



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

RELAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO FREQUENCIA DE PRECIPITAÇÃO PARA FORTALEZA-CE.

Joseilson Oliveira Rodrigues¹; Eunice Maia de Andrade²; Francisco Antônio de Oliveira Lobato³

¹ Eng. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, bolsista do CNPq, Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC. E-mail: wilson_agronomia@hotmail.com

² Eng. Agrônoma, Ph.D., Professora do Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC. E-mail: eandrade@ufc.br

³ Estudante de Agronomia, bolsista do CNPq, Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC. E-mail: lobatto18@yahoo.com.br

RESUMO: Este estudo estabelece de forma gráfica relações entre intensidade, duração e frequência das precipitações pluviométricas para estação de Fortaleza-CE empregando-se a distribuição de Gumbel. Foram estudadas as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360, 720 e 1440 minutos, e utilizou-se séries históricas de 30 anos de dados, o modelo empregado foi o de Gumbel. Os resultados evidenciaram que para longas durações, as intensidades máximas apresentaram baixa variabilidade, independente do período de retorno, e que essas alterações são mais expressivas para curtas durações. A magnitude do evento depende da duração e do período de retorno, e que essa fica mais evidente para eventos de menores durações e maiores períodos de retorno.

Palavras-chave: Chuvas intensas, hidrologia, Gumbel.

INTENSITY-DURATION-FREQUENCY RAINFALL RELATIONSHIP FOR FORTALEZA-CE, BRAZIL

ABSTRACT: This work defines the graphic relationship between intensity-duration-frequency rainfall for the city of Fortaleza-CE, Brazil. It was used the Gumbel probability distribution. Maximum intensity rainfall was evaluate to 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360, 720 e 1440 minutes, and it was used a 30 years data. According to the results, the maximum intensity rainfall for high durations presented a low variability independent of the return period. The variability was higher for short duration. The magnitude of event depends on the duration and the return period. This fact is more evident for short duration and high return period event.

KEYWORDS: intensity rainfall, hydrology, Gumbel.

INTRODUÇÃO

Quando se realizam estudos climatológicos de uma região, uma das variáveis meteorológicas mais importantes é a precipitação, principalmente devido às consequências que os eventos extremos podem ocasionar. Em virtude disso, um dos principais campos da hidrologia está relacionado com eventos de chuvas extremas, os quais, no caso de eventos máximos referem-se ao estudo das cheias (Marcellini, 1994). Em áreas urbanas, os eventos extremos máximos provocam enchentes, que causam grandes prejuízos materiais e sociais, destruindo bens e propiciando a disseminação de doenças.

Informações sobre precipitações pluviométricas de determinadas durações e frequência são de grande importância, como por exemplo, para a elaboração de projetos agrícolas, conservação dos solos, dimensionamento de canais de irrigação e drenagem, obras de contenção de Cheias, dentre outros (Pinto et. al., 1996 e Silva et al., 2003; Freitas et al., 2001; Silva et al., 1999; Cruciani, 1980). As chuvas em áreas urbanas caem principalmente sobre superfícies impermeabilizadas, escoando para bueiros e finalmente atingindo rios., Em cidades litorâneas como Fortaleza, os efeitos da maré alta elevam o nível das águas na região próximo à costa, dificultando o escoamento natural e agravando os efeitos das chuvas intensas.

A consistência de dados sobre chuvas intensas têm sido apontadas por muitos autores como de extrema relevância para o desenvolvimento local, uma vez que na construção de muitas obras necessita-se desse tipo de conhecimento (Silva, et al., 2002). Estudos sobre intensidade-duração-frequência das precipitações pluviométricas, são específicos para cada local, dada a alta variação climática intra e interregional. Dessa forma torna-se necessária a determinação de curvas de intensidade, duração e frequência das precipitações, para o maior numero possível de localidades. No Estado de Ceará, especificamente, existe uma grande lacuna sobre esse conhecimento. Esse trabalho objetivou a utilização da distribuição de Gumbel-Chow, para estabelecer relações entre intensidade, duração e frequência para a cidade de Fortaleza, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram oriundos de pluviogramas diários, com registro a cada cinco minutos relativo a um período de 30 anos (1970 – 1999), pertencentes à Estação Climatológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), geograficamente localizada nas coordenadas: 3° 45' S e 38° 33' W. Selecionou-se entre os pluviogramas disponíveis aqueles que registravam as maiores alturas pluviométricas, nas diferentes durações do evento de chuva. Portanto, para cada ano de observação foi extraído um único valor de altura pluviométrica (mm) em cada duração. As alturas determinadas foram transformadas em intensidades pluviométricas, dividindo-se a altura precipitada pela sua duração correspondente. Após a seleção dos pluviogramas, elaboraram-se as séries anuais de precipitações máximas para as durações: 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360, 720 e 1440 minutos. A precipitação máxima esperada foi estimada pela distribuição de Gumbel-Chow (Chow, 1964):

$$X_t = \bar{X} + \frac{S_x}{\sigma_n}(y - y_n)$$

(1)

Em que: X_t – é a precipitação máxima esperada para o período de retorno (T) desejado (intensidade do evento) em mm h^{-1} ; \bar{X} é a média aritmética das variáveis da série em mm h^{-1} ; S_x é o desvio padrão da série, mm h^{-1} ; σ_n é o desvio padrão da variável reduzida; e y_n é a média da variável reduzida.

