

## DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS INTENSAS DE PORTO UNIÃO, PLANALTO NORTE DE SANTA CATARINA, BRASIL

Álvaro José Back<sup>1</sup>

### RESUMO

O conhecimento da distribuição temporal de chuvas é importante em vários tipos de estudos hidrológicos relativos ao escoamento superficial. Este trabalho teve como objetivo determinar os padrões de distribuição temporal de chuvas intensas de Porto União, Santa Catarina. Foram utilizados os pluviogramas diários do período de 1972 a 1992. Foram individualizadas e selecionadas as chuvas acima de um valor mínimo, dependente da duração. Foram classificadas em quatro tipos, conforme os quartis de Huff. Avaliaram-se as frequências de chuvas intensas de cada tipo por estação do ano e faixa de duração. As chuvas intensas mais frequentes são do tipo I (38,8%), seguido do tipo II (30,6%), tipo IV (16,5%) e tipo III (14,1%). As chuvas intensas são mais frequentes no outono (abril a junho) (32,9%) e no inverno (julho a setembro) (24,7%). A maior frequência de chuvas intensas (37,6%) foi para a duração de 24 a 48 horas. Para a confecção do hietograma de projeto na região do Planalto Norte de Santa Catarina, recomenda-se utilizar a curva de distribuição temporal apresentada para chuvas do tipo I com probabilidade de ocorrência de 50%.

**Palavras-chave:** Chuva Intensa; Drenagem; Escoamento Superficial; Hidrologia

### ABSTRACT

**Temporal distribution of heavy rains of Porto União, North Plateau of state of Santa Catarina, Brazil.** Knowledge of the temporal distribution of rainfall is important in several types of hydrological studies related to runoff. The objective of this work was to determine the patterns of temporal distribution of intense rains of Porto União, Santa Catarina, Brazil. Daily pluviograms of the period from 1972 to 1992 were used. The rains were individualized and then were selected the rains with rainfall above a minimum value, depending on the duration. The rains were classified into four types according to the Huff quartiles. It was evaluated the frequencies of intense rains of each type by season of the year and by rain duration range. The most frequent intense rains are type I (38.8%), followed by type II (30.6%), type IV (16.5%) and type III (14.1%). Intense rains are more frequent in autumn (April to June) (32.9%) and winter (July to September) (24.7%). The highest frequency of intense rainfall (37.6%) for the duration of 24 to 48 hours. For the preparation of the design hietogram in the Northern Plateau region of Santa Catarina it is recommended to use the time distribution curve presented for type I rains with probability of occurrence of 50%.

**Keywords:** Heavy Rain; Drainage; Surface Runoff; Hydrology

### INTRODUÇÃO

As chuvas intensas provocam alagamentos e cheias, causando prejuízos em áreas urbanas e rurais. Em áreas rurais, o escoamento superficial pode trazer prejuízos como a erosão do solo, inundação de áreas agrícolas, além de causar danos nas obras de infraestrutura como estradas e pontes. Para o adequado dimensionamento de sistemas de drenagem e outras obras de engenharia relacionadas ao escoamento plu

<sup>1</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, SC, Brasil. E-mail para correspondência: [ajb@epagri.sc.gov.br](mailto:ajb@epagri.sc.gov.br)

vial, é fundamental caracterizar a chuva quanto a sua altura, intensidade, frequência e distribuição temporal (Reyes *et al.*, 1993; Righetto, 1998). A caracterização da distribuição da chuva, ao longo da sua duração, é importante para vários tipos de estudos hidrológicos, especialmente para os estudos que visam estimar os volumes e os picos de vazões como consequência do escoamento superficial de chuvas intensas.

Abreu *et al.* (2017) ressaltam que, no Brasil e em diversos outros países, normalmente existe carência de dados hidrometeorológicos, principalmente em pequenas e médias bacias urbanas e rurais, dificultando a avaliação de chuvas de projeto e definição do hietograma de projeto, que é o principal dado de entrada de chuva do modelo chuva-vazão, para então obter o hidrograma simulado. Para a confecção do hietograma, normalmente se estima a chuva máxima com determinada duração e, em uma etapa posterior, faz-se a distribuição dessa chuva ao longo da duração. O conhecimento da distribuição temporal da chuva é de extrema importância, já que pode influenciar significativamente na forma e no pico do hidrograma simulado. Uma precipitação com pico de intensidade concentrada no final do evento originará um escoamento superficial maior do que outra, cuja intensidade máxima concentra-se no início do evento (Brandão *et al.*, 2001). De acordo com Canholi (2005), na distribuição temporal da precipitação, reside um grande problema para o hidrólogo, uma vez que, para cada distribuição temporal das chuvas, tem-se hidrogramas diferentes. De acordo com o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (São Paulo, 2012), o tipo de distribuição temporal das chuvas de projeto e a fixação da duração estão sujeitas a diversas orientações metodológicas, implicando em resultados de descargas máximas e volumes de cheias que podem ser bastante discrepantes.

Cruciani (1986) afirma que conhecer o modelo de distribuição temporal de chuvas intensas de uma localidade torna mais realista a previsão hidrológica em projetos de engenharia em áreas rurais e urbanas, permitindo a quantificação, com maior precisão, da infiltração da água no solo e do escoamento superficial. Monteiro e Kobiyama (2014) estudaram as influências da distribuição temporal de precipitação no mapeamento de inundação na bacia Braço do Baú, localizada no município de Ilhota (SC). Os autores concluíram que diferentes distribuições temporais de precipitação resultam em variação na vazão de pico e na grande variação da velocidade do escoamento superficial, afetando diretamente o Índice de Perigo de Inundação.

