

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS E VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS NA SUB-BACIA PARAPEBA, RIO RIBEIRÃO DA AJUDA

SLY WONGCHUIG CORREA¹, CARLOS ROGÉRIO DE MELLO²

¹ Engenheiro Agrícola, Mestrante em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras, Fone: (35)9171-0530. E-mail: s.wongchuig@posgrad.ufla.br. Bolsista CNPq PEC-PG.

² Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras, Fone: (35)38291452, Email: crmello@deg.ufla.br, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1B.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO:

Analisou-se, neste trabalho, a aplicação de modelos de probabilidade às séries históricas de precipitações máximas diárias anuais e as vazões mínimas anuais das médias de 7 dias consecutivos, para 2 estações, pluviométrica e fluviométrica respectivamente, localizadas no rio Ribeirão da Ajuda pertencente ao município Bambuí, da sub-bacia Paraopeba afluente do Rio San Francisco. Se desenvolveram os modelos de probabilidade Log-normal 2 e 3 parâmetros, Gumbel, Gama 2 parâmetros e a Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) para às séries históricas de precipitação máxima; além da distribuição Weibull na serie histórica de vazões mínimas.

A precipitação máxima diária anual e a vazão média mínima de 7 dias, foram melhor representadas graficamente pelos modelos de probabilidade Log-normal 2 parâmetros e Gumbel. Os testes de ajuste foram realizados com os testes de Kolmogorov, Qui-Quadrado e Anderson-Darling, os quais indicam que a serie de precipitação máxima se ajusta melhor à distribuição de Gumbel pelo Método de Momentos. Porém, as vazões mínimas foram mais bem representadas pela distribuição Gumbel pelo Método de Máxima Verossimilhança. Finalmente se determinou a vazão mínima para um período de retorno de 10 e 20 anos nas series estatísticas de melhor ajuste.

Para realizar as diferentes distribuições de probabilidade e os testes de ajuste se utilizou a ferramenta do software Microsoft Excel, as funções estatísticas incorporadas neste, além do complemento *Solver*.

PALAVRAS-CHAVE:

Análise estatística, Precipitações máximas diárias, Vazões mínimas anuais

STATISTICAL ANALYSIS OF ANNUAL DAILY MAXIMUM PRECIPITATION AND ANNUAL MINIMUM FLOW IN SUB-BASIN PARAPEBA, RIBEIRÃO DA AJUDA RIVER

ABSTRACT:

It was analyzed in this work, the application of probability models to the time series of annual maximum daily precipitation and annual minimum flows averages of seven consecutive days, for 2 seasons, rainfall and fluviometric respectively, located in the Ribeirão da Ajuda river belonging to Bambuí municipality, of Paraopeba sub-basin tributary of the San Francisco river. It was developed probability models of log-normal 2 and 3 parameters, Gumbel, Gama 2 parameters and the Generalized Extreme Value Distribution (GEV) to the historical series of maximum precipitation; beyond the Weibull distribution in the historical series of minimum flows.

The maximum daily rainfall and minimum average flow of 7 days, were better represented graphically by the probability models of Log-normal 2 parameters and Gumbel. Fit-testing were performed with

the Kolmogorov, Chi-square and Anderson-Darling, which indicate that the maximum rainfall series of best fits the Gumbel distribution by the Method of Moments. However, the minimum flows were well represented by the Gumbel distribution by the method of Maximum Likelihood. Finally it was determined the minimum flow rate for a return period of 10 and 20 years in statistical series of best fit.

KEYWORDS:

Statistical analysis, Maximum daily precipitation, Annual minimum flows

INTRODUÇÃO:

O estudo de precipitações máximas se realiza normalmente para conhecer com certo nível de confiança, a partir de um modelo de geração precipitação - escoamento, a magnitude máxima do fluxo num determinado ponto do leito segundo a área tributária de escoamento; aquele fluxo servirá para realizar um adequado desenho das estruturas hidráulicas (barragens, captações diretas, bueiros, pontes, etc.). A seleção de um caudal de desenho menor a esta magnitude, trará como consequência o colapso da estrutura; e pelo contrário, a seleção de um caudal de desenho maior a esta magnitude, implicará um sobre dimensionamento da mesma. Em consequência, com a seleção de uma adequada vazão de desenho, se evitarão as falhas por defeito, e os gastos desnecessários por sobre dimensionamento.