Sendo

$$y = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)$$

(2)

Em que T é período de retorno

As relações intensidade-duração-frequência (IDF) de chuvas foram representados pela equação do tipo:

$$i = \frac{k * T^m}{(t + b)^n}$$

(3)

Em que: i é a intensidade máxima média de chuva (mm h^{-1}); T é o período de retorno (anos); t é o tempo de duração da chuva (minutos); e k , b , m , n são parâmetros empíricos que dependem da posição geográfica da estação meteorológica. Com o objetivo de simplificar as operações matemáticas, a equação 3 foi reescrita na seguinte forma:

$$i = \frac{C}{(t+b)^n}$$

(4)

Para a determinação dos parâmetros da equação IDF, utilizou-se a metodologia utilizada por Back, (2006). e Villela & Mattos (1975):

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 apresenta as curvas das intensidades máximas prováveis para diversas durações e tempos de retorno para a cidade de Fortaleza-CE. Observa-se que para uma mesma duração as intensidades aumentam com o período de retorno. Isto fica bastante evidente para durações menores, enquanto que para grandes durações as intensidades máximas prováveis sofrem poucas variações com aumento no tempo de retorno. Tais constatações foram também confirmadas por Pinto et. al., 1996 e Silva et al., 2003, estudando relações entre intensidade, duração e frequência para as localidades de Minas Gerais e Tocantins, respectivamente. Avaliando-se cada duração individualmente pode-se constatar que para as durações de 240 e 1440 minutos os valores das intensidades apresentaram-se muito próximos, mostrando que na construção de uma obra, ou elaboração de um projeto hidroagrícola, o período de retorno tem pouca influência para grandes durações. No entanto para pequenas durações (>20 minutos) percebe-se diferença expressiva nos valores de intensidades para os diversos tempos de retorno.

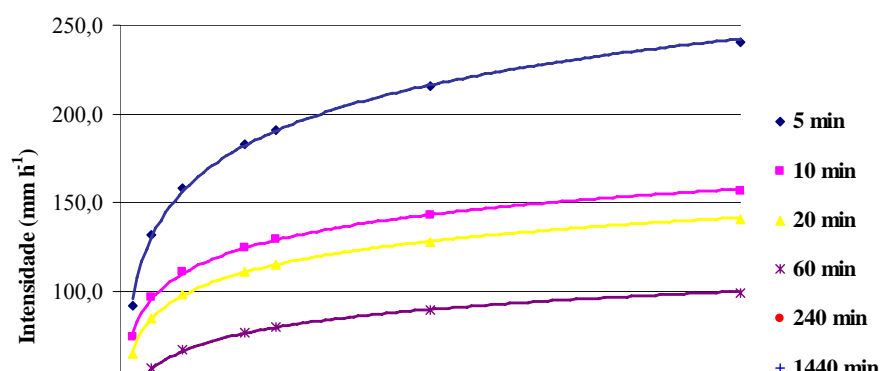


Figura 1 – Representação das intensidades pluviométricas máximas em diversas durações e períodos retorno para a estação pluviográfica de Fortaleza-CE.

Para o tempo de retorno de dois anos a intensidade com duração de 5 minutos foi de $92,21 \text{ mm h}^{-1}$, enquanto que para o tempo de retorno de 100 anos foi de $240,19 \text{ mm h}^{-1}$, isso mostra que a magnitude do evento aumenta para menores durações e altos períodos de retorno, portanto a segurança da obra aumenta proporcionalmente ao tempo de retorno. É importante ressaltar que embora os riscos diminuam para tempos de retorno maiores, o custo da obra eleva-se (Baptista e Nascimento, 2008).

As Figuras 2a e 2b, mostram uma outra representação da IDF tendo a intensidade como variável dependente da duração, em diferentes períodos de retorno. As representações gráficas aqui expostas permitem encontrar o valor da maior intensidade de chuva, para a duração e o período de retorno do evento desejado. Fica evidente para uma mesma duração, a maior sensibilidade nos valores de intensidade pluviométrica em elevados períodos de retorno, ou seja, quanto maior o período de retorno, maior será a intensidade pluviométrica para uma mesma duração (Freitas et al., 2001; Silva et al., 1999; Silva, et al. 2002). Para a duração de 10 minutos com período de recorrência de 2 e 100 anos, as intensidades máximas prováveis foram de $74,42 \text{ mm h}^{-1}$ para $156,49 \text{ mm h}^{-1}$, respectivamente, representando uma variação de 52%. Essa variação torna-se ainda maior para duração de 5 minutos. Comportamento semelhante foi evidenciado por Marcellini (1994), em estudo sobre tormenta de projeto em pequenas bacias hidrográficas. Em projetos de drenagem agrícola costuma-se empregar tempo de retorno

igual a cinco anos (Crusianni, 1980), Silva et al. (2001) considerado como ideal tempo de retorno de dez anos para o dimensionamento de terraços.

