

## XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **IMPACTO DE EVENTOS EXTREMOS RECENTES NA ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DE SÉRIES HISTÓRICAS**

*Marina de Paula Moura<sup>1</sup>; Vladimir Caramori Borges de Souza<sup>2</sup> & Carlos Ruberto Fragoso Júnior<sup>3</sup>*

**RESUMO** – Os eventos extremos de precipitação, associados aos alagamentos e enxurradas podem causar prejuízos materiais e perdas de vidas humanas. Em Maceió, capital do estado de Alagoas, o ano de 2017 apresentou um total precipitado, de aproximadamente, 3000 milímetros, o maior registro em 56 anos de dados, causando deslizamentos, elevação do nível dos rios e alagamentos, além da morte de 7 pessoas e milhares de desabrigados e desalojados. Esse trabalho objetivou avaliar as precipitações máximas do ano de 2017 do município de Maceió, procurando caracterizar sua magnitude em termos de intensidade de precipitação e tempo de retorno em comparação com a série histórica. Verificando que apesar de não apresentar a maior intensidade precipitada diária da série histórica, superou as intensidades em todos os períodos de tempo acumulados, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, podendo ser considerado um ano de extremo máximo, além de apresentar tempos de retorno consideráveis para cada total acumulado.

**ABSTRACT**– Extreme precipitation events associated with flooding and flooding can cause material damage and loss of life. In Maceió, capital of the state of Alagoas, the year 2017 presented a precipitate total of approximately 3000 millimeters, the largest record in 56 years of data, causing slides, elevation of river level and floods, besides the death of 7 people and thousands of homeless and displaced. The objective of this work was to evaluate the maximum rainfall of 2017 in the municipality of Maceió, trying to characterize its magnitude in terms of precipitation intensity and time of return in comparison with the historical series. Noting that despite not having the highest precipitated daily intensity of the historical series, it exceeded the intensities in all accumulated periods of time, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15 and 30 days, being considered an extreme year maximum return times, in addition to presenting considerable payback times for each accumulated total.

**Palavras-Chave** – Eventos extremos, precipitações máximas, Maceió

1) Graduada em Engenharia Civil, CTEC/UFAL, Av. Lourival Melo Mota s/n. Cidade Universitária, Maceió, Alagoas, Brasil, CEP: 57072-900 fone: (82) 3214-1004, e-mail: mm.marinamoura@gmail.com

2) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, PPRHS/CTEC/UFAL, Av. Lourival Melo Mota s/n. Cidade Universitária, Maceió, Alagoas, Brasil, CEP: 57072-900 fone: (82) 3214-1301, e-mail: vcaramori@yahoo.com

3) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, PPRHS/CTEC/UFAL, Av. Lourival Melo Mota s/n. Cidade Universitária, Maceió, Alagoas, Brasil, CEP: 57072-900 fone: (82) 3214-1301, e-mail: crubertofj@hotmail.com

## **INTRODUÇÃO**

Os eventos extremos de precipitação, associados aos alagamentos e enxurradas podem causar prejuízos materiais e perdas de vidas humanas. Gaume e Borga (2008) destacam a importância de caracterizar a partir dos registros disponíveis de precipitação, ou das marcas de cheia, a real magnitude de eventos de chuva ou de cheias extrema, com o objetivo de adquirir experiência aos perigos naturais.

No Brasil os registros de eventos extremos, em geral, limitam-se aos relatórios da Defesa Civil, que apresentam detalhes dos prejuízos causados porém não apresentam uma análise dos eventos do ponto de vista hidrológico. Uma das causas para esta ausência de análises hidrológicas aprofundadas sobre eventos severos está relacionada à carência de dados hidrológicos mais detalhados. Em muitos casos de chuvas que se acredita serem extremas não existem dados pluviométricos e pluviográficos disponíveis para fazer uma descrição adequada do evento (Saldanha et. al., 2012).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) o total precipitado desse ano foi, aproximadamente de 3000 milímetros para Maceió, capital do estado, sendo esse valor o maior valor registrado em 56 anos de registro de dados. O ano de 2017, no estado de Alagoas, trouxe um uma de forte chuvas que ocasionaram a elevação dos rios e das lagoas, deslizamentos de terra e alagamentos.

