

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
CAMPUS ALTO PARAÓPEBA

**ESTIMATIVA DO PERÍODO DE RETORNO DE VAZÕES MÁXIMAS  
OCORRIDAS EM AIMORÉS (MG)**

LORENA SENRA CAMPOS  
LUCAS CORDEIRO RIBEIRO  
MOYSÉS MENDES GOMES DA CRUZ

OURO BRANCO, MG

## Lista de Símbolos

- $G$  Coeficiente de assimetria dos logaritmos das vazões
- $\sigma_x$  Desvio padrão da amostra
- $\sigma_n$  Desvio padrão reduzido, em função do número de dados da série
- $K$  Fator de frequência, que depende do número de amostras e do período de recorrência
- $\bar{y}_n$  Média reduzida, em função do número de dados da série
- $n$  Número de eventos da amostra
- $t$  Período de retorno
- $P$  Probabilidade de ocorrência do evento
- $X$  Valor extremo para um determinado período de retorno
- $\bar{X}$  Valor médio da amostra
- $y$  Variável reduzida
- $Q_t$  Vazão máxima
- $Q_i$  Vazão máxima para cada ano da série histórica

## Sumário

<b>1. Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Revisão de literatura .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Descrição da Bacia do rio Doce .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2. Distribuições Probabilísticas .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.1. Método de Gumbel .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.2. Método de Log-Pearson Tipo III (LPIII) .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Metodologia.....</b>	<b>10</b>
<b>5. Resultados e Discussões.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>13</b>
<b>7. Referências bibliográficas.....</b>	<b>14</b>

## 1. Introdução

Entre os meses de novembro a março é comum se ter um alto índice pluviométrico no Brasil, de modo que enchentes e, conseqüentemente, possíveis inundações ocorram. Pode-se definir enchentes ou cheias como temporárias elevações do nível d'água normal da drenagem, devido ao aumento da vazão. Já a inundação é uma categoria peculiar de enchente, na qual a elevação do nível d'água normal atinge tal magnitude que as águas não se limitam à calha principal do rio, extravasando para áreas marginais. Desse modo, o estudo da precipitação e da vazão torna-se um fator relevante, já que pode prever possíveis adversidades causadas pelas inundações.

Neste contexto, a cidade de Aimorés localizada na região do vale do rio Doce enfrenta vários problemas, cabendo destacar as inundações que ocorreram nos anos de 1979, 1997 e 2013, as quais causaram grandes perdas para a população, não só da cidade, mas em toda a região.

Dentre as adversidades na região do vale do rio Doce, evidencia-se a inundação ocorrida no ano de 1979, sendo esta tragédia com repercussão mundial. Na ocasião, 47.776 pessoas ficaram desabrigadas e houve 74 vítimas fatais. Após 18 anos, em 1997, outra inundação de grande magnitude atingiu novamente a região, afetando 175 municípios, onde 11750 casas foram danificadas e 82 vítimas fatais. Já em 2013, a região foi atingida mais uma vez. As principais cidades afetadas foram Aimorés e Mantena, ambas no estado mineiro, onde o número de desabrigados foi em torno de 13 mil pessoas.

Analisando as inundações citadas anteriormente, pode-se diferenciar a forma como ocorreram na cidade de Aimorés, visto que nos anos de 1979 e 1997 as inundações ocorreram devido ao extravasamento do rio Doce, já em 2013 foram os córregos que atravessam a cidade que transbordaram.

Devido às diferentes formas de ocorrência das inundações nestes anos, é necessário observar o contexto da cidade de Aimorés. Em 2005, iniciou-se a geração de energia pela usina hidrelétrica Eliezer Batista (UHE). Dessa forma, a barragem pode regular a vazão e diminuir assim o risco de grandes inundações.

Portanto, é preciso que se faça uma análise probabilística para que se possa determinar o período de retorno de vazões de grandes magnitudes, com intuito de verificar a possibilidade da UHE ter contribuído para a atenuação dos problemas ocasionados por grandes períodos de chuva.

