

## AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DE DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES APLICADAS AOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS DE VAZÕES MÁXIMAS

*Lucas Ricardo Valentim<sup>1\*</sup>; Júlio Gomes<sup>2</sup>*

**Resumo** – O presente artigo tem por objetivo avaliar a sensibilidade de seis distribuições de probabilidades utilizadas em estudos de vazões máximas: Normal; log-Normal; Exponencial; Gumbel; log-Pearson III; e GEV, com parâmetros estimados pelo método dos momentos. Foram usadas vazões observadas na estação fluviométrica Águas do Verê (65960000), localizada no rio Chopim, para estimar as vazões com tempo de recorrência de 1.000 e 10.000 anos. Em seguida, a amostra de vazões máximas anuais foi percorrida por janelas de tempo com duração de 5 anos a 40 anos, produzindo subconjuntos para os quais novamente foram estimadas as vazões com tempo de recorrência de 1.000 anos e 10.000 anos. Todas as estimativas obtidas foram então comparadas para uma avaliação empírica da sua variabilidade em função do tamanho dos subconjuntos e do período de observação. Os resultados indicaram que a distribuição log-Normal foi a mais sensível ao tamanho dos subconjuntos e ao período de observação para as menores janelas de tempo, enquanto que, para as maiores janelas de tempo, a distribuição mais sensível foi a distribuição log-Pearson III.

**Palavras-Chave** – vazão máxima, análise de sensibilidade, distribuição de probabilidade.

## EVALUATION OF SENSITIVITY OF PROBABILITIES DISTRIBUTIONS APPLIED TO HYDROLOGICAL STUDIES OF MAXIMUM FLOOD

**Abstract** – The present article aims to evaluate the sensitivity of six probability distributions used in maximum river flow studies: Normal; log-Normal; Exponential; Gumbel; log-Pearson III; and GEV, using the method of moments to estimate the distribution parameters. Data flow from Águas do Verê fluviometric station (65960000), located at Chopim river, were used to estimate 1,000-year and 10,000-year recurrence time flows. Next, the sample of maximum annual flows was traveled by 5-year to 40-year time windows, producing data subsets, and then 1,000-year and 10,000-year recurrence time flows were estimated for each data subset. Finally, all the estimates were compared among each other to provide an empirical evaluation of their variability as a function of subset size and observation period. The results showed that logarithmic distributions were the most sensitive to subset size and to observation period. The results indicated that log-Normal distribution was the most sensitive to the subset size and to the observation period for the smallest time windows, while the log-Pearson III distribution was the most sensitive for the largest time windows.

**Keywords** – maximum river flow, sensitivity analysis, probability distribution.

<sup>1</sup> Eng. Civil, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental – PPGERHA/UFPR: lucas.rilenti@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Civil, Dr., Professor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental – PPGERHA/UFPR: jgomes.dhs@ufpr.br

## INTRODUÇÃO

O dimensionamento de estruturas hidráulicas, em geral, se baseia na definição de vazões de projeto associadas a determinados tempos de recorrência, diretamente relacionados ao risco de falha das mesmas. Por exemplo, ELETROBRÁS (2000) recomenda a adoção de tempo de recorrência de 500 anos para estruturas galgáveis, ou seja, de concreto, e de, no mínimo, 1.000 anos para as demais estruturas. São adotados tempos de recorrência altos, pois, no caso de falha de uma obra desse porte, grandes impactos serão causados, colocando em risco vidas humanas, além das perdas materiais associadas a um evento de cheia do rio.

O estudo de vazões máximas tem, portanto, como objetivo estimar vazões de projeto com uma determinada probabilidade de ser igualada ou superada e, por consequência, associada a um determinado tempo de recorrência e a um risco de falha ao longo da sua vida útil, com base em dados previamente observados. Em contrapartida, as informações disponíveis de vazões e cotas são escassas, com intervalos de informações diários e, muitas vezes, com falhas representativas no período de observação.

