

## CHUVAS INTENSAS NO MUNICÍPIO DE IRECÊ-BA

Mariana Lima Figueredo<sup>1</sup>; Fagna Maria Silva Cavalcante<sup>2</sup>; Igor Bruno Machado dos Anjos<sup>3</sup>;  
Sara Alves de Carvalho Araújo Guimarães<sup>4</sup>; Manoel Moisés Ferreira de Queiroz<sup>5</sup>

*1-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:mariana.lima.figueredo@gmail.com*

*2-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:cavalcante.fagna@gmail.com*

*3- Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:ibrunoanjos@gmail.com*

*4-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:saraalves238@gmail.com*

*5-Professor do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande  
- CCTA/UFCG – email:mmfqueiroz@gmail.com*

### INTRODUÇÃO

As chuvas intensas, também chamadas de chuvas extremas máximas, são aquelas que apresentam grande lâmina precipitada, durante pequeno intervalo de tempo, que frequentemente, causam consideráveis prejuízos materiais e humanos. A principal forma para caracterização de chuvas extremas é através do estabelecimento da relação da intensidade, duração e frequência da precipitação pluvial, (Silva, D. D. *et al*, 2003; Damé, R. C. F. *et al*, 2008).

Segundo Tucci (2009), para projetos de obras hidráulicas como vertedores de barragens, sistemas de drenagem, galerias pluviais, dimensionamento de bueiros, entre outros, é necessário conhecer as três grandezas que caracterizam as precipitações máximas: intensidade, duração e frequência (ou tempo de retorno). As quais podem ser representadas pelas curvas I-D-F (intensidade – duração - frequência) ou por uma equação matemática chamada equação de chuva.

Para estimar os parâmetros de chuvas intensas, trabalha-se com regressão múltipla não-linear utilizando-se séries históricas de dados de chuvas máximas com vários tempos de duração, extraídos de pluviogramas. Quando não se dispõe deste instrumento, pode-se trabalhar com dados pluviométricos de chuvas máximas diárias anuais aplicando-se o processo de desagregação de chuvas, que é bastante comum (Mello *et al.*, 2001; Cardoso *et al.*, 1998). Não obstante, as maiorias dos municípios brasileiros não dispõem da relação intensidade–duração-frequência (IDF), o que obriga os projetistas à adoção de equações de chuva de outras cidades, similar do ponto de vista climático (Colombili & Mendes, 2013).

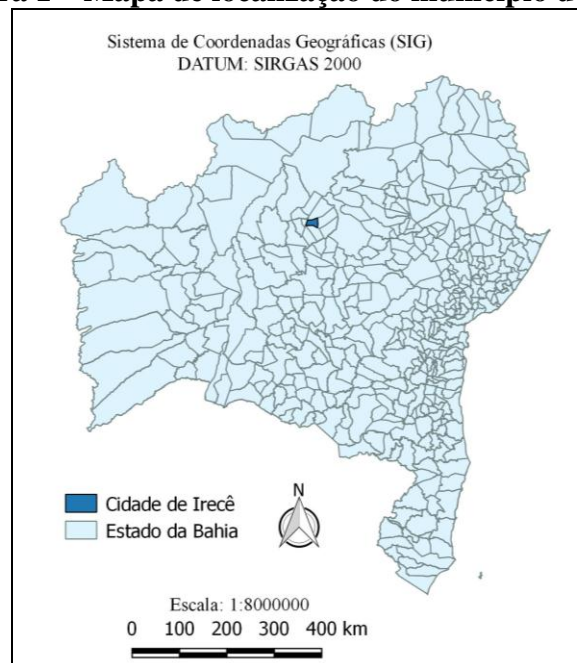
Levando-se em conta a grande importância do conhecimento das relações de intensidade, duração e frequência de precipitações intensas para o dimensionamento e gestão de obras

hidráulicas municipais, o presente estudo teve como objetivo determinar a relação intensidade–duração-frequência e a estimação da equação de chuvas intensas para o município de Irecê-Ba, através da desagregação de chuvas máximas diárias anuais do município.

## METODOLOGIA

O município de Irecê localizado no centro norte baiano (Figura 1), apresenta coordenadas geográficas  $11^{\circ} 18' 14''$  de latitude S e  $41^{\circ} 51' 21''$  de longitude W e altitude 722m. Segundo Ruben (2014), a cidade está inserida no clima semiárido, e seu território está incluído no Polígono das Secas, sua pluviosidade média é de 582 mm anuais, e apresenta estação chuvosa de novembro a janeiro.

