

AJUSTAMENTO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS PARA A LOCALIDADE DE SETE LAGOAS, MG, POR REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Paulo Sérgio de Souza Magalhães¹

I – RESUMO

A partir da série histórica dos registros de precipitação disponíveis para a localidade de Sete Lagoas-MG, os parâmetros característicos, duração, intensidade e frequência foram ajustados na Equação de chuvas intensas, por Regressão Linear Múltipla.

II – INTRODUÇÃO

Uma precipitação é caracterizada pelos parâmetros frequência, duração e intensidade. Contudo, a maneira como esses parâmetros se relacionam, assume especial importância em estudos hidrológicos.

Por exemplo, em estudos do binômio precipitação-escorrimento superficial, as características da precipitação, além das condições locais como cobertura vegetal, retenção de umidade e infiltração da água no solo, forma e declividade da bacia hidrográfica onde ocorrer a precipitação, irão determinar a resposta em escoamento superficial.

Assim, em obras de engenharia onde o escoamento superficial esteja envolvido, o projetista recorre a estudos dessas condições locais ao dimensionar suas obras, de modo a torná-las seguras frente a precipitações intensas que possam ocorrer com determinada frequência, dada pelo período de retorno.

REMENIERAS (1971), define chuvas intensas como um conjunto de chuvas associadas a uma mesma perturbação meteorológica bem definida. A intensidade

¹ Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido/EMBRAPA.

dessas chuvas deveria ultrapassar um certo valor (chuva mínima). A duração dessas precipitações poderia variar de alguns minutos até dezenas de horas, atingindo áreas de poucos quilômetros (chuvas de convecção), até milhares de quilômetros quadrados (chuvas frontais).

GARCEZ (1974), destaca que para problemas de dimensionamento de obras hidráulicas, deve-se entender por chuvas intensas as precipitações contínuas, com duração de no máximo poucas horas.

É sabido que a máxima intensidade média observada dentro de uma mesma precipitação pluvial, varia inversamente com a amplitude de tempo em que ocorreu, e que as chuvas intensas são mais raras.

E, com efeito, somente após se conhecer a maneira como se relacionam os parâmetros de uma chuva intensa — duração, frequência e intensidade, poder-se-á caracterizar seus efeitos em termos de escoamento superficial, chegando-se a critérios de dimensionamento mais racionais para uma localidade definida.

Vários autores dispensaram tratamentos estatístico-probabilísticos aos dados de precipitação registrados em pluviógrafos, buscando relações matemáticas entre os parâmetros de uma chuva intensa. Dessas relações, uma das mais difundidas e aceitas, segundo REMENIERAS (1971) é de forma:

$$i = \frac{a \times T^b}{(t+c)^d} \quad \text{onde :} \quad \begin{array}{l} i = \text{intensidade de chuva} \\ t = \text{duração} \\ T = \text{período de retorno} \\ a, b, c, d = \text{parâmetros de ajustamento.} \end{array}$$

Os valores de i , t e T , são obtidos das séries históricas dos registros de precipitação, e na determinação dos parâmetros de ajustamento, por Regressão Linear Múltipla, reside o objetivo do presente trabalho.

III — MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da expressão

$$i = \frac{a \times T^b}{(t + c)^d} \tag{eq. 1}$$

linearizando por logaritmos, vem:

$$\log i = \log a + b \log T - d \log (t + c) \tag{eq. 2}$$

$$\begin{aligned}
 \text{fazendo } Y &= \log i \\
 X_1 &= \log T \\
 X_2 &= \log (t+c) \\
 A_0 &= \log a \\
 A_1 &= b \\
 A_2 &= -d
 \end{aligned}
 \tag{eq. 3}$$

fica $Y = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2$

A equação obtida se adapta à Equação de Regressão Múltipla Generalizada, onde:

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y &= A_0 N + A_1 \Sigma X_1 + A_2 \Sigma X_2 \\
 \Sigma YX_1 &= A_0 \Sigma X_1 + A_1 \Sigma X_1^2 + A_2 \Sigma X_1 X_2 \\
 \Sigma YX_2 &= A_0 \Sigma X_2 + A_1 \Sigma X_1 X_2 + A_2 \Sigma X_2^2
 \end{aligned}
 \tag{eq. 4}$$

sendo N o número de observações disponíveis.

Para se resolver o sistema de equações formado, foi utilizado o programa de Regressão Múltipla, IPH/MRP, identificado pela fita IP-0001, pertencente à programoteca do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os valores de i , t e T , para a localidade de Sete Lagoas (MG), foram extraídos de PFAFSTETTER (1957). Tais valores são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 — Intensidade de chuvas i (mm/h), para a localidade de Sete Lagoas-MG.

Duração t (min.)	Tempo de Retorno T (anos)				
	2	5	10	15	20
5	144	180	198	210	216
15	96	108	120	126	138
30	66	78	104	96	108
60	45	48	51,6	61,8	98,6
120	25,2	28,8	30	32,4	34,8
240	15	17,4	18	18	18
480	9	10,2	11,4	13,2	14,4
840	5,4	6,6	7,2	8,4	9,6

Para uso do programa, testa-se diferentes valores do parâmetro de ajustamento c , e a listagem fornecida pelo computador apresenta os valores dos demais parâmetros. Para cada valor de c testado, a listagem fornece ainda o coeficiente de correlação, o erro padrão da estimativa, os coeficientes de correlação simples entre os parâmetros e os coeficientes de determinação parcial entre as variáveis independentes.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A listagem para o valor de c que apresentou melhor coeficiente de correlação e menor erro padrão da estimativa, encontra-se no Anexo 1. Esse valor do parâmetro c foi de 15,5.

