



## APLICAÇÃO DO MÉTODO DE GUMBEL NA ANÁLISE DA MAIOR CHEIA DO RIO NEGRO NA CIDADE DE MANAUS-AM

Adriana A. de Carvalho<sup>1</sup>, Jonathas Brito<sup>2</sup>, Edson J.P.Rocha<sup>3</sup>

1- Estudante de Pós Graduação em Geoprocessamento Aplicado, 2- Graduação em Meteorologia, 3- Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha–Departamento de Meteorologia, Centro de Geociências

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro 2013- Centro de Eventos Benedito Nunes, Belém-PA.

**RESUMO:** A abordagem desse trabalho é direcionada ao maior acontecido hidroclimático já ocorrido na bacia Amazônica, sobretudo na sub-bacia do rio Negro, maior tributário do rio Solimões-Amazonas. Segundo a CPRM (Companhia de pesquisa de recursos naturais) foram 230 dias de ascensão 63,01% do ano civil. Período esse que alterou o modo de vida de milhares de pessoas que sentiram o impacto de forma direta ou indireta. O método de Gumbel mostrou que o nível máximo de 29,97 metros atingido no dia 29/05/2012, pode voltar a ocorrer num intervalo de tempo de 17,2 anos.

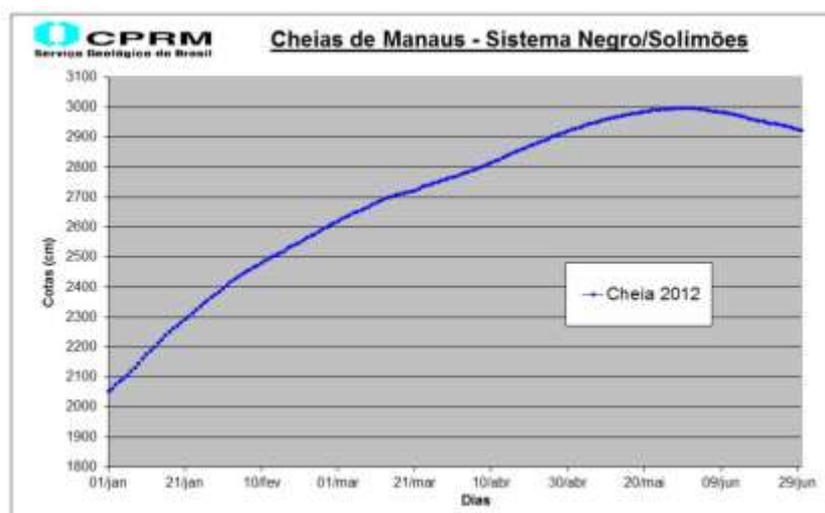


Figura 1- Evolução do nível d'água em Manaus 2012

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidroclimático, tributário, bacia amazônica.

### APPLICATION OF THE METHOD IN ANALYZING THE GUMBEL LARGEST FULL OF RIVER BLACK IN CITY MANAUS-AM.

**ABSTRACT:** The approach of this work is directed to the greatest hidroclimático happened already occurred in the Amazon basin, especially in the sub-basin of the Rio Negro, the largest tributary of the Solimões-Amazonas. According to CPRM (Companhia research resources) were 230 days of ascent 63.01% of the calendar year. Period that changed the way





of life of thousands of people who have felt the impact directly or indirectly. The Gumbel method showed that the maximum level of 29.97 meters achieved on 29/05/2012, can recur within a range of 17.2 years.

**KEYWORDS:** Hydroclimate, tributary, amazon basic.

## INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é um dos principais parâmetros meteorológico que apresenta variabilidade espaço temporal. A importância dessa variável está em vários aspectos como a reciclagem do ciclo hidrológico, no abastecimento de reservatórios de usinas hidroelétricas, nos reservatórios aquíferos, na pesca e no balanço hídrico. A relevância se faz presente na Amazônia, sobretudo na bacia hidrográfica, uma vez que os desastres naturais como a seca de 2005 e a cheia de 2012, resultaram das condições oceano-atmosfera, alterando dessa forma a circulação geral da atmosfera (CGA).

