Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
UFGD Editora

MODELAGEM DAS CHUVAS MÁXIMAS DIÁRIAS EM DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL

Modeling of daily maximum rainfall in Dourados, Mato Grosso do Sul

Modelado de las precipitaciones máximas diarias en Dourados, Mato Grosso do Sul

Elias Silva de Medeiros
Universidade Federal da Grande Dourados
eliasmedeiros@ufgd.edu.br

Carolina Cristina Bicalho
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
carolinabicalho@gmail.com

Paulo Vinicius da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados
paulovsilva@ufgd.edu.br

Alessandra Querino da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados
alessandrasilva@ufgd.edu.br

Luciano Antonio de Oliveira
Universidade Federal da Grande Dourados
lucianoantonio@ufgd.edu.br

Sidnei Azevedo de Souza
Universidade Federal da Grande Dourados
sidneiazevedo@ufgd.edu.br

Pedro Antônio Vougodo Salmazo
Universidade Federal da Grande Dourados
pedro.salmazo0912@gmail.com

Resumo: Nos últimos anos, estudos sobre chuvas máximas diárias, em diferentes regiões do Brasil, têm recebido crescente atenção, impulsionados pelos desastres naturais decorrentes desses eventos extremos. Esse estudo tem por objetivo identificar os meses do ano mais suscetíveis à ocorrência de altos níveis de chuvas em um único dia no município de Dourados. O conjunto de dados das chuvas diárias foi obtido por meios das estações convencional (01/01/1980 a 31/12/2000) e automática (01/01/2021 a 31/12/2022), correspondendo a um período de 43 anos. Para modelagem das séries históricas foi ajustado a distribuição Gumbel por meio do método da Máxima Verossimilhança, e sua adequação foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As médias de chuvas máximas diárias nos meses de novembro e dezembro ultrapassaram 49 mm, com dezembro se destacando como o período de maior variabilidade nessa característica. Para todos os meses analisados, o valor p do teste de adequação foi superior ao nível de 5% de significância, evidenciando a adequação da Gumbel. Para o parâmetro de locação, as maiores estimativas foram obtidas nos meses de janeiro, novembro e dezembro. Em relação ao parâmetro de escala, o mês de dezembro apresentou maior estimativa. Quanto aos níveis de retorno, foram estimadas chuvas diárias superiores a 40 mm para os meses de janeiro, outubro, novembro e dezembro em um período de dois anos. Assim, essas estimativas dos níveis de retorno fornecem informações cruciais para a gestão de riscos e o planejamento urbano e rural.
Palavras-chave: Gumbel. Planejamento urbano. Precipitação.

Abstract: In recent years, studies on daily maximum rainfall in different regions of Brazil have garnered increasing attention, driven by the natural disasters resulting from these records. This study aims to identify the months of the year most susceptible to high levels of rainfall in a single day in the municipality of Dourados. The dataset of daily rainfall was obtained from conventional (01/01/1980 to 31/12/2000) and automatic (01/01/2021 to 31/12/2022) weather stations, covering a period of 43 years. For modeling historical series, the Gumbel distribution was fitted using the Maximum Likelihood method, and its adequacy was assessed by the Kolmogorov-Smirnov test. The daily maximum rainfall averages in November and December exceeded 49 mm, with December standing out as the period with the greatest variability in this characteristic. For all months analyzed, the p-value of the adequacy test was higher than the 5% significance level, indicating the suitability of the Gumbel distribution. Regarding the location parameter, the highest estimates occurred in January, November, and December. As for the scale parameter, December stood out with the highest estimate. Concerning return levels, January, October, November, and December were estimated with daily rainfall exceeding 40 mm over a two-year period. Thus, these return level estimates provide crucial information for risk management and urban and rural planning.
Keywords: Gumbel. Urban Planning. Rainfall.

Resumen: En los últimos años, los estudios sobre lluvias máximas diarias en diferentes regiones de Brasil han recibido una atención creciente, impulsados por los desastres naturales derivados de estos registros. Este estudio tiene como objetivo identificar los meses del año más susceptibles a ocurrencia de altos niveles de lluvias en un solo día en el municipio de Dourados. Los datos de las lluvias diarias se obtuvieron a través de las estaciones convencionales (01/01/1980 al 31/12/2000) y automáticas (01/01/2021 al 31/12/2022), abarcando un período de 43 años. Para modelar las series históricas, se ajustó la distribución Gumbel mediante el método de Máxima Verosimilitud, evaluando su idoneidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las medias de las lluvias máximas diarias en los meses de noviembre y diciembre superaron los 49 mm, destacándose diciembre como el período de mayor variabilidad en esta característica. Para todos los meses analizados, el valor p de la prueba de idoneidad fue superior al nivel del 5% de significancia, evidenciando la adecuación de la Gumbel. En cuanto al parámetro de ubicación, las mayores estimaciones ocurrieron en los meses de enero, noviembre y

diciembre. En relación con el parámetro de escala, se destaca el mes de diciembre, que presentó la mayor estimación. Respecto a los niveles de retorno, se estimaron lluvias diarias superiores a 40 mm en un período de dos años para los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre. Así, estas estimaciones de los niveles de retorno proporcionan información crucial para la gestión de riesgos y la planificación urbana y rural.
Palabras clave: Gumbel. Planificación urbana. Precipitación.

