
Análise Bayesiana dos Níveis de Retorno para Temperaturas Máximas de Piracicaba (SP)

Claudiana Goulart dos Reis ¹

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria – PPGEAB

Luiz Alberto Beijo ²

Professor do PPGEAB – Departamento de Estatística – Unifal-MG

A modelagem de eventos extremos, sobretudo dos fenômenos envolvendo variáveis climatológicas, como é o caso da ocorrência de valores máximos de temperatura, desempenha um papel fundamental para a gestão de setores da população humana em geral, impactando negativamente no planejamento e desenvolvimento das atividades de construção civil, turismo, lazer, agricultura, transporte, saúde pública, entre outras [1].

Levando-se em consideração a relevância do conhecimento das possíveis temperaturas máximas, o presente trabalho teve como objetivo a aplicação da distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) com a inferência Bayesiana na modelagem de valores máximos de temperatura para os meses de setembro a novembro no município de Piracicaba (SP).

Foram utilizadas séries históricas de temperatura máxima ($^{\circ}C$) da Estação Meteorológica da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), em Piracicaba (SP), dos meses de setembro a novembro, no período de 1980 a 2017.

Para verificar a independência e a existência de tendência no conjunto de observações amostrais foram aplicados os testes Ljung-Box e MannKendall, respectivamente.

A estimação dos parâmetros da distribuição GEV foi realizada aplicando-se inferência Bayesiana com *priori* não informativa, sendo utilizada a Distribuição Normal Trivariada [2] com vetor de média $\phi_0 = (0; 0; 0)$ e $\Sigma_0 = [10000; 10000; 100]$. Para todos os meses foram geradas cadeias com 250000 iterações, descartando-se (*burn-in*) 30000 das primeiras iterações e realizado saltos (*thin*) a cada 50 iterações. A convergência das cadeias a posteriori foi verificada por meio dos critérios de Raftery e Lewis, Geweke e Heidelberger e Welch e da análise dos gráficos traço e densidade dos parâmetros estimados. Posteriormente, foram calculados os níveis de retorno correspondentes às temperaturas máximas esperadas para os períodos de retorno de 2, 5, 20 e 50 anos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com a utilização do software R Core Team [3].

A aplicação do teste de Ljung-Box indicou que as séries de setembro a novembro são independentes a um nível de 5% de significância com p-valor de 0,404, 0,174 e 0,258, respectivamente. O teste de Mann-Kendall indicou que somente na série de novembro não ocorre tendência ($p = 0,753$). Os resultados para as séries dos meses de setembro e outubro

¹claudianagdr@gmail.com

²luiz.beijo@unifal-mg.edu.br

apresentaram p-valor de 0,012 e 0,004, respectivamente. Para verificar a partir de qual período poderia ter ocorrido a tendência nas séries foram plotados gráficos relacionando a temperatura máxima a cada ano para setembro e outubro, determinando-se que o início ocorreu em 1992 em ambos os casos.

Analisando-se os critérios de Raftery e Lewis, de Geweke, de Heidelberger e Welch, bem como os gráficos traço e densidade das cadeias para todos os parâmetros $(\mu, \sigma, \xi, \mu_t)$, verificou-se que não houve evidências que indicavam a não convergência das cadeias a posteriori.

Os resultados do teste de hipóteses Bayesiano para análise de tendência dos meses de setembro e outubro indicaram que, de acordo com a análise do Fator de Bayes, a escala de evidência a favor de H_1 foi forte para o mês de setembro (10,72) e fraca para outubro (5,48). Portanto, rejeitou-se H_0 somente para o mês de setembro e a tendência foi incorporada nas análises seguintes da série de dados.

Foram calculadas as temperaturas máximas para os tempos de retorno de 2, 5, 20 e 50 anos, com seus respectivos intervalos HPD de 95%, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Média a posteriori e respectivos intervalos HPD 95% para os níveis de retorno das temperaturas máximas ($^{\circ}C$) para diferentes tempos de retorno (TR) em Piracicaba (SP).

TR (anos)	Set		Out		Nov	
	Média	HPD 95%	Média	HPD 95%	Média	HPD 95%
2	36,27	[35,13; 37,39]	35,48	[34,84; 36,10]	35,07	[34,51; 35,62]
5	38,01	[36,64; 39,41]	36,70	[36,11; 37,26]	36,64	[35,91; 37,40]
20	40,56	[38,07; 43,12]	37,59	[36,99; 38,29]	38,44	[37,29; 39,86]
50	43,36	[38,97; 47,72]	37,93	[37,31; 38,88]	39,48	[37,89; 41,52]

Considerando-se o tempo de retorno e o mês de novembro, espera-se que, em um tempo médio de 20 anos, ocorra pelo menos um dia com temperatura máxima, em novembro em Piracicaba, maior ou igual a 38,44 $^{\circ}C$ e espera-se com 95% de credibilidade que ocorra uma temperatura máxima maior ou igual a um valor que esteja entre 37,29 e 39,86 $^{\circ}C$.

Os maiores valores de temperatura máxima em Piracicaba (SP) foram previstos para os meses de setembro e novembro, de modo que tais informações podem subsidiar o planejamento e gestão de setores impactados pela ocorrência de eventos extremos de temperatura.

Referências

- [1] E. C. Barbosa. et al. Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GVE): Um estudo aplicado a valores de temperatura mínima da Cidade de Viçosa-MG. *Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto*, v. 3, p. 387-391, 2014.
- [2] S. G. Coles. *An introduction to statistical modeling of extreme values*. London: Springer, 2001.
- [3] R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018, URL <https://www.R-project.org/>.