O padrão de distribuição temporal das chuvas também influencia na erosão do solo. As chuvas mais concentradas na parte final de sua duração têm maior potencial de causar erosão, pois ocorrem quando o solo já está encharcado, aumentando, assim, o escoamento superficial e a erosão do solo (Bazzano *et al.*, 2010; Santos e Montenegro, 2012; Evangelista *et al.*, 2016). Cassol *et al.* (2008) afirmam que, sob idênticas condições de volume total, intensidade do pico e duração, as chuvas de padrão hidrológico atrasado são mais danosas do ponto de vista da erosão do solo, uma vez que o pico de intensidade ocorre no último terço do tempo de duração da chuva, quando o solo já se encontra com teor de umidade mais elevado.

De acordo com Sentelhas *et al.* (1998), apesar da literatura ser vasta e diversificada com relação à chuva e sua intensidade, são raros os trabalhos que relatam como a chuva de forte intensidade se distribui ao longo de sua ocorrência, ou seja, como se dá sua distribuição horária. Cruciani *et al.* (2002) também comentam que raros trabalhos têm sido desenvolvidos no Brasil para a caracterização da distribuição temporal de chuvas intensas. Por essa razão, muitos autores adotam uma distribuição uniforme ou utilizam

relações obtidas em outros países. Genovez (2003) comenta que a distribuição temporal da chuva de projeto deveria ser obtida a partir de dados observados do local ou a partir de dados regionais. No entanto, no Brasil esses dados raramente estão disponíveis. Zahed Filho e Marcellini (1995), e Tucci (2004) apresentam vários métodos para considerar a distribuição temporal. Dentre eles, estão o método dos blocos alternados, o método do Bureau of Reclamation (1977) e os métodos baseados nas curvas de variação temporal, destacando-se as curvas obtidas por Hershfield (1962), Huff (1967), Wiesner (1970) e SCS (1976). Huff (1967) analisou 261 tormentas em 11 anos de registros, com duração de 30 minutos a 47 horas, de 49 postos espalhados em uma área de 1000 km<sup>2</sup>. Como houve grande variabilidade nas distribuições das tormentas, as distribuições temporais foram expressas em termos de probabilidade. As curvas de distribuição temporal apresentadas por Huff (1967) têm sido uma das formas mais utilizadas para definir o padrão de distribuição temporal das chuvas intensas quando não se dispõe de informações locais.

Bonta e Rao (1987) comparam quatro procedimentos diferentes para a definição da chuva de projeto, concluindo que o desenvolvido por Huff (1967) mostrou-se ser superior aos demais. Pilgrime Cordery (1975) discutem diferentes tipos de estimativa do padrão de distribuição a ser atribuído a uma chuva de projeto. Brandão *et al.* (2001) avaliaram a distribuição temporal da chuva nas estimativas de vazões em diferentes cidades de Portugal e concluíram que a análise da distribuição temporal da tormenta de projeto é fundamental para a obtenção de resultados confiáveis sobre os efeitos das inundações em bacias urbanas. Esses autores constataram aumentos entre 32 e 46% na vazão máxima para o método dos blocos alternados em relação ao método de Huff tipo I, o que gerou entre 28% e 57% de aumento de área na mancha de inundação. Sentelha *et al.* (1998) e Cruciani *et al.* (2002), analisando dados de precipitação intensa de Piracicaba-SP, avaliaram a distribuição de chuvas em três ou quatro intervalos de sua duração. No entanto, não apresentaram as curvas de variação temporal. Esses autores concluíram que as chuvas mais frequentes são as que ocorrem no primeiro intervalo, que corresponde às chuvas classificadas por Huff como do tipo I.

A região do Planalto Norte do Estado de Santa Catarina engloba as bacias hidrográficas do Rio Canoinhas, Rio Timbó e afluentes do Rio Negro, que fazem parte da Bacia do Rio Iguaçu. As inundações são eventos hidrológicos extremos frequentes na região (Santa Catarina, 2017). No entanto, nessa região também ocorrem, com frequência, eventos de estiagem, que demandam por obras para controle de cheias e regularização da vazão. Esse trabalho tem como objetivo determinar os padrões de distribuição temporal e avaliar a variação sazonal das chuvas intensas de Porto União, localizada no Planalto Norte do Estado de Santa Catarina.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os registros pluviográficos da estação meteorológica de Porto União, SC, pertencente a rede de estação do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), código 83864 (26°14'S e 51°04'W, altitude 778 m) do período de 1972 a 1992. Porto União está inserido na Macrorregião do Planalto Norte de Santa Catarina e na zona agroecológica 3B, que possui o clima classificado, segundo Köppen, como Cfb (Alvares *et al.*, 2013), ou seja, clima temperado constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco (temperatura média do mês mais quente < 22°C). Segundo Epagri (1999), o clima é mesotérmico brando (temperatura do mês mais frio entre 10 e 15°C). A precipitação pluviométrica total anual pode variar de

1.360 a 1.670 mm, com o total anual de dias de chuva entre 138 e 164 dias.