Segundo o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), esse ano houveram 7 vítimas fatais na capital, Maceió, devido aos alagamentos nos meses de maio e junho, período da temporada chuvosa. Além de milhares de pessoas feridas, desalojadas e desabrigadas em vários municípios devido as chuvas intensas no ano de 2017.

Este trabalho avalia as precipitações máximas do ano de 2017 do município de Maceió, procurando caracterizar sua magnitude em termos de intensidade de precipitação e tempo de retorno em comparação com a série histórica.

## **METODOLOGIA**

### **Levantamento dos dados**

O levantamento de dados foi realizado através do banco de dado do (INMET) acessado pelo link <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>, que apresenta uma rede de

observações com dados históricos diários a partir de 1961, pois os dados de períodos anteriores a 1961 ainda não estão em forma digital e, portanto, estão indisponíveis no site.

A seleção do posto utilizado considerou o período de dados disponíveis que deveriam incluir o ano de 2017, período de interesse para o trabalho, além do tamanho da série hidrológica, priorizando aquela com maior quantidade de elementos. A trabalho.

Tabela 1 apresenta as informações do posto pluviométricos selecionados para o trabalho.

Tabela 1 - Estação pluviométrica selecionada para o trabalho

Código	Nome Estação	UF	Município	Coordenadas		Período*	
				Lat.	Long.	Início	Final
82994	Maceió	AL	Maceió	-9,66	-35,7	jan/61	nov/17

\* O período registrado de dados pode conter anos indisponíveis.

### Tratamento e ajuste de dados

A análise das precipitações foi realizada tanto para a máxima diária como para as máximas precipitações acumuladas de 2, 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias. O acúmulo das séries pluviométricas foi obtido a partir da elaboração de planilhas, com auxílio do Excel®. Para cada ano da série histórica foi obtido um valor máximo acumulado de precipitação, 1 dia, 2, 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias.

A avaliação da probabilidade das precipitações foi obtida através da distribuição GEV, com o estimador de parâmetros de máxima verossimilhança, utilizando um algoritmo elaborado com auxílio do Python®. Para cada série de valores acumulados foi gerado uma rotina, obtendo a probabilidade de ocorrência de cada valor, a partir das quais foram calculados os tempos de retorno associados. Posteriormente, foi calculada a probabilidade teórica calculada pela equação de Grigorten, sendo plotada em um gráfico juntamente com os valores empíricos.

## RESULTADOS

As análises dos dados de precipitação realizadas para as precipitações máximas são apresentadas em termos de hietogramas das precipitações acumuladas, que auxiliam na visualização dos volumes precipitados do ano de 2017 em comparação com os demais volumes da série histórica. A linha laranja representa a marca do maior valore registrado nessa série histórica. A Figura 1 apresentam os valores de precipitação máxima acumulada para a duração de 1 dia.

