

ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA ANUAL PARA O MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Alisson Souza de Oliveira¹

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques²

Aurivan Soares de Freitas³

Eliana Alcantra⁴

Felipe Bernardes Silva⁵

Resumo

O conhecimento de eventos extremos de precipitação é de extrema importância, seja para o dimensionamento de obras hidráulicas ou para minimizar possíveis impactos que estas podem causar a ambiente e a população da região. Neste sentido, objetivou-se neste estudo ajustar a distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos à série de precipitação máxima diária anual da Estação de Campos, localizada no município de Campos dos Goytacazes no estado do Rio de Janeiro e estimar as precipitações máximas diárias anuais para diferentes tempos de retorno. Para tanto, foi utilizando uma série histórica de precipitação máxima diária anual com 26 anos consecutivos de dados entre 1992 e 2017, obtidos junto ao Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para avaliar a aderência da distribuição Gumbel para Máximos aos dados, foi empregado o teste Qui-quadrado a nível de 5% de significância. Os resultados mostraram que a distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos apresentou-se adequada à modelagem da frequência observada da precipitação máxima diária anual da Estação de Campos, no município de Campos dos Goytacazes, segundo o Teste de Aderência de Qui-quadrado. Os valores de precipitação máxima diária anual variaram entre 96 mm (TR = 5 anos) à 192 mm (TR = 500 anos).

Palavras-chave: Chuvas Extremas; Distribuição de Probabilidade; Gumbel para Máximos; Tempo de Retorno.

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

² Prof. Dra. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, rosangela.marques@unincor.edu.br.

³ Prof. Dr. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, aurivan.freitas@unincor.edu.br.

⁴ Prof. Dra. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.eliana.alcantra@unincor.edu.br.

⁵ Prof. Dr. UninCor – Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.felipe.silva@unincor.edu.br.

INTRODUÇÃO

Segundo Mello et al. (2008), a análise de chuvas intensas baseia-se em um dos produtos mais aplicados em hidrologia. A análise de seus impactos é extremamente importante para a sociedade, uma vez que possibilita a delimitação de áreas de sua ocorrência que se caracterizam como áreas de risco para ocupação humana, dentre vários outros aspectos elementares ao saneamento básico (MELLO; VIOLA, 2013).

O interessante não é meramente quantificar o efeito de um evento hidrológico que acaba de ocorrer, mas, sobretudo, a capacidade de prever a ocorrência de eventos extremos e suas consequências da maneira mais precisa e real possível (CRUCIANI et al., 2002). Neste sentido, o Estado do Rio de Janeiro vem sofrendo constantemente com tragédias relacionadas a eventos extremos de precipitação nos últimos anos, sendo, portanto, extremamente importante o conhecimento deste tipo de evento no estado e nos municípios.

Para a estimativa de precipitações extremas associadas a diferentes tempos de retorno são utilizadas distribuições de probabilidades como a distribuição Gumbel para Máximos, que é amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento para modelar os valores máximos de ocorrência de um determinado fenômeno de interesse. O desafio na utilização dessa distribuição consiste em estimar seus parâmetros por meio de alguma metodologia estatística (COTTA; CORREA; ALBUQUERQUE, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo ajustar a distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos para a estimativa da precipitação máxima diária anual para a Estação de Campos, localizada no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

METODOLOGIA

Base de dados utilizados no estudo

Foi utilizada uma série histórica de precipitação máxima diária anual da Estação de Campos (Código 83698), no município de Campos de Goytacazes, localizada nas coordenadas latitude 21° 44' 24" S e longitude 41° 19' 48" W, com altitude de 11,2 m. A série foi obtida junto 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.

Distribuição Gumbel para Máximos

Segundo Gumbel (1958), a Função Densidade de Probabilidade (FDP) de Gumbel é dada pela equação 1:

$$FDP = \alpha \cdot e^{-\alpha(x-\mu)} \cdot e^{-\alpha(x-\mu)} \quad (1)$$

A integração da FDP fornece a função cumulativa de probabilidades (FCP), equação 2:

$$P(x \leq x_i) = e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}} \quad (2)$$

Esta distribuição apresenta os 2 primeiros parâmetros de uma distribuição de probabilidades, ou seja, média e desvio padrão, que são calculados pelas equações 3 e 4 abaixo, considerando se o método dos momentos:

$$\hat{\alpha} = \frac{1,2826}{s} \quad (3)$$

$$\hat{\mu} = \bar{x} - 0,45 \cdot s \quad (4)$$

Em que \bar{x} e s correspondem, respectivamente, à média e o desvio padrão da série histórica.

Para estimativa de uma variável hidrológica x em função do Tempo de Retorno (TR), aplica-se a equação abaixo, fruto da manipulação da equação 2 e da consideração de TR como função da probabilidade de excedência, resultando na equação 5:

$$x_{TR} = \frac{-\text{LN}\left(-\text{LN}\left(1 - \frac{1}{TR}\right)\right)}{\alpha} + \mu \quad (5)$$

Serão estimadas as precipitações máximas diárias anuais para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100 e 500 anos.

