

Assessing Brazilian floods' regional magnitudes (Cheias regionais brasileiras)

Gláucia dos Santos Nascimento¹
Alline Gomes Lamenha e Silva²
Christopher Freire Souza³

1 Graduando de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Alagoas - Av. Lourival de Melo Mota, Maceió/AL- Brasil. CEP: 57072-900. E-mail: gal.sn@hotmail.com.

2 Graduando de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas - Av. Lourival de Melo Mota, Maceió/AL- Brasil. CEP: 57072-900. E-mail: allinelamenha@gmail.com.

3 Professor Doutor da Universidade Federal de Alagoas - Av. Lourival de Melo Mota, Maceió/AL- Brasil. CEP: 57072-900. E-mail: cfsouza.ufal@gmail.com.

Abstract: Mankind deals with floods since the colonization process. Due to the urbanization process, flood damages are increasingly greater. In this study, we aimed to identify where natural floods are greater. We applied 44 years natural flow series from seven rivers that drains different biomes and contributing areas, ranging from 14000 to 800000 km². Such comparison was based on 2-year specific flows, estimated via GEV and EV distribution fitting. From GEV fitting results, we might suggest that rivers that drain the Caatinga are prone to smaller floods. The São Francisco River presents specific flows in Xingó smaller than in Três Marias, which is located upstream. We might also suggest that smaller basins present greater floods. We intend to continue such studies, taking data from rivers from the same biomes with different área magnitudes.

Key-words: biomes, contributing areas, GEV.

INTRODUÇÃO

A convivência com cheias naturais remonta ao processo de colonização do espaço, onde as comunidades selecionam locais em que a ocorrência de inundações é menos freqüente. Em função do processo de urbanização, inundações têm resultado em prejuízos cada vez mais significativos. A caracterização de cheias desempenha desta forma, um papel fundamental no planejamento das atividades econômicas e urbanas do país. Em vista disso, as estimativas de magnitude e freqüência de ocorrência de eventos hidrológicos extremos estão fortemente atreladas ao gerenciamento de recursos hídricos.

O Brasil possui uma grande variedade de biomas em todo o seu território, que funcionam como um conjunto de ecossistemas, caracterizados, no geral, por uma diversidade de animais e vegetais, ocupando grandes áreas com grande heterogeneidade espacial, diferentes bacias hidrográficas de longas extensões e variado regime hidrológico.

O estudo se mostra interessante por usualmente serem aplicados valores de referência uniformes em regulamentações nacionais, para regiões cujo comportamento hidrológico apresenta diferenças associadas à fisiografia de cada região. Por exemplo, para o dimensionamento de obras hidráulicas, um mesmo valor de freqüência de ocorrência de eventos de cheia é considerado. Além deste aspecto, mostra-se oportuno investigar a qualidade de ajustes de modelos de distribuições a rios de diferentes recantos do país.

Segundo Montgomery *et al.* (2003) as distribuições de probabilidade: GEV – (distribuição generalizada de valores extremos) e EV – (distribuição de valores extremos) apresentam maiores aplicações no estudo de vazões máximas que são aplicados em técnicas de inferência estatística. A análise de freqüência pode ser realizada a partir das chamadas séries de duração anual, ou séries anuais, que são formadas por um único valor para cada ano de observações, tendo como referência temporal o ano hidrológico ou o ano civil, a depender da variável hidrológica sob análise. (Gordon et al, 2004).

Neste trabalho, buscou-se identificar onde a fisiografia natural implica na ocorrência de inundações ribeirinhas mais severas. Para isto, foram selecionadas séries de vazões naturais de 1962 a 2005 de sete rios que drenam diferentes biomas brasileiros e que têm áreas de contribuição variando de cerca de 14000 a 800000 km². A comparação foi realizada a partir de vazões específicas com 2 anos de recorrência, estimadas por meio de ajustes de modelos de probabilidade GEV e EV.

METODOLOGIA

Buscando minimizar a dependência dos dados da série, foram selecionadas máximas vazões diárias de cada ano hidrológico de cheia, definida a partir da identificação do mês com maior incidência de mínimas anuais para o ano civil.

Foram selecionados 44 anos de dados de vazões naturais (1962-2005) de rios de diferentes biomas brasileiros com áreas de contribuição entre 14000 a 800000 km², disponíveis no sítio eletrônico do Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS, 2011). O critério para seleção considerou o tamanho da série, a magnitude das áreas de contribuição e a posição geográfica, nesta seqüência.