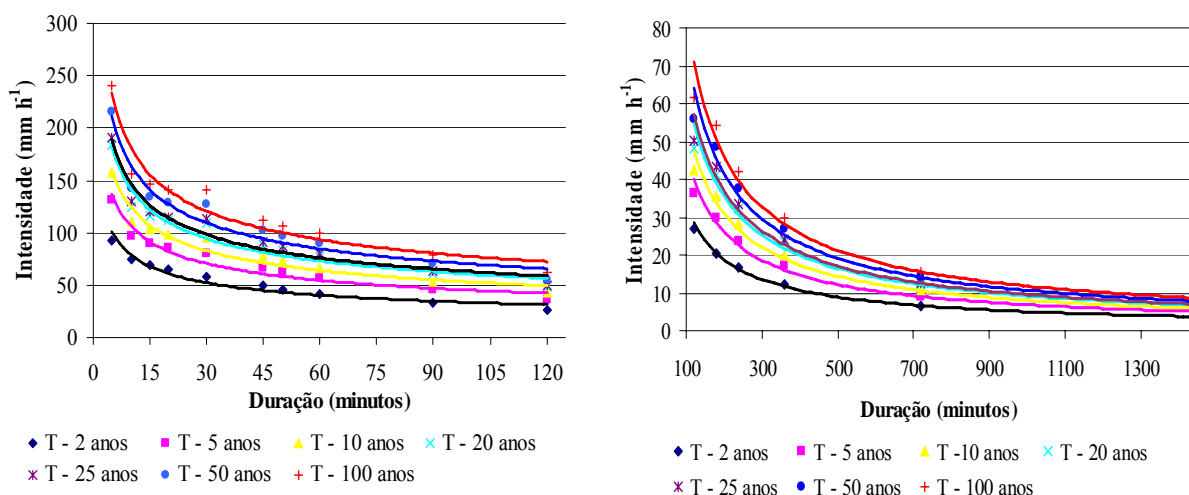


Figura 2 – Relação Intensidade – Duração – Frequência (IDF) em Fortaleza-CE, para as durações de 5 minutos a 120 minutos (a) e 120 a 1440 minutos (b)

CONCLUSÕES

Existe grande variabilidade nos valores de intensidade máxima de precipitação pluvial entre as durações e períodos de retorno, sendo essa variação menos perceptível para grandes durações. Para grandes períodos de retorno (> 50 anos), as intensidades máximas de chuva apresentam-se com uma relação de baixa magnitude, podendo-se em projeto agrícola, optar por um período de retorno menor, uma vez que o custo eleva-se para altos períodos de retorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACK, A. J. Relação Intensidade – Duração – Frequência de chuvas intensas de Chapecó, Estado de Santa Catarina. **Maringá**. v. 28, n. 4, p. 575-581, 2006.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N. Risco e tempo de retorno. Disponível em: <http://www.ehr.ufmg.br/docsehr/posgrad14.pdf>. Acesso em 17 abr. CHOW, V. T. **Handbook of applied hydrology**. New York : McGraw Hill Co, 19642008

CHOW, V. T. **Handbook of applied hydrology**. New York : McGraw Hill Co, 1964, 42p

CRUCIANI, D. E. **A drenagem na agricultura**. São Paulo: Nobel, 1980, 333p.

FREITAS, A. J.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; PINTO, F. A.; PEREIRA, S. B.; GOMES FILHO, R. R.; TEIXEIRA, A. F.; BAENA, L. G. N.; MELLO, L. T. A.; NOVAES, L. F. Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais: Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001, 65p.

MARCELLINI, S. S. **Análise de critérios para a determinação das tormentas de projeto e sua influência nos hidrogramas em pequenas bacias hidrográficas**. São Paulo, SP. 1994. 182p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

SILVA, D. D.; PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; GOMES FILHO, R. R.; LANA, A. M. Q.; BAENA, L. G. N. Equações de Intensidade – Duração – Frequência da Precipitação pluvial para o Estado de Tocantins. **Engenharia Agrícola**, v. 11, n. 1, p.07-14, 2003.

SILVA, D. D. da.; GOMES FILHO, R. R.; PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F. Chuvas Intensas no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6, n.2, p.362-367, 2002.

SILVA, D. D. da.; PINTO, F. R. I.; PRUSKI, F. F. PINTO, F. A. Equações Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação para o Rio de Janeiro e Espírito Santo. **Engenharia Agrícola**. v.18, n.3, p.11-21, 1999.

PINTO, F. A.; FERREIRA, P. A.; PRUSKI, A. R.; ALVES, A. R.; CECON, P. R. Equações de chuvas intensas para algumas localidades do estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**. v. 16, n. 1, p. 91-104, 1996.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975, 245p.