Os eventos extremos que afeta algumas regiões da Amazônia parece esta mais relacionada com os mecanismos de grande escala a exemplo do El nino-Oscilação Sul (ENSO) e gradiente meridional de TSM no oceano intertropical do que uma escala menor (aquecimento diurno, brisa marítima, convecção local e linha de instabilidade...). A estação chuvosa na Amazônia é condicionada por esses mecanismos que ditam a antecipação ou prolongamento do período chuvoso, refletindo assim nas medições hidrológicas (chuva, vazão e nível) nas sub-bacias da região.

## DESCRIÇÃO DA BACIA DO RIO NEGRO

A Bacia do Rio Negro tem o clima mais chuvoso da Bacia Amazônica, com valores anuais médios de chuva entre 2.000 e 2.200 mm, alcançando níveis maiores que 3.500 mm na região do alto Rio Negro.

Outra característica climática da região é a pequena variação nas temperaturas médias mensais. Na cidade de Manaus, situada na região do baixo Rio Negro, a maior temperatura média mensal ( $27,9^{\circ}\text{C}$ ) ocorre em setembro, e a menor ( $25,8^{\circ}\text{C}$ ), entre fevereiro e abril, com uma variação de somente  $2,1^{\circ}\text{C}$ . A água proveniente do derretimento primaveril das neves andinas representa, porém, uma contribuição bem pequena quando comparada com o formidável volume d'água que cai na grande bacia; além disso, há certa regularidade na alimentação da rede hidrográfica amazônica pelo degelo andino. A explicação do regime fluvial amazônico em especial do Rio Negro está no próprio regime das chuvas caídas na bacia, este dependendo, por sua vez, do comportamento da circulação geral atmosférica dentro da zona intertropical sul-americana, isto é, dos deslocamentos das massas de ar nesta larga faixa climática. A Bacia Amazônica é cortada pelo círculo do equador em sua porção extremo-norte, e sofre, portanto, a influência do regime fluvial dos dois Hemisférios: no verão austral a vasta porção meridional da bacia, cerca de seis vezes maior que a setentrional, recebe maior quantidade de chuva que esta última, ocorrendo o inverso no verão boreal, quando as precipitações são mais abundantes na porção setentrional. São essas chuvas que caem na região do Alto Rio Negro que fazem com que suas águas comecem a subir no início



do mês de abril.



Figura-2 Mapa de localização da área de estudo

O objetivo do trabalho é analisar a maior cheia dos últimos cem anos em decorrência da elevação do rio Negro, na capital amazonense (Manaus). Assim como, calcular o tempo de retorno (anos) para que um evento de tamanha magnitude volte a atingir a região. Alertar e prevenir as pessoas que residem em locais de área de risco e apresentam maior vulnerabilidade a sofrer com os impactos das grandes cheias como a de 2012.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de níveis fluviométricos da estação de Manaus (14990000), compreendidos entre o período de 1903 a 2011, sendo assim uma série histórica de 108 anos. Os dados estão disponibilizados na Hidroweb (Sistemas de Informações Hidrológicas) do site da ANA (Agência Nacional de Águas).

O método de Gumbel é uma ferramenta estatística muito utilizada para calcular o tempo de recorrência (período de retorno) de eventos extremos como temperaturas extremas, tempestades, cheias e vazantes. Para determinação do tempo de retorno do nível máximo de 2012, foi usada a distribuição tipo I de FISHER-TIPPETT OU GUMBEL. A probabilidade de um valor extremo qualquer X da série ser maior ou igual a x é dada por:

$$P(X \geq x) = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (1)$$

$$Y = (X - x_f) \cdot \frac{\sigma n}{\sigma x} \quad (2)$$

Sendo:  $\sigma n$  = desvio padrão da variável reduzida y

$\sigma_x$  = desvio padrão da variável X

xf = moda dos valores extremos X, expressa

$$\text{por: } xf = \bar{x} - \sigma_x \cdot \frac{yn}{\sigma n}$$

onde  $\bar{x}$  = média aritmética da variável X;  $\bar{y}_n$  = média aritmética da variável reduzida y. Os valores de  $\bar{y}_n$  e  $\sigma_n$  encontram-se na Tabela 1, em função do período da observação n.

