



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E

AMBIENTAL

– MESTRADO –

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS
DIÁRIAS ANUAIS NO ESTADO DA PARAÍBA**

Por

Monaliza Araújo Parnaíba

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba
para obtenção do grau de Mestre*

João Pessoa – Paraíba

Junho de 2021



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
– MESTRADO –**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS
DIÁRIAS ANUAIS NO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Monaliza Araújo Parnaíba

Orientador: Prof. Dr. Cristiano das Neves Almeida

Coorientador: Prof. Dr. Victor Hugo Rabelo Coelho

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P256a Parnaíba, Monaliza Araújo.

Análise espaço-temporal das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba / Monaliza Araújo Parnaíba. - João Pessoa, 2021.

177 f. : il.

Orientação: Cristiano das Neves Almeida.

Coorientação: Victor Hugo Rabelo Coelho.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Engenharia civil e ambiental. 2. Precipitação máxima. 3. Escala diária. 4. Análise espaço-temporal. 5. Análise de agrupamento. I. Almeida, Cristiano das Neves. II. Coelho, Victor Hugo Rabelo. III. Título.

UFPB/BC

CDU 624:711(043)

**"ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS
NO ESTADO DA PARAÍBA"**

MONALIZA ARAÚJO PARNAÍBA
Dissertação aprovada em 29 de junho de 2021

Período Letivo: 2021.1



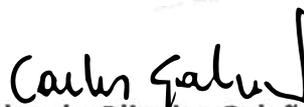
Prof. Dr. Cristiano Das Neves Almeida – UFPB
Orientador



Prof. Dr. Victor Hugo Rabelo Coelho – UFPB
Coorientador



Prof. Dr. Tarciso Cabral da Silva - UFPB
Examinador Interno



Prof. Dr. Carlos de Oliveira Galvão - UFCG
Examinador Externo

João Pessoa/PB
2021

Dedico este trabalho aos meus pais, José Quaresma Parnaíba e Evanilma Araújo Gomes Parnaíba, e a minha irmã, Mércia Araújo Parnaíba, que com muito amor não mediram esforços para que eu subisse este degrau. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, que pela sua infinita bondade me permitiu desenvolver este trabalho de dissertação.

À toda minha família, pelo apoio e confiança que em mim foram depositados. A vocês, todo meu amor e gratidão eterna.

Aos meus professores Cristiano das Neves Almeida e Victor Hugo Rabelo Coelho, pela orientação incansável, empenho e confiança.

A todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), onde eu tive o privilégio de estudar, por todo o conhecimento repassado, servindo, assim, para a minha formação profissional.

Às minhas colegas Cinthia Maria de Abreu Claudino e Marcela Antunes Meira por todo o suporte e companheirismo que foram fundamentais em minha trajetória acadêmica.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento espaço-temporal da série de precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba utilizando dados observados para o período de 1962 a 2017. Além de analisar uma série de 56 anos de dados (1962 – 2017), foram definidos dois intervalos temporais de 30 anos de dados pluviométricos para os períodos 1962-1991 e 1988-2017 com a finalidade de estudar os comportamentos das precipitações máximas de forma independente. A pesquisa consistiu de cinco etapas, são elas: a seleção dos postos pluviométricos, a estimativa das precipitações máximas diárias anuais para vários períodos de retorno (e.g., 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos) utilizando a distribuição de probabilidade de Gumbel, a aplicação do teste de aderência Kolmogomoff - Smirnoff (KS), e a espacialização das precipitações máximas diárias anuais utilizando o software ArcGis Pro com a aplicação de interpolação por Krigagem e a utilização da técnica de agrupamento para identificação de zonas pluviométricas homogêneas através do algoritmo *k-means*. Como resultados, tem-se que as precipitações máximas diárias anuais estimadas pela função de probabilidade de Gumbel aderiram bem à distribuição de probabilidade ao nível de significância de 5%. Após a espacialização dos dados, pode-se inferir que os maiores valores de precipitações máximas diárias anuais se encontram na mesorregião do Sertão Paraibano, o que confronta o senso comum, porém esse resultado é justificado pelo mapa da precipitação média anual do estado, onde pode-se perceber que à medida que se avança para o interior do estado, a precipitação atinge intensidades maiores no Alto Sertão Paraibano. Por último, a técnica de agrupamento foi eficaz na caracterização de regiões pluviometricamente homogêneas, pois apresentou similaridade do volume pluvial da Paraíba, podendo-se inferir ainda que a cota altimétrica não influenciou nas formações dos grupos. Além disso, a variabilidade da precipitação pluvial na Paraíba foi menor no Agreste Paraibano e maior Sertão quando considerada a série longa de dados. Na subsérie de 1962 a 1991, os postos pluviométricos pertencentes à mesorregião do Sertão Paraibano também possuíam as maiores dispersão nos dados. Já na subsérie de 1988 a 2017, a variabilidade da precipitação pluvial foi menor no Agreste Paraibano e maior na mesorregião da Borborema. Logo, a abertura de intervalos temporais dentro da série longa foi de suma importância para verificar tendências e realizar inferências.

PALAVRAS-CHAVE: precipitação máxima, escala diária, análise espaço-temporal, análise de agrupamento.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the spatiotemporal behavior of the annual maximum daily precipitation series in the state of Paraíba using observed data for the period 1962 to 2017. In addition to analyzing a series of 56 years of data (1962 – 2017), defined two 30-year time intervals of rainfall data for the periods 1962-1991 and 1988-2017 in order to study the behavior of maximum rainfall independently. The research consisted of five steps, namely: the selection of rainfall stations, the estimation of annual maximum daily rainfall for various return periods (eg, 2, 5, 10, 20, 50 and 100 years) using the probability distribution of Gumbel, the application of the Kolmogoroff - Smirnov (KS) adherence test, and the spatialization of annual maximum daily rainfall using the ArcGis Pro software with the application of interpolation by Kriging and the use of the clustering technique to identify homogeneous rainfall zones through the k-means algorithm. As a result, the maximum annual daily rainfall estimated by the Gumbel probability function adhered well to the probability distribution at the 5% significance level. After spatializing the data, it can be inferred that the highest annual daily maximum precipitation values are found in the Sertão Paraibano mesoregion, which confronts common sense, but this result is justified by the state's average annual precipitation map, where it can be noted that as one advances towards the interior of the state, precipitation reaches higher intensities in the Alto Sertão Paraibano. Finally, the grouping technique was effective in the characterization of homogeneous pluviometric regions, as it presented similarity to the rainfall volume of Paraíba, and it can also be inferred that the altimetric level did not influence the formation of groups. Furthermore, rainfall variability in Paraíba was lower in Agreste Paraibano and higher in Sertão when considering the long series of data. In the subseries from 1962 to 1991, the pluviometric stations belonging to the Sertão Paraibano mesoregion also had the greatest dispersion in the data. In the subseries from 1988 to 2017, rainfall variability was lower in the Agreste Paraibano and higher in the Borborema mesoregion. Therefore, the opening of time intervals within the long series was of paramount importance to verify trends and make inferences.

KEYWORDS: maximum precipitation, daily scale, spatiotemporal analysis, cluster analysis.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	OBJETIVO GERAL	27
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
2	REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1	PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS E APLICAÇÃO DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE NO BRASIL E NO MUNDO	29
2.2	MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO PARA ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	31
2.2.1	<i>Estudos de caso</i>	32
2.3	AGRUPAMENTOS DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS	33
2.3.1	<i>Estudos de caso</i>	34
3	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	36
3.1	PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS ATUANTES NO ESTADO DA PARAÍBA.....	37
3.1.1	<i>Zona de Convergência Intertropical</i>	37
3.1.2	<i>Ondas de Leste</i>	37
3.1.3	<i>Vórtices Ciclones de Ar Superior</i>	38
3.2	MESORREGIÕES E MICRORREGIÕES DO ESTADO DA PARAÍBA.....	38
4	MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1	COLETA DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS	41
4.2	ESTIMATIVA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS UTILIZANDO A DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DE GUMBEL.....	42
4.3	TESTE DE ADERÊNCIA KOLMOGOMOFF - SMIRNOFF (KS)	44

4.4	APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE INTERPOLAÇÃO KRIGAGEM PARA GERAÇÃO DOS MAPAS DE PRECIPITAÇÃO.....	46
4.5	AGRUPAMENTO DAS ZONAS PLUVIOMETRICAMENTE HOMOGÊNEAS DO ESTADO DA PARAÍBA.....	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
5.1	INFORMAÇÕES DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS	53
5.2	INTERPRETAÇÃO DA FUNÇÃO DE PROBABILIDADE DE GUMBEL E DO TESTE DE ADERÊNCIA KOLMOGOROV-SMIRNOV (KS).....	56
5.3	ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA ANUAL	64
5.4	AVALIAÇÃO DAS ZONAS PLUVIOMETRICAMENTE HOMOGÊNEAS.....	77
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A	100
	APÊNDICE B.....	103
	APÊNDICE C	113
	APÊNDICE D	144
	APÊNDICE E.....	159
	APÊNDICE F	168

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica do estado da Paraíba.....	36
Figura 2 – O estado da Paraíba e suas divisões por mesorregiões.	39
Figura 3 – Modelo de Variograma Experimental com Patamar (Fonte: CAMARGO, 1998).	47
Figura 4 – Representação gráfica de modelos transitivos normalizados (Fonte: CAMARGO, 1998).	49
Figura 5 – Método k-means (Fonte: FEITOSA; VASCONCELOS, 2017).	50
Figura 6 – Formação de dois grupos pelo método k-means (Fonte: FEITOSA; VASCONCELOS, 2017).....	51
Figura 7 – Formação de três grupos pelo método k-means (Fonte: FEITOSA; VASCONCELOS, 2017).....	52
Figura 8 – Espacialização das estações pluviométricas descartadas e selecionadas (Fonte: AESAs, INMET e SUDENE).	54
Figura 9 – Diagrama Box Plot das precipitações em mm (1962 - 2017).	55
Figura 10 – Diagrama Box Plot das precipitações em mm (1962 - 1991).	56
Figura 11 – Diagrama Box Plot das precipitações em mm (1988 - 2017).	56
Figura 12 – Gráficos Blox Plot referentes as três séries temporais.	59
Figura 13 – Histograma da série 1962 a 2017 com a curva da distribuição normal.	60
Figura 14 – Histograma da série 1962 a 1991 com a curva da distribuição normal.	60
Figura 15 – Histograma da série 1988 a 2017 com a curva da distribuição normal.	61
Figura 16 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 2017.....	62
Figura 17 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.....	63
Figura 18 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 100 anos para o período de 1988 a 2017.....	63
Figura 19 – Média da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.....	64
Figura 20 – Média da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.....	65
Figura 21 – Média da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	65

Figura 22 – Desvio padrão da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	66
Figura 23 – Desvio padrão da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.....	67
Figura 24 – Desvio padrão da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	67
Figura 25 – Parâmetro alfa da série das precipitações diárias máximas anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.....	68
Figura 26 – Parâmetro alfa da série das precipitações diárias máximas anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.....	68
Figura 27 – Parâmetro alfa da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	69
Figura 28 – Parâmetro beta da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.....	70
Figura 29 – Parâmetro beta da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.....	70
Figura 30 – Parâmetro beta da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	71
Figura 31 – Período de retorno de 2 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.....	72
Figura 32 – Período de retorno de 2 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.....	72
Figura 33 – Período de retorno de 2 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	73
Figura 34 – Total anual médio para o período de 1962 a 2017.....	73
Figura 35 – Desvio padrão anual médio para o período de 1962 a 2017.....	74
Figura 36 – Total anual médio para o período de 1962 a 1991.....	74
Figura 37 – Desvio padrão anual médio para o período de 1962 a 1991.....	75
Figura 38 – Total anual médio para o período de 1988 a 2017.....	75
Figura 39 – Desvio padrão anual médio para o período de 1988 a 2017.....	76
Figura 40 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 2 anos para o período de 1962 a 2017.....	78
Figura 41 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 2 anos para o período de 1962 a 1991.....	79

Figura 42 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 2 anos para o período de 1988 a 2017.	79
Figura 43 – Diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para Tr de 2 anos.	81
Figura 44 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 50 anos para o período de 1962 a 2017.	82
Figura 45 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 50 anos para o período de 1962 a 1991	83
Figura 46 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 50 anos para o período de 1988 a 2017.	83
Figura 47 – Diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para Tr de 50 anos.	85
Figura 48 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 100 anos para o período de 1962 a 2017.	86
Figura 49 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 100 anos para o período de 1962 a 1991.	86
Figura 50 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 100 anos para o período de 1988 a 2017.	87
Figura 51 – Diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para Tr de 100 anos.	88
Figura 52 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 2017.....	145
Figura 53 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 2017.....	145
Figura 54 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 2017.....	146
Figura 55 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 2017.....	146
Figura 56 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 2017.....	147
Figura 57 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 2017	147
Figura 58 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 2017. ..	148

Figura 59 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 2017.....	148
Figura 60 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro beta para o período de 1962 a 2017.....	149
Figura 61 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 1991.....	149
Figura 62 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.....	150
Figura 63 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.....	150
Figura 64 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 1991.....	151
Figura 65 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 1991.....	151
Figura 66 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.....	152
Figura 67 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991. ..	152
Figura 68 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.....	153
Figura 69 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.....	153
Figura 70 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 2 anos para o período de 1988 a 2017.....	154
Figura 71 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 5 anos para o período de 1988 a 2017.....	154
Figura 72 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 10 anos para o período de 1988 a 2017.....	155
Figura 73 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 20 anos para o período de 1988 a 2017.....	155
Figura 74 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 50 anos para o período de 1988 a 2017.....	156
Figura 75 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico média para o período de 1988 a 2017.....	156

Figura 76 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1988 a 2017. ..	157
Figura 77 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro alfa para o período de 1988 a 2017.....	157
Figura 78 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro beta para o período de 1988 a 2017.	158
Figura 79 – Período de retorno de 5 anos da série das precipitações máximas diárias anuais	160
Figura 80 – Período de retorno de 10 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.	160
Figura 81 – Período de retorno de 20 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.	161
Figura 82 – Período de retorno de 50 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.	161
Figura 83 – Período de retorno de 100 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.	162
Figura 84 – Período de retorno de 5 anos da série das precipitações máximas diárias anuais	162
Figura 85 – Período de retorno de 10 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.	163
Figura 86 – Período de retorno de 20 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.	163
Figura 87 – Período de retorno de 50 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.	164
Figura 88 – Período de retorno de 100 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.	164
Figura 89 – Período de retorno de 5 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.....	165
Figura 90 – Período de retorno de 10 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.	165
Figura 91 – Período de retorno de 20 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.	166
Figura 92 – Período de retorno de 50 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.	166

Figura 93 – Período de retorno de 100 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.	167
Figura 94 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 2017.....	169
Figura 95 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 2017.	169
Figura 96 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 2017.	170
Figura 97 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 2017.	170
Figura 98 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 2017.	171
Figura 99 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 2017.	171
Figura 100 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 2017.	172
Figura 101 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.....	172
Figura 102 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.	173
Figura 103 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.	173
Figura 104 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.	174
Figura 105 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.	174
Figura 106 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.	175
Figura 107 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.	175
Figura 108 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1988 a 2017.....	176
Figura 109 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1988 a 2017.	176

Figura 110 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro alfa para o período de 1988 a 2017.	177
Figura 111 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro beta para o período de 1988 a 2017.	177
Figura 112 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 5 anos para o período de 1988 a 2017.	178
Figura 113 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 10 anos para o período de 1988 a 2017.	178
Figura 114 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 20 anos para o período de 1988 a 2017.	179

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 – Características pluviométricas de cada mesorregião do estado paraibano..... 39
- Quadro 2 – Características dos regimes de precipitação no Estado da Paraíba. 40

LISTA DE TABELAS

Tabela A – Postos pluviométricos selecionados.....	53
Tabela B – Resumo estatístico das precipitações em milímetros correspondente a cada tempo de retorno para o período de 1962 a 2017.	58
Tabela C – Resumo estatístico das precipitações em milímetros correspondente a cada tempo de retorno para o período de 1962 a 1991.	58
Tabela D – Resumo estatístico das precipitações em milímetros correspondente a cada tempo de retorno para o período de 1988 a 2017.	59
Tabela E – Dados do <i>DMÁX</i> para os períodos de 1962 a 2017 e 1962 a 1991, respectivamente.	61
Tabela F – Dados do <i>DMÁX</i> para o período de 1988 a 2017.....	62
Tabela G – Variação das precipitações diárias máximas anuais em milímetros das séries temporais.	77
Tabela H – Códigos referentes a cada posto pluviométrico.	101
Tabela I – Precipitações máximas diárias anuais em milímetros de cada posto pluviométrico.....	102
Tabela J – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 2 e 5 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 2017.	104
Tabela K – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 2017.....	105
Tabela L – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 50 e 100 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 2017.....	106
Tabela M – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 2 e 5 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 1991.	107
Tabela N – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 1991.....	108
Tabela O – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 50 e 100 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 1991.....	109
Tabela P – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 2 e 5 anos, respectivamente, para o período de 1988 a 2017.	110
Tabela Q – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente, para o período de 1988 a 2017.....	111

Tabela R – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 50 e 100 anos, respectivamente, para o período de 1988 a 2017.....	112
Tabela S – Teste KS referente ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 1991.	114
Tabela T – Teste KS referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.	115
Tabela U – Teste KS referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.....	116
Tabela V – Teste KS referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.....	117
Tabela W – Teste KS referente ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 1991.....	118
Tabela X – Teste KS referente ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 1991.....	119
Tabela Y – Teste KS referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.	120
Tabela Z – Teste KS referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.	121
Tabela AA – Teste KS referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.....	122
Tabela BB – Teste KS referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.....	123
Tabela CC – Teste KS referente ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 1991.	124
Tabela DD – Teste KS referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.....	125
Tabela EE – Teste KS referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.....	126
Tabela FF – Teste KS referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.	127
Tabela GG– Teste KS referente ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 1991.....	128
Tabela HH – Teste KS referente ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 1991.....	129
Tabela II – Teste KS referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.	130
Tabela JJ – Teste KS referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.	131
Tabela KK – Teste KS referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.....	132
Tabela LL – Teste KS referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.....	133
Tabela MM – Teste KS referente ao TR de 2 anos para o período de 1988 a 2017.....	134
Tabela NN – Teste KS referente ao TR de 5 anos para o período de 1988 a 2017.....	135
Tabela OO – Teste KS referente ao TR de 10 anos para o período de 1988 a 2017.....	136
Tabela PP – Teste KS referente ao TR de 20 anos para o período de 1988 a 2017.	137
Tabela QQ – Teste KS referente ao TR de 50 anos para o período de 1988 a 2017.....	138
Tabela RR – Teste KS referente ao TR de 100 anos para o período de 1988 a 2017.	139
Tabela SS – Teste KS referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1988 a 2017.	140

Tabela TT – Teste KS referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1988 a 2017.	141
Tabela UU – Teste KS referente ao parâmetro alfa para o período de 1988 a 2017.	142
Tabela VV – Teste KS referente ao parâmetro beta para o período de 1988 a 2017.	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD – Anderson Darling

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas

ANA – Agência Nacional de Águas

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima

EUA – Estados Unidos da América

GEV – Generalizada de Valores Extremos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF – Intensidade, Duração e Frequência

IDW – Inverso da Distância ao Quadrado

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

KRG – Krigagem

KS – Kolmogomoff - Smirnoff

LP3 – Log Pearson 3

NN – Vizinho natural

NRN – Vizinho Mais Próximo

OMM – Organização Mundial de Meteorologia

PMDA – Precipitação Máxima Diária Anual

RBF – Funções de base radial

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPT – Tensão spline

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

TIN – Triangulação com Interpolação Linear

TR – Tempo de Retorno

TRMM – Tropical Rainfall Measuring Mission

UTM – Universal Transversa de Mercator

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE SÍMBOLOS

D_N – Diferença em módulo entre a probabilidade empírica e a probabilidade teórica.

$D_{crít}$ – Valor crítico

m – ordem dos dados de precipitação

$D_{máx}$ – Maior valor de D_N

H_0 – Hipótese nula

H_1 – Hipótese alternativa

Q_1 – Primeiro Quartil

Q_3 – Terceiro Quartil

s^2 – Variância

\bar{x} – Média da amostra

x_{md} – Mediana

χ^2 – Qui-quadrado

A – Amplitude

AIQ – Amplitude Interquartil

CV – Coeficiente de Variação

d – Desvio Absoluto Médio

g – Coeficiente de Assimetria

k – Coeficiente de Curtose

R^2 – Coeficiente de determinação

F – Função de probabilidade acumulada

$FN(xm)$ – Probabilidades empíricas

$FX(x)$ – Probabilidades teóricas

n – Número de dados

s – Desvio Padrão

s – Desvio padrão da amostra

y – Variável reduzida de Gumbel

α – Parâmetro de escala (desvio padrão da distribuição de Gumbel)

β – Parâmetro de posição da distribuição de Gumbel

h – Distância dos valores amostrais

X e Y – Variáveis regionalizadas

$2y(h)$ – Variograma

$N(h)$ – Número de pares de valores amostrados

a – Alcance

C – Patamar

C_0 – Efeito pepita

C_1 – Contribuição

K e k – matrizes das covariâncias (ou variogramas)

λ – Vetor dos pesos

$f(x_i)$ – Função aleatória F

$Sph(|h|)$ – Modelo esférico

1 INTRODUÇÃO

Ultimamente, grandes eventos chuvosos têm ocorrido em algumas regiões do mundo. No Reino Unido, por exemplo, inundações ocorridas em 2015 e 2016 reforçaram a necessidade do país em entender melhor a sua exposição às chuvas intensas e ao efeito do aquecimento global (CHAN et al., 2018). Nos Estados Unidos da América (EUA), estudos documentaram que ocorreram aumentos generalizados na magnitude de eventos extremos de precipitação ao longo dos últimos 50 anos (BARBERO et al., 2017). Já no Brasil, o desastre ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011 foi considerado uma das maiores catástrofes ambientais ocorridas no país, deixando centenas de mortos e milhares de desabrigados. Em janeiro de 2012 cidades do Rio de Janeiro entraram novamente em estado de alerta (MEDEIROS, 2013).

De acordo com Cruciani et al. (2002), a caracterização das chuvas intensas é imprescindível para que seus efeitos sejam quantificados adequadamente. Além disso, permite a previsão da ocorrência de eventos hidrológicos extremos e suas consequências da forma mais real e precisa possível.

A precipitação máxima diária anual (PMDA) é definida como um caso extremo, com duração crítica para uma bacia hidrográfica, estado ou região, com consequências imediatas para a agricultura, conservação do solo, estradas, barragens e drenagem. No ano hidrológico, a precipitação máxima diária é o parâmetro considerado para avaliar o impacto imediato sobre a resposta hidrológica de cursos de água, inundação de cidades, erosão do solo, assoreamento de barragens, e produção agrícola (CARVALHO et al., 2014).

Ghenim e Megnounif (2016) analisaram a variabilidade e a tendência das precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) no norte da Argélia. O estudo selecionou um conjunto de dados de precipitação diária de 35 estações meteorológicas por um período de até 43 anos, registrado após 1970. As características das PMDA's revelam uma forte irregularidade temporal, houvessem a definição de uma estação dominante e com a ocorrência de evento extremo podendo chegar em qualquer época do ano. Além disso, as tendências das PMDA's mostraram que apenas seis das 35 estações têm tendência significativa. Para as outras estações, nenhuma tendência clara foi destacada.

No Brasil, Carvalho et al. (2014) utilizaram um conjunto de dados pluviométricos obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), abrangendo as três macrorregiões brasileiras (Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil), para o período entre 1940 e 2011. Nessa pesquisa, foram analisadas as tendências máximas anuais de chuvas diárias e chegou-se à

conclusão de que a PMDA teve uma tendência crescente para as três regiões estudadas, particularmente para as regiões Centro-Oeste e Sul. Além disso, identificou-se também nesse estudo que as regiões Sul e Sudeste podem estar mais propensas a enfrentar perigosos eventos de precipitação extrema.

Em se tratando da região Norte do Brasil, Gonçalves e Blanco (2021) afirmam que a escassez de dados pluviométricos, mais especificamente na Amazônia, dificulta o gerenciamento dos recursos hídricos para aquela localidade. Assim, como forma de contornar a carência de dados pluviométricos, eles analisaram uma série histórica de 31 anos de dados (1960-1990) monitorados via dados de satélites geoestacionários e de órbita polar da NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration, dos Estados Unidos), o DMSP (Defense Meteorological Satellite Program), além de satélites ambientais da NASA para estimar a precipitação anual considerando os efeitos dos eventos El Niño e La Niña.

Alcântara et al. (2019) realizaram um estudo em cinco mesorregiões no estado de Pernambuco para avaliação de modelos probabilísticos para chuvas intensas. Os dados foram obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Ao final da pesquisa, concluíram que as precipitações extremas anuais apresentaram maiores valores na região litorânea do que nas mesorregiões do Agreste e Sertão.

Já no estado da Paraíba dados de precipitação oriundos do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2015, e a agregação hierárquica foi utilizada para classificar os locais em diferentes grupos com tendências semelhantes (SANTOS et al., 2019).

Diante da importância de entendermos o comportamento das precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) em nível mundial, nacional e regional, o deste estudo é analisar as (PMDA's) no estado da Paraíba para período de 1962 a 2017, bem como os intervalos temporais de 1962 a 1991 e 1988 a 2017 de forma independente. Com o intuito de analisar o comportamento das séries das precipitações máximas diárias anuais, permitindo assim avaliar medidas de mitigação dos impactos causados devido à presença de tendência nas séries, que podem afetar a economia e sociedade. Além disso, este estudo pode possibilitar a realização de relatórios técnicos, estudos de viabilidade técnica e elaboração de planos de recursos hídricos para o estado.

1.1 Objetivo geral

Analisar o comportamento das séries das precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) no estado da Paraíba utilizando dados observados para o período de 1962 a 2017.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar o comportamento das PMDA's de forma independente em dois intervalos temporais, entre 1962-1991 e 1988-2017;
- ✓ Estimar as PMDA's para vários períodos de retorno (e.g., 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos) utilizando a distribuição de probabilidade de Gumbel;
- ✓ Realizar teste de aderência para verificar se a distribuição de Gumbel se ajusta de forma correta e precisa aos valores das PMDA's;
- ✓ Analisar a distribuição espacial das PMDA's no estado da Paraíba;
- ✓ Identificar as zonas pluviometricamente homogêneas aplicando a técnica de mineração de dados, análise de grupos, por meio do uso do algoritmo *k-means*.

A dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, estruturada da seguinte forma: o capítulo 1 refere-se à *Introdução*, onde está situado o contexto da pesquisa na dissertação de mestrado, bem como os objetivos do estudo. O capítulo 2 (*Referencial Teórico*) mostra estudos sobre precipitações máximas a nível mundial e nacional. No terceiro capítulo é descrito a caracterização da área de estudo. Os procedimentos metodológicos adotados para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos estão descritos no capítulo quatro (*Materiais e Métodos*). O capítulo 5 (*Resultados e Discussões*) traz os resultados e discussões a respeito da estimação das precipitações máximas diárias anuais dos três períodos de estudo (1962 a 2017, 1962 a 1991, 1988 a 2017), do mapeamento espaço-temporal das precipitações no estado da Paraíba e do agrupamento das estações de monitoramento pluviometricamente homogêneas. No sexto capítulo (*Conclusões e Recomendações*) são descritas as principais conclusões do estudo, bem como as sugestões e recomendações de como lidar com o problema estudado para realização de pesquisas futuras. Por último, foram elencadas as referências bibliográficas que embasaram a pesquisa e contribuíram para a construção da dissertação e, em seguida, têm-se os apêndices com os seguintes conteúdos: 1) tabelas das precipitações máximas diárias anuais dos postos pluviométricos; 2) tabelas das precipitações máximas diárias anuais estimadas pela função de Gumbel; 3) tabelas da aplicação do teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS); 4)

gráficos referentes a aplicação do teste de aderência KS; 5) mapas das PMDA's referente vários tempos de retornos (eg. 5, 10, 20, 50 e 100 anos); e 6) mapas com os grupos das estações pluviométricas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo traz o estado da arte sobre precipitações máximas e está dividido em três partes. Na primeira parte, serão abordados os estudos de precipitação e os modelos de distribuição de probabilidade usados para estimar as precipitações máximas. Na segunda parte são mostrados os métodos de interpolação utilizados por pesquisadores para geração de mapas no Sistema de Informação Geográfica (SIG). Por fim, é realizada uma consideração sobre as técnicas de agrupamentos de dados para identificação de zonas pluviometricamente homogêneas.

2.1 Precipitações máximas e aplicação dos modelos de distribuição de probabilidade no Brasil e no mundo

A precipitação é uma das variáveis mais importantes no sistema climático global. Diante das variações no padrão de precipitação em todo globo terrestre, torna-se inviável utilizar apenas uma definição de evento de precipitação extrema que seja adequada para todas as regiões. Dessa forma, a Comissão de Climatologia da OMM (Organização Mundial de Meteorologia) elaborou um documento com as diretrizes sobre a definição e monitoramento de eventos climáticos e climáticos extremos, onde foi estabelecido que quando um evento de precipitação excede um certo limiar (ou seja, um padrão estabelecido), causa impactos e é de ocorrência rara, este evento é considerado extremo (OMM, 2018).

Em se tratando de precipitações máximas, estas são consideradas variáveis aleatórias e comumente são aplicadas as séries de dados aos modelos de distribuição de probabilidade para obter uma estimativa em diferentes tempos de retorno. As funções de distribuições mais utilizadas são: Gumbel, Log-Normal, Generalizada de Valores Extremos (GEV), entre outras (ALCÂNTARA et al., 2019).

Tendo em vista que as distribuições de probabilidade clássicas, como por exemplo a de Gumbel, são usadas para desenvolver curvas de intensidade, duração e frequência (IDF) de chuva e, conseqüentemente, estimar a intensidade de chuva de projeto correspondente a vários períodos de retorno. Um estudo desenvolvido por Chaudhuri e Sharma (2020) em Delhi, na Índia, mais precisamente nas regiões urbanas, modelou intensidades extremas de chuva em diferentes durações e comparou as distribuições clássicas de Gumbel e de valores extremos generalizados (GEV). Após a análise, o estudo apontou que a GEV prevê maior

intensidade de chuva extrema correspondente a vários períodos de retorno e duração em comparação à distribuição de probabilidade de Gumbel.

Farooq et al. (2018) utilizaram três distribuições de probabilidade, dentre as quais a GEV, o Log Pearson 3 (LP3), Gumbel e Normal para estimar a recorrência de inundação no Paquistão. A análise foi feita para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos usando dados de precipitação máxima anual de 1980 a 2016 (37 anos). Os dados foram provenientes de quatro estações hidrológicas, localizadas no rio Swat, retirados do Departamento Provincial de Irrigação, na província de Khyber Pakhtunkhwa. O estudo ainda aplicou na série de precipitações os testes de aderência Kolmogorov–Smirnov (KS), Anderson – Darling e Qui-quadrado (χ^2) com nível de significância de 5%. Os resultados do estudo realizado no Paquistão indicaram que as distribuições Log Pearson 3 e GEV foram aceitas pelos testes de aderência nas regiões de Panjkora e Munda Headwork, enquanto as distribuições de Gumbel e Normal foram rejeitadas pelos testes de aderência na região de Munda Headwork.

A função de distribuição de Gumbel foi aplicada por Ahammed et al. (2014) para estimar os períodos de retorno de eventos extremos de chuva em Dhaka, capital de Bangladesh. Os dados foram coletados do Departamento de Meteorologia de Bangladesh em janeiro de 2011 para o período de 1953 a 2009. Após a obtenção dos resultados, os autores descobriram que a precipitação máxima diária anual igual ou superior a 425 mm teve um período de retorno de 100 anos. Além disso, a função de distribuição normal foi adotada para prever a variabilidade da precipitação devido à mudança climática global e descobriu-se que a precipitação máxima diária anual igual ou superior a 200 mm pode ocorrer em quaisquer 12 anos durante o período de 2010 a 2066. Os autores ainda concluíram que os resultados do estudo podem ser usados para uma melhor compreensão dos padrões de precipitação em Dhaka.

Os modelos de distribuição de probabilidade também foram aplicados em pesquisas brasileiras para a estimativa das precipitações máximas. Franco et al. (2014), por exemplo, compararam as distribuições Gumbel, Gama a 2 parâmetros e GEV, a fim de apontar qual seria a mais indicada para aplicação às séries históricas de precipitação máxima diária anual na bacia hidrográfica do rio Verde, no Sul de Minas Gerais. Para tal, foram empregadas oito estações pluviométricas com séries históricas de, no mínimo, 20 anos de dados, distribuídas pela bacia hidrográfica. Pelos testes de adequação de Kolmogorov-Smirnov, Qui-Quadrado, Anderson Darling e Filliben, a distribuição Gumbel, estimada pelos três métodos, obteve os ajustes menos adequados. A distribuição GEV, pelo método dos momentos-L, foi a mais

adequada para análise probabilística de precipitação máxima diária na bacia hidrográfica do rio verde, devendo ser priorizada para planejamentos na região.

Outro estudo brasileiro realizado por Alcântara et al. (2019) avaliou as funções de probabilidade Gumbel, Log-Normal, Generalizada de Valores Extremos, Fréchet, Weibull com dois e três parâmetros, Gama, Pearson tipo III e Log-Pearson tipo III para ajustar as PMDA's em cada mesorregião do estado de Pernambuco. Os dados pluviométricos foram fornecidos pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) e pela Agência Nacional de Águas (ANA). Para avaliar a qualidade de aderência das distribuições, foram utilizados os testes de aderência de Anderson Darling (AD), Kolmogorov- Smirnov (KS), o teste Qui-Quadrado de Pearson (χ^2) e o coeficiente de determinação (R^2). Os resultados apontaram que a distribuição de Log-Pearson tipo III obteve o melhor ajuste para as mesorregiões da Zona da Mata e do Agreste, enquanto a distribuição de Pearson tipo III obteve melhor aderência ao Sertão e ao São Francisco. Para a Região Metropolitana do Recife, por sua vez, a distribuição Generalizada de Valores Extremos foi a que obteve a melhor aderência. Dentre os testes de aderência utilizados, o teste do Qui-Quadrado de Pearson foi considerado o mais restritivo.

2.2 Métodos de interpolação para espacialização dos dados pluviométricos

De posse das precipitações máximas estimadas pelas funções de probabilidade para vários períodos de retorno, pode-se construir mapas de precipitação máxima e com isso observar espacialmente as distribuições pluviométricas na região em estudo.

Para o desenvolvimento de mapas de chuvas, geralmente é necessário especializar os dados pluviométricos. Para a espacialização dos dados, pode-se utilizar o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que contém técnicas de geoprocessamento e possibilita a aplicação de geoestatística à modelagem de dados espaciais, permitindo, assim, transformar dados discretos em contínuos por meio de interpolação matemática aos dados pontuais, de área e de superfície.

Os interpoladores são ferramentas matemáticas que atribuem valores relativos à alguma variável a pontos inseridos em um campo de valores já existentes ou banco de dados construídos a partir de observações sistemáticas e georreferenciadas.

Para interpolar dados espaciais em SIG, como os dados de chuva, por exemplo, são aplicados diversos métodos de interpolação, dentre eles, têm-se: ponderação pelo inverso da distância (IDW), as funções de base radial (RBF), a Krigagem (KRG) ou Superfície de

Tendência, o vizinho natural (NN), a tensão spline (SPT), a triangulação com interpolação linear (TIN), e o vizinho mais próximo (NRN).

2.2.1 Estudos de caso

Diante dos diversos métodos de interpolação para espacialização de chuva expostos neste item, são apresentados a seguir alguns estudos em nível mundial e nacional utilizando os algoritmos de interpolação.

Hajani e Rahman (2018) fizeram uso do método de interpolação chamado Krigagem a fim mapear e avaliar dados de precipitação para o estado do Arizona. Foram usadas 158 estações pluviométricas com 30 anos de dados. Além de uma análise de krigagem global, os dados foram examinados sob uma suposição anisotrópica que reflete a estrutura topográfica do estado.

Mazhar e Nawaz (2014) realizaram um estudo com dados de precipitação adquiridos do Departamento Meteorológico do Paquistão para 34 distritos, com o intuito de comparar os métodos de interpolação: Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW), Tensão Spline (SPT) e Krigagem. Os dados de precipitação foram adquiridos do Departamento Meteorológico do Paquistão para 34 distritos no período de 1980 a 2010. Os resultados do estudo mostraram que o método Spline foi o melhor para retratar o padrão de intensidade de seca do Paquistão, pois apresentava quadro semelhante das classes de intensidade de seca apresentadas na classificação governamental de secas.

É importante ressaltar que cada método de interpolação tem suas vantagens e desvantagens, não existindo um método específico para cada situação. Assim, vale ressaltar que alguns métodos demoram para realizar os cálculos. Portanto, para Sutton et al. (2009) a escolha do método dependerá da qualidade dos dados amostrais, do tipo de superfície que será gerada e a tolerância aos erros estimados.

Os métodos de interpolação krigagem, spline, vizinho natural (NN), ponderação pelo inverso da distância (IDW) e triangulação com interpolação linear (TIN) foram usados por Beranová et al. (2017) para obter a distribuição espacial da precipitação máxima mensal no Reino da Arábia Saudita. Os mapas de isoietas foram construídos com base em dados históricos de intensidade de chuva entre os anos de 1963 e 2013 com 255 observatórios de chuva. Ao final do estudo, as estimativas da chuva nos pluviômetros foram comparadas com as medidas observadas como controle e o método que resultou em resíduos mínimos e desvio padrão mínimo foi o IDW.

O método inverso da distância (IDW) também foi utilizado por Chen e Liu (2012) para estimar a distribuição da chuva em Taiwan. Foram utilizadas 46 estações pluviométricas e dados de precipitação entre os anos de 1981 e 2010. Ao final dos estudos, os resultados apontaram altos valores de coeficiente de correlação que confirmaram o IDW como um método adequado de interpolação espacial para prever os dados de chuva prováveis em Taiwan.

No Brasil, Lyra et al. (2017) compararam os métodos de ponderação pelo inverso da distância (IDW), o vizinho mais próximo (NRN), a triangulação com interpolação linear (TIN), o vizinho natural (NN) e a tensão spline (SPT) com dados de precipitação mensal para o estado do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil. Foi usado um conjunto de 110 estações meteorológicas e selecionadas séries temporais superiores a 20 anos entre 1960 e 2009.

2.3 Agrupamentos de dados pluviométricos

Diante dos diversos tipos de regimes de precipitação atuantes em apenas uma única região, tem-se a necessidade de construir sistemas capazes de analisar, com confiabilidade, informações sobre a climatologia da área de estudo (DOURADO et al., 2013).

Para Zhang et al. (2016), a definição de regiões homogêneas de precipitação é fundamental para aplicações hidrológicas, mas não triviais, particularmente para regiões com padrões espaço-temporais altamente variados. As abordagens tradicionais geralmente incluem aspectos de delimitação subjetiva em torno de estações de precipitação distribuídas esparsamente.

Para a análise estatística de agrupamento são utilizadas técnicas de identificação de grupos homogêneos de dados. Estas técnicas são chamadas de técnicas de agrupamento e comumente estão separadas em hierárquicas ou não-hierárquicas (discriminatórias) (UDA et al., 2015). As técnicas hierárquicas fazem agrupamentos sucessivos, diminuindo ou aumentando o número de grupos (*clusters*). Essas consistem em técnicas de identificação de grupos homogêneos de dados dentro de um conjunto global, com o objetivo de que os dados dentro de um grupo sejam os mais parecidos possível, e os grupos entre si sejam os mais distintos possível.

As técnicas hierárquicas podem ser divididas quanto ao critério de agrupamento dos *clusters*, dentre os mais comuns podem ser citados os métodos de vizinho mais próximo

(*single linkage*), vizinho mais distante (*complete linkage*) e o método de Ward (Rao e Srinivas, 2008). Já as não-hierárquicas utilizam um número pré-determinado de grupos.

O método *k-means* consiste em um método não-hierárquico que utiliza como critério de agrupamento o centroide de cada cluster. O método consiste em um procedimento onde, definido previamente o número de clusters, os elementos são agrupados com os elementos "sementes", que podem ou não ser pré-definidos. Para Hair et al. (2009) cada elemento é agrupado ao cluster cujo centroide esteja mais próximo e cada novo agrupamento o centroide do grupo se modifica e é recalculado. Se ao longo do processo um elemento se torna mais próximo de outro cluster, ele é realocado de modo que se tem um processo iterativo de otimização até que não haja alterações nos centroides dos grupos.

2.3.1 Estudos de caso

Zhang et. al (2016) avaliaram as técnicas de agrupamento hierárquico e não hierárquico (k-means) da região da Etiópia Ocidental com o intuito de delimitar regiões homogêneas de precipitação. Os dados utilizados foram provenientes de estimativas de satélite e medições de estações com cobertura espacial sobre o oeste do país entre 1983 e 2011. Os resultados do estudo definiram oito regiões homogêneas, concluindo-se que a preferência de agrupamento hierárquico versus não-hierárquico (k-means) é tipicamente específico de cada caso. Na referida pesquisa o agrupamento não-hierárquico superou o agrupamento hierárquico por mostrar mais estabilidade.

Carvalho et al. (2015) também utilizaram o agrupamento não-hierárquico (k-means) com o intuito de regionalizar a Europa com base nas alterações climáticas de temperatura e precipitação. Os resultados da pesquisa foram divergentes aos encontrados na literatura, mostrando regiões semelhantes.

Sun e Lall (2015) analisaram as tendências das precipitações máximas diárias anuais nos Estados Unidos e desenvolveram um novo modelo Bayesiano multinível e hierárquico para identificar simultaneamente clusters de estações com padrões temporais similares, a tendência associada a cada cluster e para as estações individuais dentro de cada cluster. O conjunto de dados de precipitação máximo diário anual contendo 1.713 estações de observação de alta qualidade em todo o país foi extraído de um conjunto global de dados de alta qualidade (HadEX2) para o período de 70 anos (1941-2010). Ao final do estudo, os autores concluíram que as precipitações máximas diárias anuais nos EUA são classificadas em sete regiões geograficamente contíguas, com a intensidade aumentando do noroeste para

o centro-oeste e nordeste dos EUA, depois para o sudeste dos EUA. Os extremos noroeste e nordeste ocorrem principalmente no verão, enquanto os maiores eventos no Sudeste ocorrem no início da primavera.

Técnicas de agrupamentos de dados pluviométricos também foram aplicados por pesquisadores brasileiros, a exemplo do estudo realizado por Dourado et al. (2013), que identificaram as zonas pluviometricamente homogêneas no estado da Bahia e analisaram as condições climáticas de cada zona entre 1981 e 2010. A técnica de mineração de dados aplicada foi a Clusterização, ou seja, agrupamento de dados através do uso do algoritmo k-means para a transformação das séries históricas de precipitação em cinco zonas pluviometricamente homogêneas. No estudo, foram utilizados dados de médias mensais de precipitação de 92 estações meteorológicas entre os anos de 1981 e 2010. Um dos resultados obtidos foi que as zonas mais secas estão situadas na parte central, de norte a sul do estado, principalmente ao norte com os menores volumes anuais, em torno de 480 mm.

3 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo desta dissertação foi desenvolvido no estado da Paraíba (Figura 1) que, segundo o IBGE (2020), possui uma área de 56.467,242 km². O estado paraibano se limita ao Sul com o estado de Pernambuco, a Oeste com o estado do Ceará, a Leste com o oceano Atlântico e ao Norte com o estado Rio Grande do Norte. Situa-se entre as coordenadas geográficas de 6° 02' 12" e 8° 19' 18" latitude Sul e 34° 45' 45" de longitude Oeste, com uma população estimada em 4.039.277 habitantes e uma densidade demográfica de 66,70 hab/km².

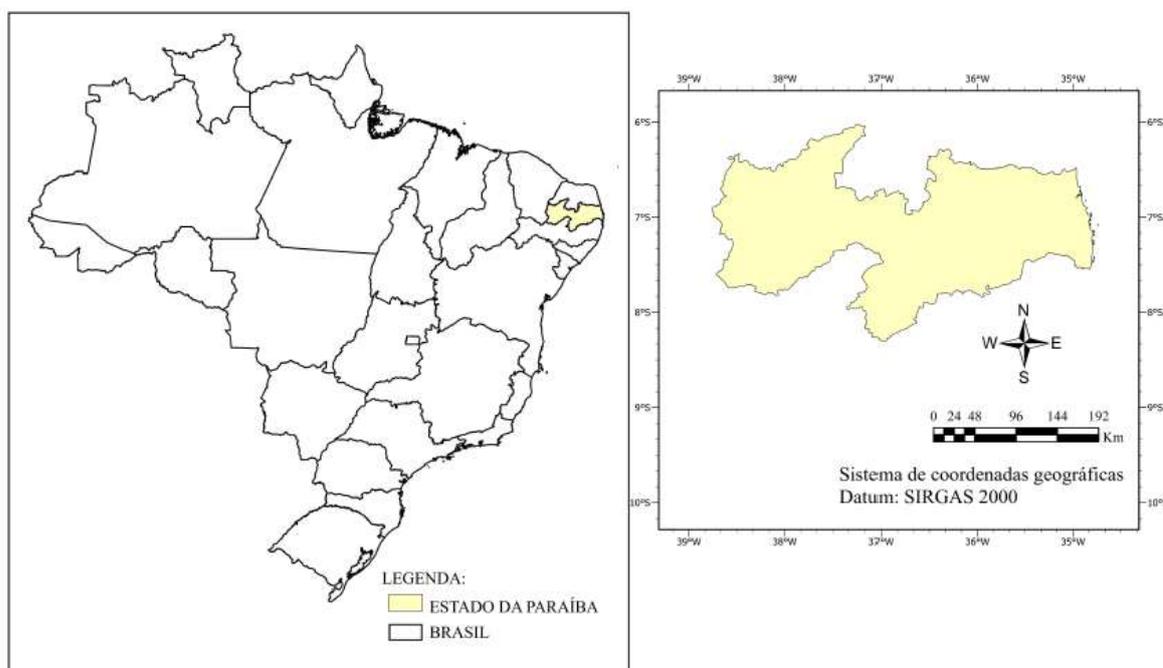


Figura 1 – Localização geográfica do estado da Paraíba.

3.1 Principais sistemas meteorológicos atuantes no estado da Paraíba

Parte do estado da Paraíba pertence a região semiárida do Nordeste brasileiro e conta com mais de um regime pluviométrico, que varia tanto no espaço como no tempo. Limeira (2008) descreveu os três sistemas atmosféricos que regem a precipitação no estado paraibano, são eles: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Distúrbios Ondulatórios de Leste e as Ondas de Leste e Vórtices Ciclones de Ar Superior. Esses três sistemas são descritos em detalhe a seguir.

3.1.1 Zona de Convergência Intertropical

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente, a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12° N em agosto-setembro, para posições mais ao sul, aproximadamente 4° S, em março-abril.

A ZCIT é uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. Assim, pode-se dizer que a convergência dos ventos faz com que o ar, quente e úmido, ascenda carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo a formação das nuvens (FERREIRA, 2020).

A quantidade e a qualidade de chuvas produzidas por esse sistema dependem de inúmeros fatores meteorológicos, como: a posição e a intensificação das altas pressões subtropicais, a Temperatura de Superfície dos Oceanos Atlântico e Pacífico, e o aquecimento produzido pela radiação solar. Todos esses fatores atuando em conjunto determinam o comportamento da estação chuvosa em todo setor norte do semiárido nordestino, e especificamente no Estado da Paraíba (LIMEIRA, 2008).

3.1.2 Ondas de Leste

As Ondas de Leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil (LIMEIRA, 2008). São sistemas que se formam sobre o Atlântico e eles se propagam em forma de ondas

em direção a costa do Nordeste. Quando estas ondas possuem intensidades maiores, elas conseguem adentrar na região leste dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

3.1.3 Vórtices Ciclones de Ar Superior

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior, também chamados de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, são formados por um sistema que ocorre em altos níveis na atmosfera, ainda dentro da troposfera.

Para Limeira (2008) este sistema meteorológico que atinge a região Nordeste do Brasil, formam-se no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março e sua trajetória normalmente é de leste a oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. No estado da Paraíba a atuação de Vórtices Ciclônicos de Ar Superior se dá principalmente nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, sendo nos dois primeiros meses citados anteriormente, o principal sistema meteorológico a produzir chuvas no referido estado.

Estudos datam que os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior foram causadores de chuva na Paraíba por alguns anos (eg. 1977, 1984, 1985, 1986, 1989, 1992, 1994, 2001 e 2004) este último o mais chuvoso e longo, com as chuvas perdurando por quase todo o mês de janeiro, e distribuindo-se de forma intensa em quase toda a Região Nordeste (LIMEIRA, 2008).

3.2 Mesorregiões e microrregiões do estado da Paraíba

O estado da Paraíba contém 223 municípios e é dividido em cinco mesorregiões, são elas: Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano, como pode ser visto na Figura 2.

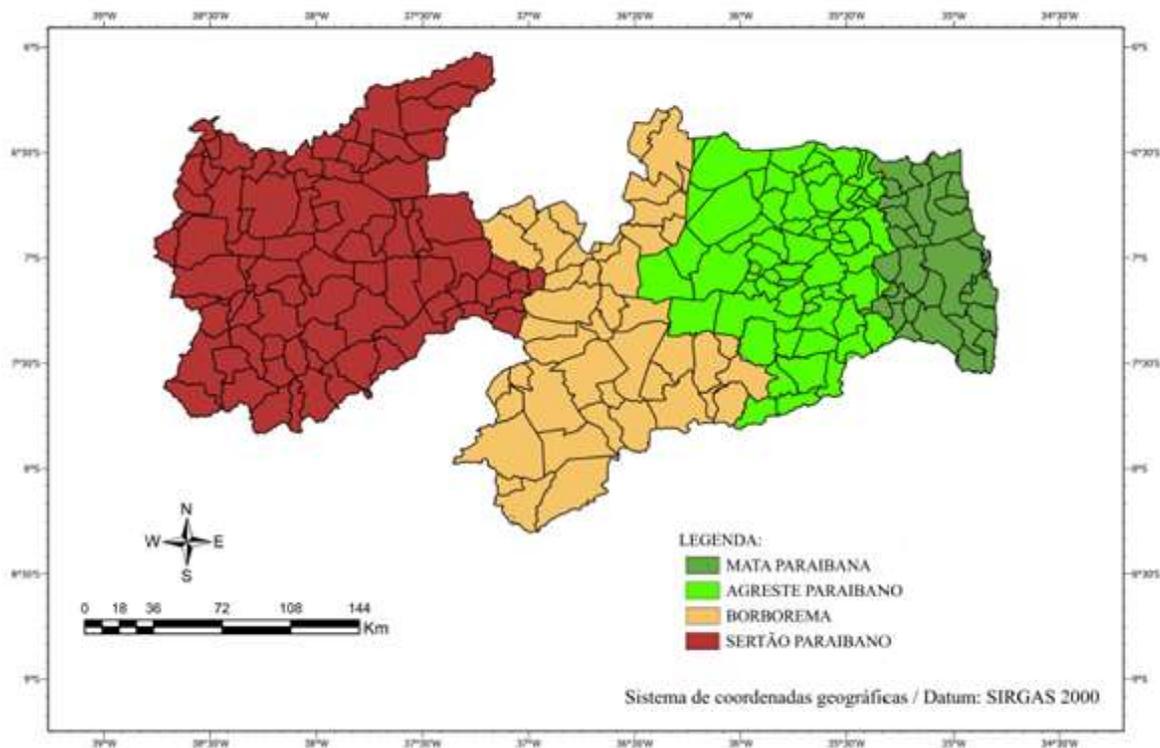


Figura 2 – O estado da Paraíba e suas divisões por mesorregiões.

As mesorregiões são definidas conforme o regime de chuva totais anuais de cada área, a época do ano em que as precipitações são mais recorrentes e o clima predominante. No Quadro 1, tem-se as principais características pluviométricas de cada mesorregião do estado paraibano.

Quadro 1 – Características pluviométricas de cada mesorregião do estado paraibano.

Mesorregião	Total anual (mm/ano)	Meses de ocorrência de precipitação	Clima predominante
Mata Paraibana	1.800	Abril a Junho	Úmido
Agreste Paraibano	800 a 1.100	Março a Maio	Semiárido
Borboorema	200 a 600	Março a Maio	Semiárido
Sertão Paraibano	600 a 1.000	Janeiro a Março	Semiárido

Fonte: Costa (2017)

Além do estado paraibano ser dividido em mesorregiões, Limeira (2008) definiu seis microrregiões climatologicamente homogêneas, são elas: Litoral (pertencente a mesorregião da Mata Paraibana), Agreste e Brejo (ambos inclusos na mesorregião do Agreste Paraibano); Cariri/Curimataú (fazem parte da Mesorregião da Borborema); Sertão e Alto Sertão (referentes a mesorregião do Sertão Paraibano).

O Quadro 2 apresenta as seis microrregiões pluviometricamente homogêneas do estado Paraíba com suas respectivas características do ciclo anual de precipitação e os sistemas atmosféricos que regem tais áreas.

Quadro 2 – Características dos regimes de precipitação no Estado da Paraíba.

Microrregião	Característica do ciclo anual das precipitações	Sistemas meteorológicos atuantes
Litoral	A precipitação é praticamente homogênea ao longo do ano. O total anual é aproximadamente de 1.700 mm/ano.	Ondas de Leste
Agreste	As chuvas geralmente ocorrem de fevereiro a setembro com precipitações oscilando entre 800 a 1.000 mm/ano.	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Ondas de Leste
Brejo	O período das precipitações é de fevereiro a setembro, sendo o pico entre os meses de maio a julho. As chuvas oscilam de 1.00 a 2.00 mm/ano.	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Ondas de Leste
Cariri/Curimataú	A precipitação pluvial oscila em torno de 350 a 500 mm/ano.	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Ondas de Leste
Sertão	A precipitação no Sertão ocorre principalmente no período de fevereiro a maio.	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)
Alto Sertão	Recebe chuvas com mais frequência nos meses de janeiro a maio. A média de precipitação anual é de 812,7 mm.	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Vórtices Ciclônicos de Ar Superior.

Fonte: Limeira (2008).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção estão descritos os procedimentos metodológicos que foram utilizados para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos. O presente capítulo está dividido em cinco partes, são elas: 1) a coleta e a análise dos dados pluviométricos obtidos pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas), pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e pela SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste); 2) a estimativa das precipitações máximas diárias anuais através da função de probabilidade de Gumbel; 3) a aplicação do teste de aderência nos dados estimados; e 4) a aplicação do algoritmo de interpolação Krigagem para geração dos mapas de precipitação e aplicação da técnica de agrupamento de dados não paramétricos *k-means* para obtenção de regiões pluviometricamente homogêneas. Para o armazenamento e o processamento dos dados foram utilizados os softwares Excel e ArcGis Pro.

4.1 Coleta dos dados pluviométricos

A base de dados foi obtida pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que operou a rede de monitoramento da precipitação até cerca de 1994, quando a rede foi repassada para os estados da região. Também foram utilizados dados monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Como trata-se de um recorte temporal de 56 anos (1962 – 2017), foi estabelecido que para a análise dos dados as estações apresentando mais de 50 anos com dados faltosos ou de baixa qualidade foram excluídas do estudo, conforme recomendam Pinheiro et al. (2013). Para melhor análise da série temporal, foram criadas duas séries parciais cujos intervalos temporais apresentaram 30 anos de dados (1962 – 1991 e 1988 – 2017).

Os dados de precipitação foram armazenados e processados no Excel. Este permite a construção de tabelas e gráficos além de apresentar uma interface intuitiva.

4.2 Estimativa das precipitações máximas diárias anuais utilizando a distribuição de probabilidade de Gumbel

Para Campos (2009), na distribuição de Gumbel a função de probabilidade acumulada (F) é:

$$F(y) = 1 - e^{-e^y} \quad (1)$$

onde y representa a variável reduzida de Gumbel.

O valor de y é calculado pela fórmula:

$$y_i = \alpha(x_i - \beta)$$

sendo α o parâmetro de escala (desvio padrão da distribuição de Gumbel) e β o parâmetro de posição.

Os valores de α e β são estimados pelo método dos momentos pelas equações:

$$\alpha = \frac{1,2825}{s}$$

$$\beta = \bar{x} - 0,450s$$

sendo \bar{x} e s , respectivamente, a média e o desvio padrão obtidos da amostra.

