

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WALDERLAND MICHEL MACHADO

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TEMPO DE RECORRÊNCIA DA CHUVA PELO
MÉTODO DE KIMBALL NOS MUNICÍPIOS DE MORRETES, ANTONINA E
GUARATUBA, ESTADO DO PARANÁ.

CURITIBA

2016

WALDERLAND MICHEL MACHADO

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TEMPO DE RECORRÊNCIA DA CHUVA PELO
MÉTODO DE KIMBALL NOS MUNICÍPIOS DE MORRETES, ANTONINA E
GUARATUBA, ESTADO DO PARANÁ.

Artigo apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Especialista em Análise
Ambiental, no Curso de Pós-Graduação em
Geografia, Setor de Ciências da Terra, da
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Claudinei T. da Silveira.

CURITIBA

2016

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TEMPO DE RECORRÊNCIA DA CHUVA PELO MÉTODO DE KIMBALL NOS MUNICÍPIOS DE MORRETES, ANTONINA E GUARATUBA, ESTADO DO PARANÁ.

Walderland Michel Machado

RESUMO: No campo dos desastres ambientais, avaliar a probabilidade de quando um determinado evento pode ser superado ou voltar a se repetir, auxilia na elaboração de projetos não somente de prevenção como de mitigação. Fenômenos climatológicos extremos associados a fatores endógenos têm desencadeado inúmeros processos de transformação topográfica, como os observados no ano de 2011 nos municípios litorâneos do Estado do Paraná: Guaratuba, Morretes e Antonina. Observa-se que tais locais apresentam suscetibilidade natural aos processos de movimento de massa, devido às condições de relevo declivoso, e este estudo justificava-se pelos desastres ocorridos no litoral paranaense em março de 2011. A partir do método de Kimball calcula-se a frequência associada a cada máxima precipitação anual, para então, estimar o tempo médio de retorno desta chuva. Com o processamento dos dados pluviométricos de 75 anos da estação Morretes, 33 anos da estação Guaratuba e 40 anos da estação Antonina, foram calculados os valores de chuva máxima esperada para os tempos de recorrência de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, utilizando as séries históricas fornecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA). Portanto, foi estimado que dentro de 100 anos em Morretes poderá ocorrer uma chuva de 235,64mm/24h, Antonina 249,69 mm/24h e em Guaratuba 313,26mm/24h.

Palavras-chave: precipitação; desastre ambiental; bacia hidrográfica.

ABSTRACT: In the field of environmental disasters, assess the probability of when a particular event can be overcome or happen again, assists in developing projects not only of prevention and mitigation. Extreme climatological phenomena associated with endogenous factors have triggered numerous topographical transformation processes, as observed in 2011 in the coastal municipalities of the State of Paraná: Guaratuba, Morretes and Antonina. It is observed that such sites have natural susceptibility to mass movement processes, due to the sloping relief conditions, and this study was justified by disasters in Paraná coast in March 2011. From the Kimball method is estimated to frequency associated with each maximum annual rainfall, to then estimate the mean time to return this rain. With the processing of rainfall data 75 years of Morretes station, 33 of Guaratuba station and 40 of Antonina station, the maximum expected rain values were calculated for the recurrence times of 5, 10, 25, 50 and 100 years using the historical data provided by the Agência Nacional de Águas (ANA). Therefore, it was estimated that within 100 years in Morretes may occur rain 235,64mm/24h, Antonina 249,69 mm/24h and Guaratuba 313,26mm/24h.

Keywords: precipitation; environmental disaster; hydrographic basin.

INTRODUÇÃO

Em março de 2011, a associação entre chuvas intensas com a suscetibilidade a processos geoambientais desencadeou uma série de movimentos de massa no litoral do Paraná, ocasionando mortes e ultrapassando os U\$63 milhões em prejuízos materiais, como a destruição e avarias em pontes e casas (SILVEIRA *et al.*, 2013; ESTEVES, 2011).