Os pluviogramas foram digitalizados e arquivados em meio digital. Foi elaborado um programa em linguagem Delphi para a manipulação dos arquivos de dados e realização da seleção e classificação das chuvas intensas. Na análise das chuvas, o primeiro passo consistiu na individualização das chuvas, em que se adotou o critério proposto por Wischmeier e Smith (1958), considerando a chuva individual aquela separada da anterior e da posterior por um período mínimo de 6 horas sem chuva ou com chuva inferior a 1,0 mm. O segundo passo consistiu na seleção das chuvas intensas a serem analisadas, para qual se adotou o critério estabelecido por Pfafstetter (1957) e também utilizado por Molin *et al.* (1996), em que são selecionadas todas as chuvas com precipitação igual ou superior a precipitação mínima ( $P_{\min}$ ) estimada por:

$$P_{\min} = 8,9914D^{0,2466} \quad (1)$$

em que:  $P_{\min}$  é a precipitação mínima (mm); e D é a duração da chuva (minutos).

O terceiro passo consistiu na classificação das chuvas em quatro tipos, conforme definido por Huff (1967), determinando-se as quantidades precipitadas nos quatro quartis da duração. A chuva é classificada no tipo em que tiver a maior precipitação. Portanto, a chuva é classificada como do tipo I se a maior altura pluviométrica ocorre nos primeiros 25% da duração total; do tipo II se a maior altura pluviométrica ocorre entre 25 e 50% da sua duração; do tipo III se a maior altura pluviométrica ocorre entre 50 e 75% da sua duração; e do tipo IV se a altura pluviométrica ocorre nos últimos 25% de sua duração total.

Após a classificação das chuvas de cada tipo, foram analisadas separadamente determinando-se as percentagens acumuladas a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100% de sua duração total. Para cada percentagem da duração, foi determinado uma série de percentuais da precipitação total, calculando-se as probabilidades por meio da fórmula de Weibull, dada por:

$$P(X \geq x) = m / (n + 1) \quad (2)$$

em que:  $P(X \geq x)$  é a probabilidade empírica acumulada; m é o número de ordem de cada elemento da série; n é o número total de elementos da série, dado pelo número de chuvas classificadas no tipo em análise.

Para obter os valores de chuvas nos percentuais definidos acima, foram realizadas interpolações lineares entre as precipitações com probabilidades imediatamente anteriores e posteriores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os critérios estabelecidos, foram selecionadas 85 chuvas intensas, e, na tabela 1, constam as frequências de precipitações em cada tipo e por estação do ano. Observa-se que as chuvas mais frequentes são as do tipo I (38,8%), seguidas por chuvas do tipo II (30,6%), IV (16,5%) e tipo III (14,1%), respectivamente. Back (2011) analisando dados de 132 chuvas intensas de Urussanga-SC obteve frequências de 42,4%, 31,1%, 18,9% e 7,6% respectivamente para os tipos I a IV. Back (2012) analisou dados de 128 chuvas intensas de Campos Novos (SC) e observou que as chuvas mais frequentes são as do tipo II (32,8%), seguidas por chuvas do tipo III (28,1%), tipo I (26,6%) e tipo IV (12,5%), respectivamente. Já para Caçador (SC), Back (2009) encontrou maior frequência de chuvas do tipo I com 38,6%, seguida do tipo II (28,4%), tipo III (23,9%) e tipo IV (9,1%). Para Chapecó (SC), Back *et al.* (2015) encontraram frequências

semelhantes às observadas em Caçador. Também para Florianópolis (SC) foi observado que predominam as chuvas do tipo I com 39,0%, seguidas do tipo II com 27,1%. (Back *et al.*, 2011). Molin *et al.* (1996), analisando dados de precipitação de Pelotas (RS), também observaram que a maior frequência foi de chuvas do tipo I (44,0%), seguido pelo tipo III (21,1%), tipo II (19,8%) e tipo IV (15,1%).

**Tabela 1.** Frequência relativa (%) de chuvas intensas por tipo e estação em Porto União (SC).

Tipo	Estação do ano				Total
	Verão (janeiro-março)	Outono (abril-junho)	Inverno (julho-setembro)	Primavera (outubro-dezembro)	
I	10,6	14,1	5,9	8,2	38,8
II	4,7	9,4	7,1	9,4	30,6
III	3,5	4,7	4,7	1,2	14,1
IV	4,7	4,7	7,1	0,0	16,5
Total	23,5	32,9	24,7	18,8	100,0

Nas condições do Oeste dos Estados Unidos, Huff (1967) encontrou maior frequência (36%) para chuvas do tipo II, seguida pelas chuvas do tipo I (30%), III (19%) e tipo IV (15%). Segundo Tucci (2004), entre os poucos estudos realizados no Brasil, observou-se que, em geral, as curvas do tipo II são as mais frequentes. Na ausência de dados locais, é comum a utilização da curva do tipo II obtida por Huff. Também Marcellini (1994) comenta que as chuvas no Brasil têm comportamento semelhante às chuvas do tipo II, desenvolvidas por Mc Cuen (1982), com desvios médios inferiores a 9%, comportamento que não foi confirmado neste estudo. A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo (São Paulo, 2012) destaca que, nos projetos de drenagem de bacias urbanas, têm sido adotados, na maioria das vezes, dados de chuvas com duração de duas ou três horas e distribuição conforme o método dos blocos alternados ou o método de Huff tipo I. Somente para bacias com áreas maiores que 100 km<sup>2</sup>, são adotadas chuvas de 6 horas e distribuição dos blocos alternados ou Huff tipo II.