Para os cálculos dos valores de precipitação máxima diária para determinados tempos de retorno, tem-se:

$$\frac{1}{TR} = 1 - e^{-e^{-y}} \rightarrow e^{-e^{-y}} = 1 - \frac{1}{TR}$$

Aplicando o logaritmo duas vezes, tem-se:

$$y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] \quad (2)$$

Sabendo que:

$$y = \frac{PMDA's(TR) - x}{\alpha}; \alpha = 0,7797s; x = \bar{x} - 0,5772\alpha$$

Substituindo y na equação (2), tem-se:

$$\frac{PMDA's(TR) - x}{\alpha} = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] \rightarrow PMDA's(TR) = x - \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] \alpha$$

Substituindo α por $0,7797s$, tem-se:

$$PMDA's(TR) = x - \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] 0,7797s$$

Substituindo x por $\bar{x} - 0,5772\alpha$, tem-se:

$$PMDA's(TR) = \bar{x} - 0,5772\alpha - \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] 0,7797s$$

Substituindo α por $0,7797s$, tem-se:

$$PMDA's(TR) = \bar{x} - 0,5772 * 0,7797s - \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] 0,7797s \rightarrow$$

$$PMDA's(TR) = \bar{x} - 0,450s - \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right] 0,7797s$$

Colocando s em evidência, tem-se:

$$PMDA's(TR) = \bar{x} - s \left\{ 0,450 + 0,7797 \ln \left[\ln \left(\frac{TR}{TR - 1} \right) \right] \right\} \quad (3)$$

Assim, as precipitações máximas diárias anuais foram obtidas a partir da Equação 3 para vários períodos de retorno (e.g., 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos). Além disso, foram obtidos

os parâmetros estatísticos média (\bar{x}) e desvio padrão (s), e os parâmetros da função de probabilidade de Gumbel alfa (α) e beta (β) relacionado a cada período de retorno.

4.3 Teste de aderência Kolmogomoff - Smirnoff (KS)

Os dados de precipitação estimados pela distribuição de probabilidade de Gumbel foram submetidos ao teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS) adotando o nível de significância de 5%.

Para Campos (2009), o teste de aderência de Kolmogoroff-Smirnoff (KS) pode ser aplicado para avaliar a aderência de uma determinada amostra de uma variável aleatória X a uma função de probabilidade da população $\Omega(a, b)$. O teste pode ser executado nas seguintes etapas:

- Formulam-se as hipóteses
- Hipótese nula $H_0: (X_i, i = 1, n)$ pertence a $\Omega(a, b)$;
- Hipótese alternativa $H_1: (X_i, i = 1, n)$ não pertence a $\Omega(a, b)$;
- A estatística de teste é o $D_{m\acute{a}x}$ (crítico) .
- Formula-se a estatística de teste

A estatística do teste ($D_{m\acute{a}x}$) é baseada na maior diferença absoluta entre a probabilidade obtida pela função de probabilidade em teste e a frequência observada na amostra. O valor de $D_{m\acute{a}x}$ é estimado pelas equações:

$$D_{m\acute{a}x} = m\acute{a}x |F_{(x_i)} - Fr_{(x_i)}| + \left(\frac{1}{2}\right)n$$

$$Fr_{(x_i)} = (1 - 0,5)/n$$

onde $F_{(x_i)}$ denota a probabilidade do evento x_i estimado pela distribuição de probabilidade em teste e $Fr_{(x_i)}$ denota a frequência relativa observada na amostra.

- Estimam-se os valores críticos da estatística de teste

Os valores críticos da estatística de teste são apresentados em tabelas de livros textos de estatística. Uma vez selecionado o nível de significância entra-se na tabela e tira-se o valor crítico ($D_{crít}$).

Normalmente, adota-se como nível de significância valores entre 1 e 10%. Esses valores equivalem a intervalos de confiança $(1 - \alpha)$ que varia de 90 a 99%.

- Toma-se a decisão de aceitar ou não a hipótese nula

Se $D_{m\acute{a}x} \leq D_{cr\acute{i}t}$ – Aceita-se a hipótese nula.

Se $D_{m\acute{a}x} > D_{cr\acute{i}t}$ – Rejeita-se a hipótese nula.

Para a execução do teste Kolmogorov-Smirnov (KS) foram criadas tabelas no software Excel que continham seis colunas com os seguintes conteúdos nas células: na primeira coluna estão os dados de precipitação diária máxima anual (PMDA), na segunda coluna os dados foram dispostos em ordem crescente, na terceira coluna foi criada a ordem dos valores (m), na quarta coluna foram calculadas as probabilidades empíricas ($F_N(X_m)$) que representa a ordem dividido pelo tamanho da amostra, já na quinta coluna foi calculada a probabilidade teórica acumulada ($F_x(X)$) supondo que existe uma distribuição normal que usa como média e desvio padrão igual a média e o desvio padrão da amostra e na sexta coluna foi calculada o (D_N) que se refere a diferença em módulo entre a probabilidade empírica e a probabilidade teórica.

Após criar a coluna (D_N) em cada tabela, foi selecionado o maior valor e denominado ($D_{M\acute{A}X}$). Como a amostra tem mais de 40 dados, foi considerado o nível de significância de 5 % e calculado o valor crítico de acordo com a equação (4).

$$D_{N_c} = \frac{1,3581}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

4.4 Aplicação do algoritmo de interpolação Krigagem para geração dos mapas de precipitação

A distribuição espacial das precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) no estado da Paraíba foi realizada através do Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software ArcGis Pro. Os produtos cartográficos foram trabalhados em ambiente computacional, usando como sistema de referência a projeção Universal Transversa de Mercator – UTM e o datum horizontal SIRGAS 2000.

Nesta pesquisa, foi utilizado o método de Krigagem, pois segundo Landim (2000) este algoritmo é indicado para análises a partir de 30 pontos. Assim, foi aplicado a interpolação por Krigagem na série longa (56 anos de dados) e nas subséries de 30 anos de dados.

A Krigagem utiliza informações do variograma (ferramenta básica para o procedimento de interpolação, pois permite uma representação quantitativa da variação de um fenômeno regionalizado no espaço e no tempo) para encontrar os pesos ótimos a serem associados as amostras com valores conhecidos que irão estimar pontos desconhecidos (WANDERLEY et al., 2009).

O variograma expressa a dependência espacial através da medida da variância dos valores amostrais, separados por uma distância h . O nível de dependência entre duas variáveis regionalizadas, X e Y , e representado pelo variograma, $2\gamma(h)$, o qual é definido como a esperança matemática do quadrado da diferença entre os valores de pontos no espaço, separados pelo vetor distancia h , definido pela Equação 5.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (5)$$

onde $N(h)$ é o número de pares de valores amostrados $[Z(x_i) - Z(x_i + h)]$ separados pelo vetor h .

Na Figura 3 está ilustrado o variograma e seus parâmetros: alcance (a), patamar (C), efeito pepita (C_0) e contribuição (C_1).

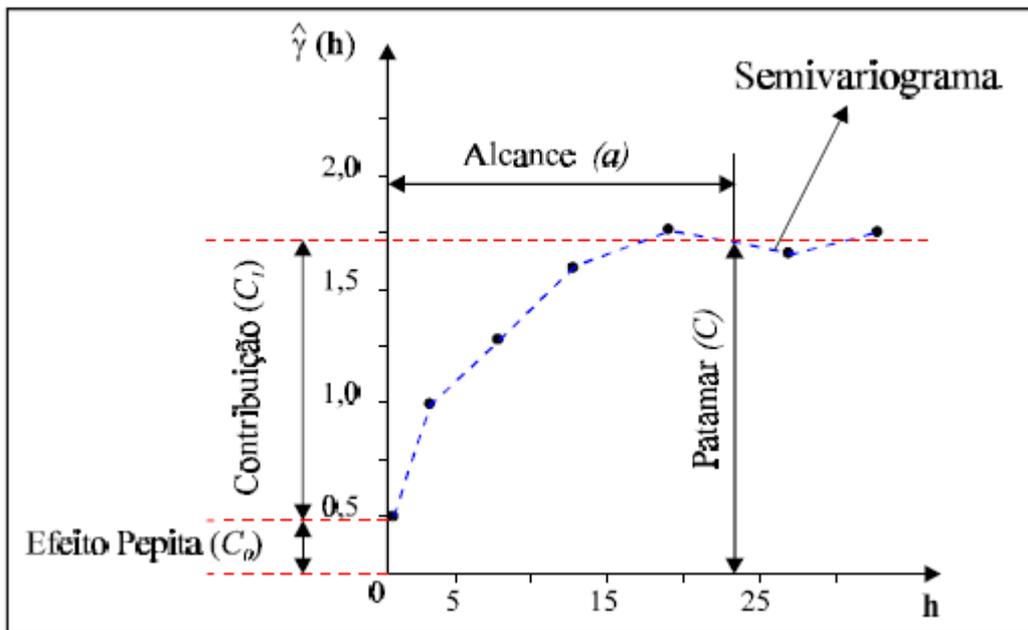


Figura 3 – Modelo de Variograma Experimental com Patamar (Fonte: CAMARGO, 1998).

- Alcance (a): distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente.
- Patamar (C): é o valor do semivariograma correspondente a seu alcance (a). Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras ($\text{Var}[Z(x) - Z(x+h)]$) torna-se invariante com a distância.
- Efeito Pepita (C_0): idealmente, $g(0)=0$. Entretanto, na prática, à medida que h tende para 0 (zero), $g(h)$ se aproxima de um valor positivo chamado Efeito Pepita (C_0), que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras.
- Contribuição (C_1): é a diferença entre o patamar (C) e o Efeito Pepita (C_0).

Existem basicamente três tipos de Krigagem, são eles: Krigagem Simples, Krigagem Ordinária e Krigagem Universal. Nesta pesquisa foi utilizada a Krigagem Ordinária, pois Bargaoui e Chebbi (2009) utilizaram os métodos geoestatísticos para estimativa da variabilidade espacial da intensidade máxima da chuva. A utilização da krigagem ordinária para duas e três dimensões demonstrou resultados satisfatórios para ambos os métodos.

As estimativas por Krigagem Ordinária assumem que as médias das amostras são constantes, mais desconhecidas dos dados disponíveis. O método de Krigagem Ordinária pode ser escrito em notação matricial como:

$$K \cdot \lambda = k \rightarrow \lambda = K^{-1} \cdot k \quad (6)$$

onde K e k são matrizes das covariâncias (ou variogramas) e λ o vetor dos pesos.

Para Wanderley et al. (2009) a vantagem principal da Krigagem Ordinária é que os dados usados descrevem o grau de influência e da dependência espacial usado atribuir pesos as observações. Os pesos são atribuídos arbitrariamente pela equação 7. E a correlação espacial entre os pontos de medida pode ser quantificada por meio da função de variância, pela equação 8.

$$Z(x_i) = f(x_i) + e(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

onde, $f(x_i)$ = função aleatória F num ponto x_i ; e x_i são realizações médias de zero e erros.

$$\gamma(x, h) = \frac{1}{2} \text{var} [F(x) - F(x + h)] \quad (8)$$

onde, assumimos que h é a distância euclidiana entre dois pontos e que a tendência é constante, e $\gamma(x, h)$ são independentes de x . Uma função paramétrica é usada para modelar a variância para valores diferentes de h .

Além da escolha do tipo de Krigagem, também foi necessário escolher o modelo transitivo normalizado de variograma, pois o Arcgis Pro dispõe dos seguintes modelos, são eles: esférico, exponencial, gaussiano e linear.

O gráfico do variograma experimental, $\gamma(h)$, calculado através da Equação 5, é formado por uma série de valores, conforme ilustra a Figura 3, sobre os quais se objetiva ajustar uma função. É importante que o modelo ajustado represente a tendência de $\gamma(h)$ em relação a h . Deste modo, as estimativas obtidas a partir da krigagem serão mais exatas e, portanto, mais confiáveis.

O procedimento de ajuste não é direto e automático, como no caso de uma regressão, por exemplo, mas sim interativo, pois nesse processo o intérprete faz um primeiro ajuste e

verifica a adequação do modelo teórico. Dependendo do ajuste obtido, pode ou não redefinir o modelo, até obter um que seja considerado satisfatório.

Os modelos aqui apresentados são considerados modelos básicos, denominados de modelos isotrópicos. Estão divididos em dois tipos: modelos com patamar e modelos sem patamar. Modelos do primeiro tipo são referenciados na geoestatística como modelos transitivos. Alguns dos modelos transitivos atingem o patamar (C) assintoticamente. Para tais modelos, o alcance (a) é arbitrariamente definido como a distância correspondente a 95% do patamar. Modelos do segundo tipo não atingem o patamar, e continuam aumentando enquanto a distância aumenta. Tais modelos são utilizados para modelar fenômenos que possui capacidade infinita de dispersão. Os modelos transitivos mais utilizados são: modelo esférico (Sph), modelo exponencial (Exp) e modelo gaussiano (Gau). Estes modelos estão apresentados na Figura 4 com o mesmo alcance (a).

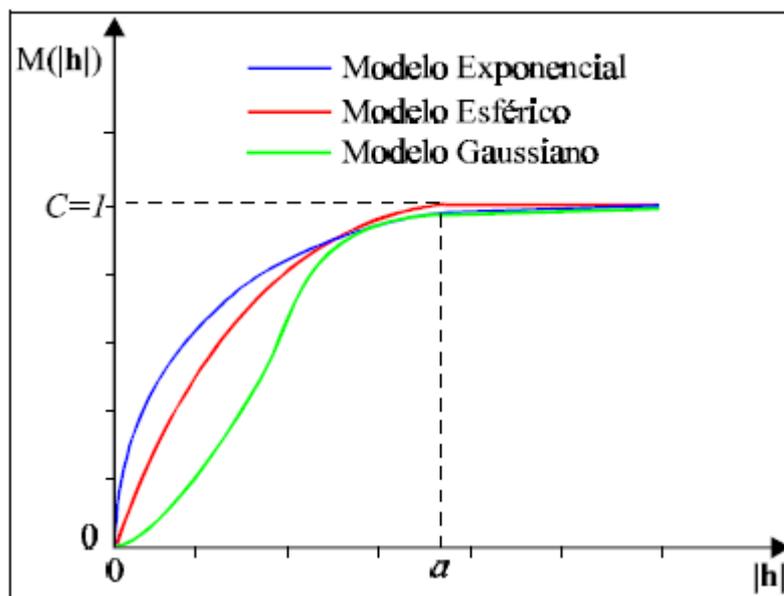


Figura 4 – Representação gráfica de modelos transitivos normalizados (Fonte: CAMARGO, 1998).

Nesta pesquisa, foi utilizado o modelo esférico pois segundo Camargo (1998) é um dos modelos mais utilizados. A equação normalizada deste modelo é:

$$Sph(|h|) \begin{cases} 0 & , |h| = 0 \\ 1,5 \left(\frac{|h|}{a} \right) - 0,5 \left(\frac{|h|}{a} \right)^3 & , 0 < |h| \leq a \\ 1 & , |h| > a \end{cases}$$

4.5 Agrupamento das zonas pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba

Neste estudo, foram aplicadas cinco etapas para o agrupamento das zonas pluviometricamente homogêneas no estado da Paraíba. Estes estágios foram semelhantes ao trabalho de Dourado et al. (2013), onde foram analisadas as zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no estado da Bahia.

A primeira etapa, chamada de entendimento dos dados, consistiu na obtenção dos dados das séries históricas de precipitação pluviométrica máxima diária anual de cada posto pluviométrico, considerando as três séries temporais (1962 a 2017; 1962 a 1991; 1988 a 2017).

A segunda fase, denominada de construção dos mapas de precipitação, está descrita no item 4.3, onde foi possível obter a distribuição espacial das precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) no estado da Paraíba através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) pelo software ArcGis Pro. Para isso foi utilizado a interpolação dos dados através da utilização do algoritmo Krigagem. Na etapa de modelagem (terceiro passo), a técnica escolhida para seleção das zonas homogêneas foi a análise de *clusters* (agrupamento de dados), com o método k-means (k-médias) e o software computacional utilizado nesta fase foi o ArcGis Pro.

O método k-means é um método não hierárquico por repartição que gera k diferentes grupos com maior distinção possível entre eles e menor variabilidade dentre os pontos do mesmo conjunto. Em outras palavras, o método minimiza a variabilidade dentro dos conjuntos e maximizar a variabilidade entre os conjuntos. Como pode ser visto na Figura 5.

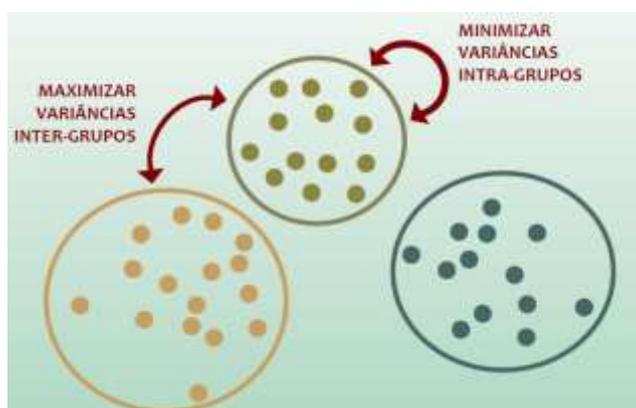


Figura 5 – Método k-means (Fonte: FEITOSA; VASCONCELOS, 2017).

Quando aplicamos o método k-means no Software são gerados pontos aleatórios no diagrama de dispersão, e ele tenta ir deslocando aos poucos esses pontos com intuito de minimizar a variabilidade dentro dos conjuntos e maximizar a variabilidade entre os conjuntos.

A Figura 6 mostra um exemplo onde os pontos verdes da imagem 6(a) são os pontos que se quer agrupar em 2 grupos. Desta forma, pode-se perceber que na imagem 6(b) foram gerados dois pontos aleatórios vermelho e azul, em seguida, os pontos que estão mais próximos do vermelho, formam o grupo vermelho e os pontos que estão mais próximos do azul, formam o grupo azul, como pode ser visto na imagem 6(c). Já na imagem 6(d), após formados os dois grupos, foram calculados os pontos médios de cada grupo e depois o algoritmo tenta reagrupar esses pontos na imagem 6(e) e achar o centro médio de cada grupo, como está ilustrado na imagem 6(f). Quando finalmente o algoritmo encerra o deslocamento dos grupos, pode-se afirmar que ele convergiu para os grupos. A Figura 7 traz um exemplo com a formação de três grupos, sendo o raciocínio análogo a explicação dada a Figura 6.

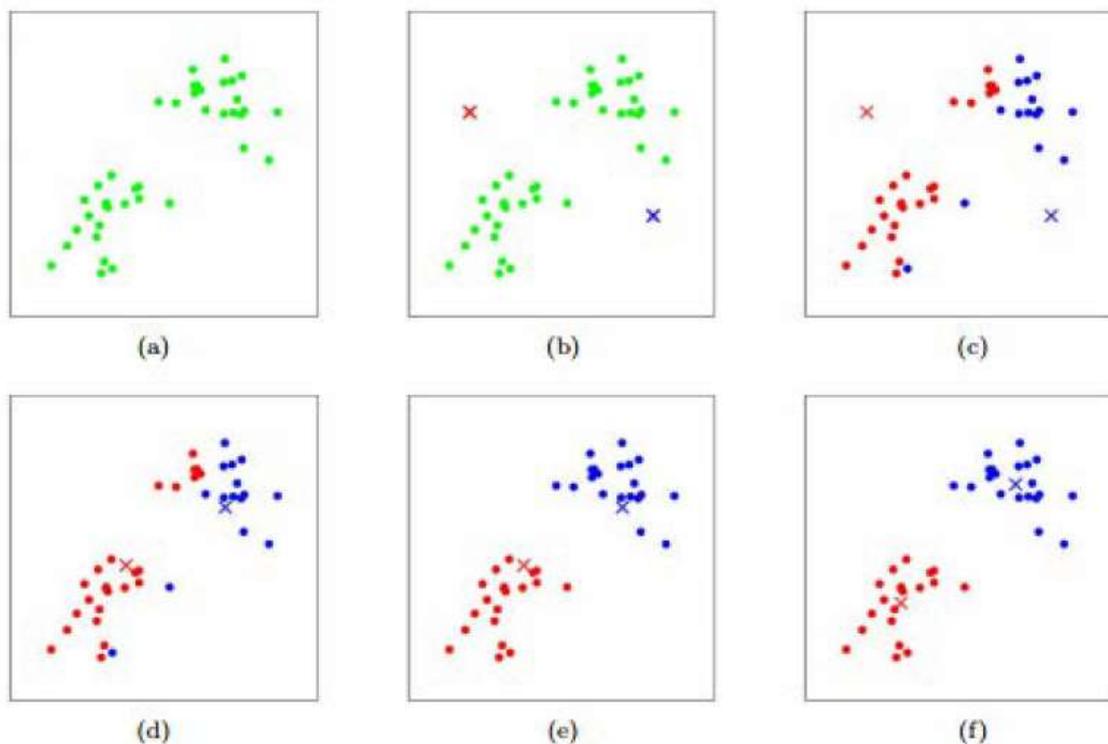


Figura 6 – Formação de dois grupos pelo método k-means (Fonte: FEITOSA; VASCONCELOS, 2017).

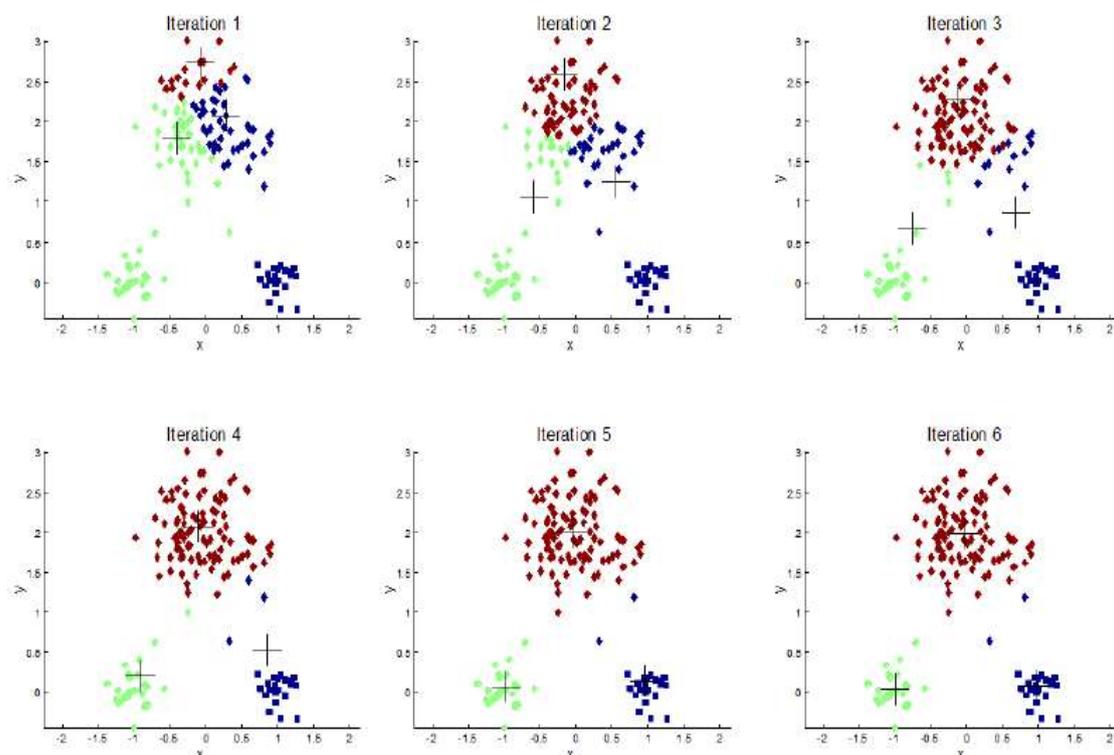


Figura 7 – Formação de três grupos pelo método k-means (Fonte: FEITOSA; VASCONCELOS, 2017).

Já o quarto estágio consistiu na definição do número de grupos. O número de grupos foi escolhido segundo as zonas homogêneas mais condizente com a realidade dos dados. A escolha desse intervalo deu-se com base em trabalhos já realizados sobre a distribuição da precipitação pluvial da região e comparação com o mapa da pluviometria anual.

Já última etapa aplicada foi a avaliação. Nesta etapa foram discutidos os resultados obtidos, com a definição do número de grupos e identificação dos mesmos. Para uma melhor visualização dos resultados, os grupos foram espacializados, considerando-se a latitude e longitude de suas respectivas estações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa. Esta seção traz as estações pluviométricas selecionadas para o estudo e apresenta a análise espaço-temporal das precipitações máximas diárias anuais relacionadas a cada período de estudo através de mapas e análises estatísticas.

5.1 Informações das estações pluviométricas selecionadas

Na coleta de dados tinha-se inicialmente 132 estações de monitoramento com 56 anos de dados (1962 -2017) e, após a aplicação do critério de seleção de postos proposto Pinheiro et al. (2013), em que as estações que apresentarem mais de 50 anos com dados faltosos ou de baixa qualidade deve ser excluídas do estudo, foram selecionadas 48 estações pluviométricas que estão dispostas na tabela A e representadas espacialmente na cor azul na Figura 8.

Tabela A – Postos pluviométricos selecionados.

Posto Pluviométrico	Latitude	Longitude	Posto Pluviométrico	Latitude	Longitude
1. Jenipapeiro dos Carreiros	-6,467	-37,550	25. Teixeira	-7,217	-37,267
2. Cajazeiras	-6,883	-38,567	26. Imaculada	-7,383	-37,500
3. Sao Francisco	-6,617	-38,083	27. Juazeirinho	-7,067	-36,583
4. Antenor Navarro	-6,733	-38,450	28. Salgadinho	-7,100	-36,850
5. Nazarezinho	-6,917	-38,333	29. Sao Jose dos Cordeiros	-7,383	-36,817
6. Sao Jose da Lagoa Tapada	-6,933	-38,167	30. Serra Branca	-7,483	-36,667
7. Jerico	-6,550	-37,817	31. Soledade	-7,067	-36,367
8. Malta	-6,900	-37,533	32. Pocinhos	-7,067	-36,067
9. Sao Mamede	-6,917	-37,100	33. Caldas Brandao	-7,117	-35,350
10. Santa Luzia	-6,867	-36,933	34. Sape	-7,100	-35,233
11. Pedra Lavrada	-6,750	-36,467	35. Conceicao	-7,550	-38,517
12. Olivedos	-6,983	-36,250	36. Manaira	-7,700	-38,167
13. Araruna	-6,517	-35,733	37. Princesa Isabel	-7,733	-38,017
14. Cacimba de Dentro	-6,633	-35,783	38. Juru	-7,533	-37,833
15. Sitio Salgado	-6,783	-35,883	39. Agua Branca	-7,517	-37,650
16. Serraria	-6,817	-35,633	40. Prata	-7,683	-37,100
17. Aracagi	-6,850	-35,367	41. Coxixola	-7,617	-36,617
18. Bonito de Santa Fe	-7,317	-38,517	42. Camalau	-7,917	-36,867
19. Aguiar	-7,083	-38,183	43. Cabaceiras	-7,500	-36,283
20. Sao Jose de Piranhas	-7,117	-38,500	44. Riacho de Santo Antor	-7,700	-36,150
21. Ibiara	-7,483	-38,417	45. Barra de Sao Miguel	-7,750	-36,333
22. Nova Olinda	-7,467	-38,050	46. Aroeiras	-7,517	-35,683
23. Olho D`agua	-7,217	-37,767	47. Sao Joao do Tigre	-8,067	-36,867
24. Santa Teresinha	-7,083	-37,450	48. Alhandra	-7,433	-34,917

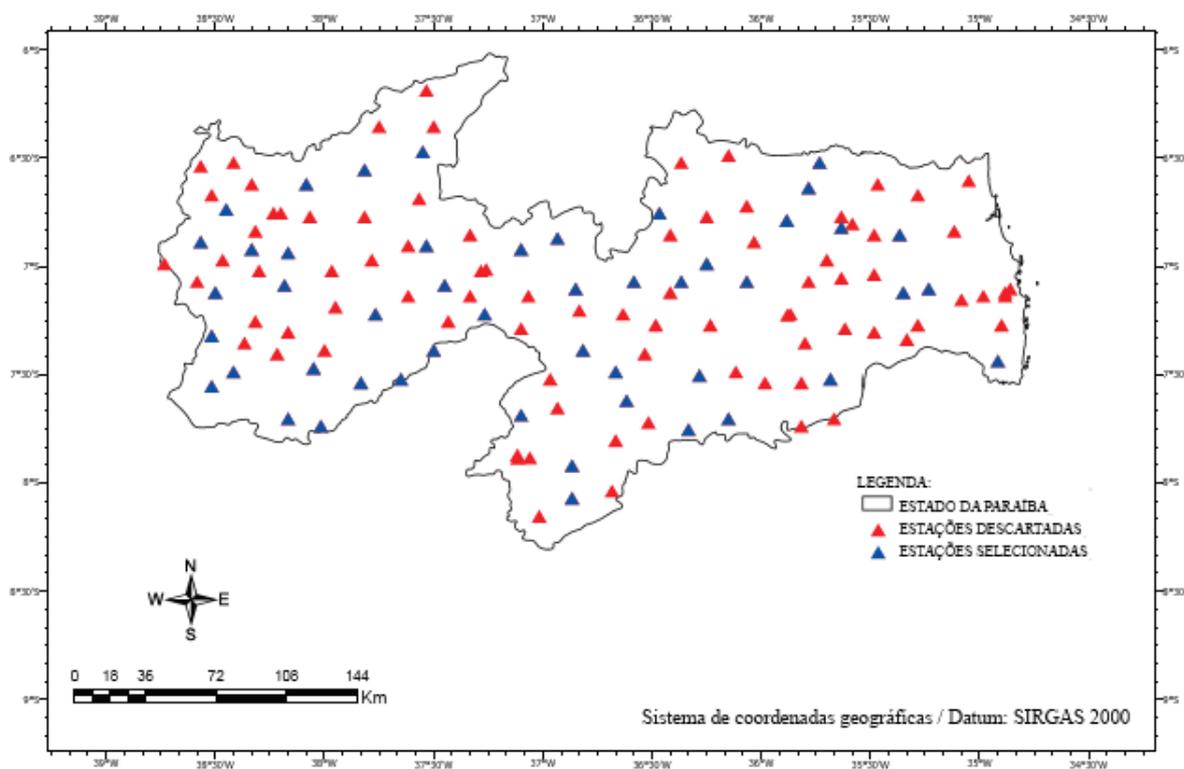


Figura 8 – Espacialização das estações pluviométricas descartadas e selecionadas (Fonte: AESA, INMET e SUDENE).

Após a aplicação do filtro de seleção das estações pelo período, foram obtidas as precipitações máximas diárias anuais de cada posto pluviométrico. Assim, no Apêndice A é possível conferir as PMDA's referente as estações analisadas.

De posse dos valores das precipitações diárias máximas anuais, foram plotados diagramas Box Plot referentes a série longa (1962 – 2017), aos 30 primeiros anos de dados (1962 – 1991) e aos 30 últimos anos de dados (1988 – 2017).

Analisando a Figura 9, que se refere ao período de 1962 a 2017, nota-se que a estação pluviométrica de Conceição, pertencente a mesorregião do Sertão Paraibano (estação de número 35) apresentou maior amplitude e, conseqüentemente, maior variação pluviométrica, chegando ao valor máximo de 270 mm e valor mínimo de 30 mm. Já a estação pluviométrica de Aroeiras, pertencente a mesorregião do Agreste Paraibano apresentou menor dispersão de dados. Essa inferência converge do estudo realizado por Silva et al. (2003), onde eles afirmam que a variabilidade da precipitação pluvial na Paraíba é maior no Sertão Paraibano.

Pela Figura 10, que retrata os 30 primeiros anos de dados, a estação pluviométrica de Conceição apresentou maior amplitude e a estação pluviométrica de Jenipapeiro dos Carneiros apresentou menor dispersão, vale ressaltar que ambas as estações pertencem a mesorregião do Sertão Paraibano.

Já na Figura 11 (equivalente aos 30 últimos anos de dados), nota-se que a estação pluviométrica que apresentou maior dispersão nos dados foi a de Cabaceiras, pertencente a mesorregião da Borborema, chegando ao valor máximo de 118 mm e valor mínimo de 19 mm. A estação de Sítio Salgado (pertencente ao Agreste Paraibano), por sua vez, foi a que apresentou menor amplitude (67 mm). Diante disso, pode-se afirmar que existe variabilidade espacial e temporal de chuva no estado da Paraíba.

Sabe-se que cada retângulo contém 50% dos valores do conjunto de dados e a posição da linha mediana no retângulo informa sobre a assimetria da distribuição. Observando os gráficos da Figura 9, pode-se afirmar que nenhuma estação apresenta simetria e que 37 estações pluviométricas são positivamente assimétricas (pois a mediana é mais próxima do Quartil 1), restando assim 9 estações negativamente assimétricas, ou seja, a mediana é mais próxima do Quartil 2.

Já a Figura 10 apresenta a estação de Cabaceiras com simetria nos dados pluviométricos (ou seja, a mediana no centro do retângulo), enquanto a Figura 11 mostra 16 estações pluviométricas negativamente assimétricas.

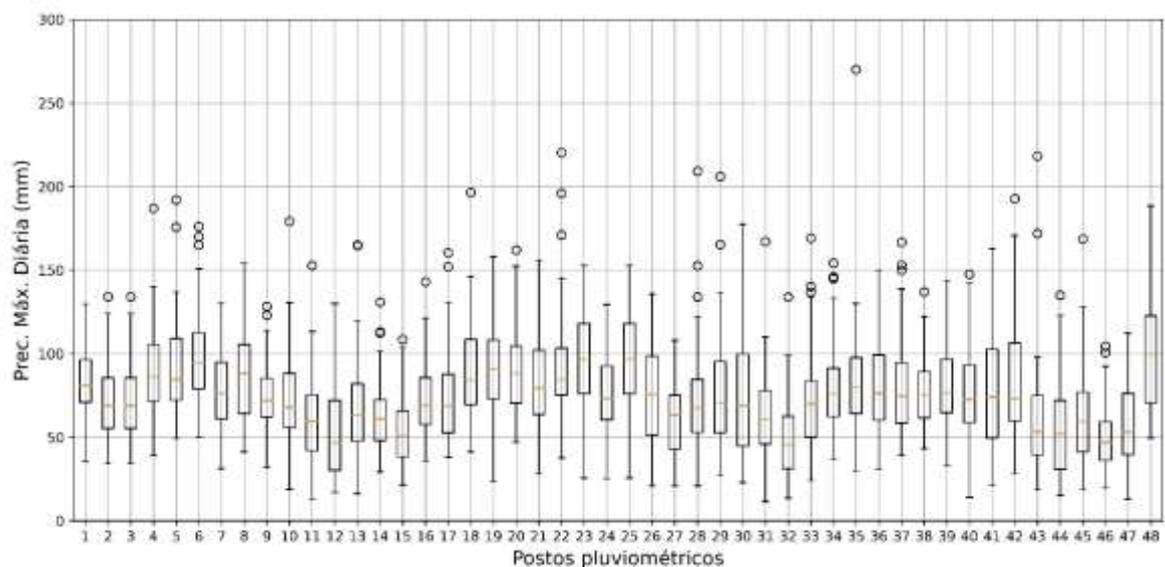


Figura 9 – Diagrama Box Plot das precipitações em mm (1962 - 2017).

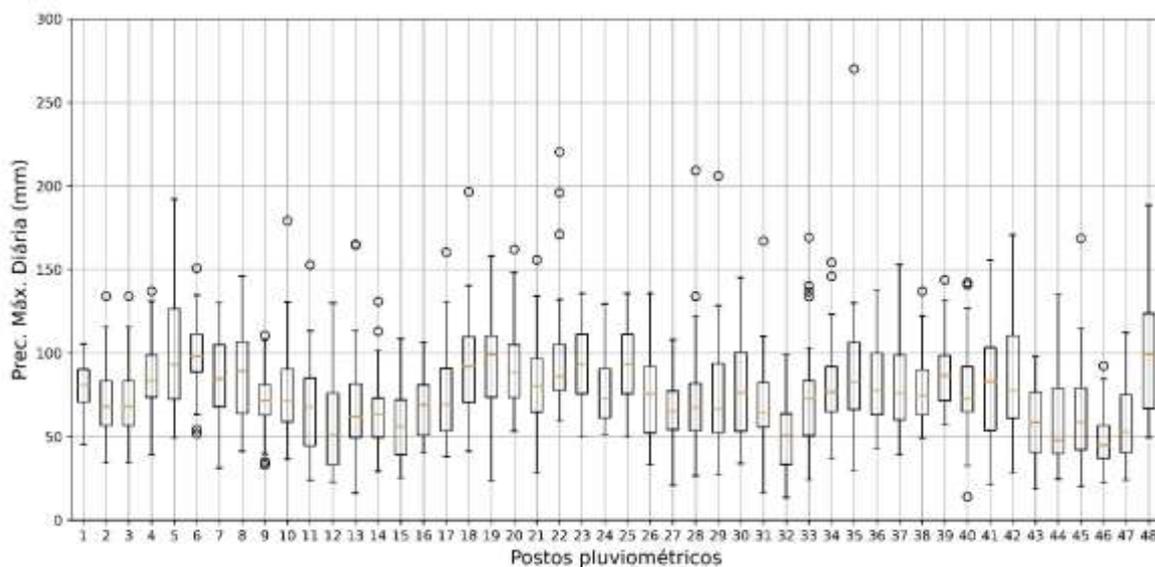


Figura 10 – Diagrama Box Plot das precipitações em mm (1962 - 1991).

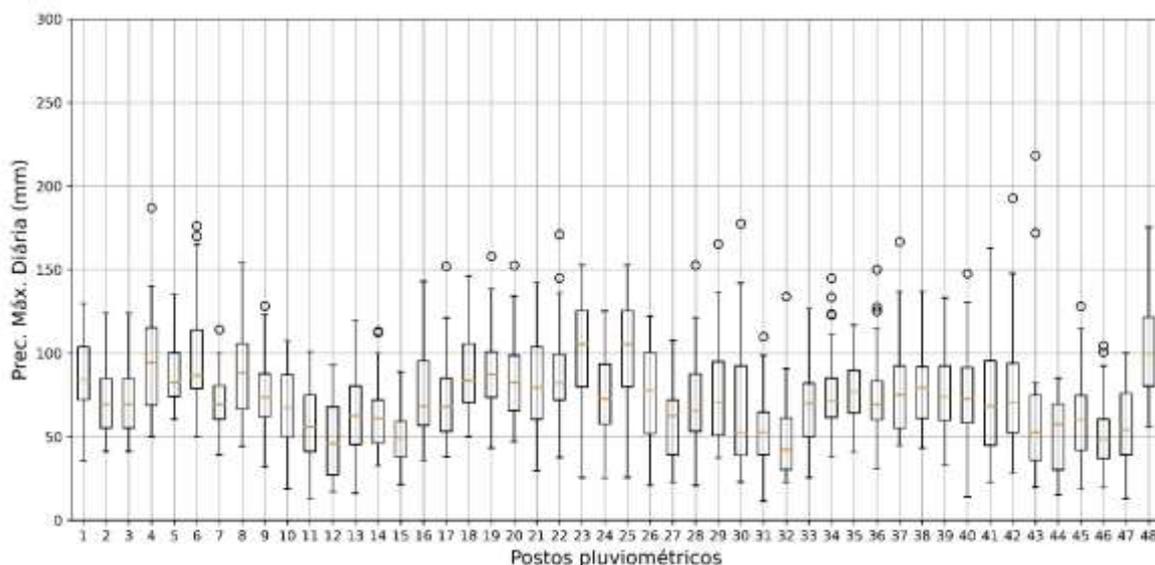


Figura 11 – Diagrama Box Plot das precipitações em mm (1988 - 2017).

5.2 Interpretação da função de probabilidade de Gumbel e do teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS)

Um dos métodos estatísticos aplicáveis à chuva de um dia para o período de retorno de projeto é a função de probabilidade de Gumbel. Os resultados encontrados neste estudo a partir da função de probabilidade de Gumbel foram apresentados em formato de tabelas que estão presentes no Apêndice B, com as precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) para cada período de retorno (e.g., 2, 5, 10, 20, 50 e 100) correspondentes as três séries temporais.

De posse dos valores das precipitações estimadas foi possível calcular os parâmetros estatísticos apresentados nas Tabelas B, C e D, correspondentes aos períodos de retorno para cada intervalo temporal. Analisando as tabelas citadas anteriormente, nota-se que o tempo de retorno de 2 anos teve maior amplitude na série de 1988 a 2017, já os demais períodos de retornos (e.g., 5, 10, 20, 50 e 100 anos) apresentaram maior variação dos dados na série temporal correspondente a 1962 a 1991.

A partir dos cálculos dos parâmetros estatísticos, foi possível traçar os diagramas de caixa que estão presentes na Figura 12. As caixas na cor creme representam a série longa de dados, as caixas que estão na cor laranja representa o período de 1962 a 1988, e os diagramas na cor vermelho representam os 30 últimos anos de dados. Vale ressaltar que a principal intenção ao traçar o diagrama Box Plot foi verificar a distribuição dos dados.

Pelos diagramas de caixa, pode-se analisar se as distribuições são simétricas ou assimétricas. Nota-se que no período de 1962 a 2017 os tempos de retorno 2, 5, 50 e 100 são negativamente assimétricos, pois o valor da mediana é próximo do terceiro quartil (Q_3). Esse mesmo cenário é apresentado nas séries temporais de 1962 a 1991 e 1988 a 2017 para todos os períodos de retorno.

Quando à mediana (x_{md}) próxima do primeiro quartil (Q_1), pode-se afirmar que os dados são positivamente assimétricos. Assim, os períodos de retorno de 10 e 20 anos pertencentes à série temporal de 1962 a 2017 apresentaram simetria positiva. Vale ressaltar as medianas aqui calculadas não se posicionaram no centro dos retângulos dos diagramas de caixa, logo nenhuma distribuição foi considerada simétrica.

Tabela B – Resumo estatístico das precipitações em milímetros correspondente a cada tempo de retorno para o período de 1962 a 2017.

Parâmetros \ T.R	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
Média (\bar{x})	71,32	95,57	111,62	127,02	146,95	161,89
Mediana (x_{md})	71,84	97,53	111,69	127,25	148,28	165,53
Valor Máximo	95,62	126,58	147,07	166,73	192,18	211,25
Valor Mínimo	46,05	64,01	75,24	86,01	99,96	110,41
Amplitude (A)	49,57	62,57	71,83	80,72	92,22	100,84
Variância (s^2)	165,45	211,28	258,31	315,92	408,63	491,54
Desvio Padrão (s)	12,86	14,54	16,07	17,77	20,21	22,17
Devio Abs. Médio (d)	10,21	11,55	12,95	14,45	16,51	18,19
Coef. de Variação (CV)	18,03	15,21	14,40	13,99	13,76	13,70
Primeiro Quartil (Q_1)	61,87	87,31	102,23	115,07	132,35	146,12
Terceiro Quartil (Q_3)	79,91	106,05	122,34	140,41	161,32	176,59
Amplit. Interquartil (AIQ)	18,04	18,74	20,11	25,34	28,96	30,47
Coef. de Assimetria (g)	-0,10	-0,09	0,06	0,04	-0,10	-0,27
Coef. De Curtose (k)	-0,61	-0,35	-0,30	-0,31	-0,37	-0,41

Tabela C – Resumo estatístico das precipitações em milímetros correspondente a cada tempo de retorno para o período de 1962 a 1991.

Parâmetros \ T.R	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
Média (\bar{x})	73,04	97,14	113,09	128,40	148,21	163,05
Mediana (x_{md})	75,00	99,53	115,82	133,02	151,63	165,71
Valor Máximo	94,65	127,80	149,75	171,35	199,39	220,41
Valor Mínimo	45,48	61,22	71,65	81,65	94,59	104,29
Amplitude (A)	49,18	66,58	78,10	89,70	104,80	116,12
Variância (s^2)	159,58	225,99	300,57	395,03	550,62	691,86
Desvio Padrão (s)	12,63	15,03	17,34	19,88	23,47	26,30
Devio Abs. Médio (d)	10,24	11,77	13,52	15,55	18,29	20,42
Coef. de Variação (CV)	17,30	15,48	15,33	15,48	15,83	16,13
Primeiro Quartil (Q_1)	65,06	88,26	101,61	114,71	130,97	144,13
Terceiro Quartil (Q_3)	82,06	105,54	122,14	139,04	161,61	178,63
Amplit. Interquartil (AIQ)	17,00	17,29	20,53	24,34	30,63	34,50
Coef. de Assimetria (g)	-0,17	-0,30	-0,38	-0,51	-0,35	-0,25
Coef. De Curtose (k)	-0,55	-0,03	0,13	0,16	0,14	0,10

Tabela D – Resumo estatístico das precipitações em milímetros correspondente a cada tempo de retorno para o período de 1988 a 2017.

Parâmetros \ T.R	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
Média (\bar{x})	69,56	92,95	108,43	123,28	142,51	156,91
Mediana (x_{md})	70,58	95,29	111,07	125,95	144,47	157,71
Valor Máximo	97,13	125,48	144,25	162,25	185,56	203,02
Valor Mínimo	44,86	60,49	70,77	80,62	93,38	102,93
Amplitude (A)	52,28	64,99	73,48	81,63	92,18	100,09
Variância (s^2)	187,12	249,13	316,33	400,36	537,58	661,44
Desvio Padrão (s)	13,68	15,78	17,79	20,01	23,19	25,72
Devio Abs. Médio (d)	10,69	12,31	14,23	16,28	19,15	21,30
Coef. de Variação (CV)	19,66	16,98	16,40	16,23	16,27	16,39
Primeiro Quartil (Q_1)	59,05	83,69	96,06	107,72	122,80	134,95
Terceiro Quartil (Q_3)	78,53	102,63	120,32	138,70	159,62	175,92
Amplit. Interquartil (AIQ)	19,48	18,94	24,26	30,98	36,82	40,97
Coef. de Assimetria (g)	-0,18	-0,23	-0,24	-0,18	-0,18	-0,11
Coef. De Curtose (k)	-0,55	-0,34	-0,47	-0,64	-0,81	-0,88

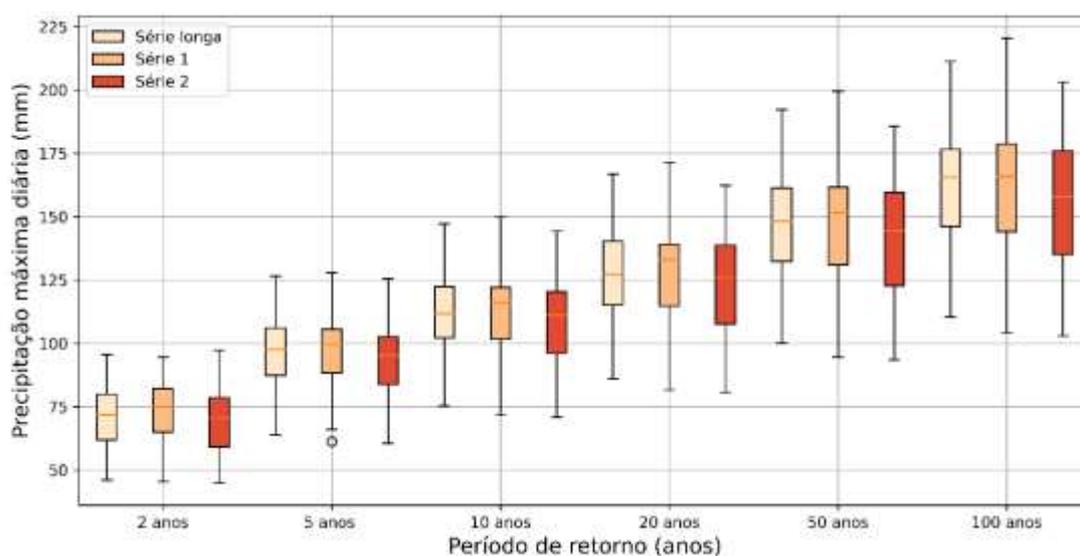


Figura 12 – Gráficos Blox Plot referentes as três séries temporais.

Com o intuito de observar graficamente a posição central e a variação existente nos dados de precipitações, foram traçados três histogramas para cada série junto a curva da distribuição normal com os dados de precipitações médias.

Com base nas Figuras 13, 14 e 15, pode-se observar que as maiores ocorrências (frequências) foram em torno de 84 mm para as três séries. Em se tratando das menores frequências, a série mais longa e o período de 1991 a 2017 ficaram em torno de 100 mm,

enquanto que para os 30 primeiros anos de dados as menores frequências apresentaram valores próximos a 57 mm.

Ainda observando as Figuras 13, 14 e 15, pode-se comparar o histograma com a curva da distribuição normal, este tipo de gráfico, permitiu avaliar visualmente a distribuição dos dados de precipitação, frente àquela que seria obtida caso a distribuição fosse exatamente igual à prevista matematicamente pela Curva de Gauss.

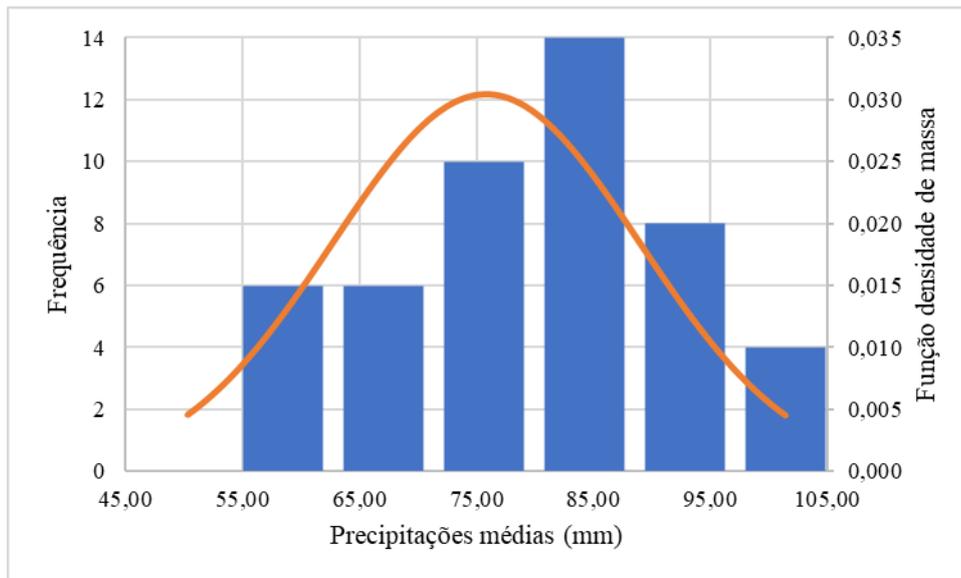


Figura 13 – Histograma da série 1962 a 2017 com a curva da distribuição normal.

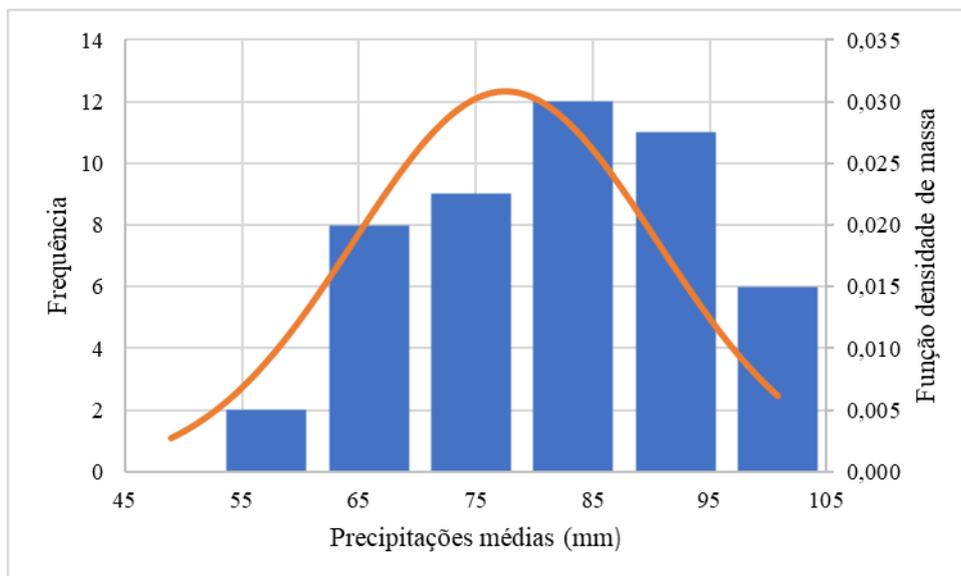


Figura 14 – Histograma da série 1962 a 1991 com a curva da distribuição normal.

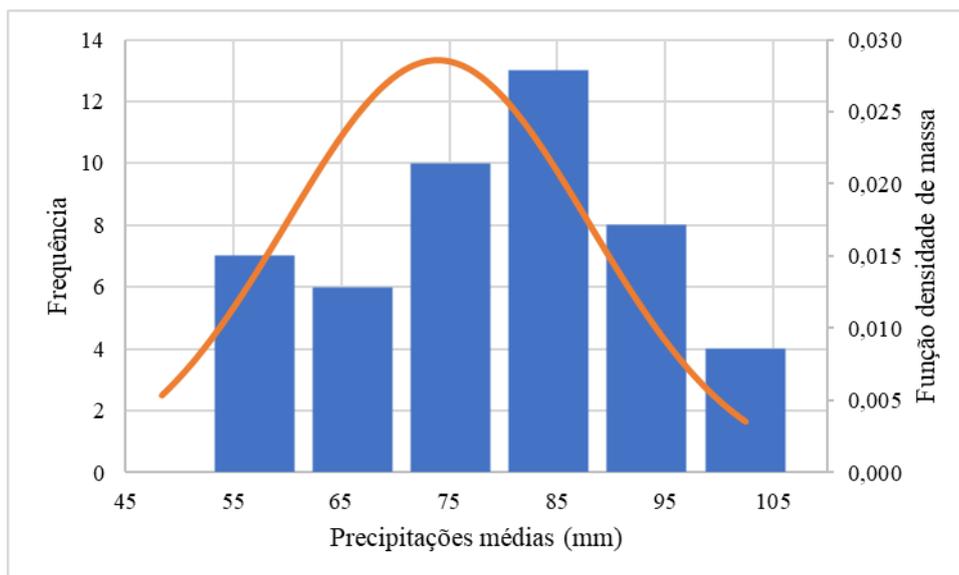


Figura 15 – Histograma da série 1988 a 2017 com a curva da distribuição normal.

As tabelas presentes no Apêndice C mostram os resultados do teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS) dos tempos de retorno (eg. 2, 5, 10, 20, 50 e 100), dos parâmetros estatísticos média (μ) e desvio padrão (s), e dos parâmetros da distribuição de Gumbel alfa (α) e beta (β) correspondentes aos três períodos de estudo.

De posse do valor do D_{N_c} , calculado pela Equação 4, é possível inferir a hipótese nula H_0 não foi rejeitada e afirmar que, pelo teste Kolmogorov-Smirnov (KS), os dados de precipitação diária máxima anual (PMDA) se aderem bem a distribuição de probabilidade.

$$D_{N_c} = \frac{1,3581}{\sqrt{n}} \rightarrow D_{N_c} = \frac{1,3581}{\sqrt{48}} \rightarrow D_{N_c} = 0,19602 \quad (4)$$

Tabela E – Dados do $D_{MÁX}$ para os períodos de 1962 a 2017 e 1962 a 1991, respectivamente.

Tempos de Retorno e parâmetros	$D_{MÁX}$	Tempos de Retorno e parâmetros	$D_{MÁX}$
TR 2 anos	0,08269	TR 2 anos	0,06711
TR 5 anos	0,08123	TR 5 anos	0,07740
TR 10 anos	0,05886	TR 10 anos	0,09057
TR 20 anos	0,07688	TR 20 anos	0,10480
TR 50 anos	0,06505	TR 50 anos	0,08603
TR 100 anos	0,06969	TR 100 anos	0,08449
\bar{x}	0,09457	\bar{x}	0,07254
s	0,09772	s	0,09766
α	0,13785	α	0,10116
β	0,06184	β	0,05317

Tabela F – Dados do $D_{MÁX}$ para o período de 1988 a 2017.

Tempos de Retorno e parâmetros	$D_{MÁX}$
TR 2 anos	0,07436
TR 5 anos	0,08702
TR 10 anos	0,08190
TR 20 anos	0,07488
TR 50 anos	0,07222
TR 100 anos	0,09024
\bar{x}	0,07930
s	0,09198
α	0,08331
β	0,06434

$$D_{N_c} > D_{MÁX} \rightarrow \text{Não rejeita } H_0$$

As Figuras 16, 17 e 18 apresentam os gráficos onde nos eixos das abcissas estão os dados de precipitação na ordem crescente e nas ordenadas estão dispostos os valores das probabilidades teóricas $FX(x)$ e empíricas $FN(xm)$. Observando os gráficos nota-se um bom ajuste dos pontos das probabilidades empíricas, ou seja, dados que vieram da amostra, com os valores das probabilidades teóricas. No Apêndice D estão os demais gráficos referentes a aplicação do teste de aderência KS.

