



Intensidade, Duração e Frequência de Chuvas em Lajes – RJ

Marinaldo Ferreira Pinto⁽¹⁾; Roriz Luciano Machado⁽²⁾ & Daniel Fonseca de Carvalho⁽³⁾

(1) Estudante de Engenharia Agrícola, Bolsista FAPERJ, Depto Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. mfpufrrj@yahoo.com.br (apresentador do trabalho); (2)

Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo (CPGA-CS), Bolsista CAPES, UFRRJ.

rorizluciano@hotmail.com; (3) Professor Depto Engenharia, Instituto de Tecnologia, UFRRJ. carvalho@ufrrj.br. Bolsista do CNPq;

RESUMO: O conhecimento da duração, intensidade e frequência de chuvas é essencial para o dimensionamento de obras hidráulicas e na adoção de boas práticas de manejo do solo. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo obter a equação de chuva intensa para a região de Ribeirão das Lajes, município de Piraí (RJ). O trabalho foi desenvolvido a partir de uma série de dados pluviográficos fornecidos pela LIGHT, relativo ao período de 1966 a 1983. Foram estudadas as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 135, 150, 165, 180, 210 e 240 minutos e tempo de recorrência de 5, 10, 25, 50 e 100 anos e utilizando a distribuição de Gumbel. Os dados foram processados no programa computacional CHUVEROS para a determinação das intensidades máximas para as respectivas durações e, em seguida, foi utilizado o programa INFER 32 para a obtenção da equação de chuva intensa. Obtendo-se $i = \frac{1006,36 \times T^{0,29288}}{(t+25,4)^{0,6712}}$, que apresentou boa correlação (0,9918).

Palavras-chave: intensidade de precipitação, tempo de recorrência, escoamento superficial

INTRODUÇÃO

Para o dimensionamento de obras hidráulicas é imprescindível o estudo da frequência e probabilidade da ocorrência de chuvas intensas, o que remete à utilização da equação de chuva intensa na região em questão. O dimensionamento de drenos, vertedores de barragens e obras de proteção contra cheias e erosão hídrica requer o estudo das precipitações intensas ocorridas no local, a fim de que seja definida a chuva de projeto, a partir da qual se determina a vazão a ser utilizada. As informações fornecidas por estas equações são localizadas, sendo que normalmente, os técnicos utilizam a equação do pluviógrafo mais próximo, quando situado em região climática similar ou interpolando resultados obtidos nas proximidades do local de interesse (Cecílio & Pruski, 2003).

A região de Lajes é uma região de relevo acidentado e, portanto, suscetível à erosão, além de

ser uma região importante na geração de energia elétrica e no abastecimento de água para a região metropolitana do Rio de Janeiro. Por meio da equação de chuva intensa, para um determinado período de recorrência, conhecido o tempo de concentração da bacia, é possível estimar a intensidade crítica que deve ser considerada no dimensionamento de obras hidráulicas tendo em vista a vida útil e o risco desejado para a obra. Na área de conservação do solo, a intensidade, duração e frequência das chuvas também apresentam importância significativa no que diz respeito à adoção de práticas que visem minimizar os efeitos da erosão provocada pela precipitação. Segundo Cruz (2006), as características das chuvas devem ser levadas em consideração na implementação de ações ou programas de conservação do solo. As chuvas com maior poder erosivo causam maior desagregação na superfície do solo, removendo e transportando a distâncias maiores estas partículas. Havendo a deposição de partículas de solo em outro local, ocorre a obstrução parcial ou total dos poros do solo, reduzindo então sua capacidade de infiltração e, conseqüentemente, aumentando o volume de escoamento superficial.

A determinação das equações de chuvas intensas apresenta, em muitos casos, grandes dificuldades. Por isso, ainda hoje, poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com tal finalidade, constituindo grande entrave na realização de projetos de obras hidráulicas mais confiáveis e econômicos (Pruski et al., 2002). Com base no exposto, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de se obter a equação de chuva intensa para a região de Ribeirão das Lajes.

MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho foi desenvolvido com dados pluviográficos da estação Lajes (código 02243251), fornecidos pela LIGHT (Light Serviços de Eletricidade S.A.) e relativos ao período de 1966 a 1983. A estação se localiza no município de Piraí (RJ), nas coordenadas 22°42'38" de latitude Sul e



43°52'41" de longitude Oeste e apresenta altitude de 462 m. Foram utilizados os registros de pluviogramas diários, com amplitude de 10 mm de altura precipitada e menor escala de leitura de 0,1 mm e tempo de registro de 24 horas com menor escala de leitura de 10 minutos.

Inicialmente os dados pluviográficos foram convertidos para o formato digital mediante a digitalização dos mesmos em mesa digitalizadora, com uso do Sistema para Digitalização de Pluviogramas (HidroGraph 1.02), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (Gonçalves, 2002). Os critérios adotados para individualização das chuvas erosivas foram os mesmos propostos por Wischmeier & Smith (1965).

De posse do arquivo digital, foi utilizado o programa computacional CHUVEROS (Cogo et al., 2003), a partir do qual foram obtidas as intensidades máximas de precipitação associadas às durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 135, 150, 165, 180, 210 e 240 minutos. Com a série histórica, foram identificados os valores máximos para cada ano e para cada duração (Tabela 1). A análise de frequência foi realizada utilizando a distribuição de Gumbel (equação 1).

$$P = 1 - e^{-e^{\gamma}}$$

(1)

em que:

P = probabilidade de um valor extremo da série ser maior ou igual a X;

e = base dos logaritmos neperianos; e

γ = variável reduzida da distribuição de Gumbel.

A equação 1 pode ser apresentada como se segue, substituindo P pelo inverso do período de recorrência (T).

$$\gamma = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

(2)

Os valores da intensidade de precipitação associado a diferentes períodos de retorno foram obtidos por meio da equação 3.

$$X = \bar{X} + K \times r$$

(3)

em que:

X: valor da variável para um dado período de recorrência;

\bar{X} : média aritmética das variáveis da série;

γ : desvio padrão dos valores extremos da série;

K: fator de frequência, função de T e do número de dados da série (n), equação 4;

$$K = \frac{(\gamma - \gamma_n)}{\rho n}$$

(4)

em que:

γ_n : média da variável reduzida com n valores extremos; e

γ : desvio padrão da variável

A Tabela 2 apresenta os valores de intensidade máxima anual encontrados em função da duração e do período de recorrência, que foram utilizados para o ajuste do modelo.

Tabela 2. Intensidade pluviométrica máxima anual, considerando diferentes períodos de recorrência.

Duração (min)	Tempo de recorrência (anos)				
	5	10	25	50	100
5	167,60	183,49	203,57	218,47	233,25
10	133,20	146,22	162,66	174,87	186,98
15	119,64	133,31	150,58	163,39	176,11
20	113,89	130,18	150,77	166,04	181,21
25	105,09	121,77	142,84	158,47	173,99
30	96,47	112,50	132,77	147,80	162,73
35	90,92	107,22	127,81	143,09	158,25
40	86,02	102,47	123,27	138,69	154,01
45	80,79	97,02	117,52	132,73	147,83
50	75,36	90,82	110,36	124,85	139,23
55	70,69	85,42	104,02	117,82	131,52
60	66,60	80,69	98,50	111,70	124,81
70	59,89	72,67	88,81	100,79	112,68
80	54,96	66,59	81,30	92,21	103,04
90	51,46	62,66	76,81	87,30	97,72
100	48,86	59,92	73,88	84,24	94,52
110	47,45	58,82	73,20	83,86	94,44
120	45,70	57,01	71,30	81,90	92,42
135	43,05	54,05	67,95	78,27	88,50
150	40,33	50,60	63,58	73,21	82,77
165	37,86	47,37	59,38	68,29	77,13
180	35,48	44,30	55,45	63,73	71,94
210	32,17	40,33	50,63	58,27	65,86
240	29,62	37,16	46,68	53,74	60,76

A equação de chuva intensa linearizada é apresentada conforme a equação 5 e os seus coeficientes foram estimados por meio do programa computacional INFER 32. O valor de b foi obtido por processo iterativo, sendo o valor final aquele que proporcionou melhor correlação à equação.



$$\ln(i) = \ln(K) + a \times \ln(T) - c \times \ln(t + b) \quad (5)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados para K , a , b e c foram respectivamente igual a 1006,36, 0,19888, 25,4 e 0,6712. Dessa forma, a equação de chuva intensa obtida para Lajes pode ser apresentada como:

$$i = \frac{1006,36 \times T^{0,19888}}{(t + 25,4)^{0,6712}}$$

(6)

sendo i a intensidade máxima média de precipitação (mm.h^{-1}), para duração t e período de retorno T .