Os modelos de probabilidade de Valores Extremos e Generalizada de Valores Extremos foram, então, aplicados aos dados de vazões máximas anuais para inferência da magnitude e frequência de eventos de cheia, tendo em vista que estas apresentam maiores aplicações no estudo de valores extremos, segundo as equações (ver equações 1 e 2, (Naghettini, 2007)):

Distribuição Geneneralizada de Valores Extremos

$$P(x \leq x_0) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \exp\left(-\exp\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)\right) \quad \text{Equação 1}$$

Distrinuição de Valores Extremos - EV

$$P(x \leq x_0) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\left(1 + \frac{k(x - \mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{k}}\right) \left(1 + \frac{k(x - \mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{k}} \quad \text{Equação 2}$$

Na qual k, σ e μ denotam respectivamente, os parâmetros de forma, escala e posição;

Estes parâmetros foram estimados em ambiente MATLAB que implementa a função pelo método da máxima verossimilhança.

As estimativas de frequência a partir destas distribuições foram comparadas às obtidas pelo método de posição de plotagem de Weibull (ppWeibull), que é o método mais adotado em hidrologia, embora não seja o mais recomendado (Tucci, 2001) (ver equação 3).

Posição de plotagem de Weibull

$$q = \frac{n+1}{i} \quad \text{Equação 3}$$

De posse dessas informações, fez-se o ajuste do modelo de distribuição de probabilidade (GEV e EV), disponível no MATLAB, estimando parâmetros, aplicando e analisando os modelos, gerando então gráficos para inspeção de tempo de retorno de 2 anos. Para comparação de cheias entre rios, estimou-se vazões específicas. Como o ajuste de modelos de probabilidades é sensível a valores discrepantes (outliers), estes valores foram retirados da amostra.

Essa metodologia foi aplicada aos postos selecionados localizados nas UHEs Xingó e Três Marias no rio São Francisco; Santa Clara no Rio Mucuri; Lajeado no Rio Tocantins; Itaipú no Rio Paraná; Boa Esperança no Rio Parnaíba e Água Vermelha no Rio Grande.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da aplicação do modelo de distribuição GEV e EV aos dados, utilizando valores de parâmetros estimados com a função do MATLAB que aplica o método de máxima verossimilhança, obteve-se os ajustes apresentados abaixo para as séries de duração anual nos rios com os piores (**Figuras 1 e 2**) e melhores ajuste (**Figuras 3, 4 e 5**):

