2011) para o Mato Grosso do Sul, Santos (2008) para o Rio Grande do Sul e Amaral et al. (2014) para o estado da Paraíba.

O conhecimento espacial do valor da erosividade associado às informações das características do relevo e tipos de solos permite identificar as regiões com maiores riscos de erosão, deslizamentos ou escorregamentos. A determinação dos valores de erosividade, ao longo do ano, também permite identificar os meses nos quais os riscos de perdas de solo são mais elevados. Estas informações são importantes para o planejamento de práticas conservacionistas do solo, servindo também como critérios para orientar ações de defesa civil e segurança de obras e engenharia.

Em Santa Catarina existem poucas pesquisas sobre chuvas erosivas, e na maioria dos trabalhos realizados foi dado ênfase a determinação do fator erosividade pelo índice EI30 de uma determinada estação pluviográfica. Destacam-se os trabalhos de Bertol (1994) para Caçador, Bertol (1993), Bertol et al. (2002) e Schick et al. (2014) para Lages, Valvassori e Back (2014) para Urussanga, e Back et al. (2016) para Chapecó, Back e Poleto (2017) para Florianópolis. No entanto, ainda não foi produzido um mapa detalhado da erosividade de chuvas para o estado de Santa Catarina.

Melhores resultados pode ser obtidos na espacialização e mapeamento de erosividade quando se utilizam um maior número de equações de regressão e também usando séries pluviométricas mais representativas, de mesmo período de duração. A análise da variação espacial e temporal da erosividade permite

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

avaliar a hipótese de que o valor de erosividade e sua distribuição temporal têm comportamento diferenciado no território catarinense, e que as práticas de controle de erosão do solo devem ser diferenciadas no estado. Desta forma, o objetivo deste trabalho é estimar o índice de erosividade e avaliar a distribuição espacial e temporal da erosividade o estado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas as estações pluviométricas do estado de Santa Catarina pertencentes à rede de estações Pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2012) e também do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na seleção das estações foram consideradas aquelas com dados no período de 1980 a 2015. Eventuais falhas nos totais mensais destas estações foram preenchidas pelo método da ponderação regional, com base nos dados de três estações mais próximas, segundo metodologia descrita em Tucci (2015). Foram selecionadas 143 estações pluviométricas localizadas no estado de Santa Catarina. Para obter melhor interpolação dos dados nos limites do estado de Santa Catarina foram utilizadas ainda 13 estações localizadas no estado do Rio Grande do Sul e 30 no estado do Paraná, todas estações da ANA, adotando o critério de proximidade do território Catarinense (Figura 1). Na Tabela 1 constam os dados das estações pluviométricas de Santa Catarina, com o código da ANA, as coordenadas de localização e o percentual de falhas nos dados mensais.

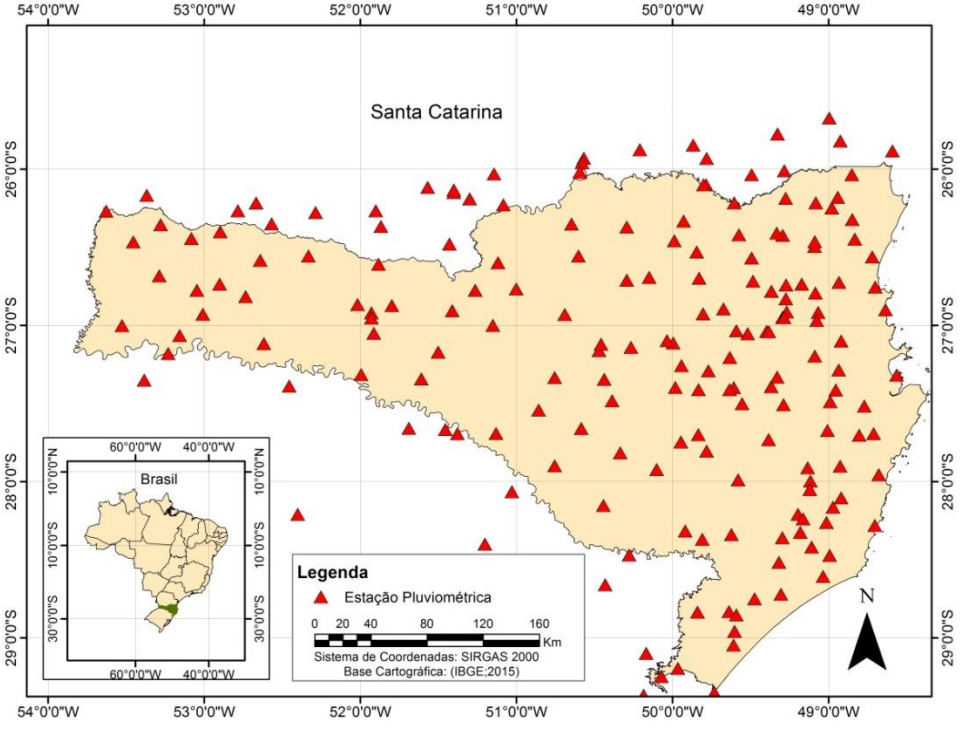

Figura 1 - Estações pluviométricas empregadas na avaliação da erosividade no estado de Santa Catarina.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 1 - Dados das estações pluviométricas utilizadas e percentuais de falhas nos dados mensais.

N° da estação	Código	Latitude (Graus S)	Longitude (Graus W)	Altitude (m)	Falhas (%)
1	02648002	26,7242	48,9317	90	0,0
2	02648011	26,9000	48,6333	11	0,0
3	02648014	26,3217	48,8464	6	0,0
4	02648019	26,7550	48,6994	10	0,2
5	02648020	26,5617	48,7192	3	0,0
6	02648027	26,0356	48,8500	80	0,0
7	02648028	26,4483	48,8303	8	0,0
8	02648033	26,1800	48,9394	42	0,7
9	02649001	26,9492	49,2939	76	0,2
10	02649002	26,7356	49,1703	46	0,0
11	02649003	26,7811	49,3650	90	0,0
12	02649004	26,8297	49,2719	70	0,0
13	02649005	26,9136	49,2675	60	0,0
14	02649007	26,9181	49,0653	12	0,0
15	02649008	26,7408	49,2706	80	0,2
16	02649009	26,9683	49,0742	40	0,9
17	02649010	26,7931	49,0833	65	7,4
18	02649012	26,4944	49,0875	3	0,5
19	02649013	26,4239	49,2925	200	0,2
20	02649016	26,2161	49,6033	780	0,2
21	02649017	26,7172	49,4831	250	0,7
22	02649037	26,4642	49,0867	30	0,2
23	02649038	26,9500	49,2833	86	0,0
24	02649053	26,9261	49,8025	410	0,5
25	02649054	26,5306	49,8436	950	0,0
26	02649055	26,4194	49,5731	750	0,9
27	02649056	26,3328	49,9272	990	0,0
28	02649057	26,1864	49,2733	870	0,0
29	02649058	26,6975	49,8281	450	0,0
30	02649060	26,2158	49,0806	790	0,0
31	02649061	26,8950	49,6722	245	0,0
32	02649064	26,4097	49,3311	800	0,0
33	02649065	26,5689	49,4917	650	0,0
34	02650000	26,3706	50,2908	765	1,4
35	02650015	26,7103	50,2908	790	0,9
36	02650016	26,5558	50,6011	900	0,5
37	02650018	26,3514	50,6456	780	0,5
38	02650019	26,9300	50,6881	1000	0,2