É importante ressaltar que, embora as chuvas do tipo III e IV tenham se apresentado menos frequentes, elas determinam maiores valores de vazão máxima, pois, conforme DNIT (2005), os picos de vazão são maiores quando as precipitações máximas acontecem após a metade da ocorrência total da chuva, pois as chuvas iniciais, de menor intensidade, diminuem a capacidade de infiltração de água no solo resultando em maiores volumes de escoamento nas chuvas que sucedem.

Entre as estações do ano, observa-se, na tabela 1, que 32,9% das chuvas intensas ocorreram no outono (abril a junho); 24,7%, no inverno (julho a setembro); 23,5%, no verão (janeiro a março); e 18,8%, na primavera (outubro a dezembro). As chuvas classificadas como tipo I ocorrem com maior frequência no outono e no verão. Para as chuvas do tipo II, as maiores frequências foram no outono e na primavera, enquanto que as chuvas do tipo III e IV ocorrem com maior frequência no outono e no inverno. Na análise das chuvas intensas de Urussanga, Back (2011) observou maior frequência (39,2%) de chuvas no verão, enquanto que Back (2009) observou que, para Caçador, ocorre distribuição sazonal mais uniforme das chuvas intensas. Essa distribuição de chuvas está associada aos principais mecanismos responsáveis pela chuva. Também Back *et al.* (2011) observaram que, em Florianópolis, apenas no inverno ocorre menor

frequência de chuvas intensas, nas demais estações não houve variação significativa. Conforme Vianello e Alves (1991), os fenômenos relacionados com a dinâmica da atmosfera (frentes meteorológicas) e fatores geográficos, como a orografia, a continentalidade e a maritimidade, são os determinantes das principais características climáticas do extremo sul do Brasil. O regime de precipitação em Santa Catarina caracteriza-se por ser distribuído ao longo do ano. Em geral, as chuvas estão associadas à passagem dos sistemas frontais, que, por sua constância, fazem com que não ocorra uma estação seca. As chuvas frontais têm como característica ser de longa duração e intensidade média. Por sua vez, no verão predominam as chuvas convectivas que têm como característica ser de curta duração e alta intensidade.

Na tabela 2, estão as frequências relativas de ocorrências de chuva nas diferentes durações. Dentre as chuvas do tipo I, observa-se que 5,9% tiveram duração menor que 6 horas e 10,5% tiveram duração entre 6 e 12 horas. Entre as durações analisadas, a maior frequência de chuvas (37,6%) ocorre na duração de 24 a 48 horas. Diferentemente, Back (2011) observou que, em Florianópolis, a maior frequência de chuvas (24,9%) ocorreu no intervalo de 6 a 12 horas de duração. Em Urussanga, Back (2011) também observou 19,6% de chuvas com duração inferior a 6 horas. Essas diferenças devem-se a maior ocorrência de chuvas convectivas nas estações do litoral de Santa Catarina, enquanto que, no oeste e planalto, predominam as chuvas frontais que se caracterizam pela longa duração. DNIT (2005) afirma que normalmente as precipitações mais intensas observadas com menos de 12 horas de duração ocorrem na primeira metade de sua duração total, o que não se dá na maioria das tempestades mais duradouras.

**Tabela 2.** Frequência relativa de precipitações intensas por faixa de duração, de Porto União (SC) no período de 1972 a 1992.

Tipo	Duração da chuva (horas)						Total (%)
	<6 h	6 -12 h	12-18 h	18 - 24 h	24 – 48 h	>48h	
I	5,9	10,5	3,5	3,5	8,2	7,1	38,8
II	5,9	2,4	3,5	2,3	11,8	4,7	30,6
III	1,2	1,2	1,2	2,3	7,0	1,2	14,1
IV	1,2	2,4	0,0	1,2	10,6	1,2	16,5
<b>Total (%)</b>	<b>14,2</b>	<b>16,5</b>	<b>8,2</b>	<b>9,3</b>	<b>37,6</b>	<b>14,2</b>	<b>100</b>

Na tabela 3, estão as frequências relativas de chuvas intensas nas diferentes faixas de duração e por estação do ano. Observa-se que as chuvas com duração inferior a 6 horas ocorrem predominantemente no verão. Nas demais estações, predominam as chuvas com duração acima de 24 horas. Essa constatação está de acordo com observações de Zahed Filho e Marcellini (1995) os quais afirmam que, apesar de vários trabalhos mostrarem que há grande variabilidade na distribuição temporal das chuvas de mesma duração, tem se observado a tendência de que, em chuvas de curta duração, menores do que meia hora, o hietograma é caracterizado por grandes intensidades no início da precipitação (tipo I). Para chuvas de duração intermediária, menores do que dez horas, o hietograma é representado por intensidades maiores na primeira metade da duração.

**Tabela 3.** Frequência de chuvas intensas por estação e intervalo de duração, de Porto União (SC) no período de 1972 a 1992.