## **2. Objetivos**

A presente pesquisa tem como intuito estimar os períodos de retorno das vazões máximas ocorridas na cidade de Aimorés nos anos de 1979, 1997 e 2013, nos quais ocorreram períodos prolongados de chuva.

## **3. Revisão de literatura**

### **3.1. Descrição da bacia do rio Doce**

Segundo dados do Portal Caminho das Águas, a bacia hidrográfica do rio Doce possui uma área de drenagem de aproximadamente 83.431 km<sup>2</sup>, sendo 86% de seu território localizado na região centro-leste do estado de Minas Gerais e 14% na região centro-norte do Espírito Santo.

O rio Doce é o principal da bacia. Ele é formado no município de Ressaquinha (MG), onde recebe o nome de rio Piranga, e no município de Ouro Preto (MG), onde é denominado rio Carmo. A sua foz está localizada no povoado de Regência, situado no município de Linhares (ES). As nascentes de tais rios estão situadas na serra do Espinhaço e na serra da Mantiqueira, respectivamente, onde a altitude chega a 1200 m. São 853 km da nascente até a foz, passando por 228 municípios (202 dos quais situados no estado de Minas Gerais e 26 no estado do Espírito Santo).

A região da bacia do rio Doce engloba uma população em torno de 3,1 milhões de habitantes, sendo esta predominantemente urbana. Os principais afluentes no estado de Minas Gerais são os rios Santo Antônio, Piracicaba, Suaçuí Grande, Manhuaçu, Casca, Caratinga-Cuieté e Matipó. Já no estado do Espírito Santo, tem-se os rios Pancas, São José e Guandu. O clima que predomina na região é o tropical de altitude, com precipitação média variando de 900 a 1500 mm.

A captação de água feita na bacia é utilizada principalmente para irrigação, uso industrial, abastecimento público e geração de energia elétrica. Pode-se citar também a parte de mineração, que inclui a extração de ferro, ouro, bauxita, manganês, rochas calcárias e pedras preciosas.

No rio Doce foi construída a Usina Hidrelétrica Eliezer Batista (UHE), abrangendo os municípios de Resplendor, Aimorés e Itueta, em Minas Gerais, e Baixo Guandu, no Espírito Santo. O eixo da barragem situa-se no município de Aimorés. De

acordo com dados obtidos da Ação Civil Pública, a usina possui uma barragem principal e vertedouro com altura de 18,0 m e cota da soleira igual a 76,0 m, e sistema de adução com comprimento total de 11,9 km de extensão. O reservatório da UHE acumula aproximadamente  $158,2 \times 10^6 \text{ m}^3$  de água. Na Figura 1 é apresentada uma vista aérea da UHE, já na Figura 2 é apresentada a sua área de abrangência.



Figura 1 – Reservatório da Usina Hidrelétrica Eliezer Batista (UHE AIMORÉS, 2015).