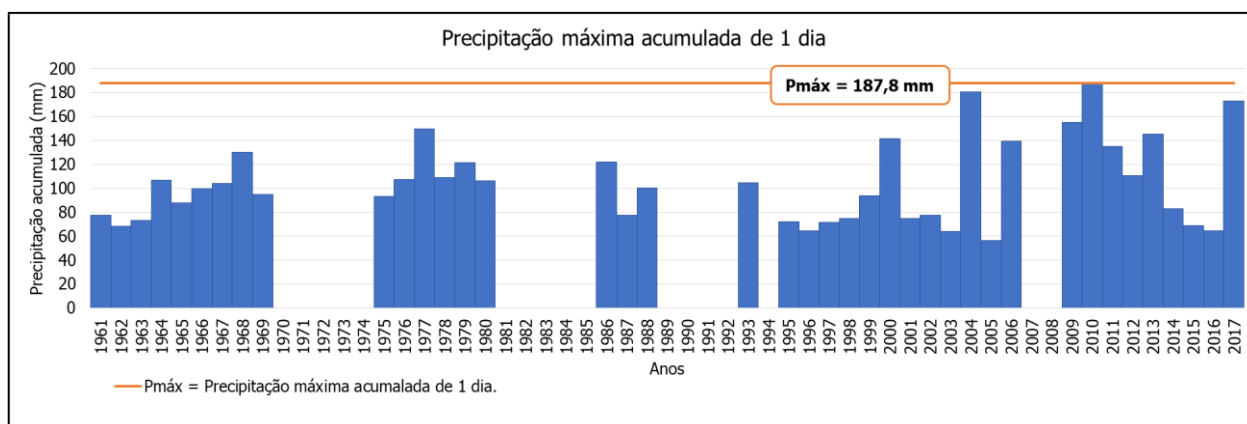


Figura 1- Hietograma das precipitações máximas diárias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

O ano de 2017 apresentou uma lâmina diária máxima de 173 mm, sendo o terceiro maior valor da série. As figuras a seguir apresentam as precipitações máximas acumuladas para as durações de 2, 3, 5, 7 10, 15 e 30 dias, respectivamente, nas quais se verifica que o ano de 2017 apresentou os maiores volumes precipitados em todas as durações consideradas em comparação à série histórica.

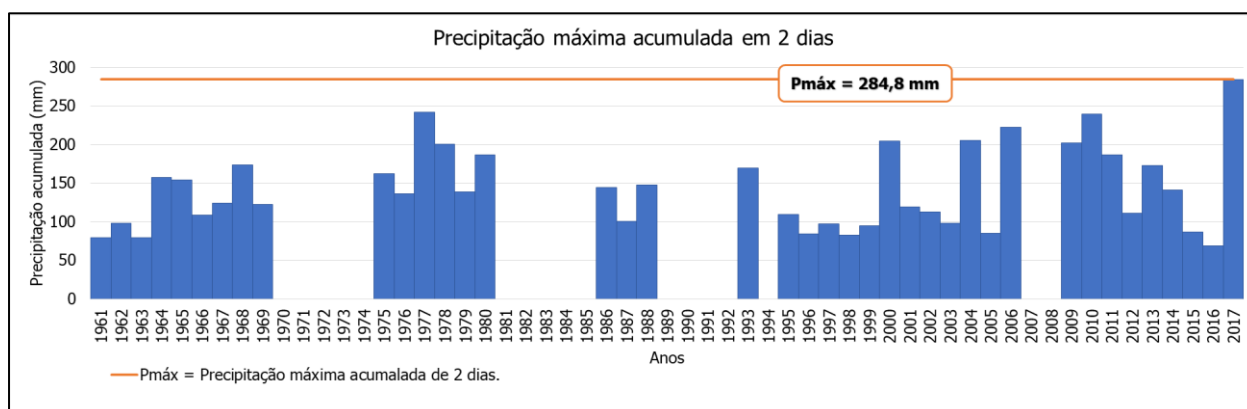


Figura 2- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 2 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

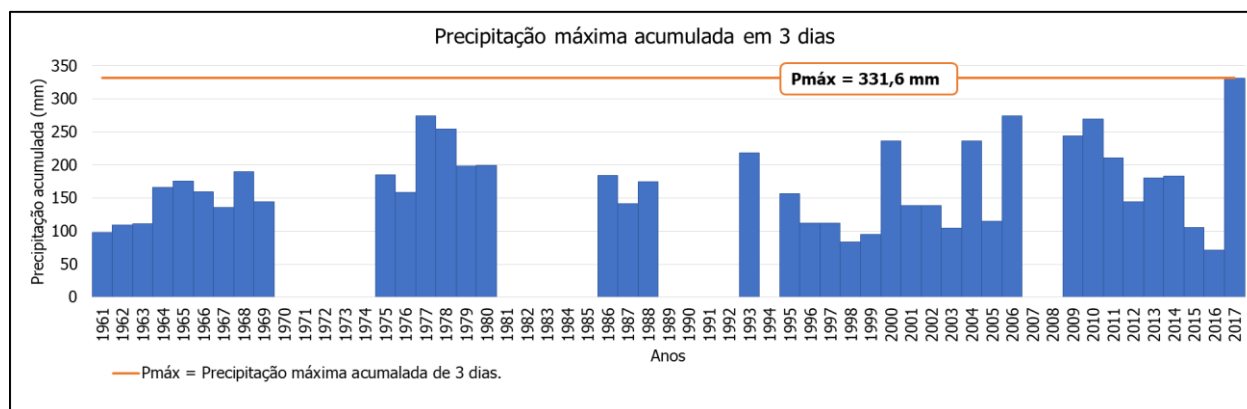


Figura 3- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 3 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

