



## RELAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA DE CHUVA OBTIDAS A PARTIR DE SÉRIES DE DURAÇÃO PARCIAL

**WINKE, Luis Otávio Ledebuhr<sup>1</sup>; DAMÉ, Rita de Cássia Fraga<sup>2</sup>; TEIXEIRA, Claudia Fernanda Almeida<sup>2</sup>; WINKLER, Antony Severo<sup>1</sup>**

<sup>1,2</sup>Deptº de Engenharia Agrícola – FEA/UFPeI  
Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900. eng.winke@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Para a caracterização das chuvas é necessário conhecer a sua duração, intensidade e frequência de ocorrência ou período de retorno ( $T_r$ ). Essa relação é comumente denominada de relação Intensidade-Duração-Frequência de ocorrência (IDF), sendo obtida mediante o ajuste de uma série de dados da variável em estudo a um modelo probabilístico adequado. Os registros pluviográficos permitem estimar a relação entre a intensidade máxima da chuva ( $\text{mm } \Delta t^{-1}$ ), sua duração ( $\Delta t$ ) e período de retorno. No entanto, os registros pluviográficos não são facilmente disponíveis, o que existe em maior abundância são dados de chuva diária, os quais não permitem o conhecimento do total precipitado em durações inferiores a essa. Diante dessa realidade, uma alternativa possível é desagregar a chuva diária máxima anual até o tempo de concentração da bacia hidrográfica.

As séries de chuva diária podem ser obtidas a partir de uma série anual, que é constituída pelo maior valor ocorrido dentro de cada ano civil ou hidrológico, ou, de uma série de duração parcial, as quais são formadas por dados, cujos valores estão acima de um valor base pré-estabelecido, não importando a frequência de ocorrência desses dentro de cada ano (Adamowski, 2000). Muitos pesquisadores têm investigado sobre a utilização da série mais apropriada para representar os eventos extremos de precipitação. Segundo Madsen et al. (1993), a série de duração parcial é preferível em relação a anual, uma vez que ela é mais adequada para distribuições com cauda pronunciada, que são as mais comuns nas aplicações hidrológicas. Entretanto, Cunnane (1973), Bobee et al. (1993), Ashkar et al. (1994), Rasmussen et al. (1994) e Lang et al. (1999) consideram que a série anual é de uso corrente, ou seja, é facilmente constituída, uma vez que não necessita estabelecer um valor limiar superior (série de máximos) ou inferior (série de mínimos).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar o ganho de informação, em termos de relação IDF, em se utilizar séries de duração parcial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se os dados de precipitação da localidade de Pelotas, RS, obtidos na Estação Agroclimatológica de Pelotas – Convênio EMBRAPA/UFPEL, INMET. O posto selecionado localiza-se na latitude  $31^{\circ} 51'$ , longitude  $52^{\circ} 21'$ , a 13,2 m de altitude e o período de dados utilizados de 1921 a 2008.

A partir do banco de dados de chuva diária foram constituídas as séries anual e de duração parcial. A série anual foi constituída com 88 valores (1921 a 2008), enquanto que a série de duração parcial com um total de 279 valores. Para compor a série parcial foi utilizado como valor base pré-estabelecido, 55 mm (Goulart et al., 1992). A desagregação da chuva diária seguiu a metodologia proposta por CETESB (1980), cujos coeficientes de desagregação de chuva diária utilizados foram os obtidos por Damé et al. (2009), para a localidade de Pelotas/RS. O ajuste e seleção do modelo teórico de probabilidade foi realizado pelo software *winstat* (Machado & Conceição, 2006). A partir do modelo selecionado foram estimadas as precipitações máximas diárias, para Tr de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos e durações de 15, 30, 60, 360, 720 e 1440 minutos. O indicador estatístico Erro Relativo Médio Quadrático (RMSE) foi utilizado para quantificar o erro relativo em termos de relação IDF, ao se utilizar séries de duração parcial em relação às séries anuais.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo teórico de probabilidade Log-Pearson III foi o que melhor se ajustou à amostra de dados das séries anual e de duração parcial. No trabalho de Aron et al. (1987) os autores determinaram diversas alturas de chuvas, com durações de 1 a 24 horas e períodos de retorno que variaram de 1 a 100 anos, no Estado da Pensilvânia (EUA), e observaram que a distribuição Log-Pearson Tipo III apresentou melhor ajuste. Fernandes & Heinz (1991), Pinto et al. (1996) e Sansigolo (2008) investigaram a robustez de várias distribuições de probabilidade usuais na análise de eventos extremos hidrológicos e verificaram que a distribuição de Log-Pearson III foi a que melhor se ajustou aos valores de precipitação máxima diária. No entanto, não há um consenso na literatura sobre a distribuição de probabilidade mais adequada para ajustar as precipitações máximas diárias.