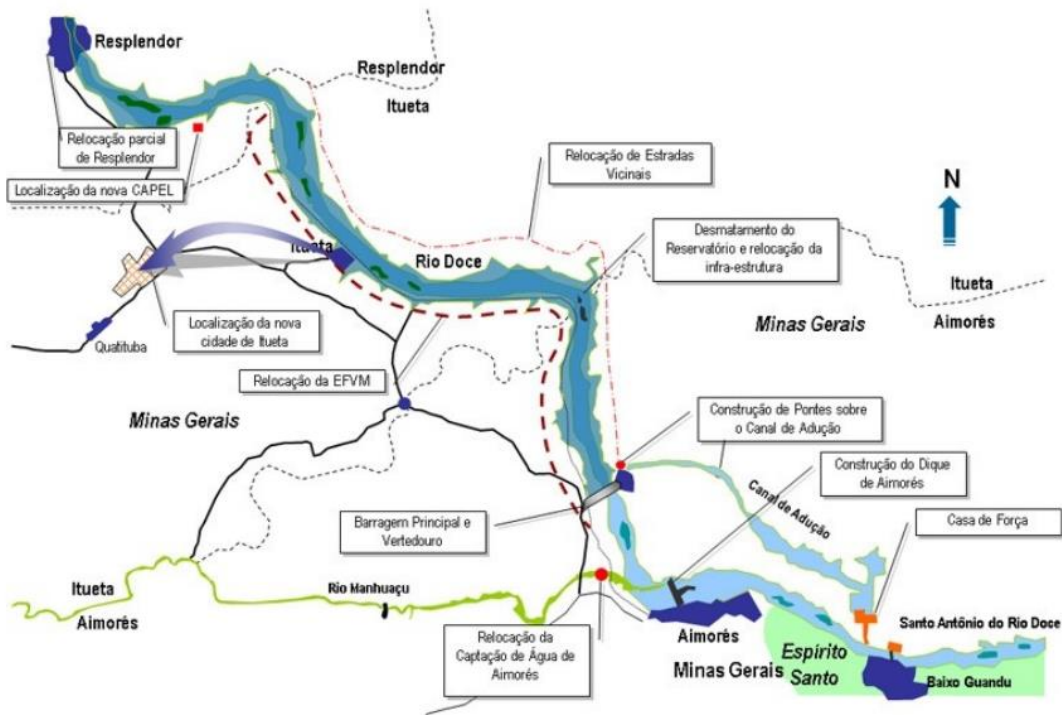


Figura 2 – Esquema da usina hidrelétrica Eliezer Batista no rio Doce (MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, 2015).

### 3.2. Distribuições probabilísticas

“A vazão máxima de um rio é entendida como sendo o valor associado a um risco de ser igualado ou ultrapassado” (TUCCI, 2007). Cada vazão máxima está associada a um período de retorno, que é definido como o período de tempo para que um determinado evento hidrológico seja igualado ou superado pelo menos uma vez. Utiliza-se a vazão máxima na previsão de enchentes e em projetos hidráulicos tais como condutos, canais, bueiros, entre outros.

Para o cálculo do período de retorno são utilizados ajustes de distribuições estatísticas, tais como a distribuição de Gumbel e a distribuição de Log-Pearson Tipo III (LPIII). Estes procedimentos são usados quando não se possui uma equação determinada, mas sim os dados referentes ao problema tratado. A seguir são apresentadas duas distribuições de probabilidades que são utilizadas no *software* SisCah, o qual foi utilizado nesse trabalho.

#### 3.2.1. Método de Gumbel

Segundo Plínio, o método de Gumbel é baseado na teoria dos extremos de amostras ocasionais. Demonstrou-se que, levando-se em conta o número real de anos de observação, a maioria das funções de frequência aplicáveis em hidrologia pode ser resolvida pela Equação 1:

$$X = \bar{X} + \sigma K \quad (01)$$

Em que:  $X$  é o valor extremo para um determinado período de retorno,  $\bar{X}$  é o valor médio da amostra,  $\sigma$  é o desvio padrão da amostra e  $K$  é o fator de frequência, que depende do número de amostras e do período de retorno. A média dos valores é obtida pela Equação 2:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (02)$$

Em que:  $n$  é o número de eventos da amostra. O desvio padrão é obtido pela Equação 3:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (03)$$

O fator de frequência pode ser determinado por meio da Equação 4:

$$K = \frac{y - \bar{y}_n}{\sigma_n} \quad (04)$$

Em que:  $y$  é a variável reduzida,  $\bar{y}_n$  é a média reduzida, em função do número de dados da série (Tabela 1),  $\sigma_n$  é o desvio padrão reduzido, em função do número de dados da série (Tabela 2).

Tabela 1 – Média reduzida em função do número de dados

<b>N</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600									
150	0,5635									
200	0,5672									

