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

ANÁLISE DOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E CARACTERÍSTICAS DAS CHUVAS EROSIVAS DE FLORIANÓPOLIS-SC

BACK, Álvaro José - ajb@unesc.net
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/EPAGRI

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

RESUMO: O conhecimento das características das chuvas erosivas é importante no estudo dos processos erosivos e também permite realizar estudos com simulações de chuvas mais parecidas com as reais. O índice EI_{30}, que é utilizado para caracterizar a erosividade das chuvas, representa os efeitos do impacto das gotas de chuva combinado com a capacidade de transporte do escoamento superficial. Além da erosividade, o padrão de distribuição temporal das chuvas pode influenciar nas perdas de solo por erosão. Este trabalho teve como objetivos analisar as características das chuvas erosivas e determinar o padrão de distribuição temporal das chuvas erosivas de Florianópolis. Foram utilizados os dados de chuva dos pluviogramas diários da Estação Meteorológica de Florianópolis do período de 1986 a 2012. As chuvas foram individualizadas e classificadas em chuvas erosivas ou não erosivas. Foram determinados os valores de energia cinética, intensidade máxima em trinta minutos e o valor de EI_{30}. As chuvas foram ainda classificadas de acordo com a distribuição temporal em chuvas do padrão avançado, intermediário e atrasado. As chuvas erosivas representam 20,7% do número total de chuvas no ano, mas constituem 80,2% do volume precipitado. Das 1181 chuvas erosivas respectivamente 50,3%, 33,9% e 15,8% foram dos padrões avançado, intermediário e atrasado. Existe variação sazonal das características das chuvas erosivas. As chuvas erosivas que ocorrem no verão apresentam valores médios superiores, menor duração, maior energia cinética e maior erosividade quando comparadas com as que ocorrem no inverno. As chuvas erosivas do padrão avançado tem em média altura pluviométrica de 26,1 mm, duração de 11,2 h, energia cinética de 5,4 MJ ha^{-1}, intensidade de 20,0 mm h^{-1} e erosividade de 160 MJ mm ha^{-1} h^{-1}. Do total de 1.181 chuvas erosivas, 55 tiveram duração inferior a 2 h. A maior concentração de chuvas foi observada no intervalo de duração de 6 a 12 h. Para duração inferior a 12 h ocorre maior frequência de chuvas do padrão avançado, e para durações acima de 12 h, predominam chuvas do padrão intermediário.

Palavras- chaves: precipitação; distribuição temporal; erosividade, energia cinética.

ANALYSIS OF TEMPORAL DISTRIBUTION PATTERNS AND CHARACTERISTICS OF EROSIVE RAINS IN FLORIANÓPOLIS-SC

ABSTRACT: Knowledge of erosive rainfall characteristics is important to study the erosive processes and allow the hydrological simulations with rain more similar to the real ones. The EI_{30} index, which is used to characterize the rainfall erosivity, represents the effects of the impact of rain drops combined with the transport capacity of surface runoff. In addition to erosivity, the pattern of temporal distribution of rainfall influences on soil erosion losses. This study aimed to analyze the characteristics of erosive rainfall and determine the pattern of temporal distribution of erosive rainfall from Florianópolis in the state Santa Catarina, Brazil. Rainfall data from daily pluviograms of Florianópolis Weather Station from 1986 to 2012 were used. The rains were individualized and classified as erosive or non-erosive rainfall. The kinetic energy values, maximum intensity in thirty minutes and the value of EI_{30} were determined. The rains were further classified according to the temporal distribution of rainfall advanced standard, intermediate and late. Erosive rainfall represent 20.7% of the total rainfall in the year, but constitute 80.2% of the precipitate volume. Of the 1181 erosive rainfall respectively 50.3%, 33.9% and 15.8% were of advanced, intermediate and delayed patterns. There is seasonal variation of erosive rainfall characteristics, and in the summer months are

recorded higher frequencies of erosive rainfall, erosive rainfall have higher average values, shorter duration, higher kinetic energy and higher erosivity compared with rains of the winter months. Erosive rainfall of advanced pattern has an average rainfall height of 26.1 mm, duration of 11.2 h, kinetic energy of 5.4 MJ ha^{-1}, intensity of 20.0 mm h^{-1} and erosivity 160 MJ mm h^{-1} h^{-1}. Of the total of 1,181 erosive rainfalls, 55 lasted less than 2 h. The highest concentration of rainfall was observed in the duration range from 6 to 12 h. The rainfalls lasting less than 12 hours occurs more often in the advanced standard rainfall, and the ones lasting over 12 h predominate rains intermediate pattern

Keywords: precipitation; temporal distribution, heavy rains; erosivity, kinetic energy.

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é considerada como um dos maiores problemas ambientais, responsável pela diminuição da produtividade dos solos, assoreamento de rios e reservatórios (LEE; LI, 2015; WANG et al., 2016; SADEGHI et al., 2017). A erosão hídrica é desencadeada pelo impacto da gota da chuva na superfície, que desprende as partículas de solo, que por sua vez são carregadas pelo escoamento superficial.

Os principais fatores que determinam perdas de solo por erosão são: a erosividade da chuva, a erodibilidade do solo, a topografia da superfície, o uso e manejo dos solos e as práticas de conservação do solo. A erosividade da chuva é influenciada pela forma e tamanho da gota de chuva (LAL, 1988). De acordo com Lima (2003), a chuva é um elemento climático que influencia na erosão hídrica do solo através de seu volume, intensidade e frequência. Considerando os efeitos da chuva sobre o solo, a característica de maior influência no fenômeno erosivo é a intensidade, seguida pela duração, que determinam o volume de chuva total. Pruski (2009) afirma que no processo de ocorrência de erosão hídrica, mais importante que os totais anuais precipitados, é a distribuição do tamanho, a velocidade e a energia cinética das gotas e a intensidade, duração e frequência das chuvas, sendo o conjunto destes fatores conhecido como erosividade da chuva. A erosividade expressa o potencial da água da chuva para desagregar o solo e transportá-lo por meio do escoamento superficial.

Vários índices foram desenvolvidos para determinar a erosividade da chuva, dentre os quais se destaca o índice EI_{30} de Wischmeier e Smith (1958). Esses autores pesquisaram várias características físicas da chuva com as perdas de solos observadas nos Estados Unidos buscando estabelecer um índice de erosividade que melhor estimasse a capacidade da chuva de provocar erosão superficial. Concluíram que o índice EI_{30}, determinado pelo produto da energia cinética total da chuva pela intensidade máxima da chuva em 30 minutos, foi capaz de explicar de 72 a 97% das perdas de solos causadas pela chuva. Segundo Wischmeier e Smith (1958), o EI_{30} representa os efeitos do impacto das gotas de chuva combinado com a capacidade de transporte do escoamento superficial.