Estação	Duração da chuva (horas)						Total (%)
	Até 6	6 -12	12-18	18 - 24	24 - 48	Mais de 48	
Verão	5,9	3,5	3,5	3,5	4,7	2,4	23,5
Outono	3,5	4,7	1,2	2,4	18,8	2,4	32,9
Inverno	0,0	3,5	2,4	1,2	10,6	7,1	24,7
Primavera	4,7	4,7	1,2	2,4	3,5	2,4	18,8
<b>Total</b>	<b>14,1</b>	<b>16,5</b>	<b>8,2</b>	<b>9,4</b>	<b>37,6</b>	<b>14,1</b>	<b>100,0</b>

Nas chuvas de grande duração, acima de dez horas, o hietograma apresenta intensidades mais uniformes. Occhipinti (1989) também comenta que as chuvas frontais têm em geral maiores durações, abrangem áreas extensas e apresentam distribuições temporais mais uniformes. Nos meses mais quentes, as frentes frias que incursionam as regiões sul, sudeste e central do Brasil podem vir acompanhadas de trovoadas ao longo da linha frontal. Nesses casos, são observadas pancadas de chuva forte seguidas de chuvas de menor intensidade e maior duração. As frentes estacionárias que ocorrem nessas mesmas regiões podem produzir chuvas moderadas contínuas e muito persistentes, com durações de diversos dias. Ainda, segundo o citado autor, as chuvas de trovoadas térmicas ocorrem em pancadas, com grande intensidade inicial, atenuando-se subsequentemente. A distribuição tende a ser mais uniforme com o aumento da precipitação total. As chuvas produzidas por sistemas frontais apresentam uma distribuição temporal média aplicável identicamente para chuvas com duração entre 6 e 24 horas. As maiores intensidades ocorrem no segundo e no terceiro quartil. As chuvas de frente estacionária, contínuas e persistentes com durações maiores que 24 horas, apresentam distribuição temporal média mais uniforme.

Os padrões de distribuição temporal de chuvas intensas, com diferentes níveis de probabilidade para as chuvas classificadas entre o tipo I e IV, estão representados nas Figuras 1 a 4, respectivamente. Tomando-se por base os padrões de distribuição de chuvas do tipo I (Figura 1) para a probabilidade de 10% (P10), observa-se que, para duração correspondente a 20% da duração total, tem-se 80,0% da precipitação total. Para a probabilidade de 50% (P50), nessa mesma duração, tem-se 77,8% da precipitação e, para a probabilidade de 90% (P90), tem-se 50,2 % da precipitação. Nas chuvas do tipo II, observa-se que, mesmo para o nível de probabilidade de 80%, mais de 50% da chuva concentra-se na primeira metade de sua duração. Nas chuvas do tipo III e IV, a concentração ocorre na segunda metade de sua duração.

Com esses padrões de chuva definidos, o projetista pode selecionar uma dessas curvas de distribuição temporal para estabelecer a chuva e, assim, dimensionar o projeto de drenagem. A metodologia, normalmente utilizada nos projetos de drenagem para obtenção da distribuição temporal das chuvas, é considerar a curva com probabilidade de 50% (P50), sendo esses valores para as chuvas dos tipos I ao IV apresentados na tabela 4.

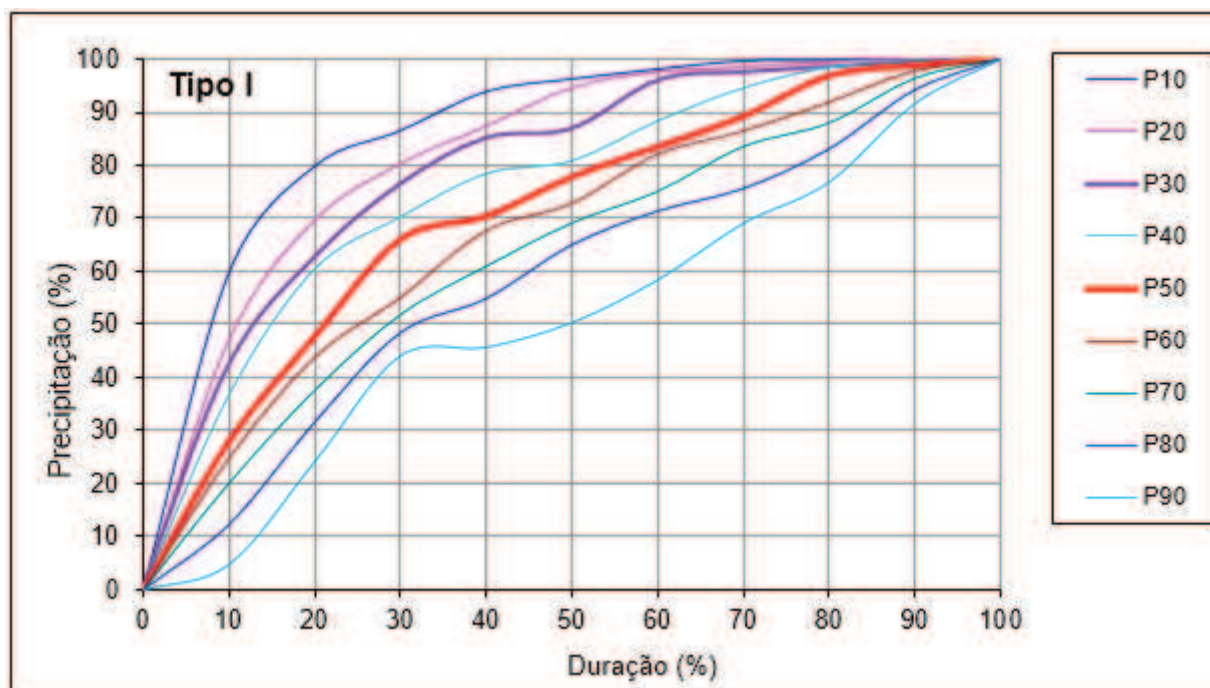


Figura 1. Padrões de distribuição temporal de chuvas do tipo I para Porto União, SC.

