

Análise da série temporal de valores extremos da precipitação de Barreiras-BA

Elias Silva de Medeiros¹, Alessandra Querino da Silva², Luciano Antonio de Oliveira³

1. Introdução

Os altos índices de precipitação em um único dia provocam, na maioria dos casos, enchentes e alagamentos em zonas rurais e urbanas, fazendo com que a população fique sujeita a diversos transtornos, desde ruas e casas inundadas até a proliferação de doenças. Comportamentos destes extremos de precipitação também podem impactar significativamente na produção agrícola prejudicando a colheita de determinado produto (ANDRADE; PINHEIRO; NETO, 2015).

No Brasil, extremos meteorológicos figuram como o principal fator para os desastres naturais. As inundações são o tipo mais frequente de desastre natural, seguida pelos escorregamentos de massa. Neto (2012) enfatiza que a maioria dos desastres naturais registradas no Brasil, em mais de um século, foram provocados por eventos extremos de precipitação (mais de 70%).

A utilização de métodos probabilísticos é imprescindível para a geração de informações que possam subsidiar políticas de ação pública no sentido de reduzir a vulnerabilidade humana na ocorrência de catástrofes naturais. Por se tratar de um processo aleatório, não permite uma previsão determinística com grande antecedência (HARTMANN; MOALA; MENDONÇA, 2011).

Diversas teorias estatísticas têm sido desenvolvidas para modelagem de dados extremos de precipitação, como o estudo de novas distribuições de probabilidades e a teoria de valores extremos (LAZOGLOU et al., 2018). Alguns trabalhos têm modelado os valores de precipitação máxima por meio da metodologia de séries temporais (LISKA et al., 2013; YOZGATLIGIL; TÜRKEŞ, 2018). A grande vantagem desta metodologia consiste em investigar padrões e ajustes às tendências e sazonalidades em uma série histórica.

Baseado nesses pressupostos, o presente trabalho tem por objetivo analisar os totais máximos mensais de precipitação pluvial diária em uma serie histórica da cidade de Barreiras/BA por meio da análise de séries temporais segundo a metodologia de Box e Jenkins (MORETTIN; TOLOI, 2006).

2. Material e Métodos

O conjunto de dados utilizado neste estudo refere-se a cidade de Barreiras, localizada no estado da Bahia. A variável analisada foi precipitação diária, medida em milímetros (mm), amostrada pela estação automática de Barreira, que fica situada a -12,15° de latitude, -45,00° de longitude e 439,29 metros de altitude. Esta série histórica foi obtida no Instituto Nacional de

¹ FACET/UFGD. email: eliasmedeiros@ufgd.edu.br

² FACET/UFGD. email: alessandrasilva@ufgd.edu.br

³ FACET/UFGD. email: lucianoantonio@ufgd.edu.br

Meteorologia (INMET), por meio do endereço eletrônico: <http://www.inmet.gov.br>. Os dados utilizados compreendem ao período de janeiro de 1970 a dezembro de 2018, totalizando um período de 49 anos. Com o intuito de modelar os extremos da precipitação, foi considerada a precipitação máxima mensal que consistiu no maior volume de precipitação pluviométrica diária dentro de um dado mês. Por exemplo, em janeiro de 1970 havia 31 registros do volume de precipitação, um para cada dia, sendo que para modelagem foi coletado o valor máximo dessas observações. Esse processo foi repetido para todos os meses do período estudado.