**Figura 1 – Mapa de localização do município de Irecê**



Fonte: Autores, 2017

Para a obtenção da série de chuva máxima diária anual foi utilizada a série história de dados de precipitação diária oriundo da estação pluviométrica da cidade de Irecê, fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), correspondente ao período de 1970 a 2016, exclusive os anos de 1985, 1989, 1990 e 1992, por não possuir a série completa de informações necessárias ao estudo.

A serie de chuva máxima diária anual obtida da base de dados de chuvas diária foi submetida ao ajuste da distribuição de probabilidade Gumbel, usando o método dos momentos para estimativa de seus parâmetros. A partir deste ajuste obtiveram-se valores de chuva máxima diária anual referente aos períodos de retornos de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 e (1) 100 anos. Estes valores foram submetidos ao processo de desagregação, utilizando os

fatores de desagregação proposto pela CETESB (1986). Este procedimento possibilita a obtenção de alturas de precipitação para as durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 min.

A caracterização de chuvas intensas pode ser descrita a partir do ajuste dos parâmetros K, m, n, e b da equação de intensidade, duração e frequência (Equação 1) por meio de regressão linear (CAMPOS, A. R. *et. al.*, 2014).

$$I = \frac{K(TR)^m}{(t + b)^n}$$

Em que: I é a intensidade média de precipitação, mm/h; TR é o período de retorno em anos e t a duração crítica da precipitação em min; enquanto que K, m, n, e b são parâmetros ajustados com base nos dados de intensidade pluviométrica da localidade.

As intensidades de chuvas para as durações de 5 a 1440 min e períodos de retornos citados foram utilizados para a confecção das curvas i-d-f. E as curvas foram representadas por uma equação matemática de chuvas intensas do tipo:

$$I = \frac{C}{(t + b)^n} \quad (2)$$

Em que: C = K(TR)<sup>m</sup>; K, m, n e b são parâmetros empíricos da equação; I a intensidade de chuva, em mm/h; TR o período de retorno, em anos e t a duração crítica da chuva em min. Com a transformação logarítmica da equação 2 resulta em:

$$\text{Log } I = \text{log } C - n \text{ log}(t + b) \quad (3)$$

Sendo esta semelhante à equação linear  $y = A - Bx$ , em que  $y = \text{log}(I)$  e  $x = \text{log}(t + b)$ . A aplicação de logarítmicos aos dados de intensidade de chuva I e aos valores de tempo (t + b) resultou em relações lineares entre as duas variáveis transformadas, que aplicando ajustes de regressão lineares através do método de ajuste dos mínimos quadrados obtiveram-se equações lineares para os diferentes valores de períodos de retornos, estimando-se os parâmetros n e b da equação 2.

A transformação logarítmica da relação  $C = K(TR)^m$  resultou na equação linear  $\text{log}C = \text{log}K + m\text{log}TR$ , em que o  $\text{log}C$  é o coeficiente linear da equação 3. O ajuste da equação linear aos dados transformados  $\text{log}TR$  versus  $\text{log}C$ , usando o método dos mínimos quadrados permitiu a obtenção dos parâmetros m e K da equação 1 de chuvas intensas.

A avaliação da qualidade dos ajustes dos parâmetros da equação IDF se deu por meio do coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, obtida pelo quadrado do valor de r fornecido pela equação 4.

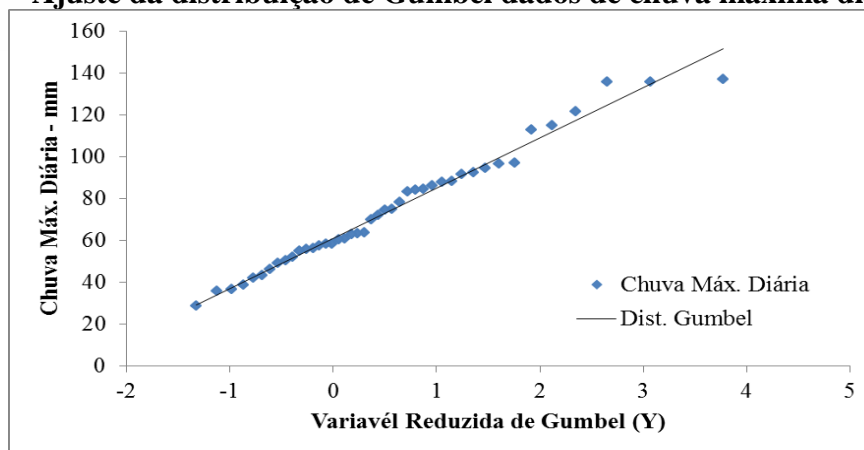
$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}} \quad (4)$$

Onde: X – valores observados;  $\bar{X}$  - valores médios observados; Y – valores estimados;  $\bar{Y}$  - valores médios estimados. Todas as etapas de cálculo deste trabalho foram desenvolvidas empregando-se planilhas eletrônicas Excel<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste da distribuição Gumbel à série de valores extremos de chuva diária do município de Irecê-Ba está exibido na Figura 2.