ELETROBRÁS (2000) orienta que, para as vazões médias mensais, se construa uma série histórica de informações com, no mínimo, 25 anos de registros contínuos. Entretanto, não apresenta uma definição quanto ao tamanho mínimo da série histórica a ser adotada para o estudo de cheias. É de uso corrente, utilizar séries com tamanho mínimo de 30 anos para estudos de vazão máxima. Justificativas para esse procedimento podem estar embasadas na lei dos grandes números e na aproximação de determinadas distribuições de probabilidade à distribuição normal com o aumento do tamanho da amostra.

No que tange ao uso das distribuições de probabilidades conhecidas, destaca-se o uso daquelas com dois ou três parâmetros. Segundo Costa e Fernandes (2015), as distribuições de probabilidade que melhor se adaptam ao comportamento hídrico brasileiro são a log-normal de dois e três parâmetros. Contudo, as diretrizes da ELETROBRÁS (2000) sugerem a utilização de outras duas distribuições de probabilidades: distribuição de Gumbel ou distribuição exponencial de dois parâmetros. A escolha entre uma ou outra distribuição se dá com base na assimetria da amostra em estudo. Conforme exposto nessas diretrizes, se a mesma possui coeficiente de assimetria inferior a 1,5, recomenda-se a distribuição de Gumbel, que apresenta coeficiente de assimetria igual a 1,14. Se o coeficiente for superior ao valor de 1,5, recomenda-se a distribuição exponencial de dois parâmetros, que apresenta coeficiente de assimetria igual a 2,0.

O tamanho da amostra, como se sabe, é outro aspecto que impacta no resultado final. Oliveira (2013), em estudo aplicado a diversos postos fluviométricos no Rio Grande do Sul, verificou que havia uma variação considerável das estimativas. Os resultados obtidos mostraram que, de acordo com o experimento realizado no estudo, ao dispor de 10 anos contínuos de registros de vazões, a incerteza na estimativa da vazão máxima variou entre 61% e 97%, sendo crescente à medida que aumenta o tempo de recorrência considerado. Para séries hidrológicas mais extensas, com 100 anos de registros de vazões, por exemplo, a incerteza é bem inferior, oscilando entre 19% e 34%, para tempos de recorrência entre 2 e 10.000 anos.

Com base no exposto, o objetivo principal desse trabalho é avaliar a sensibilidade de distribuições de probabilidades utilizadas em estudos de vazões máximas, verificando a variabilidade das estimativas das vazões de 1.000 e 10.000 anos de tempo de recorrência, em função do tamanho da amostra e do período de observação em análise. Ao se variar a quantidade e a qualidade das informações amostrais, espera-se que os parâmetros das distribuições também variem e, portanto, o ajuste também apresente estimativas distintas. O método utilizado para a estimação dos parâmetros foi o método dos momentos (MOM), em razão principalmente da sua simplicidade e rapidez, já que

o número de estimativas é relativamente alto. ELETROBRÁS (1987) destaca que o método dos momentos (MOM) produz respostas suficientemente boas para estudos hidrológicos com amplitude de informações considerada pequena.

## REVISÃO DE LITERATURA

A análise de frequência de cheias é etapa importante nos estudos hidrológicos para a elaboração de projetos de aproveitamentos hidrelétricos. De acordo com Naghettini e Pinto (2007), os sistemas hidrológicos podem ser impactados por eventos extremos, tais como tempestades, grandes cheias e secas. A magnitude de um evento extremo é inversamente relacionada à sua frequência de ocorrência, uma vez que os eventos muito severos ocorrem com menor frequência do que os mais moderados. Essa análise tem por objetivo relacionar a magnitude dos eventos com sua frequência de ocorrência por meio do uso de uma distribuição de probabilidade.

Segundo Stedinger *et al.* (1993), os eventos hidrológicos extremos em um local são de grande importância, visto o impacto que podem gerar nos aspectos econômico e humano. Isso se dá devido aos problemas de enchentes, que podem alagar regiões habitadas ou levar ao colapso estruturas civis diversas, como pontes, barragens, entre outros. O impacto das vazões mínimas também deve ser avaliado, pois pode ter efeito sobre as condições de qualidade da água, ou até mesmo sobre a disponibilidade para geração de energia ou suprimento de uma comunidade.