Submetido em: 13/12/2023
Aceito para publicação em: 05/06/2024
Publicado em: 19/07/2024

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, estudos sobre chuvas máximas diárias em diferentes regiões do Brasil têm recebido crescente atenção, impulsionados pelos desastres naturais associados a esses eventos de precipitação em um intervalo de 24 horas (Cunha Filho et al., 2022; Silva Neto et al., 2022; Souza *et al.*, 2022a). Os impactos dos desastres provocados por fortes chuvas na sociedade são vastos e abrangentes. Chuvas intensas frequentemente desencadeiam inundações e deslizamentos de terra, resultando em danos extensos a áreas urbanas e rurais, afetando infraestruturas, residências e propriedades agrícolas (Duarte; Santos; Castelhano, 2021; Faese, 2022).

Níveis intensos de chuvas em um curto período de tempo podem resultar em impactos negativos no agronegócio. Um relatório divulgado pela International Fresh Produce Association (IFPA), entidade global representativa do setor de flores, frutas, legumes e verduras, destaca os impactos significativos das fortes chuvas nesse setor (Moreira, 2023). O relatório prevê que a intensificação das chuvas resultará em uma redução na oferta de produtos como tomates e hortaliças em geral. Assim, a compreensão abrangente dos impactos causados por chuvas intensas é essencial para orientar estratégias de mitigação, adaptação e resposta, visando promover a resiliência e a segurança das comunidades diante de eventos climáticos extremos.

A intensidade de um evento de precipitação está relacionada com a duração e a frequência com que ocorre. Nesse sentido, tais eventos são comumente modelados a partir de métodos probabilísticos, obtendo-se estimativas de chuva máxima diária para diferentes períodos de retorno (Mello; Viola, 2013). No Brasil, a distribuição Gumbel tem sido amplamente utilizada para a modelagem das chuvas máximas diárias. Essa adequabilidade da Gumbel no ajuste de dados de precipitação intensa vem sendo corroborada por vários trabalhos, envolvendo a análise de séries históricas de chuvas máximas em diversas regiões (Wanderley *et al.*, 2018; Medeiros; Alves; Souza, 2019; Souza *et al.*, 2022a). Ressalta-se que o grau de ajuste dos modelos é influenciado pelo método utilizado para a estimação dos parâmetros da distribuição e, nesse sentido, o método da máxima verossimilhança é considerado o mais eficiente, produzindo estimadores de menor variância (Caldeira *et al.*, 2015).

No município de Dourados, localizado no estado de Mato Grosso do Sul, a ausência de planejamento urbano e o estabelecimento de assentamentos em locais inadequados são elementos que contribuem significativamente para a realidade enfrentada por parte de sua população urbana, em respeito aos impactos negativos das inundações (Tamporoski *et al.*, 2012). Em 4 de setembro de 2023, o então governador do estado, Eduardo Correa Riedel, decretou estado de emergência no município de Dourados devido às chuvas intensas e ventos fortes ocorridos em 30 de agosto de 2023. Este evento resultou em danos significativos em áreas urbanas e rurais, afetando propriedades públicas e privadas no município (Mato Grosso do Sul, 2023).