Marques et al. (1997) estudando os índices de erosividade da chuva em dois tipos de solos encontrados no cerrado brasileiro, constataram que não houve diferença significativa entre as equações testadas para o cálculo da energia cinética e que o índice EI_{30} se mostrou um bom estimador da erosividade para a região estudada. Também Lombardi Neto (1977), Morais et al. (1988) e Albuquerque et al. (1998) concluíram que o índice de erosividade

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

EI_{30} é adequado para estimar o potencial erosivo das chuvas. Porém, Lal (1976) comenta que o EI_{30} subestima a energia cinética das chuvas nas regiões tropicais. Essa subestimativa deve-se a outros fatores relacionados com a energia cinética das chuvas, como a velocidade do vento, a distribuição de gotas de diferentes tamanhos e a altura da precipitação. Segundo Morgan (1986), nas regiões tropicais da África a melhor correlação das perdas de solo foi encontrada com o índice que representa a soma da energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25 mm h^{-1}, denominado KE>25 (Lal, 1988).

Wagner e Massambani (1988) estudando 533 amostras de distribuição de gotas de chuva de precipitações predominantemente convectivas da região de São Paulo concluíram que a equação para o cálculo da energia cinética não difere significativamente do índice EI_{30}. Carvalho et al. (1991), correlacionando 29 características da chuva com as perdas de solo em Mococa (SP), constataram que o KE>25 apresentou um coeficiente de correlação de 0,80 com essas perdas. Os autores constataram também não existir diferença estatística entre os coeficientes de correlação do EI_{30} e do KE>25. Morais et al. (1988) afirmam que para o Rio Grande do Sul o índice EI_{30} é considerado o mais adequado para estimar o potencial erosivo das chuvas baseado em estudo de correlações com perdas de solo por erosão. Bertol et al. (2002) avaliaram dados experimentais de perdas de solo de Lages (SC) e concluíram que o fator de erosividade recomendado para Lages, para predizer as perdas de solo, é o EI_{30}.

Além da erosividade, outra característica da chuva relacionada com o processo de erosão hídrica do solo é o padrão hidrológico, que conforme metodologia desenvolvida por Horner e Jens (1942), denomina-se avançado, intermediário e atrasado, caracterizados, respectivamente, quando a localização do pico de maior intensidade está no início (primeiro terço), meio (segundo terço) ou fim (terceiro terço) do período de duração da chuva. De acordo com esta metodologia, quando os volumes de chuva (ou alturas pluviométricas) intensidade do pico e duração são iguais, as chuvas de padrão hidrológico atrasado são, do ponto de vista da erosão do solo, mais danosas, pois o pico de intensidade ocorre no último terço do tempo de duração da chuva, quando o solo apresenta maior teor de umidade.

Mehl (2001) afirma que a possível variação nos períodos de retorno nos diferentes padrões de chuva podem sugerir mudanças no planejamento de obras de controle de erosão e de estruturas hidráulicas nas diferentes regiões do Brasil, ressaltando a importância da tipificação das chuvas naturais para posterior utilização em pesquisa de perdas de solo e água.

Agnese e Bargarello (1997) afirmam que a ocorrência dos picos de intensidade durante a chuva afeta a predição da infiltração de água no solo, sendo que as intensidades médias não representam a realidade dos eventos naturais de precipitação. Salomão (1999) afirma que para adotar medidas de controle preventivo e corretivo da erosão é imprescindível entender os processos da dinâmica de funcionamento hídrico sobre o solo.

De acordo com Bemfica et al. (2000), os modelos hidrológicos chuva-vazão têm como entrada dados de precipitação, e o conhecimento da distribuição temporal da intensidade da chuva durante as tormentas assume grande importância, pois condiciona o volume infiltrado e a forma do hidrograma de escoamento superficial direto. Diversas metodologias foram desenvolvidas para a obtenção da chuva de projeto, que na sua grande maioria

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

não visam a reprodução de eventos reais, mas sim situações com efeitos críticos de escoamento. Tais procedimentos são obtidos a partir da análise de dados observados de precipitação da região em estudo e podem ser aplicados em projetos dessa mesma região.

O estudo do padrão de distribuição temporal de chuvas é realizado com objetivo de caracterizar o padrão de chuva mais frequente. De acordo com Eltz et al. (2001), a maioria dos estudos com chuvas simuladas utiliza um único padrão de chuva, o padrão constante, o que não é coerente em regiões tropicais, onde as perdas de solo são mais correlacionadas às chuvas de alta intensidade e curta duração. Evangelista et al. (2005) ressaltam que o conhecimento das características físicas das chuvas com relação aos padrões de precipitação permite realizar com maior exatidão estudos com chuva simulada, por utilizar condições mais próximas às condições reais, ou seja, das chuvas naturais. A maioria dos trabalhos realizados sobre os padrões hidrológicos de chuvas erosivas se limitam a descrição do tipo mais frequente, sem analisar as demais características dessas chuvas.

No estado de Santa Catarina existem poucos trabalhos sobre chuvas erosivas, e na maioria dos trabalhos realizados foi dado ênfase a determinação do fator erosividade da chuva pelo índice EI_{30}, como verifica-se em Bertol (1993) para o município Lages, Bertol (1994) para o município de Caçador, Schick et al. (2014) para o município Lages, e Valvassori e Back (2014) para o município de Urussanga, sendo que a relação das características da chuva erosiva com os padrões hidrológicos somente foram analisados e descritos para Urussanga.

A estação meteorológica de Florianópolis é a única que contém dados pluviográficos da região do Litoral Centro e Litoral Norte de Santa Catarina, e dessa forma, as informações dessa estação podem ser consideradas como representativas para essa região. Este trabalho teve como objetivos analisar as características das chuvas erosivas e determinar o padrão de distribuição temporal das chuvas erosivas do município de Florianópolis, SC.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os pluviogramas diários do período de 1985 a 2012 da Estação Meteorológica de Florianópolis, pertencente o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na latitude 27°35’ S, longitude 48°34’W, altitude 2 m (Figura 1).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

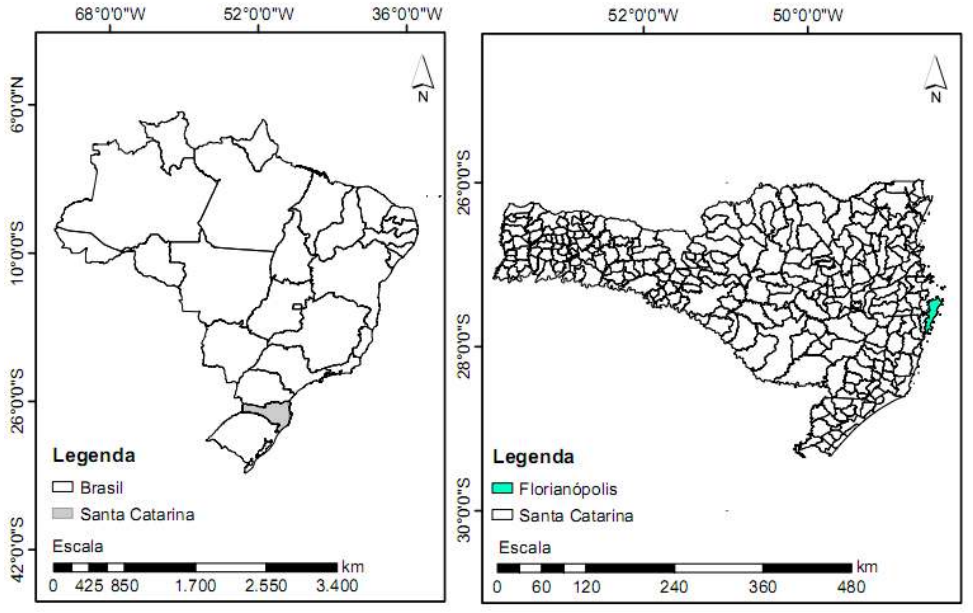

Figura 1 - Localização da área de estudo

O clima da região é classificado como subtropical constantemente úmido, sem estação seca e com verão quente (Cfa) (ALVARES et al., 2013). De acordo com Thomé et al. (1999), a região de Florianópolis está localizada na Zona Agroecológica 1B, em que a precipitação anual varia de 1270 a 1600 mm, com número de dias de chuva no ano variando de 148 a 158 dias. A evapotranspiração anual varia de 943,4 a 983,2 mm