Também, atualmente a maioria dos governos e grande número de agências internacionais destacam a água como prioridade, dentro do conjunto dos recursos naturais estratégicos. É por isso que é transcendente a estimação dos fluxos mínimos para a gestão e planificação do fornecimento da água, mediante o análises estatístico da frequência de vazões mínimas média de sete dias consecutivos de um rio que atravessa a estação fluviométrica adotada.

MATERIAL E MÉTODOS:

A estação fluviométrica monitorou o fluxo das águas do rio Ribeirão da Ajuda que vai desde sua nascente aproximadamente em 900 m de altitude, próximo ao povoado Medeiros, até a ubiqação da estação numa altitude de 705 m, perto do Município de Bambuí, pertencentes ao estado de Minas Gerais. O trabalho foi desenvolvido com dados de precipitação diária para um período de 72 anos (1941 - 2012) e de vazões medias diárias num período de 50 anos (1943 - 2012) os dados hidrológicos foram disponibilizados pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e pela Agência Nacional de Águas (ANA).

FUNÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE:

Com ajuda do software Microsoft Excel se usou as seguintes equações das diferentes funções de probabilidade assim mesmo dos seus parâmetros respectivos:

- Distribuição Log Normal 2 e 3 Parâmetros
- Distribuição Extrema tipo I ou Gumbel
- Distribuição Gama 2P
- Distribuição Weibull
- Distribuição GEV

TESTES DE AJUSTE USADOS

- Teste de Kolmogorov-Smirnov
- Teste de Qui-quadrado
- Teste de Anderson Darling

RESULTADOS:

1. Dados de precipitação máxima:

Teste de Komogorov-Smirnov

($\alpha=5\%$ e $N=72$) $\Delta F_{\text{tabelado}} = 0.158$

Distribuição	$\Delta F_{\text{calculado}}$
Gumbel M.M.	0.051
Gumbel M.M.V.	0.066
Log 2P	0.070
Log 3P	0.094
Gama 2P	0.101
GEV	0.443

Teste de Qui-quadrado ($\alpha=5\%$)

2P: GL= 4, Test Chi = 9.488

3P: GL= 3, Test Chi = 7.815

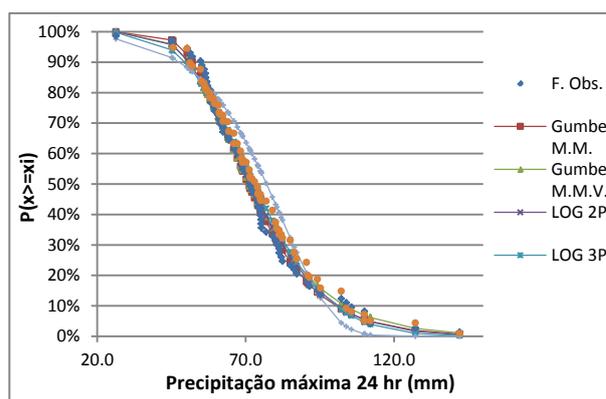
Distribuição	χ^2 calculado
Gumbel M.M. (2P)	3.024
Gumbel M.M.V. (2P)	4.069
Log 2P	4.562
Log 3P	7.050
Gama 2P	13.717
GEV (3P)	497.241

Teste de Anderson-Darling ($\alpha=5\%$)

Distribuição	AD	AD*	AD _{tabela}
Gumbel M.M.	0.336	0.344	0.757
Gumbel M.M.V.	0.526	0.538	0.757
Log 2P	0.492	0.497	0.752
Log 3P	0.779	0.788	0.752

*Dado corrigido

GRÁFICO 1. DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE PARA OS DADOS DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HR.