Os valores de precipitação máxima diária, para os períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, obtidos pela distribuição de Log-Pearson III para as séries anual e de duração parcial estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de precipitação máxima diária obtidos pelo ajuste do modelo probabilístico Log-Pearson III às séries anual e de duração parcial, para a localidade de Pelotas/RS, no período de 1921 a 2008.

Série	Tr (anos)					
	2	5	10	20	50	100
Anual	82,51	108,81	127,55	146,56	172,84	193,93
Parcial	69,85	87,98	102,16	117,47	140,08	159,35

Na Tabela 2 são apresentadas as equações analíticas das relações IDF, obtidas a partir das séries anuais e de duração parcial. Com o intuito de enriquecer a análise dos dados também foi utilizada a equação IDF desenvolvida por Goulart et al. (1992) para a localidade de Pelotas/RS.

Os valores de RMSE obtidos a partir das comparações entre os valores de intensidades máximas estimados, utilizando as séries anual e de duração parcial, bem como série anual e relação IDF (Goulart et al., 1992), para os períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos e durações de 15, 30, 60, 360, 720 e 1440 minutos, foram 6,97, 8,56, 11,89, 14,67, 18,95 e 26,02 mm h<sup>-1</sup>, e, 14,69, 13,46, 12,59, 12,23, 13,67 e 16,86 mm h<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 2.** Equações de intensidade-duração-frequência (IDF) obtidas a partir do ajuste dos valores das séries anual e duração parcial, para a localidade de Pelotas/RS.

Série	Equação	Período
Anual	$I = \frac{5684,1 Tr^{0,1043}}{(t + 51,2289)^{0,9746}}$	1921 – 2008
Duração Parcial	$I = \frac{3365,5 Tr^{0,1717}}{(t + 51,2289)^{0,9746}}$	1921 – 2008

I – Intensidade máxima média de precipitação pluvial (mm h<sup>-1</sup>); Tr – Período de retorno (anos); t – duração da precipitação (min).

Observa-se que para os menores períodos de retorno, 2, 5 e 10 anos houve um acréscimo nas diferenças de intensidades máximas quando foram comparados os métodos que utilizaram séries anual e de duração parcial, ao mesmo tempo que houve um decréscimo destas diferenças, quando foram comparados os valores de intensidades máximas, obtidos pela relação IDF proposta por Goulart et al. (1992) e por desagregação de chuva diária máxima anual. Para os períodos de retorno, 20, 50 e 100 anos houve um acréscimo dos desvios para ambas as situações anteriormente comparadas, o que significa um aumento no valor do erro relativo médio.

Uma explicação para o comportamento dos valores de RMSE pode estar nos modelos teóricos de probabilidade utilizados para ajustar as séries de dados de precipitação, seja no caso das séries anual e de duração parcial, como naqueles utilizados por Goulart et al. (1992). Tal suposição está ancorada no trabalho desenvolvido por Ben-Zvi (2009), que ajustou dados de precipitação de quatro estações meteorológicas de Israel, em 11 diferentes durações (5 – 240 min). Os dados de precipitação utilizados para constituir as séries anuais e de duração parcial foram ajustados às distribuições de Gumbel e Log-Normal, sendo que os dados das séries anuais também foram ajustados às distribuições de Pareto e a generalizada dos valores extremos. Os autores concluíram que há uma variação entre os valores de RMSE, não só em razão do modelo de probabilidade ajustado, como também para o mesmo modelo nas séries de tamanhos diferentes, como é o caso de séries anual e de duração parcial. No trabalho do autor o valor de RMSE para o período de retorno de 100 anos foi maior do que o encontrado em 2 anos de recorrência.