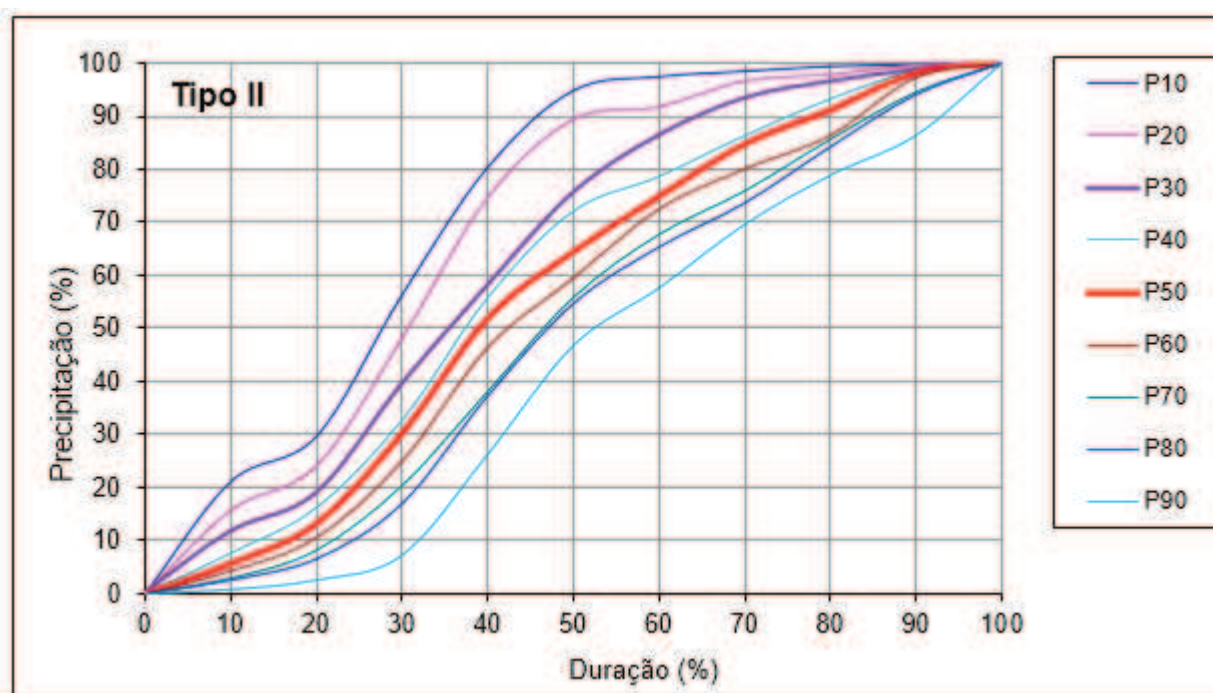


Figura 2. Padrões de distribuição temporal de chuvas do tipo II para Porto União, SC.



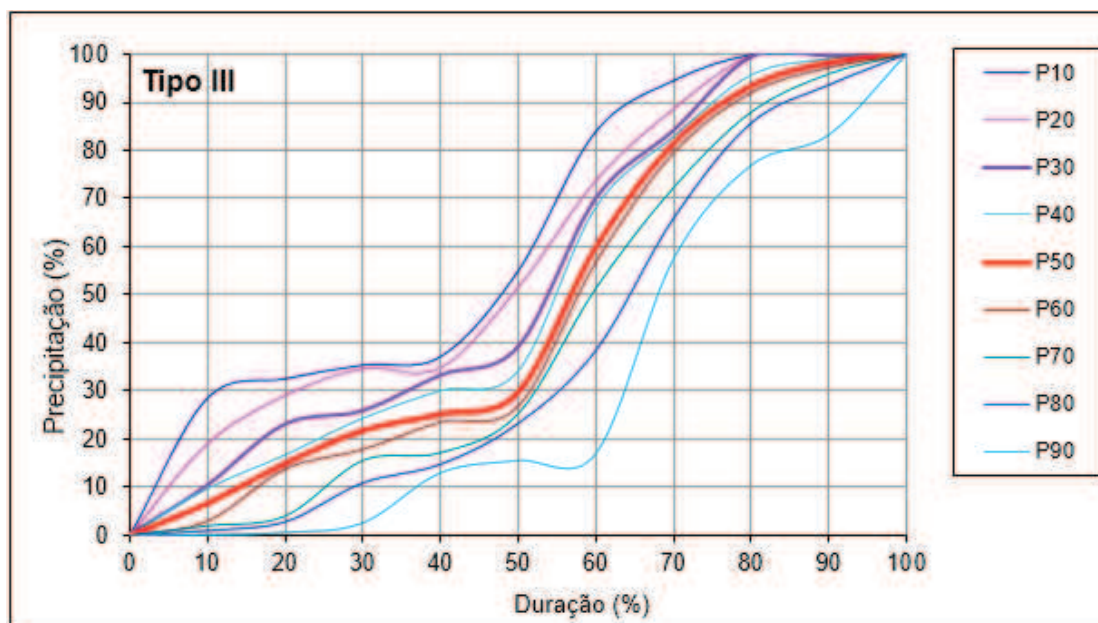


Figura 3. Padrões de distribuição temporal de chuvas do tipo III para Porto União, SC.