No dia 11 de março de 2011 foi registrado na estação pluviométrica Morretes uma coluna de água de 321,2mm/24h, na estação Antonina 120mm/24h e na estação Guaratuba no dia 13, altura de 112,4mm/24h (ANA, 2016), tendo sido estas as maiores chuvas daquele ano nestes municípios, como consequência, os processos de movimento de massa se potencializaram, levando as duas primeiras cidades a decretarem estado de calamidade pública, e a última estado de emergência¹. O prejuízo humano foi de três óbitos, milhares de feridos, desalojados, desabrigados, e infraestrutura viária bastante danificada (ESTEVEES, 2011).

Segundo Silveira *et al.* (2013), na bacia hidrográfica do rio Jacaréi, localizada em Morretes-PR, local onde ocorreram as cicatrizes mais visíveis no relevo, existe a suscetibilidade de ocorrerem os seguintes processos de movimento de massa: escorregamentos, corridas de detritos, escorregamentos e corridas de detritos em ação conjunta e inundações associadas a corridas de lama e depósitos. Os resultados desta análise mais detalhada mostram ainda que 32,11% da área tem muito alta suscetibilidade, 44,86% alta e 23,02% como moderada a processos de movimentação de massa (SILVEIRA *et al.*, 2013).

Guaratuba-PR foi classificada com o grau médio no “Mapa Previsional de Susceptibilidade a Movimentos de Massa no Estado do Paraná” do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), já Antonina-PR apresenta grau muito alto, o mais elevado na classificação (CPRM, 2014). Nota-se para o fato dos três municípios estarem localizados no litoral paranaense, abrangendo a feição orográfica Serra do Mar, a qual corta diversos estados do Brasil e, no Paraná,

“possui características diferentes da de outros estados, pois não se constitui somente uma serra de borda de planalto ou de escarpas, como também contém áreas originadas por a erosão diferencial, de forma que onde as rochas são mais resistentes as serras se sobressaem (IPARDES, 1989)”.

Conhecer a dinâmica hidrológica e climática dessas áreas pode auxiliar na prevenção a desastres ambientais, visto que a associação entre alta

¹ Estado de calamidade pública: situação anormal, decretada em razão de desastre, que em razão da magnitude dos danos, requer auxílio direto e imediato do estado ou da União para as ações de socorro e de recuperação; Estado de emergência: Situação anormal, decretada em razão de desastre, que embora não excedendo a capacidade inicial de resposta do município ou do estado atingido, requer auxílio complementar do estado ou da União para as ações de socorro e de recuperação (BRASIL, 2012).

pluviosidade com suscetibilidade de movimentos de massa pode produzir eventos catastróficos, como mortes e perdas materiais.

A pesquisa a ser apresentada trata de um estudo estatístico das máximas precipitações anuais de 3 estações pluviométricas no litoral do estado do Paraná. Lanna (2002, p.79) observa que os fenômenos hidrológicos são aleatórios, e dentro da hidrologia estatística foram desenvolvidos modelos que tentam reproduzir os processos naturais a partir da chamada inferência estatística que se utiliza de uma série de dados históricos para tentar prever eventos futuros.