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

39	02650022	26,4586	49,9864	1000	0,0
40	02650023	26,6931	50,1478	800	0,0
41	02651001	26,8733	51,7964	100	3,5
42	02651022	26,6086	51,8817	1250	2,1
43	02651036	26,7758	51,2628	1133	0,7
44	02651040	26,9206	51,9281	1000	2,3
45	02651042	26,7667	51,0000	960	0,0
46	02651044	26,5989	51,1167	1200	0,7
47	02651052	26,9067	51,4097	1000	1,6
48	02652000	26,5561	52,3308	760	1,4
49	02652001	26,9525	51,9281	600	1,6
50	02652002	26,5836	52,6403	550	1,4
51	02652021	26,7361	52,9003	360	1,4
52	02652031	26,4003	52,8956	720	2,8
53	02652034	26,8164	52,7333	360	1,6
54	02652044	26,8667	52,0170	1100	0,0
55	02653001	26,4439	53,0819	920	2,3
56	02653002	26,2692	53,6275	800	1,9
57	02653003	26,7753	53,0464	530	2,1
58	02653004	26,6828	53,2867	320	1,2
59	02653005	26,4650	53,4536	720	2,1
60	02653007	26,9289	53,0075	280	1,4
61	02653011	27,7833	53,5000	700	0,0
62	02653013	26,3553	53,2781	850	1,4
63	02748000	27,1006	48,9178	40	0,0
64	02748001	27,4142	48,9528	40	0,0
65	02748002	27,2856	48,9333	45	0,0
66	02748003	27,4892	48,9881	215	0,0
67	02748004	27,6928	48,7097	20	0,0
68	02748005	27,7028	48,8019	55	0,7
69	02748016	27,5169	48,7694	34	0,0
70	02748017	27,9561	48,6764	2	0,0
71	02748018	27,9011	48,9244	410	0,0
72	02748019	27,3186	48,5631	20	0,0
73	02749000	27,0381	49,3950	93	0,0
74	02749001	27,0539	49,5167	151	0,0
75	02749002	27,3986	49,6058	370	0,0
76	02749003	27,1131	49,9944	360	0,0
77	02749005	27,0342	49,5897	252	0,0
78	02749006	27,2572	49,9408	353	0,0

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

79	02749007	27,7306	49,3828	550	3,5
80	02749009	27,7000	49,8333	854	1,2
81	02749012	27,9964	49,1147	340	0,0
82	02749013	27,2903	49,7689	350	0,0
83	02749015	27,3972	49,9800	145	0,2
84	02749016	27,0403	49,3814	200	0,0
85	02749017	27,5019	49,5531	370	0,9
86	02749020	27,6725	49,0061	820	0,0
87	02749027	27,9119	49,1319	500	0,0
88	02749031	27,8042	49,7800	900	2,1
89	02749033	27,7667	49,5167	900	0,5
90	02749034	27,5075	49,2875	700	0,5
91	02749035	27,7464	49,9450	900	1,2
92	02749037	27,2056	49,6317	454	2,8
93	02749039	27,4111	49,6332	350	0,0
94	02749041	27,4114	49,8314	850	0,0
95	02749045	27,1967	49,0872	76	0,0
96	02749046	27,3319	49,3283	270	0,0
97	02750001	27,8989	50,7536	980	1,9
98	02750005	27,8167	50,3333	937	0,0
99	02750007	27,9222	50,0992	1196	2,3
100	02750008	27,5417	50,8569	720	3,5
101	02750009	27,3339	50,7533	829	1,6
102	02750010	27,1611	50,4689	980	2,1
103	02750011	27,4819	50,3850	840	2,5
104	02750012	27,3453	50,4358	940	1,6
105	02750014	27,0972	50,0339	370	0,5
106	02750020	27,6606	50,5831	920	2,1
107	02750021	27,1411	50,2644	900	0,0
108	02750022	27,1208	50,4567	997	1,6
109	02751001	27,6922	51,1294	800	1,6
110	02751002	27,4000	51,2000	947	0,0
111	02751004	27,1717	51,5003	560	0,9
112	02751011	27,0511	51,9122	1040	1,6
113	02751012	27,3422	51,6083	498	1,9
114	02751016	27,0000	51,1500	679	0,0
115	02752005	27,3144	51,9933	600	1,2
116	02752016	27,1167	52,6167	679	0,0
117	02753006	27,0644	53,1569	400	1,6
118	02753013	27,0014	53,5256	557	1,9
119	02848006	28,1047	48,9186	190	0,2

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

120	02848007	28,2811	48,7022	5	0,0
121	02848009	28,1639	48,9706	40	0,2
122	02849000	28,4194	49,1067	20	0,2
123	02849001	28,3589	49,2950	90	1,2
124	02849002	28,3258	49,1792	40	3,2
125	02849004	28,9583	49,6014	10	0,0
126	02849005	28,8322	49,6367	80	1,2
127	02849006	28,7506	49,4731	40	0,2
128	02849008	28,2094	49,1950	40	0,5
129	02849009	28,3397	49,6214	1200	1,2
130	02849011	28,5167	49,3167	48	0,0
131	02849014	28,3167	49,9167	1408	0,0
132	02849019	28,8350	49,8378	115	0,0
133	02849020	28,6067	49,0331	10	0,5
134	02849021	27,9886	49,5775	997	1,4
135	02849022	28,7217	49,3033	50	0,0
136	02849023	28,3692	49,8078	1080	0,5
137	02849024	28,8536	49,5897	15	0,2
138	02849027	28,4722	48,9911	8	1,4
139	02849030	28,2394	49,1611	72	0,9
140	02849031	28,0508	49,1186	243	1,2
141	02850004	28,1522	50,4408	930	6,7
142	02949001	29,1958	49,9633	60	0,0
143	02949003	29,0458	49,6067	18	0,2

Foram usadas as equações de regressão ajustadas para onze estações pluviográficas de Santa Catarina e duas no estado do Paraná. Nas estações com mais de uma equação de regressão foi utilizada aquela com maior coeficiente de determinação. Para determinar a área de influência de cada estação pluviográfica foram determinados os polígonos de Thiessen (Figura 2) gerados em ambiente SIG pelo programa ArcGIS (10.2.1), com base nos pontos de localização das estações pluviográficas que deram origem as equações. Assim, toda estação pluviométrica dentro desse polígono está mais próxima do ponto central do polígono e será representada pela equação correspondente. Na Tabela 2 constam os dados das estações pluviográficas e as respectivas equações para estimativa do índice EI30.

Com as médias mensais de precipitação foram calculados os valores mensais do coeficiente de chuva (Rc),

$$Rc_i = \frac{(p_i)^2}{P}$$

em que Rci é o coeficiente de chuva no mês i (mm); pi é a precipitação média mensal do mês i (mm); P é a precipitação média anual (mm).