Teste de Qui-quadrado

O Teste de Qui-quadrado (χ^2) consiste em agrupar os dados da série histórica em classes de frequência e acumular os erros entre as frequências observadas e teórica de cada classe. A soma destes erros gera o valor de $\chi^2_{\text{calculado}}$. A estatística do teste é obtida por meio da tabela de χ^2 , adotando-se o valor tabelado em função do nível de significância e do grau de liberdade (χ^2_{tabelado}). A distribuição será considerada adequada aos dados quando o valor de $\chi^2_{\text{calculado}}$ for menor que o valor de χ^2_{tabelado} . O cálculo do $\chi^2_{\text{calculado}}$ é dado pela equação 6:

$$\chi^2_{\text{calculado}} = \sum_{i=1}^n \frac{(f_{\text{obsi}} - f_{\text{teoricoi}})^2}{f_{\text{teoricoi}}} \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores mínimos e máximos de precipitação máxima diária anual identificados na série estudada foi de 46,1 mm e 146,6 mm, respectivamente, com a média diária anual igual a 76,9 mm. Abaixo é apresentado o Figura 1 com o ajuste da distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos, onde é possível observar a boa aderência da distribuição à frequência observada.

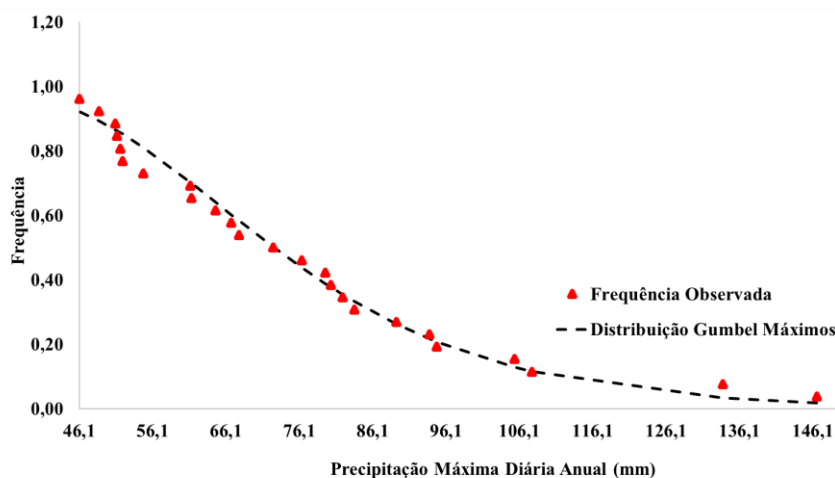


Figura 1: Aderência da distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos às frequências observadas da série de precipitação máxima diária anual.

Ao se analisar o resultado do teste de aderência do Qui-quadrado, percebe-se que a distribuição Gumbel para Máximos foi adequada à modelagem das frequências observadas, visto que apresentou o valor do $\chi^2_{\text{calculado}}$ (0,293) menor que o χ^2_{tabelado} (7,815) ao nível de 5% de probabilidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Borges e Thebaldi (2016), onde avaliaram a precipitação máxima diária anual para o município de Formiga - MG, onde observaram que a distribuição Gumbel para Máximos foi a que melhor ajustou às frequências observadas para os dados daquela localidade, assim, como ocorrido neste estudo. Os parâmetros da distribuição Gumbel para Máximos obtidos foram, $\alpha = 0,0491$ e $\mu = 65,19$. Os valores obtidos para diferentes tempos de retorno encontram-se na Tabela 1.

Fica evidente que o município de Campos de Goytacazes apresenta a possibilidade

de ser atingido por eventos de precipitação extremos, mesmo para pequenos tempos de retorno. As precipitações diárias estimadas variaram entre 96 mm (TR = 5 anos) à 192 mm (TR = 500 anos).

Tabela 1: Precipitação máxima diária anual para diferentes tempos de retorno.

Estação	Tempos de Retorno					
	5	10	25	50	100	500
Campos	96	111	130	145	159	192

CONCLUSÕES

A distribuição de probabilidade Gumbel para Máximos apresentou-se adequada à modelagem da frequência observada da precipitação máxima diária anual da Estação de Campos, no município de Campos dos Goytacazes, segundo o Teste de Aderência de Qui-quadrado. Os valores de precipitação máxima diária anual variaram entre 96 mm (TR = 5 anos) à 192 mm (TR = 500 anos).

REFERÊNCIAS

- BORGES, G. M. R.; THEBALDI, M. S. Estimativa da precipitação máxima diária anual e equação de chuvas intensas para o município de Formiga, MG, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 1, n. 4, p. 891 – 902, 2016. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1823>
- COTTA, H. H.A; CORREA, W. S. C.; ALBUQUERQUE, T. T.A. Aplicação da Distribuição de Gumbel para valores extremos de precipitação no Município de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, n. 12, p. 203-217, jul-dez, 2016.
- 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**, v. 6, n. 1, p. 76-82, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000100014>
- GUMBEL, E. J. *Statistic of extremes*. [S.I.]: **Dover Publications**. Com, 1958.
- MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; MELLO, J. M.; SILVA, A. M. Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 32. n. 2. p. 532-538, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000200029>
- MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Mapeamento de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.1, p.37-44, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000100004>