

## **EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS PARA OS MUNICÍPIOS DE CAMPO REDONDO E CARAÚBAS – RN**

**FRANCISCA ALVES CÂNDIDO<sup>1</sup>; JOÃO BATISTA LOPES DA SILVA<sup>2</sup>; LUANNA CHÁCARA PIRES<sup>3</sup>; LUCIANO CAVALCANTE DE JESUS FRANÇA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Florestal, UFPI *Campus* Professora Cinobelina Elvas, franciska\_candido@outlook.com

<sup>2</sup> Professor, D. Sc. Eng. Agrícola e Ambiental, UFSB *Campus* Paulo Freire, (73) 99192-6885, silvajbl@ufsb.edu.br

<sup>3</sup> Professora, D. Sc. Zootecnia, UFSB *Campus* Paulo Freire, (73) 99192-6636, luanna.ufsb@gmail.com

<sup>4</sup> Mestrando em Ciência Florestal, UFVJM *Campus* Diamantina, lucianodejesus@florestal.eng.br

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** O conhecimento das relações que envolvem intensidade, duração e frequência (IDF) das precipitações máximas 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 Campo Redondo e Caraúbas, ambas no estado do Rio Grande do Norte. Para a realização deste trabalho foram utilizados dados 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 0,97 para ambas cidades.

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

## **EQUATIONS OF MAXIMUM RAINFALL TO THE CAMPO REDONDO AND CARAÚBAS CITIES, BRAZIL**

**ABSTRACT:** The knowledge of rainfall relation of intensity, duration and frequency (IDF) it is important to development projects hydraulics to agriculture. This works aim to determine the parameters of IDF equations to Campo Redondo and Caraúbas Cities, Rio Grande do Norte state, Brazil. It was used rainfall data obtained from the database of the Brazil National Water Agency (ANA). The data of each pluviometric 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 probability distributions models Gumbel, Pearson III, Log-Pearson III, Log-Normal II and III, that was chosen the best model with better match and lower standard error. After was made the breakdown daily rainfall in smaller intervals and then determining for each station the parameters K, a, b and c of intensity-duration-frequency equation (IDF) by nonlinear multiple regression equation by the method of iteration Reduced Gradient generalized Non linear. The generated IDF equations showed a good fit to data, with  $R^2$  values above 0.97 for the both cities.

**KEYWORDS:** IDF equation; return period; maximum rainfall.

**INTRODUÇÃO:** Conhecer a distribuição e o comportamento das precipitações é de fundamental importância para o desenvolvimento de projetos hidroagrícolas, sendo que a frequência de ocorrência das mesmas e a sequência com que estas ocorrem, apresentam grande relevância nos estudos relativos à erosão dos solos (REIS et al., 2005). As chuvas intensas, também denominadas chuvas extremas ou máximas, são aquelas que apresentam grande lâmina precipitada, durante pequeno intervalo de tempo (SILVA et al., 2003). De acordo com CASTRO et al., (2011) o conhecimento das características das precipitações intensas, de curta duração é importante para o entendimento do dimensionamento de obras hidráulicas em geral, tais como galerias de águas pluviais, canalizações de córregos, bueiros, canais de drenagem, entre outros. Para caracterização das precipitações, é necessário conhecer a sua duração, sua intensidade e sua frequência de ocorrência. Essa relação é comumente denominada de curvas Intensidade-Duração-Frequência (IDF) (DAMÉ et al., 2008). As estimativas das chuvas intensas são realizadas por intermédio de equações empíricas (IDF) e derivadas a partir de dados pluviométricos para cada estação. Segundo GENOVEZ & ZUFFO (2000), apresentam validade regional, sendo que essas equações são válidas somente para o local (região) da estação do qual os dados pluviométricos foram obtidos. Portanto, neste trabalho objetivou-se determinar parâmetros das equações de IDF para os municípios de Campo Redondo e Caraúbas, os quais são pertencentes ao estado do Rio Grande do Norte.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados utilizados para a realização deste trabalho foram coletados por duas estações pluviométricas localizadas nos municípios de Campo Redondo e Caraúbas, ambas no estado do Rio Grande do Norte, 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 foram 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 (NAGHETTINI & PINTO, 2007), selecionando para cada estação as precipitações máximas em que os dados da série apresentaram aderência ao modelo probabilístico pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo selecionado após o teste de aderência o modelo de distribuição que apresentou menor erro padrão. Todas estas etapas foram realizadas com auxílio do software SisCAH (SOUSA et al., 2009). De posse dos valores das séries de precipitação máxima de um dia para cada 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). 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).

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

em que,

$I_m$  – intensidade máxima média de precipitação, mm h<sup>-1</sup>;

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, com avaliação do ajuste realizada pelo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). 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.