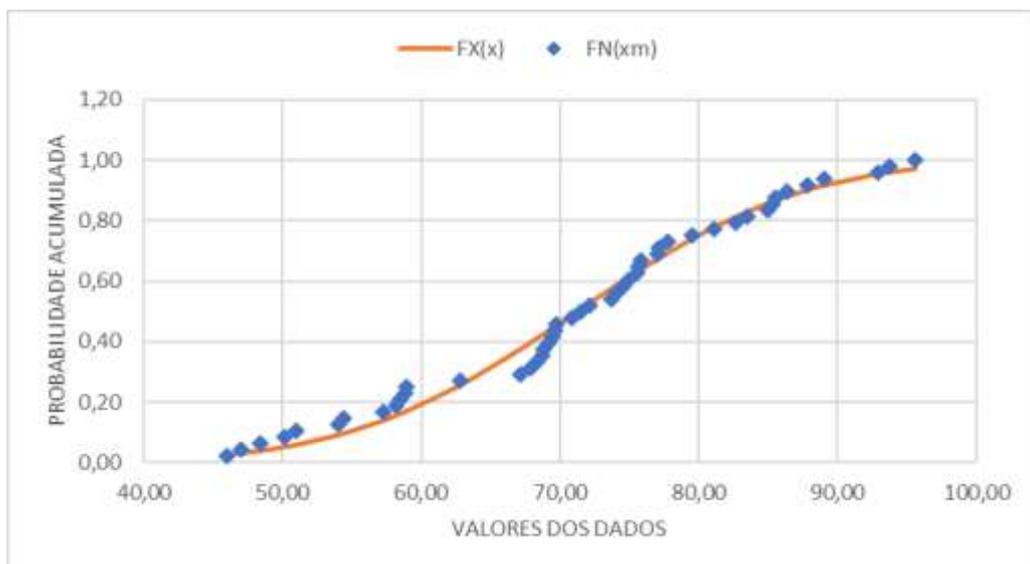


Figura 16 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 2017.



Figura 17 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.



Figura 18 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 100 anos para o período de 1988 a 2017.

5.3 Análise da distribuição espacial dos dados de precipitação máxima diária anual

Nas Figuras 19, 20 e 21 constam os mapas do parâmetro estatístico média correspondente a cada intervalo temporal. Observa-se que os valores das médias variaram de 49 mm a 100 mm, aproximadamente, com os maiores valores encontrados predominantemente na mesorregião do Sertão Paraibano e os menores registrados na mesorregião do Agreste Paraibano.

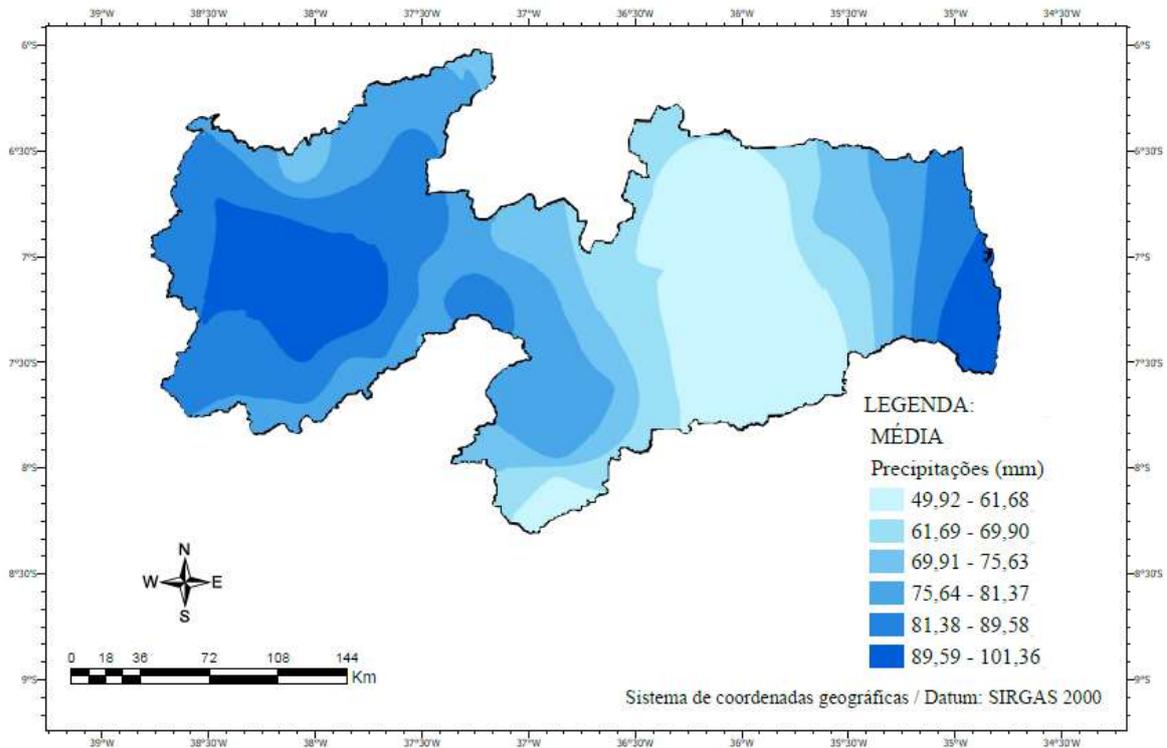


Figura 19 – Média da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

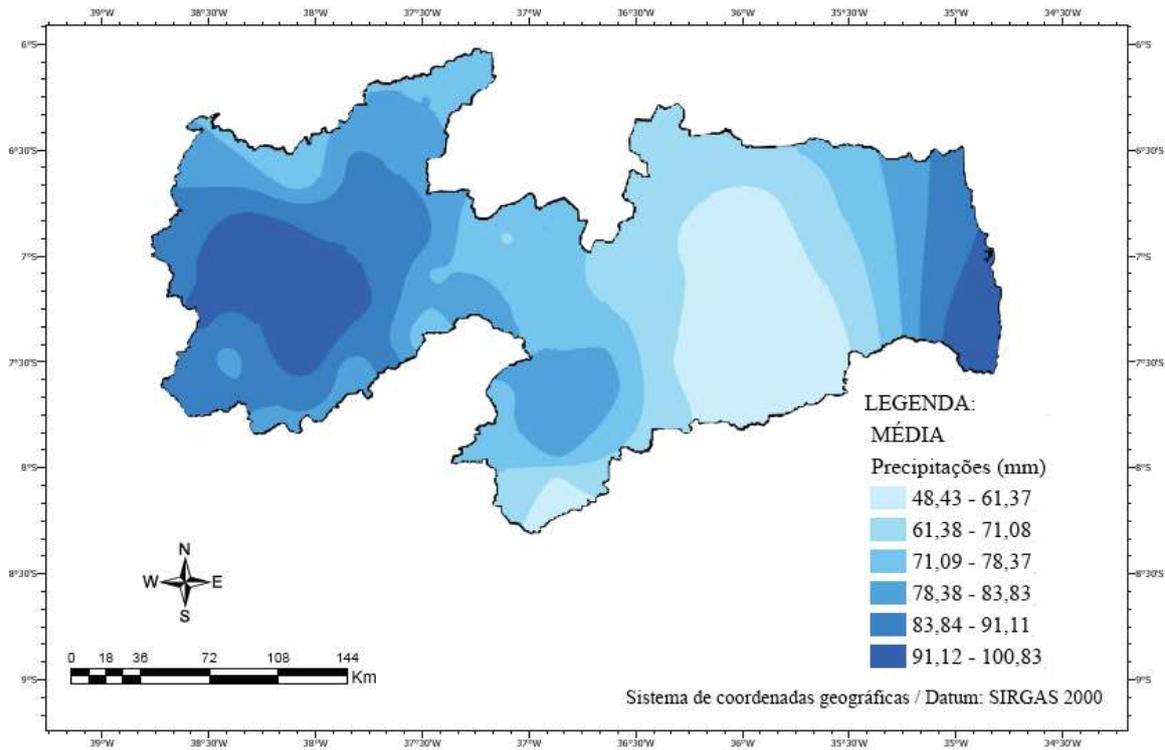


Figura 20 – Média da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991

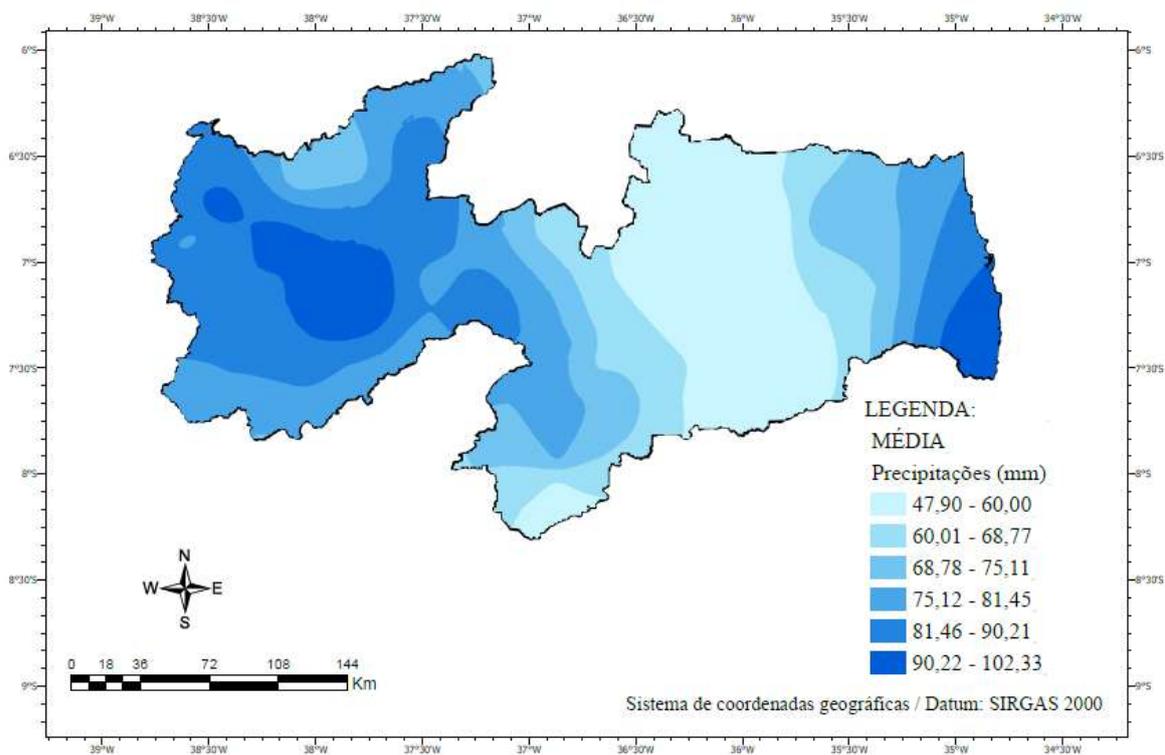


Figura 21 – Média da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

As Figuras 22, 23 e 24 trazem os mapas do parâmetro estatístico desvio padrão correspondente a cada intervalo temporal. Já as Figuras 25, 26 e 27 trazem os três cenários do parâmetro alfa.

Pode-se inferir que os menores valores de precipitações estão localizados na mesorregião do Agreste Paraibano com aproximadamente 21 mm e os maiores valores de precipitação estão presentes na mesorregião do Sertão Paraibano com aproximadamente 32 mm.

Além disso, notou-se que os mapas do parâmetro alfa é o inverso do desvio padrão, tendo seus maiores valores na mesorregião do Agreste Paraibano, onde foram observados os menores valores do desvio padrão.

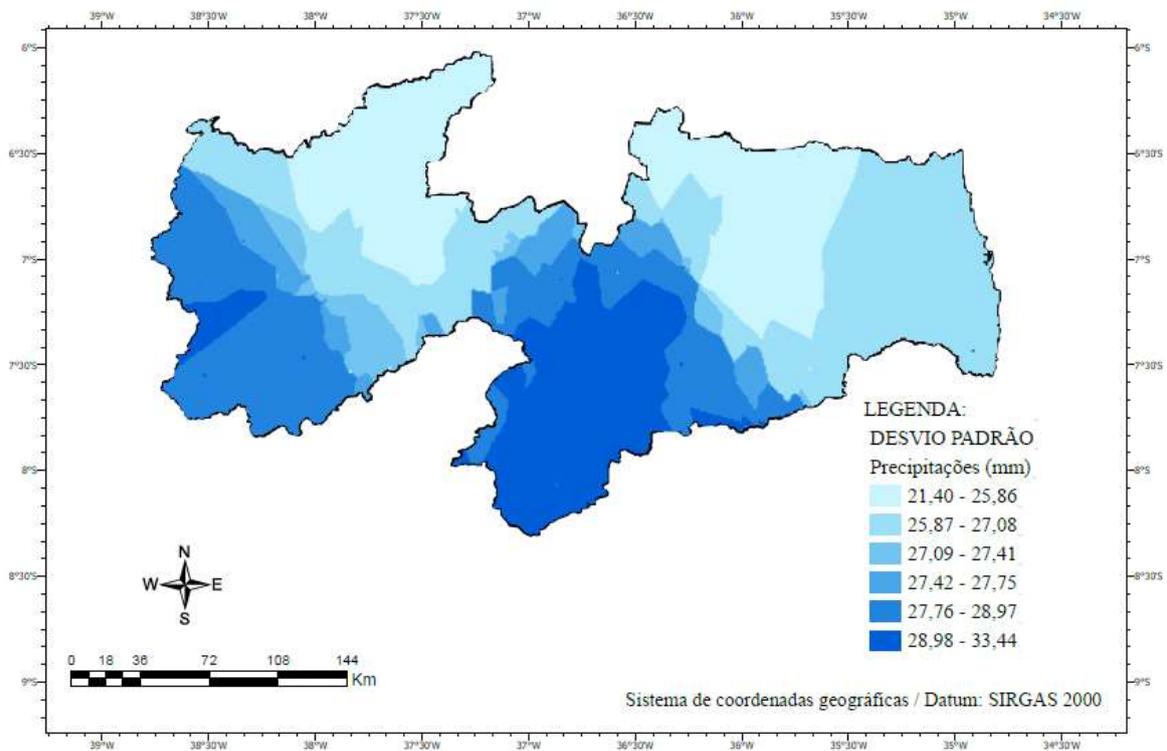


Figura 22 – Desvio padrão da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

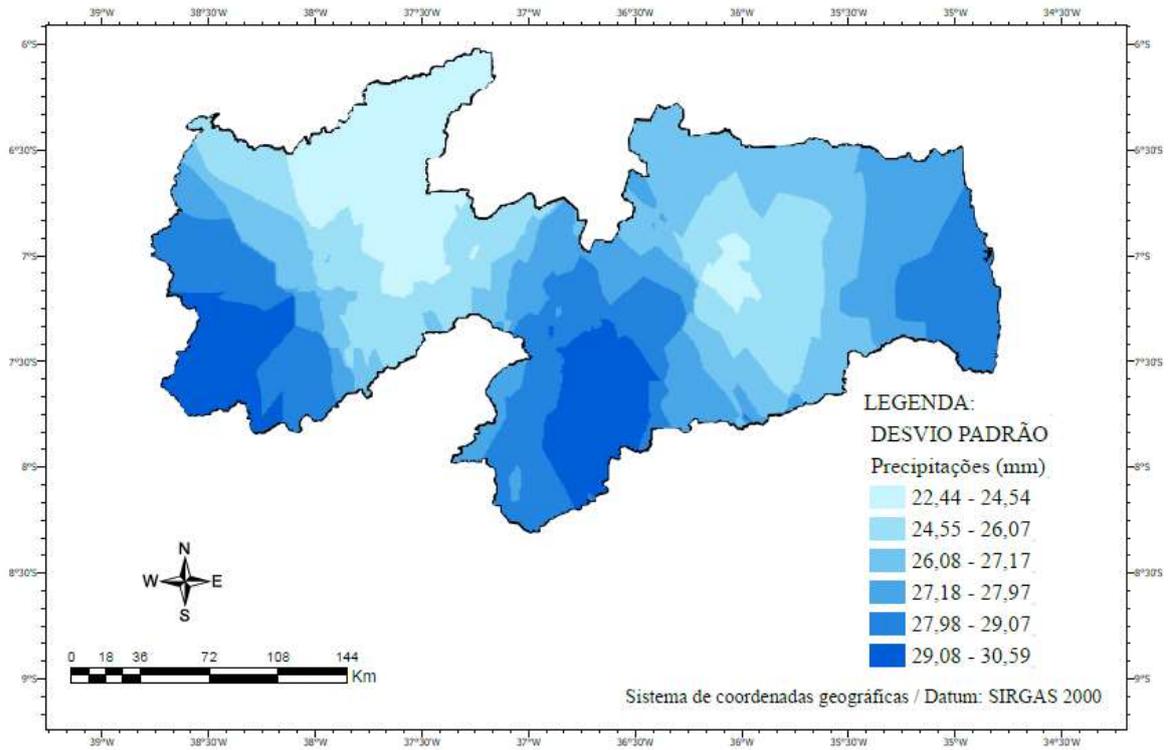


Figura 23 – Desvio padrão da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

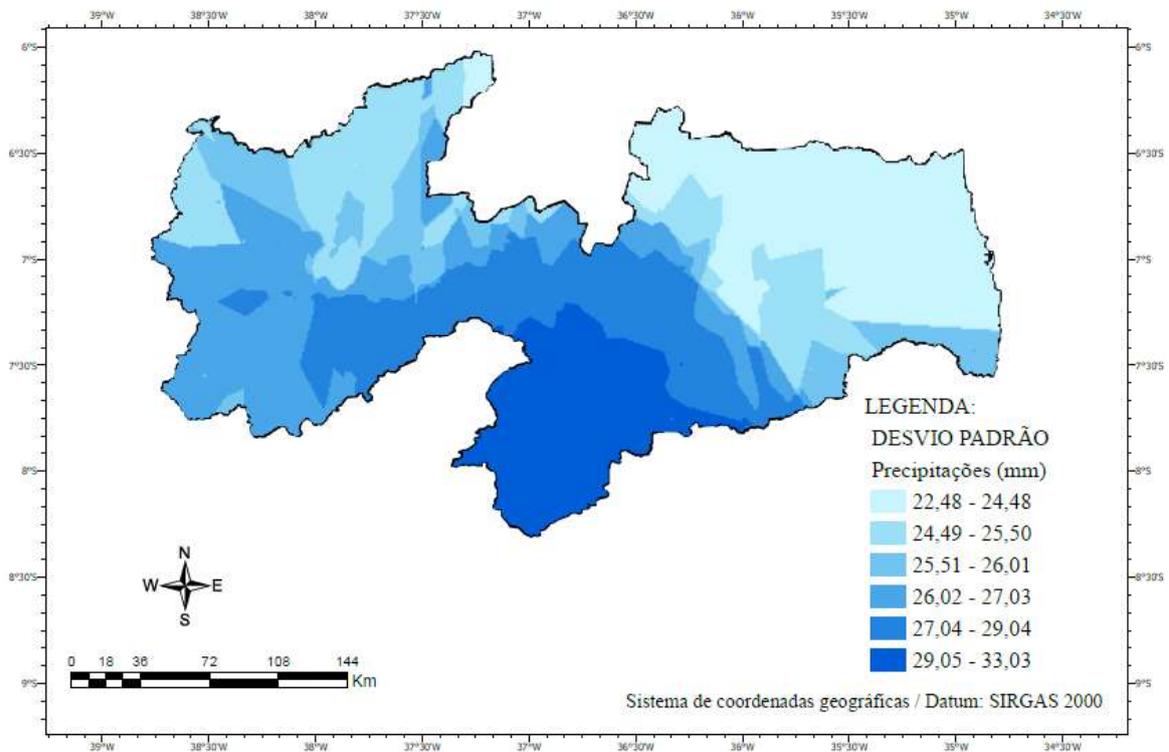


Figura 24 – Desvio padrão da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

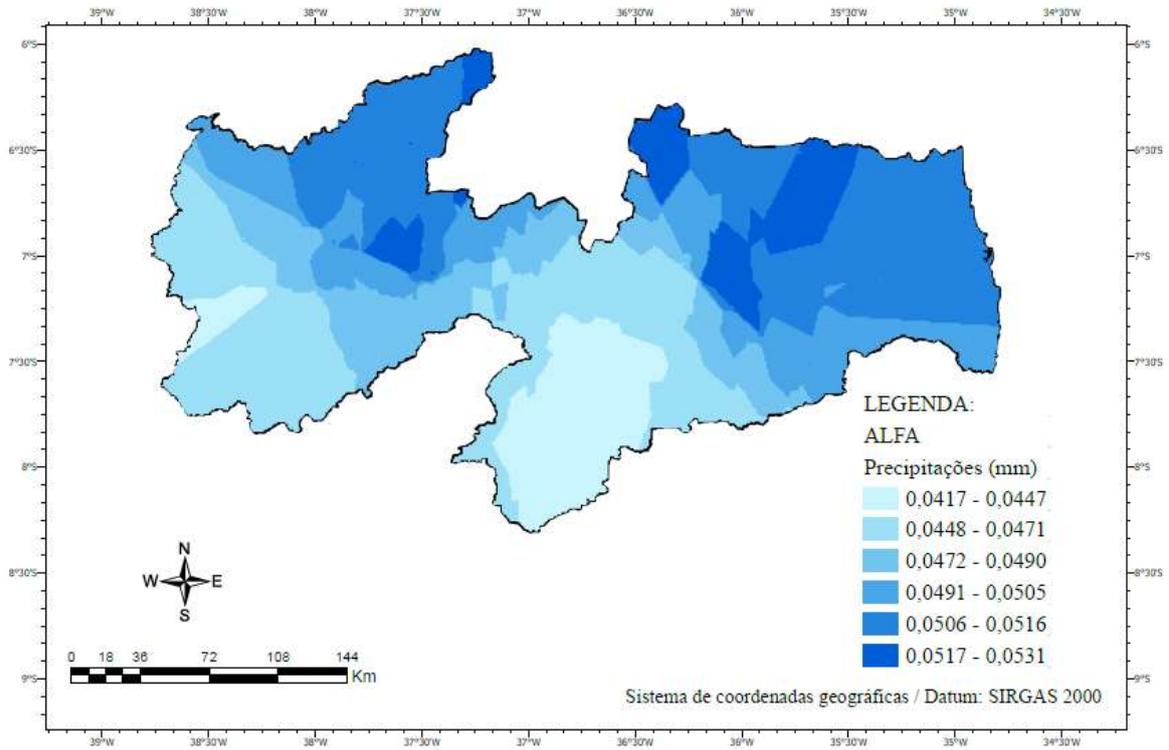


Figura 25 – Parâmetro alfa da série das precipitações diárias máximas anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

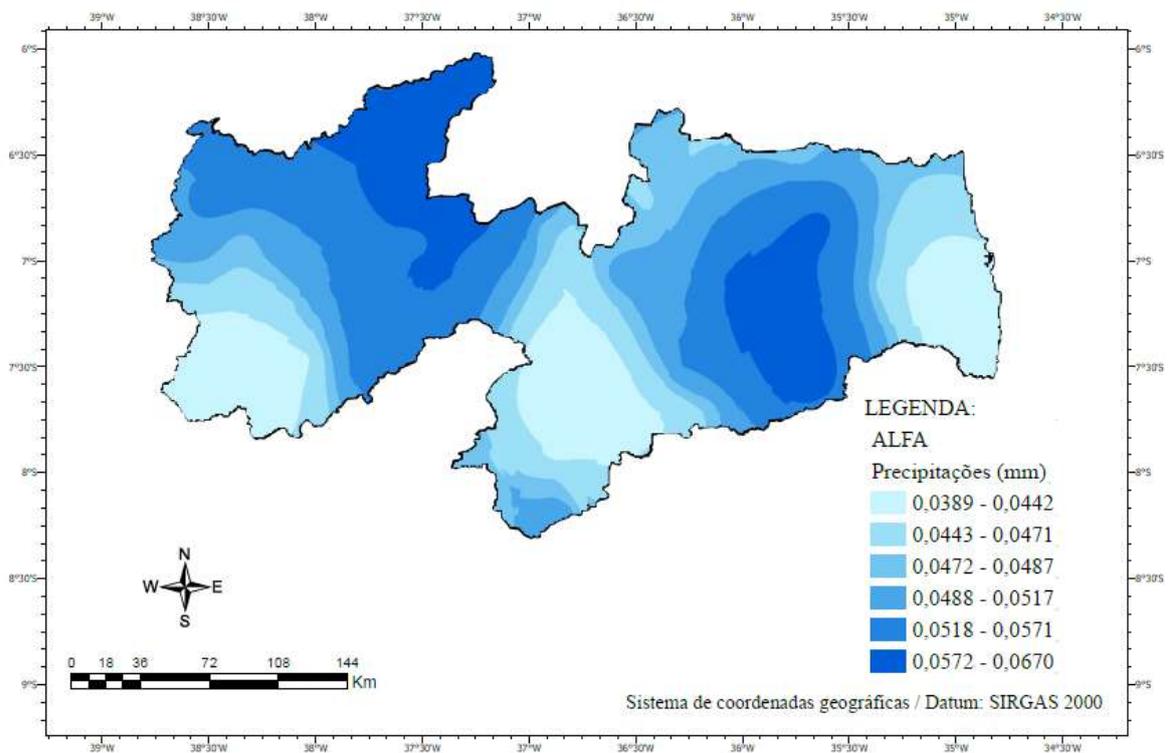


Figura 26 – Parâmetro alfa da série das precipitações diárias máximas anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

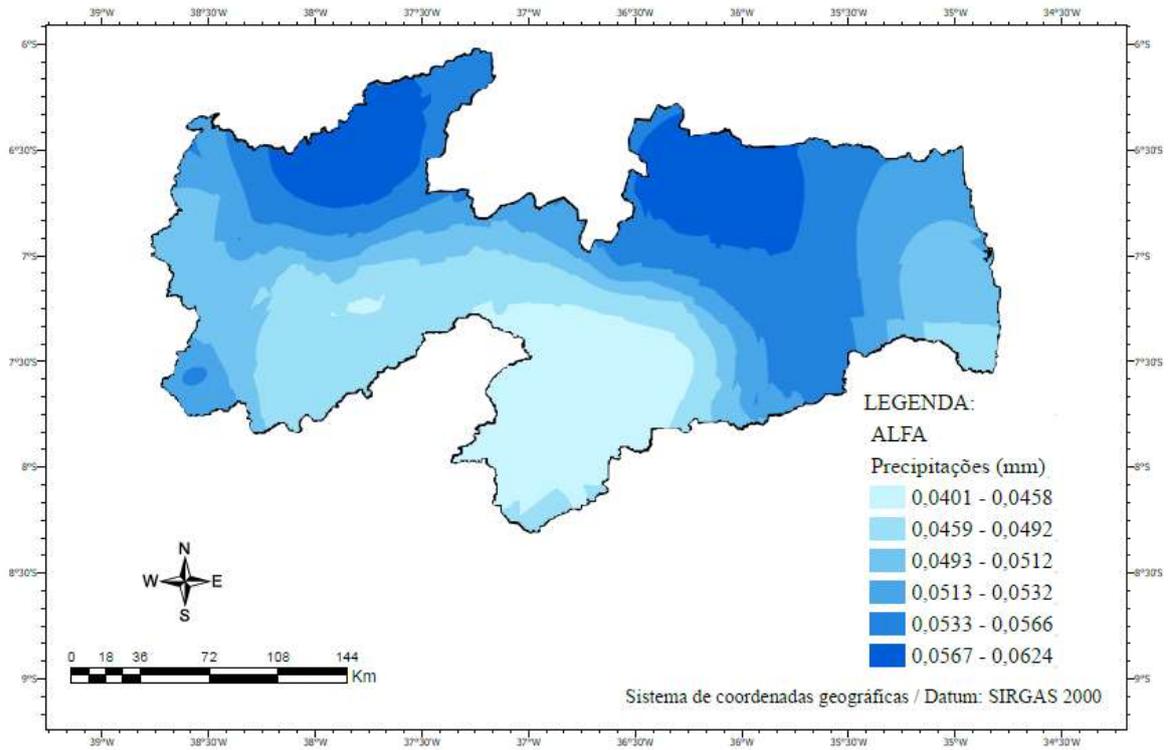


Figura 27 – Parâmetro alfa da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

O parâmetro beta representa a moda da distribuição de Gumbel. As Figuras 28, 29 e 30 mostram os mapas de precipitações máximas diárias anuais referentes ao parâmetro beta de cada intervalo temporal. Pelos mapas, nota-se que as PMDA's estão variando de 48 mm a 86 mm, aproximadamente, com os maiores valores concentrados na mesorregião do Sertão Paraibano e os menores localizados na mesorregião do Agreste.

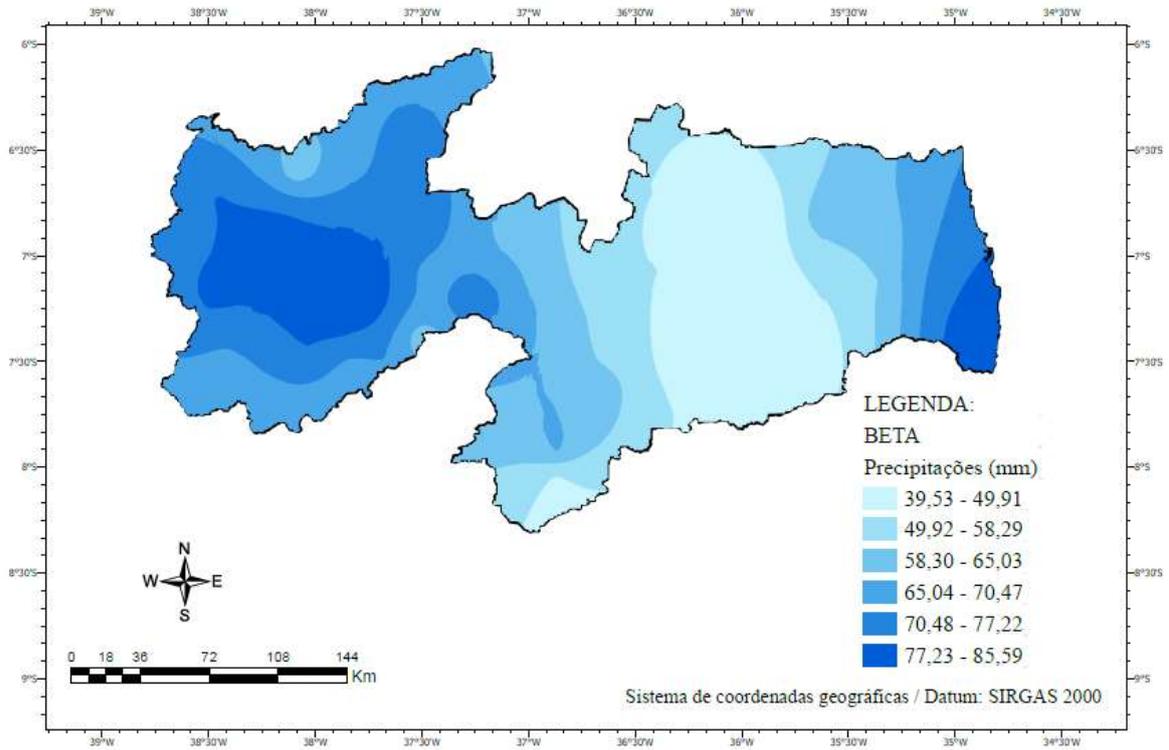


Figura 28 – Parâmetro beta da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

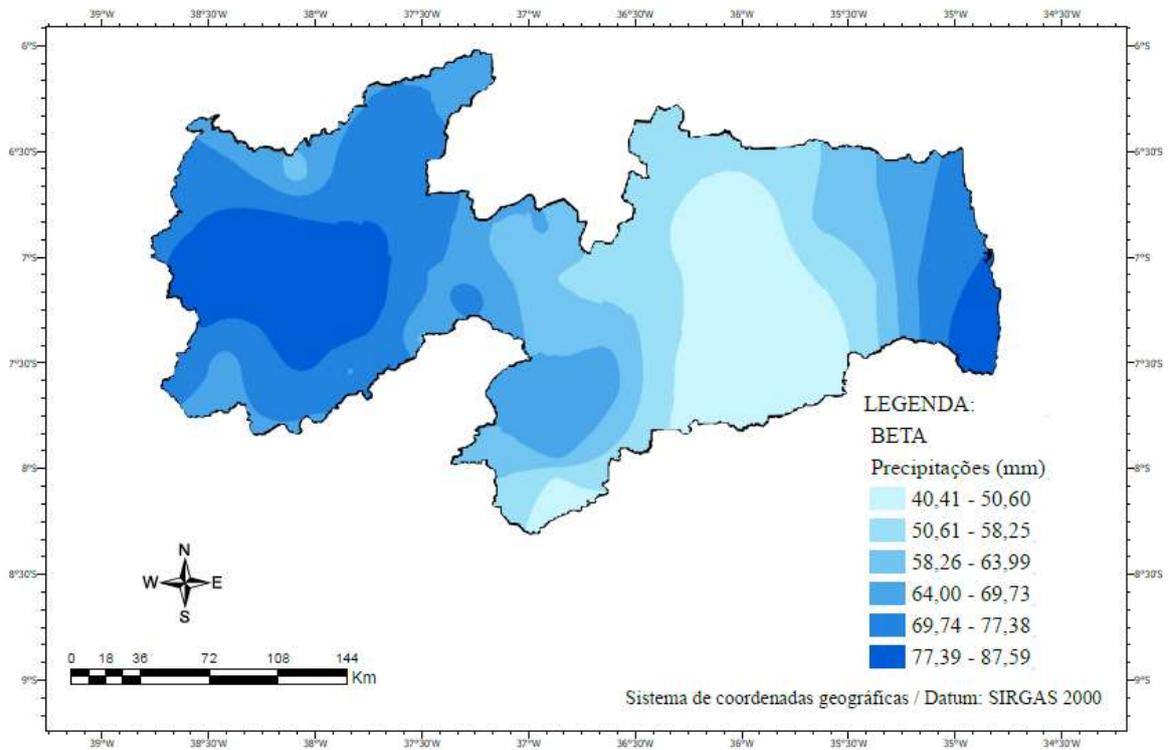


Figura 29 – Parâmetro beta da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

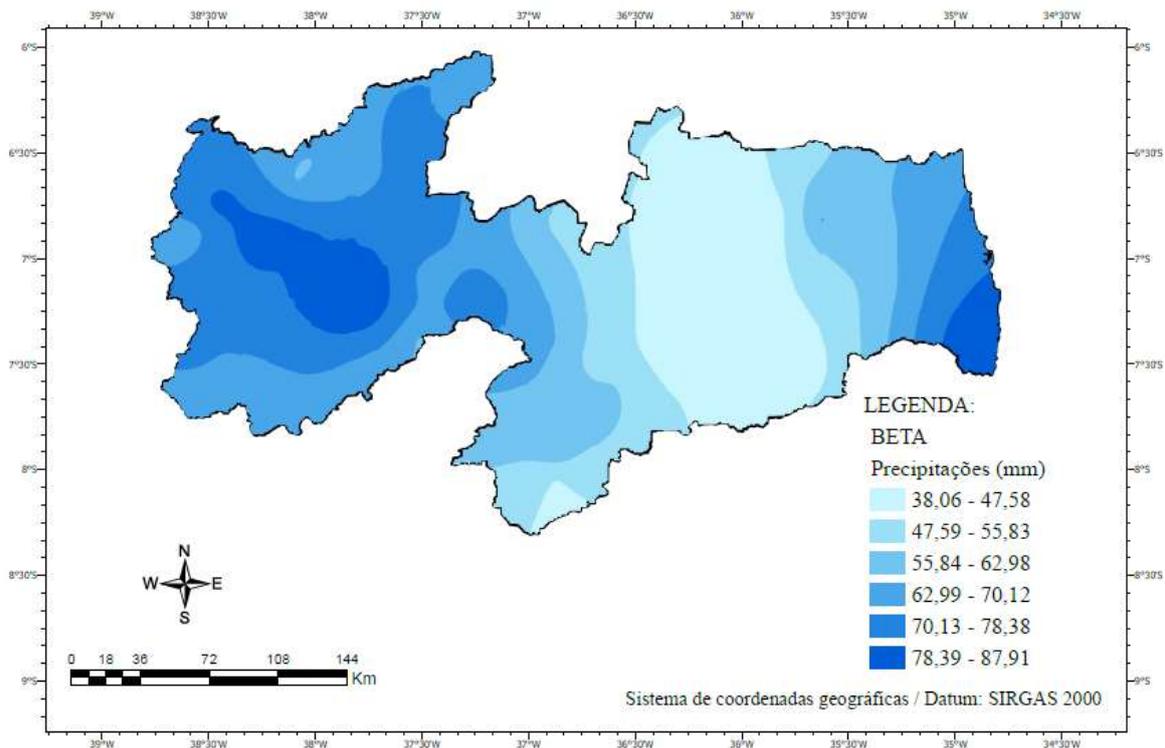


Figura 30 – Parâmetro beta da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

Nas Figuras 31, 32 e 33 estão representados os mapas de precipitação máxima diária anual para o período de retorno de 2 anos correspondente a série mãe e aos dois recortes temporais. Pelos mapas, pode-se inferir que os maiores valores de precipitação estão concentrados no centro da mesorregião do Sertão Paraibano e os menores valores foram registrados na mesorregião do Agreste. Esse fato refuta a ideia de que à medida que avançamos para o interior do estado da Paraíba os valores de precipitação diminuem (CABRAL JÚNIOR, 2020).

Em se tratando de totais anuais médios, as Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39 trazem os mapas dos totais anuais médios e os desvios padrões anuais médios para cada série estudada. Através destes mapas, pode-se também inferir que a precipitação na mesorregião do Sertão Paraibano é maior em relação ao total médio anual da mesorregião da Agreste.

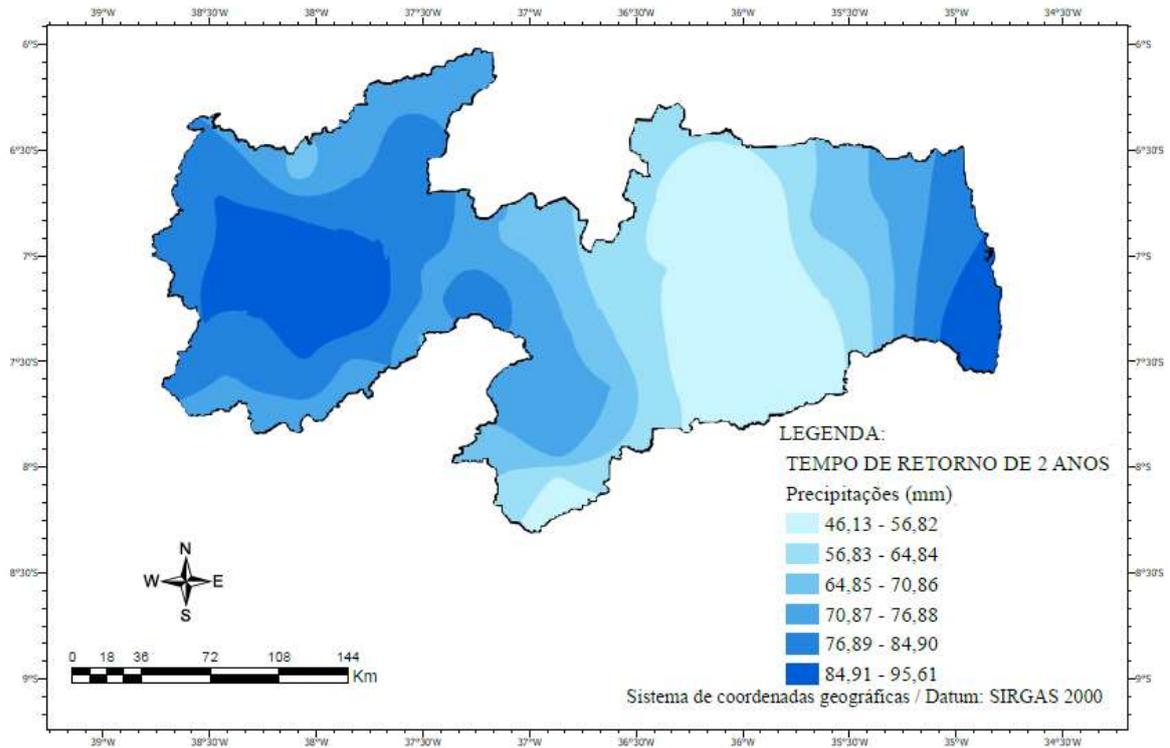


Figura 31 – Período de retorno de 2 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

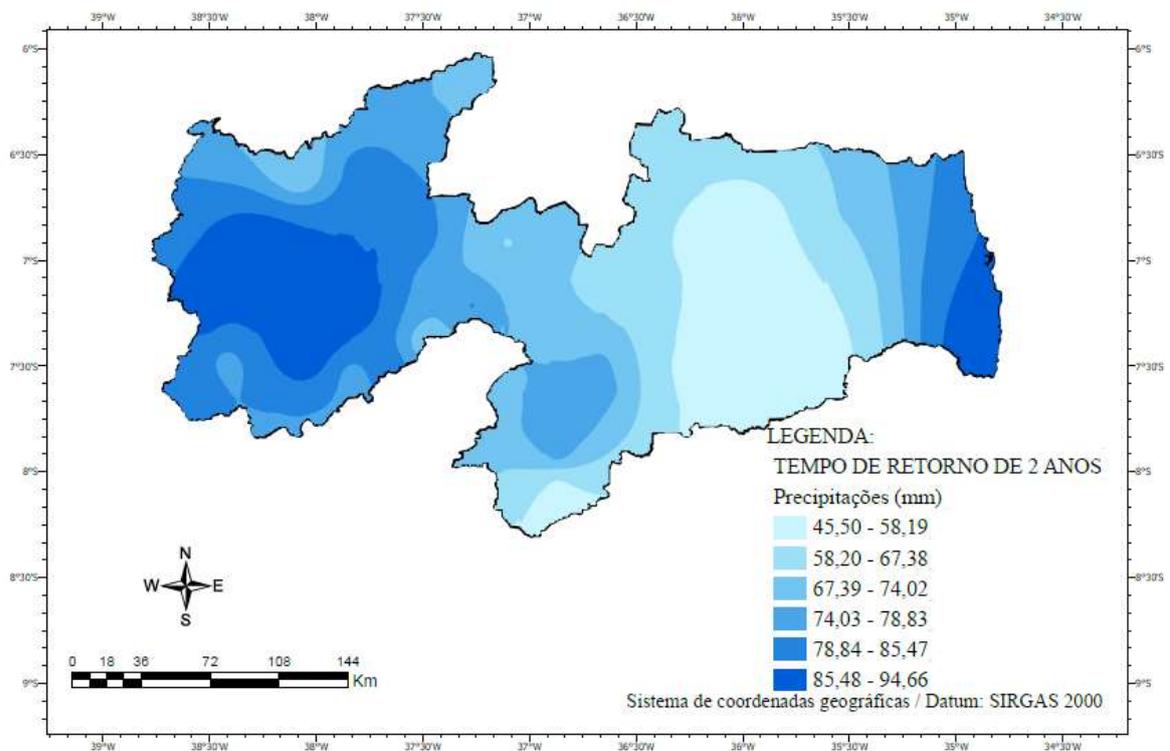


Figura 32 – Período de retorno de 2 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

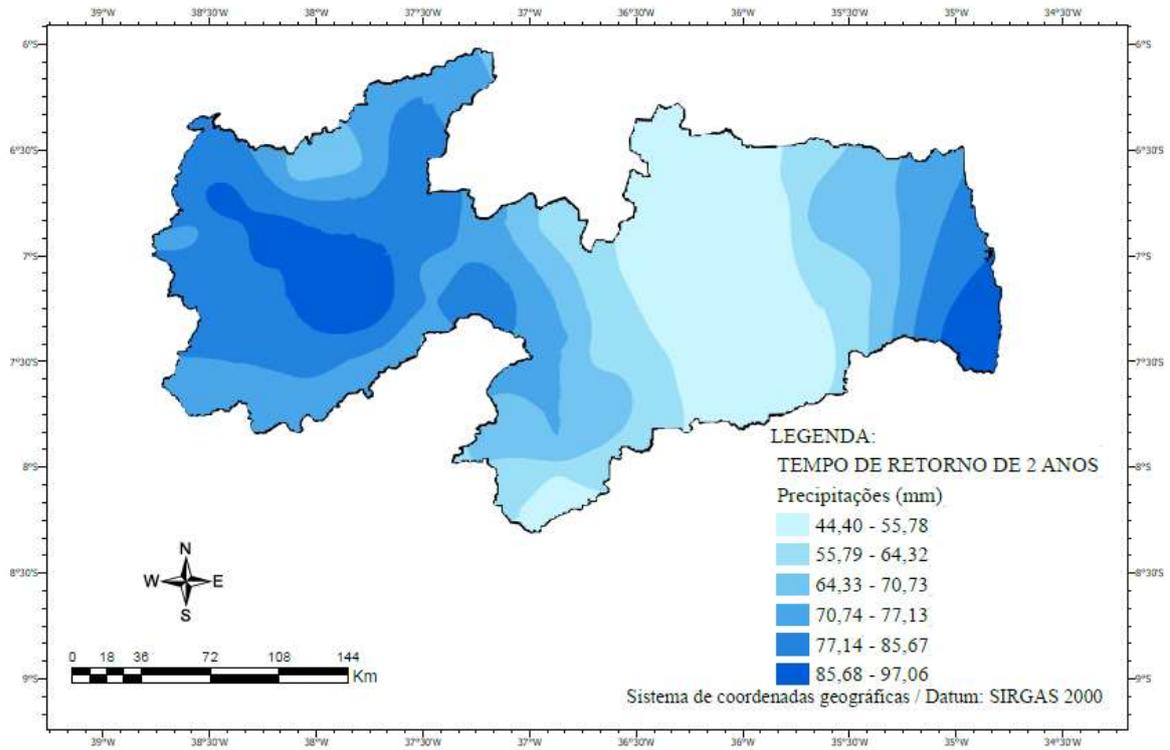


Figura 33 – Período de retorno de 2 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no Estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

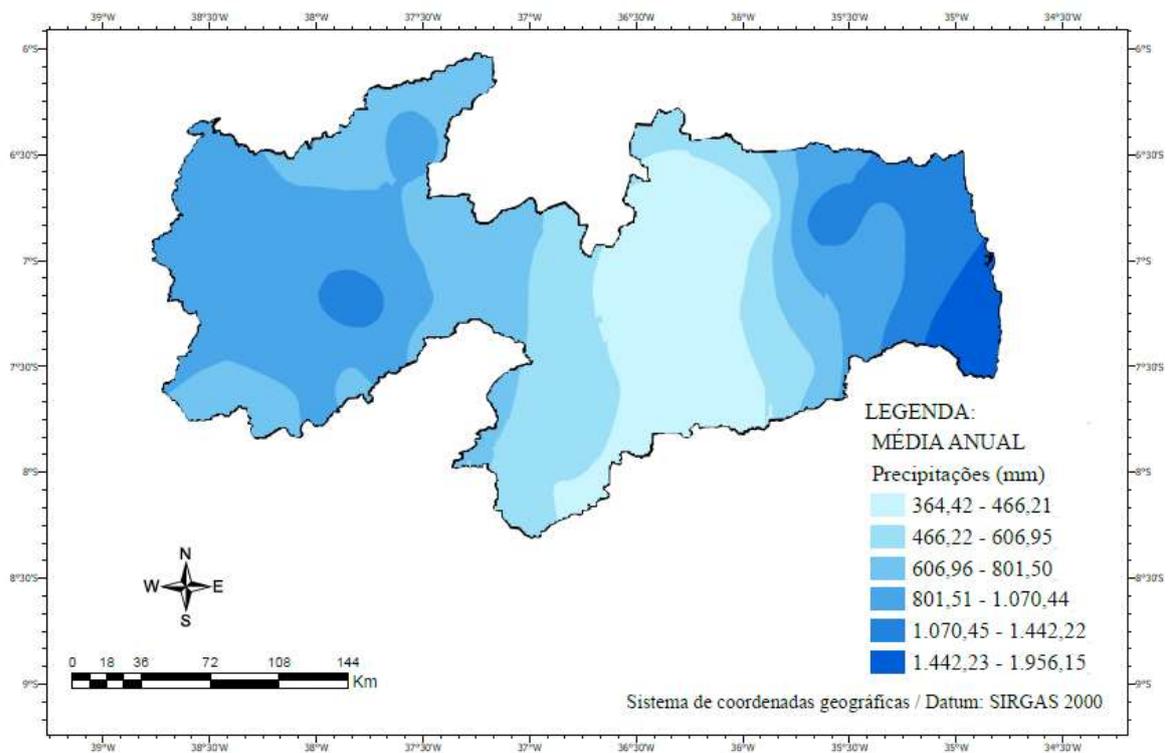


Figura 34 – Total anual médio para o período de 1962 a 2017.

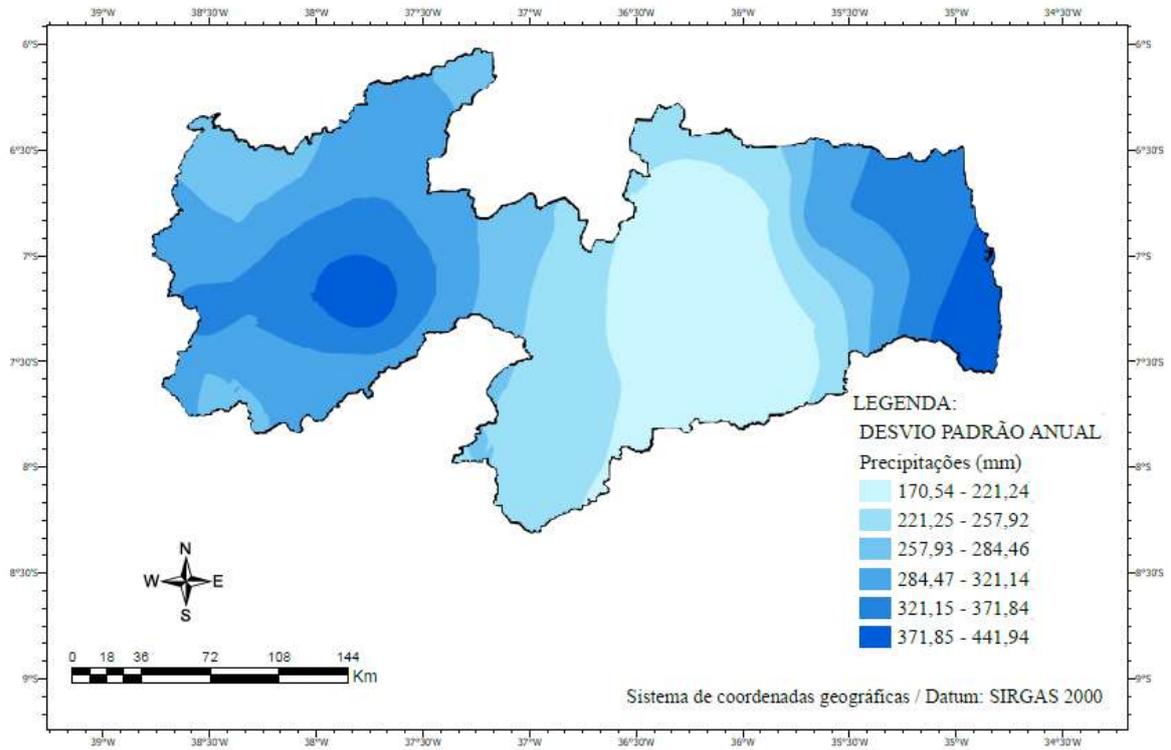


Figura 35 – Desvio padrão anual médio para o período de 1962 a 2017.

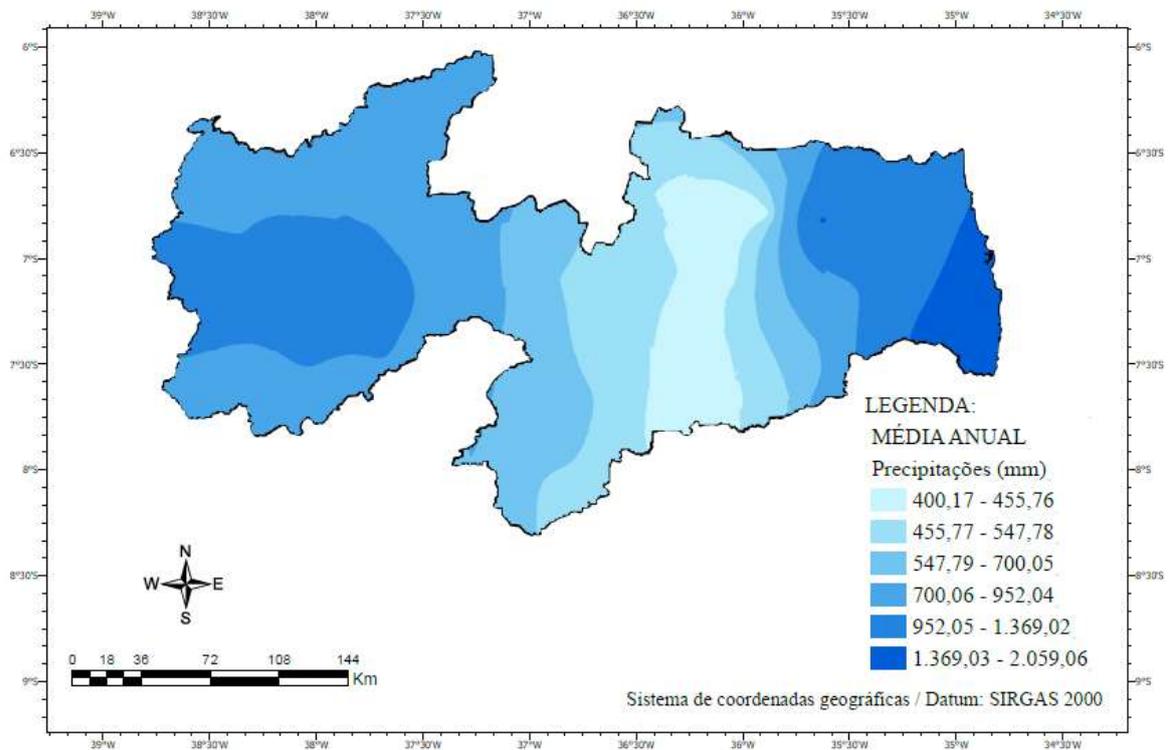


Figura 36 – Total anual médio para o período de 1962 a 1991.

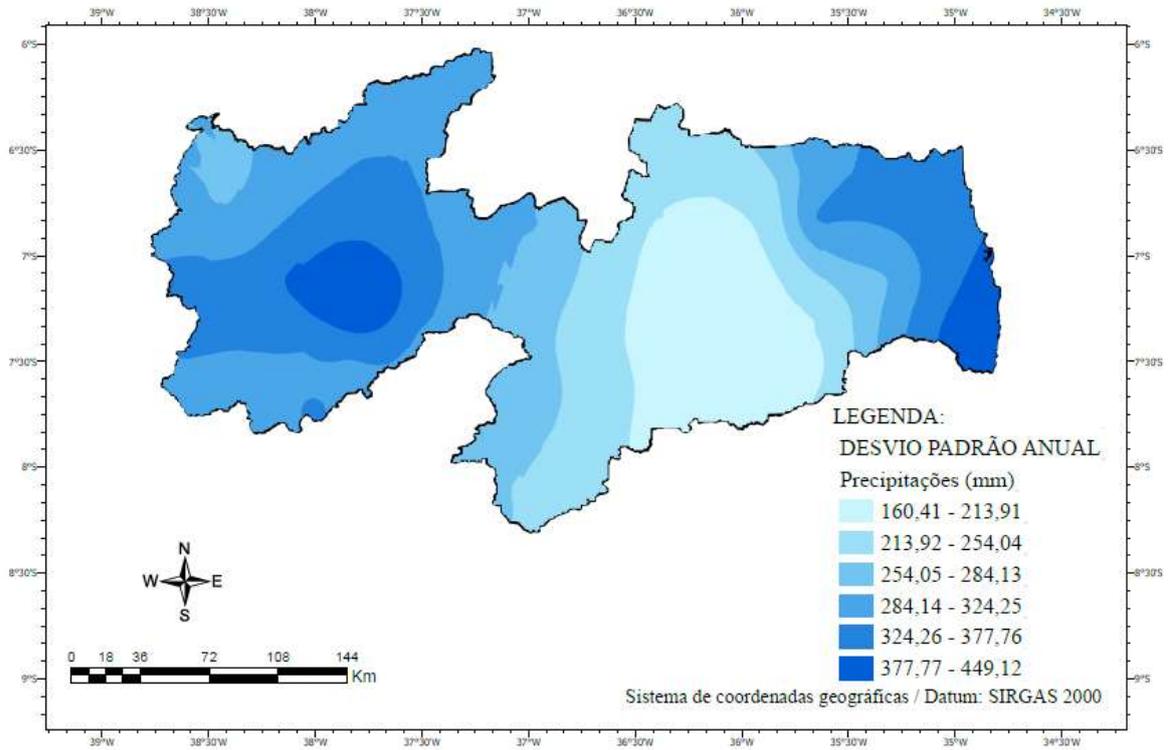


Figura 37 – Desvio padrão anual médio para o período de 1962 a 1991.