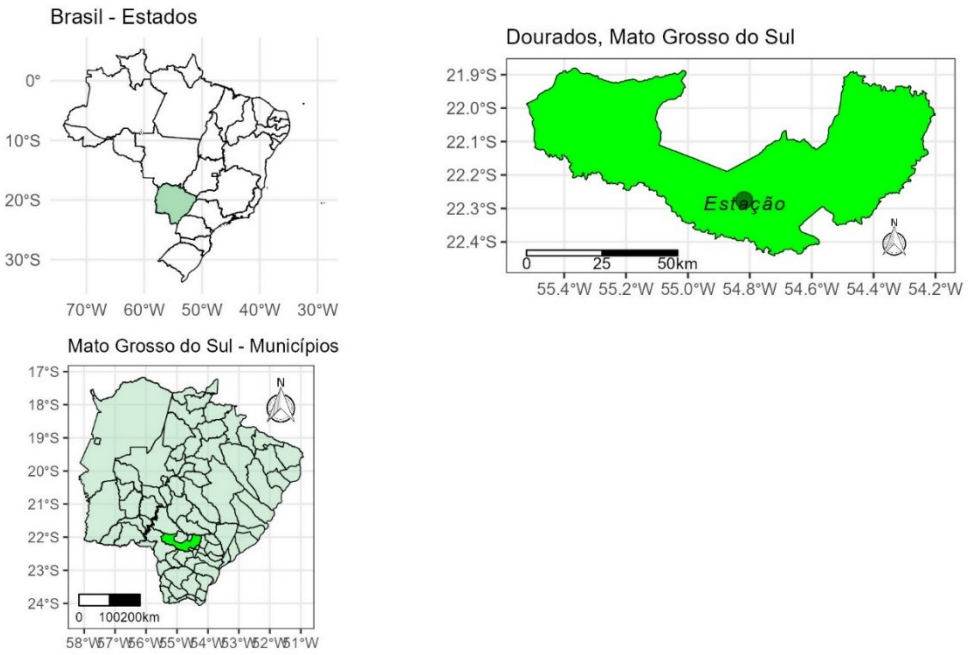
Assim, diante do que foi exposto, esse estudo tem por objetivo identificar os meses do ano que são mais suscetíveis a ocorrência de chuvas intensas de 24 horas no município de Dourados. As estimativas dos parâmetros da distribuição Gumbel obtidas nessa pesquisa são essenciais para fornecer informações precisas que podem orientar o planejamento de políticas públicas voltadas à mitigação dos desastres naturais causados pelas fortes chuvas.

2. METODOLOGIA

O município de Dourados, localizado no estado de Mato Grosso do Sul, é segundo mais populoso da região, com aproximadamente 243.367 residentes e uma área territorial de 4.062,236 km² (IBGE, 2022). A temperatura do ar no município apresenta valores médios superiores a 20 ºC entre os meses de agosto e abril e com os altos volumes de chuvas entre outubro e março, especialmente em dezembro, o mês com maior volume (Fietz *et al.*, 2017). De acordo com os autores supracitados, o clima na região, conforme a classificação de Köppen, é o CWa, com verões quentes e invernos secos.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos por meio da Embrapa Agropecuária Oeste (https://clima.cpao.embrapa.br). O conjunto de dados das chuvas diárias foi obtido através das estações convencional (01/01/1980 a 31/12/2000) e automática (01/01/2021 a 31/12/2022), localizadas no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (Figura 1).

Figura 1 - Mapa da localização da estação meteorológica localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em cada mês foi obtido o maior registro de chuvas em um único dia. Vale ressaltar que o termo utilizado nesse estudo, “chuva diária”, refere-se ao registro no período de 24 horas. Assim, o conjunto de dados foi considerado de doze séries históricas, uma para cada mês, com 41 registros, correspondendo ao período de 1980 a 2022.

Realizou-se uma análise exploratória em cada série por meio da obtenção de medidas descritivas. Em seguida foram aplicados os testes de Mann-Kendall (Pohlert, 2023) e de Ljung-Box (Ljung; Box, 1978) para verificação das hipóteses de não tendência e estacionariedade na série, respectivamente. Após a verificação das hipóteses, a distribuição Gumbel foi ajustada, e as estimativas dos parâmetros foram obtidas usando o método da máxima verossimilhança (Souza *et al.*, 2022b). A função de distribuição acumulada da Gumbel é expressa da seguinte forma:

(1) $$F(x) = exp[-exp(-(x-\mu)/\sigma)].$$

Na Equação (1), μ e σ representam os parâmetros de locação e escala, respectivamente, da distribuição Gumbel. Para analisar a adequação dessa distribuição, aos dados de cada série, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov (Marsaglia; Tsang; Wang, 2003).

Neste estudo, foram calculados os níveis de retorno da chuva máxima diária, os quais são obtidos substituindo *F(x)* na Equação (1) por *1 – p* e reescrevendo em função de *x*:

(2) $$x_p = \hat{\mu} - \hat{\sigma} ln[-ln(1-p)].$$

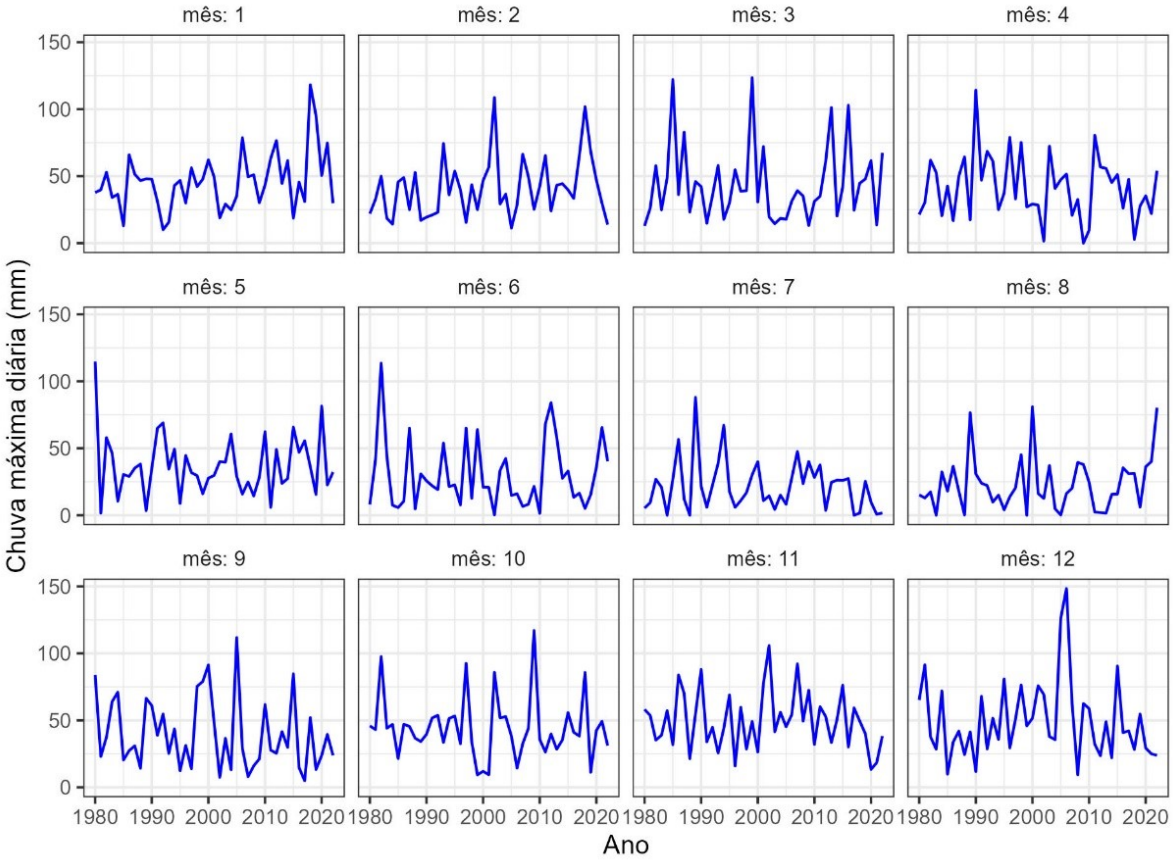
Na Equação (2), $\hat{\mu}$ e $\hat{\sigma}$ representam as estimativas dos parâmetros de locação e escala, respectivamente, da distribuição Gumbel. O termo p refere-se à probabilidade de a chuva máxima diária ser superior ao valor x_p, sendo p expresso pela razão *1/T*, sendo *T* a quantidade de anos ou o período de retorno.

Para realizar as análises estatísticas, utilizou-se o software R (R Core Team, 2023) com suporte de várias bibliotecas. A construção dos gráficos foi feita com a biblioteca ggplot2 (Wickham, 2016). Para realizar o teste de tendência, foi utilizada a biblioteca trend (Pohlert, 2023). Já para ajustar a distribuição Gumbel e obter os níveis de retorno, empregou-se a biblioteca extRemes (Gilleland; Katz, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, estão representadas as séries temporais das chuvas máximas diárias no município de Dourados/MS de 1980 a 2022.

Figura 2 - Séries temporais das chuvas máximas diárias em Dourados-MS, durante os anos de 1980 a 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os cinco maiores registros ocorrem nos meses de dezembro (2005 e 2006), março (1985 e 1999) e janeiro (2018). Essa análise exploratória revela, visualmente, que as séries de cada um dos doze meses não apresentam uma tendência das chuvas máximas.

Na Tabela 1, são apresentados as medidas descritivas e os resultados dos testes para verificação de tendência e independência nas séries históricas. As médias de chuvas máximas diárias nos meses de novembro e dezembro ultrapassaram 49 mm, sendo dezembro o período de maior variabilidade nessa característica. A variabilidade significativa nas chuvas máximas diárias, especialmente em dezembro, amplifica a complexidade do cenário climático em Dourados/MS. Essa variabilidade pode resultar em eventos extremos e imprevisíveis, tornando a antecipação e a mitigação de desastres mais desafiadoras.

Tabela 1 - Medidas descritivas e valores dos testes de Mann-Kendall para tendência e de Ljung-Box para verificar independência entre as observações.