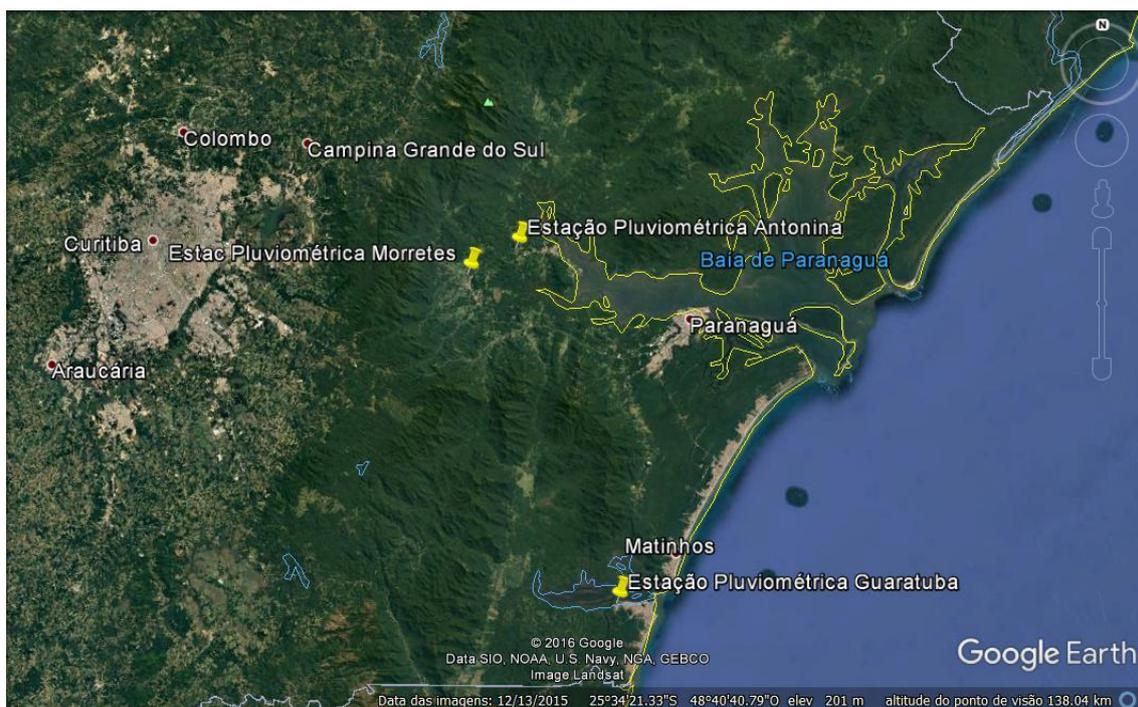
Segundo Gomide (2014), dentro da Hidrologia Estatística, devido à simplicidade de suas aplicações, existem três distribuições discretas que são comumente utilizadas para a discussão de tempo de recorrência e risco de um projeto, sendo elas: distribuição geométrica, binomial e de Poisson. Observa-se que tais distribuições só podem assumir valores inteiros, uma vez que estão associadas às variáveis aleatórias discretas, diferentemente das distribuições contínuas, cujos resultados estão compreendidos em um dado intervalo (GOMIDE, 2014, p.214-215).

A distribuição geométrica refere-se ao número de realizações de um experimento aleatório necessário para a obtenção do primeiro sucesso (ou fracasso, ou catástrofe), já a distribuição binomial refere-se aos sucessos ou fracassos em uma série de repetições independentes de um experimento aleatório, e a distribuição de Poisson pode ser interpretada como o limite para o qual tende a distribuição binomial (GOMIDE, 2014, p.229-234).

De acordo com Benson (1962), o tempo de recorrência ou retorno pode ser calculado pelos seguintes métodos: 1) Califórnia, este método desconsidera a probabilidade de ocorrência de chuvas menores que as observadas; 2) Hazen, cujo resultado tende à extrapolação; 3) Gumbel, método teórico baseado nos valores extremos e que recorre à distribuição de Gumbel, que segundo Benson (1962) pode ser substituído por métodos equivalentes mais simples; 4) o método de Beard, baseado na mediana e também tendendo à extrapolação; e por fim, 5) o método de Kimball, cujos resultados são semelhantes aos de Gumbel e Califórnia, porém adequando-se às baixas probabilidades.

O objetivo do trabalho será estabelecer o tempo de recorrência ou retorno (T_r) a partir dos dados de maior precipitação anual (série anual), utilizando o método de Kimball para a obtenção das probabilidades e, posteriormente, calculando-se a média do tempo de retorno pela distribuição geométrica, analisando as séries históricas das estações denominadas Morretes, Antonina e Guaratuba (Figura 1). Tal objetivo está diretamente ligado ao fato da precipitação ser um agente deflagrador de episódios de movimentos de massa, que se revertem muitas vezes em catástrofes.

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Google Earth, 2016. Adaptado pelo autor.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho teve como base os dados das séries históricas disponibilizadas pelo Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016). A escolha das estações deu-se pelos picos pluviométricos do mês de março de 2011 e quantidade de anos com dados de cada estação. Durante o manuseio das séries históricas foram selecionados os maiores valores anuais precipitados, ou seja, a maior chuva diária daquele respectivo ano, assim como, avaliado o nível de consistência de cada precipitação. Primeiramente, é importante verificar