Ainda tivemos que:

Constante de regressão $\rightarrow A_0 = 3,1645$

Parâmetro de ajustamento para tempo de retorno $\rightarrow A_1 = 0,134$

Parâmetro de ajustamento para $t + c \rightarrow A_2 = -0,831$

Em função da linearização feita, teremos:

$$A_0 = \log a$$

$$a = 10^{A_0}$$

$$a = 10^{3,1645}$$

$$a = 1.460,49$$

$$A_1 = b$$

$$b = 0,13$$

$$A_2 = -d$$

$$-d = -0,83$$

$$d = 0,83$$

$$i = \frac{a T^b}{(t+c)^d}$$

$$\text{fica } i = \frac{1460,49 T^{0,13}}{(t + 15,5)^{0,83}}$$

A expressão acima representa então a equação de chuvas intensas, ajustada por Regressão Linear Múltipla, para a localidade de Sete Lagoas, MG.

ANEXO 1

UFRGS IPH CHA
 AJUSTAMENTO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS SETE LAGOAS (MG)
 PAULO SERGIO DE SOUZA MAGALHÃES 114/76 TESTE PARA C = 15.5

NOBS	NVAL	IDEP	IPRNT	IRES	NCOMB	IDELE	DELTA
40	3	1	1	0	1	1	0.000

DATA FORMAT (A8, F10.0, 21.10)

COMBINATION	1	STEP	1	2	3	4
		OPERATION CODE	- 3	1	8	1
		CONSTANTS	17	15.5000		

VARIABLE	TRANSFORMATION
INT. PRE.	COMMON LOG
T. RETOR.	COMMON LOG
DURACA	NOT USED
DURACA + C	COMMON LOG

INPUT DATA

OBS	NO	OBS	ID	INT.PRE.	T.RETOR.	DURACA + C
	1		1	144.000	2.000	20.500
	2		2	180.000	5.000	20.500
	3		3	198.000	10.000	20.500
	4		4	108.000	15.000	20.500
	5		5	120.000	20.000	20.500
	6		6	96.000	2.000	30.500
	7		7	108.000	5.000	30.500
	8		8	120.000	10.000	30.500
	9		9	126.000	15.000	30.500
	10		10	138.000	20.000	30.500
	11		11	66.000	2.000	45.500

12	12	78.000	5.000	45.500
13	13	104.000	10.000	45.500
14	14	96.000	15.000	45.500
15	15	108.000	20.000	45.500
16	16	45.000	2.000	75.500
17	17	48.000	5.000	75.500
18	18	51.600	10.000	75.500
19	19	61.800	15.000	75.500
20	20	69.600	20.000	75.500
21	21	25.200	2.000	135.500
22	22	28.800	5.000	135.500
23	23	30.000	10.000	135.500
24	24	32.400	15.000	135.500
25	25	34.800	20.000	135.500
26	26	15.000	2.000	255.500
27	27	17.400	5.000	255.500
28	28	18.000	10.000	255.500
29	29	18.000	15.000	255.500
30	30	18.000	20.000	255.500
31	31	9.000	2.000	495.500
32	32	10.200	5.000	495.500
33	33	11.400	10.000	495.500
34	34	13.200	15.000	495.500
35	35	14.400	20.000	495.500
36	36	5.400	2.000	855.500
37	37	6.600	5.000	855.500
38	38	7.200	10.000	855.500
39	39	8.400	15.000	855.500
40	40	9.600	20.000	855.500

STATISTICS OF DATA

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION
T. RETOR.	0.8954	0.1325	0.3641
DURACA + C	2.0623	0.3046	0.5519
INT.PRE.	1.5693	0.2169	0.4657

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	T.RETOR.	DURCA+C	INT.PRE.
T.RETOR.	1.0000	0.0000	0.0000
DURACA + C	0.0000	1.0000	-0.9855
INT.PRE.	0.0000	-0.9855	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
T.RETOR.	0.134471	0.3766
DURACA + C	-0.831936	0.9820

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
3.164566	0.9829	0.9820	0.0625

V - ABSTRACT

Based on historical series of available rain gage data from SETE LAGOAS MG, the characteristics parameters duration, intensity and frequency were fitted into an storm intensity Equation, by multiple linear regresion.

VI - BIBLIOGRAFIA

- GARCEZ, L. N. Hidrologia. Ed. Edagard Blucher Ltda, São Paulo, 1974.
- REMENIERAS, G. Tratado de Hidrologia Aplicada. Ed. Técnicos Associados, S.A. Barcelona, 1971.
- PFAFSTETTER, O. Chuvas Intensas no Brasil. Departamento Nacional de Obras de Saneamento, Ministério de Viação e Obras Públicas, Rio de Janeiro, 1957.