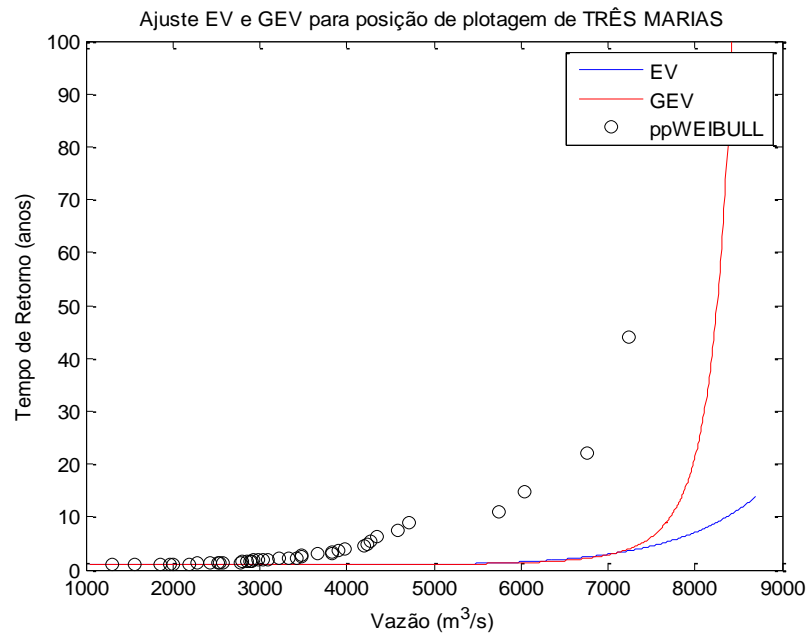


Figura 1 – Ajuste para UHE Três Marias

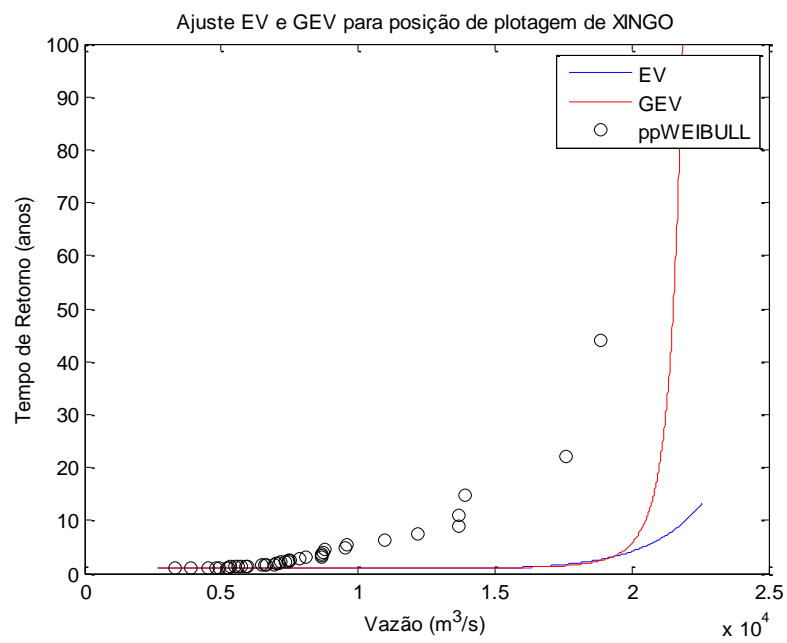


Figura 2 – Ajuste para UHE Xingó

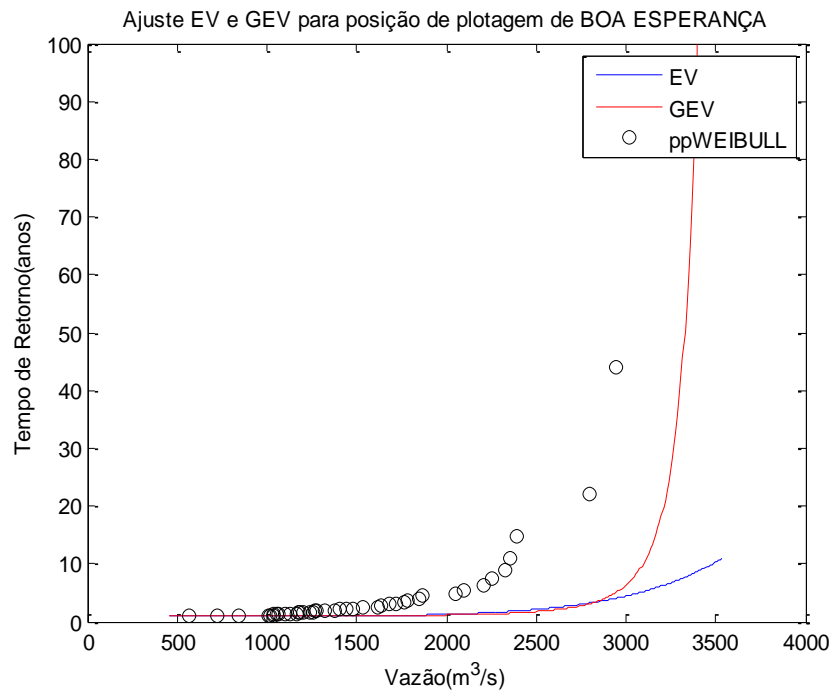


Figura 3 – Ajuste para UHE de Boa Esperança

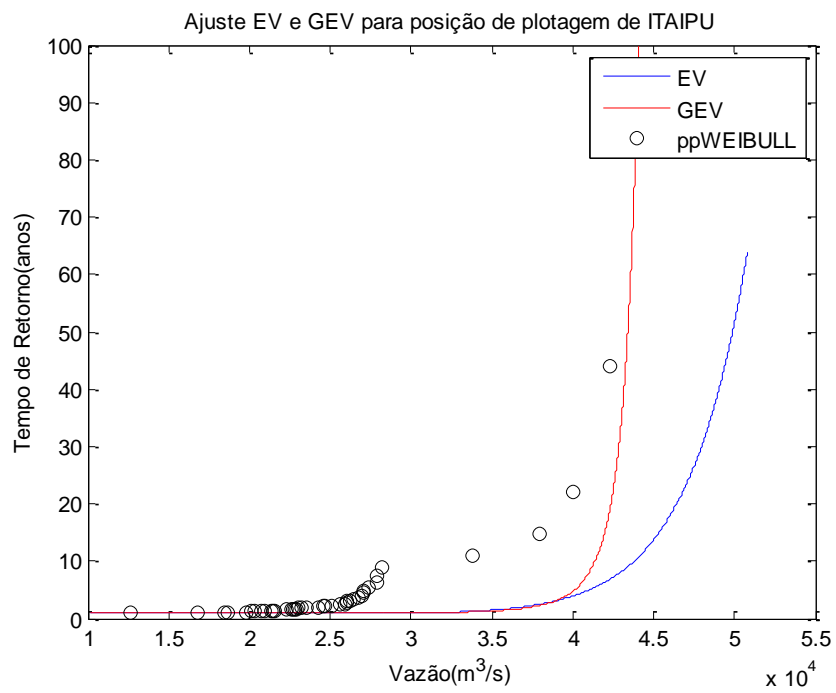


Figura 4 – Ajuste UHE de Itaipu

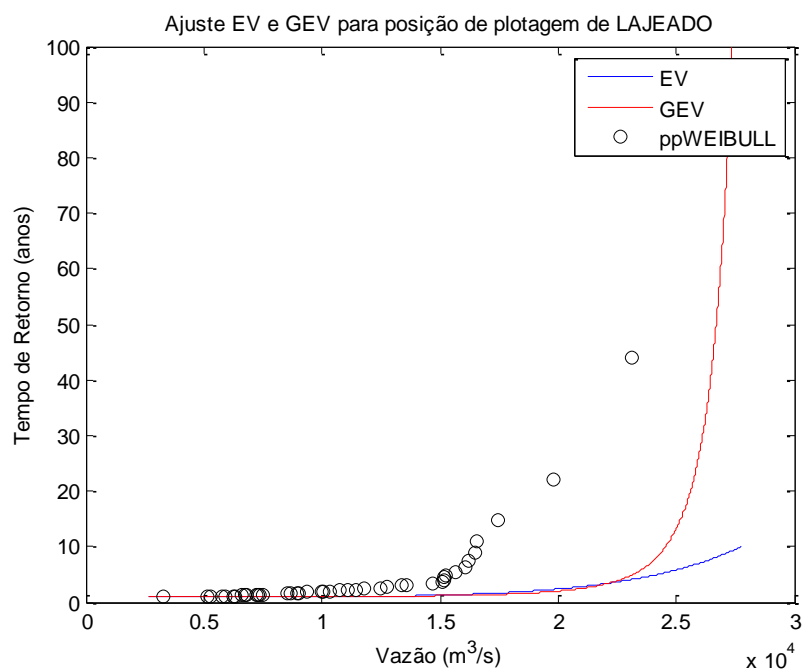


Figura 5- Ajuste para UHE de Lajeado

Os valores apresentados em azul (EV) e em vermelho (GEV) tiveram frequências estimadas por método cuja aplicabilidade é controversa. Os resultados suscitam a um entendimento de que o ajuste da curva não foi razoável para valores maiores que 2 anos de recorrência.

A partir destes resultados, foram calculadas as vazões específicas para tempo de recorrência de 2 anos obtida pelos modelos de posição de plotagem de Weibull, EV e GEV para cada UHEs, dividindo-as por suas respectivas áreas de drenagem. O resultado está expresso na tabela 1, a seguir:

Tabela 1- Vazões Específicas

| Posto | Rio | Área (km ²) | Bioma * | Vazões Específicas | | |
|------------------|---------------|-------------------------|---------|--------------------|--------------|----------------------|
| | | | | EV (mm/dia) | GEV (mm/dia) | ppWEIBULL** (mm/dia) |
| 1. Lajeado | Tocantins | 183718 | 2, 4 | 8,832 | 9,387 | 4,858 |
| 2. Boa Esperança | Parnaíba | 84966 | 3 | 2,499 | 2,642 | 1,400 |
| 3. Santa Clara | Mucuri | 14596 | 1 | 0 | 12,750 | 3,273 |
| 4. Três Marias | São Francisco | 50732 | 1,2 | 11,059 | 11,349 | 5,264 |
| 5. Água Vermelha | Grande | 139437 | 1,2 | 5,563 | 5,7179 | 3,882 |
