PRECIPITAÇÃO DIÁRIA MÁXIMA PROVÁVEL PARA CADA MÊS DO ANO NO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

UIELE SAN MARTINS DA SILVA[1]; ARYANE ARAUJO RODRIGUES[2]; TAMARA LEITZKE CALDEIRA BESKOW[3]

[1]Universidade Federal de Pelotas – uielesm@gmail.com
[2]Universidade Federal de Pelotas –aryane_03.2@hotmail.com
[3]Universidade Federal de Pelotas – tamaraleitzkecaldeira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Precipitações são consideradas formas de umidade concentradas na atmosfera que, em condições ideias de termodinâmica, precipitam em forma de chuva, granizo, neve, orvalho, geada ou neblina, constituindo a principal fonte de entrada de água no ciclo hidrológico em sua escala terrestre (Mello, Silva e Beskow, 2020). De acordo com Aragão e Duarte (2022), a precipitação em forma de chuva é vital no planeta, mas sua ocorrência em situações extremas (mínimas e máximas) pode resultar em danos ambientais, sociais e econômicos.

Diante disso, estudar eventos extremos é de suma importância para entender parte do comportamento hidrológico de bacias hidrográficas, já que por terem duração, distribuição espacial e frequência críticas e irregulares, ocasionam problemáticas como erosão hídrica de solos, enchentes e inundações em áreas urbanas e rurais, dentre outros.

Uma informação importante sobre eventos extremos de chuvas concerne à suas probabilidades de ocorrência. Neste contexto, a Precipitação Máxima Provável (PMP) consiste no máximo valor de precipitação que é provável de ocorrer em um determinado Tempo de Retorno (TR) (Silva et al., 2020). Segundo Passos et al., (2017), a PMP é uma importante ferramenta para auxiliar na tomada de decisões no planejamento e gestão de várias atividades urbanas e rurais como agricultura, pecuária, construção civil, transporte, etc.

A PMP é obtida partindo da constituição de séries de Precipitação Máxima Diária (PMD) no intervalo de tempo de interesse (Mensal ou Anual), seguida da modelagem probabilística da série, para finalmente estimar os quantis para os TR de interesse.

Tendo em vista a importância dessas informações para auxiliar na gestão dos recursos hídricos, o objetivo do estudo foi estimar a Precipitação Diária Máxima Provável para cada mês do ano no município de Pelotas/RS para diversos Tempo de Retorno.

2. METODOLOGIA

Esse estudo foi conduzido no município de Pelotas/RS, cujo clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa - Subtropical úmido com verão quente (Alvares et al., 2013). Nesse município existem algumas estações de monitoramento pluviométrico e meteorológico; para uma abordagem inicial do tema, foi escolhida a estação Ponte Cordeiro de Farias (código 3152016), cuja série histórica de precipitação total diária a partir de 1964 encontra-se disponível no Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A partir da série histórica de precipitação total diária entre 1964 e 2022, foram constituídas as séries de Precipitação Diária Máxima Observada (PDM-Observada) para cada mês do ano, considerando apenas os meses que possuíam até 3 dias de falhas. Essa constituição se deu no software System of Hydrological Data Acquisition and Analysis (SYHDA) (Vargas et al., 2019).

A modelagem probabilística de cada série de PDM-Observada foi realizada utilizando a distribuição de Gumbel, cuja função densidade de probabilidade e seus parâmetros podem ser visualizadas nas Equações 1, 2 e 3 (Mello, Silva e Beskow, 2020):

$$FDP: f(x) = \alpha . exp^{\{-\alpha(X-\mu)-exp^{-\alpha(X-\mu)}\}} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{1{,}2826}{S} \quad (2)$$

$$\mu = \bar{x} - 0{,}451 . S \quad (3)$$

em que, X é a PMDM, α e μ são parâmetros da distribuição de Gumbel, S é o desvio padrão e $\bar{x}$ é a média.