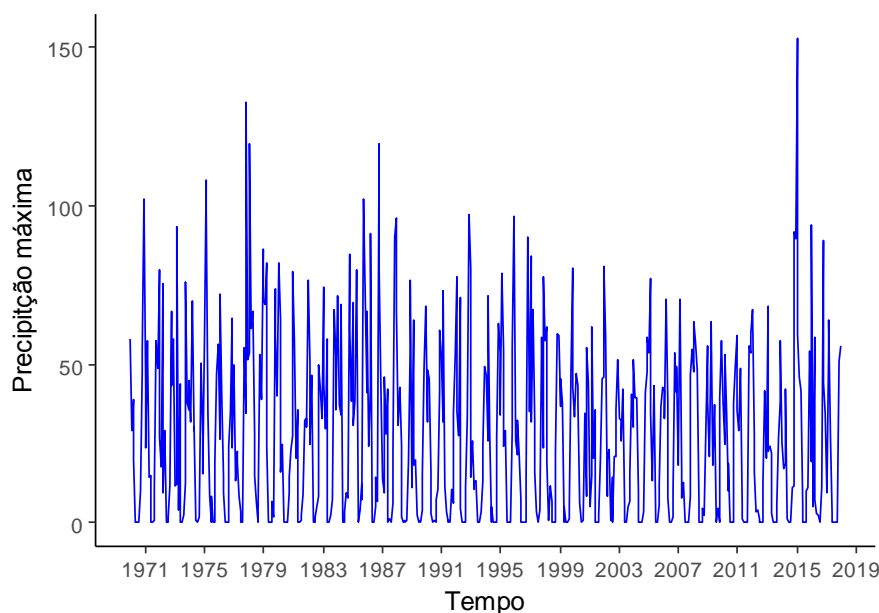
Entretanto, existiam dados faltantes em determinados períodos da série. Assim, para imputação destes valores, a série temporal foi subdividida em períodos sazonais e depois realizada a imputação, separadamente, para cada uma destas subamostras por meio do método de interpolação linear (MORITZ, 2018).

Após realizada a imputação, para verificar se a série temporal apresentava tendência foi realizado o teste de Cox Stuart (SPRENT; SMEETON, 2007). Para analisar a existência de sazonalidade aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis (HOLLANDER; WOLFE, 1973), considerando cada mês um grupo.

Para modelagem da série temporal da precipitação máxima utilizou-se da metodologia Box e Jenkins ajustando um modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel Sazonal (SARIMA). Para verificar o pressuposto de que os resíduos do modelo ajustado não são autocorrelacionados aplicou o teste de Ljung-Box, cuja hipótese nula consiste no fato de que estes resíduos não são autocorrelacionados (HAJRIA; KHARDANI; RAÏSSI, 2018). Para fins de previsão, a série utilizada para uma análise exploratória e para ajuste do modelo foi referente ao período de janeiro de 1970 a dezembro de 2017. Os valores do ano de 2018 foram utilizados para verificar a eficiência do modelo, comparando os valores reais com os valores previstos pelo ajuste, e também por meio das estatísticas AIC (Critério de Informação de Akaike), BIC (Critério de Informação Bayesiano), RMSE (Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio) e MAE (Erro Médio Absoluto) dos modelos ajustados, sendo que menores valores dessas estatísticas são preferíveis.

3. Resultados

Para uma análise exploratória da precipitação máxima com os valores ausentes já imputados, foram calculadas algumas medidas de posição e dispersão, bem como esboçado o gráfico da série temporal. A precipitação máxima apresentou uma média mensal de 27,53 mm com um desvio padrão de 27,88 mm, indicando uma alta variabilidade em relação ao seu valor médio. Notou-se que 20% dos meses apresentaram um índice de precipitação diária maior ou igual a 50 mm, sugerindo que a área em estudo apresentou ao longo da sua história possíveis registros de inundações. Na Figura 1 está representada a série temporal da precipitação máxima mensal no período em estudo. Com base nessa figura, nota-se que existe uma sazonalidade e que não há tendência linear crescente ou decrescente ao longo do tempo.



Fonte: Próprio autor

Figura 1 - Série temporal da precipitação máxima mensal para o período de 1970 a 2018 na cidade de Barreiras, Bahia.

O teste de Cox Stuart forneceu um valor p de 0,022, indicando, ao nível de 1% de significância, que não existe tendência na série histórica. Em relação a sazonalidade o teste de Kruskal-Wallis apresentou um valor p inferior a 1% de significância, sugerindo que há fortes evidência da presença de sazonalidade. Com base nestes resultados, tem-se que a classe de modelos SARIMA é a mais indicada para modelagem da precipitação máxima mensal.

Considerando as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, foram sugeridos os ajustes de alguns modelos e posteriormente calculadas as estatísticas AIC, BIC, RMSE e MAE de cada modelo e também verificado o pressuposto de que os resíduos não são autocorrelacionados (Tabela 1).

