

EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS PARA OS MUNICÍPIOS DE GUARABIRA E CAJAZEIRAS- PB

KAÍSE BARBOSA DE SOUZA¹, KARLA NAYARA SANTOS DE ALMEIDA², JOÃO BATISTA LOPES DA SILVA³, ALCINEI RIBERIO CAMPOS⁴, LUANNA CHÁCARA PIRES⁵

¹Eng. Florestal, Mestranda em Engenharia Agrônômica: Solos e Nutrição de Plantas - UFPI, campus Bom Jesus/PI, (89)9997-2630, kaisesouza172@yahoo.com.br

²Eng. Florestal, Mestranda em Engenharia Agrônômica: Solos e Nutrição de Plantas - UFPI, campus Bom Jesus/PI

³Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Florestal, UFPI/ campus Bom Jesus/PI

⁴Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrônômica: Solos e Nutrição de Plantas, UFPI/ campus Bom Jesus/PI

⁵Zootecnista, Prof. Doutora, Departamento de Engenharia Agrônômica, UFPI/ campus Bom Jesus/PI

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil.

RESUMO: O conhecimento da variação das chuvas assim como as relações que envolvem intensidade, duração e frequência (IDF) tem sido usada como uma importante ferramenta na elaboração de projetos agrícolas e no desenvolvimento de obras hidráulicas. Desta forma, nesse trabalho objetivou-se a determinação dos parâmetros das equações IDF para as cidades de Guarabira e Cajazeiras, ambas no estado da Paraíba. Para a realização deste trabalho foram utilizados dados pluviográficos das estações pluviométricas disponíveis no banco de dados da Agência Nacional de Águas. Para cada estação foi obtida as séries de máximas alturas médias de precipitação de 1 dia, para os seguintes períodos de retorno (TR): 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, pelas distribuições de probabilidade Gumbel, Pearson III, Log-Pearson III, Log-Normal II e III, sendo escolhida a com melhor aderência e menor erro padrão. Em seguida realizou-se a desagregação da precipitação de 1 dia em intervalos menores. Após isto foram determinadas para cada estação os parâmetros K, a, b, e c da equação de intensidade-duração-frequência por regressão múltipla não linear, pelo método de iteração de Gradação Reduzida Generalizada Não Linear. As equações geradas apresentaram um bom ajuste aos dados com valores de r^2 acima de 0,99 para as duas cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Equação IDF; período de retorno; precipitação máxima.

Equations of maximum rainfall to the Guarabira and Cajazeiras Countries, Brazil

ABSTRACT: It is important to know the distribution and behavior of rainfall to the development of hydro-agricultural projects, and the analysis of the intensity, duration, and frequency of rainfall are made IDF equations, obtained from rainfall data. The works aim to determine the parameters of IDF equations to Guarabira and Cajazeiras Countries, Brazil. It was used rainfall data obtained from the database of the National Water Agency (ANA). For each station was obtained the series of maximum rainfall from one day to the following return periods (TR): 5, 10, 15, 25, 50 and 100 years, obtained by the probability distributions Gumbel, Pearson III, Log-Pearson III, Log-Normal II and III, that was chosen the best model with better math and lower standard error. It was held after the breakdown of rainfall a day in smaller intervals and then determining for each station the parameters K, a, b and c of intensity-duration-frequency by nonlinear multiple regression equation by the method of iteration Reduced Gradient generalized Non linear. The generated equations showed a good fit to the data with r^2 values above 0.99 for the two Countries.

KEYWORDS: DIF equation; return period; maximum rainfall.