Para verificar se o ajuste da distribuição Gumbel foi adequado à cada série de PDM-Observada, foi utilizado o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS), cuja hipótese (H_0) é de que as frequências observadas podem ser estimadas pela distribuição de probabilidade em questão. O valor máximo calculado da estatística do teste (F_{calc}) é comparado com o valor crítico tabelado (F_{crit}), e se for menor ou igual, a H_0 é verdadeira, com um nível de confiança de 5% (Back, 2001).

Uma vez assegurado o ajuste satisfatório da distribuição de Gumbel, a Precipitação Diária Máxima Provável (PDM-Provável) para cada mês foi estimada pela equação:

$$X_{TR} = \frac{-\ln\left(-\ln\left(1-\frac{1}{TR}\right)\right)}{\alpha} + \mu \quad (4)$$

em que X_{TR} é a precipitação associada a um dado tempo de retorno (TR). Neste estudo optou-se por estimar a precipitação provável para os TR's de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 12 séries de PDM-observada constituídas para esse estudo possuíram entre 55 e 58 anos de extensão, com início em 1964 e fim em 2022; os meses do ano com mais falhas foram janeiro, março e agosto. Os valores máximos observados nas séries variaram entre 115mm (em novembro) e 344mm (em maio).

Quanto à modelagem probabilística, o teste KS permitiu constatar que a distribuição de Gumbel ajustou-se de modo satisfatório à todas as séries de PDM-Observada, considerando o nível de significância de 5%. Com isso, tal distribuição pode ser aplicada para estimar a PDM-Provável associada à diferentes TR's para cada mês do ano, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Precipitação Máxima Diária Provável (PMD-Provável) para cada mês do ano e para diferentes TR's, estimadas com base nos dados da estação pluviométrica Ponte Cordeiro de Farias

TR (anos)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2	37,7	48,8	41,0	38,8	41,4	43,8	43,5	40,7	46,3	41,1	36,4	39,6
5	56,8	79,4	65,6	62,7	66,2	72,8	66,0	61,1	65,5	62,8	57,2	59,1
10	69,4	99,6	81,9	78,6	82,5	92,0	80,8	74,6	78,3	77,2	71,0	72,1
20	81,5	118,9	97,6	93,7	98,2	110,5	95,1	87,5	90,5	91,1	84,2	84,5
50	97,2	144,0	117,8	113,4	118,6	134,3	113,6	104,3	106,3	109,0	101,3	100,6
100	108,9	162,8	133,0	128,1	133,8	152,2	127,5	116,8	118,2	122,4	114,1	112,6

Os valores de PDM-Provável são diretamente proporcionais ao TR, o qual, por sua vez, é inversamente proporcional à probabilidade excedência. Isso significa que os valores de PDM-Provável são maiores à medida que a probabilidade de suas excedências são menores, o que é condizente com o resultado encontrado nesse estudo (Tabela 1).

Percebe-se na Tabela 1 que, para o TR de 100 anos, o mês de janeiro possui o menor valor de PDM-Provável (108,9mm), enquanto o mês de fevereiro apresentou o maior (162,8mm). Esse mesmo comportamento pode ser verificado para os demais TR's, à exceção do TR de 2 anos, cujo menor valor é observado para o mês de novembro.

A Figura 2 permite visualizar graficamente a variação dos valores de PDM-Provável entre os meses do ano e os TR's. Assim, pode-se perceber que os valores de PDM-Provável variam mais entre si para os meses de fevereiro à julho. Em fevereiro tem-se a maior amplitude (114mm) entre os TR's de 2 e 100 anos, seguindo por junho (108,5mm). Entre agosto e janeiro a amplitude é reduzida, estando entre 71,2 e 81,3mm.