quais são as probabilidades teóricas para um evento se repetir, assim sendo, determinar sua frequência (F). A partir do denominado método de Frequência de Totais Precipitados a série anual de cada estação foi organizada de modo que os valores máximos de chuva foram colocados em ordem decrescente e a cada um foi atribuído seu número de ordem m (m variando de 1 a n , sendo n = número de anos de observação do evento) (HOLTZ, 2014, p.17). Depois, os valores de m e n foram aplicados na fórmula de Kimball (equação 1):

$$F = m/(n+1); \quad (1)$$

Para então calcular o tempo de recorrência ou retorno de cada valor de F na seguinte fórmula (equação 2):

$$Tr = 1/F; \quad (2)$$

Sendo Tr , o intervalo médio de anos em que pode ocorrer ou ser superado um dado evento (HOLTZ, 2014,p.17).

$$E(X) = 1/p; \quad (3)$$

A Equação 3 é chamada de tempo de recorrência (T ou Tr), sendo $E(x)$ a média da distribuição geométrica, em que “ p ” é probabilidade, entretanto tal grandeza na realidade é adimensional, devendo ser interpretada como o número de tentativas, sendo assim, Tr corresponderá a mês caso as tentativas sejam feitas mensalmente ou ano, caso realizadas anualmente (GOMIDE, 2014, p.230).

Para o presente trabalho foi utilizado o intervalo temporal disponível de 75 anos para a estação Morretes (sob domínio da Agência Nacional de Águas), 33 anos para estação Guaratuba e 40 anos para a estação Antonina, ambas sob domínio do Instituto das Águas do Paraná. Foram excluídos os anos com três meses ou mais de falhas, podendo ser observados na Tabela 1. Organizados em planilhas eletrônicas, montou-se colunas para cada parâmetro: nível de consistência, altura de coluna d`água, o respectivo ano, uma coluna da ordem decrescente das chuvas, por conseguinte o valor m de

cada, o valor de F , a porcentagem e tempo de retorno (Tr). Com tais resultados foi possível inserir os gráficos “Precipitação Máxima (mm) X Tempo de Recorrência - Tr (ano)” com suas respectivas linhas de tendência, equação, coeficiente de determinação r^2 (este indicando o quão próximos estão os resultados obtidos pela equação da linha de tendência, devendo seu valor ser o mais próximo do módulo de 1,0). Por fim, foram calculadas as chuvas esperadas a partir das linhas de tendência obtidas para os períodos de 5,10, 25, 50 e 100 anos, valores frequentes em sistemas de drenagem, vertedouros de barragens e outros (LIMA, 2012).

Tabela 1. Estações pluviométricas

Município	Código	Latitude	Longitude	Intervalo	Anos falhos
Antonina	2548068	25° 26' 00"	48° 46' 00"	1974-2015	1974, 2013
Guaratuba	2548053	25° 53' 00"	48° 35' 00"	1974-2015	1974,1993-99,2013
Morretes	2548000	25° 28' 00"	48° 50' 00"	1939-2015	1939,1946,1970

Fonte: Adaptado ANA, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 traz as chuvas máximas diárias ocorridas em cada uma das três estações durante todo o período de suas operações. Destaca-se a grande quantidade de dados da estação Morretes, com 3 falhas e sendo a mais antiga do presente estudo; Antonina com apenas 2 máximas ausentes, e Guaratuba com maior número de falhas, num total de 9.

Tabela 2. Precipitação máxima anual (mm/24h)