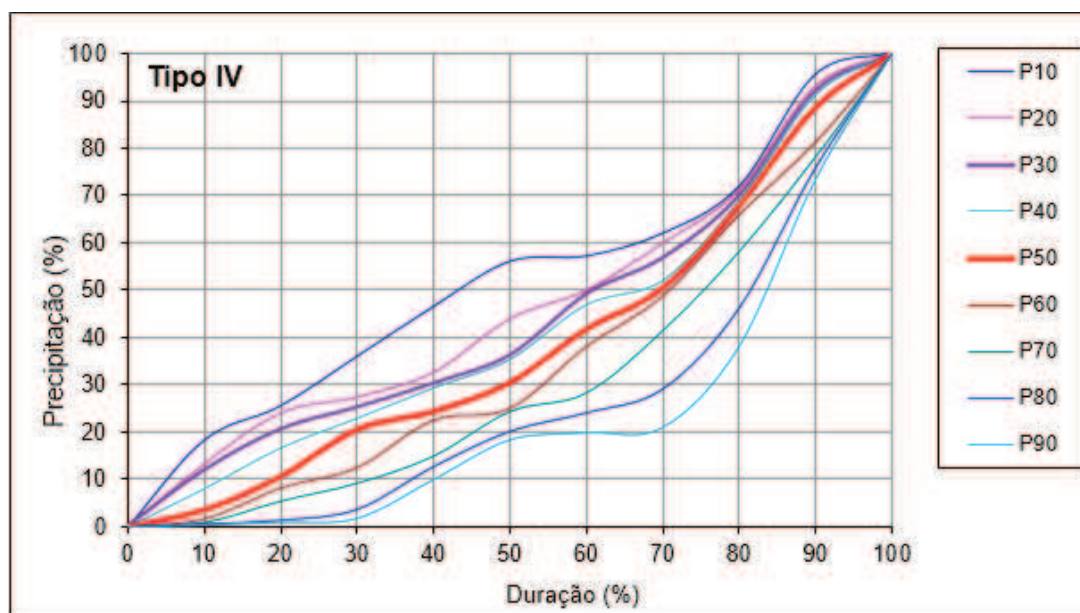


Figura 4. Padrões de distribuição temporal de chuvas do tipo IV para Porto União, SC.

Tabela 4. Padrão de distribuição temporal das chuvas com 50% de probabilidade de ocorrência para Porto União, Santa Catarina.

Duração (%)	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	28,0	5,7	6,7	3,6
20	47,7	13,2	15,0	10,6
30	66,1	30,2	21,8	20,6
40	70,4	51,9	25,2	24,4
50	77,8	64,4	29,7	30,5
60	83,5	74,9	59,9	41,8
70	89,2	84,8	81,4	50,5
80	96,9	91,1	93,4	67,8
90	98,9	98,2	98,3	88,6
100	100,0	100,0	100,0	100,0

Para a região do Planalto Norte de Santa Catarina, pode-se utilizar as curvas do tipo I por serem as mais frequentes. A aplicação desses dados na estimativa do hietograma da chuva de projeto permite obtenção de valores locais mais representativos para a região do Planalto Norte de Santa Catarina, pois, conforme destacam Abreu *et al.* (2017), o método de Huff traz possibilidades de desagregação temporal de chuvas menos arbitrarias e possibilidade de adaptação quanto às características locais, podendo ser aplicada de acordo com a área e o tempo de duração de chuva característicos da região, sendo, assim, uma importante ferramenta para a padronização de chuvas de projeto de acordo com o objetivo pretendido.

### CONCLUSÃO

Com base na análise dos dados pluviográficos de Porto União, SC, pode-se obter as seguintes conclusões:

1. As chuvas intensas mais frequentes são do tipo I (38,8%), seguido do tipo II (30,6 %), tipo IV (16,5%) e tipo III (14,1 %).
2. As chuvas intensas são mais frequentes no outono (32,9%) e no inverno(24,7%) e com menor frequência no verão (18,8%);
3. No verão, predominam chuvas de duração inferior a 12 horas e, nas demais estações do ano, predominam as chuvas com duração acima de 18 horas;
4. A maior frequência de chuvas intensas é de 37,6% é para a duração de 24 a 48 horas.

### AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

### REFERÊNCIAS

- ABREU, F. G. de; SOBRINHA, L. A; BRANDÃO, J. L. B. 2017. Análise da distribuição temporal das chuvas em eventos hidrológicos extremos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 22(2):239-250.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **MeteorologischeZeitschrift**, 22(6):711-728.
- BACK, Á. J. 2012. Distribuição temporal de chuvas intensas de Campos Novos, SC In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 2012, Criciúma. p. 1-12.
- BACK, Á. J. 2009. Distribuição temporal de chuvas intensas de Caçador, SC. In: XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2009, Juazeiro. p.1-4.
- BACK, Á. J.; OLIVEIRA, J. L. R.; HENN, A. 2011. Time distribution of heavy rainfalls in Florianópolis-SC, Brazil. In: XII INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 2011, Porto Alegre. p.1-8.
- BACK, Á. J.; SÔNEGO, M.; POLA, A. C. 2015. Distribuição temporal de chuvas intensas de Chapecó, SC. In: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2015, Brasília. p. 1-8.
- BACK, Á. J. 2011. Time distribution of heavy rainfall events in Urussanga, Santa Catarina State, Brazil. **Acta Scien-**

*tiarum Agronomy*, 33(4):583-588.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L.; CASSOL, E. A. 2010. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(1):235-244.