Para cada estação foi calculado o índice de erosividade de acordo com a equação (Tabela 2) indicada na área do polígono pertencente (Figura 2).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 2 - Estações pluviográficas com as respectivas equações utilizadas para estimativa do índice de erosividade (EI30) no estado de Santa Catarina.

n	Estação	Período (anos)	Equação	R^2	Fonte
1	S. M. do Oeste	1992-2008	$EI30 = 83{,}07\,Rc^{0{,}8640}$	0,9039	[1]
2	Chapecó	1976-2014	$EI30 = 44{,}31Rc + 109{,}6$	0,7440	[1]
3	Ponte Serrada	1986-2000	$EI30 = 68{,}56Rc^{0{,}8706}$	0,8424	[1]
4	Campos Novos	1984-2014	$EI30 = 39{,}20Rc + 101{,}3$	0,7594	[3]
5	Videira	1985-2015	$EI30 = 48{,}64Rc^{0{,}9608}$	0,7702	[3]
6	Caçador	1984-2014	$EI30 = 23{,}80Rc + 234{,}6$	0,8652	[3]
7	Porto União	1973-1992	$EI30 = 59{,}31Rc^{0{,}8883}$	0,4682	[8]
8	Lages	1969-2014	$EI30 = 35{,}4Rc + 49{,}1$	0,5137	[2]
9	Urussanga	1980-2012	$EI30 = 45{,}1Rc - 127{,}0$	0,9080	[4]
10	Florianópolis	1986-2012	$EI30 = 30{,}41Rc^{1{,}162}$	0,8927	[5]
11	Indaial	1970-1983	$EI30 = 40{,}86Rc + 68{,}74$	0,7090	[6]
12	Sudoeste do PR	-	$EI30 = 55{,}20Rc + 146{,}86$	-	[7]
13	Leste do PR	-	$EI30 = 40{,}71Rc + 33{,}26$	-	[7]

[1]Back et al. (2018); [2]Back (2018); [3]Back et al. (2017); [4]Valvassori e Back (2014);[5]Back e Poleto (2017); [6]Back e Gonçalves (2017); [7]Rufino et al. (1993),[8]Back (2018)

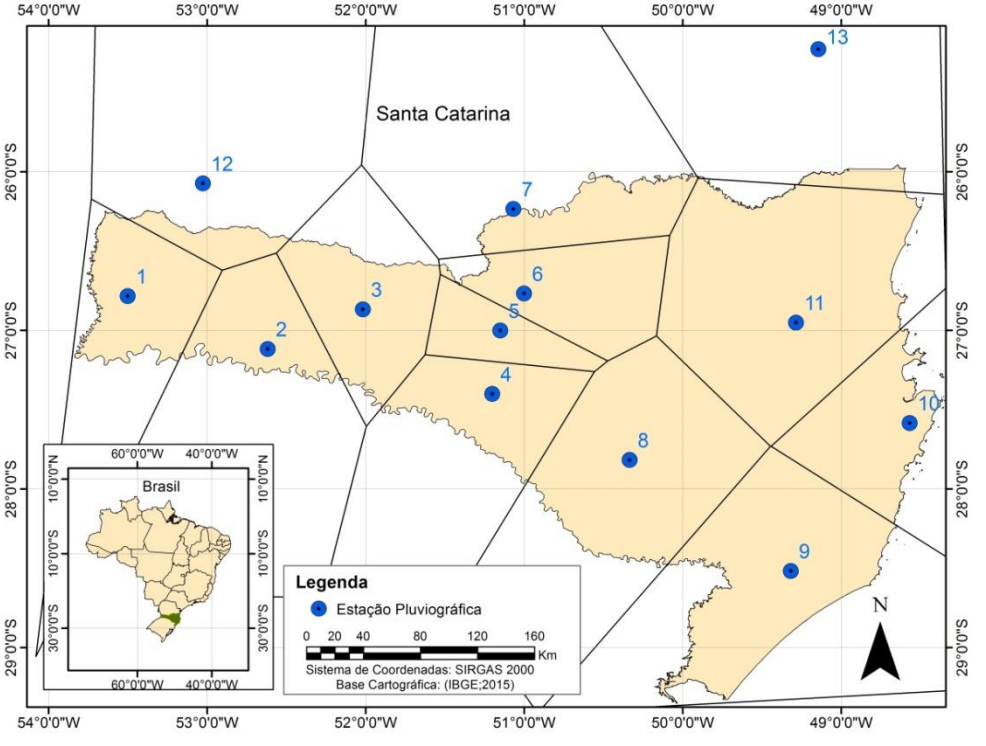

Figura 2 - Área de influência das estações pluviográficas.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Foram gerados os mapas de precipitação média anual e da erosividade média mensal e anual usando a interpolação pelo método da Krigagem ordinária utilizando o programa ArcGis 10.2.1. Este método é baseado em uma função contínua que explica o comportamento de uma variável nas distintas direções do espaço geográfico e permite associar a variabilidade da estimação com base na distância que existe entre um par de pontos pelo uso de um semi variograma. Oliveira et al. (2013), Mello (2013) e Trindade et al. (2016) mostraram que o método da Krigagem ordinária pode ser utilizado na interpolação dos dados de erosividade.

Para a classificação da erosividade anual foram adotadas as classes conforme Tabela 3, adaptada de Santos (2008).

Tabela 3 - Classes de erosividade da chuva média anual e mensal.

Classe de erosividade	EI30
	MJ mm ha^{-1} $h^{-1}$$ano^{-1}$
Muito baixa	R < 2.500
Baixa	2.500 < R < 5.000
Média	5.000 < R < 7.000
Alta	7.000 < R < 10.000
Muito alta	R > 10.000

Para avaliar a hipótese de distribuição diferenciada no território catarinense, as estações pluviométricas foram divididas em três grupos. O grupo denominado Oeste inclui as estações com longitude inferior a -52º, o grupo denominado Centro inclui as estações com longitude entre -52 e -50° e no grupo denominado Leste foram incluídas as estações com longitude maior que -50°.

Como a hipótese de normalidade dos dados de erosividade foi rejeitada pelo teste Kolmogorov-Smirnov e também a homogeneidade das variâncias foi rejeitada pelo teste de Levene, foi utilizado teste de Kruskal-Wallis para testar a hipótese de diferença entre os valores de erosividade de cada grupo e também entre os meses. O teste de Kruskal-Wallis é um teste não paramétrico utilizado para comparar três ou mais populações, aplicado de forma análogo ao teste F na Anova (Análise de variância), no entanto, não tem as restrições de normalidade e homocedasticidade da Anova. Em todos os testes estatísticos adotou-se o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual (Figura 3) no estado de Santa Catarina varia de 1.480 mm no Litoral Sul do estado, a 2.673 mm no Litoral Norte. Na região do Alto Vale do Itajaí e região do Planalto ocorrem valores de precipitação variando de 1.500 a 1.700 mm, e na região do Extremo Oeste os valores de precipitação média anual ultrapassam a 2.000 mm. Monteiro (2001) afirma que o Estado de Santa Catarina, apesar de possuir pouco distanciamento latitudinal, especialmente no Oeste, apresenta expressivas variações no seu clima. Essas variações são consequências dos diversos sistemas atmosféricos que atuam no estado, associadas às diferenças de altitude ente o planalto e regiões

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

circunvizinhas. Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas no estado são as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, as zonas de convergências do atlântico, a convecção tropical e a circulação marítima (MONTEIRO, 2001). Além desses sistemas o relevo também contribui para a distribuição diferenciada da precipitação no estado sendo observadas maiores precipitações em áreas próximas á encosta da Serra Geral quando comparadas a zona costeira. Segundo Grimm (2009), na costa leste da região Sul do Brasil, o efeito orográfico imposto pela Serra do Mar, próximo à encosta, ajuda a produzir a mais forte precipitação, sobretudo no verão em toda a região.