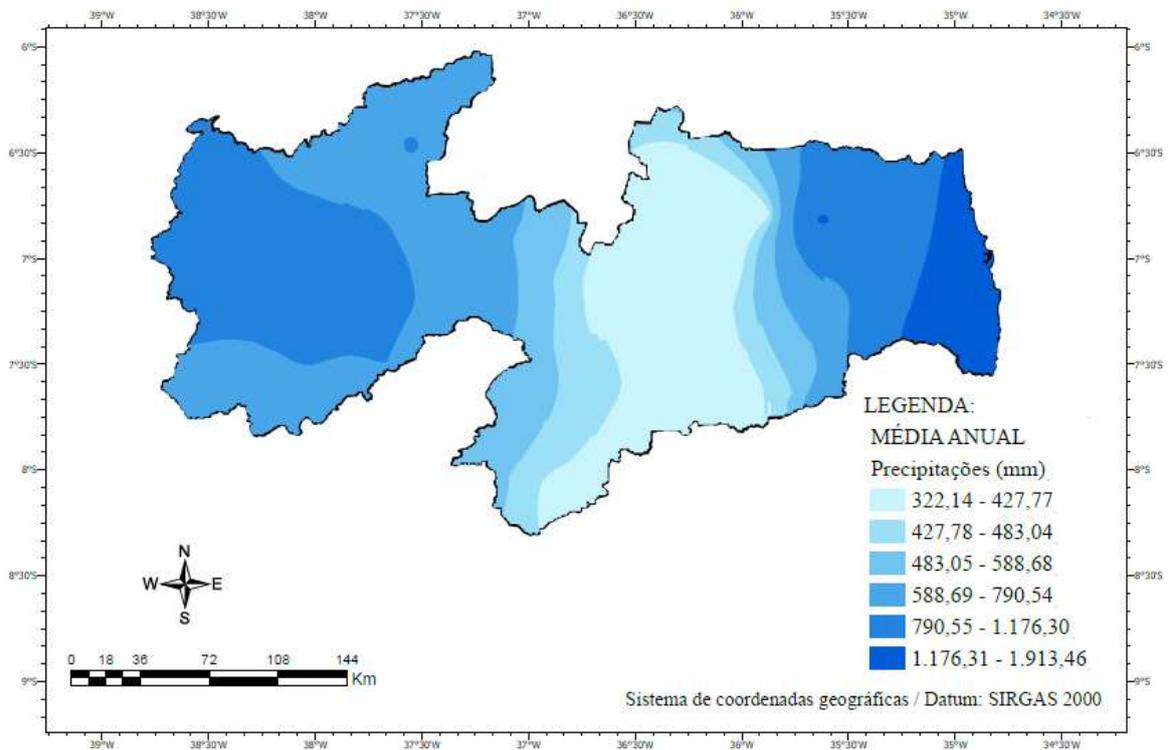


Figura 38 – Total anual médio para o período de 1988 a 2017.

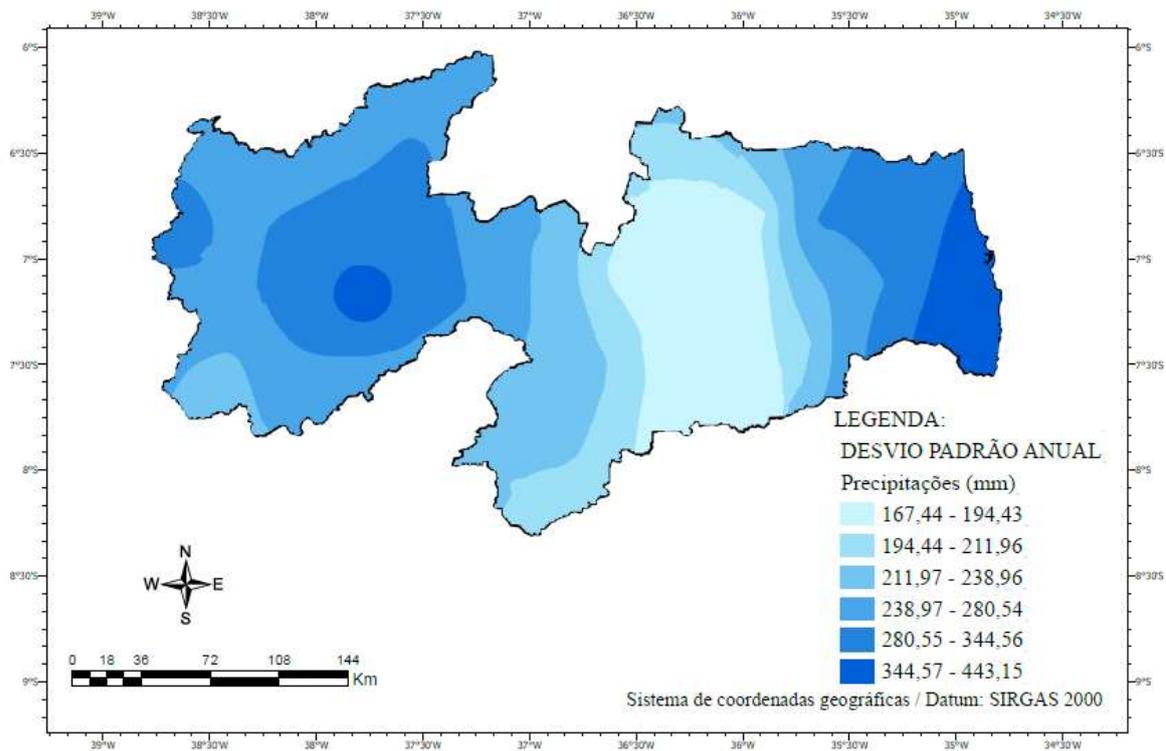


Figura 39 – Desvio padrão anual médio para o período de 1988 a 2017.

No Apêndice E estão os demais mapas das PMDA's referentes aos tempos de retornos de 5, 10, 20, 50 e 100 anos). Por sua vez, no Apêndice G estão dispostas as variações de cada período de retorno, onde os intervalos desses valores refletem a variação espacial dos parâmetros alfa (α) e bata (β) da distribuição de Gumbel.

Tabela G – Variação das precipitações diárias máximas anuais em milímetros das séries temporais.

	Tempo de Retorno (anos)	Máximo	Mínimo
	1962 - 2017	2	95,61
5		126,57	64,04
10		140,75	81,43
20		153,80	98,26
50		171,04	118,00
100		184,20	132,15
1962 - 1991	2	94,66	45,50
	5	124,74	65,10
	10	138,30	84,00
	20	151,43	99,80
	50	172,91	118,61
	100	189,93	131,99
1988 - 2017	2	97,06	44,40
	5	118,61	66,25
	10	129,52	82,33
	20	143,27	96,79
	50	162,39	114,15
	100	167,66	126,66

5.4 Avaliação das zonas pluviometricamente homogêneas

A representação espacial dos dados de precipitação máxima diária anual, por meio do método de interpolação Krigagem, permitiu uma melhor visualização da disparidade do volume pluvial existente no território do estado paraibano, como pôde ser visto na sessão anterior (5.3).

Para a aplicação da técnica de agrupamento foi necessário definir o número de grupos, ou seja, de *clusters*. Optou-se pelo número seis uma vez que este número está em consonância com pareceres de especialistas da área e registros na literatura referentes aos sistemas pluviométricos observados o estado (SOARES et al., 2019).

A seguir são apresentados os mapas de agrupamento das estações pluviométricas (Figuras 40, 41 e 42) e os gráficos do tipo Box Plot (Figura 43) referentes aos resultados ao período de retorno de 2 anos para as três séries analisadas.

Os grupos 1, 4 e 5 estão localizados predominantemente na mesorregião do Sertão Paraibano, em que o período de ocorrência de chuva é de janeiro a março, o clima é o semiárido (COSTA, 2017). Além disso, a precipitação média anual para essa mesorregião foi de 600 a 1068 mm segundo as Figuras 34, 36 e 38.

O grupo 2 e 6 estão localizados predominantemente na mesorregião do Agreste Paraibano, em que para Costa (2017) o período de ocorrência de chuva é de março a maio, o clima é o semiárido e a precipitação média anual através das Figuras 34, 36 e 38 é de 394 a 1.132 mm.

O grupo 3 está localizado predominantemente na mesorregião da Borborema, em que o período de ocorrência de chuva é de janeiro a março e o clima é o semiárido (COSTA, 2017) e a precipitação média anual é em torno de 393 a 590 mm pelas Figuras 34, 36 e 38.

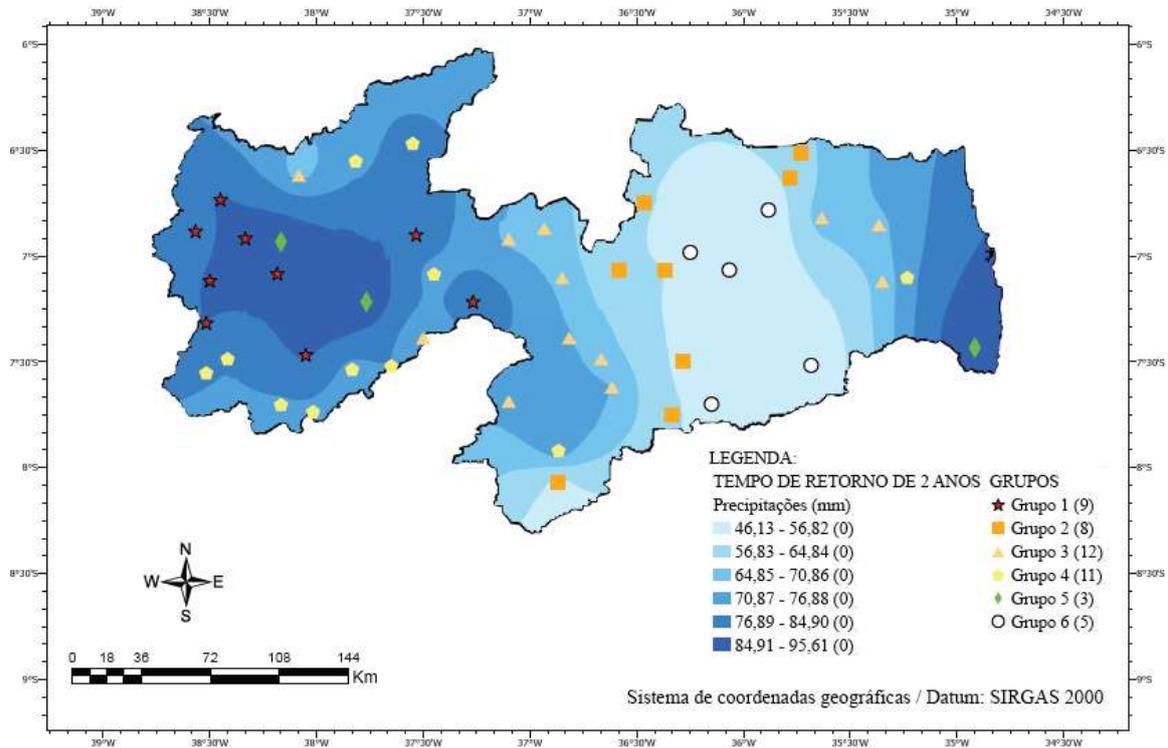


Figura 40 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 2 anos para o período de 1962 a 2017.

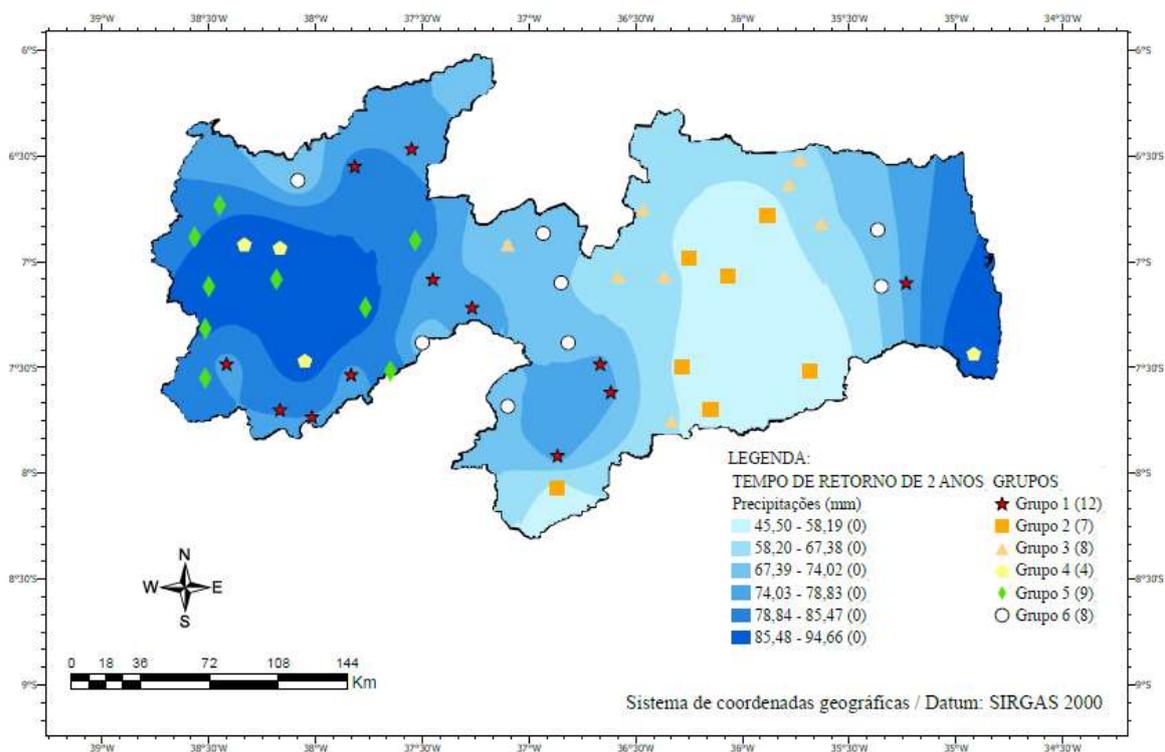


Figura 41 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 2 anos para o período de 1962 a 1991.

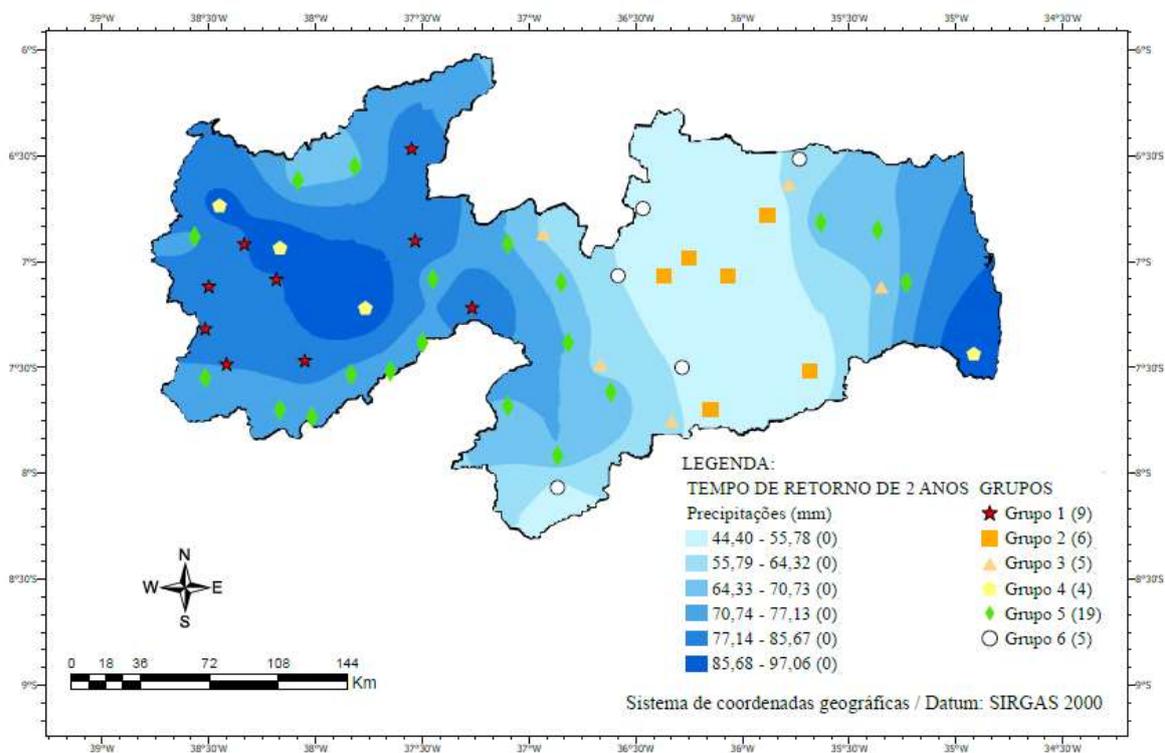


Figura 42 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 2 anos para o período de 1988 a 2017.

Com o intuito de analisar se a topografia influenciou na formação dos grupos, foram verificadas as altitudes das estações pluviométricas referentes ao agrupamento do tempo de retorno de 2 anos para o período de 1962 a 2017. Pôde-se observar que pela Figura 40, as estações pluviométricas pertencentes ao grupo 1 concentraram-se na mesorregião do Sertão Paraibano onde as altitudes estão na faixa de 240 a 340 metros. Já na formação do grupo 2, as estações ficaram localizadas nas mesorregiões da Borborema e no Agreste Paraibano, em que as altitudes estão na faixa de 460 a 616 metros.

Na formação do grupo 3, as estações ficaram localizadas em três mesorregiões, foram elas: Sertão Paraibano, Borborema e Agreste Paraibano. As altitudes de algumas estações encontradas para esse grupo foram de 150 a 600 metros. As estações do grupo 4 pertencem as mesorregiões do Sertão Paraibano, Borborema e Mata Paraibana, as altitudes encontradas foram de 125 a 605 metros. Com relação ao grupo 5, as estações se concentraram no Sertão e Mata Paraibana onde a altitude mínima foi de 49 metros e a altitude máxima foi de 275 metros. Por fim, o grupo 6 localizou-se nas mesorregiões do Agreste Paraibano e na Borborema, em que as altitudes encontradas foram de 340 a 620 metros.

Com base nas análises feitas anteriormente, pode-se inferir que a altitude não influenciou diretamente na formação dos grupos, ou seja, a topografia não foi um fator determinante para a formação de um grupo de estações pluviométricas que apresentaram intensidades de precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) similares para o período de retorno de 2 anos pertencente a série longa de dados.

A Figura 43 traz os diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes às três séries temporais para o tempo de retorno de 2 anos. As caixas na cor creme representam a série longa de dados, as caixas que estão na cor laranja representam o período de 1962 a 1988 e os diagramas na cor vermelho representam os 30 últimos anos de dados.

Pelos diagramas, pode-se inferir que os mesmos não possuem simetria. Os grupos 1, 2 e 4 apresentam dois diagramas assimetricamente negativos e um assimetricamente positivo. Os grupos 3 e 6 apresentam dois diagramas assimetricamente positivo e um assimetricamente negativo, enquanto o grupo 5 apresenta todos os diagramas assimetricamente positivos, ou seja, o valor da mediana (Q_2) é próximo do primeiro quartil (Q_1).

Observando ainda a Figura 43, pode-se inferir que o grupo que apresentou maior amplitude e, conseqüentemente, maior dispersão dos dados, foi o grupo 2, referente ao período de 1962 a 1991. Já o grupo 4 também pertencente a série dos 30 primeiros anos de dados apresentou menor variação de valores.

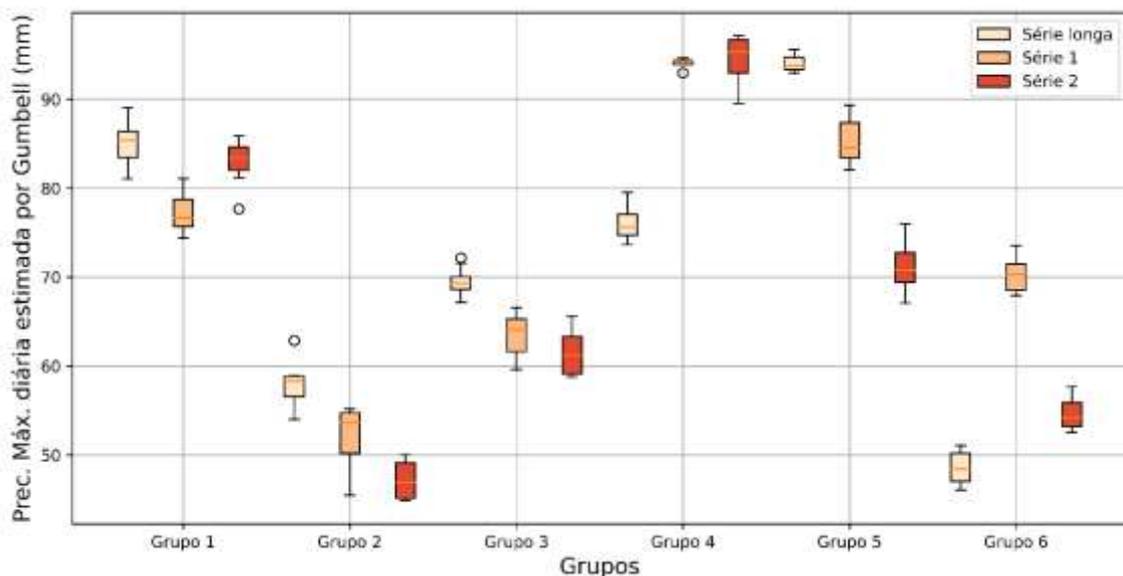


Figura 43 – Diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para Tr de 2 anos.

A seguir são apresentados os mapas de agrupamento das estações pluviométricas (Figuras 44, 45 e 46) e os gráficos do tipo Box Plot (Figura 47) referentes aos resultados ao período de retorno de 50 anos para as três séries analisadas.

O grupo 1 está localizado predominantemente na mesorregião do Sertão Paraibano, em que o período de ocorrência de chuva é de janeiro a março, o clima é o semiárido e a precipitação média anual é em torno de 600 a 1068 mm segundo as Figuras 34, 36 e 38.

Já o grupo 2 está predominante concentrado na mesorregião do Sertão Paraibano para a série longa de dados. Para o período de 1988 a 2017, o grupo 2 se concentrou na mesorregião do Agreste Paraibano e, para os 30 últimos anos de dados, as estações pluviométricas pertencentes a este grupo estão igualmente localizadas nas mesorregiões do Sertão Paraibano, Borborema e Agreste Paraibano, com duas estações pluviométricas cada.

O grupo 3 se concentrou predominantemente no Agreste Paraibano para a série longa de dados e para os 30 últimos anos. Já para o período de 1988 a 2017 uma estação está localizada no Sertão Paraibano, enquanto outra está na Borborema.

O grupo 4 está espalhado em todas as mesorregiões do estado paraibano para a série longa de dados. Já para os períodos de 1962 a 1991 e 1988 a 2017 o grupo se concentrou na mesorregião do Sertão Paraibano.

O grupo 5 se concentrou na mesorregião do Agreste Paraibano para o período de 1962 a 2017, já para os 30 primeiros e último anos de dados, o grupo 5 se localizou nas

mesorregiões do Sertão Paraibano e Borborema. Já o grupo 6 se localizou em três mesorregiões para as três séries temporais, foram elas: Sertão Paraibano, Borborema e Agreste Paraibano.

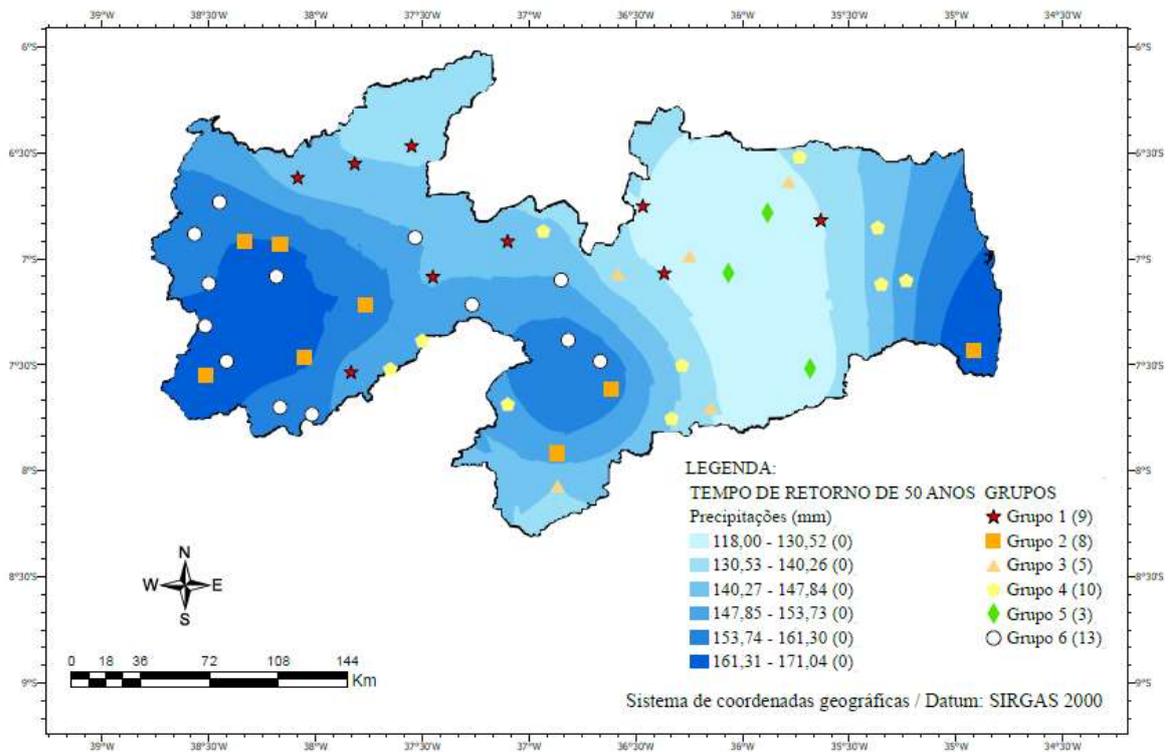


Figura 44 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 50 anos para o período de 1962 a 2017.

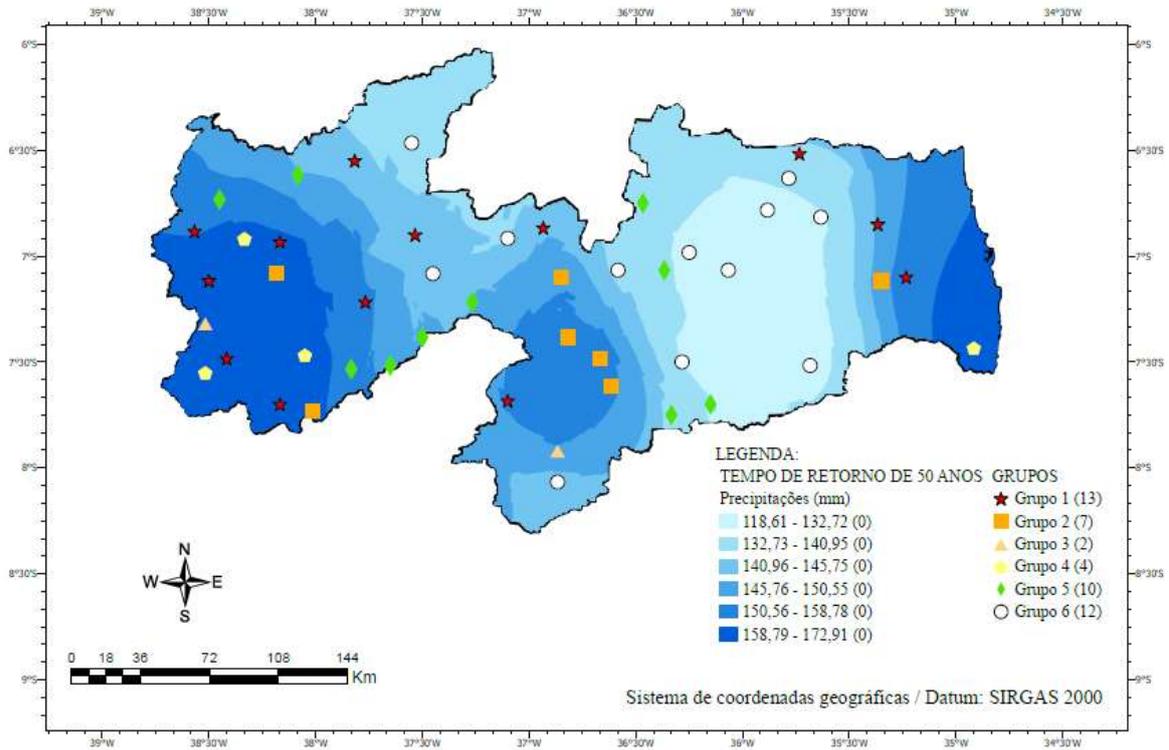


Figura 45 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 50 anos para o período de 1962 a 1991

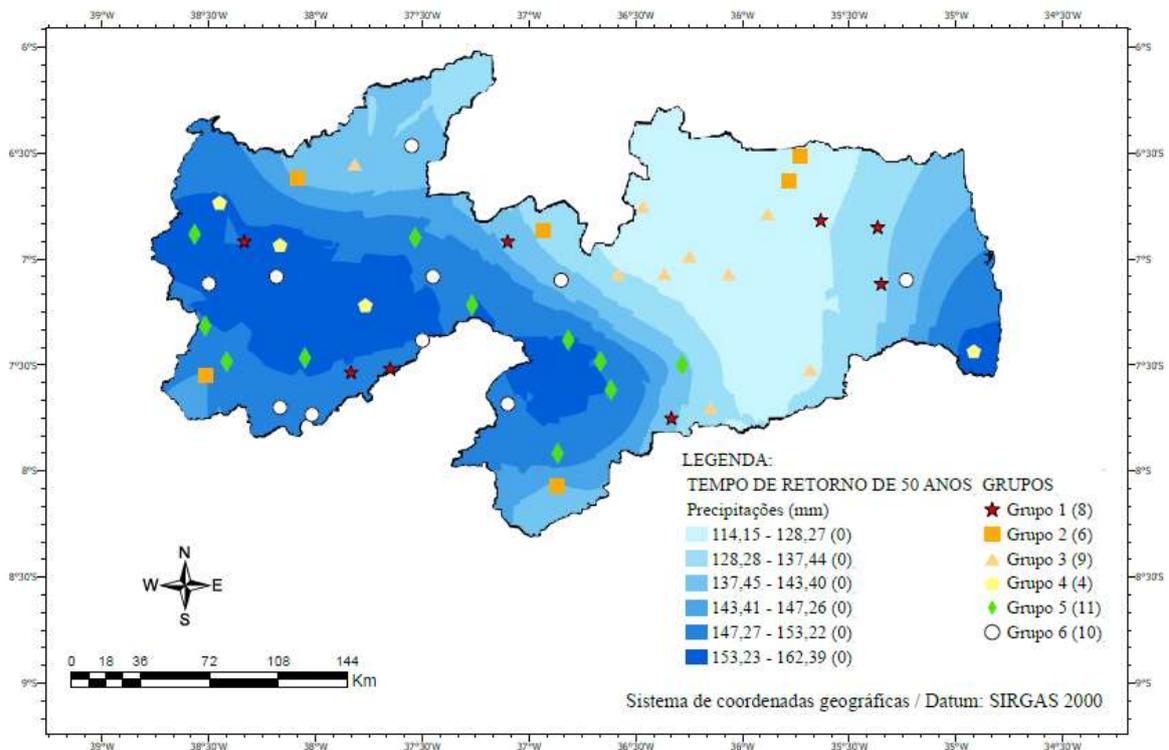


Figura 46 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 50 anos para o período de 1988 a 2017.

Com o intuito de analisar se a topografia influenciou na formação dos grupos, foram verificadas as altitudes das estações pluviométricas referentes ao agrupamento do tempo de retorno de 50 anos para o período de 1962 a 1991. Pôde-se observar que pela Figura 45, as estações pluviométricas pertencentes ao grupo 1 estão localizadas nas mesorregiões do Sertão Paraibano, Borborema, Agreste Paraibano e Mata Paraibana onde as altitudes de algumas estações são aproximadamente 125 metros como também de 605 metros. Já na formação do grupo 2, as estações ficaram localizadas nas mesorregiões do Sertão Paraibano, Borborema e no Agreste Paraibano, em que as existem estações com altitudes de 146 metros como também outras que estão com 660 metros.

Na formação do grupo 3, as estações ficaram localizadas nas mesorregiões do Sertão Paraibano e na Borborema, foram elas: Sertão Paraibano, Borborema e Agreste Paraibano. As altitudes encontradas para esse grupo foram de 575 e 565 metros. As estações do grupo 4 pertencem as mesorregiões do Sertão Paraibano e Mata Paraibana, as altitudes encontradas foram de 49 a 370 metros. Com relação ao grupo 5, as estações se concentraram no Sertão Paraibano e Borborema onde a altitude mínima foi de 455 metros e a altitude máxima foi de 770 metros. Por fim, o grupo 6 localizou-se nas mesorregiões do Sertão Paraibano, Agreste Paraibano e na Borborema, em que as altitudes encontradas foram de 190 a 624 metros.

Com base nas análises feitas anteriormente, pode-se inferir que a altitude não influenciou diretamente na formação dos grupos, ou seja, a topografia não foi um fator determinante para a formação de um grupo de estações pluviométricas que apresentaram intensidades de precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) similares para o período de retorno de 50 anos pertencente a subsérie dos 30 primeiros anos de dados.

A Figura 47 traz os diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para o tempo de retorno de 50 anos. As caixas na cor cinza representam a série longa de dados, as caixas que estão na cor azul representam o período de 1962 a 1988 e já os diagramas na cor verde representam os 30 últimos anos de dados.

Pelos diagramas, pode-se inferir que apenas um diagrama possui simetria, pertencente ao grupo 3 e referente aos 30 primeiros anos de dados, sendo os demais com assimetria positiva. Os grupos 1, 2 e 6 apresentam dois diagramas assimetricamente negativos e um assimetricamente positivo. O grupo 4 apresenta os três diagramas assimetricamente negativos, enquanto o grupo 5 dois diagramas assimetricamente positivos e um assimetricamente negativo, ou seja, o valor da mediana (Q_2) é próximo do terceiro quartil (Q_3).

Observando ainda a Figura 47, pode-se inferir que o grupo que apresentou maior amplitude e, conseqüentemente maior dispersão dos dados foi o grupo 6 referente ao período de 1962 a 1991. Já o grupo 3 também pertencente a série dos 30 primeiros anos de dados apresentou menor variação de valores.

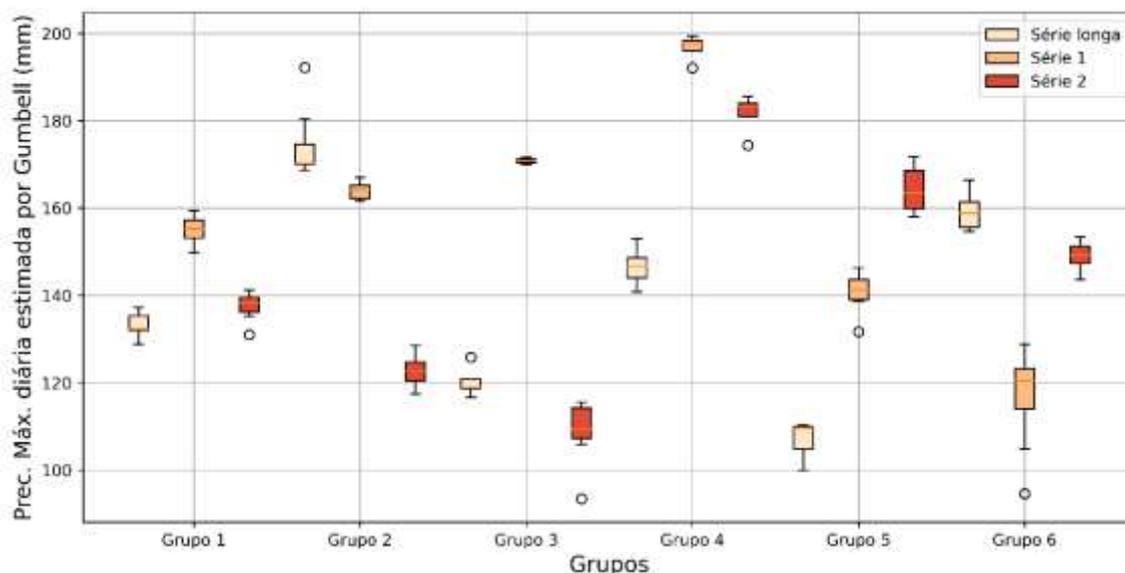


Figura 47 – Diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para Tr de 50 anos.

A seguir são apresentados os mapas de agrupamento das estações pluviométricas (Figuras 48, 49 e 50) e os gráficos do tipo Box Plot (Figuras 51) referentes aos resultados ao período de retorno de 100 anos para as três séries analisadas.

O grupo 1 está localizado predominantemente na mesorregião do Sertão Paraibano e Borborema nos períodos de 1962 a 2017 e 1988 a 2017, já na série dos 30 primeiros anos de dados o grupo 1 está na Mesorregião do Agreste Paraibano. Já o grupo 2 está predominante concentrado nas mesorregiões do Sertão Paraibano e Borborema. Enquanto o grupo 3 se concentrou nas mesorregiões do Agreste, Sertão e Borborema, para as três séries de dados, respectivamente.

Os grupos 4 e 5 estão espalhados nas mesorregiões do Sertão Paraibano Borborema e Agreste Paraibano. Já o grupo 6 apresentou estações em todas as mesorregiões do estado paraibano.

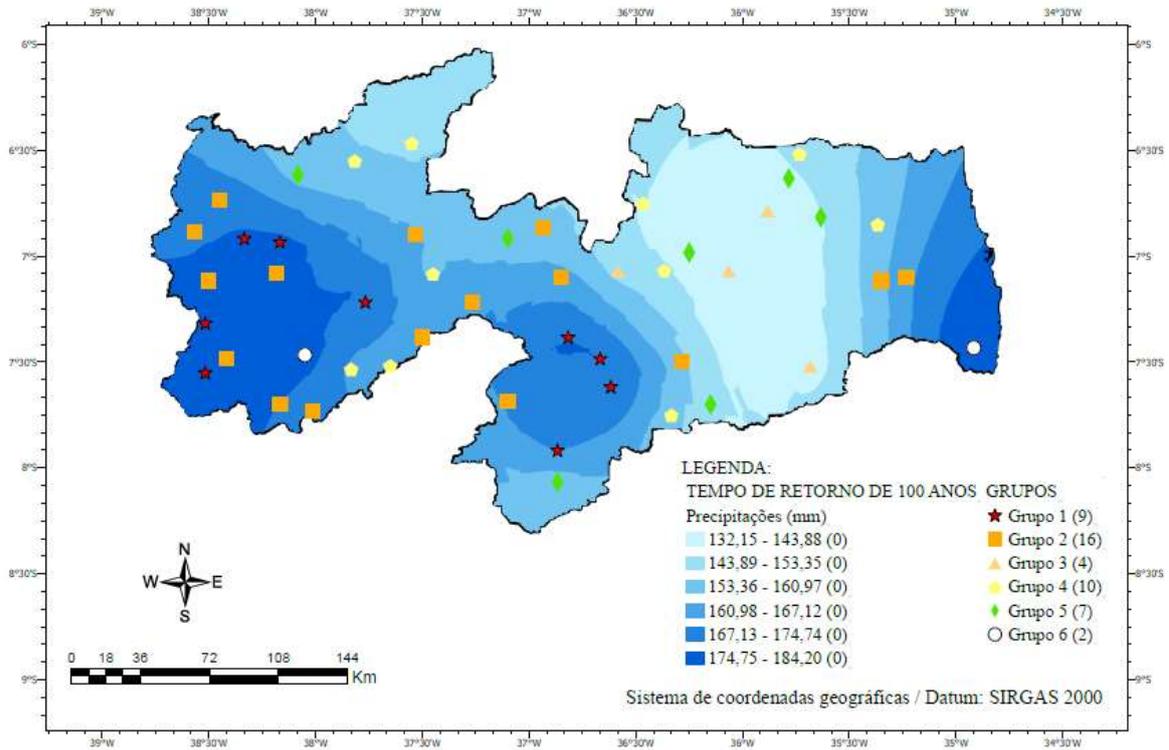


Figura 48 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 100 anos para o período de 1962 a 2017.

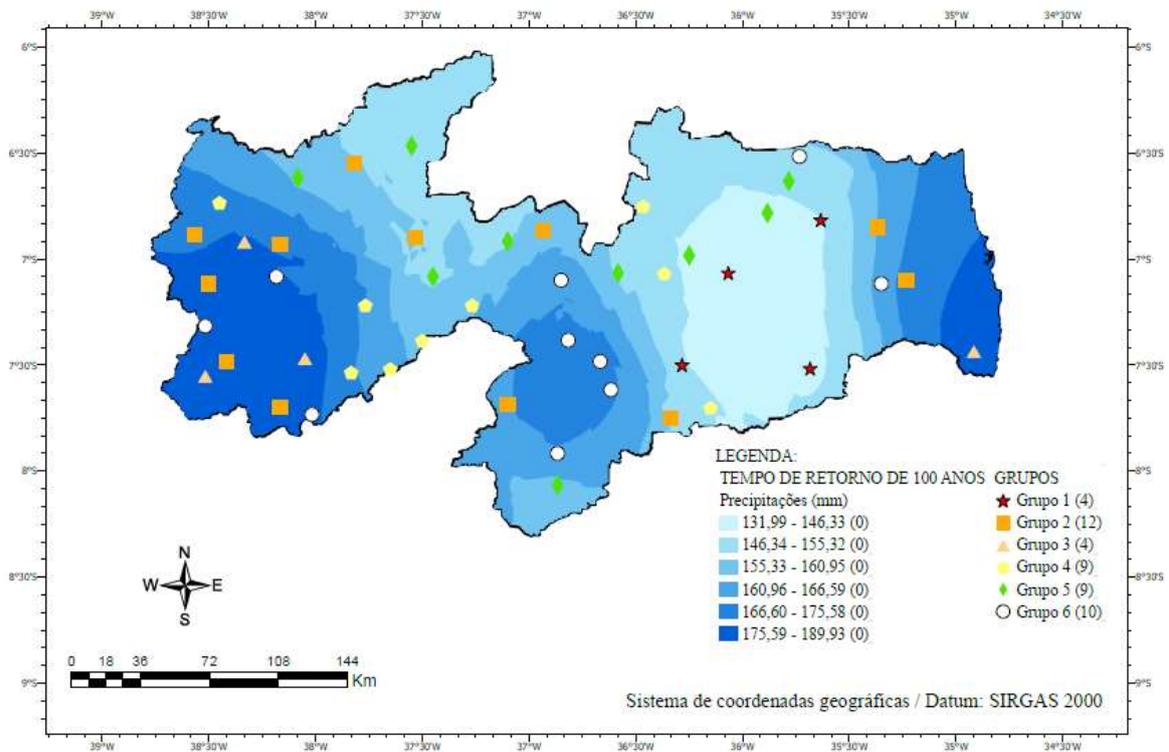


Figura 49 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 100 anos para o período de 1962 a 1991.

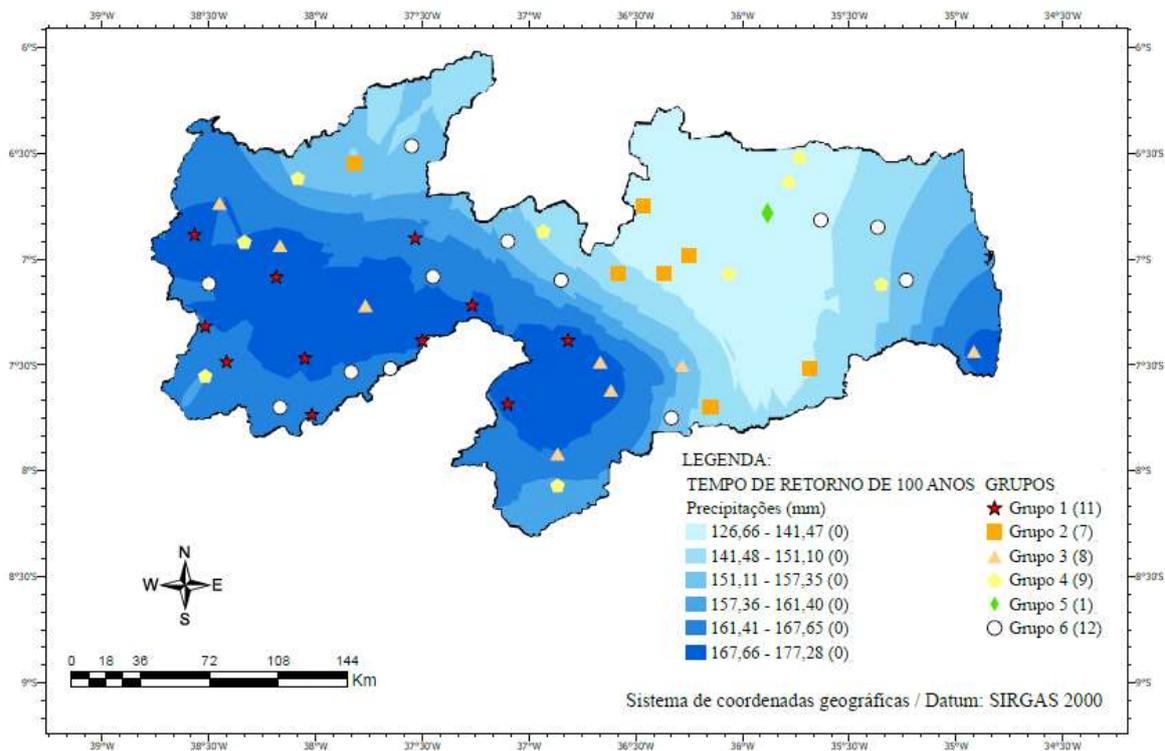


Figura 50 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao tempo de retorno de 100 anos para o período de 1988 a 2017.

Com o intuito de analisar se a topografia influenciou na formação dos grupos, foram verificadas as altitudes das estações pluviométricas referentes ao agrupamento do tempo de retorno de 100 anos para o período de 1988 a 2017. Pôde-se observar que pela Figura 50, o as estações pertencentes ao grupo 1 concentraram-se nas mesorregiões do Sertão Paraibano e na Borborema onde as altitudes estão na faixa de 280 a 770 metros. Já na formação do grupo 2, as estações ficaram localizadas nas mesorregiões do Sertão Paraibano, Borborema e no Agreste Paraibano, em que as altitudes estão na faixa de 215 a 570 metros.

Na formação do grupo 3, as estações ficaram localizadas em duas mesorregiões, foram elas: Sertão Paraibano e Borborema. As altitudes encontradas para esse grupo foram de 121 a 565 metros. As estações do grupo 4 pertencem as mesorregiões do Sertão Paraibano, Borborema e Agreste Paraibano, as altitudes encontradas foram de 146 a 616 metros. Com relação ao grupo 5, existe apenas uma única estação pluviométrica que está localizada no Agreste Paraibano onde a altitude é de 400 metros. Por fim, o grupo 6 localizou-se nas mesorregiões do Sertão Paraibano, Agreste Paraibano, Borborema e Mata Paraibana, em que as altitudes encontradas foram de 125 a 710 metros.

Com base nas análises feitas anteriormente, pode-se inferir que a altitude não influenciou diretamente na formação dos grupos, ou seja, a topografia não foi um fator

determinante para a formação de um grupo de estações pluviométricas que apresentaram as intensidades de precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) similares para o período de retorno de 100 anos pertencente a subsérie dos 30 últimos anos de dados.

A Figura 51 traz os diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para o tempo de retorno de 100 anos. As caixas na cor cinza representam a série longa de dados, as caixas que na cor azul representam o período de 1962 a 1988 e já os diagramas na cor verde representam os 30 últimos anos de dados.

Pelos diagramas pode-se inferir que o grupo 5 pertencente a série de 30 últimos anos de dados apresenta apenas uma estação pluviométrica, logo possui simetria e sua dispersão é zero. O grupo 6 pertencente a mesma série de dados também possui simetria.

Os grupos 1, 3 apresentam dois diagramas assimetricamente negativos e um assimetricamente positivo. Já os grupos 2, 4 dois diagramas assimetricamente positivos e um assimetricamente negativo. Enquanto o grupo 5 tem um diagrama assimetricamente positivo e um assimetricamente negativo e por fim, o grupo 6 apresenta dois diagramas assimetricamente positivo.

Observando ainda a Figura 51, pode-se inferir que o grupo que apresentou maior amplitude e, conseqüentemente maior dispersão dos dados foi o grupo 1 referente ao período de 1962 a 1991.

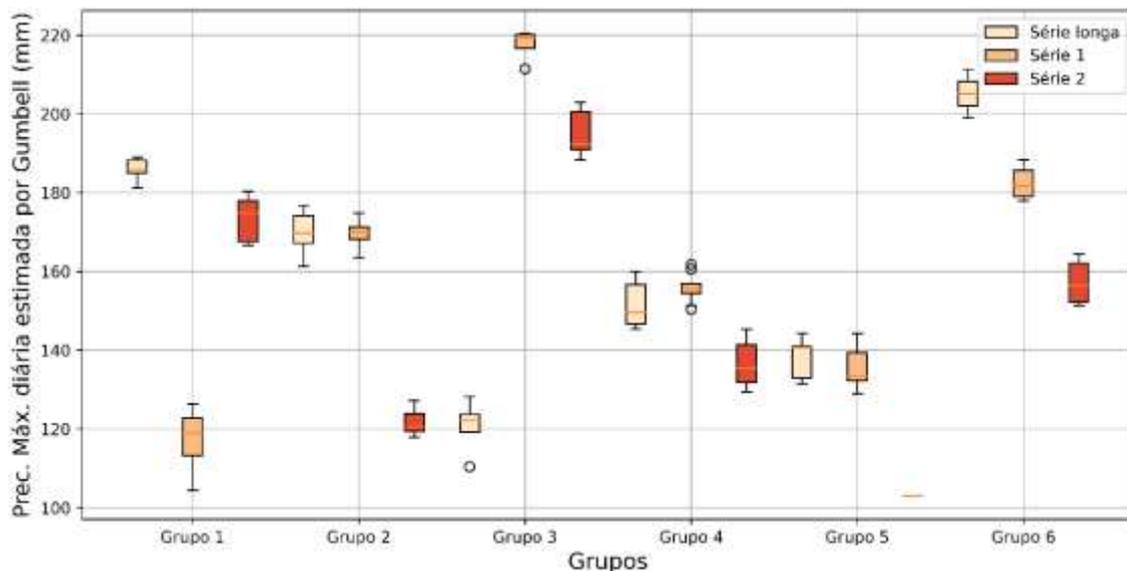


Figura 51 – Diagramas Blox Plot dos grupos pluviometricamente homogêneos referentes as três séries temporais para Tr de 100 anos.

Analisando os resultados de forma global, pode-se inferir que os grupos se concentraram em uma dada mesorregião referente ao tempo de retorno de 2 anos para as três séries. Já para os períodos de retorno de 50 e 100 anos, os grupos não se localizaram de forma predominante. Além disso, pode-se avaliar que a topografia não influenciou na formação dos grupos com precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) similares.

O Apêndice F traz os mapas referentes aos parâmetros estatísticos média e desvio padrão, aos parâmetros alfa e beta da distribuição de probabilidade de Gumbel e dos períodos de retorno (e.g., 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos) de cada série temporal.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No presente estudo foi feita a análise espaço-temporal das precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) do estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017 com dados fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Além disso, com o intuito de detectar tendências na série, foram avaliadas duas subséries temporais, uma com os 30 primeiros anos de dados e outra com os 30 últimos anos de dados pluviométricos.

Após o emprego do filtro para seleção das estações pluviométricas foram obtidas as precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) para cada posto pluviométrico e então pôde-se concluir que de fato a variabilidade da precipitação pluvial na Paraíba é maior na mesorregião do Sertão Paraibano.

A distribuição de Gumbel possibilitou estimar as precipitações máximas diárias anuais para vários períodos de retorno (e.g., 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos) e inferir que estas precipitações aderem à distribuição de probabilidade para um nível de significância de 5%.

Após a aplicação da Krigagem para a espacialização dos dados de chuva, os mapas obtidos mostraram que na mesorregião do Sertão paraibano os valores de PMDA's foram maiores que na mesorregião do Agreste paraibano, o que contrapõe a ideia de que os valores de precipitação são menores no interior do estado, mais especificamente na microrregião do Alto Sertão paraibano.

Com a utilização da técnica de agrupamento (*k-means*) pôde-se identificar as zonas pluviométricas homogêneas e concluir que os mapas gerados foram de encontro com o cenário pluvial que o estado se apresenta. Além disso, pode-se avaliar que a topografia não influenciou na formação dos grupos com precipitações máximas diárias anuais (PMDA's) similares.

Com o desmembramento da série temporal em dois intervalos de 30 anos de dados, pode-se avaliar através do histograma que as maiores ocorrências de precipitação foram em torno de 84 mm para as três séries, porém as menores frequências ficaram em torno de 100 mm para a série mais longa e o período de 1991 a 2017, enquanto que para os 30 primeiros anos de dados as menores frequências apresentaram valores próximos a 57 mm. Além disso, percebeu-se que na série mais longa existe uma maior variabilidade da precipitação pluvial no Sertão paraibano e menor dispersão no Agreste. Já nos primeiros 30 anos de dados as maiores e menores variações pluviométricas se concentraram em postos localizados no

Sertão paraibano. Por último, no período de 1988 a 2017 a maior variação se localizou na mesorregião da Borborema e a menor dispersão foi encontrada na mesorregião do Agreste paraibano. Logo, a abertura de intervalos temporais dentro da série maior é de suma importância para verificar tendências que não são possíveis de serem detectadas.

Diante dos resultados oriundos desta pesquisa, pode-se concluir que os objetivos da pesquisa foram alcançados e que a metodologia empregada foi suficiente para realizar os procedimentos. Porém, faz-se necessário elencar duas recomendações/observações para o desenvolvimento de trabalhos futuros, são elas:

- Aplicação de outros filtros para seleção de postos pluviométricos;
- Abertura de mais intervalos temporais a fim de detectar novas tendências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHAMMED, Faisal; HEWA, Guna Alankarage; ARGUE, John R. Variability of annual daily maximum rainfall of Dhaka, Bangladesh. **Atmospheric Research**, [S. l.], ano 2014, v. 137, p. 176-182, 1 fev. 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.10.013>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016980951300286X?via%3Dihub>. Acesso em: 7 set. 2020.

ALCÂNTARA, Lucas Ravellys Pyrrho de; MARTINS, Lucas Alves; COSTA, Ialy Rayane de Aguiar; BARROS, Vitor Hugo de Oliveira; SANTOS NETO, Severino Martins dos; COUTINHO, Artur Paiva; Antonino, Antonio Celso Dantas. Evaluation of probabilistic models for heavy rains in the mesoregions of the state of Pernambuco. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [S. l.], ano 2019, v. 4, n. 1, p. 90-103, 31 jan. 2019. DOI <https://doi.org/10.24221/jeap.4.1.2019.2332.090-103>. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2332>. Acesso em: 7 jan. 2021.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; DE MORAES GONÇALVES, José Leonardo; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S. l.], ano 2013, v. 22, n. 6, p. 711 - 728, 1 dez. 2013. DOI [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507). Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref. Acesso em: 15 abr. 2021.

BARBERO, R.; FOWLER, H. J.; LENDERINK G.; BLENKINSOP, S. Is the intensification of precipitation extremes with global warming better detected at hourly than daily resolutions?. **Geophysical Research Letters**, [S. l.], ano 2017, v. 44, p. 974-983, 4 jan. 2017. DOI <https://doi.org/10.1002/2016GL071917>. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016GL071917>. Acesso em: 17 jul. 2020.