De modo geral, o principal problema na análise de frequência aplicada à hidrologia diz respeito à quantidade e qualidade das informações disponíveis para o estudo. De acordo com Stedinger *et al.* (1993), obtendo-se uma série de informações históricas suficientemente longa de vazões de enchente, vazões mínimas, precipitações, quantidade de poluentes, entre outras informações, pode-se determinar a distribuição de frequência de modo mais preciso. Entretanto, as informações disponíveis são insuficientes, ou seja, não se consegue prever o risco associado à probabilidade de falha, visto que não é possível determiná-la com maior precisão.

De acordo com Linsley *et al.* (1975), para que a análise de frequência apresente respostas satisfatoriamente representativas, é importante que os dados observados apresentem o mínimo de erros sistemáticos ou aleatórios possível. Ainda é importante que o conjunto de dados observados apresente um número suficiente de elementos que permita realizar extrapolações confiáveis. Se o número de registros utilizados for muito pequeno, os resultados obtidos nos estudos de probabilidades baseados nesses dados é de baixa confiança.

Oliveira (2013) verificou que, embora existam diversos estudos sobre a estimativa das vazões máximas através de métodos probabilísticos, a avaliação dos resultados e das incertezas não é comumente realizada, principalmente quando a estimativa é realizada para tempos de recorrência muito elevados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente artigo tem por objetivo, como mencionado anteriormente, avaliar a sensibilidade de distribuições de probabilidades usadas em estudos de vazões máximas. Além das duas distribuições recomendadas em ELETROBRÁS (2000), Gumbel e Exponencial a dois parâmetros, também foram analisadas outras quatro distribuições de probabilidades: Normal; log-Normal; log-Pearson tipo III; e GEV (*Generalized Extreme Value*). As quatro distribuições são comumente utilizadas em estudos de vazões máximas (COSTA e FERNANDES, 2015; NAGHETTINI e PINTO, 2007; STEDINGER *et al.*, 1993; entre outros).

A avaliação da sensibilidade foi realizada, utilizando-se a série de vazões máximas anuais observada na estação fluviométrica Águas do Verê (65960000), situada no rio Chopim, Paraná, Brasil, cuja localização é apresentada na Figura 1, obtida a partir do *software* Google Earth. A Tabela 1 apresenta as informações básicas relativas à referida estação fluviométrica, onde destaca-se o período de observação compreendido entre 1956 e 2007 (52 anos de observação).

Tabela 1. Informações do Posto Fluviométrico Águas do Verê no rio Chopim

Código	Responsável	Operadora	Latitude (S)	Longitude (O)	Área de Drenagem	Período de dados
65960000	ANA	Águas Paraná	25° 46' 9"	52° 55' 36"	6.690 km <sup>2</sup>	1956-2007

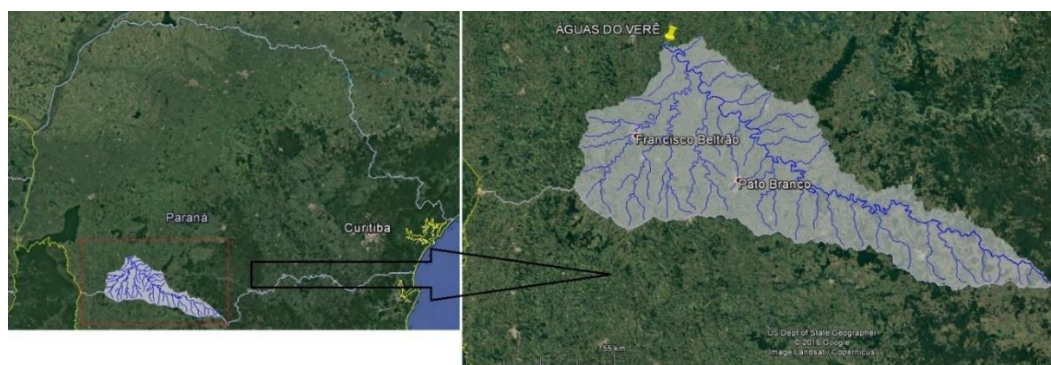


Figura 1 – Localização e área de drenagem da estação fluviométrica Águas do Verê (65960000)

