

AJUSTE DA EQUAÇÃO IDF PELA DESAGREGAÇÃO DE CHUVAS DIÁRIAS PARA O MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Alisson Souza de Oliveira¹

Eliana Alcantra²

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques³

Felipe Bernardes Silva⁴

Aurivan Soares de Freitas⁵

Resumo

As chuvas intensas são fenômenos de ocorrência natural de grande importância, visto ser essencial para o dimensionamento de obras hidráulicas, como: vertedores, galerias de águas pluviais, bueiros, calhas, de drenagem agrícola, dentre outros. Visto a importância do conhecimento das relações Intensidade-Duração-Frequência de eventos pluviométricos extremos, objetivou-se neste estudo o ajuste dos parâmetros (K, a e b e c) da equação IDF, para o município de Campos dos Goytacazes, RJ. Para a estimativa dos parâmetros da equação IDF foi utilizada uma série de precipitação máxima diária anual com anos consecutivos entre 1992 e 2017. Foi aplicada a distribuição Gumbel para Máximos para a estimativa das chuvas máximas para os tempos de retorno 5, 10, 20, 30, 50, 100 e 500 anos e posteriormente a metodologia de desagregação de chuvas proposta pela CETESB para a conversão da chuva máxima diária em intervalos de tempo de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos, possibilitando a geração da equação IDF. Os resultados mostraram que a distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos e os coeficientes de desagregação propostos pela CETESB (1979) geraram resultados satisfatórios para a modelagem das frequências e para a estimativa das chuvas com duração inferior a um dia. O método da desagregação permitiu gerar dados, para o ajuste da equação IDF, considerando as durações de 5 a 1.440 minutos e os tempos de retorno de 5 a 500 anos. A equação IDF obtida resultou em estimativas com coeficiente R² de 0,9946 em relação aos dados estimados.

Palavras-chave: Chuva de Projeto; Chuvas Intensas; Dimensionamento Hidráulico.

¹ Prof. Dr. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.alisson.oliveira@unincor.edu.br.

² Prof. Dra. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.eliana.alcantra@unincor.edu.br.

³ Prof. Dra. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, rosangela.marques@unincor.edu.br.

⁴ Prof. Dr. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.felipe.silva@unincor.edu.br.

⁵ Prof. Dr. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, aurivan.freitas@unincor.edu.br.

INTRODUÇÃO

Os modelos matemáticos que descrevem as chuvas intensas são conhecidos como equações de chuvas intensas e são largamente empregadas no dimensionamento de obras hidráulicas, relacionadas à drenagem urbana ou no meio rural. De maneira simplificada, é o estudo das intensidades máximas de precipitação oriundas de uma série histórica representativa e confiável, para tal, deve-se utilizar séries históricas com extensão mínima de 15 anos de dados (Martins et al, 2016). Esses fenômenos podem provocar aumentos de vazões, inundações e/ou enchentes, induzindo a efeitos negativos como perdas humanas e materiais, paralisação de atividades econômicas e sociais nas áreas atingidas, contaminação das águas, proliferação de doenças de veiculação hídrica e desencadeamento do processo de erosão dos solos (Cruciani et al., 2002).

A caracterização e estimação das chuvas intensas é baseada na relação entre as variáveis intensidade (I), duração (D) e frequência (F). Bernard (1932) foi quem introduziu esta relação, que consiste em um modelo matemático que possibilita a estimativa da intensidade precipitada a partir da distribuição temporal dos dados. A relação IDF é obtida utilizando-se dados pluviométricos locais resultantes de séries históricas de precipitação de longo período de observação.

No Brasil é extremamente raro a disponibilidade de dados pluviométricos, mesmo em regiões onde se encontram uma densidade satisfatória de estações pluviométricas, visto que os dados disponíveis apresentam apenas a intensidade da precipitação para intervalos de tempo superiores ou iguais a um dia (Cardoso et al., 1998). Uma das maneiras de sanar este problema relacionado à falta de dados, é a utilização de metodologias que permitem estimar chuvas com duração inferior a um dia a partir de dados pluviométricos existentes (Arboit et al., 2017).

Uma das metodologias indicadas é a desagregação de chuvas diárias proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1979). A metodologia consiste no emprego de coeficientes para transformar a precipitação pluviométrica diária, medida em pluviômetros, em chuvas de menor duração.

Diante do exposto, visto a importância do conhecimento das relações Intensidade-Duração-Frequência de eventos pluviométricos extremos, objetivou-se neste estudo o ajuste dos parâmetros (K, a, b e c) da Equação IDF, utilizando-se o método da desagregação de

chuvas diárias, para o município de Campos dos Goytacazes, RJ.

METODOLOGIA

A Equação IDF foi determinada a partir da série histórica de dados pluviométricos da Estação de Campos, RJ (Código OMM 83698, latitude 21° 44' 24" S, longitude 41° 19' 48" W e altitude de 11,20 m), adquirida ao Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo 26 anos consecutivos abrangendo o período entre 1992 e 2017. O modelo de distribuição de Gumbel para Máximos (Equação 1) foi ajustado a série de precipitações diárias máximas, para posteriormente estimar as precipitações associadas a diferentes tempos de retorno.

$$P(x \leq x_i) = e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}} \quad (1)$$

Para estimativa de uma variável hidrológica x em função do Tempo de Retorno (TR), aplica-se a Equação 2 abaixo:

$$x_{TR} = \frac{-\text{LN}\left(-\text{LN}\left(1 - \frac{1}{TR}\right)\right)}{\alpha} + \mu \quad (2)$$

A desagregação das chuvas diárias em alturas pluviométricas de menor duração foi efetuada aplicando-se o método proposto pela CETESB (1979), conforme os coeficientes de desagregação (Tabela 1). Foram obtidas as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1.440 minutos, gerando dados suficientes para a definição das curvas IDF, considerando os tempos de retorno de 5, 10, 20, 30, 50, 100 e 500 anos.

