

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Predição da vazão máxima do Reservatório de Furnas (MG)

Matheus de Souza Costa ¹

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

Fabricio Goecking Avelar ²

Luiz Alberto Beijo ³

Professor do PPGEAB - Departamento de Estatística - Unifal-MG

1 Introdução

A predição de vazões máximas de um reservatório é importante para o planejamento de obras hidráulicas, como vertedouros em barragens, minimizando os riscos da barragem se romper e evitando gastos excessivos com obras superdimensionadas [3]. As distribuições Gumbel e GVE vem sendo utilizadas em análises de vazões máximas, contribuindo para o planejamento de utilização dos recursos hídricos e para a previsão de enchentes.

Existe uma variedade de técnicas para realizar inferência dos parâmetros dessas distribuições, uma delas é a inferência Bayesiana, a qual permite que sejam incorporadas informações de uma distribuição a priori, reduzindo as incertezas acerca das estimativas, sendo esta uma vantagem da sua utilização [1]. Diante disso, objetivou-se com este trabalho ajustar as distribuições Gumbel e GVE, via Inferência Bayesiana, aos dados de vazão máxima dos meses do primeiro trimestre do reservatório de Furnas-MG, e comparar as vazões máximas preditas para os tempos de retorno de 10 e 30 anos.

2 Metodologia

Os dados foram obtidos junto ao Operador Nacional do Sistema Elétrico e correspondem a vazões médias diárias (m^3s^{-1}) do período de 1931 a 2017 do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas. Em cada mês, do primeiro trimestre, foi extraída a vazão máxima diária por ano. O conjunto de dados foi dividido em duas partes. O período de 1931 a 1987 foi reservado para estimação dos parâmetros dos modelos a serem testados. O período de 1988 a 2017 corresponde à fase de teste, para comparar a precisão dos modelos.

Considerou-se, na modelagem Bayesiana, prioris não informativas para os parâmetros das distribuições. Por meio do método de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC), foram geradas cadeias a posteriori, de tamanho 180000, com queima de 30000 e salto de 30. Utilizou-se os critérios de Geweke, Heidelberger e Welch, e Raftery e Lewis para análise de convergência das cadeias. O erro médio absoluto de predição (EMAP), é dado por:
$$\text{EMAP} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - \hat{x}_i}{x_i} \right| \times 100 (\%)$$
 em que, x_i é a vazão observada, \hat{x}_i é a vazão predita para o tempo de retorno “i”, e n é o número de predições.

¹matheusmsc@outlook.com

²fabricio@unifal-mg.edu.br

³luiz.beijo@unifal-mg.edu.br

Utilizou-se o DIC (deviance information criteria) como critério de seleção do melhor modelo, conforme [2]. A independência da série foi analisada por meio do teste Ljung-Box (LB) e a análise de tendência realizada pelo teste Mann-Kendall (MK), considerando 5% de significância. Todas as análises foram realizadas nos *softwares R e OpenBugs*.

3 Resultados

Pela análise dos critérios de convergência de Geweke, Heidelberger e Welch e Raftery e Lewis verificou-se que não há sinais de não convergência das cadeias.

Tabela 1: Valores-p dos testes LB¹ e MK² das séries de cada mês, vazões máximas observadas (vo_{10} e vo_{30}) e preditas (x_{10} e x_{30}), em m^3s^{-1} , para tempos de retorno de 10 e 30 anos, DIC³ e o EMAP⁴ considerando os modelos GVE e Gumbel.

Mês	Testes		Ajuste da GVE						Ajuste da Gumbel			
	LB	MK	vo_{10}	vo_{30}	x_{10}	x_{30}	DIC	EMAP (%)	x_{10}	x_{30}	DIC	EMAP (%)
Jan.	0,07	0,24	7497	7497	4261	5104	957	32,63	4340	5387	957	31,60
Fev.	0,18	0,84	4230	4230	3547	4109	932	11,00	3735	4623	935	10,69
Mar.	0,26	0,24	2944	3568	3502	4582	932	15,60	3353	4149	931	10,92

¹ Ljung-Box; ² Mann-Kendall; ³ Deviance Information Criteria. ⁴ erro médio absoluto de predição.

Pelos resultados do teste de LB (Tabela 1), as séries de observações não apresentaram dependência e pelo teste de MK não apresentaram indícios de tendência. Comparando-se o DIC dos modelos GVE e Gumbel, em cada mês, é possível verificar que não há uma diferença substancial entre os modelos, de acordo com a classificação de [2]. A distribuição Gumbel apresentou menor EMAP, em todos os meses. Ressalta-se que o EMAP de ambas as distribuições, no mês de janeiro, foi mais alto em relação aos outros meses.

4 Conclusões

As distribuições Gumbel e GVE mostraram-se viáveis para modelagem das séries de vazões máximas dos meses do primeiro trimestre do reservatório de Furnas. A distribuição Gumbel foi mais precisa para predição de vazão máxima nos meses do primeiro trimestre.

Agradecimentos

Apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecimentos ao CNPq pela bolsa de IC.

Referências

- [1] S. G. Coles e E. A. Powell. Bayesian methods in extreme value modelling: a review and new developments. *International Statistics Review*, 64(1):119–136, 1996. DOI: 10.2307/1403426
- [2] D.J. Spiegelhalter, N. G. Best, B. P. Carlin, and A. Van der Linde. Bayesian measures of model complexity and fit. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B – Statistical Methodology*, 64:583–639, 2002. DOI: 10.1111/1467-9868.00353.
- [3] C. F. A. Teixeira, R. C. F. Damé, G. A. Siqueira, and L. C. S. D. Bacelar. Vazão máxima de projeto: Metodologia para dimensionamento de bueiros em áreas agrícolas. *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, 17:49–56, 2011.