Os pluviogramas foram digitalizados e com um programa de computador elaborado por Valvassori e Back (2014), foram realizados os cálculos para a classificação das chuvas e obtenção do índice de erosividade, de acordo com os seguintes procedimentos:

1) Identificação da chuva individual: adotando os critérios sugeridos por Wischmeier e Smith (1958), descritos em Cabeda (1976), em que foi considerada chuva individual aquela separada da anterior e da posterior por um período mínimo de 6 h sem chuva ou com menos de 1 mm;

2) Identificação da chuva erosiva: foram consideradas chuvas erosivas aquelas com quantidade igual ou superior a 10 mm, ou igual ou superior a 6 mm em um período máximo de 15 min;

3) Cálculo da energia cinética unitária: a energia cinética unitária de cada segmento uniforme de chuva foi obtida pela expressão proposta por Wischmeier e Smith (1978) em unidades do sistema internacional:

$$EC=0,119+0,0873\log (i) \quad (1)$$

Sendo: EC a energia cinética unitária (MJ ha^{-1} mm^{-1});

i é a intensidade da chuva dada em mm h^{-1} no segmento considerado;

De acordo com Foster et al. (1981), como o diâmetro das gotas de chuva não aumenta quando as intensidades são iguais ou superiores a 76 mm h^{-1}, a

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

energia cinética foi considerada igual a 0,283 MJ ha^{-1} mm^{-1} para intensidade superiores a 76 mm^{-1}.

4) Cálculo da energia cinética do segmento expressa em MJ ha^{-1}, multiplicando a EC pela quantidade de chuva no respectivo segmento uniforme, isto é:

$$Ecs=ECh \quad (2)$$

Em que: Ecs é a energia cinética do segmento (MJ ha^{-1});

h é a altura pluviométrica do segmento (mm);

5) Cálculo da energia cinética total da chuva, somando-se a energia cinética de cada segmento uniforme, isto é:

$$EC_t = \sum ECs \quad (3)$$

6) Cálculo da intensidade máxima da chuva em um período de 30 min (I_{30});

7) Determinação do índice EI_{30} que representa a erosividade de cada chuva individual e erosiva através da seguinte expressão, conforme Cassol et al. (2007):

$$EI_{30} = EC_t\ I_{30} \quad (4)$$

Em que: EI_{30} é o índice de erosividade da chuva erosiva individual (MJ mm ha^{-1} h^{-1});

ECt é a energia cinética total da chuva (MJ ha^{-1});

I_{30} é a intensidade máxima média de precipitação em 30 min (mm h^{-1});

8) Obtenção das somas mensais e anuais dos índices EI_{30} determinados para cada chuva individual e erosiva.

Classificação das chuvas em padrões avançado, intermediário e atrasado de acordo com Horner e Jens (1942), em que:

- Padrão avançado: quando a maior intensidade ocorre no terço inicial do tempo de duração total da chuva;

- Padrão intermediário: quando a maior intensidade é verificada no terço intermediário;

- Padrão atrasado: quando a maior intensidade ocorre no terço final do tempo total de duração da chuva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual registrada no pluviógrafo de Florianópolis durante o período de 1985 a 2012 foi de 1638,2 mm, dos quais 1314,2 mm (80,2%) foram de chuvas classificadas como erosivas e 324,0 mm (19,8%) de chuvas não erosivas (Figura 2). Valvassori e Back (2014) analisando dados de Urussanga, no sul do estado de Santa Catarina, obtiveram valores semelhantes, em as chuvas erosivas representavam 77,7% da chuva anual. Back et al. (2016) observaram que para Chapecó, no extremo oeste do estado de Santa Catarina, as chuvas erosivas representaram 87% da chuva total.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

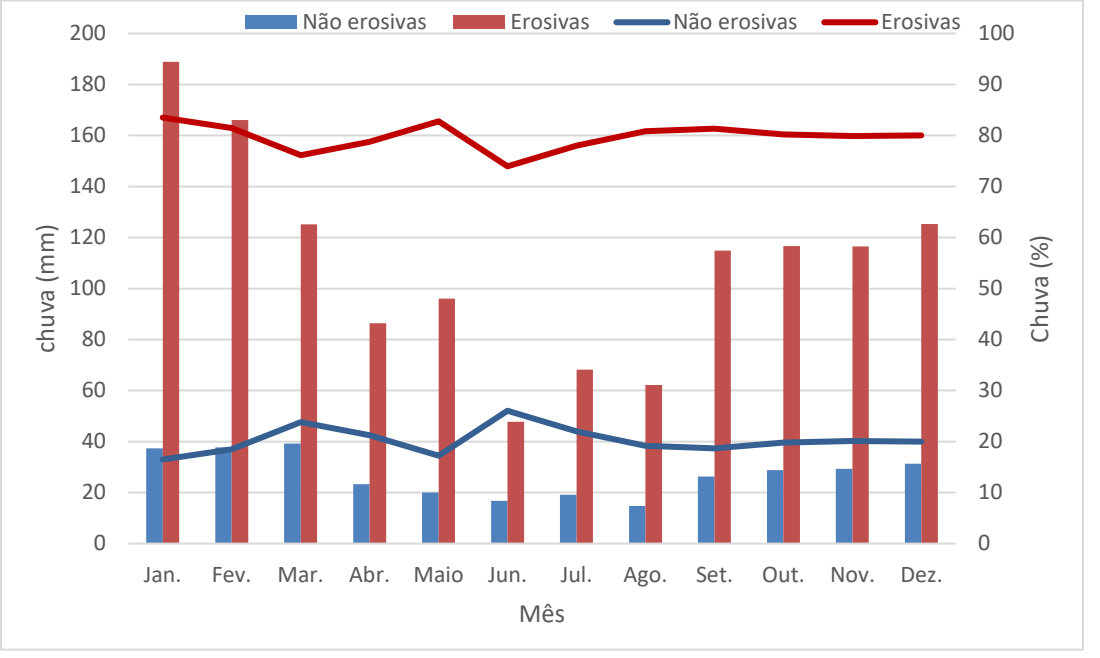

Figura 2 - Valores médios mensais de chuva erosiva e chuva não erosiva de Florianópolis, SC.