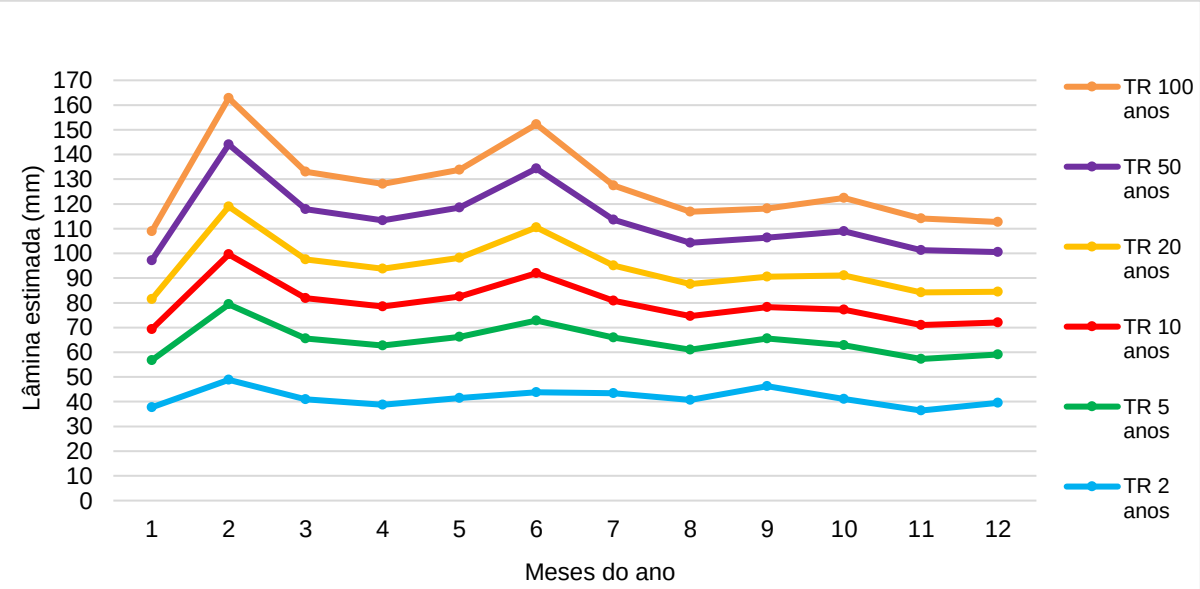

Figura 2 – Variação dos valores de Precipitação Diária Máxima Provável (PDM-Provável) entre os meses do ano e Tempos de Retorno (TR's).

4. CONCLUSÕES

A Precipitação Diária Máxima Provável (PDM-Provável) pode ser uma ferramenta útil na gestão dos recursos hídricos, particularmente em áreas suscetíveis a eventos extremos de chuvas. Diante disso, com o estudo realizado concluiu-se que:

- A distribuição Gumbel é adequada para a modelagem probabilística das séries de Precipitação Máxima Diária Mensal (PMDM) da estação pluviométrica utilizada;
- O mês com maiores valores estimados de PDM-Provável Mensal foi o de fevereiro e, com os menores valores, o de janeiro;

Recomenda-se, para trabalhos futuros, considerar séries históricas de precipitação observadas em outras localidades do município, a fim de avaliar se os resultados encontrados nesse estudo podem ser generalizados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, Maria Letícia; DUARTE, Cristiana Coutinho. Dinâmica climática, eventos extremos e impactos associados no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física.** v. 12, n. 02, p. 818-836, 10 jan. 2023.

ALVARES, Clayton Alcarde et al Koppen's climate classification map of Brazil.Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p. 711-728, 2013.

BACK, A. J. Seleção de distribuição de probabilidade para chuvas diárias extremas do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v.16, n. 2, p.211-222, 2001.

MELLO C. R.; SILVA, A. M.; BESKOW, S. Hidrologia de Superfície: Princípios e Aplicações. 2ª Edição. 531 p. Editora UFLA, 2020.

VARGAS, Marcelle Martins; BESKOW, Samuel; CALDEIRA, Tamara Leitzke; CORRÊA, Leonardo de Lima; CUNHA, Zandra Almeida. SYHDA- System of Hydrological Data Acquisition and Analysis. **Brazilian Journal of Water Resoureces**, Porto Alegre, ano *, v. 24, n. 11, 2019.