INTRODUÇÃO: O conhecimento das características da chuva em determinado tempo e espaço é de fundamental importância para o planejamento de práticas de conservação do solo e da água e manejo de bacias hidrográficas, além de ser utilizada para definir a vazão de projetos, sendo utilizado no dimensionamento de vários tipos de obras hidráulicas, como drenos, vertedouros de barragens, terraços, bacias de contenção, dentre outras (CECÍLIO et al., 2009). Para a caracterização das precipitações é necessário o conhecimento de três grandezas: a intensidade, a duração e a frequência. Essa relação é comumente denominada de curvas Intensidade-Duração-Frequência (IDF) (DAMÉ et al., 2008). Normalmente, essas relações são representadas por modelos matemáticos gerados a partir de uma série de dados pluviográficos obtidos para cada localidade, válidos então somente para a estação onde o qual os dados foram obtidos. Chuvas intensas, também denominadas chuvas extremas ou máximas, são aquelas que apresentam grande lâmina precipitada, durante pequeno intervalo de tempo (SILVA et al., 2003) com distribuição irregular, tanto espacial, quanto temporal (ARAÚJO et al., 2008). Dessa forma estas são capazes de provocar grandes prejuízos tanto em áreas urbanas como em áreas rurais. Portanto o estudo e a determinação da intensidade das precipitações intensas são fundamentais para o planejamento de estruturas destinadas ao correto manejo de bacias hidrográficas, ao controle e proteção contra inundações e às práticas de conservação do solo e da água (SENNA et al., 2010). Diante do exposto, objetivou-se com presente estudo determinar os parâmetros das equações IDF para as cidades de Guarabira e Cajazeiras, ambas no estado de Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a realização deste trabalho foram utilizados dados coletados por duas estações pluviométricas localizadas nos municípios de Campina Grande e Patos, ambas no estado da Paraíba, disponíveis no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), em seu sítio eletrônico. Inicialmente foi realizada uma análise de consistência das séries de dados de cada estação e em seguida obtidas as séries de precipitação máxima de um dia, para os seguintes períodos de retorno (TR): 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos. As distribuições de probabilidade utilizadas foram: Gumbel; Log-Normal II e III; Pearson III; Log-Pearson III (TUCCI, 2001; NAGHETTINI e PINTO, 2007), sendo que para cada estação foram selecionadas as precipitações máximas em que os dados da série apresentaram maior aderência ao modelo probabilístico, isto é, considerando o modelo de distribuição que apresentou menor erro padrão. Todas estas etapas foram realizadas com auxílio do software SisCAH (SOUZA et al., 2009). De posse dos valores das séries de precipitação máxima de um dia para período de retorno, realizou-se a desagregação da precipitação de um dia em intervalos menores de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos utilizando-se os coeficientes do método de desagregação da chuva proposta por CETESB (1979) (Tabela 1).

TABELA 1. Coeficientes de desagregação da precipitação para intervalos de tempos menores de um dia

| Intervalo de transformação | Coeficientes |
|----------------------------|--------------|
| 1 dia para 24 h | 1,14 |
| 1 dia para 12 h | 0,85 |
| 24 h para 10 h | 0,82 |
| 24 h para 8 h | 0,78 |
| 24 h para 6 h | 0,72 |
| 24 h para 1 h | 0,42 |
| 1 h para 30 min | 0,74 |
| 1 h para 25 min | 0,91 |
| 1 h para 20 min | 0,81 |
| 1 h para 15 min | 0,70 |
| 1 h para 10 min | 0,54 |
| 1 h para 5 min | 0,34 |

Fonte: CETESB (1979).

Após a desagregação das chuvas de um dia em intervalos menores, foram ajustados para cada estação os parâmetros K , a , b , e c das equações de intensidade-duração-frequência (Eq. 1).

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

em que,

- Im – intensidade máxima média de precipitação, mm h⁻¹;
- TR – período de retorno, anos;
- t – duração da precipitação, min; e
- $K, a, b, e c$ – parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

O ajuste dos parâmetros da equação IDF foi realizado por meio de regressão múltipla não linear, pelo método de interação de Gradação Reduzida Generalizada (GRG) Não Linear (SOLVER, 2010), com avaliação do ajuste realizada pela correlação de Pearson (r) ao quadrado (r^2) (Eq. 2). Também foi realizada a avaliação do ajuste dos parâmetros pela equação de regressão dos dados observados em relação aos dados estimados, observando neste caso o coeficiente angular da reta.

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}} \quad (2)$$

em que,

- x – valores observados;
- \bar{x} – valores médios observados;
- y – valores estimados; e
- \bar{y} – valores médios estimados.

RESULTADOS E DISCURSSÃO: A Tabela 2 apresenta os valores das precipitações máximas observadas para cada estação de acordo com o modelo probabilístico em que os dados da série apresentaram maior aderência. Pode se observar que houve variação de uma estação para outra, onde a estação 00635040, Guarabira, apresentou os maiores valores de precipitação para todos os períodos de retorno.

TABELA 2. Valores das chuvas máximas (mmh⁻¹) de um dia para diferentes períodos de retorno

| Município | Código | Período de retorno em anos | | | | | |
|------------|----------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Guarabira | 00635040 | 101,23 | 122,53 | 135,8 | 155,89 | 176,77 | 197,49 |
| Cajazeiras | 00638028 | 98,22 | 109,87 | 116,02 | 123,29 | 136,07 | 146,72 |

De acordo com a Tabela 3 observou-se que os parâmetros (K, a, b e c) da equação IDF apresentaram bons ajustes com r^2 superior a 0,99 para as duas estações. Todos os parâmetros da IDF apresentaram variação de uma estação para outra, resultados semelhante aos encontrados por ARAGÃO et. al (2013). Silva et al. (2002) também constataram variação nos valores dos parâmetros de ajuste (k, a, b, c) sendo o valores de r^2 superiores a 0,99. O parâmetro K apresentou a maior variação enquanto que o parâmetro c apresentou a menor variação entre as estações. Esses resultados indicam uma considerável variação das intensidades de precipitação esperadas para diferentes regiões do Estado. Segundo Aragão et al. (2013), essa variação pode ser atribuída principalmente a distribuição das chuvas, sendo que nas regiões onde apresentam maiores valores precipitados também apresentam maiores valores do parâmetro K , tendo o parâmetro c comportamento inverso ao parâmetro K .

