

CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO SUL: INFLUÊNCIA DOS COEFICIENTES DE DESAGREGAÇÃO NA ESTIMATIVA DAS CURVAS IDF

MARCELLE MARTINS VARGAS¹; LEONARDO DE LIMA CORRÊA²; TAMARA LEITZKE CALDEIRA³; MAYARA ROBERTA DE SOUZA¹; CLAUSE DE FÁTIMA BRUM PIANA⁴; SAMUEL BESKOW⁵

*1*Discente da UFPel/Engenharia Hídrica – marcellevarg@gmail.com;
mayara.robertasouza@gmail.com

*2*Discente da UFPel/Ciência da Computação – skllc@hotmail.com

*3*Discente da UFPel/PPG Recursos Hídricos – tamaracaldeira.eh@gmail.com

*4*Docente da UFPel/CDTec – clausepiana@yahoo.com.br

*5*Docente da UFPel/Engenharia Hídrica – samuelbeskow@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com o propósito de mitigar os impactos de eventos extremos de precipitação, estruturas hidráulicas devem ser dimensionadas com base na vazão máxima, ou vazão de projeto, estimada estatisticamente ou por meio de modelos hidrológicos chuva-vazão.

O método Racional é o mais simplificado e comumente utilizado em pequenas bacias hidrográficas na determinação da vazão máxima, levando em consideração a intensidade da chuva de projeto, estimada pela relação intensidade-duração-frequência (IDF) através de dados pluviográficos. Entretanto, quando não se dispõe de pluviogramas, situação mais corriqueira, pode-se recorrer a metodologias de ajuste das equações IDF através da desagregação de chuva máxima diária anual em intervalos de tempo de até 5 minutos (MELLO & SILVA, 2013).

As constantes geradas para a cidade de São Paulo (CETESB, 1979) têm sido amplamente empregadas na aplicação da metodologia de desagregação de chuvas em todo o Brasil sem que sejam analisadas as limitações intrínsecas da desconsideração da variabilidade espacial desses valores.

Teixeira et al. (2011) geraram as constantes de desagregação para a cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, e concluíram que existem diferenças nos valores médios deste local em relação à São Paulo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das constantes de desagregação sobre a estimativa dos coeficientes da curva IDF para 342 postos pluviométricos do Rio Grande do Sul, bem como o impacto destas na estimativa de chuvas de projeto.

2. METODOLOGIA

Os dados empregados neste estudo foram obtidos junto ao banco de dados hidrometeorológico da Agência Nacional de Águas, disponibilizado através do HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas, e correspondem a registros históricos de precipitação total diária em 342 postos pluviométricos do estado do Rio Grande do Sul, distribuídos espacialmente como ilustrado na Figura 1.

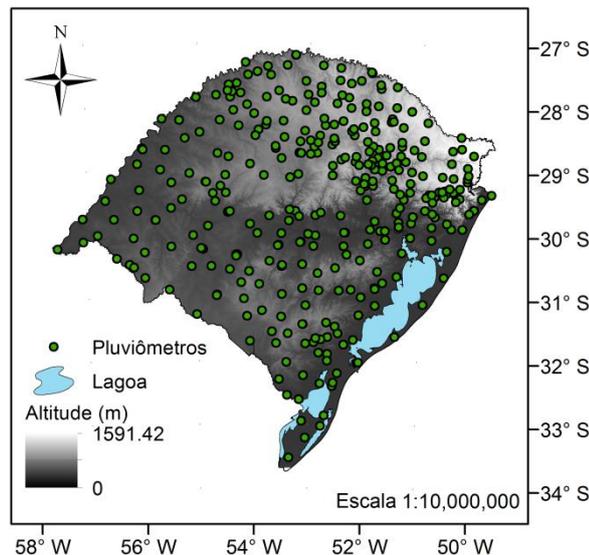


Figura 1. Distribuição espacial dos postos pluviométricos.

Estes dados observados em escala diária permitiram computar séries de precipitação máxima diária anual em cada posto analisado. Estas séries foram ajustadas ao modelo probabilístico de Gumbel, cujos parâmetros de locação e escala foram estimados pelo método dos Momentos, seguindo metodologia descrita em Mello & Silva (2013). A adequação dos dados de precipitação máxima diária anual à distribuição de probabilidades de Gumbel foi verificada através dos testes estatísticos Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-Quadrado (λ^2), ambos ao nível de significância de 5%.

A importação e a manipulação dos dados para a elaboração das séries de precipitação máxima diária anual, bem como o ajuste de modelos probabilísticos e os testes de aderência, foram conduzidos com o auxílio de um aplicativo computacional denominado “System of Hydrological Data Acquisition and Analysis” (SYHDA) (CORREA et al., 2013), o qual está sendo desenvolvido no Laboratório de Simulação Hidrológica e Processamento de Dados, vinculado ao curso de graduação em Engenharia Hídrica e do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Pelotas.

Na sequência, foram estimados os valores de precipitação máxima diária anual de 1 dia para diferentes tempos de retorno (TR) e aplicou-se o Método da Desagregação de Chuvas, utilizando as constantes de São Paulo (CETESB, 1979) e de Pelotas (TEIXEIRA et al., 2011) para relacionar estes com durações de tempo inferiores.

As séries resultantes de precipitação, estimadas por modelagem probabilística e associadas a diferentes TR's e durações, possibilitaram gerar as curvas idf. Tais curvas foram representadas pelo modelo matemático dado pela equação:

$$i = \frac{a \cdot TR^b}{(t+c)^d} \quad (1)$$

onde i é a intensidade de precipitação ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$), TR é o tempo de retorno (anos), t é a duração (min) e a , b , c e d são os coeficientes da IDF, estimados neste trabalho por análise de regressão através do programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS).