**Figura 2 – Ajuste da distribuição de Gumbel dados de chuva máxima diária anual**



Fonte: Autores (2017).

Os valores de intensidades de chuvas obtidos através da desagregação das chuvas máximas diárias fornecidas pelo ajuste da distribuição Gumbel encontram-se na Tabela 2.

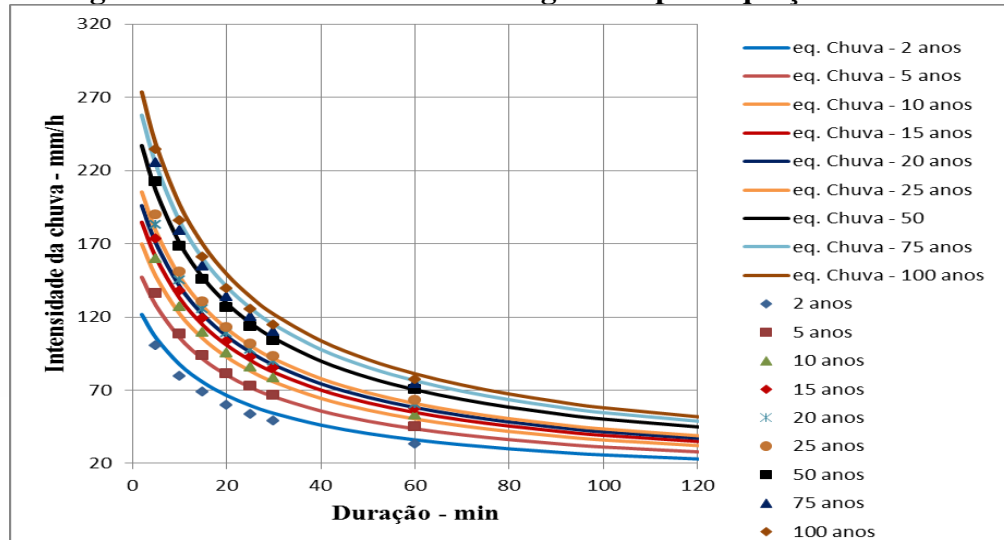
**Tabela 2- Valores de intensidades de chuva em mm/h para diferentes durações e períodos de retorno**

DURAÇÃO (min)	TR - PERÍODO DE RETORNO (ANOS)								
	2	5	10	15	20	25	50	75	100
5	100,41	136,26	160,00	173,39	182,77	189,99	212,24	225,17	234,32
10	79,74	108,21	127,06	137,69	145,14	150,87	168,54	178,81	186,08
15	68,91	93,51	109,80	118,99	125,43	130,38	145,65	154,53	160,81
20	59,80	81,15	95,29	103,27	108,85	113,15	126,40	134,11	139,56
25	53,75	72,94	85,64	92,81	97,83	101,70	113,61	120,53	125,43
30	49,22	66,79	78,43	84,99	89,59	93,13	104,04	110,37	114,86
60	33,26	45,13	52,99	57,43	60,53	62,92	70,29	74,58	77,61
360	9,50	12,89	15,14	16,40	17,29	17,97	20,08	21,30	22,17
480	7,72	10,47	12,30	13,33	14,05	14,60	16,31	17,31	18,01
600	6,49	8,81	10,34	11,21	11,81	12,28	13,72	14,56	15,15
720	5,60	7,61	8,93	9,68	10,20	10,61	11,85	12,57	13,08
1440	3,29	4,47	5,25	5,69	6,00	6,24	6,97	7,39	7,69

Fonte: Autores (2017).