A equação apresentou um coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (r^2) e coeficiente r^2 ajustado respectivamente igual a 0,9918, 0,9837 e 0,9834. Além disso, o modelo gerado apresentou um F calculado de 3500 e F crítico de 4,793 ao nível de significância de 1 %, comprovando a hipótese da existência da regressão. Vieira et al. (1998) e Bazzano et al. (2007) encontraram valores de (r) iguais a 0,9990 e 0,9979, para Mococa (SP) e Quaraí (RS), respectivamente.

Na Figura 1 pode-se notar que os valores de intensidade de precipitação médios estimados em função dos valores observados para diferentes durações e períodos de recorrências apresentados na Tabela 2, apresentam uma tendência fortemente linear, com coeficiente angular próximo a 1, indicando que a equação apresenta boa confiabilidade.

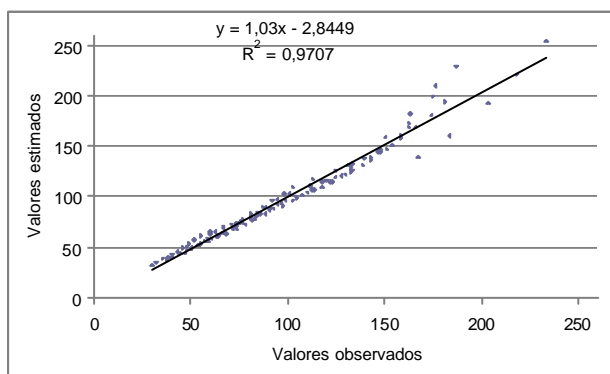


Figura 1. Valores estimados versus valores observados.

CONCLUSÕES

De acordo com resultados encontrados é possível concluir que a equação de chuva intensa estimada, pode ser utilizada com segurança para a região de Ribeirão das Lages, visto que o modelo gerado apresentou um ajuste satisfatório dos parâmetros estatísticos.

REFERÊNCIAS

- BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, coeficiente de chuvas, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. R. Bras. Ci. Solo, v.31, p.1205-1217, 2003.
- CECÍLIO, R.A.; PRUSKI F.F. Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância. Revista R. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.501-504, 2003.
- COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. R. Bras. Ci. Solo, v.27, p.743-753, 2003.
- CRUZ, E.S. DA. *Influência do preparo e cobertura do solo na erosão hídrica de um Argissolo Vermelho-Amarelo, determinada em parcelas experimentais de Wischmeier*. Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado)
- GONÇALVES, F.A. *Erosividade das chuvas no Estado do Rio de Janeiro*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 90p. Dissertação (Mestrado).
- PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; TEIXEIRA, A.F.; SILVA, J.M.A.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, D.F. Plúvio 1.3: chuvas intensas para o Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 31., 2002, Anais. Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. CD-ROM
- VIEIRA, D. B.; LOMBARDI NETO, F.; SANTOS, R.P. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Mococa, SP. PAB, v.33, n.8, 1998.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transaction American Geophysical Union. v.39 p.285-291 1958.



Tabela 1. Intensidade pluviométrica máxima anual em Lajes, RJ, com diferentes durações.