Meses	Mínimo	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mann-Kendall	Ljung-Box
Janeiro	10,0	46,0	21,4	118,2	0,119	0,131
Fevereiro	11,2	40,9	21,9	108,7	0,088	0,227
Março	12,8	43,7	28,3	123,6	0,638	0,492
Abril	0,0	41,5	23,8	114,2	0,544	0,618
Maio	1,6	36,9	22,4	114,7	0,777	0,143
Junho	0,3	30,1	25,2	113,6	0,794	0,329
Julho	0,0	21,6	18,8	88,0	0,601	0,716
Agosto	0,0	23,3	20,2	81,0	0,281	0,947
Setembro	4,9	39,6	26,2	111,8	0,174	0,998
Outubro	9,3	44,0	23,0	117,1	0,408	0,709
Novembro	13,4	49,8	21,2	105,9	0,477	0,722
Dezembro	9,4	49,4	28,9	148,4	0,483	0,302

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas dos parâmetros de locação e escala da distribuição Gumbel, obtidas por meio do método da máxima verossimilhança, juntamente com os resultados da estatística D do teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a adequação do ajuste da Gumbel. Para todos os meses analisados, o valor p do teste de adequação foi superior ao nível de 5% de significância, indicando a adequação da distribuição ao ajuste dos dados de cada série histórica. Para o parâmetro de locação, as maiores estimativas foram nos meses de janeiro, novembro e dezembro. Em relação ao parâmetro de escala, destaque para o mês de dezembro que apresentou a maior estimativa. Liska, Teixeira e Mires (2023) também constataram, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, que a distribuição Gumbel se ajustou adequadamente aos dados das chuvas máximas diárias em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

A distribuição Gumbel tem se mostrado adequada para a modelagem de chuvas máximas diárias em diferentes regiões do Brasil (Prólo *et al.*, 2021; Silva Neto *et al.*, 2022). Enquanto Silva Neto *et al.* (2022) aplicaram a distribuição Gumbel para modelar a precipitação máxima diária anual na cidade de Goiás, Prólo *et al.* (2021) consideraram a região sudeste do Tocantins, utilizando a mesma distribuição para obter relações de intensidade-duração-frequência das chuvas intensas. A consistência dos resultados, expressa pelos altos valores de R^2 nas equações ajustadas em ambos os estudos, reforça a adequabilidade da distribuição

Gumbel na modelagem de chuvas máximas em diferentes contextos climáticos, evidenciando sua aplicabilidade em estudos hidrológicos e climáticos.

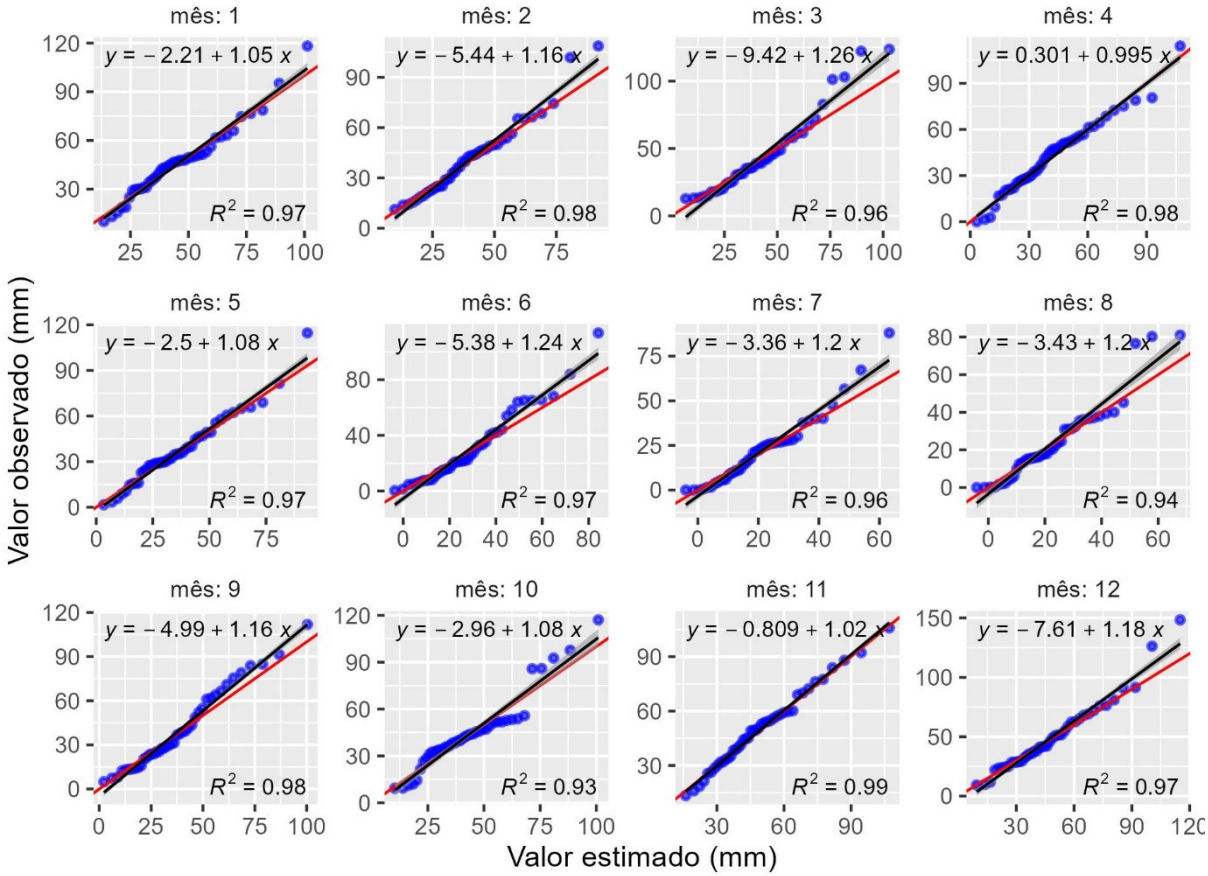
Tabela 2 – Estimativas dos parâmetros da Gumbel e resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov para análise da adequação da distribuição.