Inicialmente, foram estimadas vazões de 1.000 anos e 10.000 anos de tempo de recorrência para as seis distribuições de probabilidades analisadas, considerando-se a série completa (52 anos). Na sequência, para avaliar a sensibilidade das distribuições ao tamanho da amostra e ao período de observação, a série de vazões máximas anuais foi percorrida por janelas de tempo com duração variando entre 5 anos a 40 anos, produzindo subconjuntos (amostras) para os quais foram novamente estimadas as vazões com tempo de recorrência de 1.000 anos e 10.000 anos. Finalmente, todas as estimativas obtidas foram então comparadas para uma avaliação empírica da sua variabilidade. O método dos Momentos (MOM) foi utilizado para a estimativa dos parâmetros das distribuições de probabilidades analisadas.

Como foram utilizados dados observados, e não uma série sintética, os subconjuntos (amostras) definidos eram sempre compostos por anos subsequentes, ou seja, não foram feitas combinações aleatórias possíveis das informações disponíveis. Além disso, esse procedimento permitiu estabelecer quais seriam as estimativas das vazões de 1.000 e 10.000 anos de tempo de recorrência para o local de estudo, caso tivessem sido observadas, ao longo do histórico disponível, as vazões relativas a um determinado período de observação, representado pelo seu tamanho e pelo instante em que houve a observação. Em outras palavras, os subconjuntos obtidos a partir das informações disponíveis tornaram possível avaliar a variação das estimativas, caso houvesse disponível apenas parte dos dados observados na estação fluviométrica Águas do Verê (65960000).

Com o uso do *software Excel* (planilha eletrônica) e utilizando o método dos momentos (MOM), foi possível estabelecer um procedimento computacional relativamente simples que permitiu obter as estimativas de vazões de 1.000 e 10.000 anos de recorrência para as diferentes distribuições probabilísticas analisadas para subconjuntos (amostras) de tamanho igual a 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 anos. É evidente que o número de subconjuntos (amostra) extraídos da série completa (52 anos) variou em razão do seu próprio tamanho, ou seja, do tamanho da janela de tempo utilizada para

percorrer a série original. Matematicamente, o número de subconjuntos ( $n$ ) em função da extensão da série original ( $N$ ) e do tamanho da janela de tempo ( $\Delta t$ ) é dado por:

$$n = N - \Delta t + 1 \quad (1)$$

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, a partir da série de vazões máximas anuais observadas na Estação Fluviométrica Águas do Verê (65960000) para o período de 1956 a 2007, foram determinadas as características básicas da referida série de vazões, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros da série de vazões máximas anuais. Estação Fluviométrica Águas do Verê (65960000) (período: 1956 a 2007)

Parâmetro	Valor
Tamanho da Amostra	51
Valor mínimo	399,0 m <sup>3</sup> /s
Valor máximo	5366,1 m <sup>3</sup> /s
Média aritmética	1578,6 m <sup>3</sup> /s
Desvio padrão	853,3 m <sup>3</sup> /s
Coefficiente de variação ( $CV = s/\bar{x}$ )	0,54
Coefficiente de assimetria	2,04

As Tabelas 3 a 8 apresentam um resumo das estimativas de vazões de 1.000 e 10.000 anos de recorrência para cada tamanho de subconjunto (amostra) utilizado no presente trabalho. Basicamente, para cada tamanho de subconjunto, são apresentados a média, desvio padrão e o coeficiente de variação (CV) das estimativas, bem como, os seus valores mínimo e máximo. As Figuras 1 e 2 apresentam o coeficiente de variação das estimativas das vazões de 1.000 e 10.000 anos de recorrência, em função do tamanho dos subconjuntos (amostras).