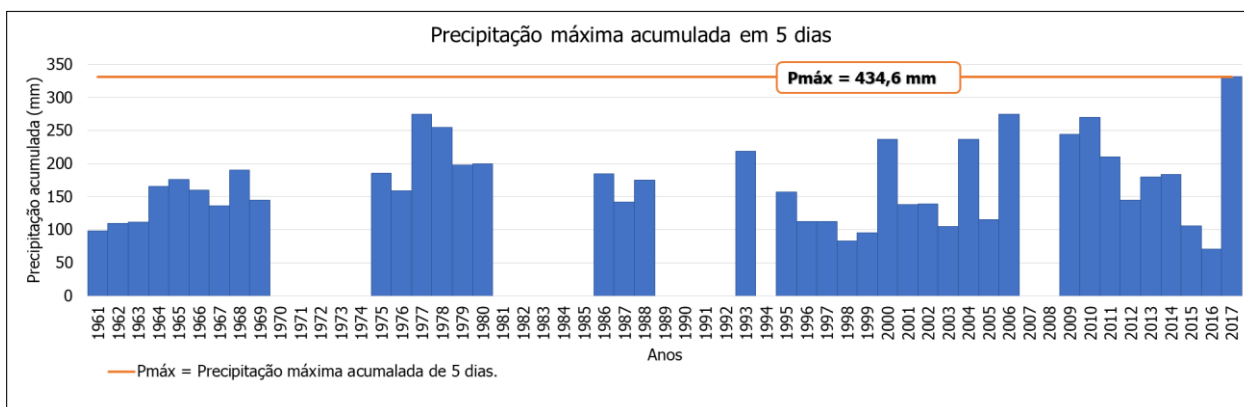


Figura 4- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 5 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

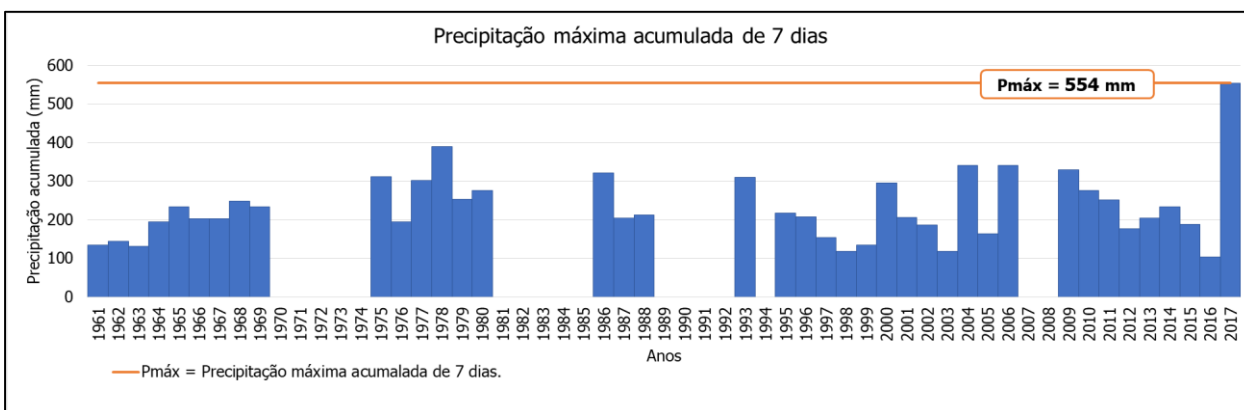


Figura 5- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 7 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