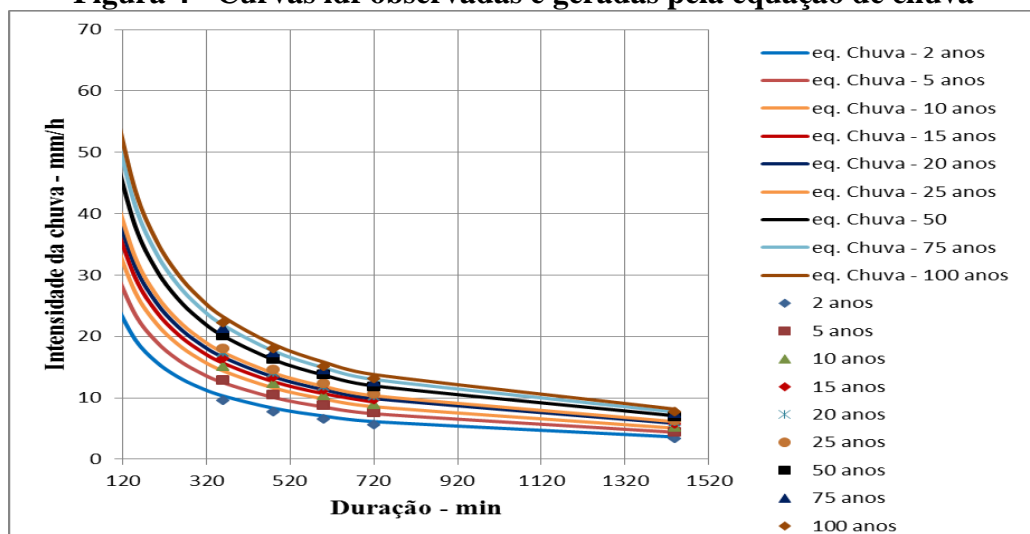
As curvas de intensidade-duração-frequência dos valores observados e fornecidas pela equação de chuva ajustada, estão apresentados nas Figuras 3 e 4.

**Figura 3 - Curvas idf observadas e geradas pela equação de chuva**



Fonte: Autores (2017).

**Figura 4 - Curvas idf observadas e geradas pela equação de chuva**



Fonte: Autores (2017).

As regressões lineares dos valores de  $\log I$  e  $\log (t + b)$  resultaram em valores de  $n$  e  $b$  de 0,7679 e 13 respectivamente com  $R^2 = 0,9999$ . Já a regressão linear realizada sobre os valores  $\log C$  e  $\log TR$  forneceu valores de  $K$  e  $m$  de 844 e 0,207, respectivamente com  $R^2 = 0,9693$ . Finalmente obteve-se a equação de chuvas intensas para o município de Irecê, estado da Bahia, válida para períodos de retornos entre 2 e 100 anos, conforme descrito a seguir.

$$I = \frac{844TR^{0,207}}{(t+13)^{0,7679}}$$

## CONCLUSÕES

A distribuição Gumbel ajustou adequadamente os dados de chuva máxima diária anual do município de Irecê. O processo de desagregação de dados de chuva máxima diária anual obtida em pluviômetro possibilitou a obtenção de dados de intensidade de chuvas para durações de 5 a 1440 min e período de retorno de 2 a 100 anos e a confecção das curvas IDF, e por fim, a determinação da equação de chuvas intensas bem ajustada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Banco de Dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: agosto de 2017.

CAMPOS, A. R. *et. al.* **Equações de intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado do Piauí**. Revista Ciência Agrônômica, v. 45, n. 3, p. 488-498, jul-set, 2014.

CARDOSO, C.O.; ULLMANN, M.N. & BERTOL, I. **Análise de chuvas intensas a partir da desagregação das chuvas diárias de Lages e de Campos Novos (SC)**. R. Bras. Ci. Solo, 22:131-140, 1998.

CETESB, Companhia de Tecnologia De Saneamento Ambiental. **Drenagem urbana: manual de projeto**. São Paulo: DAEE/CETESB, 1986. 466 p.

COLOMBELLI, K.; MENDES, R. **Determinação dos parâmetros da equação de chuvas intensas para o município de Videira, SC**. Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 169-180, Dez 2013.

DAMÉ, R. C. F. *et al.* **Comparação de diferentes metodologias para estimativa de curvas intensidade-duração-frequência para pelotas - RS**. Revista Engenharia Agrícola, v. 28, n. 2, p. 245-255, 2008.

MELLO, C.R.; FERREIRA, D.F.; SILVA, A.M. & LIMA, J.M. **Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas**. R. Bras. Ci. Solo, 25:693-698, 2001.

RUBEM, J. **Aspectos Geográficos**. Prefeitura de Irecê, 2014. Disponível em: <[http://irece.ba.gov.br/principal/dados\\_geograficos](http://irece.ba.gov.br/principal/dados_geograficos)> Acesso em: setembro de 2017.

SILVA, D. D. *et al.* **Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o Estado de Tocantins**. Engenharia na Agricultura, v. 11, n. 4, p. 1-8, 2003.

TUCCI, C.E.M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 669p.