BARGAOUI, Zoubeida Kebaili; CHEBBI, Afef. Comparison of two kriging interpolation methods applied to spatiotemporal rainfall. **Journal of Hydrology**, [S. l.], v. 365, p. 56-73, 15 fev. 2009. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.11.025>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169408005726>. Acesso em: 8 maio 2021.

BECKER, Carmem Terezinha; MELO, Maria Monalisa Mayara Silva; COSTA, Milla Nóbrega de Menezes; RIBEIRO, Roberta Everllyn Pereira. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 4, ed. 2, p. 286-299, 12 set. 2011. DOI <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i2.232720>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232720>. Acesso em: 21 jan. 2021.

BERANOVÁ, R.; KYSELÝ, J.; HANEL, M. Characteristics of sub-daily precipitation extremes in observed data and regional climate model simulations. **Theor Appl Climatol**, [S. l.], ano 2018, v. 132, p. 515–527, 29 mar. 2017. DOI <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2102-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00704-017-2102-0#citeas>. Acesso em: 23 out. 2020.

CABRAL JÚNIOR, Jório. **Climatologia do Nordeste Brasileiro: Análise do Comportamento da Precipitação Atmosférica no Semiárido nas Últimas Décadas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. 08 mai. 2020. 2h22min52. [Webinar]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=4C4tV-q0_OM.

CAMARGO, Eduardo Celso Gerbi. GEOESTATÍSTICA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES. In: GEOPROCESSAMENTO em Projetos Ambientais. São José dos Campos: INPE, 1998. p. 5-36. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/5geoest.pdf. Acesso em: 7 maio 2021.

CAMPOS, José Nilson B. **Lições em modelos e simulação hidrológica: Um curso em simulações de bacias hidrográficas**. Dos conceitos iniciais da fórmula racional à modelagem com o programa HMS. Fortaleza: ASTEF/EXPRESSION GRÁFICA, 2009. 170 p.

CARVALHO, José Ruy Porto de; ASSAD, Eduardo Delgado; OLIVEIRA, Aryeverton Fortes de; PINTO, Hilton Silveira. Annual maximum daily rainfall trends in the Midwest, southeast and southern Brazil in the last 71 years. **Weather and Climate Extremes**, [S. l.], v. 5-6, p. 7-15, 23 out. 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.10.001>. Disponível

em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212094714000802>. Acesso em: 14 out. 2020.

CHAN, Steven C.; KAHANA, Ron; KENDON, Elizabeth J.; FOWLER, Hayley J. Projected changes in extreme precipitation over Scotland and Northern England using a high-resolution regional climate model. **Climate Dynamics**, [S. l.], ano 2018, v. 51, p. 3559–3577, 14 mar. 2018. DOI <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4096-4>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323759003_Projected_changes_in_extreme_precipitation_over_Scotland_and_Northern_England_using_a_high_resolution_regional_climate_model. Acesso em: 15 jul. 2020.

CHAUDHURI, Ranjana Ray; SHARMA, Prateek. Addressing uncertainty in extreme rainfall intensity for semi-arid urban regions: case study of Delhi, India. **Natural Hazards**, [s. l.], ano 2020, v. 104, p. 2307–2324, 5 set. 2020. DOI <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04273-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-020-04273-5#citeas>. Acesso em: 11 nov. 2020.

CHEN, Feng-Wen; LIU, Chen-Wuing. Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan. **Paddy Water Environ**, [S. l.], ano 2012, v. 10, p. 209–222, 25 fev. 2012. DOI <https://doi.org/10.1007/s10333-012-0319-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10333-012-0319-1#citeas>. Acesso em: 21 jul. 2020.

CIDADES e Estados: Paraíba. [S. l.], 1 jan. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb.html>. Acesso em: 9 abr. 2020.

COSTA, Samir Gonçalves Fernandes. **ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE CHUVAS NA PARAÍBA UTILIZANDO ESTIMATIVAS DO SATÉLITE TRMM**. Orientador: Prof. Dr. Celso Augusto Guimarães Santos. 2017. 119 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12834?locale=pt_BR. Acesso em: 14 set. 2020.

CRUCIANI, Décio E.; MACHADO, Ronalton E.; SENTELHAS, Paulo C.. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, ano 2002, v. 6, n. 1, p. 76-

82, 1 jan. 2002. DOI <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000100014>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662002000100014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 2 ago. 2020.

DOURADO, Camila da Silva; OLIVEIRA, Stanley Robson de Medeiros; AVILA, Ana Maria Heuminski de. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. **Agrometeorologia**, Bragantia, Campinas, v. 72, n. 2, p. 192-198, 15 jun. 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013000200012>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052013000200012&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 17 jul. 2020.

FAROOQ, Muhammad; SHAFIQUE, Muhammad; KHATTAK, Muhammad Shahzad. Flood frequency analysis of river swat using Log Pearson type 3, Generalized Extreme Value, Normal, and Gumbel Max distribution methods. **Arabian Journal of Geosciences**, [S. l.], ano 2018, v. 11, n. 216, p. 1-10, 8 maio 2018. DOI <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3553-z>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325015579_Flood_frequency_analysis_of_river_swat_using_Log_Pearson_type_3_Generalized_Extreme_Value_Normal_and_Gumbel_Max_distribution_methods. Acesso em: 6 ago. 2020.

FEITOSA, Flávia da Fonseca; VASCONCELOS, Vitor Vieira. 2017. 77 slides. Disponível em: https://www.slideshare.net/vitor_vasconcelos/anlise-de-agrupamentos-clusters. Acessado em 8 de maio de 2021.

FERREIRA, Nivaldo Silveira. ZCIT. In: ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL. [S. l.: s. n.], 2020. cap. 15. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliEsp10a/zcit_1.html. Acesso em: 15 out. 2020.

FRANCO, Camila S.; MARQUES, Rosângela F. P. V.; OLIVEIRA, Alisson S.; OLIVEIRA, Luiz F. C. de. Distribuição de probabilidades para precipitação máxima diária na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, ano 2014, v. 18, n. 7, p. 735-741, 14 fev. 2014. DOI <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n7/v18n07a10.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

GHENIM, Abderrahmane Nekkache; MEGNOUNIF, Abdesselam. Variability and Trend of Annual Maximum Daily Rainfall in Northern Algeria. **International Journal of Geophysics**, [S. l.], ano 2016, p. 1-11, 27 jul. 2016. DOI <https://doi.org/10.1155/2016/6820397>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ijge/2016/6820397/>. Acesso em: 30 set. 2020.

GONÇALVES, Mariane Furtado; BLANCO, Claudio José Cavalcante. ESTIMATION OF ANNUAL PRECIPITATION IN NORTHERN BRAZIL CONSIDERING THE EFFECTS OF THE EVENTS ENOS: EL NIÑO AND LA NIÑA. **REVISTA AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica.**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 172–187, 6 abr. 2021. DOI <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.1.61519>. Disponível em: <http://www.journals.unam.mx/index.php/aidis/article/view/61519>. Acesso em: 11 abr. 2021.

HAIR, Josef F.; BLACK, William C.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolpf E.; TATHAM, Ronald. Análise multivariada de dados. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 682 p. ISBN 978-85-7780-534-1.

HAJANI, Evan; RAHMAN, Ataur. Design rainfall estimation: comparison between GEV and LP3 distributions and at-site and regional estimates. **Natural Hazards**, [S. l.], ano 2018, v. 93, p. 67–88, 29 mar. 2018. DOI <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3289-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-018-3289-9#citeas>. Acesso em: 24 jul. 2020.

LANDIM, PAULO M. BARBOSA. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. Rio Claro: [s. n.], 2000. 18 p. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/robertowlourenco/dicas-surfer-01.pdf>. Acesso em: 6 maio 2021.

LIMEIRA, Rodrigo César. **VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DAS CHUVAS NO ESTADO DA PARAÍBA**. Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Salviano de Sousa. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2008. Disponível em: http://dca.ufcg.edu.br/posgrad_met/dissertacoes/RodrigoCezarLimeira_2008.pdf. Acesso em: 3 ago. 2020.

LYRA, Gustavo Bastos; CORREIA, Tamíres Partelli, OLIVEIRA-JÚNIOR, José Francisco de; ZERI, Marcelo. Evaluation of methods of spatial interpolation for monthly rainfall data over the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Theor Appl Climatol**, 2017, v. 134, p. 955–965, 14 set. 2017. DOI <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2322-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00704-017-2322-3>. Acesso em: 10 jul. 2020.

MAZHAR, N.; NAWAZ, M. PRECIPITATION DATA INTERPOLATION FOR METEOROLOGICAL DROUGHT MAPPING IN PAKISTAN. **Pakistan Journal of Science**, [S. l.], v. 66, n. 4, p. 356-361, 1 dez. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311587828_PRECIPITATION_DATA_INTERPOLATION_FOR_METEOROLOGICAL_DROUGHT_MAPPING_IN_PAKISTA. Acesso em: 3 jan. 2021.

MEDEIROS, V. S. **ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS CRÍTICOS DE PRECIPITAÇÃO RELACIONADOS A DESASTRES NATURAIS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**. 2013. 233 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-04102013113054/publico/Dissertacao_Vanesca_Sartorelli_Medeiros.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.

OMM. GUIDELINES ON THE DEFINITION AND MONITORING OF EXTREME WEATHER AND CLIMATE EVENTS. **GUIDELINES ON THE DEFINITION AND MONITORING OF EXTREME WEATHER AND CLIMATE EVENTS**, [S. l.], p. 1-43, 1 jan. 2018. Disponível em: <https://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/references.php>. Acesso em: 3 set. 2020.

PINHEIRO, Adilson; Graciano, Regina Luiza Gouvêa; SEVERO, Dirceu Luís. TENDÊNCIA DAS SÉRIES TEMPORAIS DE PRECIPITAÇÃO DA REGIÃO SUL DO BRASIL. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S. l.], ano 2013, v. 28, n. 3, p. 281 - 290, 1 fev. 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000300005>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862013000300005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 8 out. 2020.

RAO, A. R.; SRINIVAS, V. V. *Regionalization of watersheds an approach based on cluster analysis*. Dordrecht, Netherlands.: Springer Science+Business Media B.V., 2008.

SANTOS, Celso Augusto Guimarães; BRASIL NETO, Reginaldo Moura; SILVA, Richarde Marques da; COSTA, Samir Gonçalves Fernandes . Cluster Analysis Applied to Spatiotemporal Variability of Monthly Precipitation over Paraíba State Using Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Data. **Remote Sens**, [S. l.], ano 2019, v. 11, n. 637, p. 1-18, 15 mar. 2019. DOI <https://doi.org/10.3390/rs11060637>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/6/637#cite>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SILVA, Vicente de P. R. da; CAVALCANTI, Enilson P.; NASCIMENTO, Marília G. do; CAMPOS, João Hugo B. da C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, ano 2003, v. 7, ed. 2, p. 269-274, 31 jul. 2003. DOI <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000200014>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662003000200014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 2 dez. 2020.

SOARES, Caroline de Sá; SILVA, Madson Tavares; COSTA, Adriana de Souza. DETERMINAÇÃO DE REGIÕES HOMOGÊNEAS DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DA PARAÍBA. **Meteorologia e Recursos Naturais: Estudos Aplicados**, Campina Grande, Paraíba, ano 2018, p. 293-293, 10 dez. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342420402_DETERMINACAO_DE_REGIOES_HOMOGENEAS_DE_PRECIPITACAO_NO_ESTADO_DA_PARAIBA. Acesso em: 13 jan. 2021.

SUN, Xun; LALL, Upmanu. Spatially coherent trends of annual maximum daily precipitation in the United States. **Geophysical Research Letters**, [S. l.], v. 42, n. 22, p. 9781-9789, 9 nov. 2015. DOI <https://doi.org/10.1002/2015GL066483>. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015GL066483>. Acesso em: 13 dez. 2020.

SUTTON, M.; SUTTON, T.; DASSAU, O. **Uma breve introdução ao SIG**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: https://docs.qgis.org/2.18/pt_BR/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html. Acesso em: 6 out. 2020.

UDA, Patrícia Kazue; FRANCO, Ana Clara Lazzari, QUEEN, Gabriella, BONUMÁ, Nadia Bernardi; KOBIYAMA, Masato. ANÁLISE DE CLUSTER DA PRECIPITAÇÃO NA

BACIA DO RIO IGUAÇU, REGIÃO SUL DO BRASIL. **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, [s. l.], n. 2015, p. 1-7, 27 set. 2015. Disponível em: http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/XXI_SBRH/PAP019846.pdf. Acesso em: 14 dez. 2020.

WANDERLEY, Henderson; CARVALHO, Frede de Oliveira de; AMORIM, Ricardo Carlos Ferreira de; CAVALCANTI, José Rafael de Albuquerque; SANTOS, Raphael Ribeiro Cruz. ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DA PRECIPITAÇÃO PARA O ESTADO DE ALAGOAS. **XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, [s. l.], p. 1-15, 1 jan. 2009. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=110&SUMARIO=1770&ST=analise_geostatistica_da_precipitacao_para_o_estado_de_alagoas. Acesso em: 6 maio 2021.

ZHANG, Ying; MOGES, Semu; BLOCK, Paul. Optimal Cluster Analysis for Objective Regionalization of Seasonal Precipitation in Regions of High Spatial–Temporal Variability: Application to Western Ethiopia. **American Meteorological Society**, [S. l.], p. 3697-3717, 15 maio 2016. DOI <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0582.1>. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/29/10/jcli-d-15-0582.1.xml>. Acesso em: 14 nov. 2020.

APÊNDICE A

TABELAS DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

Tabela H – Códigos referentes a cada posto pluviométrico.

Código	Posto Pluviométrico	Código	Posto Pluviométrico
3824992	Jenipapeiro dos Carreiros	3845448	Teixeira
3832789	Cajazeiras	3845703	Imaculada
3833285	Sao Francisco	3846185	Juazeirinho
3833413	Antenor Navarro	3846231	Salgadinho
3833835	Nazarezinho	3846739	Sao Jose dos Cordeiros
3833869	Sao Jose da Lagoa Tapada	3846969	Serra Branca
3834137	Jerico	3847128	Soledade
3834894	Malta	3847188	Pocinhos
3835882	Sao Mamede	3849232	Caldas Brandao
3836715	Santa Luzia	3849254	Sape
3837507	Pedra Lavrada	3852197	Conceicao
3837953	Olivedos	3853467	Manaira
3838055	Araruna	3853499	Princesa Isabel
3838246	Cacimba de Dentro	3854036	Juru
3838526	Sitio Salgado	3854072	Agua Branca
3838675	Serraria	3855383	Prata
3839727	Aracagi	3856278	Coxixola
3842698	Bonito de Santa Fe	3856828	Camalau
3843166	Aguiar	3857044	Cabaceiras
3843202	Sao Jose de Piranhas	3857471	Riacho de Santo Antonio
3843919	Ibiara	3857534	Barra de Sao Miguel
3843992	Nova Olinda	3858065	Aroeiras
3844448	Olho D`agua	3866128	Sao Joao do Tigre
3845113	Santa Teresinha	3940819	Alhandra

APÊNDICE B

TABELAS DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS ESTIMADAS PELA FUNÇÃO DE GUMBEL

Tabela J – PMDA's referentes aos tempos de retorno de 2 e 5 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 2017.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	79,54	Teixeira	83,48
Cajazeiras	81,05	Imaculada	69,78
Sao Francisco	68,79	Juazeirinho	58,45
Antenor Navarro	85,49	Salgadinho	68,74
Nazarezinho	89,05	Sao Jose dos Cordeiros	71,52
Sao Jose da Lagoa Tapada	93,78	Serra Branca	67,88
Jerico	74,87	Soledade	57,28
Malta	82,65	Pocinhos	46,05
Sao Mamede	69,62	Caldas Brandao	67,17
Santa Luzia	68,33	Sape	74,57
Pedra Lavrada	58,18	Conceicao	77,82
Olivedos	48,43	Manaira	75,82
Araruna	62,86	Princesa Isabel	75,62
Cacimba de Dentro	58,85	Juru	74,12
Sítio Salgado	50,19	Agua Branca	77,05
Serraria	69,19	Prata	72,16
Aracagi	69,42	Coxixola	70,84
Bonito de Santa Fe	84,99	Camalau	75,58
Aguiar	87,82	Cabaceiras	54,01
Sao Jose de Piranhas	85,37	Riacho de Santo Antonio	51,04
Ibiara	77,14	Barra de Sao Miguel	58,91
Nova Olinda	86,35	Aroeiras	47,05
Olho D'agua	92,92	Sao Joao do Tigre	54,44
Santa Teresinha	73,67	Alhandra	95,62

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	97,43	Teixeira	106,60
Cajazeiras	104,64	Imaculada	94,72
Sao Francisco	88,02	Juazeirinho	77,11
Antenor Navarro	109,82	Salgadinho	97,63
Nazarezinho	115,00	Sao Jose dos Cordeiros	101,52
Sao Jose da Lagoa Tapada	119,05	Serra Branca	99,45
Jerico	94,79	Soledade	81,38
Malta	106,44	Pocinhos	66,43
Sao Mamede	89,62	Caldas Brandao	93,39
Santa Luzia	93,20	Sape	99,73
Pedra Lavrada	81,83	Conceicao	107,45
Olivedos	71,02	Manaira	101,30
Araruna	88,86	Princesa Isabel	101,85
Cacimba de Dentro	78,75	Juru	93,21
Sítio Salgado	69,48	Agua Branca	98,16
Serraria	88,53	Prata	97,71
Aracagi	93,37	Coxixola	102,21
Bonito de Santa Fe	110,74	Camalau	105,92
Aguiar	111,38	Cabaceiras	83,98
Sao Jose de Piranhas	107,89	Riacho de Santo Antoni	75,02
Ibiara	103,76	Barra de Sao Miguel	85,15
Nova Olinda	116,52	Aroeiras	64,01
Olho D'agua	117,58	Sao Joao do Tigre	75,01
Santa Teresinha	94,07	Alhandra	126,58

Tabela K – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 2017.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	109,27	Teixeira	121,90
Cajazeiras	120,27	Imaculada	111,24
Sao Francisco	100,76	Juazeirinho	89,47
Antenor Navarro	125,93	Salgadinho	116,75
Nazarezinho	132,18	Sao Jose dos Cordeiros	121,39
Sao Jose da Lagoa Tapada	135,79	Serra Branca	120,35
Jerico	107,98	Soledade	97,34
Malta	122,19	Pocinhos	79,92
Sao Mamede	102,86	Caldas Brandao	110,76
Santa Luzia	109,68	Sape	116,38
Pedra Lavrada	97,48	Conceicao	127,08
Olivedos	85,98	Manaira	118,18
Araruna	106,08	Princesa Isabel	119,21
Cacimba de Dentro	91,92	Juru	105,84
Sítio Salgado	82,25	Agua Branca	112,14
Serraria	101,33	Prata	114,62
Aracagi	109,23	Coxixola	122,97
Bonito de Santa Fe	127,80	Camalau	126,01
Aguiar	126,97	Cabaceiras	103,82
Sao Jose de Piranhas	122,80	Riacho de Santo Antoni	90,90
Ibiara	121,38	Barra de Sao Miguel	102,53
Nova Olinda	136,49	Aroeiras	75,24
Olho D'agua	133,90	Sao Joao do Tigre	88,64
Santa Teresinha	107,58	Alhandra	147,07

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	120,63	Teixeira	136,59
Cajazeiras	135,25	Imaculada	127,08
Sao Francisco	112,97	Juazeirinho	101,33
Antenor Navarro	141,39	Salgadinho	135,10
Nazarezinho	148,66	Sao Jose dos Cordeiros	140,45
Sao Jose da Lagoa Tapada	151,84	Serra Branca	140,40
Jerico	120,63	Soledade	112,65
Malta	137,29	Pocinhos	92,86
Sao Mamede	115,56	Caldas Brandao	127,41
Santa Luzia	125,48	Sape	132,36
Pedra Lavrada	112,50	Conceicao	145,90
Olivedos	100,33	Manaira	134,36
Araruna	122,59	Princesa Isabel	135,87
Cacimba de Dentro	104,56	Juru	117,97
Sítio Salgado	94,50	Agua Branca	125,55
Serraria	113,61	Prata	130,84
Aracagi	124,45	Coxixola	142,90
Bonito de Santa Fe	144,15	Camalau	145,28
Aguiar	141,93	Cabaceiras	122,85
Sao Jose de Piranhas	137,10	Riacho de Santo Antonio	106,13
Ibiara	138,29	Barra de Sao Miguel	119,19
Nova Olinda	155,65	Aroeiras	86,01
Olho D'agua	149,56	Sao Joao do Tigre	101,71
Santa Teresinha	120,53	Alhandra	166,73

Tabela L – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 50 e 100 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 2017.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	135,34	Teixeira	155,59
Cajazeiras	154,65	Imaculada	147,59
Sao Francisco	128,78	Juazeirinho	116,68
Antenor Navarro	161,39	Salgadinho	158,85
Nazarezinho	169,99	Sao Jose dos Cordeiros	165,12
Sao Jose da Lagoa Tapada	172,62	Serra Branca	166,35
Jerico	137,00	Soledade	132,47
Malta	156,85	Pocinhos	109,61
Sao Mamede	132,00	Caldas Brandao	148,97
Santa Luzia	145,93	Sape	153,04
Pedra Lavrada	131,94	Conceicao	170,27
Olivedos	118,90	Manaira	155,31
Araruna	143,97	Princesa Isabel	157,43
Cacimba de Dentro	120,92	Juru	133,66
Sitio Salgado	110,36	Agua Branca	142,90
Serraria	129,51	Prata	151,84
Aracagi	144,14	Coxixola	168,68
Bonito de Santa Fe	165,32	Camalau	170,23
Aguiar	161,29	Cabaceiras	147,48
Sao Jose de Piranhas	155,61	Riacho de Santo Antonio	125,85
Ibiara	160,17	Barra de Sao Miguel	140,77
Nova Olinda	180,44	Aroeiras	99,96
Olho D'agua	169,83	Sao Joao do Tigre	118,63
Santa Teresinha	137,30	Alhandra	192,18

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	146,35	Teixeira	169,83
Cajazeiras	169,19	Imaculada	162,96
Sao Francisco	140,63	Juazeirinho	128,18
Antenor Navarro	176,38	Salgadinho	176,65
Nazarezinho	185,97	Sao Jose dos Cordeiros	183,60
Sao Jose da Lagoa Tapada	188,19	Serra Branca	185,80
Jerico	149,27	Soledade	147,32
Malta	171,50	Pocinhos	122,16
Sao Mamede	144,31	Caldas Brandao	165,13
Santa Luzia	161,26	Sape	168,53
Pedra Lavrada	146,50	Conceicao	188,52
Olivedos	132,81	Manaira	171,01
Araruna	159,99	Princesa Isabel	173,59
Cacimba de Dentro	133,17	Juru	145,41
Sitio Salgado	122,24	Agua Branca	155,91
Serraria	141,42	Prata	167,58
Aracagi	158,90	Coxixola	188,00
Bonito de Santa Fe	181,19	Camalau	188,92
Aguiar	175,80	Cabaceiras	165,94
Sao Jose de Piranhas	169,48	Riacho de Santo Antonio	140,62
Ibiara	176,57	Barra de Sao Miguel	156,93
Nova Olinda	199,03	Aroeiras	110,41
Olho D'agua	185,02	Sao Joao do Tigre	131,30
Santa Teresinha	149,87	Alhandra	211,25

Tabela M – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 2 e 5 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 1991.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	77,50	Teixeira	79,28
Cajazeiras	84,50	Imaculada	69,98
Sao Francisco	68,20	Juazeirinho	61,79
Antenor Navarro	82,09	Salgadinho	67,91
Nazarezinho	94,27	Sao Jose dos Cordeiros	70,56
Sao Jose da Lagoa Tapada	94,21	Serra Branca	75,72
Jerico	81,07	Soledade	64,75
Malta	83,41	Pocinhos	47,52
Sao Mamede	66,58	Caldas Brandao	68,59
Santa Luzia	73,56	Sape	75,80
Pedra Lavrada	63,50	Conceicao	82,04
Olivedos	52,85	Manaira	79,18
Araruna	65,58	Princesa Isabel	78,54
Cacimba de Dentro	61,10	Juru	75,78
Sitio Salgado	54,78	Agua Branca	83,74
Serraria	65,16	Prata	72,73
Aracagi	71,04	Coxixola	75,57
Bonito de Santa Fe	86,93	Camalau	77,95
Aguiar	89,20	Cabaceiras	55,18
Sao Jose de Piranhas	87,34	Riacho de Santo Antonio	53,62
Ibiara	75,71	Barra de Sao Miguel	59,57
Nova Olinda	92,98	Aroeiras	45,48
Olho D'agua	89,31	Sao Joao do Tigre	54,70
Santa Teresinha	74,42	Alhandra	94,65

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	91,27	Teixeira	100,01
Cajazeiras	105,80	Imaculada	93,23
Sao Francisco	88,55	Juazeirinho	80,61
Antenor Navarro	101,45	Salgadinho	99,04
Nazarezinho	125,64	Sao Jose dos Cordeiros	101,50
Sao Jose da Lagoa Tapada	114,35	Serra Branca	103,23
Jerico	104,17	Soledade	88,92
Malta	107,02	Pocinhos	65,90
Sao Mamede	84,37	Caldas Brandao	98,49
Santa Luzia	100,68	Sape	101,00
Pedra Lavrada	89,49	Conceicao	118,99
Olivedos	77,21	Manaira	104,24
Araruna	95,67	Princesa Isabel	105,46
Cacimba de Dentro	82,04	Juru	96,02
Sitio Salgado	75,85	Agua Branca	101,59
Serraria	80,28	Prata	98,80
Aracagi	97,09	Coxixola	104,38
Bonito de Santa Fe	114,09	Camalau	107,48
Aguiar	113,26	Cabaceiras	74,22
Sao Jose de Piranhas	109,76	Riacho de Santo Antoni	80,90
Ibiara	101,22	Barra de Sao Miguel	87,38
Nova Olinda	127,09	Aroeiras	61,22
Olho D'agua	108,71	Sao Joao do Tigre	75,47
Santa Teresinha	91,64	Alhandra	127,80

Tabela N – PMDA's referentes aos tempos de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 1991.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	100,39	Teixeira	113,74
Cajazeiras	119,90	Imaculada	108,63
Sao Francisco	102,02	Juazeirinho	93,08
Antenor Navarro	114,26	Salgadinho	119,65
Nazarezinho	146,41	Sao Jose dos Cordeiros	121,97
Sao Jose da Lagoa Tapada	127,69	Serra Branca	121,44
Jerico	119,46	Soledade	104,93
Malta	122,66	Pocinhos	78,08
Sao Mamede	96,14	Caldas Brandao	118,28
Santa Luzia	118,64	Sape	117,69
Pedra Lavrada	106,70	Conceicao	143,46
Olivedos	93,35	Manaira	120,83
Araruna	115,58	Princesa Isabel	123,28
Cacimba de Dentro	95,91	Juru	109,43
Sítio Salgado	89,80	Agua Branca	113,41
Serraria	90,29	Prata	116,06
Aracagi	114,35	Coxixola	123,46
Bonito de Santa Fe	132,07	Camalau	127,02
Aguiar	129,19	Cabaceiras	86,82
Sao Jose de Piranhas	124,61	Riacho de Santo Antoni	98,96
Ibiara	118,11	Barra de Sao Miguel	105,79
Nova Olinda	149,68	Aroeiras	71,65
Olho D'agua	121,55	Sao Joao do Tigre	89,21
Santa Teresinha	103,05	Alhandra	149,75

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	109,13	Teixeira	126,91
Cajazeiras	133,43	Imaculada	123,39
Sao Francisco	114,95	Juazeirinho	105,03
Antenor Navarro	126,55	Salgadinho	139,43
Nazarezinho	166,33	Sao Jose dos Cordeiros	141,62
Sao Jose da Lagoa Tapada	140,48	Serra Branca	138,92
Jerico	134,13	Soledade	120,28
Malta	137,65	Pocinhos	89,76
Sao Mamede	107,44	Caldas Brandao	137,26
Santa Luzia	135,87	Sape	133,70
Pedra Lavrada	123,21	Conceicao	166,92
Olivedos	108,83	Manaira	136,75
Araruna	134,69	Princesa Isabel	140,37
Cacimba de Dentro	109,21	Juru	122,28
Sítio Salgado	103,18	Agua Branca	124,74
Serraria	99,89	Prata	132,61
Aracagi	130,89	Coxixola	141,76
Bonito de Santa Fe	149,32	Camalau	145,77
Aguiar	144,47	Cabaceiras	98,91
Sao Jose de Piranhas	138,85	Riacho de Santo Antonio	116,28
Ibiara	134,31	Barra de Sao Miguel	123,46
Nova Olinda	171,35	Aroeiras	81,65
Olho D'agua	133,87	Sao Joao do Tigre	102,40
Santa Teresinha	113,98	Alhandra	170,80

Tabela O – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 50 e 100 anos, respectivamente, para o período de 1962 a 1991.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	120,46	Teixeira	143,95
Cajazeiras	150,95	Imaculada	142,50
Sao Francisco	131,68	Juazeirinho	120,51
Antenor Navarro	142,46	Salgadinho	165,02
Nazarezinho	192,11	Sao Jose dos Cordeiros	167,04
Sao Jose da Lagoa Tapada	157,04	Serra Branca	161,53
Jerico	153,12	Soledade	140,15
Malta	157,06	Pocinhos	104,88
Sao Mamede	122,07	Caldas Brandao	161,83
Santa Luzia	158,16	Sape	154,42
Pedra Lavrada	144,57	Conceicao	197,30
Olivedos	128,86	Manaira	157,36
Araruna	159,42	Princesa Isabel	162,50
Cacimba de Dentro	126,43	Juru	138,93
Sitio Salgado	120,50	Agua Branca	139,41
Serraria	112,32	Prata	154,04
Aracagi	152,31	Coxixola	165,45
Bonito de Santa Fe	171,64	Camalau	170,04
Aguiar	164,25	Cabaceiras	114,56
Sao Jose de Piranhas	157,28	Riacho de Santo Antonio	138,70
Ibiara	155,27	Barra de Sao Miguel	146,32
Nova Olinda	199,39	Aroeiras	94,59
Olho D'agua	149,82	Sao Joao do Tigre	119,47
Santa Teresinha	128,14	Alhandra	198,05

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	128,94	Teixeira	156,73
Cajazeiras	164,07	Imaculada	156,82
Sao Francisco	144,21	Juazeirinho	132,11
Antenor Navarro	154,39	Salgadinho	184,20
Nazarezinho	211,43	Sao Jose dos Cordeiros	186,10
Sao Jose da Lagoa Tapada	169,45	Serra Branca	178,48
Jerico	167,35	Soledade	155,04
Malta	171,61	Pocinhos	116,20
Sao Mamede	133,03	Caldas Brandao	180,25
Santa Luzia	174,87	Sape	169,94
Pedra Lavrada	160,58	Conceicao	220,06
Olivedos	143,87	Manaira	172,80
Araruna	177,95	Princesa Isabel	179,08
Cacimba de Dentro	139,33	Juru	151,40
Sitio Salgado	133,48	Agua Branca	150,40
Serraria	121,64	Prata	170,09
Aracagi	168,37	Coxixola	183,20
Bonito de Santa Fe	188,37	Camalau	188,23
Aguiar	179,07	Cabaceiras	126,29
Sao Jose de Piranhas	171,09	Riacho de Santo Antonio	155,50
Ibiara	170,99	Barra de Sao Miguel	163,45
Nova Olinda	220,41	Aroeiras	104,29
Olho D'agua	161,77	Sao Joao do Tigre	132,26
Santa Teresinha	138,75	Alhandra	218,48

Tabela P – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 2 e 5 anos, respectivamente, para o período de 1988 a 2017.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	82,27	Teixeira	85,85
Cajazeiras	76,02	Imaculada	70,52
Sao Francisco	68,19	Juazeirinho	55,86
Antenor Navarro	89,56	Salgadinho	67,10
Nazarezinho	84,72	Sao Jose dos Cordeiros	70,79
Sao Jose da Lagoa Tapada	94,07	Serra Branca	61,20
Jerico	68,86	Soledade	50,03
Malta	83,40	Pocinhos	45,56
Sao Mamede	71,43	Caldas Brandao	65,54
Santa Luzia	63,28	Sape	72,85
Pedra Lavrada	52,55	Conceicao	74,57
Olivedos	44,86	Manaira	71,82
Araruna	57,68	Princesa Isabel	73,57
Cacimba de Dentro	58,76	Juru	74,66
Sitio Salgado	44,98	Agua Branca	71,70
Serraria	70,55	Prata	69,96
Aracagi	67,75	Coxixola	67,88
Bonito de Santa Fe	84,10	Camalau	70,62
Aguiar	84,59	Cabaceiras	54,23
Sao Jose de Piranhas	81,14	Riacho de Santo Antonio	48,24
Ibiara	77,66	Barra de Sao Miguel	59,14
Nova Olinda	82,01	Aroeiras	49,43
Olho D'agua	97,13	Sao Joao do Tigre	53,22
Santa Teresinha	72,63	Alhandra	96,57

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	102,47	Teixeira	110,83
Cajazeiras	102,48	Imaculada	96,65
Sao Francisco	85,72	Juazeirinho	73,05
Antenor Navarro	116,76	Salgadinho	93,16
Nazarezinho	100,93	Sao Jose dos Cordeiros	99,19
Sao Jose da Lagoa Tapada	122,72	Serra Branca	95,22
Jerico	82,88	Soledade	70,68
Malta	108,08	Pocinhos	67,99
Sao Mamede	93,10	Caldas Brandao	86,52
Santa Luzia	84,20	Sape	96,70
Pedra Lavrada	72,33	Conceicao	90,86
Olivedos	64,42	Manaira	96,08
Araruna	78,48	Princesa Isabel	98,55
Cacimba de Dentro	78,31	Juru	95,36
Sitio Salgado	60,49	Agua Branca	93,73
Serraria	93,20	Prata	95,83
Aracagi	90,13	Coxixola	100,74
Bonito de Santa Fe	107,77	Camalau	103,08
Aguiar	106,67	Cabaceiras	91,30
Sao Jose de Piranhas	103,21	Riacho de Santo Antoni	67,57
Ibiara	105,16	Barra de Sao Miguel	83,96
Nova Olinda	108,00	Aroeiras	67,97
Olho D'agua	125,48	Sao Joao do Tigre	73,79
Santa Teresinha	95,40	Alhandra	124,34

Tabela Q – PMDA's referentes aos tempos de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente, para o período de 1988 a 2017.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	115,85	Teixeira	127,37
Cajazeiras	120,00	Imaculada	113,94
Sao Francisco	97,33	Juazeirinho	84,43
Antenor Navarro	134,77	Salgadinho	110,41
Nazarezinho	111,67	Sao Jose dos Cordeiros	117,99
Sao Jose da Lagoa Tapada	141,69	Serra Branca	117,75
Jerico	92,17	Soledade	84,36
Malta	124,43	Pocinhos	82,84
Sao Mamede	107,44	Caldas Brandao	100,42
Santa Luzia	98,05	Sape	112,50
Pedra Lavrada	85,43	Conceicao	101,64
Olivedos	77,38	Manaira	112,13
Araruna	92,25	Princesa Isabel	115,09
Cacimba de Dentro	91,26	Juru	109,07
Sitio Salgado	70,77	Agua Branca	108,32
Serraria	108,19	Prata	112,96
Aracagi	104,95	Coxixola	122,50
Bonito de Santa Fe	123,45	Camalau	124,57
Aguiar	121,29	Cabaceiras	115,85
Sao Jose de Piranhas	117,83	Riacho de Santo Antonio	80,37
Ibiara	123,37	Barra de Sao Miguel	100,40
Nova Olinda	125,21	Aroeiras	80,25
Olho D'agua	144,25	Sao Joao do Tigre	87,41
Santa Teresinha	110,48	Alhandra	142,73

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	128,68	Teixeira	143,23
Cajazeiras	136,81	Imaculada	130,54
Sao Francisco	108,47	Juazeirinho	95,34
Antenor Navarro	152,04	Salgadinho	126,96
Nazarezinho	121,97	Sao Jose dos Cordeiros	136,02
Sao Jose da Lagoa Tapada	159,89	Serra Branca	139,36
Jerico	101,07	Soledade	97,47
Malta	140,11	Pocinhos	97,09
Sao Mamede	121,20	Caldas Brandao	113,75
Santa Luzia	111,33	Sape	127,65
Pedra Lavrada	97,99	Conceicao	111,98
Olivedos	89,81	Manaira	127,54
Araruna	105,46	Princesa Isabel	130,96
Cacimba de Dentro	103,67	Juru	122,22
Sitio Salgado	80,62	Agua Branca	122,31
Serraria	122,57	Prata	129,40
Aracagi	119,16	Coxixola	143,36
Bonito de Santa Fe	138,48	Camalau	145,18
Aguiar	135,32	Cabaceiras	139,40
Sao Jose de Piranhas	131,84	Riacho de Santo Antonio	92,65
Ibiara	140,83	Barra de Sao Miguel	116,16
Nova Olinda	141,72	Aroeiras	92,03
Olho D'agua	162,25	Sao Joao do Tigre	100,48
Santa Teresinha	124,94	Alhandra	160,36

Tabela R – PMDA’s referentes aos tempos de retorno de 50 e 100 anos, respectivamente, para o período de 1988 a 2017.

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	145,29	Teixeira	163,77
Cajazeiras	158,56	Imaculada	152,01
Sao Francisco	122,88	Juazeirinho	109,47
Antenor Navarro	174,40	Salgadinho	148,38
Nazarezinho	135,30	Sao Jose dos Cordeiros	159,36
Sao Jose da Lagoa Tapada	183,45	Serra Branca	167,32
Jerico	112,60	Soledade	114,45
Malta	160,40	Pocinhos	115,53
Sao Mamede	139,01	Caldas Brandao	131,00
Santa Luzia	128,53	Sape	147,26
Pedra Lavrada	114,26	Conceicao	125,37
Olivedos	105,90	Manaira	147,47
Araruna	122,57	Princesa Isabel	151,49
Cacimba de Dentro	119,75	Juru	139,23
Sitio Salgado	93,38	Agua Branca	140,42
Serraria	141,19	Prata	150,67
Aracagi	137,55	Coxixola	170,38
Bonito de Santa Fe	157,94	Camalau	171,86
Aguiar	153,47	Cabaceiras	169,87
Sao Jose de Piranhas	149,99	Riacho de Santo Antonio	108,54
Ibiara	163,44	Barra de Sao Miguel	136,57
Nova Olinda	163,08	Aroeiras	107,28
Olho D'agua	185,56	Sao Joao do Tigre	117,39
Santa Teresinha	143,66	Alhandra	183,19

Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)	Posto Pluviométrico	Precipitações (mm)
Jenipapeiro dos Carreiros	157,74	Teixeira	179,16
Cajazeiras	174,87	Imaculada	168,11
Sao Francisco	133,68	Juazeirinho	120,06
Antenor Navarro	191,16	Salgadinho	164,43
Nazarezinho	145,29	Sao Jose dos Cordeiros	176,86
Sao Jose da Lagoa Tapada	201,10	Serra Branca	188,28
Jerico	121,24	Soledade	127,17
Malta	175,61	Pocinhos	129,35
Sao Mamede	152,36	Caldas Brandao	143,92
Santa Luzia	141,41	Sape	161,96
Pedra Lavrada	126,44	Conceicao	135,40
Olivedos	117,95	Manaira	162,41
Araruna	135,38	Princesa Isabel	166,88
Cacimba de Dentro	131,79	Juru	151,98
Sitio Salgado	102,93	Agua Branca	153,99
Serraria	155,13	Prata	166,60
Aracagi	151,34	Coxixola	190,62
Bonito de Santa Fe	172,52	Camalau	191,86
Aguiar	167,07	Cabaceiras	192,71
Sao Jose de Piranhas	163,58	Riacho de Santo Antonio	120,45
Ibiara	180,38	Barra de Sao Miguel	151,86
Nova Olinda	179,09	Aroeiras	118,70
Olho D'agua	203,02	Sao Joao do Tigre	130,07
Santa Teresinha	157,68	Alhandra	200,30

APÊNDICE C

TABELAS DA APLICAÇÃO DO TESTE DE ADERÊNCIA KOLMOGOROV- SMIRNOV (KS)

Tabela S – Teste KS referente ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
79,54	46,05	1	0,02083333	0,02473760	0,0039
81,05	47,05	2	0,04166667	0,02954975	0,0121
68,79	48,43	3	0,06250000	0,03755484	0,0249
85,49	50,19	4	0,08333333	0,05020590	0,0331
89,05	51,04	5	0,10416667	0,05738111	0,0468
93,78	54,01	6	0,12500000	0,08915528	0,0358
74,87	54,44	7	0,14583333	0,09461872	0,0512
82,65	57,28	8	0,16666667	0,13740009	0,0293
69,62	58,18	9	0,18750000	0,15343578	0,0341
68,33	58,45	10	0,20833333	0,15839238	0,0499
58,18	58,85	11	0,22916667	0,16611387	0,0631
48,43	58,91	12	0,25000000	0,16731209	0,0827
62,86	62,86	13	0,27083333	0,25524876	0,0156
58,85	67,17	14	0,29166667	0,37329352	0,0816
50,19	67,88	15	0,31250000	0,39434007	0,0818
69,19	68,33	16	0,33333333	0,40786991	0,0745
69,42	68,74	17	0,35416667	0,42031774	0,06615
84,99	68,79	18	0,37500000	0,42197542	0,04698
87,82	69,19	19	0,39583333	0,43411385	0,03828
85,37	69,42	20	0,41666667	0,44104827	0,02438
77,14	69,62	21	0,43750000	0,44747884	0,00998
86,35	69,78	22	0,45833333	0,45210459	0,00623
92,92	70,84	23	0,47916667	0,48501210	0,00585
73,67	71,52	24	0,50000000	0,50597931	0,00598
83,48	72,16	25	0,52083333	0,52603074	0,00520
69,78	73,67	26	0,54166667	0,57227423	0,03061
58,45	74,12	27	0,56250000	0,58615208	0,02365
68,74	74,57	28	0,58333333	0,59976640	0,01643
71,52	74,87	29	0,60416667	0,60875441	0,00459
67,88	75,58	30	0,62500000	0,62955690	0,00456
57,28	75,62	31	0,64583333	0,63079549	0,01504
46,05	75,82	32	0,66666667	0,63657035	0,03010
67,17	77,05	33	0,68750000	0,671997817	0,01550
74,57	77,14	34	0,70833333	0,674443303	0,03389
77,82	77,82	35	0,72916667	0,693128269	0,03604
75,82	79,54	36	0,75000000	0,73844626	0,01155
75,62	81,05	37	0,77083333	0,775171066	0,00434
74,12	82,65	38	0,79166667	0,81066498	0,01900
77,05	83,48	39	0,81250000	0,827685863	0,01519
72,16	84,99	40	0,83333333	0,855982274	0,02265
70,84	85,37	41	0,85416667	0,86253986	0,00837
75,58	85,49	42	0,87500000	0,864627312	0,01037
54,01	86,35	43	0,89583333	0,878655025	0,01718
51,04	87,82	44	0,91666667	0,900237893	0,01643
58,91	89,05	45	0,93750000	0,915941169	0,02156
47,05	92,92	46	0,95833333	0,953444558	0,00489
54,44	93,78	47	0,97916667	0,959553336	0,01961
95,62	95,62	48	1,00000000	0,970575854	0,02942

Tabela T – Teste KS referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA(mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
97,43	64,01	1	0,0208333	0,0149572	0,0059
104,64	66,43	2	0,0416667	0,0224943	0,0192
88,02	69,48	3	0,0625000	0,0363381	0,0262
109,82	71,02	4	0,0833333	0,0456290	0,0377
115,00	75,01	5	0,1041667	0,0786755	0,0255
119,05	75,02	6	0,1250000	0,0787287	0,0463
94,79	77,11	7	0,1458333	0,1021109	0,0437
106,44	78,75	8	0,1666667	0,1236010	0,0431
89,62	81,38	9	0,1875000	0,1645370	0,0230
93,20	81,83	10	0,2083333	0,1722000	0,0361
81,83	83,98	11	0,2291667	0,2125674	0,0166
71,02	85,15	12	0,2500000	0,2368477	0,0132
88,86	88,02	13	0,2708333	0,3018500	0,0310
78,75	88,53	14	0,2916667	0,3140330	0,0224
69,48	88,86	15	0,3125000	0,3222718	0,0098
88,53	89,62	16	0,3333333	0,3411877	0,0079
93,37	93,20	17	0,3541667	0,4353977	0,0812
110,74	93,21	18	0,3750000	0,4354988	0,0605
111,38	93,37	19	0,3958333	0,4399223	0,0441
107,89	93,39	20	0,4166667	0,4404878	0,0238
103,76	94,07	21	0,4375000	0,4588718	0,0214
116,52	94,72	22	0,4583333	0,4767813	0,0184
117,58	94,79	23	0,4791667	0,4786693	0,0005
94,07	97,43	24	0,5000000	0,5508085	0,0508
106,60	97,63	25	0,5208333	0,5562923	0,0355
94,72	97,71	26	0,5416667	0,5584646	0,0168
77,11	98,16	27	0,5625000	0,5708354	0,0083
97,63	99,45	28	0,5833333	0,6051693	0,0218
101,52	99,73	29	0,6041667	0,6126303	0,0085
99,45	101,30	30	0,6250000	0,6533624	0,0284
81,38	101,52	31	0,6458333	0,6589657	0,0131
66,43	101,85	32	0,6666667	0,6671013	0,0004
93,39	102,21	33	0,6875000	0,6760418	0,0115
99,73	103,76	34	0,7083333	0,7134236	0,0051
107,45	104,64	35	0,7291667	0,7338015	0,0046
101,30	105,92	36	0,7500000	0,7618279	0,0118
101,85	106,44	37	0,7708333	0,7726416	0,0018
93,21	106,60	38	0,7916667	0,7759829	0,0157
98,16	107,45	39	0,8125000	0,7932224	0,0193
97,71	107,89	40	0,8333333	0,8015988	0,0317
102,21	109,82	41	0,8541667	0,8366040	0,0176
105,92	110,74	42	0,8750000	0,8517512	0,0232
83,98	111,38	43	0,8958333	0,8616042	0,0342
75,02	115,00	44	0,9166667	0,9093376	0,0073
85,15	116,52	45	0,9375000	0,9252168	0,0123
64,01	117,58	46	0,9583333	0,9350046	0,0233
75,01	119,05	47	0,9791667	0,9469122	0,0323
126,58	126,58	48	1,0000000	0,9835546	0,0164

Tabela U – Teste KS referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA(mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
109,27	75,24	1	0,02083333	0,01179789	0,0090
120,27	79,92	2	0,04166667	0,02426982	0,0174
100,76	82,25	3	0,06250000	0,03381189	0,0287
125,93	85,98	4	0,08333333	0,05529798	0,0280
132,18	88,64	5	0,10416667	0,07636885	0,0278
135,79	89,47	6	0,12500000	0,08409815	0,0409
107,98	90,90	7	0,14583333	0,09864078	0,0472
122,19	91,92	8	0,16666667	0,11016248	0,0565
102,86	97,34	9	0,18750000	0,18715655	0,0003
109,68	97,48	10	0,20833333	0,18947086	0,0189
97,48	100,76	11	0,22916667	0,24952536	0,0204
85,98	101,33	12	0,25000000	0,26098584	0,0110
106,08	102,53	13	0,27083333	0,28577793	0,0149
91,92	102,86	14	0,29166667	0,29281519	0,0011
82,25	103,82	15	0,31250000	0,31360179	0,0011
101,33	105,84	16	0,33333333	0,35963490	0,0263
109,23	106,08	17	0,35416667	0,36511663	0,0109
127,80	107,58	18	0,37500000	0,40060999	0,0256
126,97	107,98	19	0,39583333	0,41033067	0,0145
122,80	109,23	20	0,41666667	0,44091692	0,0243
121,38	109,27	21	0,43750000	0,44180603	0,0043
136,49	109,68	22	0,45833333	0,45183917	0,0065
133,90	110,76	23	0,47916667	0,47852647	0,0006
107,58	111,24	24	0,50000000	0,49051878	0,0095
121,90	112,14	25	0,52083333	0,51288252	0,0080
111,24	114,62	26	0,54166667	0,57396843	0,0323
89,47	116,38	27	0,56250000	0,61648530	0,0540
116,75	116,75	28	0,58333333	0,62527363	0,0419
121,39	118,18	29	0,60416667	0,65828650	0,0541
120,35	119,21	30	0,62500000	0,68164541	0,0566
97,34	120,27	31	0,64583333	0,70469155	0,0589
79,92	120,35	32	0,66666667	0,70643310	0,0398
110,76	121,38	33	0,68750000	0,72817445	0,0407
116,38	121,39	34	0,70833333	0,72834873	0,0200
127,08	121,90	35	0,72916667	0,73881718	0,0097
118,18	122,19	36	0,75000000	0,74449744	0,0055
119,21	122,80	37	0,77083333	0,75653689	0,0143
105,84	122,97	38	0,79166667	0,76001625	0,0317
112,14	125,93	39	0,81250000	0,81338721	0,0009
114,62	126,01	40	0,83333333	0,81469852	0,0186
122,97	126,97	41	0,85416667	0,83021716	0,0239
126,01	127,08	42	0,87500000	0,83188485	0,0431
103,82	127,80	43	0,89583333	0,84287189	0,0530
90,90	132,18	44	0,91666667	0,89954833	0,0171
102,53	133,90	45	0,93750000	0,91716759	0,0203
75,24	135,79	46	0,95833333	0,93366846	0,0247
88,64	136,49	47	0,97916667	0,93908622	0,0401
147,07	147,07	48	1,00000000	0,98630172	0,0137

Tabela V – Teste KS referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA(mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
120,63	86,01	1	0,02083333	0,01052405	0,0103
135,25	92,86	2	0,04166667	0,02729680	0,0144
112,97	94,50	3	0,06250000	0,03364908	0,0289
141,39	100,33	4	0,08333333	0,06656344	0,0168
148,66	101,33	5	0,10416667	0,07417414	0,0300
151,84	101,71	6	0,12500000	0,07721530	0,0478
120,63	104,56	7	0,14583333	0,10317344	0,0427
137,29	106,13	8	0,16666667	0,11994522	0,0467
115,56	112,50	9	0,18750000	0,20694788	0,0194
125,48	112,65	10	0,20833333	0,20944617	0,0011
112,50	112,97	11	0,22916667	0,21464906	0,0145
100,33	113,61	12	0,25000000	0,22531621	0,0247
122,59	115,56	13	0,27083333	0,25951609	0,0113
104,56	117,97	14	0,29166667	0,30523700	0,0136
94,50	119,19	15	0,31250000	0,32986923	0,0174
113,61	120,53	16	0,33333333	0,35754631	0,0242
124,45	120,63	17	0,35416667	0,35955243	0,00539
144,15	120,63	18	0,37500000	0,35959908	0,01540
141,93	122,59	19	0,39583333	0,40169104	0,00586
137,10	122,85	20	0,41666667	0,40718842	0,00948
138,29	124,45	21	0,43750000	0,44244990	0,00495
155,65	125,48	22	0,45833333	0,46541307	0,00708
149,56	125,55	23	0,47916667	0,46700232	0,01216
120,53	127,08	24	0,50000000	0,50142551	0,00143
136,59	127,41	25	0,52083333	0,50879690	0,01204
127,08	130,84	26	0,54166667	0,58512013	0,04345
101,33	132,36	27	0,56250000	0,61805326	0,05555
135,10	134,36	28	0,58333333	0,66021679	0,07688
140,45	135,10	29	0,60416667	0,67534830	0,07118
140,40	135,25	30	0,62500000	0,67841071	0,05341
112,65	135,87	31	0,64583333	0,69073170	0,04490
92,86	136,59	32	0,66666667	0,70476466	0,03810
127,41	137,10	33	0,68750000	0,71462354	0,02712
132,36	137,29	34	0,70833333	0,71837016	0,01004
145,90	138,29	35	0,72916667	0,73693993	0,00777
134,36	140,40	36	0,75000000	0,77419427	0,02419
135,87	140,45	37	0,77083333	0,77502491	0,00419
117,97	141,39	38	0,79166667	0,79054400	0,00112
125,55	141,93	39	0,81250000	0,79921220	0,01329
130,84	142,90	40	0,83333333	0,81411728	0,01922
142,90	144,15	41	0,85416667	0,83245108	0,02172
145,28	145,28	42	0,87500000	0,84791556	0,02708
122,85	145,90	43	0,89583333	0,85594089	0,03989
106,13	148,66	44	0,91666667	0,88825729	0,02841
119,19	149,56	45	0,93750000	0,89763352	0,03987
86,01	151,84	46	0,95833333	0,91873077	0,03960
101,71	155,65	47	0,97916667	0,94635816	0,03281
166,73	166,73	48	1,00000000	0,98726938	0,01273

Tabela W – Teste KS referente ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA(mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
135,34	99,96	1	0,02083333	0,01004343	0,01079
154,65	109,61	2	0,04166667	0,03233747	0,00933
128,78	110,36	3	0,06250000	0,03511761	0,02738
161,39	116,68	4	0,08333333	0,06710309	0,01623
169,99	118,63	5	0,10416667	0,08056823	0,02360
172,62	118,90	6	0,12500000	0,08259075	0,04241
137,00	120,92	7	0,14583333	0,09888554	0,04695
156,85	125,85	8	0,16666667	0,14823409	0,01843
132,00	128,78	9	0,18750000	0,18436910	0,00313
145,93	129,51	10	0,20833333	0,19410626	0,01423
131,94	131,94	11	0,22916667	0,22879366	0,00037
118,90	132,00	12	0,25000000	0,22970576	0,02029
143,97	132,47	13	0,27083333	0,23686500	0,03397
120,92	133,66	14	0,29166667	0,25535341	0,03631
110,36	135,34	15	0,31250000	0,28276337	0,02974
129,51	137,00	16	0,33333333	0,31126754	0,02207
144,14	137,30	17	0,35416667	0,31657827	0,03759
165,32	140,77	18	0,37500000	0,37982099	0,00482
161,29	142,90	19	0,39583333	0,42062584	0,02479
155,61	143,97	20	0,41666667	0,44140505	0,02474
160,17	144,14	21	0,43750000	0,44470117	0,00720
180,44	145,93	22	0,45833333	0,47983136	0,02150
169,83	147,48	23	0,47916667	0,51044034	0,03127
137,30	147,59	24	0,50000000	0,51263215	0,01263
155,59	148,97	25	0,52083333	0,53979194	0,01896
147,59	151,84	26	0,54166667	0,59554595	0,05388
116,68	153,04	27	0,56250000	0,61831852	0,05582
158,85	154,65	28	0,58333333	0,64837997	0,06505
165,12	155,31	29	0,60416667	0,66042133	0,05625
166,35	155,59	30	0,62500000	0,66542517	0,04043
132,47	155,61	31	0,64583333	0,66577385	0,01994
109,61	156,85	32	0,66666667	0,68780236	0,02114
148,97	157,43	33	0,68750000	0,69792281	0,01042
153,04	158,85	34	0,70833333	0,72196718	0,01363
170,27	160,17	35	0,72916667	0,74341117	0,01424
155,31	161,29	36	0,75000000	0,76094441	0,01094
157,43	161,39	37	0,77083333	0,76247022	0,00836
133,66	165,12	38	0,79166667	0,81556351	0,02390
142,90	165,32	39	0,81250000	0,81829505	0,00580
151,84	166,35	40	0,83333333	0,83140353	0,00193
168,68	168,68	41	0,85416667	0,85879606	0,00463
170,23	169,83	42	0,87500000	0,87112734	0,00387
147,48	169,99	43	0,89583333	0,87275811	0,02308
125,85	170,23	44	0,91666667	0,87523465	0,04143
140,77	170,27	45	0,93750000	0,87560932	0,06189
99,96	172,62	46	0,95833333	0,89794663	0,06039
118,63	180,44	47	0,97916667	0,95122015	0,02795
192,18	192,18	48	1,00000000	0,98736964	0,01263