Substituindo-se a Equação 04 na Equação 01, obtém-se a Equação 5:

$$X = \bar{X} + \frac{\sigma_x}{\sigma_n} (y - \bar{y}_n) \quad (05)$$

Gumbel demonstrou que, se o número de vazões máximas anuais tende para infinito, a probabilidade de uma dada vazão ser superada por um determinado valor da variável aleatória é a seguinte:

$$P = e^{-e^{-y}} \quad (06)$$



Em que: P é a probabilidade de ocorrência do evento. Por meio da Equação 06, e considerando-se o período de retorno – que é o inverso da probabilidade –, a variável reduzida pode ser obtida pela Equação 7:

$$y = -\ln[-\ln(1 - \frac{1}{t})] \quad (07)$$

Tabela 2 – Desvio padrão reduzido em função do número de dados

<b>n</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0493	1,0493	1,0565
<b>20</b>	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
<b>30</b>	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
<b>40</b>	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
<b>50</b>	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
<b>60</b>	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
<b>70</b>	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
<b>80</b>	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
<b>90</b>	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
<b>100</b>	1,2300									
<b>150</b>	1,2300									
<b>200</b>	1,2360									

### 3.2.2. Método de Log-Pearson Tipo III (LPIII)

Esta distribuição é uma variação do método de Pearson Tipo III, onde se calcula os logaritmos das descargas, adotando-se o mesmo ajustamento de Pearson II.

Segundo Tucci, a distribuição possui três parâmetros: média, desvio padrão e coeficiente de assimetria.

Para o cálculo da média, tem-se:

$$\bar{X} = \frac{\sum \log Q_i}{n} \quad (08)$$

Em que:  $\bar{X}$  é o valor médio da amostra,  $Q_i$  é a vazão e  $n$  é o número de eventos da amostra. O desvio padrão é calculado pela Equação 09:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (\log Q_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (09)$$

O coeficiente de assimetria é determinado da seguinte forma:

$$G = \frac{n \sum (\log Q_t - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)\sigma_x^3} \quad (10)$$

Em que: G é o coeficiente de assimetria dos logaritmos das vazões,  $\bar{X}$  é o valor médio da amostra e  $\sigma_x$  é o desvio padrão da amostra. A estimativa de vazão para um período de retorno  $t$  é obtida por:

$$\log Q_t = \bar{X} + K(t, G)\sigma_x \quad (11)$$

Como o valor da vazão máxima é conhecido, calcula-se a média e o desvio padrão e determina-se o valor de K(t, G) pela Equação 11. Determinando o valor do coeficiente de assimetria, entra-se na Tabela 3, juntamente com o coeficiente K(t, G). Dessa forma, encontra-se uma probabilidade de ocorrência do evento. Assim, pela Equação 12, calcula-se o período de retorno:

$$P = \frac{1}{t} \quad (12)$$

Tabela 3 – Valor de K para a distribuição Log-Pearson Tipo III

G	PROBABILIDADES					
	0,50	0,20	0,10	0,04	0,02	0,01
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,128	1,270	1,318
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

#### 4. Metodologia

Obteve-se no *website* da Organização Nacional de Sistemas Elétricos (ONS) a série histórica de vazões do rio Doce na cidade de Aimorés. De posse dessa série, construiu-se uma série anual de dados formada pelas vazões máximas anuais, a qual pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores extremos de vazões entre os anos de 1939 a 2013.

Ano	Valor Extremo (m <sup>3</sup> /s)	Ano	Valor Extremo (m <sup>3</sup> /s)	Ano	Valor Extremo (m <sup>3</sup> /s)
1939	5811	1964	2902	1989	3786
1940	2258	1965	3126	1990	1399
1941	3046	1966	4056	1991	4470
1942	4920	1967	2359	1992	5042
1943	9853	1968	3430	1993	3314
1944	4120	1969	2724	1994	2980
1945	4495	1970	3227	1995	3657
1946	3598	1971	3622	1996	4066
1947	3457	1972	2854	<b>1997</b>	<b>8064</b>
1948	5036	1973	3730	1998	2427
1949	5070	1974	2207	1999	2576
1950	3862	1975	2453	2000	2498
1951	2861	1976	2611	2001	2187
1952	3916	1977	3842	2002	3421
1953	3004	1978	3458	2003	5474
1954	3011	<b>1979</b>	<b>6294</b>	2004	3592
1955	3237	1980	3836	2005	5072
1956	5644	1981	4586	2006	3239
1957	4958	1982	3895	2007	2518
1958	2772	1983	4748	2008	3651
1959	2032	1984	3936	2009	5631
1960	3236	1985	7776	2010	6147
1961	5139	1986	3905	2011	4674
1962	4517	1987	3012	2012	5720
1963	2438	1988	3056	<b>2013</b>	<b>5773</b>

Na Tabela 4 também está apresentado em negrito as vazões máximas nos anos de 1979, 1997 e 2013. Percebe-se que a maior vazão ocorreu em 1997.