| 6. Xingó | São Francisco | 610544 | 1,2,3 | 2,558 | 2,612 | 1,007 |
| 7. Itaipú | Paraná | 823555 | 1,2 | 3,857 | 3,921 | 2,548 |

*Biomass: 1, Mata Atlântica ; 2, Cerrado; 3, Caatinga; 4, Amazônia.

**ppWeibul – posição de plotagem de Weibull.

Os resultados obtidos mostram que os ajustes dos modelos de distribuição de probabilidade EV, GEV e posição de plotagem de WEIBULL, em geral, aproximaram-se ao observado, para tempo de retorno de 2 anos quando retirados os *outliers*. Sendo a distribuição generalizada de valores extremos a que aproximou melhor.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados da distribuição GEV que apresentou melhor ajuste, sugere-se que rios que drenam a caatinga tenham cheias mais amenas. O rio São Francisco apresenta em Xingó vazão específica menor que em Três Marias

Sugere-se ainda que bacias menores apresentem cheias mais significativas, mostrando-se interessante ampliar os estudos para considerar rios dos mesmos biomas, mas com diferentes áreas de contribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gordon, Nancy D., Thomas A. McMahon, Brian L. Finlayson, Christopher J. Gippel e Rory J. Nathan. 2004. Stream hydrology: an introduction for ecologists. Chichester, West Sussex, England ; Hoboken, N.J., Wiley

Montgomery, Douglas C. e George C. Runger. 2003. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. Rio de Janeiro, LTC Editora.

Naghetini, Mauro e Eber Jose de Andrade Pinto. 2007. Hidrologia Estatística. Belo Horizonte, CPRM.

Tucci, Carlos Eduardo Morelli. 2001. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre, ABRH.