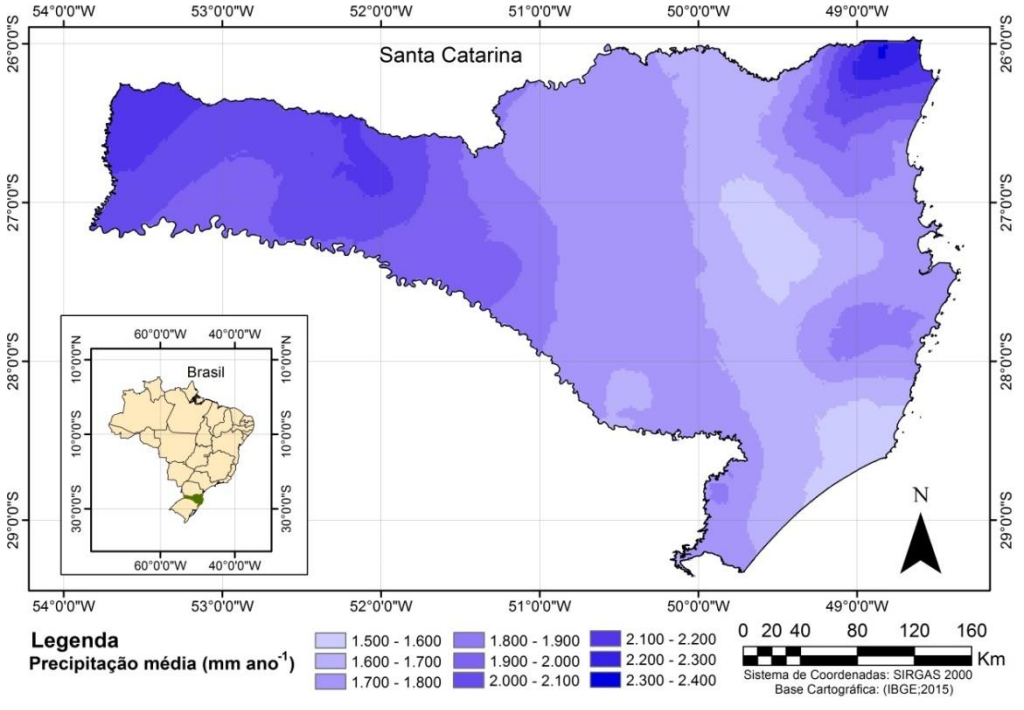

Figura 3 - Distribuição da precipitação média anual de Santa Catarina.

Verificam-se também diferenças na variação sazonal da precipitação no estado de Santa Catarina. No Nordeste de Santa Catarina predomina o regime de monções de verão, com o trimestre de dezembro a fevereiro ou de janeiro a março como o mais chuvoso. Teixeira e Satyamurty (2007) verificaram que a ocorrência de episódios de chuva intensa, na área costeira de Santa Catarina é verificada em meses de verão. Prudêncio et al. (1999) estudaram a distribuição da precipitação na Planície Costeira Catarinense e encontraram o verão como o período mais chuvoso, seguido da primavera. As médias são sempre mais elevadas no litoral norte, ficando em torno de 250 mm no verão, diminuindo no litoral sul, para aproximadamente 150 mm nesta época do ano. No Oeste do estado, a maior precipitação ocorre na primavera e especialmente no outono. Esse padrão da precipitação na região oeste é atribuído à atuação dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), que são mais comuns nos meses

de setembro e outubro, caracterizando-se como os mais chuvosos para essa região (MONTEIRO, 2001).

A erosividade média anual no estado de Santa Catarina (Figura 4) varia de 4.200 MJ mm ha-1 h-1 ano-1 no litoral sul, a 11.200 MJ mm ha-1 h-1 ano-1 no oeste. No mapa de Oliveira et al. (2012) a erosividade no estado de Santa Catarina está representado em duas faixas, variando de 6.000 a 10.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1. No mapa de Trindade et al. (2016) a erosividade no estado de Santa Catarina está representada em quatro faixas variando de 4.000 a 12.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1, com menores valores no litoral Sul e maiores no extremo oeste. Estes mapas, por serem em escala menor e também por utilizar menor número de equações de regressão, representam com menor detalhamento a variação espacial da erosividade no Estado de Santa Catarina. Estes resultados evidenciam a necessidade de estudos regionais com relações representativas da precipitação e da erosividade para obtenção do índice de erosividade.

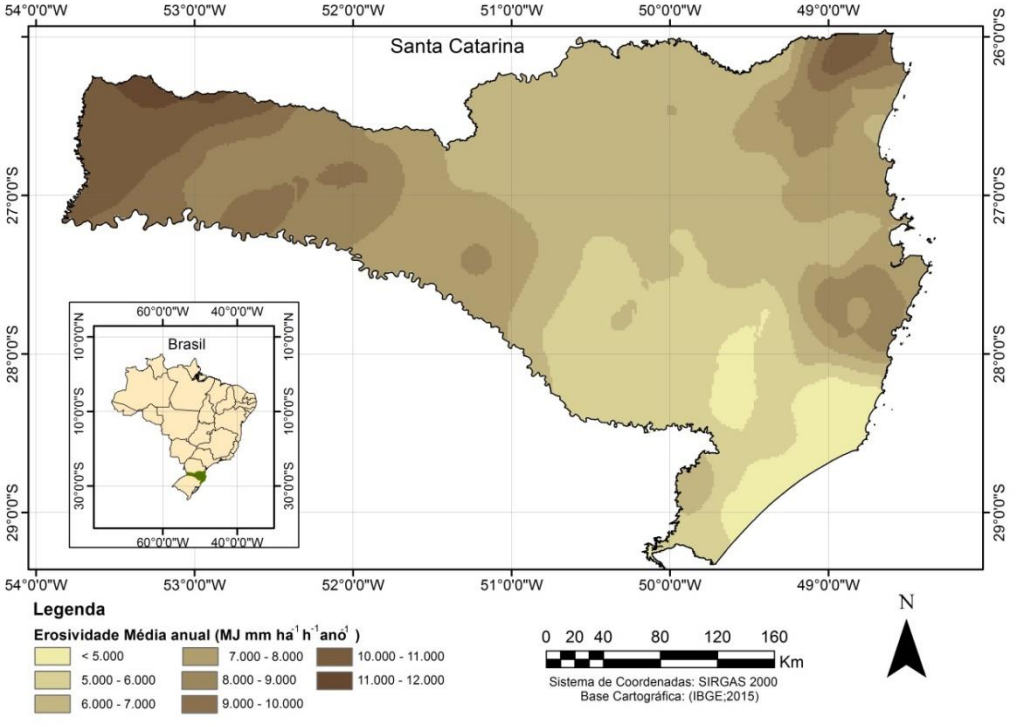

Figura 4 - Distribuição espacial da erosividade média anual (MJ mm ha-1 h-1ano-1) para o estado de Santa Catarina.

Na Tabela 4 constam os valores da área do estado nas diferentes faixas de erosividade, onde se constata que 5,9% da área do estado tem erosividade abaixo de 5.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1, que é classificada como baixa erosividade. Esta área está localizada na região do litoral sul do estado, onde predominam solos de relevo plano e de textura arenosa (DUFLOTH et al., 2005), que em geral apresentam menos problemas de erosão hídrica. Na classe de média erosividade encontram-se 51,5% da área do estado, sendo 18,4% com erosividade entre 5.000 e 6.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1 e 33,1% entre 6.000 e

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

7.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1. Essa área localiza-se principalmente na região do Planalto Serrano e Planalto Norte catarinense. A erosividade é alta em 35,5% do estado, ocorrendo principalmente no litoral norte e neste catarinense (Figura 4). A erosividade muito alta ocorre em 6,8% da área do estado, nas regiões do litoral norte, próximo ao município de Garuva, e extremo oeste (Figura 4). Nestas regiões ocorrem áreas com alta declividade, que por sua vez, aumentam os riscos de erosão.

Tabela 4 - Valores da área (%) do estado em diferentes classes de erosividade.