Utilizando o *software* SisCAH, verificou-se qual distribuição de probabilidade melhor se ajustou aos dados da série histórica.

Por meios das Tabelas 1 e 2 que se encontram no item 3.1.1, determinou-se o valor do desvio padrão reduzido e da média reduzida. Por fim, utilizando-se a Equação 1 e a Equação 3, calculou-se o período de retorno da precipitação.

No banco de dados do *website* da Agência Nacional de Águas (ANA), obteve-se as precipitações diárias na estação São Sebastião da Encruzilhada, localizada em Aimorés. Em 1979 a enchente foi provocada pelo acumulado de chuvas entre janeiro e fevereiro, o qual foi de 638,9 mm. Entre dezembro de 1996 e janeiro de 1997, sendo a enchente ocorreu neste último mês, a precipitação acumulada foi de 395,4 mm. Já em 2013, o acumulado apenas do mês de dezembro chegou a 842,1 mm, valor maior que nos dois anos anteriores estudados.

## 5. Resultados e discussões

Utilizando-se o SisCAH, verificou-se que a distribuição de Gumbel se ajustou de forma adequada aos dados da série histórica.

Na Tabela 5 estão apresentados os valores das variáveis utilizadas no método de Gumbel.

Média da Amostra (m <sup>3</sup> /s)	3938,00
Desvio Padrão da amostra	1452,52
Média Reduzida	0,5559
Desvio Padrão Reduzido	1,1898

Com base nos valores mostrados na Tabela 5, obteve-se os valores da variável reduzida e o período de retorno para os anos desejados. Tais valores são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Período de retorno para os anos de 1979,1997 e 2013

Ano	Y	Período de retorno (anos)
1979	2,49	12,52
1997	3,94	51,72
2013	2,06	8,35

Como se observa, o maior período de retorno está associado ao ano de 1997, valor que foi de 51,72 anos. Este resultado já era esperado, pois neste ano ocorreu a maior vazão máxima (8064,0 m<sup>3</sup>/s). Entretanto, na enchente ocorrida em 1979, cujo período de retorno foi de 12,52 anos e a vazão máxima foi menor (6294,0 m<sup>3</sup>/s), os danos causados foram muito maiores aos que ocorreram em 1997, ao ponto dessa enchente ser considerada a maior já ocorrida não só em Aimorés, mas praticamente em todas as cidades que ficam na bacia do rio Doce, como, por exemplo, na cidade de Colatina – ES, a qual fica a jusante de Aimorés a, aproximadamente, 50,0 km. Castilho, Silva e Rodrigues (1999) analisaram o período de retorno das vazões máximas ocorridas em uma série histórica da estação fluviométrica do rio Doce localizada em Colatina – ES. Estes autores também analisaram os anos de 1979 e 1997, sendo as vazões máximas encontradas, respectivamente: 12508,0 e 8805,0 m<sup>3</sup>/s. Para série histórica composta por 47 anos de dados os autores ajustaram a distribuição estatística Generalizada de Valores Extremos (GEV). Os períodos de retorno encontrados foram 208 e 38 anos, respectivamente. Observa-se que a vazão máxima em 1979 foi bem maior que em 1997, justificando, assim, os maiores danos ocorridos em 1979.

Em Aimorés, uma justificativa que pode explicar o fato dos maiores estragos em 1979 do que em 1997 é o fato de que, como a cidade foi construída ao lado do rio Doce, em 1979 não existia um muro beira cais para conter grandes vazões. Após esta inundação, realizaram-se obras hidráulicas visando à proteção da cidade.