Tabela 3. Estimativas das vazões (m<sup>3</sup>/s) de 1.000 e 10.000 anos - distribuição Normal

T (anos)	Parâmetro	Tamanho dos subconjuntos (amostras) (anos)							
		5	10	15	20	25	30	40	Completa
1.000	média	3.697,4	3.937,8	4.169,0	4.377,7	4.626,5	4.587,4	4.345,5	4.215,5
	desvio	1.720,2	1.428,0	1.216,9	1.007,8	590,7	208,7	38,8	---
	CV	0,47	0,36	0,29	0,23	0,13	0,045	0,0089	---
10.000	média	4.129,5	4.412,2	4.685,0	4.934,2	5.231,0	5.186,3	4.900,7	4.752,1
	desvio	2.003,9	1.669,0	1.420,5	1.172,6	678,0	227,0	42,8	---
	CV	0,49	0,38	0,30	0,24	0,13	0,044	0,0087	---

A comparação dos resultados obtidos mostrou que a variabilidade das estimativas diminuiu com o tamanho dos subconjuntos (amostras) como seria o de se esperar. As estimativas das vazões de 1.000 anos de recorrência apresentaram menor variabilidade quando comparadas às estimativas das vazões de 10.000 anos de recorrência. Para os menores tamanhos de subconjuntos, as distribuições Normal e log-Normal foram as que apresentaram a menor e a maior variabilidades, respectivamente. A medida que o tamanho dos subconjuntos aumenta o coeficiente de variação de todas as distribuições convergem entre si, exceção feita à distribuição log-Pearson III que apresentou um coeficiente de variação superior às demais. Portanto, a questão da variabilidade em relação ao tamanho da amostra

não estaria necessariamente vinculada ao número de parâmetros da amostra, como sugerido pela ELETROBRÁS (1987), uma vez que as distribuições logarítmicas usam número de parâmetros distintos entre si, sendo dois para a distribuição log-Normal, e três para a distribuição log-Pearson III.

Tabela 4. Estimativas das vazões ( $m^3/s$ ) de 1.000 e 10.000 anos - distribuição log-Normal

T (anos)	Parâmetro	Tamanho dos subconjuntos (amostras) (anos)							
		5	10	15	20	25	30	40	Completa
1.000	média	5.580,9	6.075,5	6.531,7	7.010,7	7.604,3	7.507,5	6.883,1	6.638,9
	desvio	4.069,1	3.382,2	2.783,8	2.203,4	1.143,8	200,7	106,5	---
	CV	0,73	0,56	0,43	0,31	0,15	0,027	0,015	---
10.000	média	7.655,3	8.394,5	9.039,9	9.773,3	10.708,1	10.538,8	9.493,1	9.127,5
	desvio	6.871,3	5.642,5	4.526,3	3.510,7	1.762,3	268,6	213,5	---
	CV	0,90	0,67	0,50	0,36	0,16	0,025	0,022	---

Tabela 4. Estimativas das vazões ( $m^3/s$ ) de 1.000 e 10.000 anos - distribuição Exponencial a 2 Parâmetros

T (anos)	Parâmetro	Tamanho dos subconjuntos (amostras) (anos)							
		5	10	15	20	25	30	40	Completa
1.000	média	5.633,7	6.063,5	6.481,1	6.871,4	7.335,0	7.271,0	6.833,4	6.619,7
	desvio	2.996,4	2.512,1	2.132,6	1.749,0	984,2	291,6	60,6	---
	CV	0,53	0,41	0,33	0,25	0,13	0,040	0,0089	---
10.000	média	7.216,0	7.800,7	8.370,7	8.909,3	9.548,4	9.464,2	8.866,6	8.584,5
	desvio	4.043,9	3.402,0	2.884,2	2.357,6	1.308,2	360,4	82,2	---
	CV	0,56	0,44	0,34	0,26	0,14	0,038	0,0093	---

Tabela 5. Estimativas das vazões ( $m^3/s$ ) de 1.000 e 10.000 anos - distribuição de Gumbel