Tabela 1. Coeficiente de desagregação de chuvas diárias, segundo a CETESB (1979)

24h/hdia	12h/24h	10h/24h	8h/24h	6h/24h	1h/24h	30min/24h	25min/30min	20min/30min	15min/30min	10min/30min	5min/30min
1,14	0,85	0,82	0,78	0,72	0,42	0,74	0,91	0,81	0,7	0,54	0,34

Os parâmetros empíricos de ajuste (K , a , b e c) da Equação IDF (Equação 2) foram estimados por meio do Solver do Excel.

$$I_{m,m} = \frac{k * TR^a}{(b + td)^c} \quad (3)$$

em que:

$I_{m,m}$: intensidade média máxima da precipitação (mm.h^{-1});

td : tempo de duração da chuva (min);

TR : tempo de retorno (anos);

K , a , b e c : parâmetros empíricos de ajuste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores precipitações observadas ocorreram nos anos de 2008 (146,6 mm) e 2016 (133,8 mm) e as menores nos anos de 2004 (46,1 mm) e 1995 (48,8 mm), com a média de 79,6 mm. A Equação 4 apresenta o resultado obtido por meio da aplicação do Solver para obtenção dos parâmetros empíricos de ajuste (K, a, b e c), resultando na Equação IDF para o município de Campos dos Goytacazes.

$$I_{m,m} = \frac{861,92 * TR^{0,1415}}{(10,15 + td)^{0,7358}} \quad (4)$$

O Figura 1 apresenta as curvas IDF, considerando as durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1.440 minutos e os tempos de retorno de 5, 10, 20, 30, 50, 100 e 500 anos.

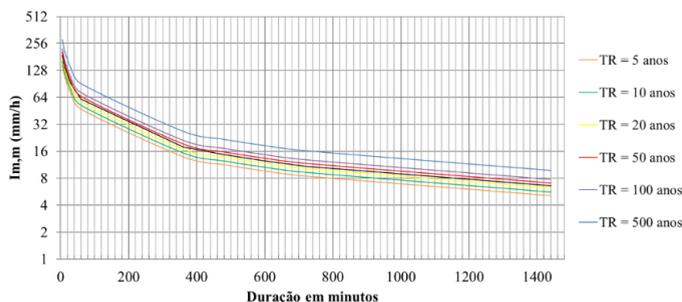


Figura 1: Curvas IDF para o município de Campos dos Goytacazes, RJ.

O coeficiente de determinação (R^2), obtido pela relação entre as intensidades de precipitação observadas e estimadas pela Equação 4, foi de 0,9946 indicando que a variável dependente (intensidade estimada) é explicada em mais de 99,46% pela variável independente (intensidade observada), refletindo a qualidade do ajuste (Figura 2). A raiz quadrada do coeficiente R^2 (coeficiente de correlação, R), calculado em 0,999 demonstra dependência linear quase perfeita entre as duas variáveis.

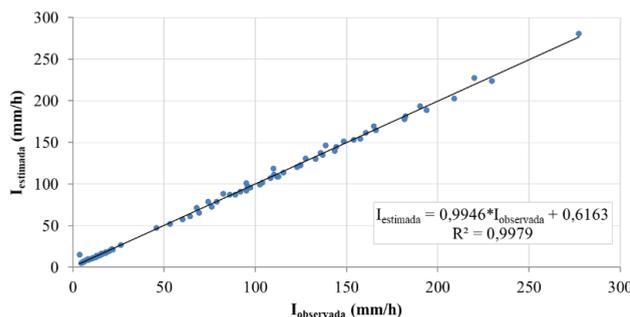


Figura 1: Intensidades de chuvas observadas versus intensidades de chuva estimada pela Equação IDF para o município de Campos dos Goytacazes, RJ.

CONCLUSÕES

A distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos e os coeficientes de desagregação propostos pela CETESB (1979) geraram resultados satisfatórios para a modelagem das frequências e para a estimativa das chuvas com duração inferior a um dia. O método da desagregação permitiu gerar dados, para o ajuste da equação IDF, considerando as durações de 5 a 1.440 minutos e os tempos de retorno de 5 a 500 anos. A equação IDF obtida resultou em estimativas com coeficiente R^2 de 0,9946 em relação aos dados estimados.

REFERÊNCIAS

- ARBOIT, N. K. S.; MANCUSO, M. A.; FIOREZE, M. Adjustment of IDF Equation by Disaggregation of Daily Rainfall for Iraí County, RS. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 248-253, 30 nov. 2017. Instituto de Geociências - UFRJ. http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_248_253.
- BERNARD, M.M. Formulas for rainfall intensities of long durations. **Trans ASCE**, 96: 592-624, 1932.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem Urbana: São Paulo, Manual de Projetos, 468p, 1979.
- CRUCIANI, D.E.; MACHADO, R.E.; SENTELHAS, P.C. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.76-82, 2002.
- MARTINS, Daniela; KRUK, Nadiane Smaha; MAGNI, Nelson Luiz Goi; QUEIROZ, Paulo Ivo Braga de. Comparação de duas metodologias de obtenção da Equação de chuvas intensas para a cidade de Caraguatatuba (SP). **Revista Dae**, [S.L.], v. 65, n. 207, p. 34-49, 2017. Revista DAE. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2016.033>.