TABELA 3. Valores dos parâmetros (k, a, b e c) da IDF ajustados para Guarabira e Cajazeiras na Paraíba.

| Município | Código | k | a | b | c | r^2 |
|------------|----------|-----------|--------|---------|--------|--------|
| Guarabira | 00635040 | 1142,1836 | 0,2231 | 15,4045 | 0,8004 | 0,9960 |
| Cajazeiras | 00638028 | 981,3362 | 0,134 | 11,6349 | 0,7643 | 0,9994 |

Nas figuras 1A e 1B, pode ser observado o ajuste dos valores de intensidades máximas estimados com as equações IDF ajustadas nesse trabalho e os valores obtidos a partir dos dados observados para cada estação, os resultados evidenciam o bom ajuste das equações, tendo em vista que quando se comparou os dados estimados com os dados obtidos das series pluviográficas, observa-se que há uma grande correlação entre esses valores, com r^2 superior a 0,99.

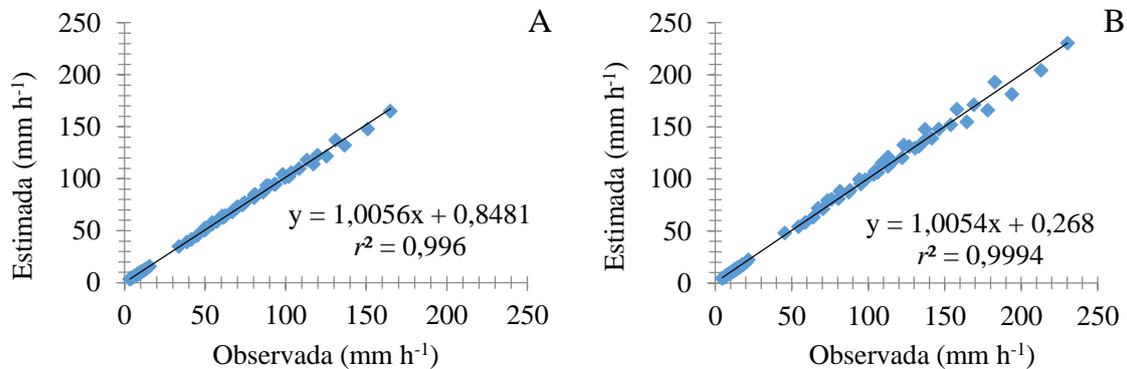


FIGURA 1. Comparação entre os valores de intensidades máximas estimadas (Estimada) com os valores das equações IDF ajustadas nesse trabalho e os valores de intensidades obtidas a partir dos dados observados (Observada) para cada estação: (A) Guarabira; e (B) Cajazeiras.

CONCLUSÃO: As equações IDF geradas apresentaram bons ajustes com valores de r^2 acima de 0,99 para as duas cidades, Guarabira e Cajazeiras. Todos os parâmetros analisados apresentaram variação entre as estações evidenciando a necessidade da determinação desses parâmetros para cada estação.

REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas. **Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas**. 2012. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 28 março 2013.
- ARAGÃO, R.; SANTANA, G. R.; COSTA, C. E. F. F.; CRUZ, M. A. S.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. **Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.3, p.243–252, 2013.
- ARAÚJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. F. M.; SANTOS, A. S.; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos v.23, n.2, p.162-169, 2008.
- CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PRUSKI, F. F.; HOLLANDA, M. P.; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação de interpoladores para os parâmetros das equações de chuvas intensa no Espírito Santo. **Ambi-Agua**, Taubaté, v.4, n.3, p.82-92, 2009.
- CETESB - Companhia De Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Drenagem urbana: manual de projeto**. São Paulo, 1979. 476 p.
- DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TERRA, V. S. S. Comparação de diferentes metodologias para estimativa de curvas intensidade-duração-frequência para pelotas – RS. **Revista Engenharia Agrícola**, v.28, n.2, p.245-255, abr./jun. 2008.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007, 552p.
- SENNA, R. S.; XAVIER, A. C.; LIMA, J. S.S.; CECÍLIO, R. A. Metodologias para estimativa dos parâmetros da equação de chuvas intensas no estado do Espírito Santo. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.18 N.6, p.496-503. 2010.
- SILVA, D. D.; 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, p.362-367, 2002.
- 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 na Agricultura**, Viçosa, v.11, n.1-4, p. 7-14, 2003.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre, RG: UFRGS, 943 p, 2001.