O número médio de chuvas erosivas (Figura 3) varia de 6,1 chuvas em janeiro a 2,1 em junho, com média anual de 43 chuvas erosivas. O número de chuvas não erosivas varia de 18,9 em janeiro a 11,3 em junho, com média de 164,9 chuvas não erosivas durante o ano. É importante ressaltar que de acordo com o critério de individualização das chuvas podem ocorre mais de uma chuva no mesmo dia, e dessa forma não cabe a comparação com os dados climáticos de dias de chuva. Com os dados das figuras 2 e 3 constata-se que as chuvas erosivas representam 20,7% do número total de chuvas no ano, mas constituem 80,2% do volume precipitado.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

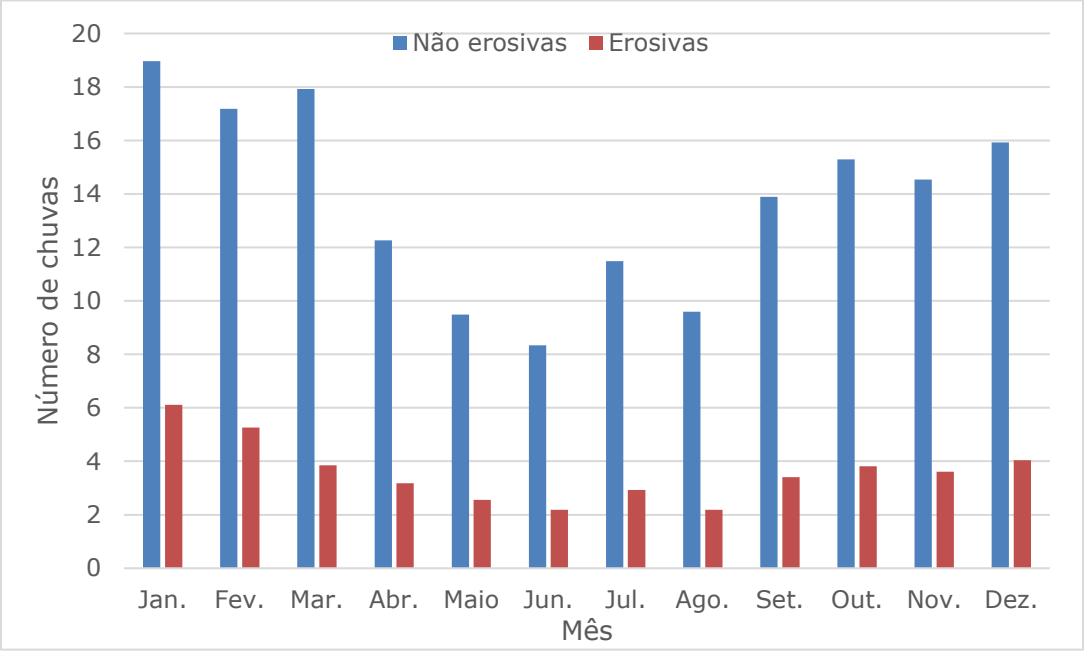

Figura 3 - Número de chuvas erosivas e chuvas não erosivas de Florianópolis.

Na tabela 1 constam as frequências absolutas e relativas dos números de chuvas erosivas classificadas nos três padrões. Durante o período analisado, pode-se verificar a ocorrência de 1.181 chuvas erosivas, das quais 594 (50,3%) com perfil avançado, 400 (33,9%) com perfil intermediário e 187 (15,8%) com perfil atrasado.

Tabela 1 - Frequência absoluta (N) e relativa (%) do número de chuvas erosivas de Florianópolis de acordo de distribuição temporal.

Período	Padrão de chuva						Total de chuvas erosivas	
	Avançado		Intermediário		Atrasado			
	N	%	N	%	N	%	N	%
Jan.	99	59,6	47	28,3	20	12,0	166	100,0
Fev.	92	62,6	34	23,1	21	14,3	147	100,0
Mar.	62	59,6	30	28,8	12	11,5	104	100,0
Abr.	44	51,2	26	30,2	16	18,6	86	100,0
Mai.	22	32,8	33	49,3	12	17,9	67	100,0
Jun.	32	52,5	19	31,1	10	16,4	61	100,0
Jul.	44	55,0	25	31,3	11	13,8	80	100,0
Ago.	26	41,3	26	41,3	11	17,5	63	100,0
Set.	37	41,1	35	38,9	18	20,0	90	100,0
Out.	40	39,2	48	47,1	14	13,7	102	100,0
Nov.	42	41,6	36	35,6	23	22,8	101	100,0
Dez.	54	47,4	41	36,0	19	16,7	114	100,0
Ano	594	50,3	400	33,9	187	15,8	1181	100,0

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Na maioria dos trabalhos relatando padrões de chuvas erosivas realizados no Brasil é constatada maior frequência de chuvas do padrão avançado, seguido pelo intermediário e atrasado, respectivamente. No Rio Grande do Sul, Mehl et al. (2001) analisando dados de 29 anos de Santa Maria encontrou as frequências de 46,2%, 24,7% e 29,1% das chuvas respectivamente nos padrões avançado, intermediário e atrasado. Eltz et al. (2013), analisando dados de 31 anos de São Gabriel citam os percentuais de 55%, 21% e 24% nos respectivos padrões. Peñalva-Bazzano et al. (2007) analisando dados de 38 anos de Quaraí, encontraram percentuais de 57%, 25% e 18%. No estado de Goiás Silva et al. (2013) analisando dados de Ceres encontraram as frequências de 49,9%, 32,2% e 17,2 %. Rezende et al. (2015) obtiveram valores semelhantes para Posse, onde as frequências foram de 48,1%, 36,8% e 15,1%. Já Oliveira et al. (2011) analisando dados de Dourados encontraram frequência de 70% para as chuvas do tipo avançado, 20% para intermediário e 10% para atrasado. No estado do Rio de Janeiro Carvalho et al. (2005) encontraram os padrões de 61%, 24% e 15% para Seropédia e 58%, 24% e 18% para Nova Friburgo. Também no Agreste pernambucano, Santos e Montenegro (2012) encontraram as frequências de 46,6%, 36,4% e 17,2% dos totais de chuvas erosivas analisadas nos respectivos padrões. Em Santa Catarina, Valvassori e Back (2014) analisando dados de Urussanga obtiveram as frequências de 53,3%, 34,1% e 12,6%.

Back et al. (2011) avaliando a distribuição temporal das chuvas de Florianópolis, usando os quartís de Huff (1967), selecionaram 269 chuvas intensas e constataram que 39,0% das chuvas eram do tipo I, 27,1% do tipo II, 22,3% do tipo III e somente 11,5% do tipo IV. Observa-se que, embora as metodologias sejam distintas, verifica-se o predomínio das chuvas com maior concentração no início da sua duração. Esse padrão de chuva causa menores perdas de solo por erosão, pois como já destacaram Mehl et al. (2001), com as chuvas do padrão avançado ocorrem menores perdas de solo devido ao fato de que no momento do pico da chuva o solo está menos úmido quando comparado com padrões mais atrasados, e dessa forma, ocorre menor desagregação, selamento e transporte de partículas de solo.