Ano	Duração (min)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1966	147,40	132,00	124,40	111,00	103,50	100,70	97,70	93,60	85,90	79,80	75,40	70,60
1967	176,60	129,00	114,30	117,90	101,30	95,60	91,40	88,30	85,90	84,00	81,80	80,00
1968	120,00	90,00	80,00	70,00	64,00	60,00	52,70	47,30	42,70	38,40	34,90	32,00
1969	156,00	117,80	84,80	68,40	58,50	50,00	42,90	37,60	33,50	30,10	27,40	25,20
1970	135,00	110,00	104,00	90,70	74,40	63,50	56,60	49,50	44,00	39,60	36,00	33,00
1971	140,00	120,00	108,60	96,80	86,40	72,00	61,70	54,60	49,00	45,20	42,80	40,40
1973	160,00	124,40	97,50	84,00	67,20	61,70	56,40	52,50	49,40	47,00	44,60	42,30
1974	180,00	159,60	150,00	150,00	146,40	136,30	130,30	125,20	119,70	110,20	101,40	94,00
1977	171,40	126,70	106,70	92,20	78,20	68,90	62,20	57,20	53,30	48,30	44,30	40,90
1978	146,70	108,00	105,30	99,00	91,80	79,00	72,70	64,50	57,50	52,60	48,60	45,20
1979	120,00	93,30	81,20	65,60	62,40	62,40	64,00	63,60	61,30	59,50	57,30	55,00
1980	171,40	120,00	86,40	76,40	72,00	66,20	62,10	59,10	53,60	48,60	44,50	41,10
1981	120,00	110,00	102,90	100,00	97,10	85,50	77,30	69,00	61,30	55,20	50,20	46,00
1982	124,00	102,90	87,40	74,80	67,20	60,70	56,00	52,50	49,20	46,00	43,60	41,30
1983	132,00	97,50	91,40	90,00	76,80	68,00	58,30	51,00	45,30	40,80	37,10	34,00
\bar{X}	146,70	116,08	101,66	92,45	83,15	75,37	69,49	64,37	59,44	55,02	51,33	48,07
$?x$	21,61	17,70	18,59	22,16	22,68	21,81	22,16	22,38	22,07	21,03	20,02	19,16

Ano	Duração (min)											
	70	80	90	100	110	120	135	150	165	180	210	240
1966	62,70	57,00	54,00	53,90	53,10	51,80	49,20	45,80	42,30	39,40	35,30	32,50
1967	74,70	70,50	67,10	64,60	66,60	66,50	64,90	62,50	59,40	55,90	52,00	48,70
1968	27,40	24,00	21,30	19,20	17,50	16,00	14,20	12,80	11,60	10,70	9,20	10,20
1969	21,90	22,00	20,20	18,60	16,90	15,50	14,70	16,80	17,70	16,90	14,90	13,40
1970	29,00	27,10	24,70	22,20	20,20	18,50	17,60	18,40	19,80	19,20	17,20	15,50
1971	36,50	33,50	30,80	28,70	27,00	25,50	23,60	21,50	19,90	20,40	19,80	18,60
1973	39,40	38,10	35,70	33,50	31,70	29,70	27,00	25,10	24,30	23,60	22,50	21,40
1974	80,60	70,50	62,70	56,40	51,30	47,00	41,80	37,60	34,20	31,30	26,90	23,50
1977	35,50	31,50	28,40	25,90	23,90	22,00	19,60	17,60	16,30	15,50	14,30	13,00
1978	40,00	36,00	32,50	29,80	27,40	25,40	23,00	21,10	19,50	18,00	15,40	14,10
1979	55,60	54,90	55,40	54,20	52,60	50,20	47,20	43,20	39,80	36,70	32,10	28,80
1980	35,70	31,70	28,60	26,10	24,00	22,30	20,00	18,00	16,40	15,10	13,00	11,40
1981	39,40	34,50	30,70	27,60	25,10	23,00	20,40	18,90	17,80	16,80	15,30	14,20
1982	37,60	34,90	32,20	30,00	27,80	26,00	23,40	21,70	20,70	19,30	17,10	15,50
1983	30,30	28,50	26,70	24,20	22,20	23,00	22,10	21,20	20,70	19,20	16,70	14,80
\bar{X}	43,09	39,65	36,73	34,33	32,49	30,83	28,58	26,81	25,36	23,87	21,45	19,71
$?x$	17,38	15,83	15,23	15,03	15,47	15,38	14,96	13,97	12,93	12,00	11,09	10,25