Tabela 1 - Ajuste de diferentes modelos SARIMA com as respectivas estatísticas AIC, BIC, RMSE e MAE e o valor p do teste de Ljung-Box (L-B)

SARIMA	AIC	BIC	RMSE	MAE	L-B
(1,0,0)(1,1,0) ₁₂	5085,769	5098,774	21,575	13,655	0,848
(1,0,0)(1,1,1) ₁₂	4954,341	4971,681	18,766	12,632	0,930
(0,0,0)(1,1,1) ₁₂	4953,297	4966,302	18,787	12,656	0,333
(0,0,0)(0,1,1) ₁₂	4965,311	4973,981	19,138	12,934	0,331

Fonte: Próprio autor

Na Tabela 1 nota-se por meio das estatísticas AIC e BIC que o modelo SARIMA(0,0,0)(1,1,1)₁₂ é o mais indicado, entre os modelos ajustados aos dados da série de precipitação máxima. Entretanto, por meio das estatísticas de acurácia, RMSE e MAE, indicaram que o modelo SARIMA (1,0,0)(1,1,1)₁₂, apresentou melhores resultados. De acordo com o valor o

do teste de Ljung-Box, verificou-se que, em todos os modelos sugeridos, os resíduos não possuíam autocorrelação.

Sendo assim, na Tabela 2 é apresentada a comparação entre os valores reais e previstos da precipitação no ano de 2018 para estes dois modelos.

Tabela 2 – Valores observados e previstos da precipitação máxima mensal no ano de 2018 na cidade de Barreiras, Bahia.

Precipitação (mm)	Ano 2018											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Observada	34,9	35,9	53,2	38,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	36,9	26,4
SARIMA (1,0,0)(1,1,1) ₁₂	43,3	43,1	47,3	28,5	8,5	1,9	0,7	0,9	5,7	26,3	51,6	53,1
SARIMA (0,0,0)(1,1,1) ₁₂	43,2	43,0	47,2	28,4	8,4	2,0	0,7	0,9	5,7	26,2	51,5	53,0

Como é possível perceber (Tabela 2), não se observam diferenças expressivas dos valores previstos em relação aos observados para os dois modelos e, de forma geral, ambos oferecem boas previsões para a série estudada.

4. Considerações Finais

A classe de modelos SARIMA mostrou-se ser uma alternativa adequada para modelagem da precipitação máxima, sendo possível identificar padrões na série histórica e que tornou-se possível obter previsões acuradas da variável em estudo.

Referências

- ANDRADE, K. M.; PINHEIRO, H. R.; NETO, G. D. Evento extremo de chuva no Rio de Janeiro: análise sinótica, previsão numérica e comparação com eventos anteriores. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37 Ed. Especial SIC, p.175 – 180, 2015.
- HAJRIA, R. B.; KHARDANI, S.; RAÏSSI, H. A power comparison between autocorrelation based tests. **Statistics & Probability Letters**, v. 143, p. 1-6, 2018.
- HARTMANN, M.; MOALA, F. A.; MENDONÇA, M. A. Estudo das precipitações máximas anuais em Presidente Prudente. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, p.561-568, 2011.
- HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A. **Nonparametric Statistical Methods** [by] Myles Hollander [and] Douglas A. Wolfe. Wiley, 1973.
- LAZOGLOU, G. et al. A review of statistical methods to analyze extreme precipitation and temperature events in the Mediterranean region. **Theoretical and Applied Climatology**, p. 1-19, 2018.

LISKA, G. R. et al. Estimativas de velocidade máxima de vento em Piracicaba-SP via Séries Temporais e Teoria de Valores Extremos. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 295-309, 2013.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 538p.

MORITZ, Steffen. Impute TS: Time series missing value imputation. R package version 2.6. 2018, URL: <https://CRAN.R-project.org/package=imputeTS>.

NETO, G. D. Previsão de extremos de chuva no Rio de Janeiro: melhorias utilizando o conhecimento adquirido com eventos anteriores. São José dos Campos: INPE, 2012.

SPRENT, P.; SMEETON, N.C. **Applied Nonparametric Statistical Methods**. 4th ed. Chapman and Hall/CRC Texts in Statistical Science, 2007.

YOZGATLIGIL, C; TÜRKEŞ, M. Extreme value analysis and forecasting of maximum precipitation amounts in the western Black Sea subregion of Turkey. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 15, p. 5447-5458, 2018.