T (anos)	Parâmetro	Tamanho dos subconjuntos (amostras) (anos)							
		5	10	15	20	25	30	40	Completa
1.000	média	4.964,7	5.329,1	5.682,3	6.009,8	6.399,3	6.343,9	5.973,9	5.789,1
	desvio	2.554,4	2.136,6	1.815,4	1.492,3	847,7	262,7	52,2	---
	CV	0,51	0,40	0,32	0,25	0,13	0,041	0,0087	---
10.000	média	6.198,7	6.683,8	7.155,9	7.599,1	8.125,3	8.054,2	7.559,4	7.321,3
	desvio	3.370,2	2.829,6	2.400,8	1.966,2	1.099,8	316,1	68,1	---
	CV	0,54	0,42	0,34	0,26	0,14	0,039	0,0090	---

Tabela 6. Estimativas das vazões ( $m^3/s$ ) de 1.000 e 10.000 anos - distribuição log-Pearson III

T (anos)	Parâmetro	Tamanho dos subconjuntos (amostras) (anos)							
		5	10	15	20	25	30	40	Completa
1.000	média	4.374,5	6.069,1	6.271,7	6.503,8	6.786,8	6.575,4	6.094,6	6.213,9
	desvio	2.397,2	3.083,9	2.400,2	1.787,0	1.259,6	728,8	313,2	---
	CV	0,55	0,51	0,38	0,27	0,19	0,11	0,051	---
10.000	média	5.588,8	8.320,3	8.559,7	8.886,0	9.353,9	8.977,3	8.209,8	8.449,9
	desvio	3.669,6	4.970,9	3.789,9	2.715,5	1.910,7	1.106,8	509,0	---
	CV	0,66	0,60	0,44	0,31	0,20	0,12	0,062	---

Tabela 7. Estimativas das vazões (m<sup>3</sup>/s) de 1.000 e 10.000 anos - distribuição GEV

T (anos)	Parâmetro	Tamanho dos subconjuntos (amostras) (anos)							
		5	10	15	20	25	30	40	Completa
1.000	média	4.319,1	4.962,8	5.473,5	5.873,0	6.386,4	6.341,5	5.970,5	5.781,4
	desvio	2.694,4	2.295,7	1.947,3	1.623,9	884,4	262,4	54,2	---
	CV	0,62	0,46	0,36	0,28	0,14	0,041	0,0091	---
10.000	média	5.092,0	6.014,3	6.765,9	7.335,9	8.098,7	8.048,0	7.551,5	7.304,4
	desvio	3.644,5	3.138,7	2.669,5	2.236,5	1.172,9	315,6	72,6	---
	CV	0,72	0,52	0,39	0,30	0,14	0,039	0,0096	---

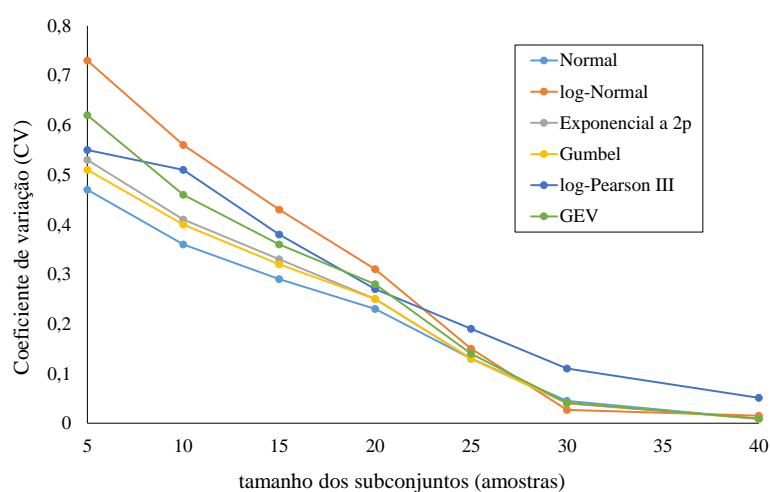


Figura 2 - Coeficiente de variação das estimativas das vazões de 1.000 anos de recorrência