Faixa de erosividade (MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1})	Área do estado (%)	Classe de erosividade
< 5000	5,9	Baixa
5000 -6000	18,4	Média
6000 -7000	33,1	Média
7000 -8000	17,2	Alta
8000 -9000	13,0	Alta
9000 -10000	5,5	Alta
10000 -11000	6,1	Muito Alta
11000 -12000	0,7	Muito Alta

Nas Figuras 5 e 6 estão representados os valores de erosividade mensal no estado de Santa Catarina, permitindo verificar sua variação sazonal. Nos meses de verão, os maiores valores de erosividade ocorrem no litoral centro e litoral norte do estado. Nos meses de abril a junho, os maiores valores de erosividade ocorrem na região do extremo oeste do estado. Em julho e agosto, a erosividade apresenta menores valores e pequena variação no estado. Em outubro verifica-se a ocorrência de acentuada erosividade na região oeste do estado, que é devido principalmente a maior ocorrência de chuvas nessa região.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

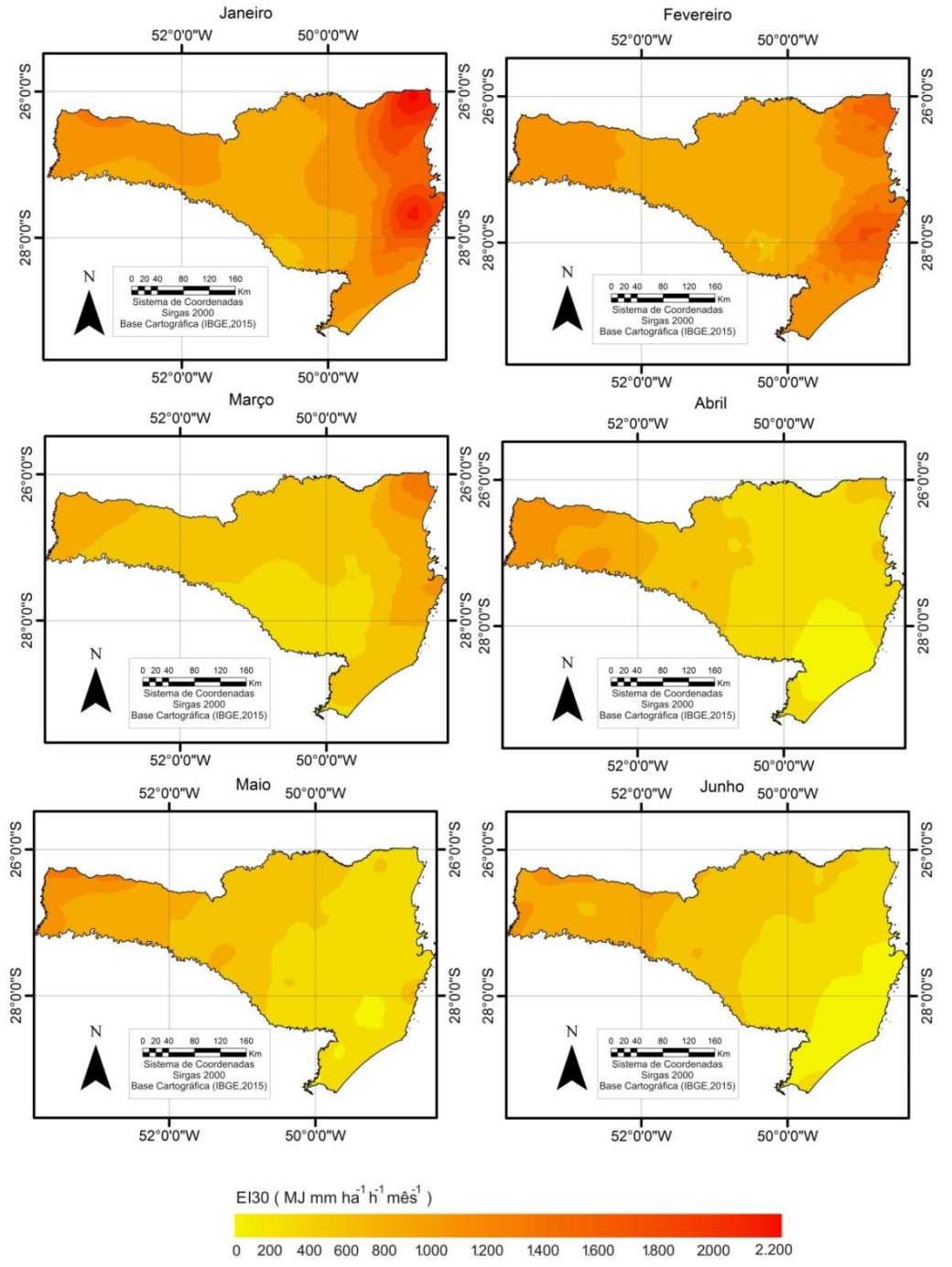

Figura 5 - Erosividade mensal (MJ mm ha^{-1} h^{-1}) do período de janeiro a junho, no estado de Santa Catarina.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