Meses	Estimativas Gumbel		Teste Kolmogorov-Smirnov	
	Locação	Escala	D	Valor p
Janeiro	36,4022	17,1892	0,0945	0,8374
Fevereiro	31,2143	16,0856	0,0918	0,8616
Março	31,7983	18,8382	0,0755	0,9671
Abril	30,3484	20,3663	0,0849	0,8897
Maio	26,8353	17,6092	0,1006	0,7768
Junho	19,2773	17,2009	0,1196	0,5698
Julho	13,5171	13,1805	0,0876	0,8965
Agosto	14,6408	14,0778	0,0800	0,9460
Setembro	27,8016	19,2269	0,1004	0,7411
Outubro	33,9350	17,7489	0,1390	0,3767
Novembro	39,7820	17,8406	0,0893	0,8526
Dezembro	36,9899	20,7041	0,0771	0,9604

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 3, são apresentados os ajustes da comparação entre os valores estimados pela distribuição Gumbel e os valores observados em cada uma das doze séries históricas das chuvas máximas em Dourados/MS. Os valores de R^2 variaram de 93% no mês de outubro a 99% no mês de novembro, evidenciando, novamente, que a distribuição Gumbel é adequada para a modelagem dos dados em estudo e para a obtenção dos níveis de retorno. Um estudo sobre as chuvas máximas diárias no município de Recife, com base em uma série histórica diária de 1961 a 2016, constatou a eficiência do ajuste da distribuição Gumbel para cada série mensal, com os valores de R^2 variando de 93% a 99% (Wanderley *et al.*, 2018). Outra pesquisa sobre as chuvas máximas diárias no município de Jataí/GO, verificou que a distribuição Gumbel foi a mais indicada em relação ao GEV para modelagem das séries sobre os meses mais chuvosos, obtendo valores de R^2 de 86% a 98%, quando comparados os níveis de retorno empírico e estimado pela Gumbel (Medeiros; Alves; Souza, 2019).

Figura 3 - Relação entre os valores observados e estimados pelo ajuste da distribuição Gumbel aos dados de chuvas máximas diárias no município de Dourados no período de 1980 a 2022. A linha vermelha indica o ajuste perfeito (y=x) e a linha preta o ajuste da equação entre os valores observados e estimados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Tabela 3, são apresentadas as estimativas dos níveis de retorno das chuvas máximas diárias para períodos de 2 a 40 anos. Nos meses de janeiro, outubro, novembro e dezembro, foram estimadas chuvas diárias superiores a 40 mm em um período de dois anos. É comum estudos envolvendo estimativas de chuvas máximas diárias anuais, uma vez que grandes construções podem demorar 10 anos ou mais. Cunha Filho *et al.* (2022) apresentaram um estudo para modelagem das chuvas máximas diárias anuais no município de Santo Bento do Una, Pernambuco, estimando, por meio do ajuste da Gumbel, uma chuva diária anual de pelo menos 180 mm para um tempo de retorno de 5 anos.

Entretanto, esse estudo segmentou uma análise anual para investigar os meses de maiores riscos hidrológicos, que compreendem situações de potencial aumento de ocorrência de eventos como inundações e deslizamentos de terra devido à intensificação das chuvas. Isso

pode ser amplamente utilizado em projetos sobre segurança agrícola e mitigação dos desastres causados pelas chuvas de 24 horas nas áreas urbanas. De forma semelhante, Souza *et al.* (2022a) analisaram séries mensais das chuvas máximas diárias no município de João Pessoa/PB, apresentando resultados com estimativa de chuvas diárias de pelo menos 63 mm nos meses de junho e julho para um período de dois anos. Liska, Teixeira e Mires (2023) realizaram um estudo sobre as chuvas máximas diárias mensais no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, e utilizando uma série de 58 anos (1961 a 2018) determinaram uma estimativa, por meio da distribuição Gumbel, de pelo menos 46,3 mm de chuvas diárias no mês de dezembro, considerando um tempo de retorno de dois anos.