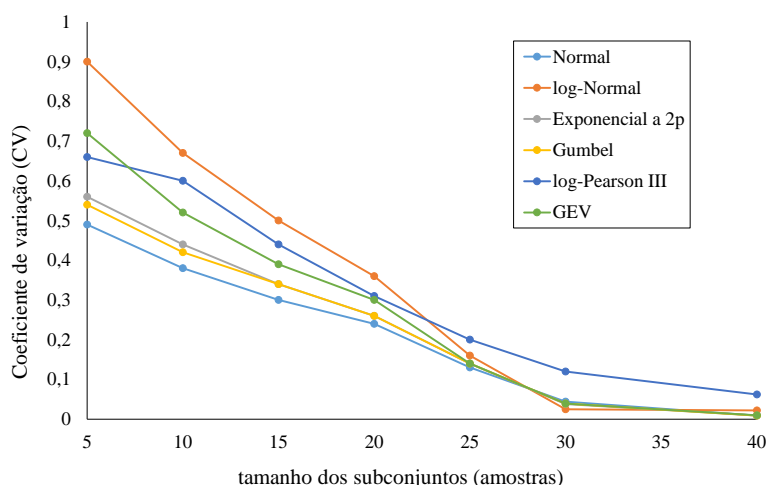


Figura 3 - Coeficiente de variação das estimativas das vazões de 10.000 anos de recorrência

Ainda considerando os resultados obtidos, destaca-se que, para as janelas de 30 e 40 anos, os coeficientes de variação das estimativas das vazões de 1.000 e 10.000 anos resultaram bastante baixos, indicando uma pequena dispersão das estimativas, ou seja, uma pequena influência do período observado. Por outro lado, para janelas de tempo de até 20 anos, o coeficiente de variação das estimativas é relativamente alto, indicando uma maior influência do período de observação e

sugerindo uma maior chance de subdimensionamento ou superdimensionamento no projeto de estruturas hidráulicas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou avaliar a variabilidade das estimativas das vazões de 1.000 e 10.000 anos de recorrência de seis distribuições de probabilidade: distribuição Normal; log-Normal; Exponencial de 2 parâmetros; Gumbel; log-Pearson III; e GEV, em função do tamanho da amostra e do período de observação, considerando dados de vazão observados na estação fluviométrica Águas do Verê (65960000), localizada no rio Chopim, Paraná, Brasil.

A avaliação aqui apresentada não teve por objetivo definir qual a melhor distribuição para a estimativa das vazões para os referidos tempos de recorrência que são usualmente utilizados para o dimensionamento de algumas estruturas hidráulicas de aproveitamentos hidrelétricos. No entanto, sugere-se que a avaliação desta variabilidade possa ser um fator auxiliar na definição da distribuição de probabilidades mais adequada.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos desta natureza a bacias hidrográficas com regime hidrológico distinto da bacia hidrográfica utilizada neste trabalho para que possa fazer uma confrontação dos resultados aqui apresentados.

## REFERÊNCIAS

- COSTA, K. T.; FERNANDES, W. S. (2015). Avaliação do tipo de distribuição de probabilidades das vazões máximas diárias anuais no Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos, RBRH* vol. 20 nº.2-Abr/Jun, p. 442 - 451.
- ELETOBRÁS (2000). *Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas*. Centrais Elétricas Brasileiras S.A., 458 p.
- ELETOBRÁS (1987). *Guia para cálculo de cheia de projeto de vertedores*. Centrais Elétricas Brasileiras S.A., 184 p.
- HIDROWEB – *Sistema de Informações Hidrológicas da ANA*. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>. Acesso em 21 set. 2016.
- LINSLEY JR, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. (1975). *Hydrology for Engineers, 2ª ed.* McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering, 430 p.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. (2007). *Hidrologia Estatística*. CPRM- Belo Horizonte, 552 p.
- OLIVEIRA, G. G. (2013). Incerteza da estimativa da máxima vazão diária em função da extensão da série hidrológica: resultados preliminares. In *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos*.
- STEDINGER, J. R.; VOGEL, R. M.; FOFOLA-GEORGIU, E. (1993). Frequency Analysis of Extreme Events. In *Handbook of Hydrology*. Org. por Maidment, D. R. McGraw-Hill, Inc. New York, cap. 18.