

EQUAÇÃO INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA DE PROJEÇÕES FUTURAS DE PRECIPITAÇÕES PARA ALAGOINHAS, BARRA E BARREIRAS, BAHIA.

FERNANDA BRITO SILVA¹, CRISTIANO TAGLIAFERRE², LORENA JÚLIO GONÇALVES³, FELIZARDO ADENILSON ROCHA⁴, LUÃ GABRIEL SANTOS BARRETO⁵

¹Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista - BA, (77)99861-5495, fernanda15041997@gmail.com.

² Engenheiro Agrônomo, Professor, Dr, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, UESB, Vitória da Conquista - BA.

³ Mestranda do programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB.

⁴ Prof. do Instituto Federal da Bahia-Vitória da Conquista – BA.

⁵ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista – BA.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo ajustar e comparar os parâmetros (K, a, b e c) da equação de intensidade-duração-frequência para precipitações pluviométricas máximas de três localidades do estado da Bahia, considerando projeções futuras de 2020 a 2050. Para esse estudo utilizou-se uma série histórica com projeções futuras de dados pluviométricos disponíveis no banco de informações BDMEP vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. De posse dos dados foi realizada o preenchimento de falhas e correção dos dados. As chuvas máximas de um dia foram desagregadas em duração de 5; 10; 15; 20; 30; 60; 360; e 1.440 minutos e estimadas as chuvas máximas através de modelos probabilísticos para cada duração e período de retorno de 5; 10; 20; 50 e 100 anos. Em seguida, fez-se o ajuste dos parâmetros (K, a, b e c) através do emprego de regressão não linear com uso do programa estatístico SAEG. As equações de Intensidade-Duração-Frequência apresentaram bons ajustes, com r^2 superior a 0,95. O parâmetro K mostra que os maiores valores ocorrem em locais em que as precipitações são mais elevadas, ocorrendo comportamento contrário para o parâmetro a. A comparação das intensidades estimadas com as observadas por meio da equação linear evidencia que os modelos apresentam um bom ajuste.

PALAVRAS-CHAVE: chuvas-intensas, hidrologia, projeções futuras.

INTENSITY-DURATION-FREQUENCY EQUATION OF FUTURE PRECIPITATION PROJECTIONS FOR ALAGOINHAS, BARRA AND BARREIRAS, BAHIA.

ABSTRACT: The present study aimed to adjust and compare the parameters (K, a, b and c) of the intensity-duration-frequency equation for maximum rainfall in three locations in the state of Bahia, considering future projections from 2020 to 2050. For this study, a historical series was used with future projections of rainfall data available in the BDMEP information bank linked to the National Institute for Space Research. In possession of the data, fault filling and data correction were performed. The maximum rains of one day were disaggregated in duration of 5; 10; 15; 20; 30; 60; 360; and 1,440 minutes and maximum rainfall is estimated

using probabilistic models for each duration and return period of 5; 10; 20; 50 and 100 years. Then, the parameters (K, a, b and c) were adjusted using non-linear regression using the SAEG statistical program. The Intensity-Duration-Frequency equations showed good adjustments, with r^2 greater than 0.95. The K parameter shows that the highest values occur in places where the precipitations are higher, with opposite behavior for the a parameter. The comparison of the estimated intensities with those observed using the linear equation shows that the models have a good fit.

KEYWORD: rainfall-intense, hydrology, future projections.

INTRODUÇÃO: As chuvas constituem-se na principal entrada de água em uma bacia hidrográfica. A disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é um fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade de precipitação é importante para o controle de inundação e da erosão do solo. (Bertoni e Tucci, 1993).

Em estudos hidrológicos necessita-se, além do conhecimento das chuvas máximas observadas nas séries históricas, a previsão de precipitações máximas que possam vir a ocorrer com determinada frequência (Villela e Mattos, 1975). Esta previsão pode ser obtida a partir da análise das observações das chuvas intensas durante um período de tempo suficientemente longo e representativo dos eventos extremos (Tucci, 2004). A equação de intensidade, duração e frequência (IDF), também conhecida como equação de chuvas intensas, é a principal forma de caracterizar a relação dessas grandezas (Pruski et al., 2006) que servirão para dimensionamento de sistemas de drenagem pluvial, vertedores, obras de proteção contra cheias e erosão hídrica. Neste sentido, objetivou-se ajustar e comparar os parâmetros (K, a, b e c) da equação de intensidade-duração-frequência para precipitações pluviais máximas de três localidades do estado da Bahia, considerando projeções futuras de 2020 a 2050.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a realização deste trabalho foram utilizados dados pluviométricos estimados para cenários futuros de 2020 a 2050, obtidos para três localidades do estado da Bahia, disponíveis no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os dados pluviométricos obtidos foram analisados e organizados de maneira a se obter uma série histórica contínua das precipitações máximas diárias anuais, de forma consistente e sem falhas. As falhas existentes foram preenchidas usando regressões lineares simples. Após fazer o preenchimento dos dados, executou-se o *downscaling* estatístico, conhecido como correção de polarização de varredura linear. O *downscaling* é baseado na diferença média entre as séries temporais observadas mensalmente e as séries históricas estimadas durante o mesmo período das séries observadas. Com os valores diários corrigidos, as chuvas máximas de um dia foram desagregadas em duração de 5; 10; 15; 20; 30; 60; 360; e 1.440 minutos e estimadas as chuvas máximas através de modelos probabilísticos para cada duração e período de retorno de 5; 10; 20; 50 e 100 anos. Para essa estimativa utilizou-se a distribuição de probabilidade de Gumbel e sua adequação confirmada pelo teste de aderência Smirnov-Kolmogorov. Depois de realizada a desagregação em tempos menores, foi ajustada para cada estação, os parâmetros K, a, b, e c, por meio de regressão não linear usando o programa estatístico SAEG (versão 9.1) (Ribeiro Júnior, 2001), conforme o modelo a seguir:

$$IDF = \frac{K \cdot T^a}{(b + t)^c}$$

Em que, K, a, b, e c são os parâmetros de ajuste, T é o período de retorno em anos e t a duração da chuva em minutos. Para avaliar o desempenho do modelo em relação aos dados observados usou-se a comparação por meio da regressão linear simples, obtendo-se os seus coeficientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O ajuste dos parâmetros (K, a, b e c) das equações IDF apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,95 (Tabela 1), tendo bom ajuste. Aragão et al. (2013) obtiveram r^2 acima de 0,99 para ajuste das IDF por regressão não linear para o Estado de Sergipe; no entanto, os autores alertam que esse índice pode ser tendencioso e não ser adequado para avaliar o ajuste da equação de IDF aos dados. Sendo assim, na Tabela 1 observa-se que os modelos apresentaram bons ajustes aos dados observados, pois os coeficientes angulares das retas estão próximos de 1 e r^2 acima de 96%.

Tabela 1. Coeficientes da equação IDF e da equação da reta para três localidades.

	Coeficientes da Equação IDF					Coeficientes da equação linear		
	K	a	b	c	R^2	b_0	b_1	r^2
Alagoinhas	1500	0,39	11,45	1,04	0,95	14,94	0,90	0,95
Barra	4000	0,24	13,45	1,13	0,97	10,71	0,92	0,97
Barreiras	2000	0,36	12,61	1,09	0,96	11,75	0,94	0,96

Analisando as equações constata-se que os parâmetros ajustados apresentam variações entre seus valores, o que pode ser explicado pela interação entre esses parâmetros, conforme relatado por Moruzzi e Oliveira (2009). O parâmetro K foi o que apresentou maior variação, os parâmetros a e b também apresentaram variação entre as cidades observadas. O parâmetro c apresentou a menor variação entre os coeficientes. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2012), quando realizaram o ajuste dos parâmetros da equação IDF empregando regressão não linear. No entanto, diverge dos resultados encontrados por Aragão et al. (2013), no qual os parâmetros b e c se mantiveram fixos quando ajustados por regressão não linear. As variações encontradas nos coeficientes dos modelos ocorrem em função das características e da variabilidade dos eventos hidrológicos de cada Região. Portanto, os resultados apresentados evidenciam a importância de se realizar o ajuste dos parâmetros desse modelo para cada local específico. Ainda é possível constatar que o valor do coeficiente K é mais elevado para a cidade de Barra do que comparado às demais localidades, sendo que a primeira localidade apresenta as maiores intensidades de precipitação pluviométricas, comportamento contrário ao que foi observado para o coeficiente a.

CONCLUSÕES: O parâmetro K mostra que os maiores valores ocorrem em localidades que apresentam as maiores intensidades de precipitação pluviométrica, ocorrendo comportamento contrário ao parâmetro a.

As equações IDF apresentaram bons ajustes com o r^2 superior a 0,95. E a comparação das intensidades estimadas com as observadas por meio da equação linear evidencia que os modelos apresentaram um bom ajuste.

REFERÊNCIAS:

ARAGÃO, R., SANTANA, G. , COSTA, C. , CRUZ, M. , FEGUEIREDO, E. , SRINIVASAN, V. , 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.

CHOU, S.C, LYRA, A. , MOURÃO, C. , DERECZYNSKI, C. , PILOTTO, I. , GOMES, J. , BUSTAMANTE, J. , TAVARES, P. , SILVA, A. , RODRIGUES, D. , CAMPOS, D. , CHAGAS, D. , SUEIRO, G. , SIQUEIRA, G. , NOBRE, P. AND MARENGO, J. (2014) Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. **American Journal of Climate Change**, 3, 438-454. doi:10.4236/ajcc.2014.35039. http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=52887#.VakHg_IViko.

CHOU, S.C, LYRA, A. , MOURÃO, C. , DERECZYNSKI, C. , PILOTTO, I. , GOMES, J. , BUSTAMANTE, J. , TAVARES, P. , SILVA, A. , RODRIGUES, D. , CAMPOS, D. , CHAGAS, D. , SUEIRO, G. , SIQUEIRA, G. AND MARENGO, J. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. **American Journal of Climate Change**, 3, p.512-527, 2014. doi: 10.4236/ajcc.2014.35043. http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=52877#.VakIh_IVikp.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia: Ciência e aplicação. Porto Alegre, Ed. UFRGS/EDUSP/ ABRH, 1993. p.177-242.

LYRA, A., TAVARES, P., CHOU, S.C., SUEIRO, G., DERECZYNSKI, C.P., SONDERMANN, M., SILVA, A., MARENGO, J., GIAROLLA, A. Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution. *Theor Appl Climatol.*, v.132, n.1-2, p.663-682, 2018. doi:10.1007/s00704-017-2067-z. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-017-2067-z>

MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, S. C. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Rio Claro SP: métodos e aplicação. **Teoria e Prática da Engenharia Civil**, v. 9, n. 13, p. 59-68, 2009.

RIBEIRO JUNIOR, J. J. **Análises Estatísticas no SAEG**. UFV, 2001, 301P. SANTANA, M. J. de; VIEIRA, T. A; BARRETO, A. C.; CRUZ. C. da Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 4. p 443-454, 2010.

SILVA, B. M. , MONTENEGRO, S.M. , SILVA, B. F. , ARAÚJO, P. F. Chuvas Intensas em localidades do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 3, p. 135-147, 2012.

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**, v.11, p.7-14, 2003

TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 3. ed. Porto Alegre: FRGS: ABRH, 2004. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).

VILLELA, S.M. & MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, Mcgraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.