Tabela X – Teste KS referente ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA(mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
146,35	110,41	1	0,02083333	0,01011737	0,0107
169,19	122,16	2	0,04166667	0,03655923	0,0051
140,63	122,24	3	0,06250000	0,03685381	0,0256
176,38	128,18	4	0,08333333	0,06418401	0,0191
185,97	131,30	5	0,10416667	0,08386553	0,0203
188,19	132,81	6	0,12500000	0,09486262	0,0301
149,27	133,17	7	0,14583333	0,09764050	0,0482
171,50	140,62	8	0,16666667	0,16872442	0,0021
144,31	140,63	9	0,18750000	0,16882086	0,0187
161,26	141,42	10	0,20833333	0,17797768	0,0304
146,50	144,31	11	0,22916667	0,21399585	0,0152
132,81	145,41	12	0,25000000	0,22871588	0,0213
159,99	146,35	13	0,27083333	0,24177884	0,0291
133,17	146,50	14	0,29166667	0,24385000	0,0478
122,24	147,32	15	0,31250000	0,25556032	0,0569
141,42	149,27	16	0,33333333	0,28464368	0,0487
158,90	149,87	17	0,35416667	0,29391101	0,0603
181,19	155,91	18	0,37500000	0,39368631	0,0187
175,80	156,93	19	0,39583333	0,41157258	0,0157
169,48	158,90	20	0,41666667	0,44636967	0,0297
176,57	159,99	21	0,43750000	0,46591311	0,0284
199,03	161,26	22	0,45833333	0,48862277	0,0303
185,02	162,96	23	0,47916667	0,51928799	0,0401
149,87	165,13	24	0,50000000	0,55808263	0,0581
169,83	165,94	25	0,52083333	0,57251998	0,0517
162,96	167,58	26	0,54166667	0,60124218	0,0596
128,18	168,53	27	0,56250000	0,61781962	0,0553
176,65	169,19	28	0,58333333	0,62904266	0,0457
183,60	169,48	29	0,60416667	0,63401688	0,0299
185,80	169,83	30	0,62500000	0,63993256	0,0149
147,32	171,01	31	0,64583333	0,65967536	0,0138
122,16	171,50	32	0,66666667	0,66775817	0,0011
165,13	173,59	33	0,68750000	0,70117562	0,0137
168,53	175,80	34	0,70833333	0,73483391	0,0265
188,52	176,38	35	0,72916667	0,74334147	0,0142
171,01	176,57	36	0,75000000	0,74605877	0,0039
173,59	176,65	37	0,77083333	0,74723059	0,0236
145,41	181,19	38	0,79166667	0,80802144	0,0164
155,91	183,60	39	0,81250000	0,83630764	0,0238
167,58	185,02	40	0,83333333	0,85159003	0,0183
188,00	185,80	41	0,85416667	0,85961180	0,0054
188,92	185,97	42	0,87500000	0,86131851	0,0137
165,94	188,00	43	0,89583333	0,88059225	0,0152
140,62	188,19	44	0,91666667	0,88230198	0,0344
156,93	188,52	45	0,93750000	0,88520270	0,0523
110,41	188,92	46	0,95833333	0,88864521	0,0697
131,30	199,03	47	0,97916667	0,95304302	0,0261
211,25	211,25	48	1,00000000	0,98700637	0,0130

Tabela Y – Teste KS referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
82,86	49,84	1	0,02083333	0,02365858	0,0028
85,43	50,20	2	0,04166667	0,02522030	0,0164
72,37	52,63	3	0,06250000	0,03830516	0,0242
90,01	53,78	4	0,08333333	0,04617581	0,0372
93,87	55,49	5	0,10416667	0,06032993	0,0438
98,47	58,26	6	0,12500000	0,08998730	0,0350
78,58	59,58	7	0,14583333	0,10744722	0,0384
87,07	61,76	8	0,16666667	0,14139512	0,0253
73,34	61,92	9	0,18750000	0,14414371	0,0434
72,95	62,55	10	0,20833333	0,15539475	0,0529
62,57	62,57	11	0,22916667	0,15585794	0,0733
52,63	63,79	12	0,25000000	0,17907948	0,0709
67,69	67,69	13	0,27083333	0,26727237	0,0036
62,55	72,04	14	0,29166667	0,38623446	0,0946
53,78	72,37	15	0,31250000	0,39575612	0,0833
72,78	72,78	16	0,33333333	0,40808131	0,0747
73,87	72,95	17	0,35416667	0,41301979	0,05885
89,78	73,34	18	0,37500000	0,42469458	0,04969
92,20	73,74	19	0,39583333	0,43674438	0,04091
89,55	73,87	20	0,41666667	0,44049827	0,02383
82,09	74,11	21	0,43750000	0,44767838	0,01018
91,96	74,41	22	0,45833333	0,45692085	0,00141
97,50	76,67	23	0,47916667	0,52555966	0,04639
77,46	76,91	24	0,50000000	0,53287981	0,03288
87,78	77,09	25	0,52083333	0,53841197	0,01758
74,41	77,46	26	0,54166667	0,54946434	0,00780
61,92	77,67	27	0,56250000	0,55586239	0,00664
74,11	78,58	28	0,58333333	0,58302107	0,00031
77,09	79,25	29	0,60416667	0,60295731	0,00121
73,74	80,49	30	0,62500000	0,63906900	0,01407
61,76	80,55	31	0,64583333	0,64076467	0,00507
49,84	80,98	32	0,66666667	0,65277498	0,01389
72,04	81,22	33	0,68750000	0,65951191	0,02799
79,25	82,09	34	0,70833333	0,68353169	0,02480
83,32	82,86	35	0,72916667	0,70426602	0,02490
80,55	83,32	36	0,75000000	0,71633607	0,03366
80,49	85,43	37	0,77083333	0,76820662	0,00263
77,67	87,07	38	0,79166667	0,80448691	0,01282
80,98	87,78	39	0,81250000	0,81905555	0,00656
76,91	89,55	40	0,83333333	0,85252721	0,01919
76,67	89,78	41	0,85416667	0,85642734	0,00226
81,22	90,01	42	0,87500000	0,86047042	0,01453
59,58	91,96	43	0,89583333	0,89081473	0,00502
55,49	92,20	44	0,91666667	0,89427750	0,02239
63,79	93,87	45	0,93750000	0,91577318	0,02173
50,20	97,50	46	0,95833333	0,95096674	0,00737
58,26	98,47	47	0,97916667	0,95802618	0,02114
101,38	101,38	48	1,00000000	0,97440658	0,02559

Tabela Z – Teste KS referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
20,24	19,20	1	0,02083333	0,0307105	0,0099
26,70	20,24	2	0,04166667	0,0512532	0,0096
21,76	21,12	3	0,06250000	0,0759750	0,0135
27,53	21,60	4	0,08333333	0,0925311	0,0092
29,36	21,76	5	0,10416667	0,0989363	0,0052
28,60	21,83	6	0,12500000	0,1014377	0,0236
22,54	21,88	7	0,14583333	0,1037417	0,0421
26,92	22,52	8	0,16666667	0,1320420	0,0346
22,63	22,54	9	0,18750000	0,1331200	0,0544
28,15	22,63	10	0,20833333	0,1375083	0,0708
26,76	23,05	11	0,22916667	0,1599799	0,0692
25,56	23,09	12	0,25000000	0,1617274	0,0883
29,43	23,29	13	0,27083333	0,1731122	0,0977
22,52	23,89	14	0,29166667	0,2103642	0,0813
21,83	25,48	15	0,31250000	0,3287052	0,0162
21,88	25,56	16	0,33333333	0,3353960	0,0021
27,11	26,16	17	0,35416667	0,3860351	0,0319
29,14	26,65	18	0,37500000	0,4293399	0,0543
26,65	26,70	19	0,39583333	0,4338465	0,0380
25,48	26,76	20	0,41666667	0,4387213	0,0221
30,12	26,92	21	0,43750000	0,4532683	0,0158
34,13	27,11	22	0,45833333	0,4703518	0,0120
27,90	27,14	23	0,47916667	0,4731279	0,0060
23,09	27,28	24	0,50000000	0,4857031	0,0143
26,16	27,53	25	0,52083333	0,5089521	0,0119
28,23	27,90	26	0,54166667	0,5419245	0,0003
21,12	28,15	27	0,56250000	0,5645911	0,0021
32,69	28,23	28	0,58333333	0,5714922	0,0118
33,96	28,46	29	0,60416667	0,5922906	0,0119
35,72	28,60	30	0,62500000	0,6045277	0,0205
27,28	28,84	31	0,64583333	0,6249473	0,0209
23,05	28,90	32	0,66666667	0,6305753	0,0361
29,68	29,14	33	0,68750000	0,6508386	0,0367
28,46	29,36	34	0,70833333	0,6689353	0,0394
33,54	29,43	35	0,72916667	0,6742247	0,0549
28,84	29,68	36	0,75000000	0,6944651	0,0555
29,68	29,68	37	0,77083333	0,6947044	0,0761
21,60	29,69	38	0,79166667	0,6958949	0,0958
23,89	30,12	39	0,81250000	0,7288901	0,0836
28,90	32,69	40	0,83333333	0,8835362	0,0502
35,49	33,54	41	0,85416667	0,9169908	0,0628
34,34	33,91	42	0,87500000	0,9290994	0,0541
33,91	33,96	43	0,89583333	0,9305394	0,0347
27,14	34,13	44	0,91666667	0,9357924	0,0191
29,69	34,34	45	0,93750000	0,9413751	0,0039
19,20	35,03	46	0,95833333	0,9575656	0,0008
23,29	35,49	47	0,97916667	0,9663011	0,0129
35,03	35,72	48	1,00000000	0,9700367	0,0300

Tabela AA – Teste KS referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
0,063	0,036	1	0,02083333	0,06260279	0,0418
0,048	0,036	2	0,04166667	0,06633537	0,0247
0,059	0,037	3	0,06250000	0,07458324	0,0121
0,047	0,037	4	0,08333333	0,08868009	0,0053
0,044	0,038	5	0,10416667	0,09329769	0,0109
0,045	0,038	6	0,12500000	0,09755881	0,0274
0,057	0,038	7	0,14583333	0,09871447	0,0471
0,048	0,038	8	0,16666667	0,10825452	0,0584
0,057	0,039	9	0,18750000	0,13351306	0,0540
0,046	0,043	10	0,20833333	0,24683796	0,0385
0,048	0,043	11	0,22916667	0,27201508	0,0428
0,050	0,043	12	0,25000000	0,27293540	0,0229
0,044	0,043	13	0,27083333	0,27312047	0,0023
0,057	0,044	14	0,29166667	0,28890771	0,0028
0,059	0,044	15	0,31250000	0,29307802	0,0194
0,059	0,044	16	0,33333333	0,30749453	0,0258
0,047	0,044	17	0,35416667	0,32392445	0,0302
0,044	0,044	18	0,37500000	0,32854442	0,0465
0,048	0,045	19	0,39583333	0,34552367	0,0503
0,050	0,045	20	0,41666667	0,35586843	0,0608
0,043	0,045	21	0,43750000	0,37375679	0,0637
0,038	0,046	22	0,45833333	0,37978064	0,0786
0,046	0,046	23	0,47916667	0,39988903	0,0793
0,056	0,047	24	0,50000000	0,43007107	0,0699
0,049	0,047	25	0,52083333	0,45205736	0,0688
0,045	0,047	26	0,54166667	0,46420495	0,0775
0,061	0,047	27	0,56250000	0,46691149	0,0956
0,039	0,048	28	0,58333333	0,48376902	0,0996
0,038	0,048	29	0,60416667	0,49840394	0,1058
0,036	0,048	30	0,62500000	0,50336735	0,1216
0,047	0,048	31	0,64583333	0,50798253	0,1379
0,056	0,049	32	0,66666667	0,55368433	0,1130
0,043	0,050	33	0,68750000	0,61040363	0,0771
0,045	0,050	34	0,70833333	0,61817419	0,0902
0,038	0,054	35	0,72916667	0,76649560	0,0373
0,044	0,055	36	0,75000000	0,81698470	0,0670
0,043	0,056	37	0,77083333	0,83263809	0,0618
0,059	0,056	38	0,79166667	0,83504614	0,0434
0,054	0,057	39	0,81250000	0,86604652	0,0535
0,044	0,057	40	0,83333333	0,87208731	0,0388
0,036	0,057	41	0,85416667	0,87356948	0,0194
0,037	0,059	42	0,87500000	0,91195855	0,0370
0,038	0,059	43	0,89583333	0,91501362	0,0192
0,047	0,059	44	0,91666667	0,91831275	0,0016
0,043	0,059	45	0,93750000	0,92666600	0,0108
0,067	0,061	46	0,95833333	0,94742487	0,0109
0,055	0,063	47	0,97916667	0,97479796	0,0044
0,037	0,067	48	1,00000000	0,99170590	0,0083

Tabela BB – Teste KS referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
73,75	39,47	1	0,02083333	0,0276816	0,0068
73,42	41,13	2	0,04166667	0,0372361	0,0044
62,57	41,56	3	0,06250000	0,0401458	0,0224
77,62	43,28	4	0,08333333	0,0535169	0,0298
80,66	43,95	5	0,10416667	0,0596201	0,0445
85,60	44,32	6	0,12500000	0,0631591	0,0618
68,43	47,78	7	0,14583333	0,1051754	0,0407
74,95	49,48	8	0,16666667	0,1319823	0,0347
63,16	50,43	9	0,18750000	0,1487995	0,0387
60,28	50,53	10	0,20833333	0,1507846	0,0575
50,53	52,41	11	0,22916667	0,1885115	0,0407
41,13	52,42	12	0,25000000	0,1886587	0,0613
54,45	54,45	13	0,27083333	0,2355607	0,0353
52,42	57,67	14	0,29166667	0,3213192	0,0297
43,95	58,69	15	0,31250000	0,3509767	0,0385
62,94	59,39	16	0,33333333	0,3721511	0,0388
61,67	60,28	17	0,35416667	0,3991825	0,0450
76,66	60,70	18	0,37500000	0,4120494	0,0370
80,21	61,67	19	0,39583333	0,4424645	0,0466
78,08	61,71	20	0,41666667	0,4437001	0,0270
68,53	61,81	21	0,43750000	0,4469942	0,0095
76,60	62,57	22	0,45833333	0,4710382	0,0127
84,95	62,94	23	0,47916667	0,4825948	0,0034
67,07	63,16	24	0,50000000	0,4896896	0,0103
76,00	63,90	25	0,52083333	0,5133698	0,0075
61,71	65,76	26	0,54166667	0,5722086	0,0305
52,41	66,44	27	0,56250000	0,5932497	0,0307
59,39	67,07	28	0,58333333	0,6126048	0,0293
61,81	67,14	29	0,60416667	0,6146870	0,0105
57,67	67,57	30	0,62500000	0,6279622	0,0030
49,48	67,95	31	0,64583333	0,6392591	0,0066
39,47	68,23	32	0,66666667	0,6475915	0,0191
58,69	68,43	33	0,68750000	0,6535688	0,0339
66,44	68,53	34	0,70833333	0,6564670	0,0519
68,23	70,23	35	0,72916667	0,7047024	0,0245
67,57	73,42	36	0,75000000	0,7859693	0,0360
67,14	73,75	37	0,77083333	0,7936899	0,0229
67,95	74,95	38	0,79166667	0,8199550	0,0283
70,23	76,00	39	0,81250000	0,8410787	0,0286
63,90	76,60	40	0,83333333	0,8522579	0,0189
60,70	76,66	41	0,85416667	0,8534464	0,0007
65,76	77,62	42	0,87500000	0,8703256	0,0047
44,32	78,08	43	0,89583333	0,8779776	0,0179
43,28	80,21	44	0,91666667	0,9089611	0,0077
50,43	80,66	45	0,93750000	0,9147306	0,0228
41,56	84,95	46	0,95833333	0,9566074	0,0017
47,78	85,60	47	0,97916667	0,9611849	0,0180
85,61	85,61	48	1,00000000	0,9612784	0,0387

Tabela CC – Teste KS referente ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
77,50	45,48	1	0,02083333	0,01455267	0,0063
84,50	47,52	2	0,04166667	0,02166266	0,0200
68,20	52,85	3	0,06250000	0,05494813	0,0076
82,09	53,62	4	0,08333333	0,06213537	0,0212
94,27	54,70	5	0,10416667	0,07331973	0,0308
94,21	54,78	6	0,12500000	0,07418474	0,0508
81,07	55,18	7	0,14583333	0,07871998	0,0671
83,41	59,57	8	0,16666667	0,14307259	0,0236
66,58	61,10	9	0,18750000	0,17229222	0,0152
73,56	61,79	10	0,20833333	0,18653065	0,0218
63,50	63,50	11	0,22916667	0,22514484	0,0040
52,85	64,75	12	0,25000000	0,25579442	0,0058
65,58	65,16	13	0,27083333	0,26634328	0,0045
61,10	65,58	14	0,29166667	0,27744454	0,0142
54,78	66,58	15	0,31250000	0,30442534	0,0081
65,16	67,91	16	0,33333333	0,34238808	0,0091
71,04	68,20	17	0,35416667	0,35080318	0,00336
86,93	68,59	18	0,37500000	0,36241931	0,01258
89,20	69,98	19	0,39583333	0,40442662	0,00859
87,34	70,56	20	0,41666667	0,42232298	0,00566
75,71	71,04	21	0,43750000	0,43699562	0,00050
92,98	72,73	22	0,45833333	0,49029521	0,03196
89,31	73,56	23	0,47916667	0,51628946	0,03712
74,42	74,42	24	0,50000000	0,54363617	0,04364
79,28	75,57	25	0,52083333	0,57925893	0,05843
69,98	75,71	26	0,54166667	0,58373268	0,04207
61,79	75,72	27	0,56250000	0,58396971	0,02147
67,91	75,78	28	0,58333333	0,58580683	0,00247
70,56	75,80	29	0,60416667	0,58650707	0,01766
75,72	77,50	30	0,62500000	0,63784358	0,01284
64,75	77,95	31	0,64583333	0,65134517	0,00551
47,52	78,54	32	0,66666667	0,66839527	0,00173
68,59	79,18	33	0,68750000	0,686442323	0,00106
75,80	79,28	34	0,70833333	0,689313467	0,01902
82,04	81,07	35	0,72916667	0,737502165	0,00834
79,18	82,04	36	0,75000000	0,761995085	0,01200
78,54	82,09	37	0,77083333	0,763236306	0,00760
75,78	83,41	38	0,79166667	0,79411305	0,00245
83,74	83,74	39	0,81250000	0,801618724	0,01088
72,73	84,50	40	0,83333333	0,817749561	0,01558
75,57	86,93	41	0,85416667	0,864169725	0,01000
77,95	87,34	42	0,87500000	0,871168092	0,00383
55,18	89,20	43	0,89583333	0,899640964	0,00381
53,62	89,31	44	0,91666667	0,901179767	0,01549
59,57	92,98	45	0,93750000	0,942748794	0,00525
45,48	94,21	46	0,95833333	0,953081292	0,00525
54,70	94,27	47	0,97916667	0,953587191	0,02558
94,65	94,65	48	1,00000000	0,956456423	0,04354

Tabela DD – Teste KS referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
91,27	61,22	1	0,0208333	0,0084438	0,0124
105,80	65,90	2	0,0416667	0,0188716	0,0228
88,55	74,22	3	0,0625000	0,0636712	0,0012
101,45	75,47	4	0,0833333	0,0747146	0,0086
125,64	75,85	5	0,1041667	0,0783936	0,0258
114,35	77,21	6	0,1250000	0,0925330	0,0325
104,17	80,28	7	0,1458333	0,1310524	0,0148
107,02	80,61	8	0,1666667	0,1358374	0,0308
84,37	80,90	9	0,1875000	0,1400179	0,0475
100,68	82,04	10	0,2083333	0,1576769	0,0507
89,49	84,37	11	0,2291667	0,1977810	0,0314
77,21	87,38	12	0,2500000	0,2581078	0,0081
95,67	88,55	13	0,2708333	0,2839186	0,0131
82,04	88,92	14	0,2916667	0,2923631	0,0007
75,85	89,49	15	0,3125000	0,3055475	0,0070
80,28	91,27	16	0,3333333	0,3481027	0,0148
97,09	91,64	17	0,3541667	0,3574090	0,0032
114,09	93,23	18	0,3750000	0,3975303	0,0225
113,26	95,67	19	0,3958333	0,4609997	0,0652
109,76	96,02	20	0,4166667	0,4704459	0,0538
101,22	97,09	21	0,4375000	0,4988278	0,0613
127,09	98,49	22	0,4583333	0,5357311	0,0774
108,71	98,80	23	0,4791667	0,5439850	0,0648
91,64	99,04	24	0,5000000	0,5504385	0,0504
100,01	100,01	25	0,5208333	0,5758488	0,0550
93,23	100,68	26	0,5416667	0,5931556	0,0515
80,61	101,00	27	0,5625000	0,6015040	0,0390
99,04	101,22	28	0,5833333	0,6069874	0,0237
101,50	101,45	29	0,6041667	0,6128562	0,0087
103,23	101,50	30	0,6250000	0,6140494	0,0110
88,92	101,59	31	0,6458333	0,6164782	0,0294
65,90	103,23	32	0,6666667	0,6573537	0,0093
98,49	104,17	33	0,6875000	0,6799895	0,0075
101,00	104,24	34	0,7083333	0,6817108	0,0266
118,99	104,38	35	0,7291667	0,6850827	0,0441
104,24	105,46	36	0,7500000	0,7100334	0,0400
105,46	105,80	37	0,7708333	0,7177536	0,0531
96,02	107,02	38	0,7916667	0,7445676	0,0471
101,59	107,48	39	0,8125000	0,7541984	0,0583
98,80	108,71	40	0,8333333	0,7793096	0,0540
104,38	109,76	41	0,8541667	0,7994754	0,0547
107,48	113,26	42	0,8750000	0,8582912	0,0167
74,22	114,09	43	0,8958333	0,8702181	0,0256
80,90	114,35	44	0,9166667	0,8738874	0,0428
87,38	118,99	45	0,9375000	0,9270023	0,0105
61,22	125,64	46	0,9583333	0,9710119	0,0127
75,47	127,09	47	0,9791667	0,9768545	0,0023
127,80	127,80	48	1,0000000	0,9793202	0,0207

Tabela EE – Teste KS referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
100,39	71,65	1	0,02083333	0,00841157	0,0124
119,90	78,08	2	0,04166667	0,02171713	0,0199
102,02	86,82	3	0,06250000	0,06484509	0,0023
114,26	89,21	4	0,08333333	0,08420694	0,0009
146,41	89,80	5	0,10416667	0,08956746	0,0146
127,69	90,29	6	0,12500000	0,09421945	0,0308
119,46	93,08	7	0,14583333	0,12415536	0,0217
122,66	93,35	8	0,16666667	0,12739075	0,0393
96,14	95,91	9	0,18750000	0,16082456	0,0267
118,64	96,14	10	0,20833333	0,16415126	0,0442
106,70	98,96	11	0,22916667	0,20744785	0,0217
93,35	100,39	12	0,25000000	0,23182150	0,0182
115,58	102,02	13	0,27083333	0,26159818	0,0092
95,91	103,05	14	0,29166667	0,28113432	0,0105
89,80	104,93	15	0,31250000	0,31883481	0,0063
90,29	105,79	16	0,33333333	0,33685912	0,0035
114,35	106,70	17	0,35416667	0,35618764	0,0020
132,07	108,63	18	0,37500000	0,39834153	0,0233
129,19	109,43	19	0,39583333	0,41627268	0,0204
124,61	113,41	20	0,41666667	0,50723379	0,0906
118,11	113,74	21	0,43750000	0,51492034	0,0774
149,68	114,26	22	0,45833333	0,52691479	0,0686
121,55	114,35	23	0,47916667	0,52880758	0,0496
103,05	115,58	24	0,50000000	0,55714316	0,0571
113,74	116,06	25	0,52083333	0,56787133	0,0470
108,63	117,69	26	0,54166667	0,60460820	0,0629
93,08	118,11	27	0,56250000	0,61380121	0,0513
119,65	118,28	28	0,58333333	0,61755470	0,0342
121,97	118,64	29	0,60416667	0,62549407	0,0213
121,44	119,46	30	0,62500000	0,64331906	0,0183
104,93	119,65	31	0,64583333	0,64748520	0,0017
78,08	119,90	32	0,66666667	0,65281027	0,0139
118,28	120,83	33	0,68750000	0,67241496	0,0151
117,69	121,44	34	0,70833333	0,68500611	0,0233
143,46	121,55	35	0,72916667	0,68723151	0,0419
120,83	121,97	36	0,75000000	0,69578597	0,0542
123,28	122,66	37	0,77083333	0,70939348	0,0614
109,43	123,28	38	0,79166667	0,72159538	0,0701
113,41	123,46	39	0,81250000	0,72511811	0,0874
116,06	124,61	40	0,83333333	0,74671053	0,0866
123,46	127,02	41	0,85416667	0,78917362	0,0650
127,02	127,69	42	0,87500000	0,80005512	0,0749
86,82	129,19	43	0,89583333	0,82346972	0,0724
98,96	132,07	44	0,91666667	0,86313988	0,0535
105,79	143,46	45	0,93750000	0,96006171	0,0226
71,65	146,41	46	0,95833333	0,97266781	0,0143
89,21	149,68	47	0,97916667	0,98259315	0,0034
149,75	149,75	48	1,00000000	0,98276352	0,0172

Tabela FF – Teste KS referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
109,13	81,65	1	0,02083333	0,00933418	0,0115
133,43	89,76	2	0,04166667	0,02594851	0,0157
114,95	98,91	3	0,06250000	0,06896816	0,0065
126,55	99,89	4	0,08333333	0,07577472	0,0076
166,33	102,40	5	0,10416667	0,09544200	0,0087
140,48	103,18	6	0,12500000	0,10229036	0,0227
134,13	105,03	7	0,14583333	0,11990170	0,0259
137,65	107,44	8	0,16666667	0,14588790	0,0208
107,44	108,83	9	0,18750000	0,16238788	0,0251
135,87	109,13	10	0,20833333	0,16622686	0,0421
123,21	109,21	11	0,22916667	0,16719952	0,0620
108,83	113,98	12	0,25000000	0,23415730	0,0158
134,69	114,95	13	0,27083333	0,24932148	0,0215
109,21	116,28	14	0,29166667	0,27105289	0,0206
103,18	120,28	15	0,31250000	0,34149751	0,0290
99,89	122,28	16	0,33333333	0,37921184	0,0459
130,89	123,21	17	0,35416667	0,39699974	0,04283
149,32	123,39	18	0,37500000	0,40057407	0,02557
144,47	123,46	19	0,39583333	0,40184370	0,00601
138,85	124,74	20	0,41666667	0,42703043	0,01036
134,31	126,55	21	0,43750000	0,46308255	0,02558
171,35	126,91	22	0,45833333	0,47016739	0,01183
133,87	130,89	23	0,47916667	0,54999389	0,07083
113,98	132,61	24	0,50000000	0,58395124	0,08395
126,91	133,43	25	0,52083333	0,60004736	0,07921
123,39	133,70	26	0,54166667	0,60517031	0,06350
105,03	133,87	27	0,56250000	0,60852433	0,04602
139,43	134,13	28	0,58333333	0,61351439	0,03018
141,62	134,31	29	0,60416667	0,61690092	0,01273
138,92	134,69	30	0,62500000	0,62425437	0,00075
120,28	135,87	31	0,64583333	0,64646698	0,00063
89,76	136,75	32	0,66666667	0,66291321	0,00375
137,26	137,26	33	0,68750000	0,67221362	0,01529
133,70	137,65	34	0,70833333	0,67928022	0,02905
166,92	138,85	35	0,72916667	0,70049417	0,02867
136,75	138,92	36	0,75000000	0,70169576	0,04830
140,37	139,43	37	0,77083333	0,71053598	0,06030
122,28	140,37	38	0,79166667	0,72662145	0,06505
124,74	140,48	39	0,81250000	0,72839948	0,08410
132,61	141,62	40	0,83333333	0,74704929	0,08628
141,76	141,76	41	0,85416667	0,74936962	0,10480
145,77	144,47	42	0,87500000	0,79070033	0,08430
98,91	145,77	43	0,89583333	0,80902181	0,08681
116,28	149,32	44	0,91666667	0,85373725	0,06293
123,46	166,33	45	0,93750000	0,97183099	0,03433
81,65	166,92	46	0,95833333	0,97371123	0,01538
102,40	170,80	47	0,97916667	0,98356580	0,00440
170,80	171,35	48	1,00000000	0,98465688	0,01534

Tabela GG– Teste KS referente ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
120,46	94,59	1	0,02083333	0,01116212	0,00967
150,95	104,88	2	0,04166667	0,03240593	0,00926
131,68	112,32	3	0,06250000	0,06311196	0,00061
142,46	114,56	4	0,08333333	0,07580511	0,00753
192,11	119,47	5	0,10416667	0,11034678	0,00618
157,04	120,46	6	0,12500000	0,11847975	0,00652
153,12	120,50	7	0,14583333	0,11887886	0,02695
157,06	120,51	8	0,16666667	0,11893358	0,04773
122,07	122,07	9	0,18750000	0,13265875	0,05484
158,16	126,43	10	0,20833333	0,17667363	0,03166
144,57	128,14	11	0,22916667	0,19621857	0,03295
128,86	128,86	12	0,25000000	0,20481913	0,04518
159,42	131,68	13	0,27083333	0,24059640	0,03024
126,43	138,70	14	0,29166667	0,34272800	0,05106
120,50	138,93	15	0,31250000	0,34624412	0,03374
112,32	139,41	16	0,33333333	0,35390261	0,02057
152,31	140,15	17	0,35416667	0,36571035	0,01154
171,64	142,46	18	0,37500000	0,40335864	0,02836
164,25	142,50	19	0,39583333	0,40397664	0,00814
157,28	143,95	20	0,41666667	0,42809151	0,01142
155,27	144,57	21	0,43750000	0,43845689	0,00096
199,39	146,32	22	0,45833333	0,46795496	0,00962
149,82	149,82	23	0,47916667	0,52736147	0,04819
128,14	150,95	24	0,50000000	0,54649942	0,04650
143,95	152,31	25	0,52083333	0,56948362	0,04865
142,50	153,12	26	0,54166667	0,58290790	0,04124
120,51	154,04	27	0,56250000	0,59813610	0,03564
165,02	154,42	28	0,58333333	0,60437585	0,02104
167,04	155,27	29	0,60416667	0,61838920	0,01422
161,53	157,04	30	0,62500000	0,64671484	0,02171
140,15	157,06	31	0,64583333	0,64708899	0,00126
104,88	157,28	32	0,66666667	0,65050804	0,01616
161,83	157,36	33	0,68750000	0,65171438	0,03579
154,42	158,16	34	0,70833333	0,66434277	0,04399
197,30	159,42	35	0,72916667	0,68366089	0,04551
157,36	161,53	36	0,75000000	0,71494354	0,03506
162,50	161,83	37	0,77083333	0,71931336	0,05152
138,93	162,50	38	0,79166667	0,72880240	0,06286
139,41	164,25	39	0,81250000	0,75294316	0,05956
154,04	165,02	40	0,83333333	0,76314780	0,07019
165,45	165,45	41	0,85416667	0,76880966	0,08536
170,04	167,04	42	0,87500000	0,78896802	0,08603
114,56	170,04	43	0,89583333	0,82397287	0,07186
138,70	171,64	44	0,91666667	0,84106428	0,07560
146,32	192,11	45	0,93750000	0,96933548	0,03184
94,59	197,30	46	0,95833333	0,98178293	0,02345
119,47	198,05	47	0,97916667	0,98318053	0,00401
198,05	199,39	48	1,00000000	0,98542622	0,01457

Tabela HH – Teste KS referente ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
128,94	104,29	1	0,02083333	0,01274564	0,0081
164,07	116,20	2	0,04166667	0,03745518	0,0042
144,21	121,64	3	0,06250000	0,05769581	0,0048
154,39	126,29	4	0,08333333	0,08110177	0,0022
211,43	128,94	5	0,10416667	0,09734414	0,0068
169,45	132,11	6	0,12500000	0,11970651	0,0053
167,35	132,26	7	0,14583333	0,12086966	0,0250
171,61	133,03	8	0,16666667	0,12684228	0,0398
133,03	133,48	9	0,18750000	0,13047439	0,0570
174,87	138,75	10	0,20833333	0,17774240	0,0306
160,58	139,33	11	0,22916667	0,18356720	0,0456
143,87	143,87	12	0,25000000	0,23293625	0,0171
177,95	144,21	13	0,27083333	0,23695019	0,0339
139,33	150,40	14	0,29166667	0,31533824	0,0237
133,48	151,40	15	0,31250000	0,32886556	0,0164
121,64	154,39	16	0,33333333	0,37094476	0,0376
168,37	155,04	17	0,35416667	0,38040311	0,0262
188,37	155,50	18	0,37500000	0,38709378	0,0121
179,07	156,73	19	0,39583333	0,40498815	0,0092
171,09	156,82	20	0,41666667	0,40643602	0,0102
170,99	160,58	21	0,43750000	0,46261122	0,0251
220,41	161,77	22	0,45833333	0,48051381	0,0222
161,77	163,45	23	0,47916667	0,50608816	0,0269
138,75	164,07	24	0,50000000	0,51547160	0,0155
156,73	167,35	25	0,52083333	0,56487614	0,0440
156,82	168,37	26	0,54166667	0,58006360	0,0384
132,11	169,45	27	0,56250000	0,59609852	0,0336
184,20	169,94	28	0,58333333	0,60335287	0,0200
186,10	170,09	29	0,60416667	0,60557522	0,0014
178,48	170,99	30	0,62500000	0,61858636	0,0064
155,04	171,09	31	0,64583333	0,62009894	0,0257
116,20	171,61	32	0,66666667	0,62756215	0,0391
180,25	172,80	33	0,68750000	0,64449786	0,0430
169,94	174,87	34	0,70833333	0,67344624	0,0349
220,06	177,95	35	0,72916667	0,71450780	0,0147
172,80	178,48	36	0,75000000	0,72124804	0,0288
179,08	179,07	37	0,77083333	0,72877749	0,0421
151,40	179,08	38	0,79166667	0,72890107	0,0628
150,40	180,25	39	0,81250000	0,74339631	0,0691
170,09	183,20	40	0,83333333	0,77820703	0,0551
183,20	184,20	41	0,85416667	0,78927127	0,0649
188,23	186,10	42	0,87500000	0,80955494	0,0654
126,29	188,23	43	0,89583333	0,83078520	0,0650
155,50	188,37	44	0,91666667	0,83217438	0,0845
163,45	211,43	45	0,93750000	0,96707834	0,0296
104,29	218,48	46	0,95833333	0,98244851	0,0241
132,26	220,06	47	0,97916667	0,98489458	0,0057
218,48	220,41	48	1,00000000	0,98539961	0,0146

Tabela II – Teste KS referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
80,05	48,40	1	0,02083333	0,01227747	0,0086
88,45	50,93	2	0,04166667	0,02004229	0,0216
71,98	57,37	3	0,06250000	0,05991102	0,0026
85,69	58,56	4	0,08333333	0,07163417	0,0117
100,10	58,69	5	0,10416667	0,07300688	0,0312
97,95	58,70	6	0,12500000	0,07307139	0,0519
85,36	58,72	7	0,14583333	0,07329789	0,0725
87,80	64,73	8	0,16666667	0,16178994	0,0049
69,88	64,99	9	0,18750000	0,16671942	0,0208
78,60	65,29	10	0,20833333	0,17244634	0,0359
68,33	67,97	11	0,22916667	0,23043550	0,0013
57,37	68,33	12	0,25000000	0,23908535	0,0109
71,17	69,24	13	0,27083333	0,26135868	0,0095
64,99	69,88	14	0,29166667	0,27770775	0,0140
58,70	71,17	15	0,31250000	0,31205103	0,0004
67,97	71,98	16	0,33333333	0,33450001	0,0012
75,88	73,70	17	0,35416667	0,38397665	0,02981
91,97	74,15	18	0,37500000	0,39735345	0,02235
93,67	74,30	19	0,39583333	0,40200958	0,00618
91,51	75,88	20	0,41666667	0,44963512	0,03297
80,45	76,31	21	0,43750000	0,46291718	0,02542
99,32	77,58	22	0,45833333	0,50179974	0,04347
92,92	77,62	23	0,47916667	0,50327824	0,02411
77,62	78,60	24	0,50000000	0,53318390	0,03318
83,13	79,54	25	0,52083333	0,56204643	0,04121
74,30	80,05	26	0,54166667	0,57764752	0,03598
65,29	80,45	27	0,56250000	0,58959133	0,02709
73,70	80,48	28	0,58333333	0,59059488	0,00726
76,31	80,83	29	0,60416667	0,60096082	0,00321
80,83	80,92	30	0,62500000	0,60364898	0,02135
69,24	83,13	31	0,64583333	0,66767903	0,02185
50,93	83,44	32	0,66666667	0,67625960	0,00959
74,15	83,54	33	0,68750000	0,67912457	0,00838
80,48	83,83	34	0,70833333	0,68712975	0,02120
88,91	85,36	35	0,72916667	0,72764862	0,00152
83,83	85,69	36	0,75000000	0,73600961	0,01399
83,54	87,06	37	0,77083333	0,76941049	0,00142
79,54	87,80	38	0,79166667	0,78630854	0,00536
87,06	88,45	39	0,81250000	0,80079755	0,01170
77,58	88,91	40	0,83333333	0,81047837	0,02285
80,92	91,51	41	0,85416667	0,85995267	0,00579
83,44	91,97	42	0,87500000	0,86783341	0,00717
58,72	92,92	43	0,89583333	0,88282324	0,01301
58,69	93,67	44	0,91666667	0,89390339	0,02276
64,73	97,95	45	0,93750000	0,94267516	0,00518
48,40	99,32	46	0,95833333	0,95384227	0,00449
58,56	100,10	47	0,97916667	0,95939782	0,01977
100,81	100,81	48	1,00000000	0,96398009	0,03602

Tabela JJ – Teste KS referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
15,58	15,58	1	0,02083333	0,0251405	0,0043
24,11	17,11	2	0,04166667	0,0443807	0,0027
23,03	17,82	3	0,06250000	0,0566718	0,0058
21,90	19,49	4	0,08333333	0,0961305	0,0128
35,49	20,13	5	0,10416667	0,1158784	0,0117
22,79	20,19	6	0,12500000	0,1179597	0,0070
26,14	20,81	7	0,14583333	0,1395659	0,0063
26,72	21,30	8	0,16666667	0,1587645	0,0079
20,13	21,54	9	0,18750000	0,1686283	0,0189
30,69	21,90	10	0,20833333	0,1842465	0,0241
29,41	21,95	11	0,22916667	0,1863857	0,0428
27,58	22,79	12	0,25000000	0,2267659	0,0232
34,04	22,91	13	0,27083333	0,2325390	0,0383
23,70	23,03	14	0,29166667	0,2387098	0,0530
23,84	23,46	15	0,31250000	0,2618259	0,0507
17,11	23,49	16	0,33333333	0,2636126	0,0697
29,48	23,70	17	0,35416667	0,2749033	0,0793
30,73	23,84	18	0,37500000	0,2829382	0,0921
27,23	24,11	19	0,39583333	0,2981737	0,0977
25,37	25,37	20	0,41666667	0,3753972	0,0413
28,86	26,14	21	0,43750000	0,4248492	0,0127
38,61	26,31	22	0,45833333	0,4360697	0,0223
21,95	26,72	23	0,47916667	0,4634169	0,0157
19,49	27,23	24	0,50000000	0,4971379	0,0029
23,46	27,35	25	0,52083333	0,5057534	0,0151
26,31	27,58	26	0,54166667	0,5205276	0,0211
21,30	28,36	27	0,56250000	0,5726720	0,0102
35,23	28,52	28	0,58333333	0,5830492	0,0003
35,00	28,86	29	0,60416667	0,6053863	0,0012
31,13	29,41	30	0,62500000	0,6401089	0,0151
27,35	29,48	31	0,64583333	0,6448507	0,0010
20,81	29,49	32	0,66666667	0,6454810	0,0212
33,83	30,46	33	0,68750000	0,7035048	0,0160
28,52	30,69	34	0,70833333	0,7169741	0,0086
41,81	30,73	35	0,72916667	0,7192456	0,0099
28,36	30,86	36	0,75000000	0,7265902	0,0234
30,46	31,13	37	0,77083333	0,7412296	0,0296
22,91	31,47	38	0,79166667	0,7593727	0,0323
20,19	32,61	39	0,81250000	0,8145153	0,0020
29,49	33,41	40	0,83333333	0,8481821	0,0148
32,61	33,83	41	0,85416667	0,8640428	0,0099
33,41	34,04	42	0,87500000	0,8718271	0,0032
21,54	35,00	43	0,89583333	0,9024339	0,0066
30,86	35,23	44	0,91666667	0,9088300	0,0078
31,47	35,49	45	0,93750000	0,9159408	0,0216
17,82	37,51	46	0,95833333	0,9569405	0,0014
23,49	38,61	47	0,97916667	0,9712557	0,0079
37,51	41,81	48	1,00000000	0,9925870	0,0074

Tabela KK – Teste KS referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
0,082	0,031	1	0,02083333	0,05020260	0,0294
0,053	0,033	2	0,04166667	0,07789985	0,0362
0,056	0,034	3	0,06250000	0,09105742	0,0286
0,059	0,036	4	0,08333333	0,12226964	0,0389
0,036	0,036	5	0,10416667	0,12720569	0,0230
0,056	0,037	6	0,12500000	0,13157656	0,0066
0,049	0,038	7	0,14583333	0,15186358	0,0060
0,048	0,038	8	0,16666667	0,15691216	0,0098
0,064	0,038	9	0,18750000	0,16711991	0,0204
0,042	0,039	10	0,20833333	0,18863152	0,0197
0,044	0,041	11	0,22916667	0,22413502	0,0050
0,047	0,041	12	0,25000000	0,23603642	0,0140
0,038	0,042	13	0,27083333	0,24575320	0,0251
0,054	0,042	14	0,29166667	0,25067090	0,0410
0,054	0,042	15	0,31250000	0,25219799	0,0603
0,075	0,042	16	0,33333333	0,26131606	0,0720
0,043	0,043	17	0,35416667	0,30201735	0,0521
0,042	0,043	18	0,37500000	0,30247375	0,0725
0,047	0,044	19	0,39583333	0,30591817	0,0899
0,051	0,044	20	0,41666667	0,33175339	0,0849
0,044	0,045	21	0,43750000	0,34898984	0,0885
0,033	0,045	22	0,45833333	0,35717530	0,1012
0,058	0,047	23	0,47916667	0,40018585	0,0790
0,066	0,047	24	0,50000000	0,41299113	0,0870
0,055	0,047	25	0,52083333	0,42059480	0,1002
0,049	0,048	26	0,54166667	0,45137817	0,0903
0,060	0,049	27	0,56250000	0,47762422	0,0849
0,036	0,049	28	0,58333333	0,48874861	0,0946
0,037	0,051	29	0,60416667	0,54045239	0,0637
0,041	0,053	30	0,62500000	0,63101297	0,0060
0,047	0,054	31	0,64583333	0,65044861	0,0046
0,062	0,054	32	0,66666667	0,66091884	0,0057
0,038	0,055	33	0,68750000	0,67589153	0,0116
0,045	0,055	34	0,70833333	0,67828878	0,0300
0,031	0,056	35	0,72916667	0,70999635	0,0192
0,045	0,056	36	0,75000000	0,71867652	0,0313
0,042	0,056	37	0,77083333	0,72687881	0,0440
0,056	0,058	38	0,79166667	0,78633795	0,0053
0,064	0,059	39	0,81250000	0,78958135	0,0229
0,043	0,060	40	0,83333333	0,81349630	0,0198
0,039	0,060	41	0,85416667	0,82877885	0,0254
0,038	0,062	42	0,87500000	0,85875508	0,0162
0,060	0,064	43	0,89583333	0,89240174	0,0034
0,042	0,064	44	0,91666667	0,89560834	0,0211
0,041	0,066	45	0,93750000	0,92535451	0,0121
0,072	0,072	46	0,95833333	0,97630468	0,0180
0,055	0,075	47	0,97916667	0,98759143	0,0084
0,034	0,082	48	1,00000000	0,99806333	0,0019

Tabela LL – Teste KS referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
73,04	40,38	1	0,02083333	0,0211733	0,0003
77,61	41,57	2	0,04166667	0,0265993	0,0151
61,62	44,80	3	0,06250000	0,0475316	0,0150
75,84	44,97	4	0,08333333	0,0488572	0,0345
84,13	47,97	5	0,10416667	0,0791584	0,0250
87,69	47,99	6	0,12500000	0,0794107	0,0456
73,60	49,03	7	0,14583333	0,0926678	0,0532
75,77	50,57	8	0,16666667	0,1154214	0,0512
60,82	54,33	9	0,18750000	0,1863178	0,0012
64,78	55,10	10	0,20833333	0,2036654	0,0047
55,10	55,70	11	0,22916667	0,2178321	0,0113
44,97	55,85	12	0,25000000	0,2215231	0,0285
55,85	56,93	13	0,27083333	0,2485727	0,0223
54,33	57,85	14	0,29166667	0,2727843	0,0189
47,97	58,93	15	0,31250000	0,3029096	0,0096
60,27	60,27	16	0,33333333	0,3421893	0,0089
62,61	60,56	17	0,35416667	0,3510374	0,0031
78,14	60,82	18	0,37500000	0,3589537	0,0160
81,42	61,62	19	0,39583333	0,3835194	0,0123
80,09	62,47	20	0,41666667	0,4101765	0,0065
67,46	62,61	21	0,43750000	0,4147671	0,0227
81,95	64,30	22	0,45833333	0,4692895	0,0110
83,04	64,78	23	0,47916667	0,4849275	0,0058
68,86	66,25	24	0,50000000	0,5325544	0,0326
72,57	66,82	25	0,52083333	0,5511634	0,0303
62,47	67,46	26	0,54166667	0,5717643	0,0301
55,70	67,65	27	0,56250000	0,5777854	0,0153
57,85	68,41	28	0,58333333	0,6017664	0,0184
60,56	68,86	29	0,60416667	0,6158578	0,0117
66,82	69,23	30	0,62500000	0,6275259	0,0025
56,93	69,84	31	0,64583333	0,6460693	0,0002
41,57	70,10	32	0,66666667	0,6538765	0,0128
58,93	71,07	33	0,68750000	0,6827985	0,0047
67,65	72,57	34	0,70833333	0,7251549	0,0168
70,10	73,04	35	0,72916667	0,7377359	0,0086
71,07	73,60	36	0,75000000	0,7523859	0,0024
69,84	75,77	37	0,77083333	0,8049239	0,0341
69,23	75,84	38	0,79166667	0,8063420	0,0147
77,97	77,61	39	0,81250000	0,8435272	0,0310
64,30	77,97	40	0,83333333	0,8506173	0,0173
66,25	78,14	41	0,85416667	0,8538106	0,0004
68,41	80,09	42	0,87500000	0,8871876	0,0122
49,03	81,42	43	0,89583333	0,9066980	0,0109
44,80	81,95	44	0,91666667	0,9136084	0,0031
50,57	83,04	45	0,93750000	0,9268718	0,0106
40,38	83,93	46	0,95833333	0,9364585	0,0219
47,99	84,13	47	0,97916667	0,9384058	0,0408
83,93	87,69	48	1,00000000	0,9665610	0,0334

Tabela MM – Teste KS referente ao TR de 2 anos para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
82,27	44,86	1	0,02083333	0,03543625	0,0146
76,02	44,98	2	0,04166667	0,03614540	0,0055
68,19	45,56	3	0,06250000	0,03965447	0,0228
89,56	48,24	4	0,08333333	0,05948641	0,0238
84,72	49,43	5	0,10416667	0,07049822	0,0337
94,07	50,03	6	0,12500000	0,07666239	0,0483
68,86	52,55	7	0,14583333	0,10676402	0,0391
83,40	53,22	8	0,16666667	0,11608603	0,0506
71,43	54,23	9	0,18750000	0,13106710	0,0564
63,28	55,86	10	0,20833333	0,15825165	0,0501
52,55	57,68	11	0,22916667	0,19245877	0,0367
44,86	58,76	12	0,25000000	0,21484088	0,0352
57,68	59,14	13	0,27083333	0,22303515	0,0478
58,76	61,20	14	0,29166667	0,27043655	0,0212
44,98	63,28	15	0,31250000	0,32299784	0,0105
70,55	65,54	16	0,33333333	0,38426946	0,0509
67,75	67,10	17	0,35416667	0,42852873	0,07436
84,10	67,75	18	0,37500000	0,44738385	0,07238
84,59	67,88	19	0,39583333	0,45098934	0,05516
81,14	68,19	20	0,41666667	0,45993410	0,04327
77,66	68,86	21	0,43750000	0,47944459	0,04194
82,01	69,96	22	0,45833333	0,51153651	0,05320
97,13	70,52	23	0,47916667	0,52787924	0,04871
72,63	70,55	24	0,50000000	0,52874711	0,02875
85,85	70,62	25	0,52083333	0,53067642	0,00984
70,52	70,79	26	0,54166667	0,53576356	0,00590
55,86	71,43	27	0,56250000	0,55424851	0,00825
67,10	71,70	28	0,58333333	0,56197485	0,02136
70,79	71,82	29	0,60416667	0,56560211	0,03856
61,20	72,63	30	0,62500000	0,58879880	0,03620
50,03	72,85	31	0,64583333	0,59481278	0,05102
45,56	73,57	32	0,66666667	0,61519839	0,05147
65,54	74,57	33	0,68750000	0,642894677	0,04461
72,85	74,66	34	0,70833333	0,645306089	0,06303
74,57	76,02	35	0,72916667	0,68139369	0,04777
71,82	77,66	36	0,75000000	0,723002376	0,02700
73,57	81,14	37	0,77083333	0,801322507	0,03049
74,66	82,01	38	0,79166667	0,818556453	0,02689
71,70	82,27	39	0,81250000	0,823426313	0,01093
69,96	83,40	40	0,83333333	0,844030557	0,01070
67,88	84,10	41	0,85416667	0,85603411	0,00187
70,62	84,59	42	0,87500000	0,864020109	0,01098
54,23	84,72	43	0,89583333	0,866000198	0,02983
48,24	85,85	44	0,91666667	0,883093808	0,03357
59,14	89,56	45	0,93750000	0,928082807	0,00942
49,43	94,07	46	0,95833333	0,963379854	0,00505
53,22	96,57	47	0,97916667	0,975803145	0,00336
96,57	97,13	48	1,00000000	0,978066826	0,02193

Tabela NN – Teste KS referente ao TR de 5 anos para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
102,47	60,49	1	0,0208333	0,0198823	0,0010
102,48	64,42	2	0,0416667	0,0353655	0,0063
85,72	67,57	3	0,0625000	0,0539246	0,0086
116,76	67,97	4	0,0833333	0,0567876	0,0265
100,93	67,99	5	0,1041667	0,0569200	0,0472
122,72	70,68	6	0,1250000	0,0791780	0,0458
82,88	72,33	7	0,1458333	0,0957286	0,0501
108,08	73,05	8	0,1666667	0,1036816	0,0630
93,10	73,79	9	0,1875000	0,1124452	0,0751
84,20	78,31	10	0,2083333	0,1768837	0,0314
72,33	78,48	11	0,2291667	0,1796573	0,0495
64,42	82,88	12	0,2500000	0,2617737	0,0118
78,48	83,96	13	0,2708333	0,2845500	0,0137
78,31	84,20	14	0,2916667	0,2896413	0,0020
60,49	85,72	15	0,3125000	0,3235059	0,0110
93,20	86,52	16	0,3333333	0,3419689	0,0086
90,13	90,13	17	0,3541667	0,4291415	0,0750
107,77	90,86	18	0,3750000	0,4472914	0,0723
106,67	91,30	19	0,3958333	0,4584088	0,0626
103,21	93,10	20	0,4166667	0,5036838	0,0870
105,16	93,16	21	0,4375000	0,5052256	0,0677
108,00	93,20	22	0,4583333	0,5062166	0,0479
125,48	93,73	23	0,4791667	0,5197109	0,0405
95,40	95,22	24	0,5000000	0,5572447	0,0572
110,83	95,36	25	0,5208333	0,5607552	0,0399
96,65	95,40	26	0,5416667	0,5617776	0,0201
73,05	95,83	27	0,5625000	0,5724822	0,0100
93,16	96,08	28	0,5833333	0,5785257	0,0048
99,19	96,65	29	0,6041667	0,5926022	0,0116
95,22	96,70	30	0,6250000	0,5940054	0,0310
70,68	98,55	31	0,6458333	0,6386828	0,0072
67,99	99,19	32	0,6666667	0,6536499	0,0130
86,52	100,74	33	0,6875000	0,6891783	0,0017
96,70	100,93	34	0,7083333	0,6934818	0,0149
90,86	102,47	35	0,7291667	0,7268028	0,0024
96,08	102,48	36	0,7500000	0,7270007	0,0230
98,55	103,08	37	0,7708333	0,7394080	0,0314
95,36	103,21	38	0,7916667	0,7422200	0,0494
93,73	105,16	39	0,8125000	0,7804045	0,0321
95,83	106,67	40	0,8333333	0,8076900	0,0256
100,74	107,77	41	0,8541667	0,8261738	0,0280
103,08	108,00	42	0,8750000	0,8298544	0,0451
91,30	108,08	43	0,8958333	0,8311757	0,0647
67,57	110,83	44	0,9166667	0,8713576	0,0453
83,96	116,76	45	0,9375000	0,9342747	0,0032
67,97	122,72	46	0,9583333	0,9703725	0,0120
73,79	124,34	47	0,9791667	0,9766283	0,0025
124,34	125,48	48	1,0000000	0,9803493	0,0197

Tabela OO – Teste KS referente ao TR de 10 anos para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
115,85	70,77	1	0,02083333	0,01709961	0,0037
120,00	77,38	2	0,04166667	0,04041684	0,0012
97,33	80,25	3	0,06250000	0,05655655	0,0059
134,77	80,37	4	0,08333333	0,05730302	0,0260
111,67	82,84	5	0,10416667	0,07511340	0,0291
141,69	84,36	6	0,12500000	0,08793238	0,0371
92,17	84,43	7	0,14583333	0,08855368	0,0573
124,43	85,43	8	0,16666667	0,09794189	0,0687
107,44	87,41	9	0,18750000	0,11865759	0,0688
98,05	91,26	10	0,20833333	0,16710920	0,0412
85,43	92,17	11	0,22916667	0,18018820	0,0490
77,38	92,25	12	0,25000000	0,18149863	0,0685
92,25	97,33	13	0,27083333	0,26624442	0,0046
91,26	98,05	14	0,29166667	0,27964326	0,0120
70,77	100,40	15	0,31250000	0,32569528	0,0132
108,19	100,42	16	0,33333333	0,32613183	0,0072
104,95	101,64	17	0,35416667	0,35125681	0,0029
123,45	104,95	18	0,37500000	0,42229548	0,0473
121,29	107,44	19	0,39583333	0,47773543	0,0819
117,83	108,19	20	0,41666667	0,49451899	0,0779
123,37	108,32	21	0,43750000	0,49739933	0,0599
125,21	109,07	22	0,45833333	0,51425289	0,0559
144,25	110,41	23	0,47916667	0,54420840	0,0650
110,48	110,48	24	0,50000000	0,54579193	0,0458
127,37	111,67	25	0,52083333	0,57218342	0,0514
113,94	112,13	26	0,54166667	0,58243231	0,0408
84,43	112,50	27	0,56250000	0,59043615	0,0279
110,41	112,96	28	0,58333333	0,60054383	0,0172
117,99	113,94	29	0,60416667	0,62168170	0,0175
117,75	115,09	30	0,62500000	0,64594601	0,0209
84,36	115,85	31	0,64583333	0,66161865	0,0158
82,84	115,85	32	0,66666667	0,66164535	0,0050
100,42	117,75	33	0,68750000	0,69977926	0,0123
112,50	117,83	34	0,70833333	0,70128145	0,0071
101,64	117,99	35	0,72916667	0,70443812	0,0247
112,13	120,00	36	0,75000000	0,74229080	0,0077
115,09	121,29	37	0,77083333	0,76516102	0,0057
109,07	122,50	38	0,79166667	0,78543244	0,0062
108,32	123,37	39	0,81250000	0,79945396	0,0130
112,96	123,45	40	0,83333333	0,80070536	0,0326
122,50	124,43	41	0,85416667	0,81577594	0,0384
124,57	124,57	42	0,87500000	0,81781342	0,0572
115,85	125,21	43	0,89583333	0,82722159	0,0686
80,37	127,37	44	0,91666667	0,85649024	0,0602
100,40	134,77	45	0,93750000	0,93064773	0,0069
80,25	141,69	46	0,95833333	0,96926896	0,0109
87,41	142,73	47	0,97916667	0,97307969	0,0061
142,73	144,25	48	1,00000000	0,97798430	0,0220