ANO	ANTONINA	CONSISTÊNCIA	GUARATUBA	CONSISTÊNCIA	MORRETES	CONSISTÊNCIA
1939	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1940	-----	-----	-----	-----	91,2	2
1941	-----	-----	-----	-----	66,8	2
1942	-----	-----	-----	-----	87,4	2
1943	-----	-----	-----	-----	70,0	2
1944	-----	-----	-----	-----	82,5	2
1945	-----	-----	-----	-----	61,3	2
1946	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1947	-----	-----	-----	-----	48,7	2
1948	-----	-----	-----	-----	112,3	2
1949	-----	-----	-----	-----	131,0	2
1950	-----	-----	-----	-----	64,0	2
1951	-----	-----	-----	-----	79,2	2
1952	-----	-----	-----	-----	76,3	2
1953	-----	-----	-----	-----	81,3	2
1954	-----	-----	-----	-----	105,1	2
1955	-----	-----	-----	-----	72,8	2
1956	-----	-----	-----	-----	59,4	2
1957	-----	-----	-----	-----	53,8	2
1958	-----	-----	-----	-----	96,8	2
1959	-----	-----	-----	-----	48,8	2
1960	-----	-----	-----	-----	104,2	2
1961	-----	-----	-----	-----	96,8	2
1962	-----	-----	-----	-----	58,4	2
1963	-----	-----	-----	-----	80,6	2
1964	-----	-----	-----	-----	60,2	2
1965	-----	-----	-----	-----	86,3	2
1966	-----	-----	-----	-----	65,4	2
1967	-----	-----	-----	-----	65,6	2
1968	-----	-----	-----	-----	65,6	2
1969	-----	-----	-----	-----	90,8	2
1970	-----	-----	-----	-----	-----	2
1971	-----	-----	-----	-----	72,4	2
1972	-----	-----	-----	-----	116,3	2
1973	-----	-----	-----	-----	84,6	2
1974	-----	-----	-----	-----	76,6	2
1975	61,4	1	66,2	1	85,4	2
1976	99,9	1	106,4	1	84,0	2
1977	140	1	119,6	1	162,0	2
1978	110,0	1	139,5	1	79,6	2
1979	99,0	1	139,6	1	77,2	2
1980	158,0	1	309,6	1	81,4	2
1981	246,2	1	105,8	1	97,2	2
1982	97,8	1	167,4	1	86,0	2
1983	87	1	93,1	1	122,0	2
1984	95,0	1	99	1	69,6	2
1985	109,0	1	99,6	1	68,0	2
1986	135,2	1	84,4	1	88,0	2
1987	79,4	1	137,3	1	120,0	2
1988	87,1	1	79,5	1	75,0	2
1989	121,4	1	157	1	130,0	2
1990	71,1	1	90,3	1	100,0	2
1991	120,5	1	153,6	1	90,0	2
1992	68,7	1	88,9	1	125,9	2
1993	97,5	1	-----	-----	120,0	2
1994	131,2	1	-----	-----	102,9	2
1995	105	1	-----	-----	104,8	2
1996	107,8	1	-----	-----	100,8	2
1997	68,9	1	-----	-----	89,3	2
1998	92,8	1	-----	-----	100,3	2
1999	118,5	1	-----	-----	95,6	1
2000	91,2	1	128,1	1	70,3	1
2001	76,8	1	95,6	1	88,2	1
2002	79,8	1	91,1	1	93,6	1
2003	92,1	1	94,8	1	98,3	1
2004	188,8	1	95,7	1	213,2	1
2005	58,7	1	85,8	1	75,9	1
2006	96,7	1	110,3	1	144,4	1
2007	90	1	133,6	1	92,6	1
2008	130,2	1	212,4	1	111,2	1
2009	83,2	1	95,6	1	68,0	1
2010	120,7	1	172,8	1	113,9	1
2011	120	1	112,4	1	321,2	1
2012	132,1	1	86,4	1	115,0	1
2013	-----	-----	-----	-----	101,6	1
2014	77,6	1	67,8	1	80,3	1
2015	74,6	1	134,6	1	112,5	1

Fonte: Adaptado ANA, 2016.

Na Tabela 3, verifica-se que foram selecionadas as equações a partir do modelo logarítmico, o qual apresentou bons valores de r^2 e em comparação às outras equações (potencial, linear, polinomial e exponencial), resultados de chuva esperada mais plausíveis para as estações estudadas.

Tabela 3. Precipitação máxima esperada (mm)

Estação	Tempo de Recorrência (Tr) em anos					Equação	r^2
	5	10	25	50	100		
Antonina	131,35	158,73	194,93	222,31	249,69	$39,501\ln(\text{Tr}) + 67,777$	0,9487
Guaratuba	155,03	191,64	240,03	276,65	313,26	$52,819\ln(\text{Tr}) + 70,017$	0,928
Morretes	119,24	146,17	181,77	208,71	235,64	$38,853\ln(\text{Tr}) + 56,712$	0,8687

Fonte: Autor, 2016.