Tabela 1. Média e desvio padrão de y (Gumbel) em função do número de observações. (Gumbel, 1958).

n	$\bar{y}_n$	$\sigma_n$	n	$\bar{y}_n$	$\sigma_n$	n	$\bar{y}_n$	$\sigma_n$
8	0,4843	0,9043	35	0,5403	1,1285	64	0,5533	1,1793
9	0,4902	0,9288	36	0,5410	1,1313	66	0,5538	1,1814
10	0,4952	0,9497	37	0,5418	1,1339	68	0,5543	1,1834
11	0,4996	0,9676	38	0,5424	1,1363	70	0,5548	1,1854
12	0,5035	0,9833	39	0,5430	1,1388	72	0,5552	1,1873
13	0,5070	0,9972	40	0,5436	1,1413	74	0,5557	1,1890
14	0,5100	1,0095	41	0,5442	1,1436	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	42	0,5448	1,1458	78	0,5565	1,1923
16	0,5157	1,0316	43	0,5453	1,1480	80	0,5569	1,1938
17	0,5181	1,0411	44	0,5458	1,1499	82	0,5572	1,1953
18	0,5202	1,0493	45	0,5463	1,1519	84	0,5576	1,1967
19	0,5220	1,0566	46	0,5468	1,1538	86	0,5580	1,1980
20	0,5236	1,0628	47	0,5473	1,1557	88	0,5583	1,1994
21	0,5252	1,0696	48	0,5477	1,1574	90	0,5586	1,2007
22	0,5268	1,0754	49	0,5481	1,1590	92	0,5589	1,2020
23	0,5283	1,0811	50	0,5485	1,1607	94	0,5592	1,2032
24	0,5296	1,0864	51	0,5489	1,1623	96	0,5595	1,2044
25	0,5309	1,0915	52	0,5493	1,1638	98	0,5598	1,2055
26	0,5320	1,0961	53	0,5497	1,1653	100	0,5600	1,2065
27	0,5332	1,1004	54	0,5501	1,1667	150	0,5646	1,2253
28	0,5343	1,1047	55	0,5504	1,1681	200	0,5672	1,2360
29	0,5353	1,1086	56	0,5508	1,1696	250	0,5688	1,2429
30	0,5362	1,1124	57	0,5511	1,1708	300	0,5699	1,2479
31	0,5371	1,1159	58	0,5515	1,1721	400	0,5714	1,2545
32	0,5380	1,1193	59	0,5518	1,1734	500	0,5724	1,2588
33	0,5388	1,1226	60	0,5521	1,1747	750	0,5738	1,2651
34	0,5396	1,1255	62	0,5527	1,1770	1000	0,5745	1,2685

E o tempo de retorno é dado por:

$$Tr = \frac{1}{P(X \geq x)} \quad (3)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a série climatológica do parâmetro hidrológico selecionado (níveis máximos) da sub-bacia do rio Negro, à montante da cidade de Manas e do episódio da maior cheia ocorrida nos últimos 100 anos do rio Negro em 2012 (29,97 metros); o resultado obtido através do método de Gumbel mostrou que o intervalo de tempo para que o evento volte a ocorrer é de 17,2 anos. Sendo que esse tempo pode ser igualado ou até mesmo superado o recorde alcançado.



## CONCLUSÃO

Conclui-se através desse estudo que a cidade de Manaus apresenta forte vulnerabilidade com os fenômenos causados pelos desastres naturais. A cheia de 2012, que afetou grande parte do estado do Amazonas entrou para a história com o pico mais alto já registrado (29,97 metros). Diante disso, surge a relevância de informar o tempo previsto para que um evento de tamanha magnitude volte a acontecer. A preocupação se faz presente em todos os seguimentos, mas principalmente às pessoas menos favorecidas que tem suas moradias construídas em áreas consideradas de risco. A contribuição desse trabalho está em fortalecer não só o papel das políticas públicas, mas também das autoridades competentes, defesa civil e órgãos engajados nesse segmento, a fim de tomadas de decisões emergenciais e ações de planejamento.

## REFERÊNCIAS

ANA agencia nacional de águas disponível em: <( <http://hidroweb.ana.gov.br>)> Acesso em: 02 junho de 2013.

CRPM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Disponível em: <( [http://www.cprm.gov.br/rehi/manaus/pdf/rel\\_final\\_2012.pdf](http://www.cprm.gov.br/rehi/manaus/pdf/rel_final_2012.pdf))>. Acesso em: 13 julho de 2013.

Ecologia usp disponível em: <( <http://ecologia.ib.usp.br/guiaigapo/images/livro/RioNegro0.pdf>)> Acesso em: 01 julho de 2013.

GUMBEL, E. J. **Statistics of Extremes**. Columbia University Press, New York, 375p. 1958.