#### 4. CONCLUSÕES

O ganho de informação em termos de relação IDF foi dependente do período de retorno. Para projetos que utilizem período de retorno até 10 anos, a série de

duração parcial de precipitação máxima diária é adequada. O mesmo não ocorreu para os períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOWSKI, K, Regional analysis of annual maximum and partial duration flood data by nonparametric and L-moment methods. **Journal of Hydrology**, 230, p. 219–231, 2000.
- ARON, G.; WALL, D.J.; WHITE, E.I.; DUNN, C.N. Regional rainfall intensity-duration-frequency curves for Pennsylvania. *Water Resources Bulletin*, Salt Lake City, v.23, n.2, p.479-485, 1987.
- ASHKAR, B.; BOBEE, P.; RASMUSSEN, D.; ROSBJERG, A perspective on the annual maximum flood approach to flood frequency analysis. In: HIPEL, K.W. Editor, *Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering, Extreme Values: Floods and Droughts vol. 1*, Kluwer, Dordrecht, NL (1994), p.3–14.
- BEN-ZVI, A. Rainfall intensity-duration-frequency relationships derived from large partial duration series. **Journal of Hydrology**, v.367, p.104-114, 2009.
- BOBEE, B.; CAVADIAS, G.; ASHKAR, F., BERNIER, J. RASMUSSEN, P. Towards a systematic approach to comparing distributions used in flood frequency analysis. **Journal of Hydrology**, v. 142, p.121–136. 1993.
- CETESB-DAEE Departamento de Água e Energia Elétrica - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental 1980. **Drenagem urbana: manual de projeto**. São Paulo: Daece-Cetesb. 466 p.
- CUNNANE, C. A particular comparison of annual maxima and partial duration series methods of flood frequency prediction. **Journal of Hydrology**, v.18, p.257–271. 1973.
- DAMÉ, R.C.F.; TEIXEIRA, C.F.A.; LOPES, E.J. ROSSKOFF, J.L.C. WINKE, L.O.L. Coeficientes de Desagregação de chuva diária para a localidade de Pelotas/RS. **Anais do XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**. Juazeiro (BA)/Petrolina (PE).2009.
- FERNANDES, C.V.S.; HEINZ, D.O.A.F. Avaliação da robustez de distribuições de extremos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 9., SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, 5., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABRH/APRH, 1991. v.1. p. 391-400. 1991.
- GOULART, J.P.; MAESTRINI, A.P.; NEBEL, A.L. Relação intensidade-duração-freqüência de chuvas em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.7, n.1, p.543-552, 1992.
- LANG, M.; OUARDA, T.B.M.J.; BOBEE, B. Towards operational guidelines for over-threshold modeling, *Journal of Hydrology* **225** (1999), pp. 103–117.
- MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat**: Sistema de Análise Estatística para Windows. Universidade Federal de Pelotas. 2006. Disponível em: [www.ufpel.edu.br/~amachado](http://www.ufpel.edu.br/~amachado).
- MADSEN, H.; ROSBJERG, D.; HARREMOËS, P. Application of the partial duration series approach in the analysis of extreme rainfalls. *Extreme Hydrological Events: Precipitation, Floods and Droughts. Proceeding of Yokohoma Symposium*, IAHS Publication, 1993. n. 213. p. 257-266.
- PINTO, F.A.; FERREIRA, P.A.; PRUSKI, F.F.; ALVES, A.R.; CECON, P.R. Estimativa de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais, utilizando-se registros diários. *Revista de Engenharia Agrícola*, v.16, n.2, p.8-21, 1996.

RASMUSSEN, P.F.; ASHKAR, F.; ROSBJERG, D.; BOBEE, B. The POT method for flood estimation: a review. In: K.W. Hipel, Editor, *Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering, Extreme Values: Floods and Droughts vol. 1*, Kluwer, Dordrecht, NL (1994), pp. 15–26.

SANSIGOLO, C.A. Distribuições de extremos de precipitação diária, temperatura máxima e mínima e velocidade do vento em Piracicaba, SP (1917-2006). *Revista Brasileira de Meteorologia*. v.23, 2008. p. 341-346.