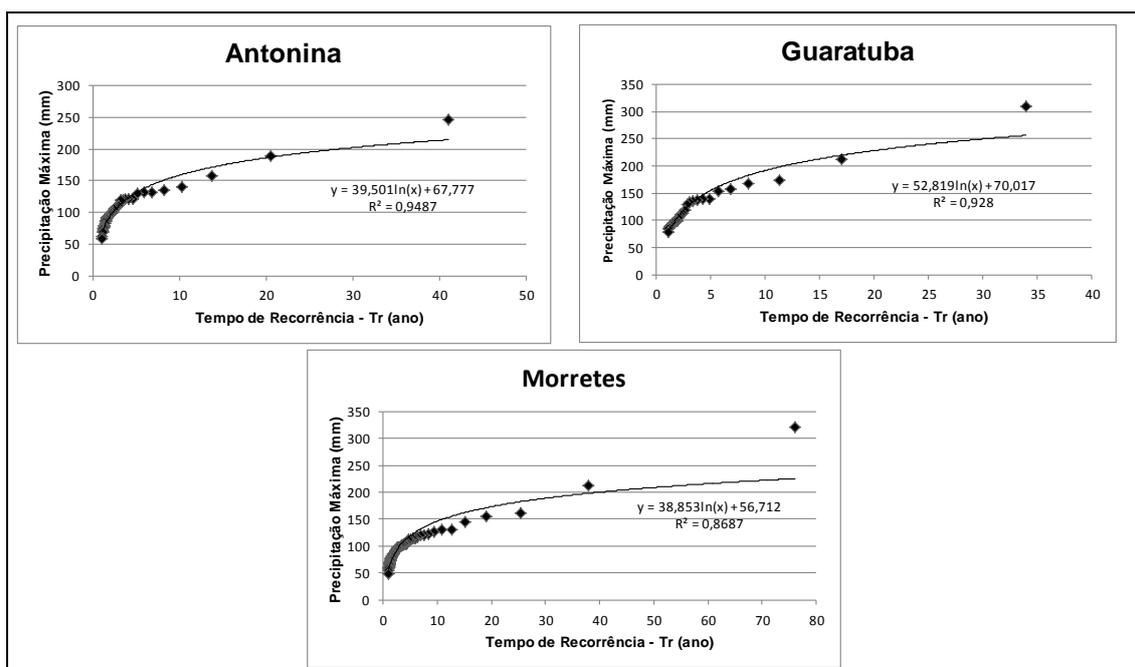
Percebe-se que ao longo do tempo aumenta-se a precipitação máxima esperada nos três municípios, chegando a mais de 190% de diferença entre 5 e 100 anos em Antonina, alcançando 202% em Guaratuba, e 175% em Morretes. Outro ponto de desigualdade entre as estações, mesmo estando todas localizadas na Região Litorânea do Estado do Paraná, são as diferenças entre as chuvas para tempos de recorrência de 5, 10, 25, 50 e 100 anos: observa-se que Guaratuba apresenta os maiores valores de precipitação esperados, entretanto, a série histórica de Guaratuba é que apresenta a maior quantidade de anos falhos ,9, apesar disso, foi a estação que apresentou maior quantidade de anos com dados no município.

Assim, pôde-se verificar que à medida que se aumenta o tempo de recorrência, aumenta-se a chuva máxima esperada ao longo do tempo.

Durante a aplicação do Método de Totais Precipitados, também foi constatado que com um tempo de recorrência de 76 anos (tempo médio esperado para a chuva de 2011 no município de Morretes, com probabilidade de 1,32% de ser igualada ou superada em um ano) era esperado uma chuva de 225,00mm/24h, portanto a chuva de 321,2mm/24h ocorrida em 2011 foi muito atípica. Já a chuva de Antonina, de 120mm/24h, também de 2011, com probabilidade de 29,27% de ser superada ou igualada em um ano, apresenta Tr de 3,4 anos, e em Guaratuba a chuva de 2011 de 112,4mm/24h possui Tr de 2,4 anos, com probabilidade de 41,18% de ser superada ou igualada em um ano.