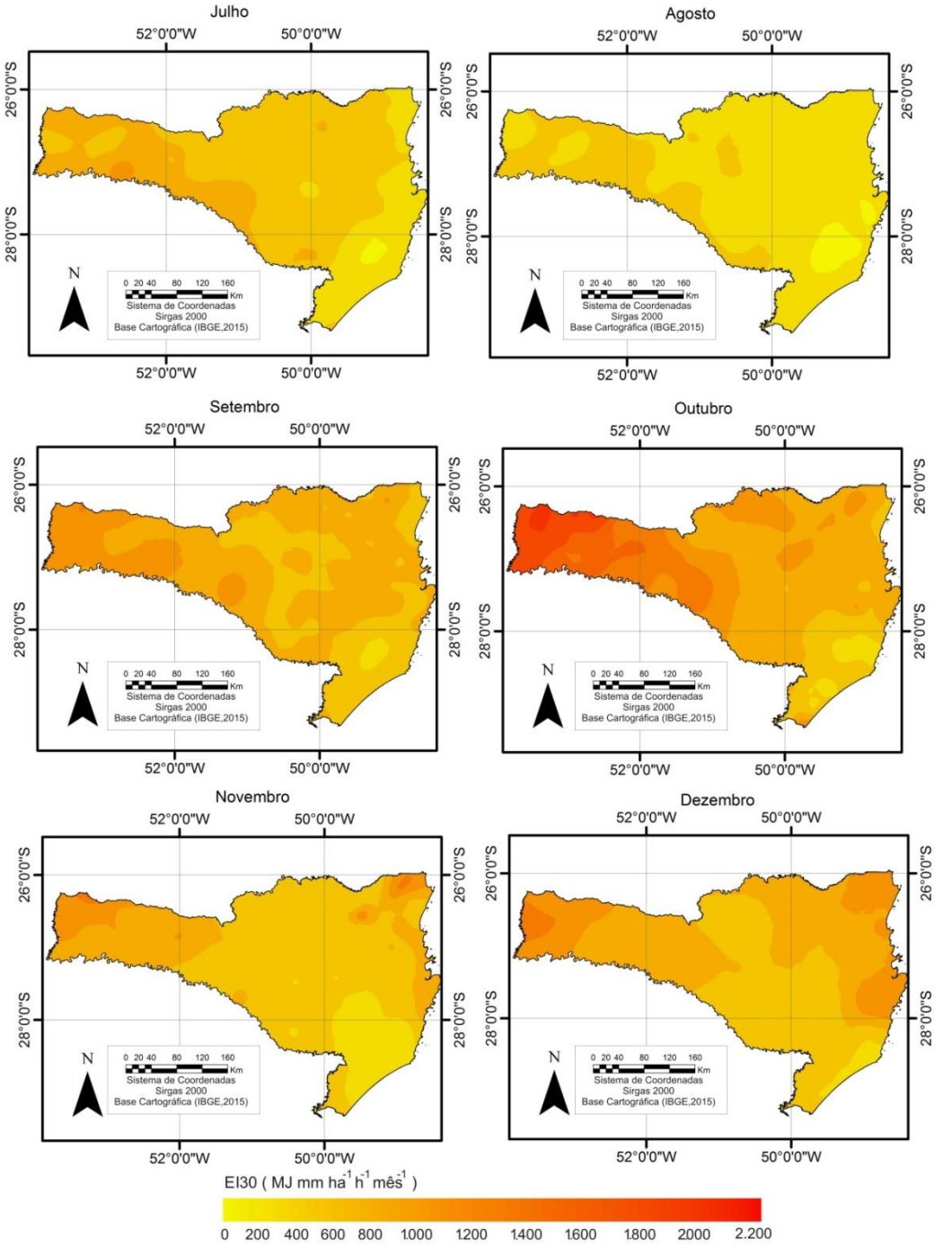

Figura 6 - Erosividade mensal (MJ mm ha^{-1} h^{-1}) do período de julho a dezembro, no estado de Santa Catarina.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Na Figura 7 estão representados os boxplot para a erosividade mensal das estações pluviométricas de Santa Catarina. Na faixa com longitude superior a -50°, denominada Leste, observa-se uma grande variação da erosividade decorrentes das diferenças observadas entre o litoral norte e o litoral sul. Também é possível observar que nas estações litorâneas a sazonalidade é mais acentuada, visto que ocorrem maiores valores (valores superiores a 1.800 MJ mm ha-1 h-1) nos meses de janeiro e fevereiro, enquanto que os menores valores ocorrem de abril a agosto. Na faixa do estado com longitude entre -52 e -50°, denominada Centro, a erosividade varia de 400 a 1000 MJ mm ha-1 h-1. Já na região com longitude inferior a -52° (Oeste), também ocorre menor variação sazonal quando comparada com o litoral, no entanto, apresentam valores de erosividade superior as demais regiões nos meses de outubro a dezembro.

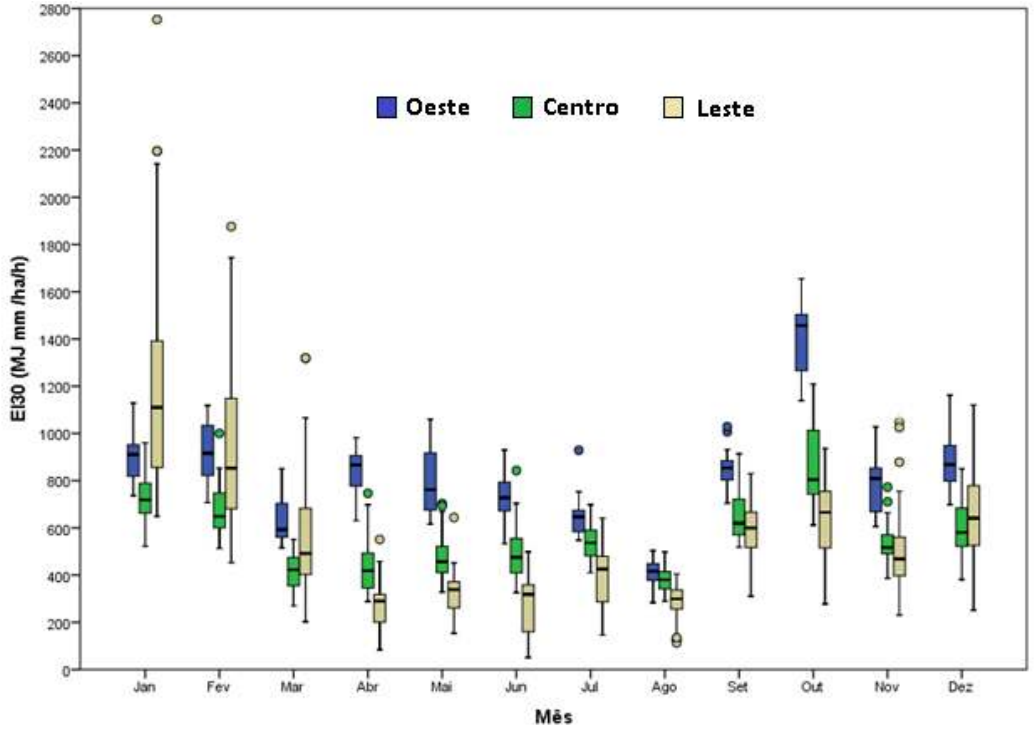

Figura 7 - Variação da erosividade (MJ mm ha^{-1} h^{-1}) nas estações pluviométricas localizadas no Leste (longitude > - 50°), Centro (longitude entre -50 e -52°) e Oeste (longitude <- 52°) do estado de Santa Catarina.

Na Tabela 5 constam os resultados do teste de Kruskal-Wallis e as comparações múltiplas. Os valores do ranking médio representa a posição média dos valores de erosividade ordenados, e assim quanto maior o ranking maiores são os valores de erosividade. Em janeiro a erosividade nas estações pluviométricas localizadas na região Leste (ranking 89,1) é significativamente superior a erosividade da região Oeste (ranking 62,6), que também é significativamente superior a região Centro (ranking 30,6). Nos meses de abril a

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

julho, e em setembro, as estações do litoral apesentam erosividade significativamente inferior às demais regiões. Nos meses de março a dezembro, a erosividade da região oeste do estado é significativamente superior ás demais regiões, com exceção dos meses de junho e agosto, quando não difere significativamente das estações localizadas na região central do estado. No mês de outubro verifica-se uma diferença mais acentuada, com maiores valores de erosividade nas estações do oeste. Waltrick et al. (2015) encontraram resultados semelhantes para o estado do Paraná, com maiores erosividade nas regiões sudoeste, oeste e litoral. Também observaram que os meses com maior erosividade são janeiro, principalmente no litoral, e maio e outubro, nas regiões oeste e sudoeste.

Tabela 5 - Ranking médio e comparações múltiplas pelo teste de Kruskal-Wallis para os valores de erosividade de Santa Catarina.

Mês	Região do estado de Santa Catarina											
	Oeste		Centro		Leste		Oeste		Centro		Leste	
Jan.	62,6	B	30,6	A	89,1	C	135,2	de	330,7	ef	1006,0	g
Fev.	90,8	B	37,8	A	81,2	B	141,8	de	296,4	ef	928,1	g
Mar.	108,1	C	46,6	A	74,7	B	50,1	abc	90,2	abc	616,4	def
Abr.	134,5	C	100,4	B	50,0	A	119,0	d	113,5	abcd	200,6	ab
Maio	134,2	C	101,8	B	49,5	A	102,2	bcd	138,2	abcd	282,2	abc
Jun.	132,7	B	104,5	B	48,8	A	77,4	cd	153,7	abcd	230,2	ab
Jul.	128,4	C	97,7	B	52,1	A	50,3	abcd	195,9	bcde	417,2	bcd
Ago.	117,4	B	104,9	B	51,5	A	9,0	abc	58,3	abc	222,0	ab
Set.	131,9	B	76,1	A	59,4	A	123,2	d	281,2	def	695,0	def
Out.	134,9	C	94,2	B	52,2	A	195,5	e	367,1	f	736,8	ef
Nov.	128,2	B	77,7	A	59,3	A	98,0	bcd	188,7	bcdef	550,8	cde
Dez.	119,5	B	55,4	A	69,4	A	127,8	d	240,1	cdef	744,9	ef

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem entre as regiões pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5%;

Valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem entre os meses pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5%;

Essas diferenças sazonais da erosividade estão relacionadas à atuação dos mecanismos responsáveis pela formação das chuvas. Teixeira e Satyamurty (2007) verificaram que a ocorrência de episódios de chuva intensa, na área costeira de Santa Catarina e Vale do Itajaí, é verificada em meses de verão, enquanto nas demais áreas do Estado, tais eventos podem ser esperados nas outras estações do ano. As áreas do leste do estado são fortemente influenciadas pelas chuvas orográficas. Eventos de precipitação orográfica relacionados com inundações, enchentes e deslizamentos de encosta no litoral das Regiões Sul e Sudeste do Brasil foram descritos por vários autores (BLANCO, 1999; HAAS, 2002; SELUCHI e CHOU, 2009; LIMA et al., 2009; SILVA DIAS, 2009; PISSI, 2010).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Quando ocorre a interação do efeito da orografia com ciclones ou chuvas frontais há a intensificação da precipitação e maiores riscos de inundação e deslizamentos. Segundo Grimm e Tedeschi (2009), na costa leste da região Sul do Brasil, o efeito orográfico imposto pela Serrado Mar, próximo à encosta, ajuda a produzir a mais forte precipitação de verão em toda a região. Esta afirmação explica os altos índices de precipitação e erosividade observados em janeiro na região do litoral norte de Santa Catarina.