2. Dados de vazão mínima média de 7 dias:

Teste de Komogorov-Smirnov

($\alpha=5\%$ e $N=50$) $\Delta F_{\text{tabelado}} = 0.190$

Distribuição	$\Delta F_{\text{calculado}}$
Gumbel M.M.	0.063
Gumbel M.M.V.	0.057
Log 2P	0.070
Log 3P	0.097
Gama 2P	0.110
GEV	0.454
Weibull	0.133

Teste de Qui-quadrado ($\alpha=5\%$)

2P: GL= 3, Test Chi = 7.815

3P: GL= 2, Test Chi = 5.991

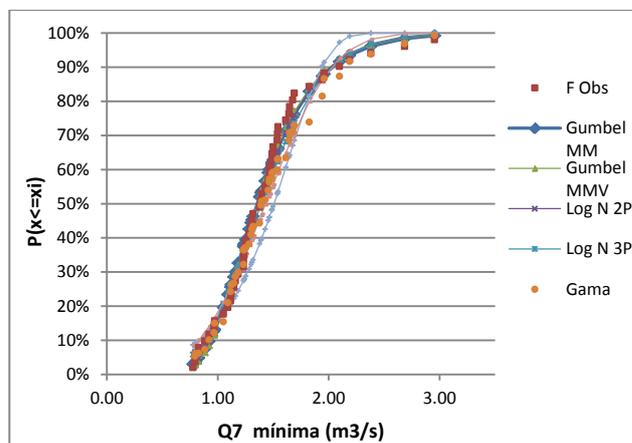
Distribuição	χ^2 calculado
Gumbel M.M. (2P)	1.978
Gumbel M.M.V. (2P)	1.927
Log 2P	2.233
Log 3P	3.598
Gama 2P	5.552
GEV (3P)	615.998
Weibull (3P)	6.633

Teste de Anderson-Darling ($\alpha=5\%$)

Distribuição	AD	AD*	AD _{tabela}
Gumbel M.M.	0.300	0.309	0.757
Gumbel M.M.V.	0.281	0.289	0.757
Log 2P	0.313	0.317	0.752
Log 3P	0.587	0.596	0.752
Weibull	1.280	1.316	0.757

*Dado corrigido

GRÁFICO 2. DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE PARA OS DADOS DE VAZÕES MÍNIMAS



CONCLUSÕES:

1. Só os modelos de probabilidade Gumbel e Log-normal a 2 e 3 parâmetros mostraram-se adequados aos dados de precipitação máxima diária anual; no entanto, o modelo Gumbel pelo Método de momentos produziu ajustes de melhor qualidade.
2. Quanto aos dados de vazão mínima média de 7 dias, os modelos de probabilidade Gumbel, Log-normal a 2 e 3 parâmetros e Gama, mostraram-se adequados; no entanto, o modelo Gumbel pelo Método de Máxima Verossimilhança produziu ajustes de melhor qualidade.
3. A distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) foi a que pior se ajustou aos dados de precipitação diária anual e de vazão mínima média de 7 dias tanto graficamente como rejeitada nos testes de Qui-Quadrado

REFERÊNCIAS

- BUIHAND, T.A., 1989, "Statistics of extremes in climatology. Statistica Neerlandica", v. 43, p. 1-30.
- CARLOS R. DE MELLO, 2013, "HIDROLOGIA ESTATÍSTICA: Conceitos e aplicações". Texto de apoio à unidade curricular de Hidrologia do programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA.
- MAURO NAGHETTINI, ÉBER J. DE ANDRADE, 2007, "Hidrologia Estatística", CPRM Serviço Geológico de Brasil.
- MAURO NAGHETTINI; MARIA MANUELA PORTELA, 2011, "Probabilidades e estatística aplicadas à hidrologia". Texto de apoio à unidade curricular Hidrologia e Recursos Hídricos do 3º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, 94 pp., IST, Lisboa.