Para cada posto pluviométrico foram ajustados dois modelos matemáticos de intensidade de precipitação, seguindo a equação 1: um utilizando a série obtida pelo Método da Desagregação de Chuvas com as constantes de São Paulo (IDF_{SP}) e outro empregando as constantes de Pelotas (IDF_{Pel}). A diferença relativa percentual entre as intensidades de precipitação estimadas pelos dois modelos foi calculada variando os TR's (2, 10, 50 e 100 anos) e durações (15, 30, 60, 180 e 360 minutos).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tocante à verificação do ajuste do modelo probabilístico às séries de precipitação máxima diária anual, o teste KS apontou a não adequação de Gumbel para apenas 2 postos pluviométricos, considerando o nível de significância de 5%. Dados os resultados obtidos pelo teste λ^2 , constatou-se que hipótese de nulidade, ao mesmo nível de significância, foi aceita para 317 postos pluviométricos, sendo os 25 não adequados excluídos da análise.

Analisando o impacto das constantes de desagregação sobre os coeficientes da IDF, foi constatado que os valores de a, b, c, quando da utilização das constantes de São Paulo, variaram entre 622,3 – 1427,8 (média = 923), 0,08 – 0,20 (média = 0,14), 9,49 – 9,79 (média = 9,79), respectivamente, e d foi constante ($d = 0,7244$), enquanto que para as constantes de Pelotas, a, b, c e d, variaram entre 712,8 – 1645,8 (média = 1063,9), 0,08 – 0,20 (média = 0,14), 15,23 – 15,24 (média = 15,24) e 0,7534 – 0,7535 (média = 0,7534), respectivamente. Estes resultados demonstram que as constantes de desagregação influenciam fortemente no ajuste do modelo de IDF empregado neste trabalho.

Na Tabela 1 podem ser visualizados os resultados estatísticos sumarizados da aplicação dos modelos IDF_{SP} e IDF_{Pel} , considerando diferentes tempos de retorno e durações. Pode-se observar que a diferença relativa percentual entre as intensidades de precipitação é inversamente proporcional à duração da chuva até 180 minutos e diretamente proporcional a durações superiores. Em relação ao TR, o que se pode constatar é que, considerando uma dada duração, os valores de diferença percentual tendem a ser constantes. Além disso, os resultados apontam para uma superestimativa da intensidade de precipitação através do modelo IDF_{SP} , quando esta é comparada àquela estimada pelo modelo IDF_{Pel} .

Tabela 1. Diferença relativa percentual (%) entre as intensidades de precipitação estimadas pelos modelos IDF_{SP} e IDF_{Pel} .

TR	15'			30'			60'			180'			360'		
	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	Média
2	9.7	11.6	10.6	5.5	7.1	6.3	3.0	4.6	3.8	2.3	3.9	3.2	3.3	4.9	4.1
10	9.7	11.5	10.6	5.5	7.1	6.3	3.0	4.6	3.8	2.3	3.9	3.2	3.3	4.9	4.1
50	9.3	11.5	10.6	5.0	7.2	6.3	2.6	4.7	3.8	1.9	4.0	3.2	2.9	5.0	4.1
100	9.0	11.6	10.6	4.8	7.3	6.3	2.4	4.8	3.8	1.7	4.2	3.2	2.6	5.1	4.1

Tendo em vista que a duração da chuva exerceu maior influência sobre a diferença relativa percentual das intensidades de precipitação, são apresentados na Tabela 2, a título de exemplo, os coeficientes dos modelos IDF_{SP} e IDF_{Pel} , bem como os resultados decorrentes da aplicação destes para um TR de 10 anos, obtidos a partir da série histórica da estação pluviométrica “Ponte Cordeiro de Farias” (03152016), localizada no município de Pelotas. Estes resultados

corroboram com aqueles apresentados na Tabela 1, visto que as intensidades de precipitação estimadas pelo modelo IDF_{SP} foram sempre superiores às estimadas pelo modelo IDF_{Pel} e a diferença relativa entre esses valores foi decrescendo com o aumento da duração da chuva.

Tabela 2. Intensidade de precipitação ($mm.h^{-1}$) para o TR de 10 anos e diferentes durações, considerando o posto 03152016.

Modelo	Coeficientes				Intensidade de Precipitação ($mm.h^{-1}$)		
	a	b	c	d	t=15 min	t=60 min	t=180 min
IDF_{SP}	1086,9	0,1838	9,7911	0,7244	162,17	76,62	37,12
IDF_{Pel}	1252,9	0,1838	15,24	0,7534	146,64	73,79	35,98

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que as constantes de desagregação de chuva diária exercem grande influência no ajuste do modelo de IDF. Sugere-se que sejam utilizadas, preferencialmente, constantes obtidas em locais próximos ao de interesse; caso contrário, recomenda-se desenvolver estudos a fim de estimar constantes representativas. Por fim, a utilização de constantes inadequadas, pode implicar na super ou subestimativa de chuvas de projeto, impactando projetos de infraestrutura hídrica, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Drenagem urbana: manual de projeto**. São Paulo, 1979. 476 p.

CORREA, L. L.; CALDEIRA, T. L.; SOUZA, M. R.; SIMÕES, M. C.; RODRIGUES, A. N.; BESKOW, S. Módulo de aquisição e análise de dados hidrológicos para o modelo hidrológico LASH. In: XXII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2013, Pelotas. **Anais do XXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**, 2013.

Mello, C. R.; Silva, A. M. **Hidrologia: Princípios e Aplicações em Sistemas Agrícolas**. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.

TEIXEIRA, C. F. A.; DAMÉ, R. C. F.; ROSSKOFF, J. L. C. Intensity-duration-frequency ratios obtained from annual records and partial duration records in the locality of Pelotas, RS, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 687-694, 2011.