A erosividade mais alta na região Oeste pode ser explicada pelos sistemas meteorológicos predominantes na formação das chuvas. Climanálise (1986) descreve os sistemas formadores de precipitação na região Sul do Brasil, em que na região oeste de Santa Catarina, assim como sudoeste do Paraná, Noroeste do Rio Grande do Sul, incluindo parte da Argentina e Paraguai, ocorrem os complexos convectivos de mesoescala. Estes sistemas são responsáveis pela formação de tempestades com elevada precipitação. Esses sistemas à medida que avançam para o litoral perdem a força dissipando-se em direção ao Planalto, o que explica a menor precipitação e erosividade na região central do estado de Santa Catarina.

Na região leste do estado a maior precipitação pode ser explicada pelo aquecimento diferenciado entre o oceano e o continente, gerando uma célula de circulação das massas de ar carregando a umidade do oceano para o continente. Essa umidade pode ser afetada por outros sistemas como as frentes frias e também devido ao efeito da orografia, e causar elevados índices de precipitação e erosividade (REBIOTA et al., 2010).

O litoral de Santa Catarina, com relevo acidentado e com encostas de alta declividade, associado a ocorrências de eventos extremos de precipitação aumentam os riscos de eventos de erosão e escorregamentos (HERRMANN et al., 2006). Vários autores descrevem a ocorrências de eventos extremos de precipitação nesta região (HAAS, 2002; LIMA et al., 2009; SILVA DIAS, 2009). Entre os mecanismos formadores da precipitação destacam-se o deslocamento das frentes frias e ciclones. Os sistemas ciclônicos entre médios e altos níveis também estão entre os principais sistemas atmosféricos que contribuem para a precipitação nos estados do Sul do Brasil. Prudêncio (2002) e Franco et al. (2006) descrevem a influência da brisa marítima e terrestre na circulação atmosférica na região do litoral norte e do litoral centro, principalmente nos meses de novembro a fevereiro. Em estudos realizados sobre a climatologia da precipitação em Santa Catarina, a estação de verão aparece como a mais chuvosa nas áreas litorâneas e do Vale do Itajaí (GRIMM et al., 1998).

CONCLUSÕES

A erosividade é classificada como baixa somente na área equivalente 5,9% da área do estado, onde a erosividade é inferior a 5.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1. Com erosividade média (5.000 a 7.000 MJ mm ha-1 h-1 ano-1) encontram-se 51,5% da área do estado. A erosividade de 7.000 a 10.000MJ mm ha-1 h-1 ano-1, classificada com alta ocorre em 35,5% do estado, e ainda 6,8% da área do estado tem erosividade muito alta, superior a 10.000MJ mm ha-1 h-1 ano-1.

A distribuição espacial da erosividade acompanha a variação da precipitação média, em que os maiores valores de erosividade ocorrem no litoral

norte e oeste do estado, em locais com relevo fortemente ondulado que aumentam os riscos de erosão. Na região planalto ou região central do estado os valores de erosividade classificam-se como médios, enquanto que os valores mais baixos ocorrem no litoral sul do estado.

As variações temporais e espaciais da erosividade são explicadas pela ação diferenciada dos mecanismos formadores de chuva no estado. Na faixa leste ocorrem erosividade mais acentuadas no litoral centro e norte do estado nos meses de verão, principalmente devidos às chuvas convectivas associadas às chuvas orográficas. Na região oeste ocorrem maiores erosividades no mês de outubro, devido aos sistemas conectivos de mesoescala.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. W.; CHAVES, I. B.; VASQUES FILHO. J. Características físicas da chuva correlacionadas com as perdas de solo num Regossolo eutrófico de Caruaru (PE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.18, p.279-283, 1994.

ALMEIDA, C. O. S. Erosividade das chuvas no Estado de Mato Grosso [dissertação]. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2009.

AMARAL, B. S. D; DANTAS, J. C.; SILVA, R. M; CARVALHO NETO, J. F. Variabilidade da erosividade das chuvas no estado da Paraíba. Revista Brasileira Geografia Física, v.7, p.691-701, 2014.

AMORIM, R. S. S; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. Avaliação do desempenho dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para diferentes condições edafoclimáticas do Brasil. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, p.1046-1049. 2010.

AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D; PRUSKI, F.F. Principais modelos para estimar as perdas de solo em áreas agrícolas. In: Pruski FF. (ed.), Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica, 2 ed., Cap. 4, Viçosa: Ed. Viçosa, 2009.

Agência Nacional de Águas (ANA). Inventário das estações pluviométricas. Agência Nacional de Águas. Brasília: SGH, 2009.

Back, Á. J.; Alberton, J. V.; Poleto, C. Erosivity Index and Characteristics of Erosive Rainfall from the Far Western Region of Santa Catarina, Brazil. Journal of Environmental Engineering, v. 144, 2018.

BACK, Á. J. Erosividade da chuva para a região do Planalto Serrano de Santa Catarina, Brasil. Revista Ciências Agrárias, Lisboa, v. 41, p.12-22, 2018.

BACK, Á. J. Fator erosividade e características das chuvas erosivas para a região do Planalto Norte de Santa Catarina. Revista Agropecuária Catarinense, Florianópolis, 2018.

BACK, À. J.; ALBERTON, J. V.; POLETO, C. Avaliação da erosividade das chuvas de Chapecó, Santa Catarina. In: Anais do III Simpósio Sobre Sistemas Sustentáveis, 2016, Porto Alegre, Porto Alegre, 2016.

BACK, Á. J.; POLA, A. C.; LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. Erosive rainfall in Rio do Peixe Valley in Santa Catarina, Brazil: Part I - Determination of the erosivity index. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.21, p.774-779, 2017.

BACK, Á. J.; POLETO, C. Avaliação temporal do potencial erosivo das chuvas de Florianópolis-SC. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v.21, p.264-283, 2017.

BACK, Á. J.; GONÇALVES, F. N. Avaliação da erosividade de chuvas para o Vale do Rio Itajaí, SC. Revista Tecnologia e Ambiente, Criciúma, v.23, p.29-42, 2017.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; VISENTIN, D.; COGO, N. P. Erosividade das chuvas e sua distribuição entre 1989 e1998 no município de Lages (SC). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.445-464, 2002.

BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, p.1453-1458, 1994.

BERTOL I. Índice de erosividade (EI30) para Lages (SC) – 1a aproximação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, p.515-21, 1993.

BESKOW, S.; MELLO, C. R.; NORTON, D. L.; CURI, N.;, VIOLA, M.R.; AVANZI, J. C. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed model. Catena, v.79, p.49-59, 2009.

BLANCO, C. M. R. Processos de intensificação orográfica da precipitação na Serra do Mar em São Paulo [Dissertação]. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo; 1999.