Outro ponto a ser analisado é que embora a vazão máxima do ano de 1997 seja a maior entre os três anos, a precipitação acumulada no período da enchente, que foi de 395,4 mm, é menor que dos outros dois anos, que foi 638,9 mm em 1979 e 842,1 mm em 2013. Sendo assim, o que pode ter acontecido é que a precipitação acumulada em outros locais que ficam a montante de Aimorés contribuiu para a vazão de tal magnitude.

Já no ano de 2013, no qual houve maior precipitação acumulada, tem-se que a vazão máxima de 5773,0 m<sup>3</sup>/s é a menor dos três anos, possuindo, conseqüentemente, menor período de retorno, o qual foi de 8,35 anos. Uma justificativa para essa incoerência é o fato do rio Doce ter sido desviado devido à construção da UHE, de forma que atualmente apenas parte da vazão do rio Doce escoar na periferia da cidade de Aimorés. Além disso, a UHE contribuiu para diminuição da vazão no rio, pois ela possui grande reservatório a montante da cidade. De acordo com Barbosa (2000), uma

barragem acumulando a água em seu reservatório por ocasião de uma chuva intensa, reduz as vazões máximas do escoamento superficial e retarda a sua propagação para jusante.

Com o objetivo de certificar os resultados encontrados, utilizando-se o *software* SisCAH, entrou-se no programa com cada período de retorno encontrado pelo método de Gumbel. Assim, obteve-se, os valores de vazões máximas associadas aos períodos. Ressalta-se que os valores foram aproximados visto que o *software* não admite a entrada de valores de período de retorno fracionários. Na Tabela 7 estão apresentados os resultados.

Tabela 7 – Vazões máximas para os períodos de retorno das chuvas de 1979, 1997 e 2013

Ano	Período de retorno aproximado (anos)	Vazões máximas calculadas (m <sup>3</sup> /s)	Vazões máximas reais (m <sup>3</sup> /s)
1979	13	6358,0	6294,0
1997	52	8099,0	8064,0
2013	9	5884,0	5773,0

A partir dos resultados obtidos, nota-se que os períodos de retorno encontrados pelo método de Gumbel forneceram valores aproximados de vazões máximas encontrados pelo SisCAH.

## 6. Conclusão

O cálculo do período de retorno é de grande importância, pois a partir dele gera-se subsídios para as grandes obras de engenharia, que têm como base de projeto as vazões para um determinado período de retorno, sendo essa vazão muito importante para seu dimensionamento.

Para os anos em que ocorreram inundações na cidade de Aimorés, 1979, 1997 e 2013, os períodos de retorno encontrados foram 12,52, 51,72 e 8,35 anos, respectivamente. Analisando quantitativamente os resultados, observa-se que no ano de 2013 o período de retorno foi o menor dos três anos, porém, analisando os dados de precipitação, neste mesmo ano, a quantidade precipitada foi maior, sendo este fato possivelmente devido à barragem de regularização de vazão que é localizada na UHE, a montante da cidade de Aimorés.

## 7. Referências bibliográficas

AÇÃO CIVIL PÚBLICA - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL - Nº  
2006.38.13.010224-2

Aliança. A nova geração da energia.. Disponível em:

<<http://www.uheaimores.com.br/usina/biblioteca.html>> Acesso em: 14 Jun. 2015.

Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Disponível em:

<[http://www.caminhoaguas.org.br/bacias/Doce\\_usos.html](http://www.caminhoaguas.org.br/bacias/Doce_usos.html)> Acesso em: 01 Jun. 2014.

Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br>> Acesso em: 01 Jun. 2014.

CASTILHO, A.S.; SILVA E.A., RODRIGUES V.V., 1999. Estimativa do período de retorno associado às cotas de alerta de inundação e de grandes cheias na bacia do rio Doce. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH: Belo Horizonte, 1999.

Hidrologia: ciência e aplicação / organizado por Carlos E. Tucci ; André L. L. da Silveira...[et al.]. – 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

Plínio Tomas, Período de Retorno, Disponível em:

<[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_metodo\\_calculos\\_vaza\\_o/capitulo03.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vaza_o/capitulo03.pdf)> Acesso em: 13 Jun. 2015.