Tabela 3 – Níveis de retorno das chuvas máximas diárias no município de Dourados/MS

Meses	Níveis de Retorno (mm)				
	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	40 anos
Janeiro	42,7	62,2	75,1	87,5	99,6
Fevereiro	37,1	55,3	67,4	79,0	90,3
Março	38,7	60,1	74,2	87,8	101,1
Abril	37,8	60,9	76,2	90,8	105,2
Maio	33,3	53,2	66,5	79,1	91,6
Junho	25,6	45,1	58,0	70,4	82,5
Julho	18,3	33,3	43,2	52,7	62,0
Agosto	19,8	35,8	46,3	56,5	66,4
Setembro	34,8	56,6	71,1	84,9	98,5
Outubro	40,4	60,6	73,9	86,7	99,2
Novembro	46,3	66,5	79,9	92,8	105,4
Dezembro	44,6	68,0	83,6	98,5	113,1

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Assim, ao considerar as estimativas dos níveis de retorno das chuvas máximas diárias em Dourados/MS, pode-se relacionar as fortes chuvas aos impactos desses eventos no agronegócio. Esse fato também pode ser observado em outras regiões brasileiras, sendo destacado, por exemplo, no artigo da CNA Brasil sobre as recentes chuvas intensas em Sergipe (Faese, 2022). Nesse sentido, o volume extraordinário de chuva em algumas regiões, excedeu em três vezes a média mensal esperada. Embora a chuva seja essencial, seu excesso pode resultar em perdas substanciais para alguns produtores, especialmente com terras

encharcadas, o que pode prejudicar a colheita do milho, uma cultura vital para no Estado de Sergipe.

A variedade de impactos observados, desde benefícios para a produção de leite no Sertão até prejuízos nas plantações de hortaliças no Agreste, sublinha a complexidade das respostas do agronegócio às condições climáticas extremas. Esses resultados provenientes de Sergipe ressaltam a importância de considerar as especificidades locais ao avaliar os impactos das chuvas máximas diárias em Dourados/MS, bem como reforçam a necessidade de estratégias adaptativas no agronegócio para enfrentar as mudanças climáticas e eventos climáticos extremos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo foram modeladas as chuvas máximas diárias em Dourados, Mato Grosso do Sul, correspondendo ao período de 1980 a 2022. Observou-se a ausência de uma tendência temporal em todos os meses do ano.

A aplicação da distribuição Gumbel para modelar as séries históricas demonstrou consistência, com altos valores de R^2 na comparação entre os valores estimados pelo ajuste e os valores observados. A adequação dessa distribuição para representar as chuvas máximas diárias em diferentes contextos climáticos foi reforçada pela comparação com estudos semelhantes em outras regiões do Brasil, como em Goiás e Tocantins, evidenciando a robustez dessa abordagem na modelagem hidrológica.

As estimativas dos níveis de retorno fornecem informações cruciais para a gestão de riscos e o planejamento urbano e rural. O destaque para a significativa variabilidade, especialmente no mês de dezembro, ressalta a imprevisibilidade desses eventos extremos, desafiando a antecipação e mitigação de desastres.

Em pesquisas futuras podem se concentrar em ampliar a compreensão das chuvas máximas diárias em Dourados, incorporando outras abordagens e considerando a dinâmica complexa do clima regional.

REFERÊNCIAS

CALDEIRA, Tamara Leitzke *et al.* Modelagem probabilística de eventos de precipitação extrema no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 197-203, 2015. DOI: https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p197-203.

CUNHA FILHO, Moacyr *et al.* A modelagem em séries temporais para estimativa de precipitação máxima diária no município de Santo Bento do Una (Pernambuco-Brasil). **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 2, p. e321164, 2022. DOI: https://dx.doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1164.

DUARTE, Thiago Lima Santana; SANTOS, Gabriel Carvalho; CASTELHANO, Francisco Jablinski. Eventos de chuvas extremas associados aos riscos de inundações e de alagamentos em Aracaju, Sergipe. **GEOSABERES**: Revista de Estudos Geoeducacionais, v. 12, p. 256-273, 2021. DOI: https://dx.doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1089.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE SERGIPE – FAESE. **Fortes chuvas causam impactos no agronegócio em diferentes cadeias**. Sistema CNA / SENAR / Instituto CNA, 2022. Disponível em: https://cnabrasil.org.br/noticias/fortes-chuvas-causam-impactos-no-agronegocio-em-diferentes-cadeias. Acesso em: 06 de dez. de 2023.