CANTALICE, J. R. B.; MARGOLIS, E. Características das chuvas e correlação de índices de erosividade com as perdas de solo do agreste de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.17, p.275-281, 1993.

CARVALHO, M. P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Erosividade da chuva de Mococa (SP) analisada pelo índice EI30. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.13, p.243-249, 1989.

CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; MARTINS, D.; LEMOS, A. M.; LIMA, V. D.; 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, Viçosa, v.32, p.1239-1251, 2008.

CHAVES, H. M. L. Incertezas na predição da erosão com a USLE: Impactos e mitigação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.34, p.2021-2029, 2010.

Climanálise: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. INPE/CPTEC. Número especial. CPTEC-INPE; 1986.

DUFLOTH, J. H.; CORTINA, N.; VEIGA, M.; MIOR, L. C. Estudos básicos regionais de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2005. CD-ROM.

FRANCO, A. C.; CZARNOBAI, A. F.; PRUDÊNCIO, R. S. Estudo do regime de ventos para Florianópolis/SC. In: Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Rondonópolis, Universidade Federal do Mato Grosso; 2006.

GALDINO, S. Distribuição espacial da erosividade da chuva no Estado de Goiás e no Distrito Federal. Campinas, Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015. 19p.

GONÇALVES, F. A. Erosividade das chuvas no Estado do Rio de Janeiro [dissertação]. Viçosa; Universidade Federal de Viçosa; 2002.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in 107 Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. Journal of Climate, v.11, p.2863-2880, 1998.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. ENSO and extreme rainfall events in South America. Journal of Climate, v.22, p.1589-1609, 2009.

GRIMM, A. M. Clima da região Sul do Brasil. In: Cavalcanti IFA. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo, Oficina Textos. 2009. p.259-275.

HAAS, R. Simulações da chuva orográfica associada a um ciclone extratropical no Litoral sul do Brasil [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2002.

HERRMANN, M. L. P. Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina. Florianópolis, SEA/DEGED-CopyLaser Gráfica Digital; 2007.

HUDSON, N. Soil Conservation. Cornell University Press, Ithaca; 1971.

KINNELL, P. I. A. Event soil loss, runoff and the universal soil loss equation family of models: a review. Journal of Hydrology, v.385, p.384–397, 2010.

LIMA, M.; RODRIGUES. M. L. G.; SACCO, F.; ARAÚJO, G.; ALVES, M. Análise da configuração atmosférica associada a eventos extremos de chuva no litoral do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. In: Anais do III Simpósio Internacional de Climatologia, Canela, RS, Sociedade Brasileira de Meteorologia. 2009.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, state of São Paulo, Brazil. Bragantia, Campinas, v.51, p.189–196, 1992.

LOMBARDI NETO, F.; SILVA, I. R.; CASTRO, O. M. Potencial de erosão das chuvas no Estado de São Paulo. In: Anais do III Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação do Solo. Recife. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 1981.

MAZURANA, J.; CASSOL, E. A.; SANTOS, L. C.; ELTZ, F. L. F.; BUENO, A. C. Erosividade, padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Santa Rosa (RS). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, p.975-983, 2009.

MELLO, C. R.; SÁ, M. A. C.; CURI, N.; MELLO, J. M.; VIOLA, M. R.; SILVA, A. M. Monthly and annual rainfall erosivity for Minas Gerais State. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, p.537–545, 2007.

MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; CURI, N.; SILVA, A. M. Distribuição espacial da precipitação e da erosividade da chuva mensal e anual no estado do Espirito Santo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.36, p.1878-1891, 2012.

MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; BESKOW, S.; NORTON, L.D. Multivariate models for anual rainfall erosivity in Brazil. Geoderma, v. 202-203, p. 88-102, 2013.

MONTEBELLER, C. A.; CEDDIA, M. B.; CARVALHO, D. F.; VIEIRA, S. R.; FRANCO, E. M. Spatial variability of the rainfall erosive potential in the State of Rio de Janeiro, Brazil. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, p.426–435, 2007.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Cataria: uma abordagem dos principais sistema atmosféricos que atuam durante o ano. Geosul, Florianópolis, v.16, p.69-78, 2001.

MORAIS, L. F. B.; MUTTI, L. S. M.; ELTZ, F. L. F. Índices de erosividade correlacionados com perdas de solo no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.12, p.281-284, 1988.

OLIVEIRA, P. T. S.; ALVES SOBRINHO, T.; RODRIGUES, D. B. B.; PANACHUK, E. Erosion risk mapping applied to environmental zoning. Water Resources Management, v.25, p.1021–1036, 2011.

OLIVEIRA, P. T. S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: A review. Catena, v.100, p.139-147, 2012.

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.; RYMSZEWICZ, A.; DUITRESCU, A.; BERGUERÍA, S.; ALEWELL, C. Rainfall Erosivity in Europe. Science of The Total Environment, v.511, p.801-814, 2015.

PISSI, E. Análise da precipitação intensa associada aos desastres naturais no Vale do Itajaí e no Litoral de Santa Catarina, no período de 1998 a 2009: circulação marítima [Monografia], FAED-Universidade Estadual de Santa Catarina. 2010.

PRUDÊNCIO, R. S.; GEREMIAS, R.; VEADO, R. W. A. Análise do ritmo pluviométrico do litoral catarinense. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Florianópolis, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia; 1999.

PRUDÊNCIO, R. S. Estudo do sistema de circulação de brisa no litoral centro-norte de Santa Catarina [dissertação]. Pelotas: Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas; 2002.

REBIOTA, M. S.; GAN, M. A, ROCHA, R. P.; AMBRIZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, p.185-204, 2010.

RUFINO, R. L.; BISCAIA, R. C. M.; MERTEN, G. H. Determinação do potencial erosivo da chuva no Estado do Paraná através de pluviometria: Terceira aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.30, p.439-444, 1993.

SANTOS, C. N. El Niño, La Niña e a erosividade das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul. Pelotas [tese]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2008.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; COGO, N. P.; GONZÁLEZ, A. P. Erosividade de chuvas em Lages, Santa Catarina. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.38, p.1890-1905, 2014.

SELUCHI, M. E.; CHOU, S. C. Synoptic patterns associated with landslide events in the Serra do Mar, Brazil. Theoretical and Applied Climatology, v.98, p.67-77, 2009.

SILVA, A. M. Rainfall erosivity map for Brazil. Catena, v.57, p.251–259, 2004.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEAUX, P.; CURI, N. Índices de erosividade das chuvas da região de Goiânia, GO. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, p.275-289, 1997.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.33, p.1811–1820, 2009.

SILVA DIAS, M. A. F. As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina: Um estudo de caso visando à melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos. Relatório Técnico INPE-16631-RPQ/255. 2009 .

TEIXEIRA, M.S.; SATYAMURTY, P. Episódios de chuvas intensas na região sul do Brasil. Parte I: Configuração sinópticas associadas. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia [CD-ROM]. Fortaleza. Sociedade Brasileira de Meteorologia; 2004.

TRINDADE, A. L. F.; OLIVEIRA, P. T. S.; ANACHE, J. A. A.; WENDLAND, E. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.5, p.1918-1928, 2016.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e aplicação. Porto Alegre, Editora UFRGS/ABRH; 2015..

VALVASSORI, M. L.; BACK, Á. J. Avaliação do potencial erosivo das chuvas em Urussanga, SC, no período de 1980 a 2012. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.38, p.1011-1019, 2014.

VIEIRA, S. R.; LOMBARDI NETO, F. Variabilidade espacial do potencial de erosão das chuvas do Estado de São Paulo. Bragantia, v.54, p.405-412,1995.

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. Agriculture Handbook, 537. USDA, Washington. 58 pp. 1978