Tabela PP – Teste KS referente ao TR de 20 anos para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
128,68	80,62	1	0,02083333	0,01649545	0,0043
136,81	89,81	2	0,04166667	0,04716225	0,0055
108,47	92,03	3	0,06250000	0,05915701	0,0033
152,04	92,65	4	0,08333333	0,06286767	0,0205
121,97	95,34	5	0,10416667	0,08128010	0,0229
159,89	97,09	6	0,12500000	0,09524031	0,0298
101,07	97,47	7	0,14583333	0,09853503	0,0473
140,11	97,99	8	0,16666667	0,10311401	0,0636
121,20	100,48	9	0,18750000	0,12720907	0,0603
111,33	101,07	10	0,20833333	0,13345373	0,0749
97,99	103,67	11	0,22916667	0,16353338	0,0656
89,81	105,46	12	0,25000000	0,18657463	0,0634
105,46	108,47	13	0,27083333	0,22947201	0,0414
103,67	111,33	14	0,29166667	0,27513516	0,0165
80,62	111,98	15	0,31250000	0,28607888	0,0264
122,57	113,75	16	0,33333333	0,31677809	0,0166
119,16	116,16	17	0,35416667	0,36090454	0,00674
138,48	119,16	18	0,37500000	0,41829002	0,04329
135,32	121,20	19	0,39583333	0,45849312	0,06266
131,84	121,97	20	0,41666667	0,47375290	0,05709
140,83	122,22	21	0,43750000	0,47868589	0,04119
141,72	122,31	22	0,45833333	0,48055762	0,02222
162,25	122,57	23	0,47916667	0,48575323	0,00659
124,94	124,94	24	0,50000000	0,53295219	0,03295
143,23	126,96	25	0,52083333	0,57278575	0,05195
130,54	127,54	26	0,54166667	0,58415377	0,04249
95,34	127,65	27	0,56250000	0,58638151	0,02388
126,96	128,68	28	0,58333333	0,60626991	0,02294
136,02	129,40	29	0,60416667	0,61997706	0,01581
139,36	130,54	30	0,62500000	0,64149356	0,01649
97,47	130,96	31	0,64583333	0,64930716	0,00347
97,09	131,84	32	0,66666667	0,66556095	0,00111
113,75	135,32	33	0,68750000	0,72616790	0,03867
127,65	136,02	34	0,70833333	0,73778462	0,02945
111,98	136,81	35	0,72916667	0,75044020	0,02127
127,54	138,48	36	0,75000000	0,77621269	0,02621
130,96	139,36	37	0,77083333	0,78907108	0,01824
122,22	139,40	38	0,79166667	0,78964063	0,00203
122,31	140,11	39	0,81250000	0,79976578	0,01273
129,40	140,83	40	0,83333333	0,80975098	0,02358
143,36	141,72	41	0,85416667	0,82150736	0,03266
145,18	143,23	42	0,87500000	0,84061478	0,03439
139,40	143,36	43	0,89583333	0,84220042	0,05363
92,65	145,18	44	0,91666667	0,86307812	0,05359
116,16	152,04	45	0,93750000	0,92466772	0,01283
92,03	159,89	46	0,95833333	0,96634619	0,00801
100,48	160,36	47	0,97916667	0,96806814	0,01110
160,36	162,25	48	1,00000000	0,97426569	0,02573

Tabela QQ – Teste KS referente ao TR de 50 anos para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
145,29	93,38	1	0,02083333	0,01704188	0,00379
158,56	105,90	2	0,04166667	0,05715622	0,01549
122,88	107,28	3	0,06250000	0,06432523	0,00183
174,40	108,54	4	0,08333333	0,07145502	0,01188
135,30	109,47	5	0,10416667	0,07708246	0,02708
183,45	112,60	6	0,12500000	0,09851137	0,02649
112,60	114,26	7	0,14583333	0,11150692	0,03433
160,40	114,45	8	0,16666667	0,11311864	0,05355
139,01	115,53	9	0,18750000	0,12228854	0,06521
128,53	117,39	10	0,20833333	0,13934969	0,06898
114,26	119,75	11	0,22916667	0,16312660	0,06604
105,90	122,57	12	0,25000000	0,19484960	0,05515
122,57	122,88	13	0,27083333	0,19861151	0,07222
119,75	125,37	14	0,29166667	0,22987838	0,06179
93,38	128,53	15	0,31250000	0,27325051	0,03925
141,19	131,00	16	0,33333333	0,30976939	0,02356
137,55	135,30	17	0,35416667	0,37789483	0,02373
157,94	136,57	18	0,37500000	0,39884450	0,02384
153,47	137,55	19	0,39583333	0,41535797	0,01952
149,99	139,01	20	0,41666667	0,44001246	0,02335
163,44	139,23	21	0,43750000	0,44380903	0,00631
163,08	140,42	22	0,45833333	0,46411888	0,00579
185,56	141,19	23	0,47916667	0,47723964	0,00193
143,66	143,66	24	0,50000000	0,51974431	0,01974
163,77	145,29	25	0,52083333	0,54771885	0,02689
152,01	147,26	26	0,54166667	0,58124747	0,03958
109,47	147,47	27	0,56250000	0,58479336	0,02229
148,38	148,38	28	0,58333333	0,59987467	0,01654
159,36	149,99	29	0,60416667	0,62645619	0,02229
167,32	150,67	30	0,62500000	0,63750218	0,01250
114,45	151,49	31	0,64583333	0,65080507	0,00497
115,53	152,01	32	0,66666667	0,65908330	0,00758
131,00	153,47	33	0,68750000	0,68176236	0,00574
147,26	157,94	34	0,70833333	0,74716412	0,03883
125,37	158,56	35	0,72916667	0,75566730	0,02650
147,47	159,36	36	0,75000000	0,76636975	0,01637
151,49	160,40	37	0,77083333	0,77987148	0,00904
139,23	163,08	38	0,79166667	0,81253772	0,02087
140,42	163,44	39	0,81250000	0,81666132	0,00416
150,67	163,77	40	0,83333333	0,82040681	0,01293
170,38	167,32	41	0,85416667	0,85775965	0,00359
171,86	169,87	42	0,87500000	0,88105303	0,00605
169,87	170,38	43	0,89583333	0,88531227	0,01052
108,54	171,86	44	0,91666667	0,89724562	0,01942
136,57	174,40	45	0,93750000	0,91551492	0,02199
107,28	183,19	46	0,95833333	0,96035154	0,00202
117,39	183,45	47	0,97916667	0,96128267	0,01788
183,19	185,56	48	1,00000000	0,96832088	0,03168

Tabela RR – Teste KS referente ao TR de 100 anos para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
157,74	102,93	1	0,02083333	0,01791372	0,0029
174,87	117,95	2	0,04166667	0,06488640	0,0232
133,68	118,70	3	0,06250000	0,06867933	0,0062
191,16	120,06	4	0,08333333	0,07591110	0,0074
145,29	120,45	5	0,10416667	0,07812077	0,0260
201,10	121,24	6	0,12500000	0,08267493	0,0423
121,24	126,44	7	0,14583333	0,11804117	0,0278
175,61	127,17	8	0,16666667	0,12375966	0,0429
152,36	129,35	9	0,18750000	0,14188662	0,0456
141,41	130,07	10	0,20833333	0,14825995	0,0601
126,44	131,79	11	0,22916667	0,16432539	0,0648
117,95	133,68	12	0,25000000	0,18316296	0,0668
135,38	135,38	13	0,27083333	0,20120392	0,0696
131,79	135,40	14	0,29166667	0,20142932	0,0902
102,93	141,41	15	0,31250000	0,27334179	0,0392
155,13	143,92	16	0,33333333	0,30674686	0,0266
151,34	145,29	17	0,35416667	0,32559508	0,0286
172,52	151,34	18	0,37500000	0,41414415	0,0391
167,07	151,86	19	0,39583333	0,42203361	0,0262
163,58	151,98	20	0,41666667	0,42398540	0,0073
180,38	152,36	21	0,43750000	0,42964672	0,0079
179,09	153,99	22	0,45833333	0,45477293	0,0036
203,02	155,13	23	0,47916667	0,47241532	0,0068
157,68	157,68	24	0,50000000	0,51191619	0,0119
179,16	157,74	25	0,52083333	0,51272756	0,0081
168,11	161,96	26	0,54166667	0,57777248	0,0361
120,06	162,41	27	0,56250000	0,58467150	0,0222
164,43	163,58	28	0,58333333	0,60227352	0,0189
176,86	164,43	29	0,60416667	0,61488445	0,0107
188,28	166,60	30	0,62500000	0,64681649	0,0218
127,17	166,88	31	0,64583333	0,65082816	0,0050
129,35	167,07	32	0,66666667	0,65351977	0,0131
143,92	168,11	33	0,68750000	0,66830286	0,0192
161,96	172,52	34	0,70833333	0,72804856	0,0197
135,40	174,87	35	0,72916667	0,75740648	0,0282
162,41	175,61	36	0,75000000	0,76637031	0,0164
166,88	176,86	37	0,77083333	0,78093307	0,0101
151,98	179,09	38	0,79166667	0,80573959	0,0141
153,99	179,16	39	0,81250000	0,80642663	0,0061
166,60	180,38	40	0,83333333	0,81921330	0,0141
190,62	188,28	41	0,85416667	0,88870892	0,0345
191,86	190,62	42	0,87500000	0,90499202	0,0300
192,71	191,16	43	0,89583333	0,90847454	0,0126
120,45	191,86	44	0,91666667	0,91287090	0,0038
151,86	192,71	45	0,93750000	0,91803196	0,0195
118,70	200,30	46	0,95833333	0,95420285	0,0041
130,07	201,10	47	0,97916667	0,95710958	0,0221
200,30	203,02	48	1,00000000	0,96348843	0,0365

Tabela SS – Teste KS referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
86,02	47,86	1	0,02083333	0,03108523	0,0103
80,93	48,49	2	0,04166667	0,03438175	0,0073
71,45	49,73	3	0,06250000	0,04169358	0,0208
94,61	51,83	4	0,08333333	0,05693932	0,0264
87,73	52,87	5	0,10416667	0,06600356	0,0382
99,39	53,87	6	0,12500000	0,07565483	0,0493
71,47	56,22	7	0,14583333	0,10270160	0,0431
87,98	57,04	8	0,16666667	0,11358889	0,0531
75,46	59,06	9	0,18750000	0,14375882	0,0437
67,17	61,12	10	0,20833333	0,17979331	0,0285
56,22	61,54	11	0,22916667	0,18797101	0,0412
48,49	62,39	12	0,25000000	0,20482030	0,0452
61,54	63,75	13	0,27083333	0,23354572	0,0373
62,39	67,17	14	0,29166667	0,31464182	0,0230
47,86	67,52	15	0,31250000	0,32369633	0,0112
74,76	69,44	16	0,33333333	0,37441716	0,0411
71,91	71,45	17	0,35416667	0,42999091	0,07582
88,50	71,47	18	0,37500000	0,43050852	0,05551
88,70	71,91	19	0,39583333	0,44315186	0,04732
85,24	71,94	20	0,41666667	0,44398060	0,02731
82,77	73,99	21	0,43750000	0,50216978	0,06467
86,84	74,76	22	0,45833333	0,52423472	0,06590
102,40	74,77	23	0,47916667	0,52449351	0,04533
76,87	75,38	24	0,50000000	0,54180035	0,04180
90,49	75,46	25	0,52083333	0,54407771	0,02324
75,38	75,79	26	0,54166667	0,55360086	0,01193
59,06	76,07	27	0,56250000	0,56142558	0,00107
71,94	76,33	28	0,58333333	0,56880747	0,01453
76,07	76,65	29	0,60416667	0,57774035	0,02643
67,52	76,87	30	0,62500000	0,58380786	0,04119
53,87	77,28	31	0,64583333	0,59533759	0,05050
49,73	77,60	32	0,66666667	0,60418615	0,06248
69,44	78,21	33	0,68750000	0,62100150	0,06650
77,28	78,51	34	0,70833333	0,62903484	0,07930
77,60	80,93	35	0,72916667	0,69247549	0,03669
76,33	82,77	36	0,75000000	0,73708368	0,01292
78,21	85,24	37	0,77083333	0,79145407	0,02062
78,51	86,02	38	0,79166667	0,80705806	0,01539
75,79	86,84	39	0,81250000	0,82273849	0,01024
74,77	87,73	40	0,83333333	0,83879760	0,00546
73,99	87,98	41	0,85416667	0,84320526	0,01096
76,65	88,50	42	0,87500000	0,85191039	0,02309
61,12	88,70	43	0,89583333	0,85511722	0,04072
51,83	90,49	44	0,91666667	0,88245580	0,03421
63,75	94,61	45	0,93750000	0,93088188	0,00662
52,87	99,39	46	0,95833333	0,96597311	0,00764
57,04	101,73	47	0,97916667	0,97679936	0,00237
101,73	102,40	48	1,00000000	0,97932490	0,02068

Tabela TT – Teste KS referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
22,86	15,87	1	0,02083333	0,0273535	0,0065
29,95	17,56	2	0,04166667	0,0531867	0,0115
19,84	18,35	3	0,06250000	0,0706380	0,0081
30,78	18,43	4	0,08333333	0,0725597	0,0108
18,35	19,45	5	0,10416667	0,1016877	0,0025
32,42	19,84	6	0,12500000	0,1149405	0,0101
15,87	20,99	7	0,14583333	0,1604071	0,0146
27,94	21,88	8	0,16666667	0,2028409	0,0362
24,52	22,12	9	0,18750000	0,2157537	0,0283
23,67	22,14	10	0,20833333	0,2167982	0,0085
22,39	22,39	11	0,22916667	0,2298969	0,0007
22,14	22,86	12	0,25000000	0,2570025	0,0070
23,54	23,28	13	0,27083333	0,2819568	0,0111
22,12	23,37	14	0,29166667	0,2874757	0,0042
17,56	23,42	15	0,31250000	0,2908594	0,0216
25,62	23,54	16	0,33333333	0,2980346	0,0353
25,32	23,67	17	0,35416667	0,3062969	0,0479
26,79	23,75	18	0,37500000	0,3112027	0,0638
24,99	24,52	19	0,39583333	0,3620662	0,0338
24,97	24,93	20	0,41666667	0,3906172	0,0260
31,12	24,97	21	0,43750000	0,3936851	0,0438
29,41	24,99	22	0,45833333	0,3944797	0,0639
32,08	25,32	23	0,47916667	0,4179925	0,0612
25,76	25,38	24	0,50000000	0,4223858	0,0776
28,27	25,62	25	0,52083333	0,4396109	0,0812
29,56	25,76	26	0,54166667	0,4496856	0,0920
19,45	26,79	27	0,56250000	0,5234949	0,0390
29,48	27,00	28	0,58333333	0,5385908	0,0447
32,13	27,44	29	0,60416667	0,5706412	0,0335
38,50	27,94	30	0,62500000	0,6053409	0,0197
23,37	28,09	31	0,64583333	0,6158832	0,0300
25,38	28,27	32	0,66666667	0,6282141	0,0385
23,75	28,27	33	0,68750000	0,6283328	0,0592
27,00	29,28	34	0,70833333	0,6951536	0,0132
18,43	29,41	35	0,72916667	0,7035131	0,0257
27,44	29,48	36	0,75000000	0,7081458	0,0419
28,27	29,56	37	0,77083333	0,7130528	0,0578
23,42	29,95	38	0,79166667	0,7362145	0,0555
24,93	30,78	39	0,81250000	0,7830875	0,0294
29,28	31,12	40	0,83333333	0,8007456	0,0326
37,18	31,43	41	0,85416667	0,8159871	0,0382
36,73	32,08	42	0,87500000	0,8457225	0,0293
41,95	32,13	43	0,89583333	0,8480091	0,0478
21,88	32,42	44	0,91666667	0,8601984	0,0565
28,09	36,73	45	0,93750000	0,9686711	0,0312
20,99	37,18	46	0,95833333	0,9740534	0,0157
23,28	38,50	47	0,97916667	0,9854682	0,0063
31,43	41,95	48	1,00000000	0,9975161	0,0025

Tabela UU – Teste KS referente ao parâmetro alfa para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
0,0561	0,0306	1	0,0208	0,02943981	0,0086
0,0428	0,0333	2	0,0417	0,05159822	0,0099
0,0646	0,0345	3	0,0625	0,06450463	0,0020
0,0417	0,0349	4	0,0833	0,06975150	0,0136
0,0699	0,0396	5	0,1042	0,14936332	0,0452
0,0396	0,0399	6	0,1250	0,15746075	0,0325
0,0808	0,0400	7	0,1458	0,15897758	0,0131
0,0459	0,0408	8	0,1667	0,17871038	0,0120
0,0523	0,0412	9	0,1875	0,18887512	0,0014
0,0542	0,0417	10	0,2083	0,20073572	0,0076
0,0573	0,0428	11	0,2292	0,23287475	0,0037
0,0579	0,0434	12	0,2500	0,24921457	0,0008
0,0545	0,0435	13	0,2708	0,25272219	0,0181
0,0580	0,0436	14	0,2917	0,25604938	0,0356
0,0730	0,0438	15	0,3125	0,26209260	0,0504
0,0501	0,0454	16	0,3333	0,31245878	0,0209
0,0507	0,0454	17	0,3542	0,31255183	0,0416
0,0479	0,0457	18	0,3750	0,32229593	0,0527
0,0513	0,0459	19	0,3958	0,33074940	0,0651
0,0514	0,0467	20	0,4167	0,35942314	0,0572
0,0412	0,0475	21	0,4375	0,38715772	0,0503
0,0436	0,0479	22	0,4583	0,40066998	0,0577
0,0400	0,0498	23	0,4792	0,47134924	0,0078
0,0498	0,0501	24	0,5000	0,48164179	0,0184
0,0454	0,0505	25	0,5208	0,49962788	0,0212
0,0434	0,0507	26	0,5417	0,50429561	0,0374
0,0659	0,0513	27	0,5625	0,52985058	0,0326
0,0435	0,0514	28	0,5833	0,53073131	0,0526
0,0399	0,0514	29	0,6042	0,53414297	0,0700
0,0333	0,0523	30	0,6250	0,56672850	0,0583
0,0549	0,0540	31	0,6458	0,62869404	0,0171
0,0505	0,0542	32	0,6667	0,63494540	0,0317
0,0540	0,0545	33	0,6875	0,64558510	0,0419
0,0475	0,0548	34	0,7083	0,65493837	0,0534
0,0696	0,0549	35	0,7292	0,65938569	0,0698
0,0467	0,0551	36	0,7500	0,66668982	0,0833
0,0454	0,0561	37	0,7708	0,70048784	0,0703
0,0548	0,0573	38	0,7917	0,73858518	0,0531
0,0514	0,0579	39	0,8125	0,75747496	0,0550
0,0438	0,0580	40	0,8333	0,75899360	0,0743
0,0345	0,0586	41	0,8542	0,77790810	0,0763
0,0349	0,0611	42	0,8750	0,84138967	0,0336
0,0306	0,0646	43	0,8958	0,90893787	0,0131
0,0586	0,0659	44	0,9167	0,92757160	0,0109
0,0457	0,0696	45	0,9375	0,96433528	0,0268
0,0611	0,0699	46	0,9583	0,96646551	0,0081
0,0551	0,0730	47	0,9792	0,98339699	0,0042
0,0408	0,0808	48	1,0000	0,99791988	0,0021

Tabela VV – Teste KS referente ao parâmetro beta para o período de 1988 a 2017.

PMDA (mm)	Ord.Cres.	m	FN(xm)	FX(x)	D_N
75,73	38,31	1	0,02083333	0,0375524	0,0167
67,46	38,53	2	0,04166667	0,0389244	0,0027
62,52	39,96	3	0,06250000	0,0489021	0,0136
80,76	41,99	4	0,08333333	0,0663458	0,0170
79,47	42,24	5	0,10416667	0,0688024	0,0354
84,80	43,35	6	0,12500000	0,0806373	0,0444
64,33	43,43	7	0,14583333	0,0814964	0,0643
75,41	46,15	8	0,16666667	0,1168953	0,0498
64,42	46,57	9	0,18750000	0,1231560	0,0643
56,52	50,20	10	0,20833333	0,1876189	0,0207
46,15	50,31	11	0,22916667	0,1897940	0,0394
38,53	50,95	12	0,25000000	0,2032597	0,0467
50,95	51,11	13	0,27083333	0,2067246	0,0641
52,44	52,44	14	0,29166667	0,2362707	0,0554
39,96	56,52	15	0,31250000	0,3401594	0,0277
63,23	57,25	16	0,33333333	0,3606627	0,0273
60,52	58,67	17	0,35416667	0,4013135	0,0471
76,45	58,75	18	0,37500000	0,4035808	0,0286
77,45	60,12	19	0,39583333	0,4438196	0,0480
74,00	60,52	20	0,41666667	0,4556474	0,0390
68,77	61,59	21	0,43750000	0,4877474	0,0502
73,61	61,61	22	0,45833333	0,4882523	0,0299
87,97	62,07	23	0,47916667	0,5021127	0,0229
65,27	62,52	24	0,50000000	0,5154625	0,0155
77,77	63,23	25	0,52083333	0,5366885	0,0159
62,07	63,98	26	0,54166667	0,5590897	0,0174
50,31	64,33	27	0,56250000	0,5692512	0,0068
58,67	64,42	28	0,58333333	0,5721845	0,0111
61,61	64,57	29	0,60416667	0,5765780	0,0276
50,20	65,13	30	0,62500000	0,5929256	0,0321
43,35	65,27	31	0,64583333	0,5970054	0,0488
38,31	65,49	32	0,66666667	0,6034132	0,0633
58,75	67,46	33	0,68750000	0,6590217	0,0285
65,13	67,97	34	0,70833333	0,6729770	0,0354
69,31	68,77	35	0,72916667	0,6943163	0,0349
63,98	69,31	36	0,75000000	0,7084171	0,0416
65,49	73,61	37	0,77083333	0,8082975	0,0375
67,97	74,00	38	0,79166667	0,8163595	0,0247
64,57	75,41	39	0,81250000	0,8431190	0,0306
61,59	75,73	40	0,83333333	0,8488029	0,0155
57,25	76,45	41	0,85416667	0,8610258	0,0069
60,12	77,45	42	0,87500000	0,8770734	0,0021
42,24	77,77	43	0,89583333	0,8819194	0,0139
41,99	79,47	44	0,91666667	0,9052926	0,0114
51,11	80,76	45	0,93750000	0,9206170	0,0169
43,43	84,80	46	0,95833333	0,9566101	0,0017
46,57	87,58	47	0,97916667	0,9726754	0,0065
87,58	87,97	48	1,00000000	0,9744291	0,0256

APÊNDICE D

GRÁFICOS DAS PROBABILIDADES EMPÍRICAS E TEÓRICAS EM FUNÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES

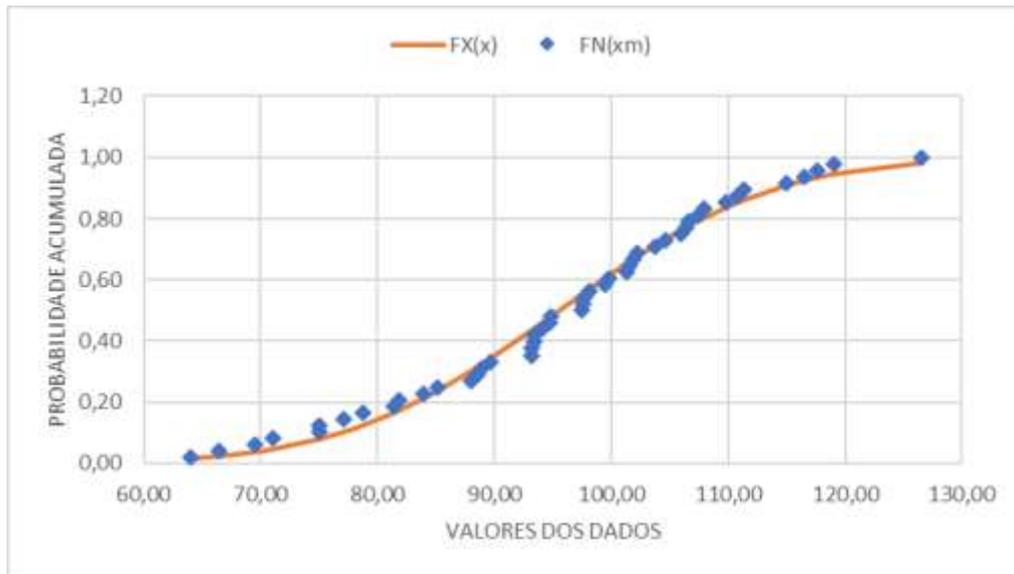


Figura 52 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 2017.

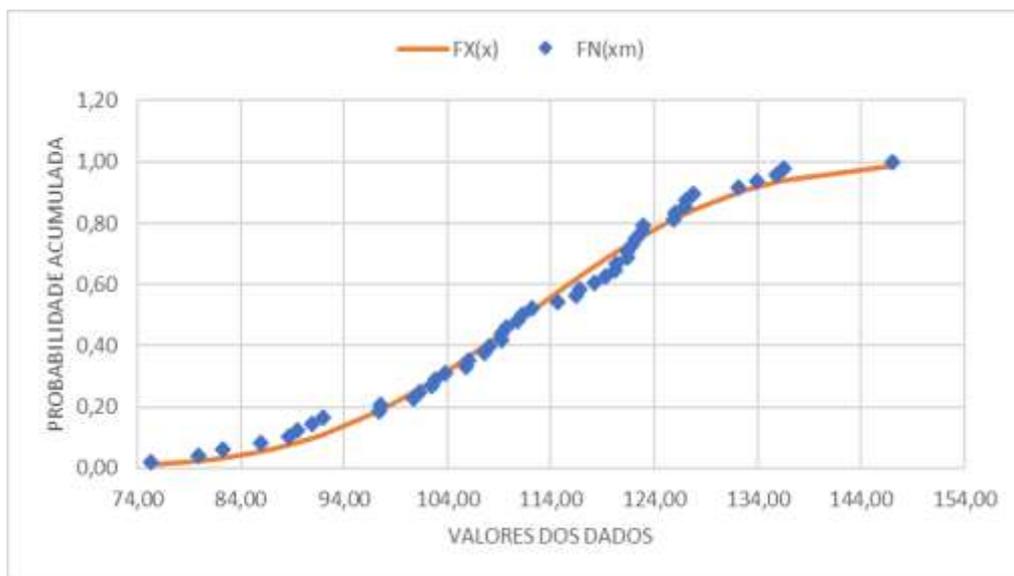


Figura 53 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 2017.

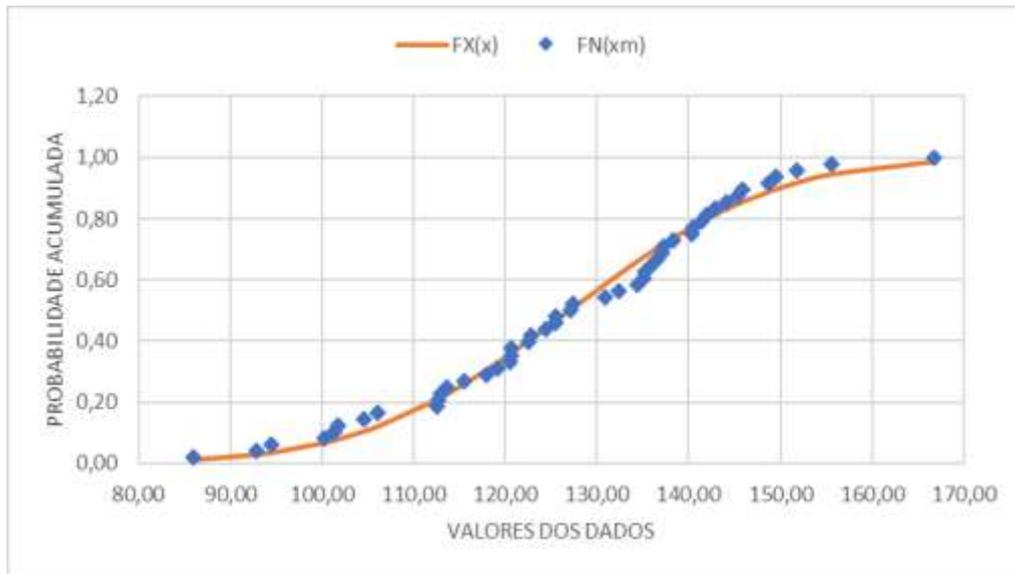


Figura 54 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 2017.

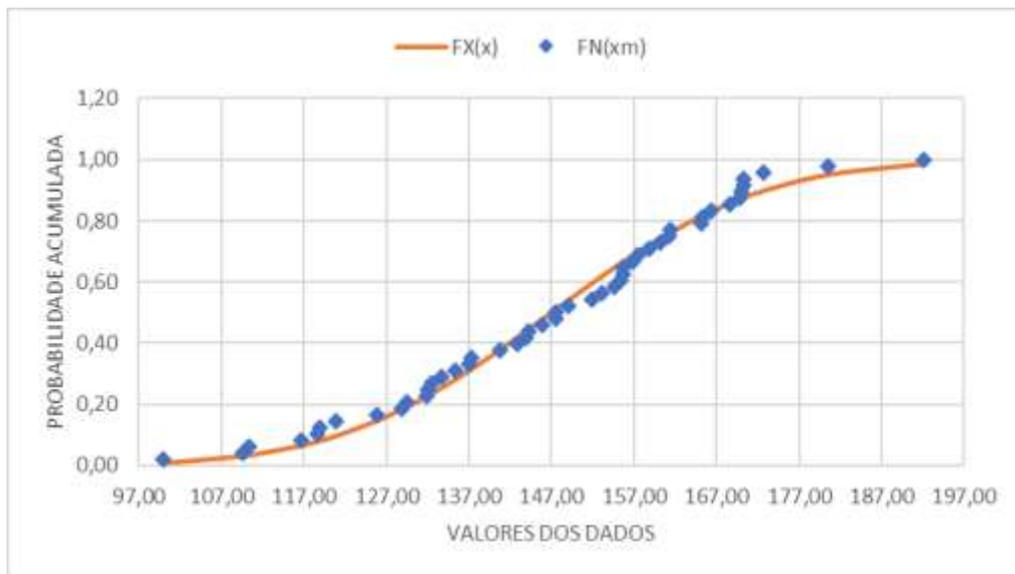


Figura 55 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 2017.

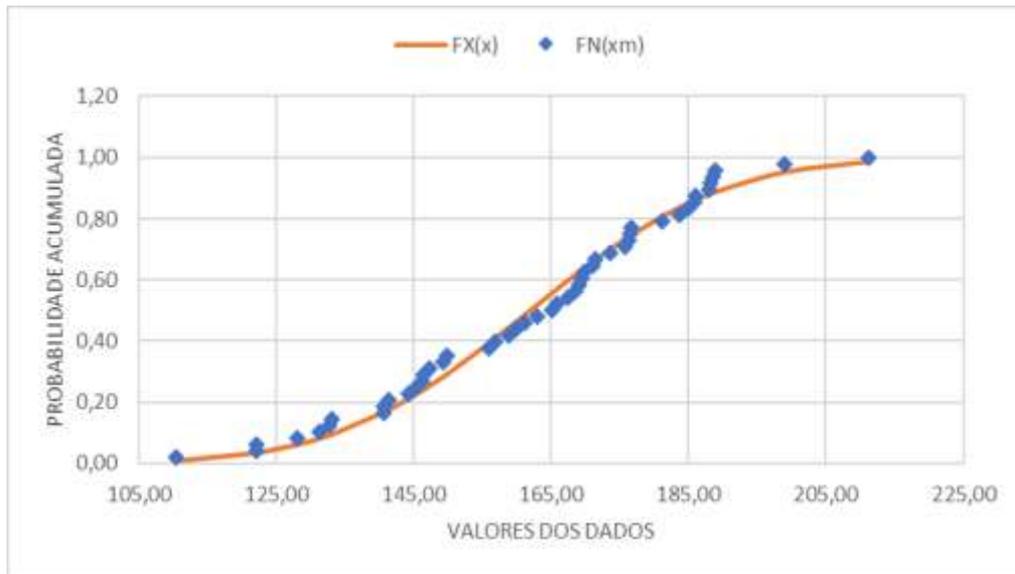


Figura 56 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 2017.

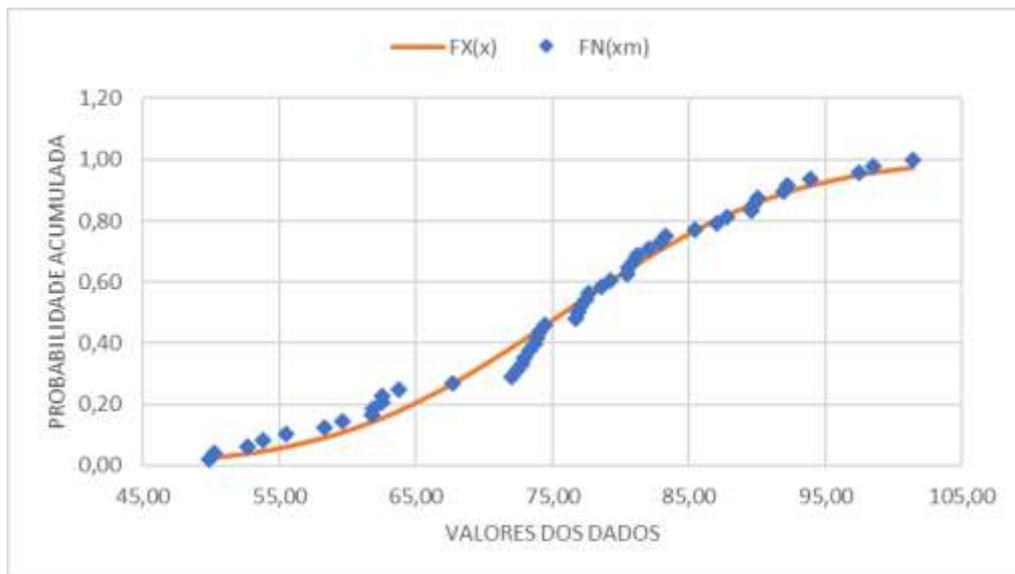


Figura 57 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 2017

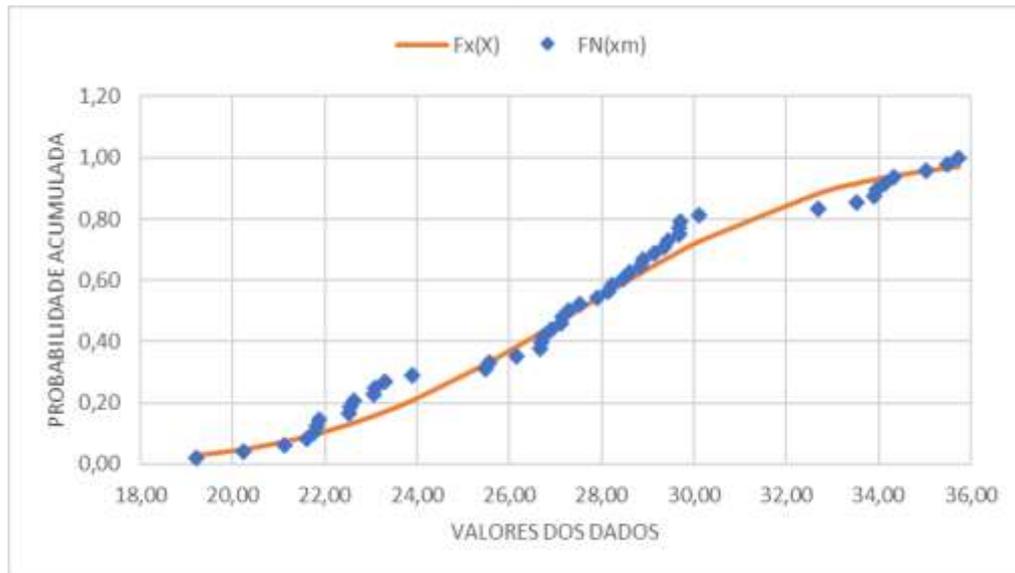


Figura 58 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 2017.

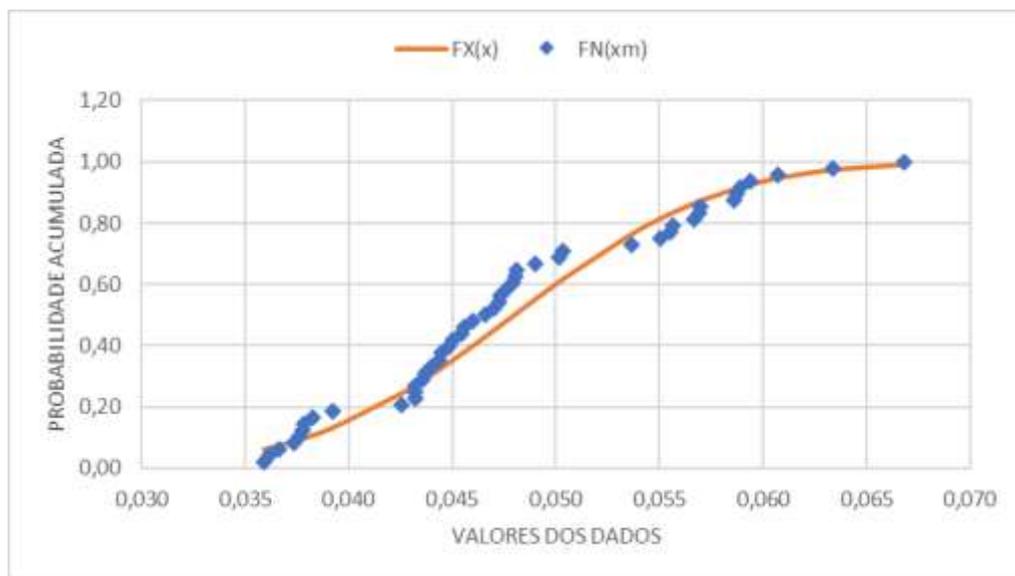


Figura 59 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 2017.

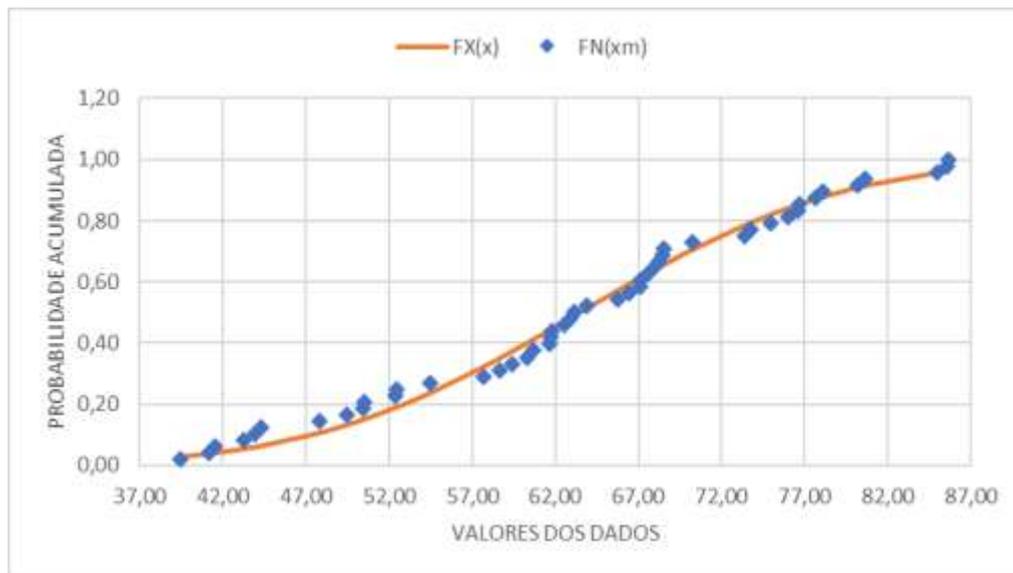


Figura 60 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro beta para o período de 1962 a 2017.

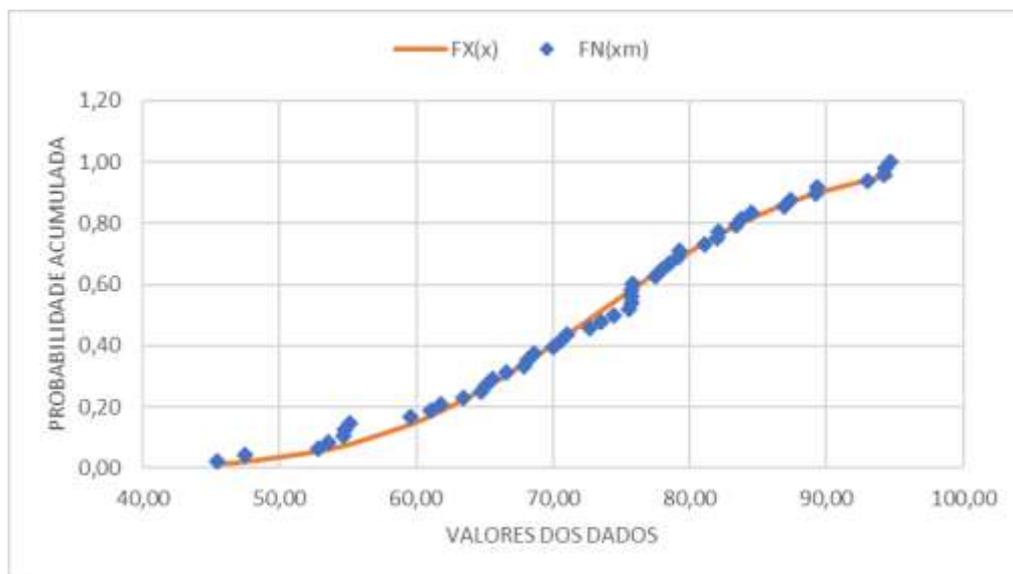


Figura 61 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 2 anos para o período de 1962 a 1991.

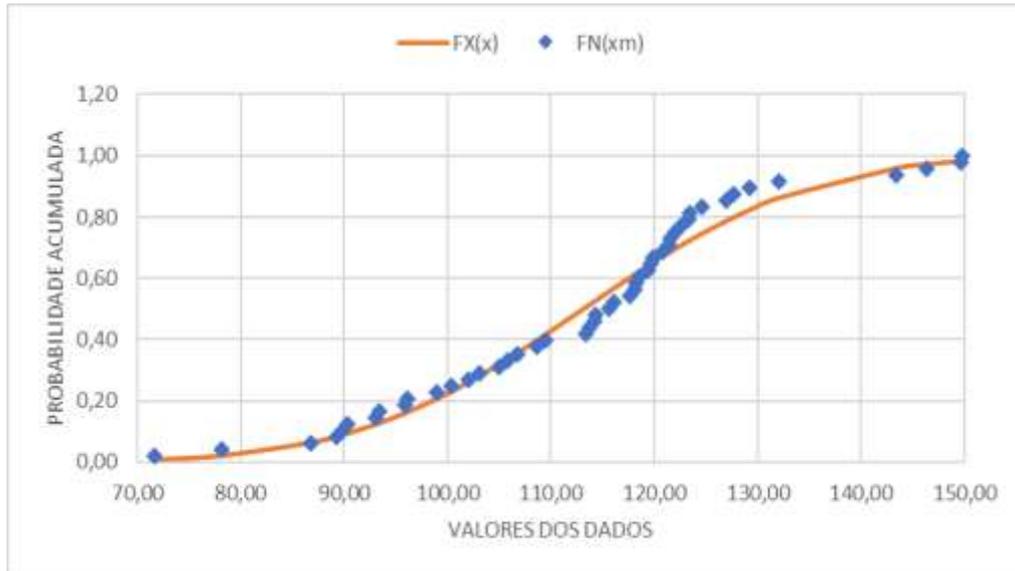


Figura 62 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.

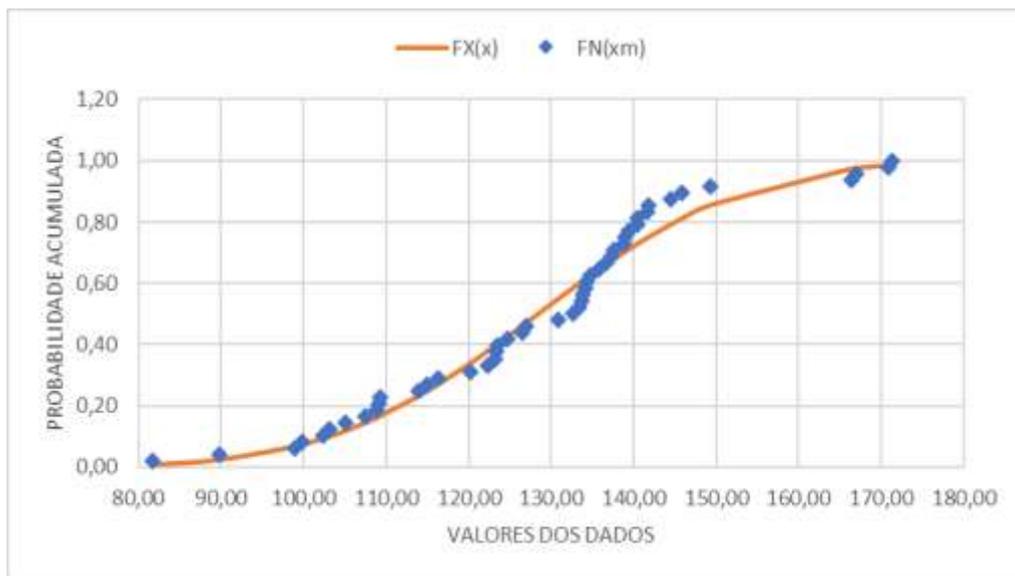


Figura 63 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.

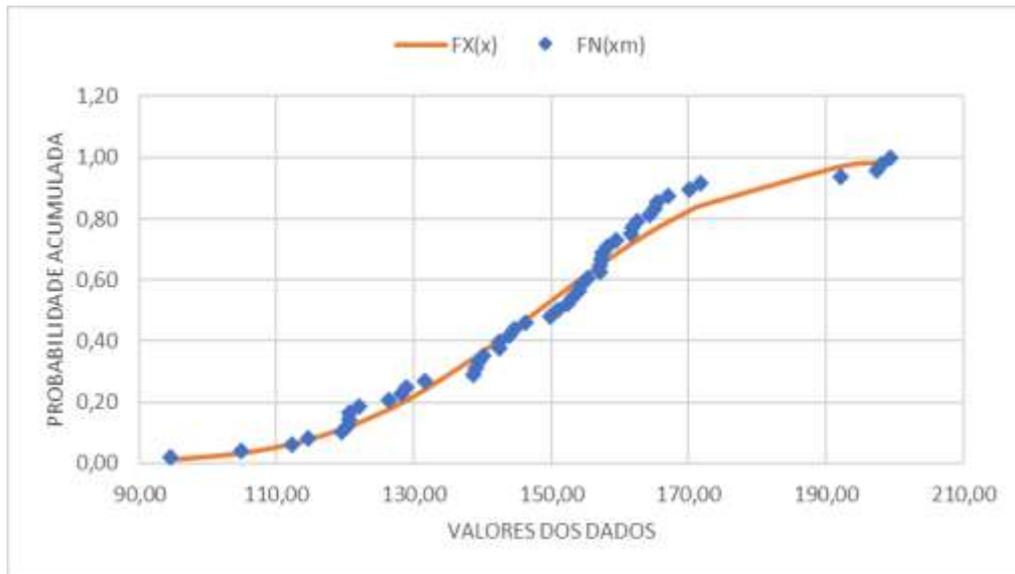


Figura 64 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 50 anos para o período de 1962 a 1991.

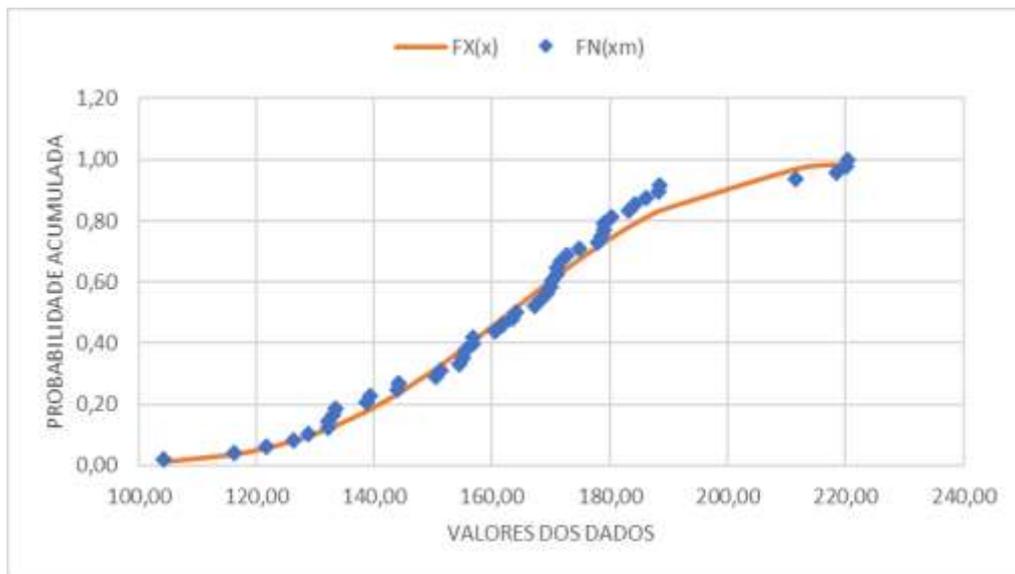


Figura 65 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 100 anos para o período de 1962 a 1991.

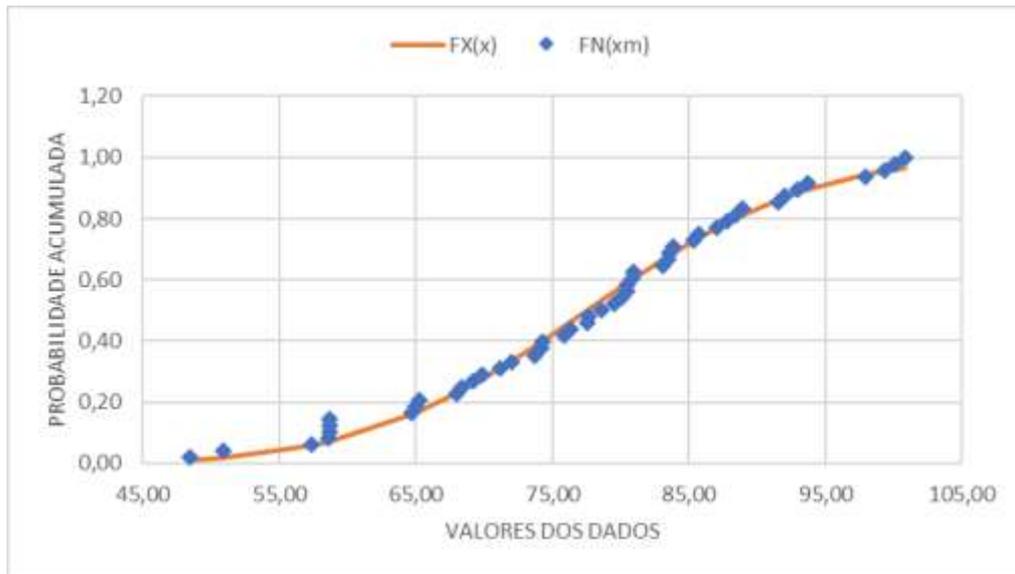


Figura 66 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.

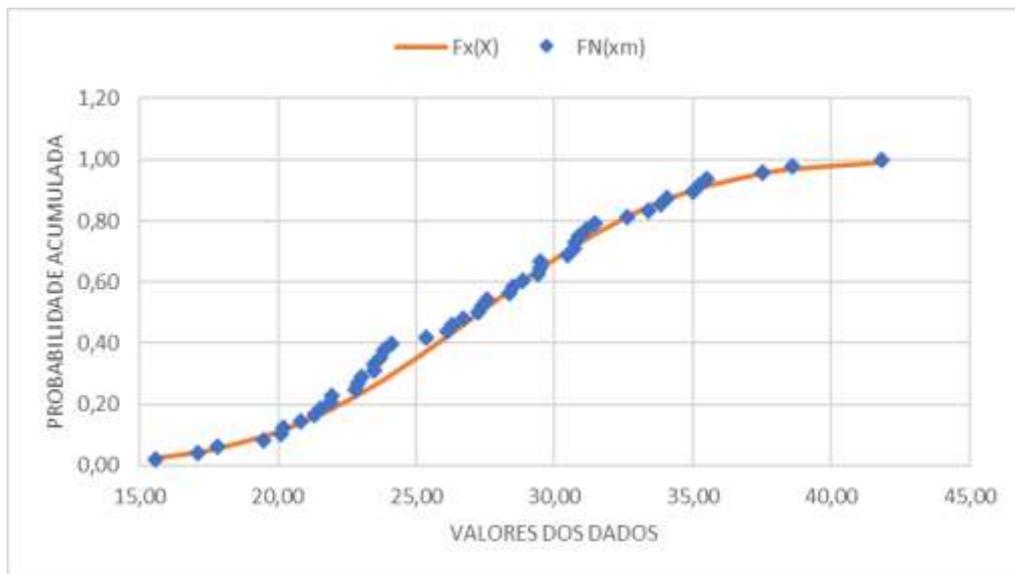


Figura 67 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.

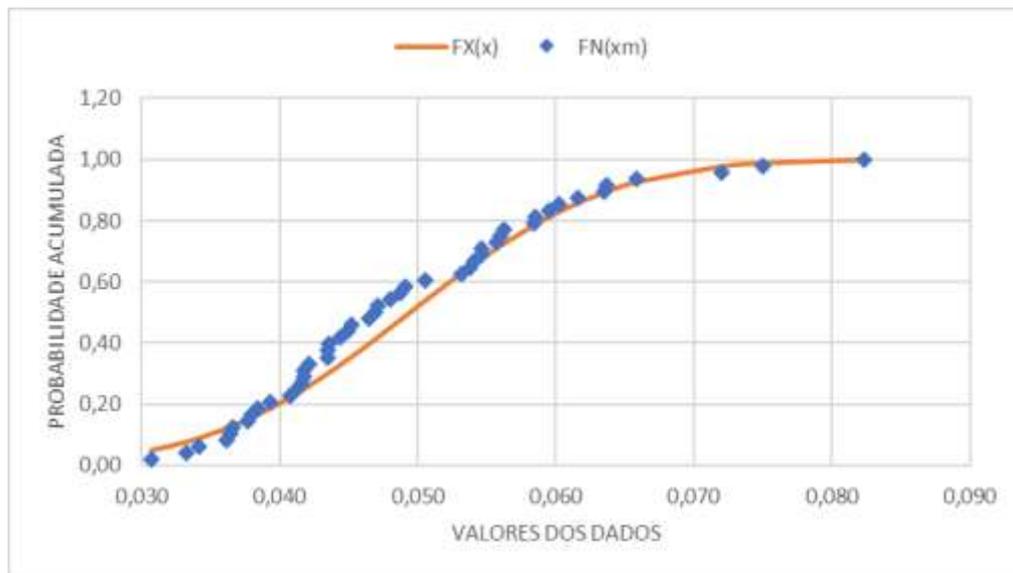


Figura 68 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.

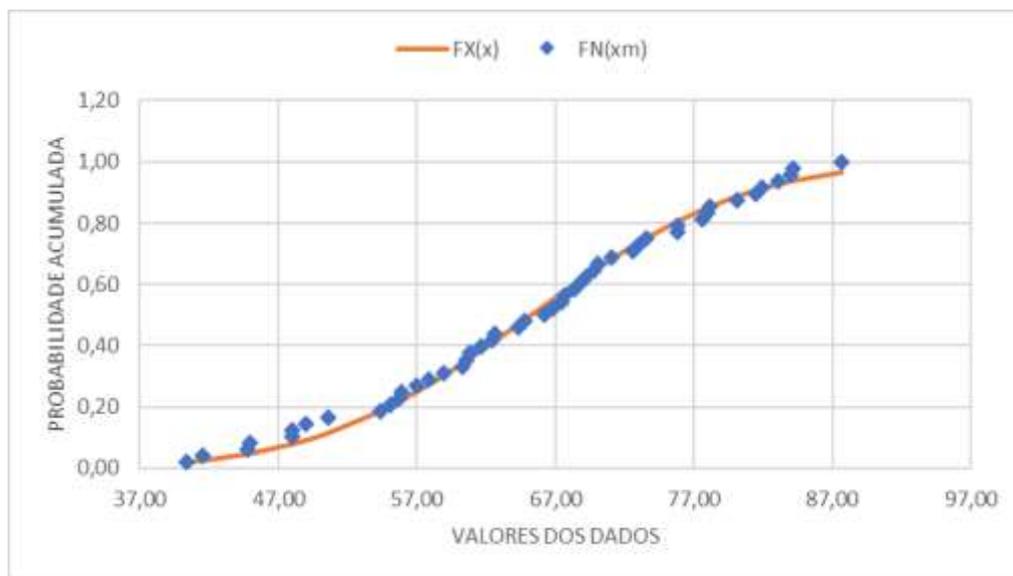


Figura 69 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.