BONTA, J. V.; RAO, A.R. 1987. Factor affecting development of Huff curves. *Transaction of the ASAE*, 30(6):1969-1693.

BRANDÃO, C.; RODRIGUES, R.; COSTA, J. P. 2001. **Análise de fenómenos extremos precipitações intensas em Portugal continental**. Lisboa: Direção dos Serviços de Recursos Hídricos, 64p. Disponível em [https://snirh.apambiente.pt/snirh/download/relatorios/relatorio\\_prec\\_intensa.pdf](https://snirh.apambiente.pt/snirh/download/relatorios/relatorio_prec_intensa.pdf) acesso em 09/09/2018.

BUREAU OF RECLAMATION. 1977. **Design of small dams**. Washington. U.S. Govt. Print Office, 816p.

CANHOLI, A. P. 2005. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 302p.

CASSOL, E. A. et al. 2008. Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(3):1239-1251.

CRUCIANI, D. E. 1986. **A drenagem na agricultura**. São Paulo: Nobel, 337p.

CRUCIANI, D. E.; MACHADO, R. E.; SENTELHAS, P. C. 2002. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6(1):76-82..

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2005. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. Rio de Janeiro: IPR Publicação IPR -715, 133p. Disponível em <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/715\\_manual\\_de\\_hidrologia\\_basica.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/715_manual_de_hidrologia_basica.pdf)> Acesso: 09/09/2018.

EVANGELISTA, A. W. P. et al. 2016. Padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Goiânia-GO. *Global Science and Technology*, 9(2):1-12.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 1999. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina**, 1999. (CD).

GENOVEZ, A. M. 2003. Vazões máximas. In: J. B. D de Paiva, E. M. C. D de Paiva (Ed.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, p. 33-112.

HERSHFIELD, D. M. 1962. Extreme rainfall relationships. *Journal of de Hydraulics Division*, 88(6):73-92.

HUFF, F. A. 1967. Time distribution of rainfall in heavy storms. *Water Resources Research*, 3(4):1007-1019.

MARCELLINI, S. S. 1994. **Análise de critérios para determinação de tormentas de projeto e sua influência nos hidrogramas em pequenas bacias hidrográficas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 176p.

McCUEN, R. 1982. **A guide to hydrologic analysis using SCS methods**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 145p.

MOLIN, L. et al. 1996. Distribuição temporal de chuvas intensas em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 1(2):45-51.

MONTEIRO, L. R; KOBAYAMA, M. 2014. Influências da distribuição temporal de precipitação no mapeamento de inundação. *Rega*, 11(2):25-35.

OCCHIPINTI, A. G. H. 1989. Hidrometeorologia. In: F. Ramos et al. (Org.). **Engenharia Hidrológica**. Rio de Janeiro: UFRJ, p.20-141.

PFRAFSTETTER, O. 1957. **Chuvas intensas no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério de Viação e Obras Públicas, DNOS, 419p.

PILGRIM, D. H.; CORDERY, I. 1975. Rainfall temporal patterns for design floods. *Journal of then Hydraulics Division*, HY(1):81-95.

REYES, M. R.; BENGTON, R. L.; ROBBINS, K. D. 1993. Rip and Wmrip. New measures of rainfall intensity distri-

bution. **Transactions of the ASAE**, 36(6):1619-1623.

RIGHETTO, A. M. 1998. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 819p.

Santa Catarina, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). 2017. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Florianópolis: Certi, 57p. Disponível em <[http://www.aguas.sc.gov.br/jsmall-fib\\_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa\\_d/perh\\_sc\\_articulacao\\_perh\\_e\\_pnrh-2017-final.pdf](http://www.aguas.sc.gov.br/jsmall-fib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_d/perh_sc_articulacao_perh_e_pnrh-2017-final.pdf)> Acesso: 09/09/2018.

SANTOS, T. E. M do; MONTENEGRO, A. A. A. 2012. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central Pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16(8):871-880.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. 2012. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos: Diretrizes para projetos**. São Paulo: SMDU, 128p. Disponível em <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento\\_urbano/arquivos/manual-drenagem\\_v3.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v3.pdf)> Acesso: 09/09/2018.

SENTELHAS, P. C. et al. 1998. Distribuição horária de chuvas intensas de curta duração: um subsídio ao dimensionamento de projetos de drenagem superficial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 13(1):45-52.

SCS, Soil Conservation Service. 1976. **Earth dams and reservoirs**. Washington, U.S. Govt. Print Office) .,66p. (Technical Release, 60). Disponível em <<http://www.mde.state.md.us/programs/Water/DamSafety/Documents/www.mde.state.md.us/assets/document/damsafety/NRCS/Earth%20Dams%20and%20Reservoirs.pdf>> Acesso: 09/09/2018.

TUCCI, C. E. M. 2004. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 943p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. 1999. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV. Imp. Universitária, 449p.

WIESNER, C. J. 1970. **Hydrometeorology**. London: Chapman and Hall, 232p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Trans. Am. Geophys Union**, 39:285-91.

ZAHED FILHO, K.; MARCELLINI, S. S. 1995. Precipitações máximas. In: C. E. M. Tucci; R. L. L Porto; M. T. Barros (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, p. 37-76.