FIETZ, Carlos Ricardo *et al.* **Documento 138: o clima da região de Dourados, MS**. 3. ed. Dourados: Embrapa Agropecuário Oeste, v. 138, 31 p., 2017. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079733/1/DOC2017138FIETZ.pdf. Acesso em 16 de jul. de 2024.

GILLELAND, Eric; KATZ, Richard W. extRemes 2.0: An Extreme Value Analysis Package in R. **Journal of Statistical Software**, [S. l.], v. 72, n. 8, p. 1–39, 2016. DOI: https://dx.doi.org/10.18637/jss.v072.i08.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. DF, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama. Acesso em: 06 de dez. de 2023.

LISKA, Gilberto Rodrigues; TEIXEIRA, Otávio Magno; MIRES, Priscila de Azevedo. Precipitações máximas mensais em Santa Maria, RS. **Nativa**, v. 11, n. 2, p. 226-232, 2023. DOI: https://dx.doi.org/10.31413/nat.v11i2.14600.

LJUNG, Greta Marianne; BOX, George Edward Pelham. On a measure of lack of fit in time series models. **Biometrika**, v. 65, p. 297–303, 1978. DOI: https://dx.doi.org/10.2307/2335207.

MARSAGLIA, George; TSANG, Wai Wan; WANG, Jingbo. Evaluating Kolmogorov's distribution. **Journal of statistical software**, v. 8, p. 1-4, 2003. DOI: https://dx.doi.org/10.18637/jss.v008.i18.

MATO GROSSO DO SUL. Decreto n. 110/2023. Declara “Situação de Emergência” em parte das áreas urbana e rural do Município de Dourados-MS afetadas por desastre, classificado e codificado como Tempestade Local Convectiva - “Vendaval” - COBRADE - 1.3.2.1.5.” **Diário Oficial de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, 4 set. 2023. Disponível em:

https://agenciadenoticias.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/09/decreto-dourados.pdf. Acesso em: 06 de dez. de 2023.

MEDEIROS, Elias Silva de; ALVES, Marcos Antônio; SOUZA, Sidnei Azevedo de. Estimação de nível de retorno da precipitação máxima diária na cidade de Jataí-GO. **Ciência e Natura**, v. 41, p. 1-8, 2019. DOI: https://dx.doi.org/10.5902/2179460X35639.

MELLO, Carlos Rogério de; VIOLA, Marcelo Ribeiro. Mapeamento de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.37-44, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000100004.

MOREIRA, Vera. IFPA avalia impactos das chuvas na produção de frutas, legumes e verduras. Revista Cultivar, 2023. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/noticias/ifpa-avalia-impactos-das-chuvas-na-producao-de-frutas-legumes-e-verduras. Acesso em: 06 de dez. de 2023.

POHLERT, Thorsten. Trend: non-parametric trend tests and change-point detection. **R package version 1.1.5**, 2023. https://cran.r-project.org/web/packages/trend/index.html.

PRÓLO, Tamara Thalia *et al*. Equações de chuvas intensas para o sudeste do estado do Tocantins, Brasil. **Revista Sítio Novo**, v. 5, n. 2, p. 26-35, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.47236/2594-7036.2021.v5.i2.26-35p.

R CORE TEAM. **R:** A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023. https://www.R-project.org/.

SILVA NETO, Virgílio Lourenço Silva *et al*. Equação de Chuvas Intensas e Precipitação Máxima Provável para a cidade de Goiás-GO, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, p. 611-625, 2022. DOI: https://dx.doi.org/10.55761/abclima.v30i18.15484.

SOUZA, Larissa da Silva *et al*. Modelando a chuva máxima diária no município de João Pessoa-PB por meio da Teoria dos Valores Extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, n. 18, p. 488-503, 2022a. DOI: https://dx.doi.org/10.55761/abclima.v30i18.14886.

SOUZA, Larissa da Silva *et al*. Modelagem Espacial de Chuvas Intensas no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 37, p. 373-383, 2022b. DOI: https://dx.doi.org/10.1590/0102-77863730059.

TAMPOROSKI, Bianca Rafaela Fiori *et al.* O planejamento urbano e as enchentes em Dourados: a distância entre a realidade e a legalidade. **Cadernos Metrópole**, v. 14, n. 27, p. 217-232, 2012. Recuperado de: https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/14788.

WANDERLEY, Lucas Suassuna de Albuquerque *et al*. As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22. p. 149-164, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.56034.

WICKHAM, Hadley. **Programming with ggplot2**. In: ggplot2. Use R!. Springer, Cham, 2016. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4_12.