**Tabela 1** - Coeficientes de desagregação da precipitação para intervalos de tempos menores de um dia

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

Fonte: CETESB (1979).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 2 apresenta os valores das precipitações máximas de um dia observadas para cada estação de acordo com o modelo probabilístico em que os dados da série apresentaram maior aderência, pode se observar que a estação de Caraúbas apresentou os maiores volumes de precipitação máxima.

**Tabela 2** - Valores das precipitações máximas (mm) de um dia para diferentes períodos de retorno

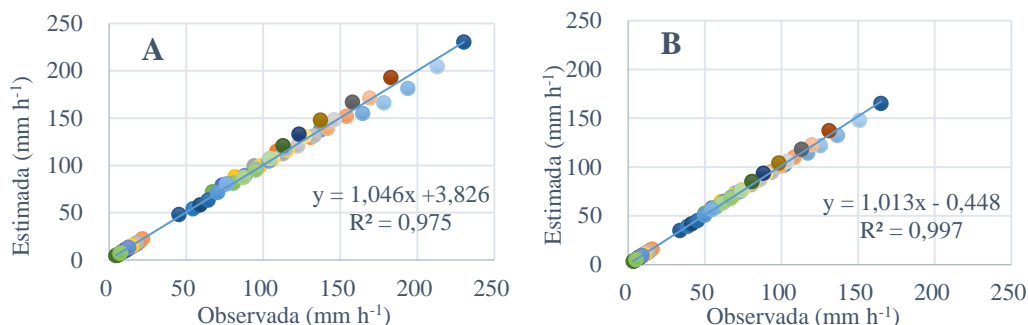
Município	Código	Período de retorno em anos					
		5	10	15	25	50	100
<b>Campo Redondo</b>	00636022	85,39	101,70	110,37	120,71	133,96	146,57
<b>Caraúbas</b>	00537006	88,35	105,21	114,58	148,94	148,94	166,08

Na Tabela 3 observa-se os parâmetros ajustados (K, a, b e c) das equações de IDF, relativos às duas estações pluviométricas nos municípios analisados, verificando ajustes adequados, com valores  $R^2$  acima de 0,97. Em seu estudo sobre chuvas intensas em localidades do estado de Pernambuco, SILVA et. al (2012), observaram que os valores dos parâmetros de ajuste (K, a, b, c) das equações apresentaram alta variabilidade de uma estação para outra, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho.

**Tabela 3** - Valores dos parâmetros (K, a, b e c) da IDF ajustados para Araruna e Barra de SantaRosa na Paraíba.

Município	Código	K	a	b	c	$R^2$
<b>Campo Redondo</b>	00636022	24,685	0,814	10,541	0,753	0,997
<b>Caraúbas</b>	00537006	29,501	0,951	22,140	0,857	0,975

Observa-se nas figuras 1A e 1B, o ajuste dos valores de intensidades máximas estimados com as equações IDF ajustadas nesse trabalho, bem como os valores obtidos a partir dos dados observados para cada estação, evidenciando o bom ajuste das equações, visto que, ao se comparar os dados estimados com os dados obtidos das séries pluviográficas, observa-se que há uma grande correlação entre esses valores, com  $R^2$  superior a 0,97.



**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) Caraúbas; e (B) Campo Redondo.

**CONCLUSÕES:** As equações geradas apresentaram um bom ajuste aos dados observados com valores de  $R^2$  acima de 0,97 para as duas cidades, Campo Redondo e Caraúbas, sugerindo que as equações representam bem as condições climáticas, podendo, serem usadas na simulação de chuvas máximas nesses municípios.

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, A. L. P.; SILVA, C. N. P.; SILVEIRA, A. **Curvas Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extremas para o município de Cuiabá (MT)**. *Ambiência Guarapuava (PR)* v.7 n.2 p. 305 - 315 Jan./Abr. 2011.
- 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.
- GENOVEZ, A. M.; ZUFFO, A. C. Chuvas intensas no Estado de São Paulo: Estudos existentes e análise comparativa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, p45-58, 2000.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007, 552p.
- REIS, M. H. ; GRIEBELER, N. P.; SARMENTO, P. H. L.; OLIVEIRA, L. F. C.; OLIVEIRA, J. M. **Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no estado de Goiás e Distrito Federal**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 229-236.
- SILVA, D. D.; PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; GOMES FILHO, R. R.; LANA, A. M. Q.; BAENA, L. G. **Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o estado de Tocantins**. *Engenharia na Agricultura*, v. 11, n. 1, p 7-14, 2003.
- SILVA, B. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, F. B.; ARAÚJO FILHO, P. F. **Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 17 n.3 - 135-147, Jul/Set 2012.
- SOUSA, H. T.; PRUSKI, F. F.; BOF, L. H. N.; CECOM, P. R.; SOUSA, J. R. C. **SisCAH – Sistema Computacional para Análise Hidrológica**. Versão 1.0. GPRH, 2009.