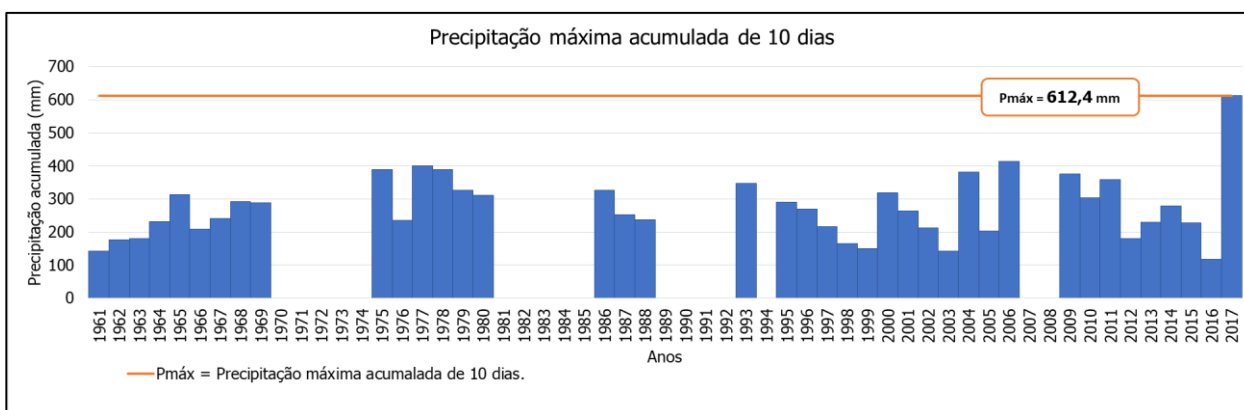


Figura 6- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 10 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

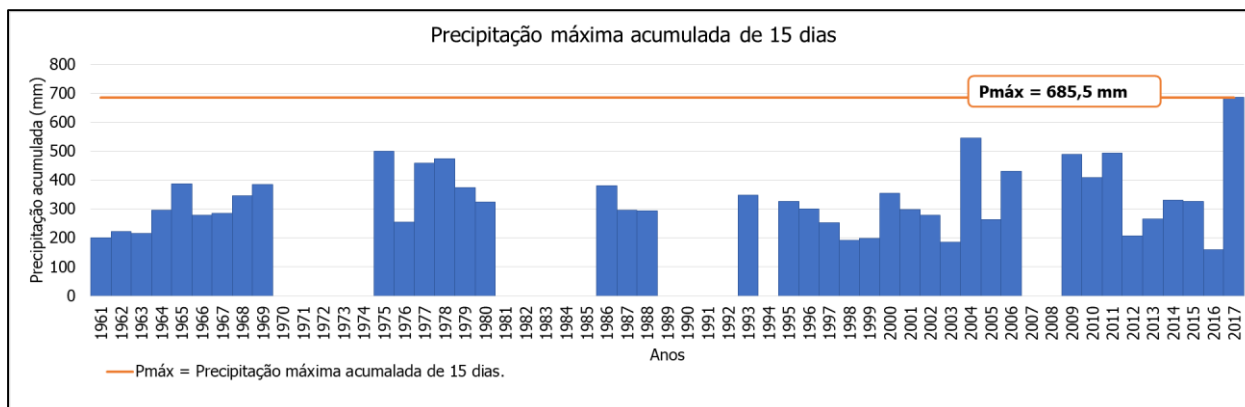


Figura 7- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 15 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