Nos meses de verão a frequência das chuvas no padrão avançado é próxima de 60% e de agosto a novembro essa frequência reduz para valores próximos a 40%, e não diferem significativamente das frequências no padrão Intermediário. Essa diferença sazonal pode ser explicada pelos mecanismos formadores da chuva, em que no verão predominam as chuvas convectivas, que tendem a ter maior concentração da precipitação no início, e assim caracterizam-se por chuvas do tipo avançado. Em todos os meses o padrão atrasado apresentou menor frequência.

Na Tabela 2 constam os valores da altura pluviométrica média das chuvas erosivas com os respectivos valores de erro padrão da estimativa, para os padrões avançado, intermediário e atrasado. Na média anual os valores de altura pluviométrica média das chuvas erosivas foram 26,1mm, 35,2 mm e 32,8 mm, respectivamente, para os padrões avançado, intermediário e atrasado. Se considerar os dados normalmente distribuídos, não há diferenças estatísticas significativas no intervalo de confiança de 95% para as médias. Destacam-se alguns valores mais altos de média e do erro padrão de estimativa como observados nos meses de dezembro no padrão intermediário e maio e novembro no padrão atrasado. Estes valores se devem a presença de valores

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

extremos observados, com chuvas acima de 200 mm e até valores de 424,4mm. Na média geral pode-se observar uma variação sazonal, com valores variando de 30 mm a 34 mm nos meses de setembro a março enquanto que nos meses de junho a agosto as médias variam de 21 mm a 23 mm.

Tabela 2 - Altura pluviométrica média (mm) e erro padrão de estimativa (Ep) das chuvas erosivas de Florianópolis.

Período	Padrão de chuva						Total de chuvas erosivas	
	Avançado		Intermediário		Atrasado			
	Média	Ep	Média	Ep	Média	Ep	Média	Ep
Jan.	28,2	2,31	37,6	4,53	27,3	4,45	30,7	1,98
Fev.	30,9	4,50	37,2	5,40	17,7	1,54	30,5	3,12
Mar.	27,5	3,23	42,3	5,75	33,8	7,23	32,5	2,73
Abr.	25,7	3,23	29,5	6,97	27,1	6,37	27,1	2,89
Mai.	27,1	3,74	43,1	6,94	47,9	19,92	38,7	5,08
Jun.	20,5	2,51	22,3	2,68	21,2	3,06	21,1	1,62
Jul.	20,5	2,07	26,9	4,11	24,0	4,15	23,0	1,81
Ago.	21,6	1,83	30,7	5,12	28,9	7,29	26,7	2,59
Set.	28,8	4,18	31,1	3,45	52,7	11,35	34,5	3,24
Out.	24,0	2,03	33,5	4,67	41,3	8,32	30,9	2,64
Nov.	23,3	1,83	38,2	6,24	39,4	17,77	32,3	4,67
Dez.	24,0	3,29	39,6	11,20	31,1	7,53	30,8	4,51
Ano	26,1	1,03	35,2	1,85	32,9	3,11	30,2	0,96

Na tabela 3 constam os valores de duração média das chuvas erosivas. A média geral da duração das chuvas erosivas é de 13,5 h, sendo que a média anual é de 11,2 h para as chuvas de padrão avançado, 16,2 h para o padrão intermediário e 15,3 h para o padrão atrasado. Valvassori e Back (2014) encontraram para Urussanga valor ligeiramente superior (13,0 h), no entanto nos padrões intermediário e atrasado obtiveram valores muito semelhantes (16,3h e 15,2h, respectivamente). No padrão avançado observa-se acentuada variação sazonal, com durações menores que 10 horas nos meses de dezembro a março, e durações entre 13 e 15 horas nos meses de maio a setembro. No padrão intermediário as maiores durações médias foram observadas entre maio e novembro, com valores acima de 17,5 h. No padrão atrasado os menores valores também foram observados entre dezembro e março, com médias inferiores a 12h, e o maior valor médio de duração foi registrado em setembro, com 18,9h de duração.

Essas diferenças sazonais devem-se a atuação dos mecanismos formadores da precipitação em Santa Catarina. De acordo cm Vianello e Alves (2002), a dinâmica da atmosfera e os fatores geográficos determinam as características climáticas na região sul do Brasil. No leste de Santa Catarina os eventos chuvosos estão associados à passagem dos sistemas frontais que atuam durante o ano todo. As chuvas frontais são caracterizadas pela longa

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

duração e média intensidade. No verão predominam as chuvas convectivas, caracterizadas pela curta duração e alta intensidade.

O Índice de Erosividade da chuva é o produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de 30 min consecutivos. Nas tabelas 4 e 5 constam as médias mensais e anuais da energia cinética (EC) e da intensidade (I) das chuvas erosivas de Florianópolis classificados em padrões de distribuição temporal. . No mês de maio foi registrado o maior valor de média de enérgica cinética (7,5 MJ ha^{-1}), sendo de 9,9 MJ ha^{-1} para o padrão atrasado. Este valor deve-se a presença de evento extremo de chuva de 257,0 mm. Nos meses de novembro a março a energia cinética média varia entre 6,0 e 7,0 MJ ha^{-1} enquanto que nos meses de junho e julho a média da energia cinética das chuvas erosivas é inferior a 4,0 MJ ha^{-1}.

Tabela 3 - Duração média (h) das chuvas erosivas de Florianópolis, SC.

Período	Padrão de chuva			Total de chuvas erosivas
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
Jan.	9,8	15,5	11,6	11,6
Fev.	9,0	11,6	10,1	9,8
Mar.	9,1	14,6	13,6	11,2
Abr.	12,1	12,1	11,6	12,0
Mai.	13,3	18,4	19,6	16,9
Jun.	13,4	12,6	14,0	13,2
Jul.	15,0	15,6	15,8	15,3
Ago.	13,8	19,0	18,0	16,7
Set.	15,0	19,9	24,9	18,9
Out.	12,4	17,6	23,2	16,3
Nov.	12,3	21,4	14,7	16,1
Dez.	8,1	13,9	11,4	10,7
Ano	11,2	16,2	15,3	13,5

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 4 - Energia cinética média (MJ ha^{-1}) das chuvas erosivas de Florianópolis, SC.

Período	Padrão de chuva			Total de chuvas erosivas
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
Jan.	6,1	7,7	5,7	6,5
Fev.	7,0	8,0	3,4	6,7
Mar.	6,2	8,9	6,8	7,0
Abr.	5,2	5,8	5,4	5,4
Mai.	5,0	8,4	9,9	7,5
Jun.	3,6	3,9	3,8	3,8
Jul.	3,4	4,7	4,2	3,9
Ago.	3,7	5,2	5,0	4,6
Set.	5,3	5,4	9,7	6,2
Out.	4,5	6,1	7,4	5,7
Nov.	4,7	7,0	8,0	6,3
Dez.	5,2	8,3	6,4	6,5
Ano	5,4	6,8	6,4	6,0

As chuvas de padrão avançado têm energia cinética média de 5,4 MJ ha^{-1}, e para o padrão intermediário e atrasado o valor médio é respectivamente de 6,8 MJ ha^{-1} e 6,4 MJ ha^{-1}. A média total anual de energia cinética é de 6,0 MJ ha^{-1}. Valvassori e Back (2014) observaram que nos dados de Urussanga a energia cinética média das chuvas foi de 5,5 MJ ha^{-1}.