Por fim, foram elaborados gráficos de dispersão (Figura 2) de Precipitação Máxima Esperada (mm) X Tempo de Recorrência (Tr) de cada estação, representando a correlação entre estas duas variáveis. Nota-se também que os pontos dos três gráficos tendem a se concentrar nos menores períodos de retorno, uma vez que suas probabilidades são maiores de ocorrerem, diferentemente dos maiores valores de precipitação, cuja probabilidade é menor de ocorrer (MESQUITA, 2009 apud LIMA, 2012).

Figura 2. Linhas de tendência



Fonte: Autor, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Morretes apresenta uma série com poucos valores acima de 200mm/24h (apenas 2 precipitações), sendo assim, o resultado encontrado pelo método de Kimball para uma chuva com Tr igual a 76 anos menor do que a vista em 2011 é plausível; Guaratuba dos três municípios estudados é a que apresenta as maiores chuvas esperadas, e a chuva de Antonina de 2011 (120mm/24h) tem chance de 30% de ser superada ou igualada em qualquer ano e em média ocorre a cada 3 anos. Sabe-se que é recomendável o preenchimento das falhas das séries pluviométricas históricas, todavia por se tratar de um estudo simplificado, não foi realizado tal preenchimento. Espera-se

que tal estudo auxilie em projetos de habitação, inundação, drenagem, evacuação e outros.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**. Disponível em: www.hidroweb.ana.gov.br. Acesso em 05/05/2016

BENSON, Manuel A. Geological Survey Water-Supply. **Evolution of Methods for Evaluating Occurrence of Floods**. EUA, Washington, 1962. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/wsp/1580a/report.pdf>>. Acesso em 03/07/2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f8d7817c-fc50-4b0a-b643-b686ef26cd32&groupId=185960>. Acesso em 18/06/2016.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Mapa preliminar de susceptibilidade a movimentos de massa no Estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa_Suscet_Desliz_Parana.pdf>. Acesso em 21/07/2016.

ESTEVES, Cláudio Jesus De Oliveira. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES. **Vulnerabilidade Socioambiental na área de ocupação contínua do litoral do Paraná – Brasil**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Tese_Claudio_2013.pdf>. Acesso em 25/04/2016.

GOMIDE, F.L. Sibut; PINTO, Nelson L.de Sousa; HOLTZ, A.C Tatit; MARTINS, José Augusto. Hidrologia Básica. **Noções de estatística e probabilidades**. São Paulo: Bluncher, 2014. p.205-42.

HOLTZ, A.C Tatit; PINTO, Nelson L.de Sousa; GOMIDE, F.L. Sibut; MARTINS, José Augusto. Hidrologia Básica. **Precipitação**. São Paulo: Bluncher, 2014. p.7-35.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.
Zoneamento do Litoral Paranaense. Disponível em:
<http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/zoneamento_litoral_pr_03_89.pdf >.
Acesso em 22/02/2016.

LANNA, Antonio Eduardo Leão; TUCCI, Carlos E.M; SILVEIRA, André Luiz Lopes Da Antonio Domingues Benetti; BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; SEMMELMANN, Franz Rainer; LOUZADA, Jose Antonio Saldanha; BERTONI, Juan Carlos; FILHO, Kamel Zahed; BELTRAME, Lawson Francisco de Souza; BORDAS, Marc P.; PESSOA, Marcos L.; CAICEDO, Nelson Oswaldo Luna; CHEVALLIER, Pierre Andre; CLARKE, Robin Thomas; PORTO, Rubem La Laina. Hidrologia: ciência e aplicação. **Elementos de Estatística e Probabilidades**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. p.79.

LIMA, João Guilherme Araújo. Período de retorno das precipitações máximas para algumas cidades do Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.5, p.144-149, 2012. Disponível em: <
<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1967/1497> >.
Acesso em 22/02/16.

SILVEIRA, Claudinei Taborda da; FIORI, Alberto Pio; FERREIRA, Antonio Marcos; GÓIS, José Roberto de; MIO, Giuliano De; SILVEIRA, Ricardo Michael Pinheiro; MASSULINI, Nataniel Edgar Bassi; LEONARDI, Talita Mariana Herrig. Emprego de atributos topográficos no mapeamento da susceptibilidade a processos geoambientais na bacia do rio Jacareí, Paraná. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.25, n.3, p. 623-639, 2013. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/21016/pdf_63 >.
>. Acesso em 22/03/2016.