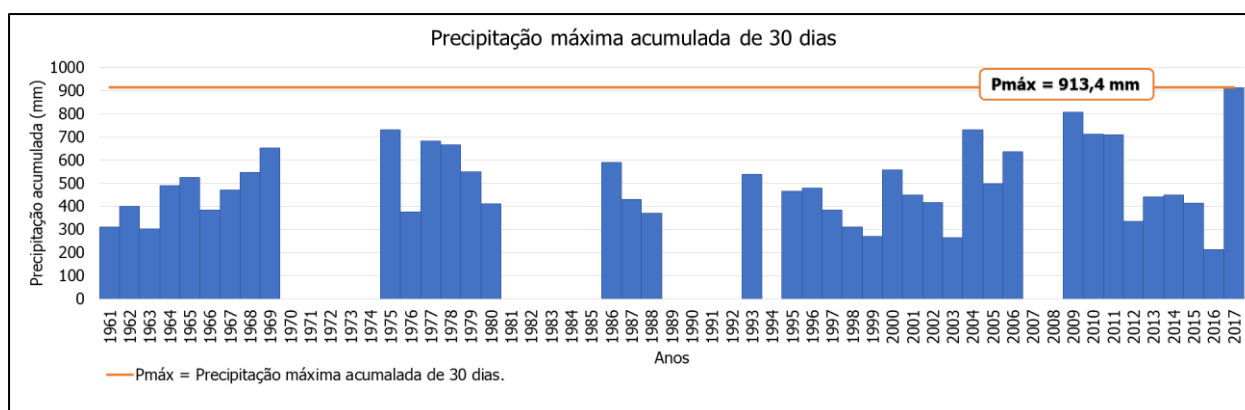


Figura 8- Hietograma das precipitações máximas acumuladas em 30 dias, série histórica (1961-2017), em Maceió  
Fonte: Autora.

Diante das precipitações máximas diárias o ano de 2017, apesar de apresentar uma lâmina precipitada relativamente alta, não foi o valor extremo da série histórica para o acumulado de um dia, diferindo do que acontece com as demais durações de tempo, 2, 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, nos quais representou o extremo máximo da série. A Tabela 2 apresenta os valores de precipitação acumulados para o ano de 2017 e os respectivos tempos de retorno pela distribuição de GEV.

Tabela 2 - Precipitações máximas acumuladas e o tempo de retorno pela distribuição de GEV.

Precipitação máxima acumulada								
Dias	1	2	3	5	7	10	15	30
Precipitação (mm)	173	284,8	331,6	434,6	554	612,4	685,5	913,4
Tempo de retorno (anos)	18,6	38,7	67,1	104,4	170,6	213,0	966,3	74,3

Se observa que os tempos de retornos calculados para 2017 são valores bastantes significativos. A Figura 9 apresenta o ajuste da distribuição de GEV, para as precipitações máximas diárias, utilizando a fórmula de posição de plotagem de Grigorten para estimação das probabilidades empíricas. Verifica-se que os valores obtidos pela distribuição empírica se aproximam consideravelmente da distribuição teórica, para os menores tempos de retorno.