Tabela 5 - Intensidade máxima em 30 min (I_{30}) média (mm h^{-1}) da chuva erosiva.

Período	Padrão de chuva			Total de chuvas erosivas
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
Jan.	25,3	22,8	22,1	24,2
Fev.	26,6	27,7	15,7	25,3
Mar.	26,4	24,1	20,6	25,1
Abr.	20,2	18,6	19,2	19,5
Mai.	12,2	15,5	18,9	15,0
Jun.	10,7	10,1	12,4	10,8
Jul.	8,5	9,4	10,8	9,1
Ago.	10,3	9,1	12,7	10,2
Set.	13,9	11,9	15,1	13,4
Out.	14,4	12,7	13,3	13,4
Nov.	19,9	14,9	15,8	17,2
Dez.	22,3	19,8	20,9	21,2
Ano	20,0	16,9	16,9	18,5

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

As maiores intensidades médias mensais foram observadas em fevereiro, para as chuvas de padrão avançado (26,6 mm h^{-1}) e intermediário (27,7 mm h^{-1}), e em janeiro para o padrão atrasado (22,1 mm h^{-1}). Também existe marcante variação sazonal no valor médio da intensidade máxima da chuva em 30 minutos. No padrão avançado os valores médios de I_{30} nos meses de janeiro a março são superiores de 25 mm h^{-1}, enquanto que nos meses de maio a agosto as médias são inferiores a 13 mm h^{-1}. Nos padrões intermediário e atrasado também se constata essa variação sazonal, com maiores valores nos meses de verão e menores no inverno. No padrão avançado a média dos valores de I_{30} é de 20,0 mm h^{-1}, e para o padrão intermediário e atrasado o valor médio é de 16,9 mm h^{-1}.

No mês de fevereiro ocorreu a maior média de erosividade de chuvas nos padrões avançado e intermediário, com valores de EI_{30} superiores a 300 MJ mm ha^{-1} h^{-1} (Tabela 6). No padrão atrasado o maior valor foi observado no mês de maio, com 468,3 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, sendo este valor devido a evento extremo como já discutido anteriormente. É importante realçar que esses eventos extremos são os mais determinantes para a erosão hídrica. Trabalhos realizados por Edwards e Owens (1991), com dados de 28 anos de observação, com mais de 4000 eventos de chuva, constataram que apenas cinco grandes eventos de chuva foram responsáveis por 66% das perdas de solos ocorridas e que o período de retorno para estas chuvas foi superior a 100 anos. No padrão avançado a erosividade média é superior a 200 MJ mm ha^{-1} h^{-1} nos meses de janeiro a março diminuindo para valores abaixo de 50 MJ mm ha^{-1} h^{-1} nos meses de junho a agosto. Para os padrões intermediário e atrasado a variação sazonal também é verificada.

Com relação aos padrões de chuva, observa-se que a chuva do padrão avançado tem média anual de 160,3 MJ mm ha^{-1} h^{-1} enquanto que as chuvas do padrão intermediário tem média de 187,8 MJ mm ha^{-1} h^{-1} e do padrão atrasado com média de 180,4 MJ mm ha^{-1} h^{-1}. Em Urussanga, no sul do estado foi observado que as chuvas do padrão avançado tem erosividade média superior as do padrão intermediário e atrasado, respectivamente 159,1 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, 107,3 MJ mm ha^{-1} h^{-1} e 85,8 MJ mm ha^{-1} h^{-1} (VALVASSORI e BACK, 2014).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 6 - Erosividade (EI_{30}) média das chuvas (MJ mm ha^{-1} h^{-1}).

Período	Padrão de chuva			Total de chuvas erosivas
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
Jan.	208,4	233,0	171,8	210,9
Fev.	300,4	334,7	57,0	273,5
Mar.	238,5	288,3	156,4	243,4
Abr.	141,1	138,1	153,0	142,4
Mai.	73,4	230,7	468,3	221,6
Jun.	48,7	46,3	61,4	50,0
Jul.	31,2	67,6	56,4	46,0
Ago.	40,2	59,5	66,1	52,7
Set.	104,0	84,7	179,5	111,6
Out.	78,8	107,2	141,6	100,8
Nov.	110,3	142,1	363,9	179,4
Dez.	162,1	380,2	190,5	245,3
Ano	160,3	187,8	180,4	172,8

Na figura 4 estão representadas as frequências de ocorrências das intensidades máximas em 30 min das chuvas erosivas segundo o padrão de distribuição. Observa-se que as chuvas do padrão avançado apresentam maior frequência que as do padrão intermediário e atrasado, principalmente nas chuvas com frequência entre 10 e 80%. Desta forma, a chuva com 20% de frequência, ou probabilidade de ser superada em 20% dos casos (P[X>x] = 0,20), apresenta valor de I_{30} de 30,4 mm h^{-1}, e para o padrão intermediário, e 24,8 mm h^{-1} e 25,5 mm h^{-1} para os padrões intermediário e avançado, respectivamente (Tabela 7). Mehl et al. (2001) ressaltam que as possíveis variações nas frequências dos diferentes padrões de chuva podem sugerir mudanças no planejamento de obras de controle de erosão e de estruturas hidráulicas nas diferentes regiões climáticas do Brasil.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

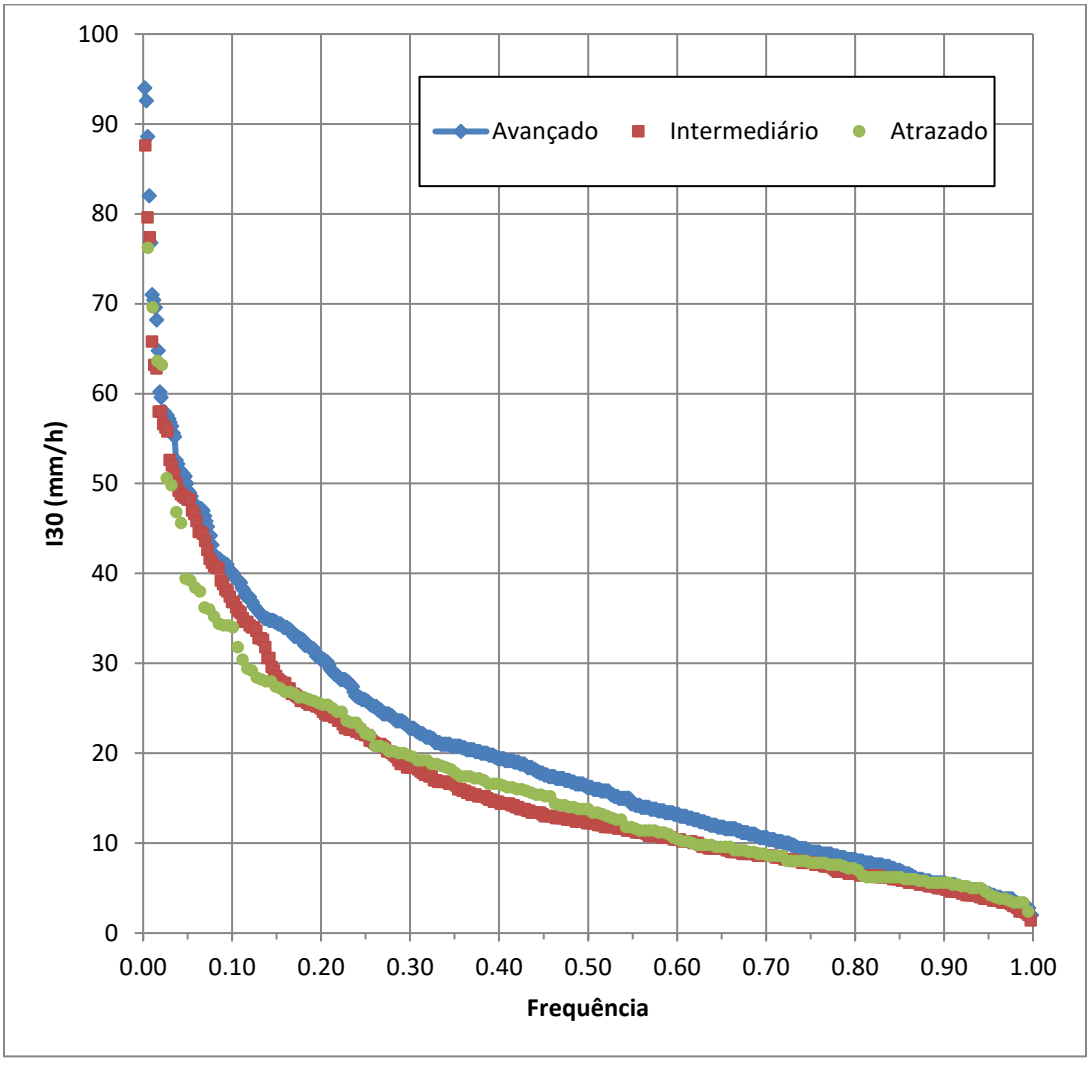

Figura 4 - Frequência das intensidades máximas em 30 min (I_{30}) (mm h^{-1}) das chuvas erosivas de Florianópolis-SC, segundo padrão de distribuição temporal.

Tabela 7 - Intensidade da chuva de acordo com o padrão de distribuição temporal.

Probabilidade		Padrão de distribuição temporal		
P [X≤x]	P [X>x]	Avançado	Intermediário	Atrasado
0,50	0,50	16,2	12,2	13,8
0,80	0,20	30,4	24,8	25,5
0,90	0,10	40,2	36,8	34,1
0,95	0,05	49,2	48,2	39,3
0,96	0,04	51,5	49,1	46,0
0,98	0,02	59,5	57,5	63,4

A tabela 8 apresenta os resultados da frequência de chuvas erosivas conforme a duração e o padrão de distribuição temporal. Do total de 1.181

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

chuvas erosivas, 55 (4,6%) tiveram duração inferior a 2 h, 210 (17,8%) chuvas tiveram duração entre 2 e 6 horas, 390 (30,0%) chuvas tiveram duração ente 6 e 12 horas. Para as durações inferiores a 12 horas predominam as chuvas do padrão avançado, enquanto que chuvas com duração superior a 12 horas predominam chuvas do padrão intermediário.

Tabela 8 - Frequência de chuvas erosivas de Florianópolis de acordo com a duração e o padrão de distribuição temporal.

Duração (h)	Padrão de chuvas erosivas			Total
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
< 2	42	7	6	55
2 a 6	138	42	30	210
6 a 12	221	111	58	390
12 a 18	89	110	35	234
18 a 24	51	58	25	134
24 a 48	51	64	29	144
> 48	2	8	4	14

A tabela 9 contém os valores médios do índice I_{30} para as chuvas com diferentes durações. Observa-se que as maiores intensidades foram registradas para as chuvas com duração de até 6 horas, que pode ser explicado pela presença das chuvas convectivas nesta faixa de duração. Não foram observadas diferenças significativas entre os padrões de distribuição temporal.

Tabela 9 - Intensidade da chuva de 30 minutos média (mm h^{-1}) de chuvas erosivas de acordo com a duração e o padrão de chuvas.

Duração (h)	Padrão de chuvas erosivas			Total
	Avançado	Intermediário	Atrasado	
< 2	28,1	34,0	30,2	29,1
2 a 6	25,4	22,9	20,4	24,2
6 a 12	19,0	19,2	14,5	18,4
12 a 18	15,5	12,5	11,1	13,4
18 a 24	15,4	12,6	19,3	14,9
24 a 48	15,4	18,0	21,0	17,7
> 48	9,5	23,3	11,0	17,8

A erosividade média das chuvas segundo a duração e o padrão estão indicadas na tabela 10. Para chuvas com duração menor do que seis horas, a erosividade média da chuva é da ordem de 146 MJ mm ha^{-1} h^{-1}. Para a duração de 12 a 18 horas o valor médio é 88,7 MJ mm ha^{-1} h^{-1}. Para as durações de 24 e 48 horas os valores médios obtidos foram elevados, respectivamente 390,7 e 975,5 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, sendo que no padrão intermediário com duração acima

de 48 horas obteve-se a erosividade média de 1551,6 MJ mm ha^{-1} h^{-1}. Esses valores mais altos devem-se a presença de alguns eventos extremos de chuvas erosivas, que elevam a média, ainda mais que o número de chuvas foi pequeno.

Tabela 10 - Erosividade média (MJ mm ha^{-1} h^{-1}) de chuvas erosivas de acordo com a duração e o padrão de chuvas.

Duração (h)	Padrão de chuvas erosivas			
	Avançado	Intermediário	Atrasado	Total
< 2	134,0	230,1	139,0	146,7
2 a 6	156,5	155,8	84,4	146,1
6 a 12	120,0	176,6	75,0	129,4
12 a 18	120,1	75,2	51,5	88,7
18 a 24	232,6	121,2	212,3	180,6
24 a 48	366,4	307,0	618,0	390,7
> 48	124,2	1551,6	249,0	975,5

CONCLUSÕES

1) As chuvas erosivas representam 20,7% do número de chuvas registradas e correspondem ao 80,2% do volume das chuvas

2) No período analisado foi computada a ocorrências de 1.181 chuvas erosivas, das quais 594 (50,3%) com perfil avançado, 400 (33,9%) com perfil intermediário e 187 (15,8%) com perfil atrasado;

3) Existe variação sazonal das características das chuvas erosivas, em que nos meses de verão são registrados maiores frequências de chuvas erosivas, as chuvas erosivas apresentam valores médios superiores, menor duração, maior energia cinética e maior erosividade quando comparado com os meses de inverno;

4) As chuvas erosivas do padrão avançado tem em média altura pluviométrica de 26,1 mm, duração de 11,2 h, energia cinética de 5,4 MJ ha^{-1}, intensidade de 20,0 mm h^{-1} e erosividade de 160 MJ mm ha^{-1} h^{-1}.

5) As chuvas erosivas do padrão intermediário tem em média altura pluviométrica de 32,9 mm, duração de 16,2 h, energia cinética de 6,8 MJ ha^{-1}, intensidade de 16,9 mm h^{-1} e erosividade de 187,8 MJ mm ha^{-1} h^{-1}.