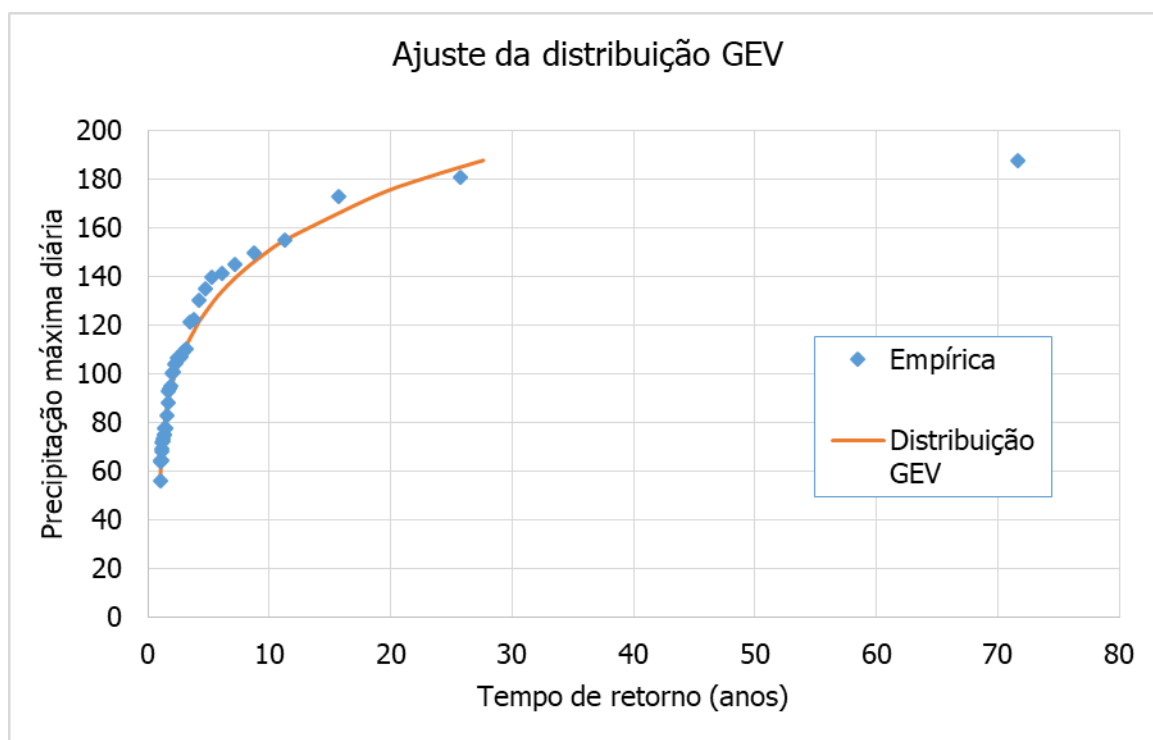


Figura 9 – Ajuste da distribuição GEV e a probabilidade empírica calculada por Grigorten  
Fonte: Autora.

## CONCLUSÃO

O ano de 2017 representou um ano de extremo máximo para a cidade de Maceió, e que apesar da precipitação máxima diária não ter representado um valor significativo dentre os valores da série, superou as precipitações máximas acumuladas em 2, 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, para todos os anos da série, apresentando tempos de retornos significativos.

As precipitações acumuladas em dias consecutivos ocasionam a intensificação dos problemas, principalmente, quando aos deslizamentos de terra, pois aumentam o volume de água no solo que elevam seu peso e deslizam. Esse fator, aumenta o risco de vida das pessoas, visto que as ocupações irregulares são muito comuns no município de Maceió.

## REFERÊNCIAS

- GAUME, E. AND BORGA, M. 2008 “*Post-flood field investigations in upland catchments after major flash floods: proposal of a methodology and illustrations.*” *Journal of Flood Risk Management*, Vol. 1 pp. 175–189. doi: 10.1111/j.1753-318X.2008.00023.x
- LANNA, A. E. Elementos de estatística e probabilidades. In: TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 1ª Edição. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, v. 4, 1993. Cap. 4, p. 79-176.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. D. A. *Hidrologia Estatística*. Belo Horizonte: CPRM -Serviço Geológico do Brasil, 2007.
- OLIVEIRA, D. L.; SOUZA, V. C. B.; FRAGOSO JR.; C. R. (2014). “*Análise Hidrológica da Cheia Excepcional Ocorrida em Junho de 2010 nas Bacias dos Rios Mundaú e Paraíba do Meio em Alagoas e Pernambuco*”. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 19 n.3 –Jul/Set 2014, 279-293.
- QUEIROZ, K. S.; FRAGOSO JR.; C. R. (2018). “*Simulação de eventos extremos de cheia de curto-prazo usando precipitação estimada por radar.*” Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.
- NAGHETTINI, M.; GONTIJO, N. T.; PORTELA, M. M. (2012). “*Investigação Sobre as Propriedades da Relação Entre Volumes Raros e Extremos de Precipitação e de Cheia, sob Certas Condições Distributivas.*” RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.4 - Out/Dez 2012, 65-81.
- SALDANHA, C. B.; COLLISCHONN, W. R.; MARQUES, M.; STEINMETZ, S.; et al. “*O Evento de Chuva Intensa de Janeiro de 2009 Sobre a Região de Pelotas-RS.*” RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 - Abr/Jun 2012, 255-265.
- SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Sistema de Monitoramento Hidrológico. Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, 2017. Disponível em: <<http://portalsnirh.ana.gov.br>>. Acesso em: Outubro 2017.
- CENAD - Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Atlas Brasileira de desastres naturais: 2013. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Brasília, 2014.
- MODARRES, R.; SARHAD, A.; BURN, D. “*Changes of extreme drought and flood events in Iran.*” *Global and Planetary Change* 144, 2016, p. 67-81.