6) As chuvas erosivas do padrão atrasado tem em média altura pluviométrica de 30,9 mm, duração de 15,3 h, energia cinética de 6,4 MJ ha^{-1}, intensidade de 16,9 mm h^{-1} e erosividade de 180,4 MJ mm ha^{-1} h^{-1}.

7) Do total de 1.181 chuvas erosivas, 55 tiveram duração inferior a 2 h. A maior concentração de chuvas foi observada no intervalo de duração de 6 a 12 h.

8) Para duração inferior a 12 h ocorre maior frequência de chuvas do padrão avançado, e para durações acima de 12 h, predominam chuvas do padrão intermediário.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

AGRADECIMENTOS

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

LITERATURA CITADA

AGNESE, C.; BAGARELLO, V. Describing rate variability of storm events for infiltration prediction. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v. 40, p. 61-70, 1997.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; CATANEO, A. Parâmetros Erosividade da Chuva e da Enxurrada Correlacionados com as Perdas de Solo de um Solo Bruno Não Cálcico de Sumé(PB). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 743-749, 1998.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

BACK, A. J.; ALBERTON, J. V.; POLETO, C. Avaliação da erosividade das chuvas de Chapecó, Santa Catarina. In: Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, 3. Porto Alegre, 2016. p.1-6.

BACK, Á. J., OLIVEIRA, J. L. R., HENN, A. Time distribution of heavy rainfalls in Florianopolis-SC, Brazil In: 12th International Conference on Urban Drainage, 2011, Porto Alegre. 12 th International Conference on Urban Drainage Proceedings. Porto Alegre: ABRH, 2011. p.1 – 8.

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, n. 9, p. 1453-8, 1994.

BERTOL, I. Índice de erosividade (EI30) para Lages (SC) – 1a aproximação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n.4, p.515-21, abr. 1993.

BEMFICA, D. C.; GOLDENFUM, J. A.; SILVEIRA, A. L. L. Análise da aplicabilidade de padrões de chuva de projeto a Porto Alegre. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.5, p.5-16, 2000.

CABEDA, M. S. V. Computation of storm EI values. West Lafayette, Purdue University, 1976. 6p.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, p. 7-14, 2005.

CARVALHO, M. P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATÂNEO, A. Correlação entre o índice de erosividade EI30 médio mensal e o coeficiente de chuva do município de Mococa-SP. Científica, São Paulo, v. 19, p. 1-7, 1991.

CASSOL, E. A.; MARTINS, D.; ELTZ, F. L. F.; LIMA, V. S. ; BUENO, A. C. Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 15, p. 220-231, 2007.

EDWARDS, W. M.; OWENS, L. B. Large storm effects on total soil erosion. Journal of Soil and Water Conservation, v. 46, p. 75-78, 1991.

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A.; PASCOTINI, P. B. AMORIM, R. S. S. Potencial erosivo e características das chuvas de São Gabriel, RS, de 1963 a 1993. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 647-654, 2013.

ELTZ, F. L. F.; MEHL, H. U.; REICHERT, J.M. Perdas de solo e água em entressulcos em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a quatro padrões de chuvas. Revista Brasileira de Ciência do solo, Viçosa, v. 25, p. 485-493, 2001.

EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G.; BERNARDINO, D. T. Caracterização do padrão das chuvas ocorrentes em Lavras, MG. Irriga, Botucatu, v. 10, p. 306-317, 2005.

FOSTER, G. R.; McCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. Journal of Soil and Water Conservation, Baltimore, v. 36, p. 355-359, 1981.

HORNER, W. W.; JENS, S. W. Surface runoff determination from rainfall without using coefficients. Transaction of the ASAE, v.107, p.1039-1117, 1942.

HUFF, F.A. Time distribution of rainfall in heavy storms. Water Resources Research, v. 3, p. 1007-1019, 1967.

LEE, M. H.; LIN, H. H. Evaluation of annual rainfall erosivity index based on daily, Monthly, and annual precipitation data of rainfall station network in southern Taiwan. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, 15p.

LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R., ed. Soil erosion research methods. Ankeny, Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 141-160.

LIMA, E. R. V. Erosão do Solo: fatores condicionantes e modelagem matemática Revista Cadernos do Logepa, João Pessoa, n. 1, p. 1-45, 2003.

LOMBARDI NETO, F. Rainfall erosivity – its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette, Purdue University. 1977. 53p.

MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N.; SANTANA, D. P.; SILVA, M. L. N. Índice de erosividade da chuva, perdas de solo e erodibilidade para dois solos da região dos cerrados- primeira aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, p. 427-434, 1997.

MEHL, H. U.; REICHERT, J. M.; DIDONÉ, I. A. Caracterização de padrões de chuvas ocorrentes em Santa Maria (RS). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, p. 475-483, 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.

MORGAN, R. P. C. Soil erosion and conservation. New York: Longman Scientific & Technical, 1986. 298p.

OLIVEIRA, P. T. S.; YOULTON, C.; OLIVEIRA, D. B. B.; SOBRINHO, T. A.; WENDLAND, E. MENDIONDO, E. M. Estimativa do índice de erosividade e obtenção de padrões de precipitação usando séries curtas de dados. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XIX, Maceió, ABRH, 2011, p.1-9;

PEÑALVA-BAZZANO, M. G.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v. 31, p. 1205-1217, 2007.

PRUSKI, F. F. Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2. ed. Viçosa, UFV, 2009. 279p.

REZENDE, C. C.; ANDRADE, A. F.; FERREIRA, E. A.; MACHADO, R. L.; CONCEIÇÃO, J. L. Erosividade e padrões de precipitação pluvial para Posse-GO. In: Congresso estadual de Iniciação Científica do IF Goiano. 2015.

SADEGHI, S. H.; ZABIHI, M.; VAFAKHAH, M.; HAZBAVI, Z. Spatiotemporal mapping of rainfall erosivity index for different return periods in Iran. Natural Hazards, v. 87, p. 35-56, 2017.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 871-880, 2012.

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

SILVA, T. V.; MACHADO, R.L.; MARQUES, D. R.; FERREIRA, E. A. Determinação do potencial erosivo e dos padrões de chuva de Rio Verde GO. In. Simpósio de Pesquisa e Extensão de Ceres e Vale de São Patrício, Ceres, Goiás. 2013.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; SILVA JUNIOR, V. P. da; BACIC, I.; LAUS NETO, J.; SOLDATELI, D.; GEBLER, E.; ORE, J. D.; ECHEVERRIA, L.; MATTOS, M.; SUSKI, P. P. Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina. Florianópolis, 1999. CD-ROOM.

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.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa Ed UFV. 2002. 449p.

WAGNER, C. S.; MASSAMBANI, O. Análise da relação intensidade de chuva: energia de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade à região de São Paulo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.12, p.197-203. 1988.

WANG, B.; ZHENG, F. GUAN, Y. Improved USLE-K factor prediction: A case study on water erosion areas in China. International Soil and Water Conservation Research, v. 4, p. 168-176, 2016.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transactions of the American Geophyscal Union, v. 39, p. 285-91, 1958.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. U.S Department of Agriculture, Agr. Handbook, 537:1-58, 1978.