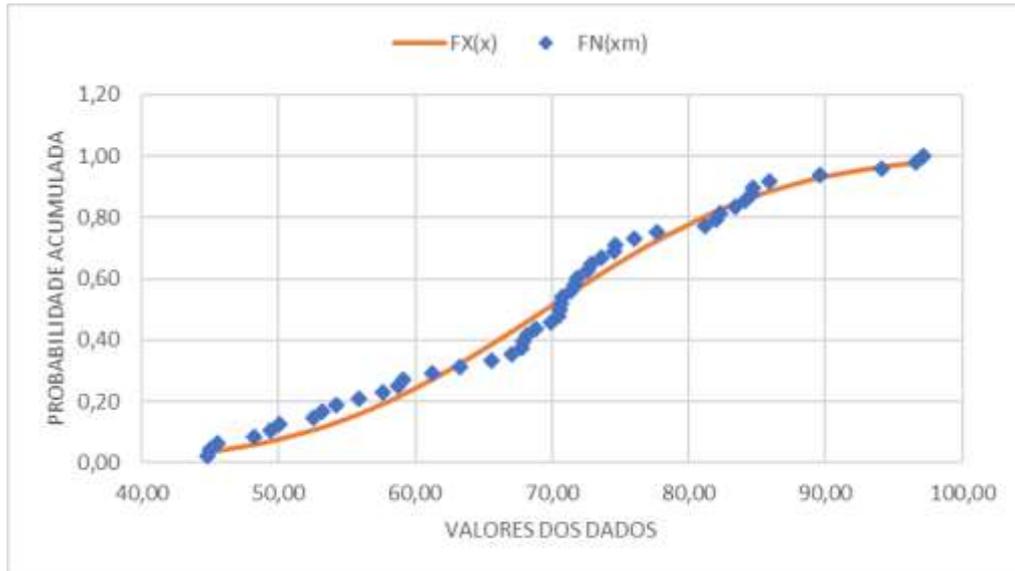


Figura 70 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 2 anos para o período de 1988 a 2017.

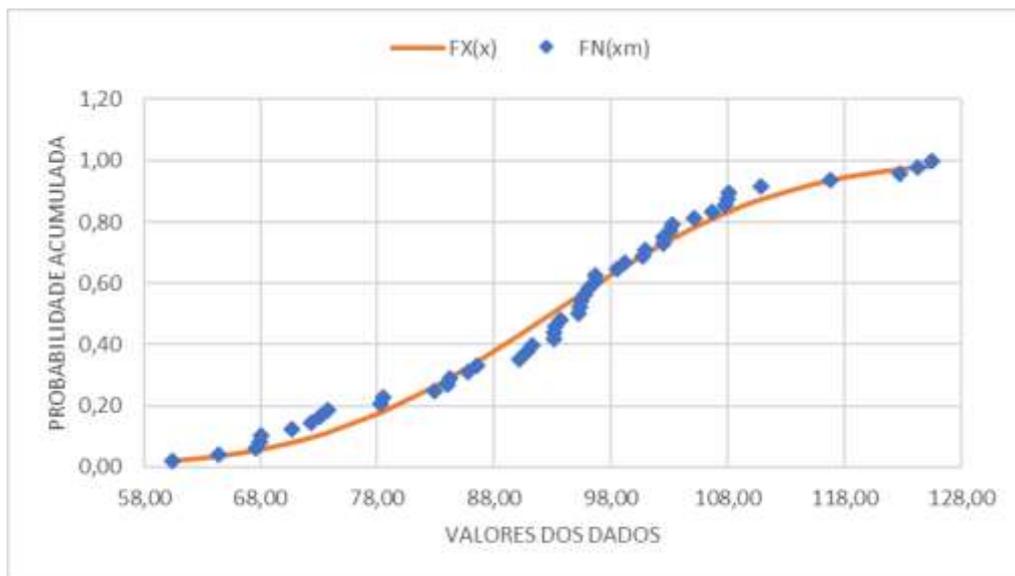


Figura 71 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 5 anos para o período de 1988 a 2017.

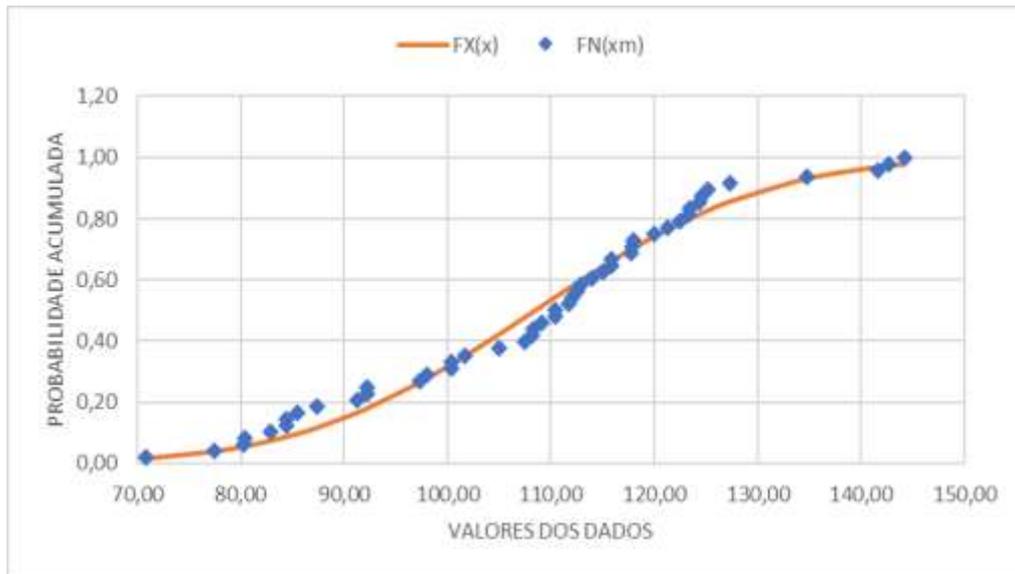


Figura 72 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 10 anos para o período de 1988 a 2017.

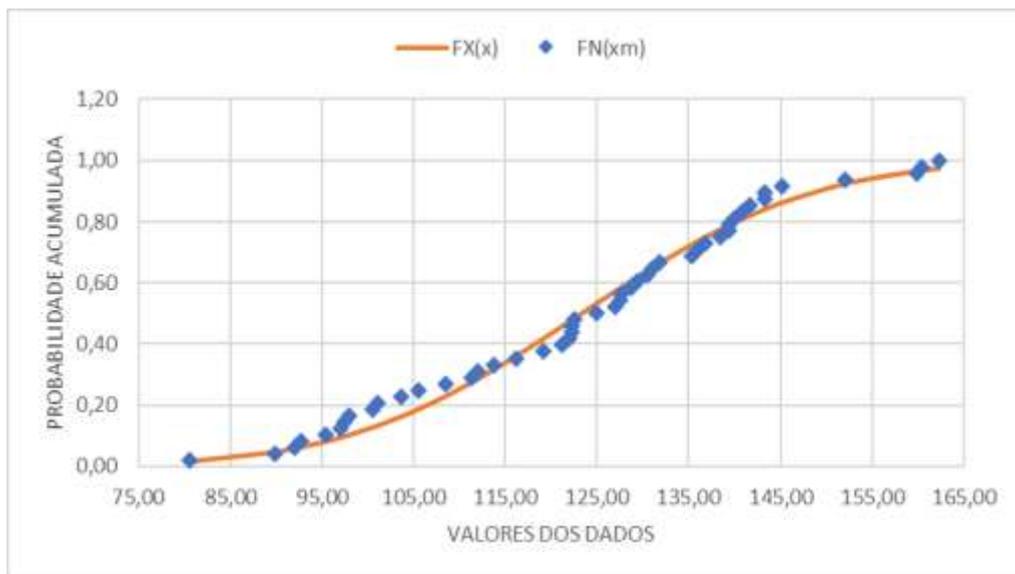


Figura 73 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 20 anos para o período de 1988 a 2017.

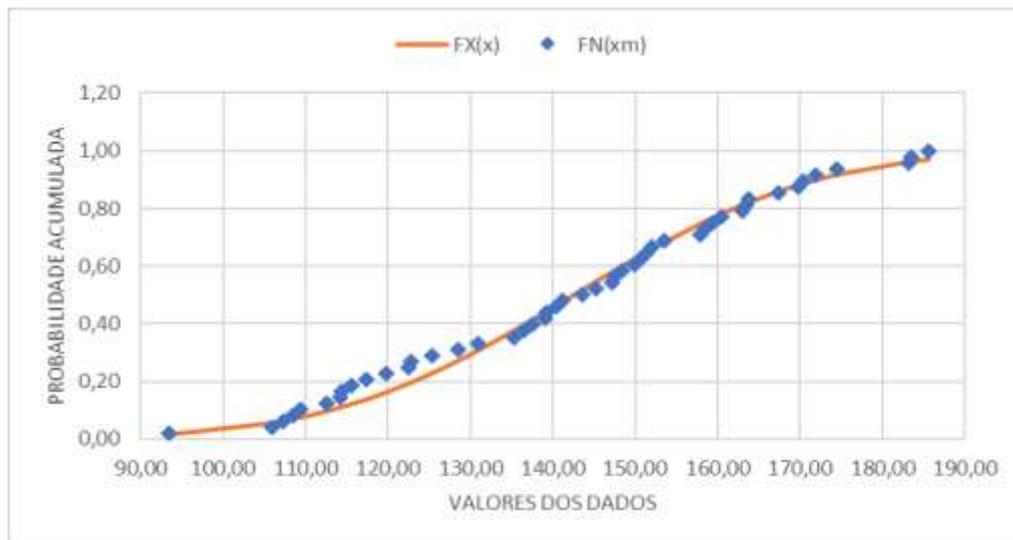


Figura 74 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao TR de 50 anos para o período de 1988 a 2017.

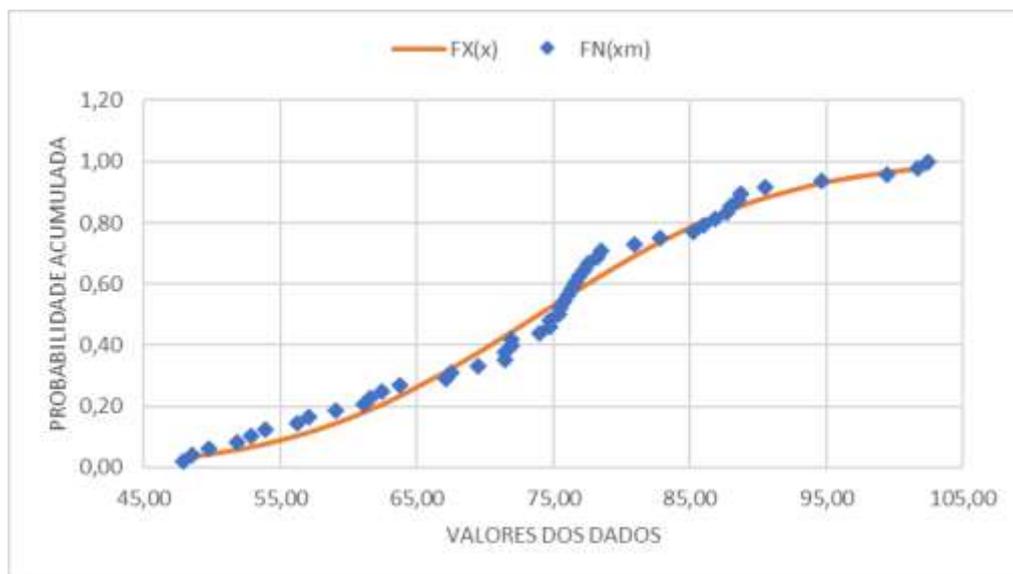


Figura 75 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico média para o período de 1988 a 2017.

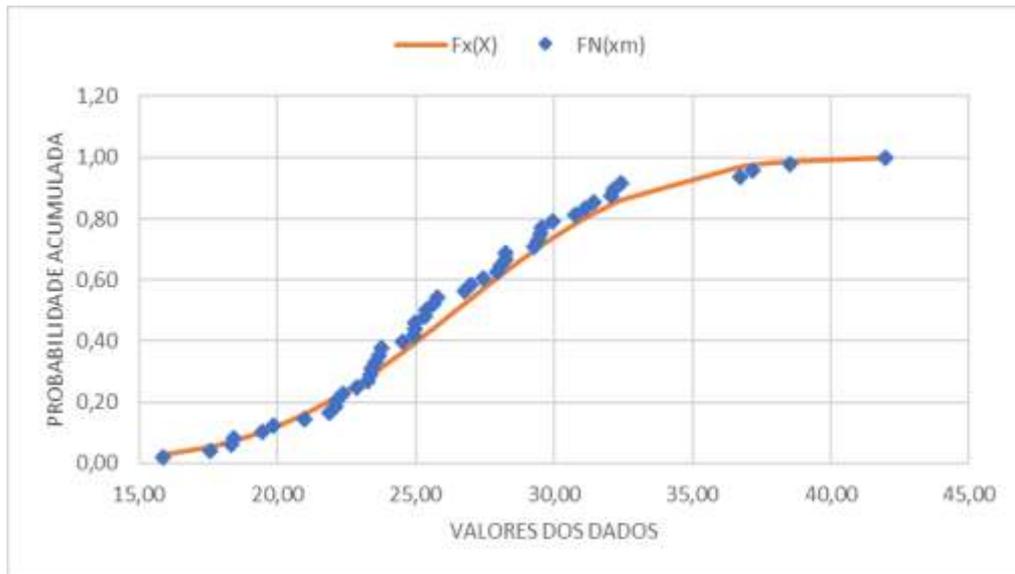


Figura 76 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1988 a 2017.

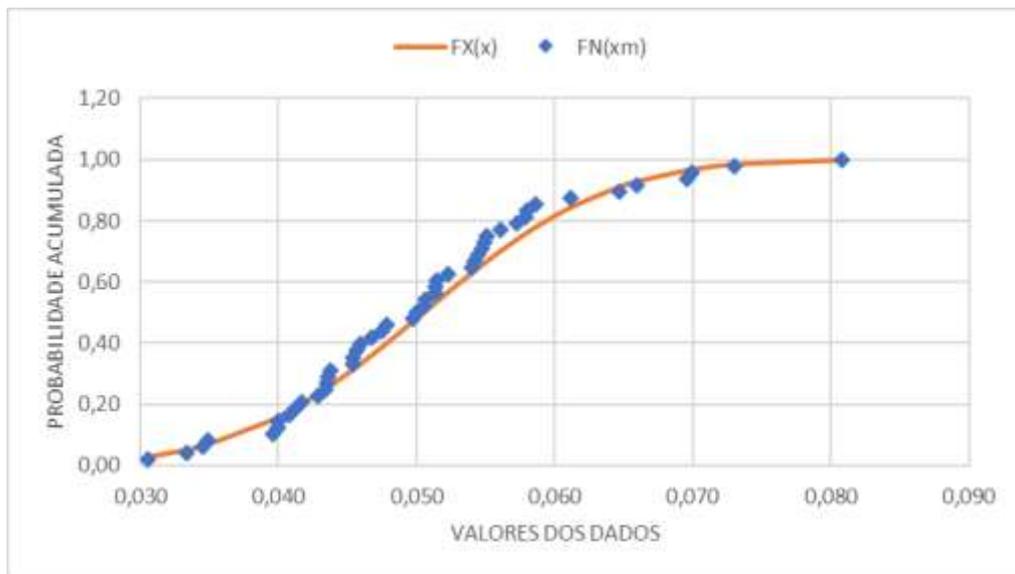


Figura 77 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro alfa para o período de 1988 a 2017.

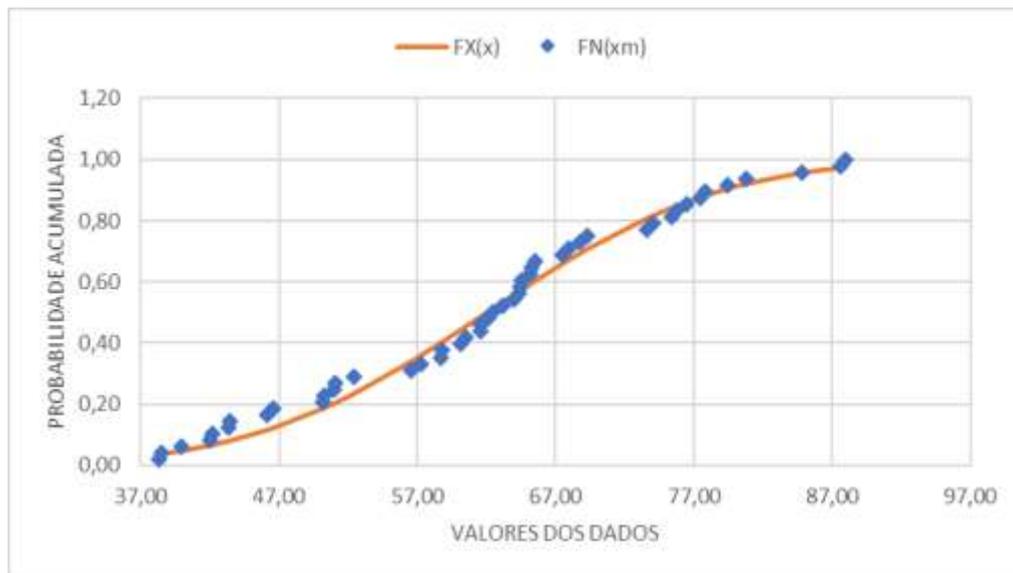


Figura 78 – Gráficos das probabilidades empíricas e teóricas em função das precipitações referentes ao parâmetro beta para o período de 1988 a 2017.

APÊNDICE E

MAPAS DAS PMDA's REFERENTE VÁRIOS TEMPOS DE RETORNOS (EG. 5, 10,
20, 50 E 100 ANOS)

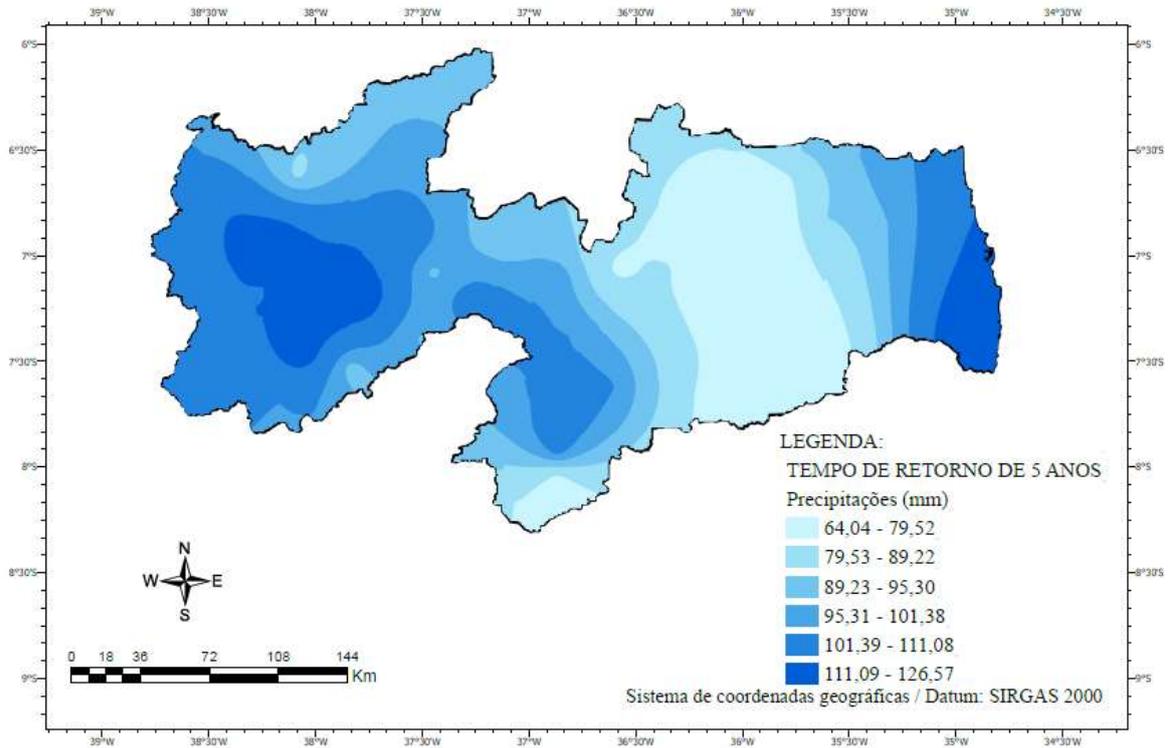


Figura 79 – Período de retorno de 5 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

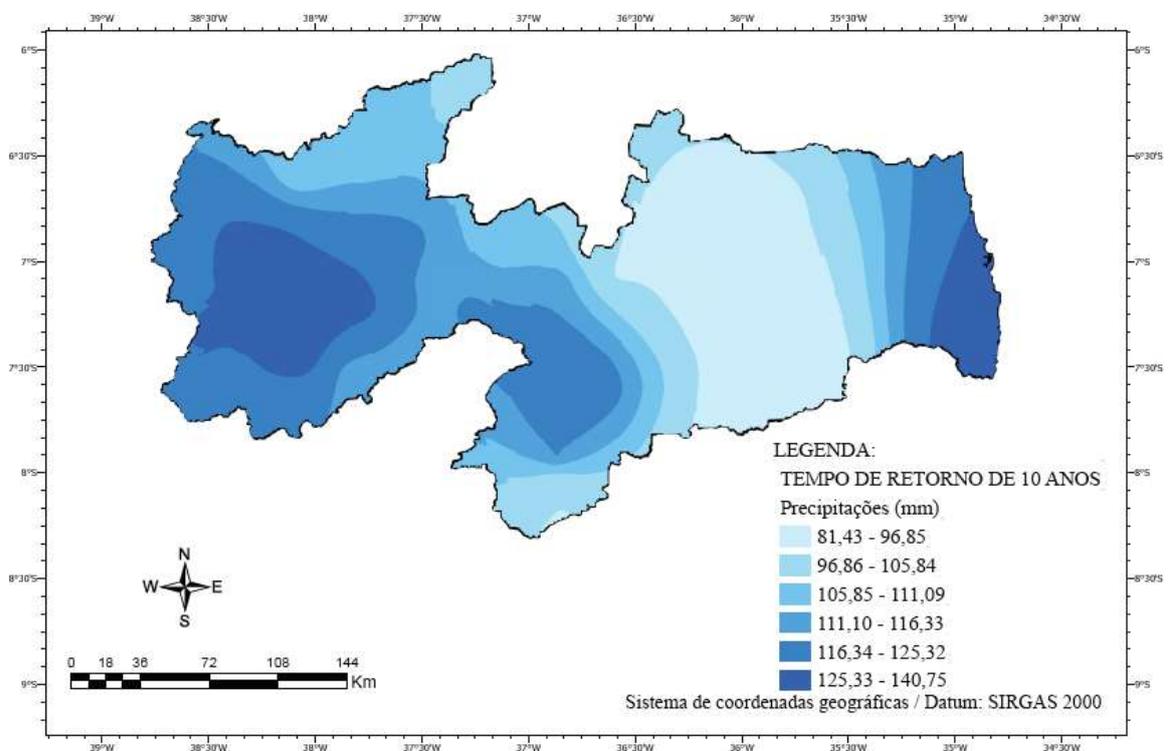


Figura 80 – Período de retorno de 10 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

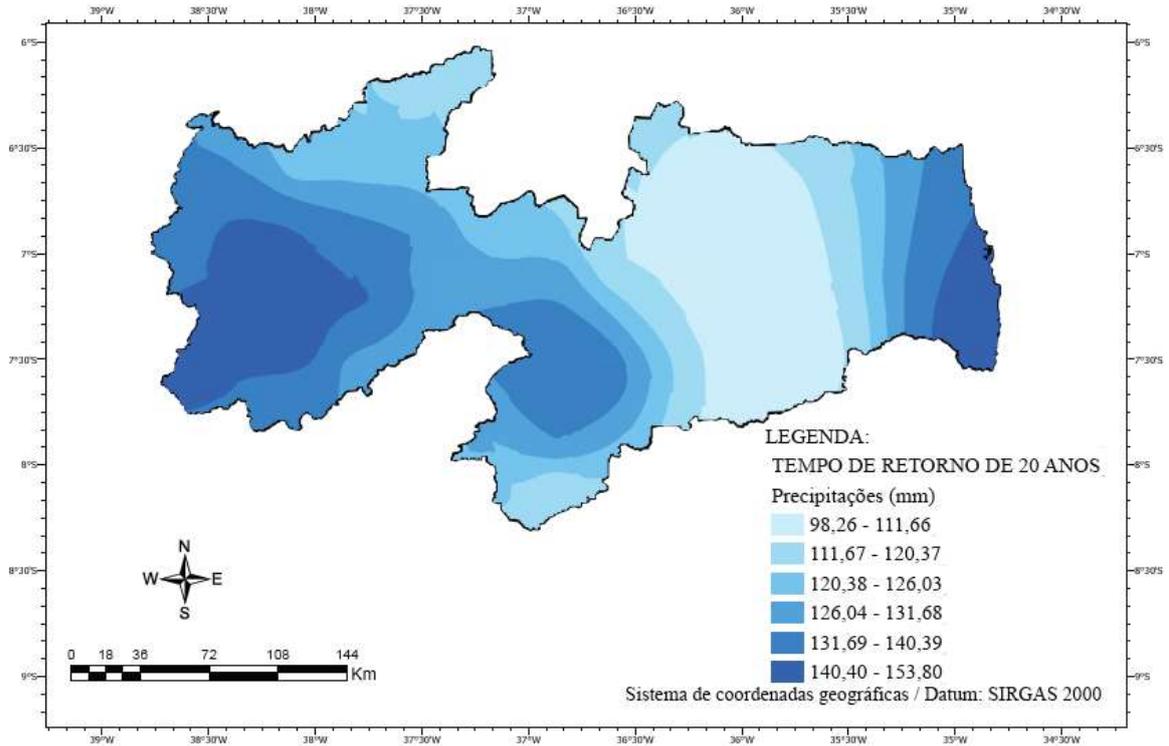


Figura 81 – Período de retorno de 20 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

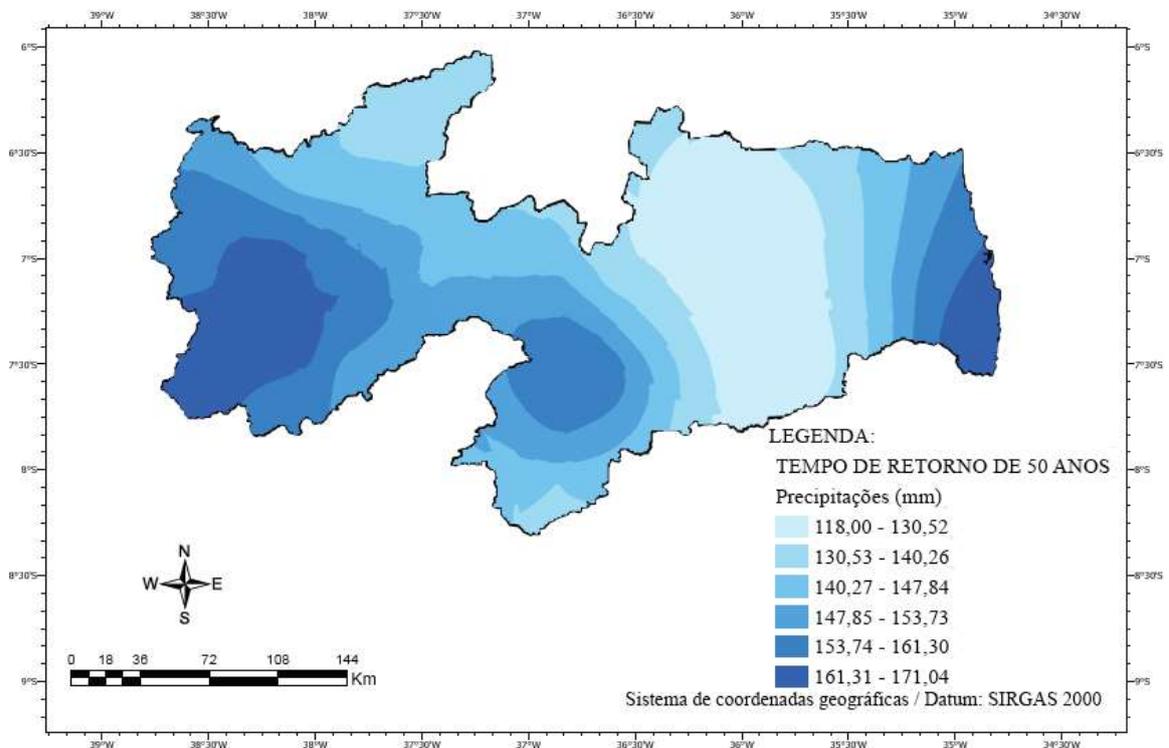


Figura 82 – Período de retorno de 50 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

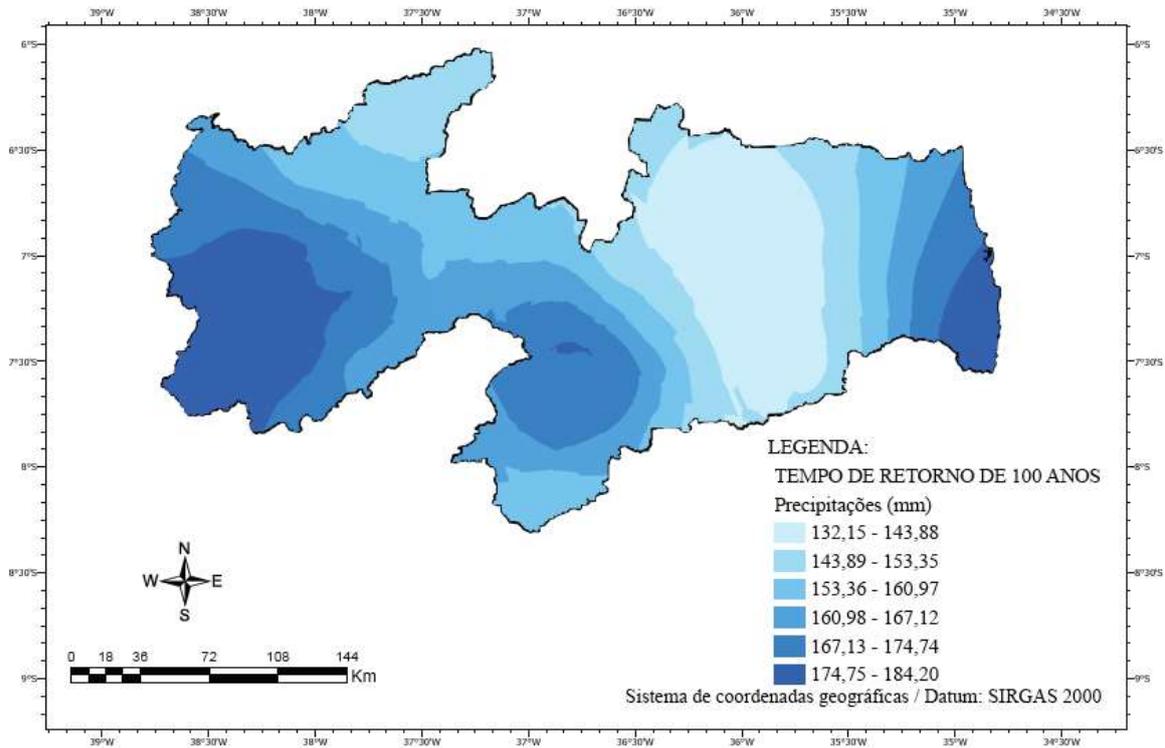


Figura 83 – Período de retorno de 100 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 2017.

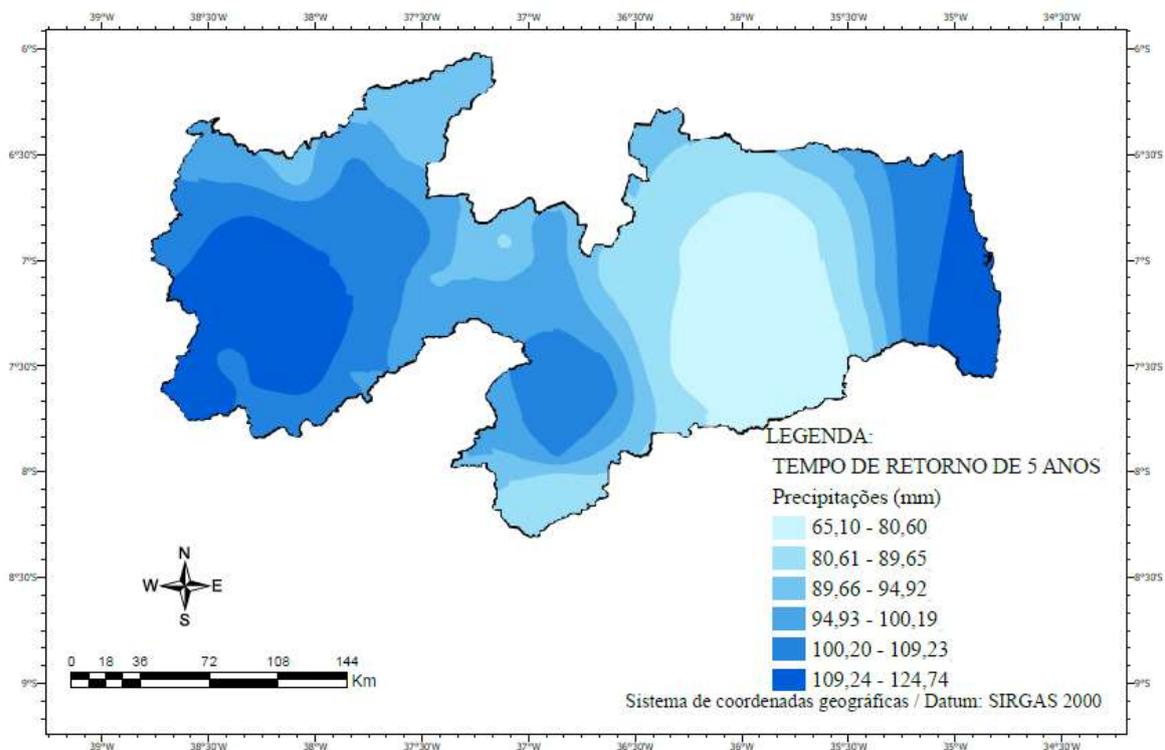


Figura 84 – Período de retorno de 5 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

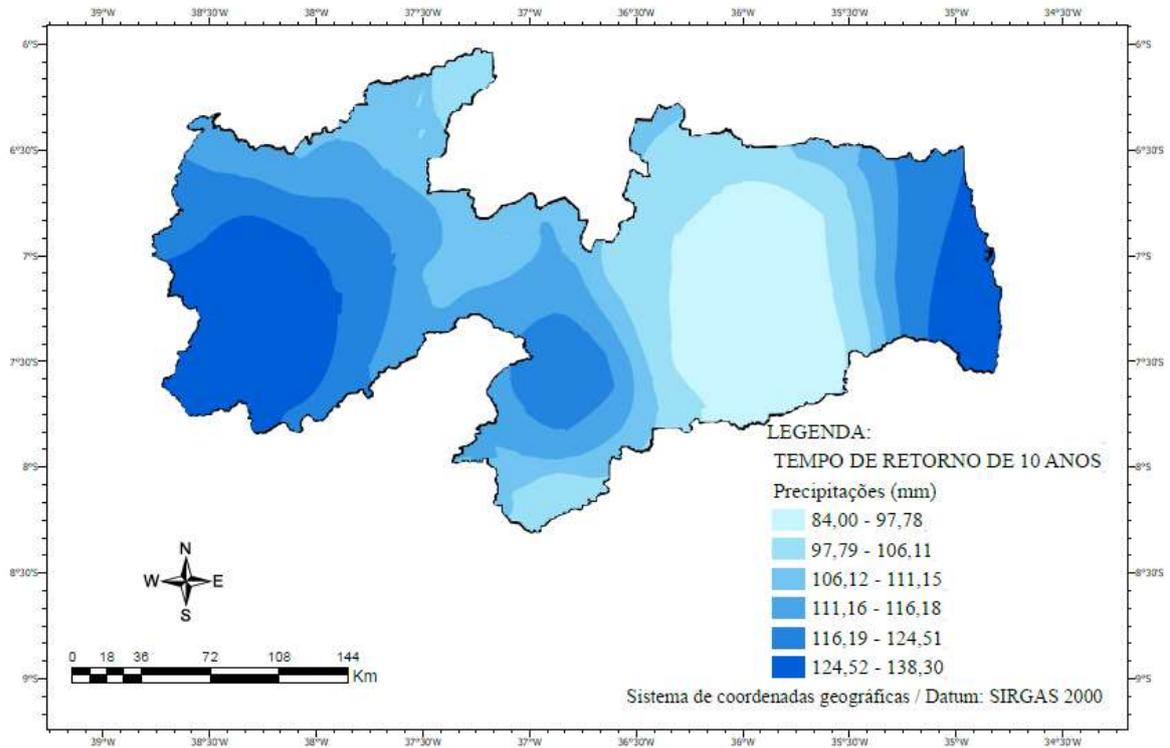


Figura 85 – Período de retorno de 10 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

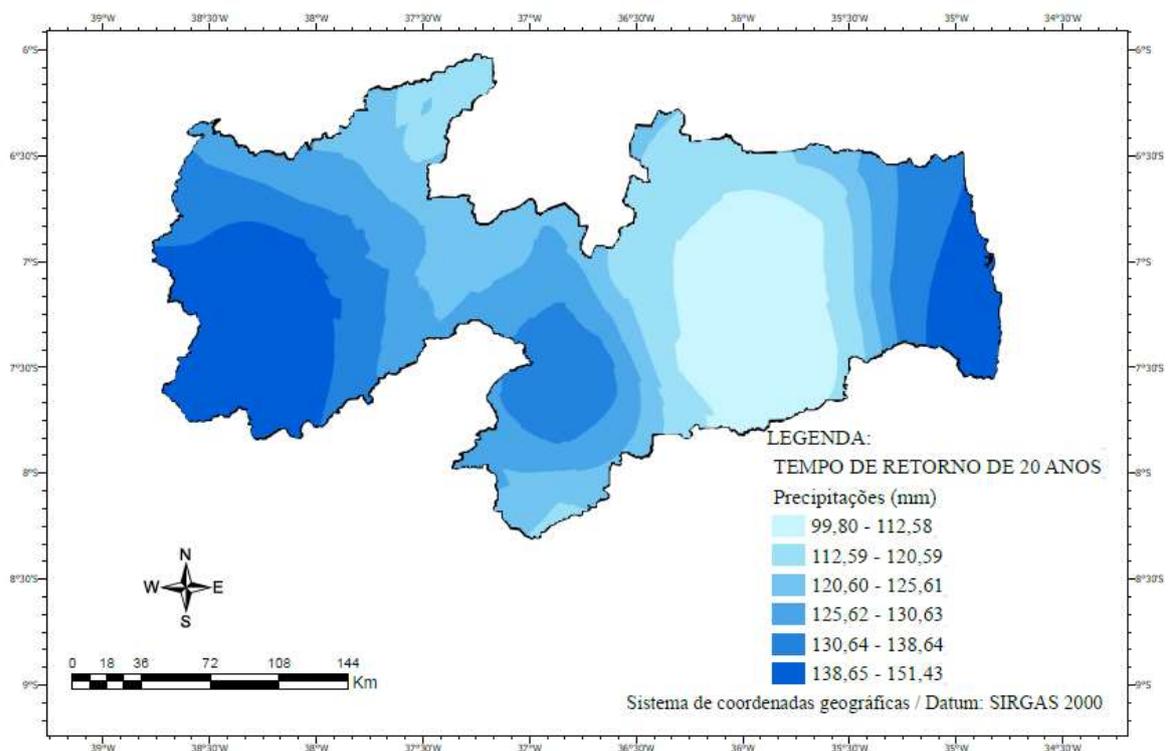


Figura 86 – Período de retorno de 20 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

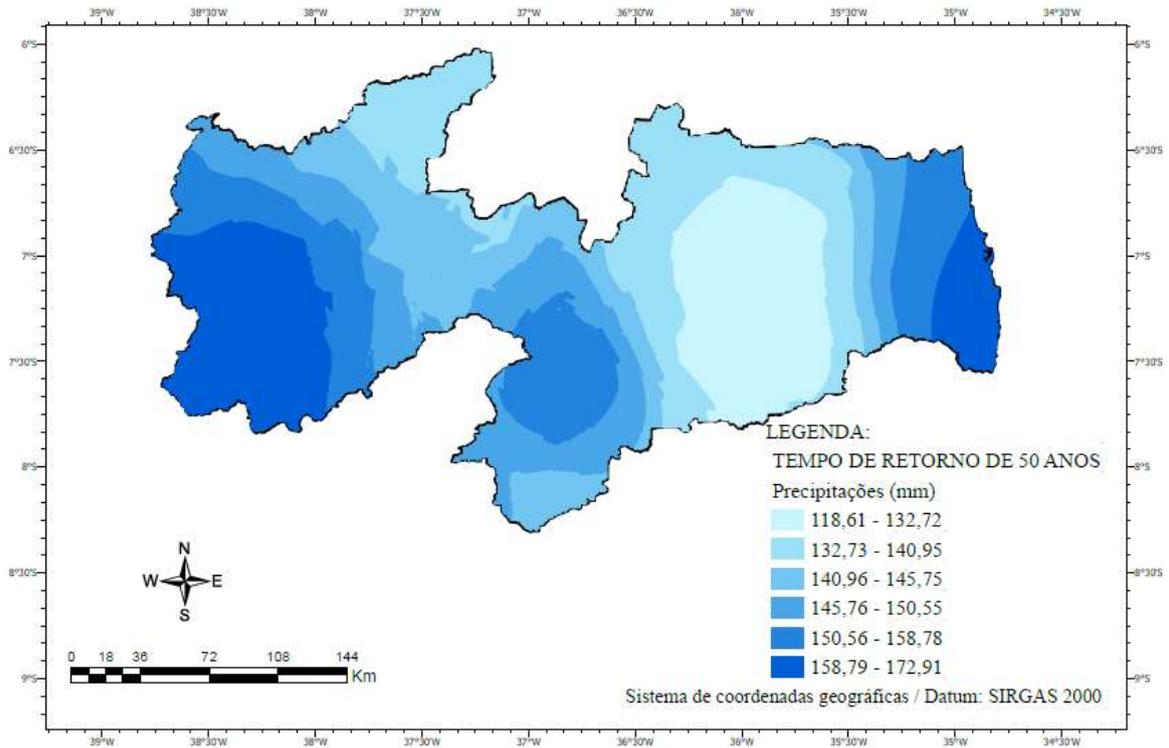


Figura 87 – Período de retorno de 50 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

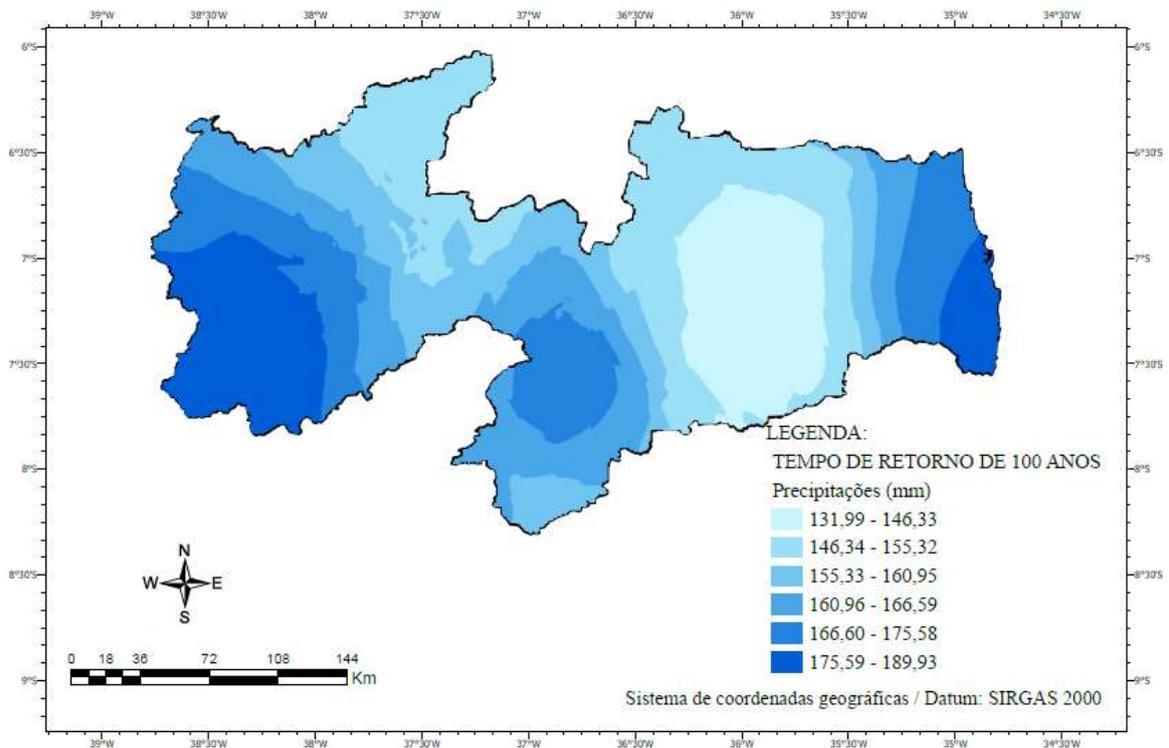


Figura 88 – Período de retorno de 100 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1962 a 1991.

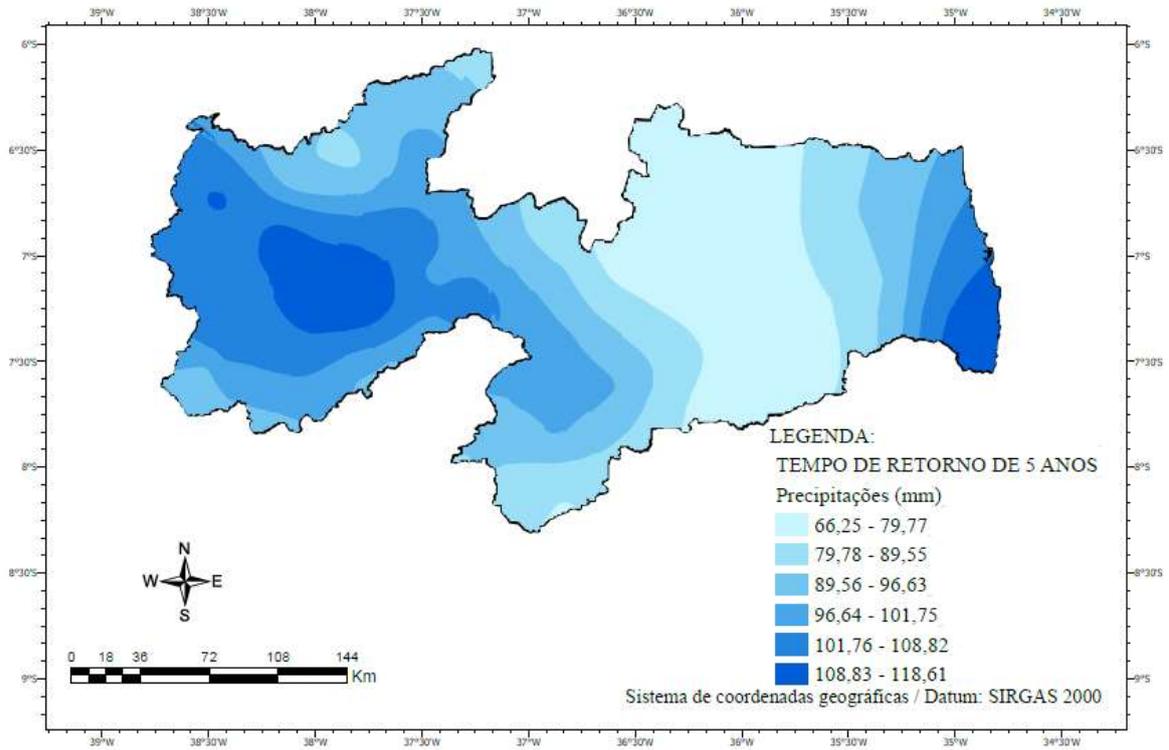


Figura 89 – Período de retorno de 5 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

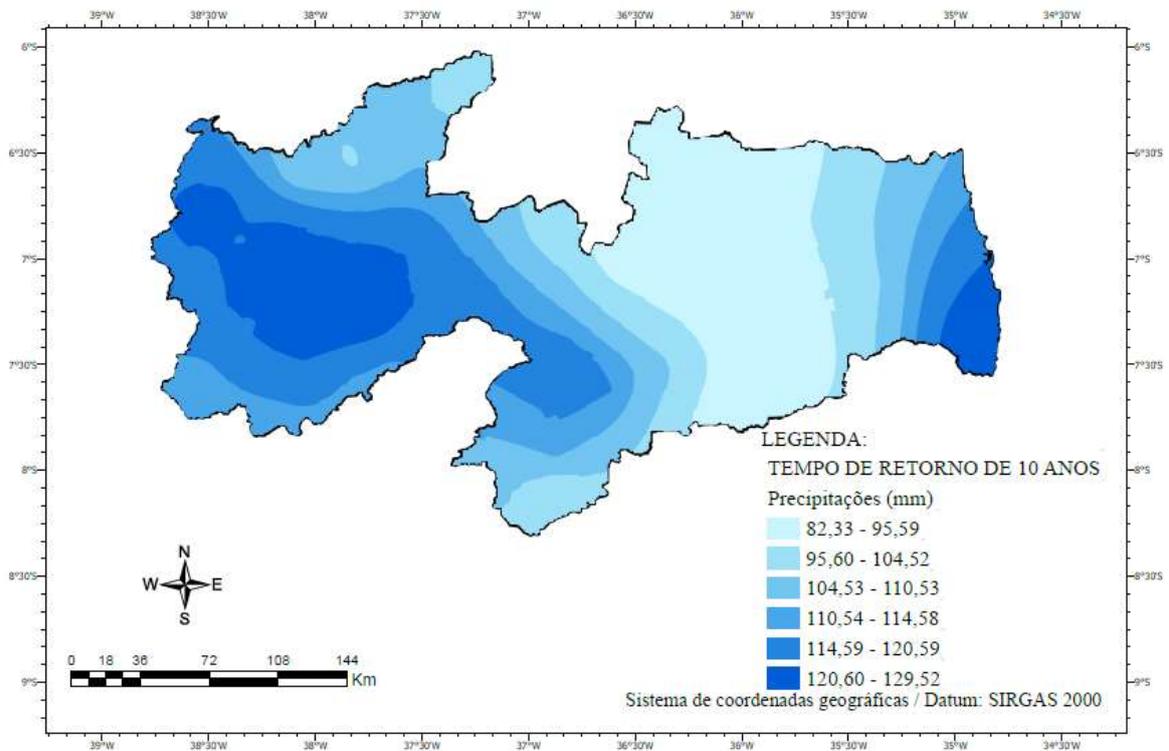


Figura 90 – Período de retorno de 10 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

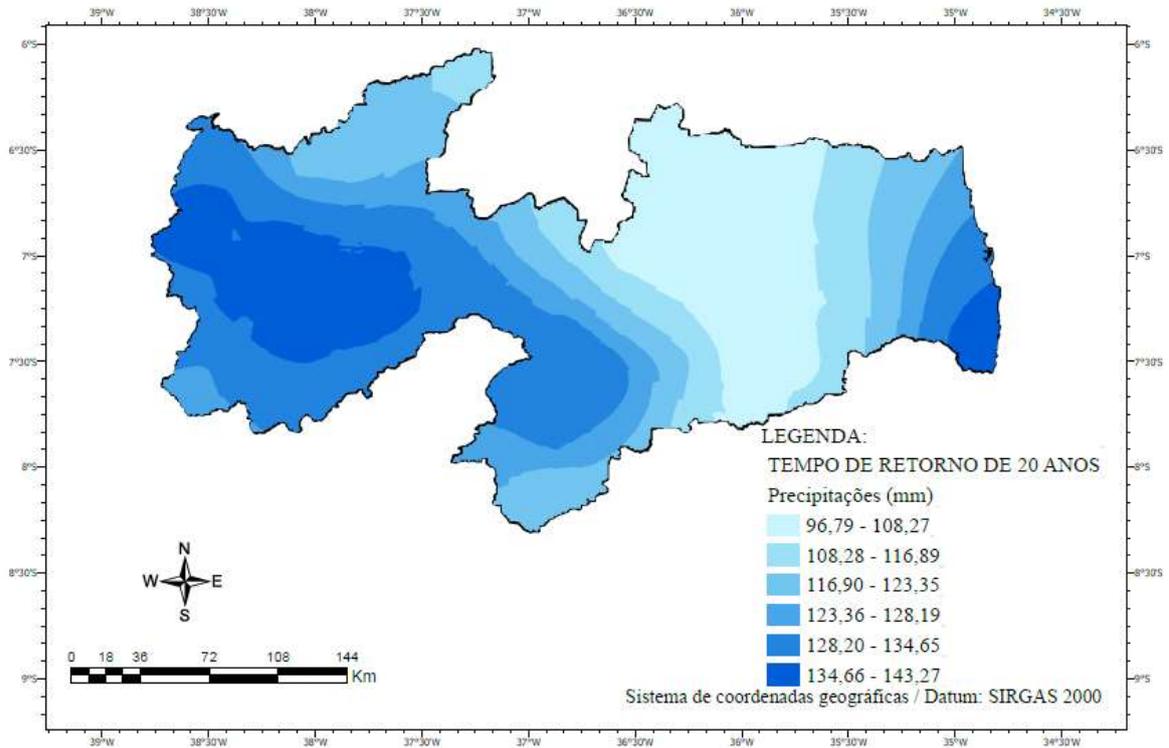


Figura 91 – Período de retorno de 20 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

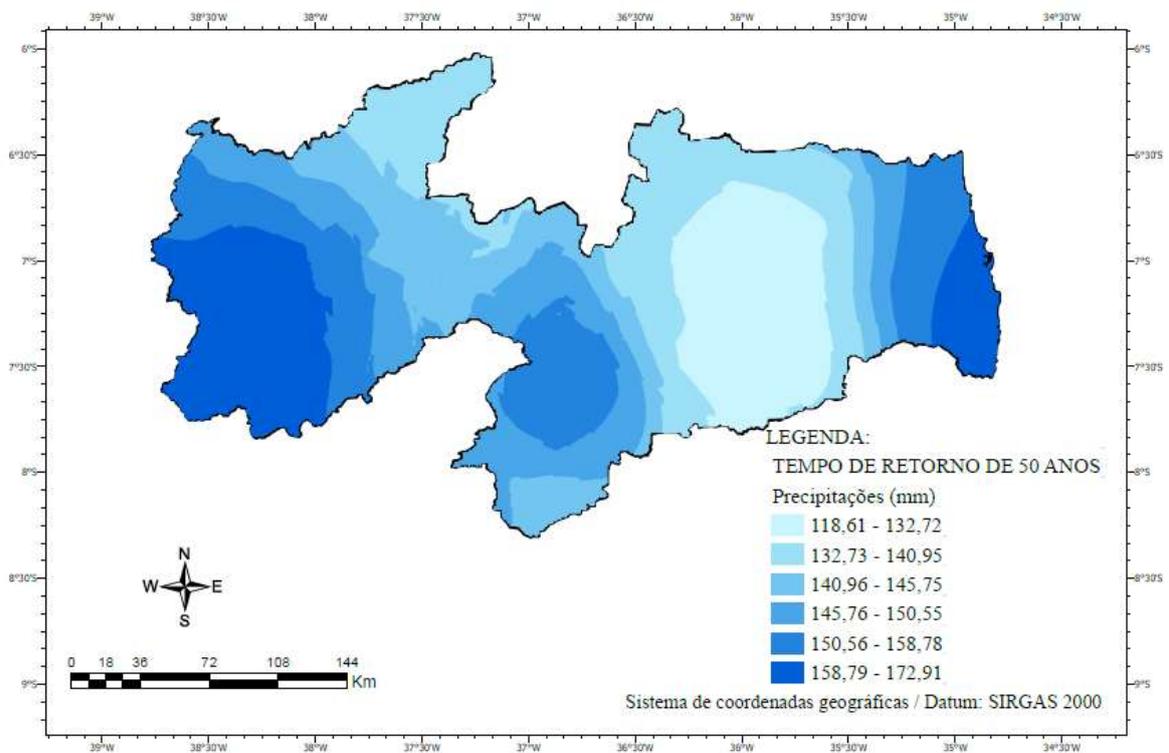


Figura 92 – Período de retorno de 50 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

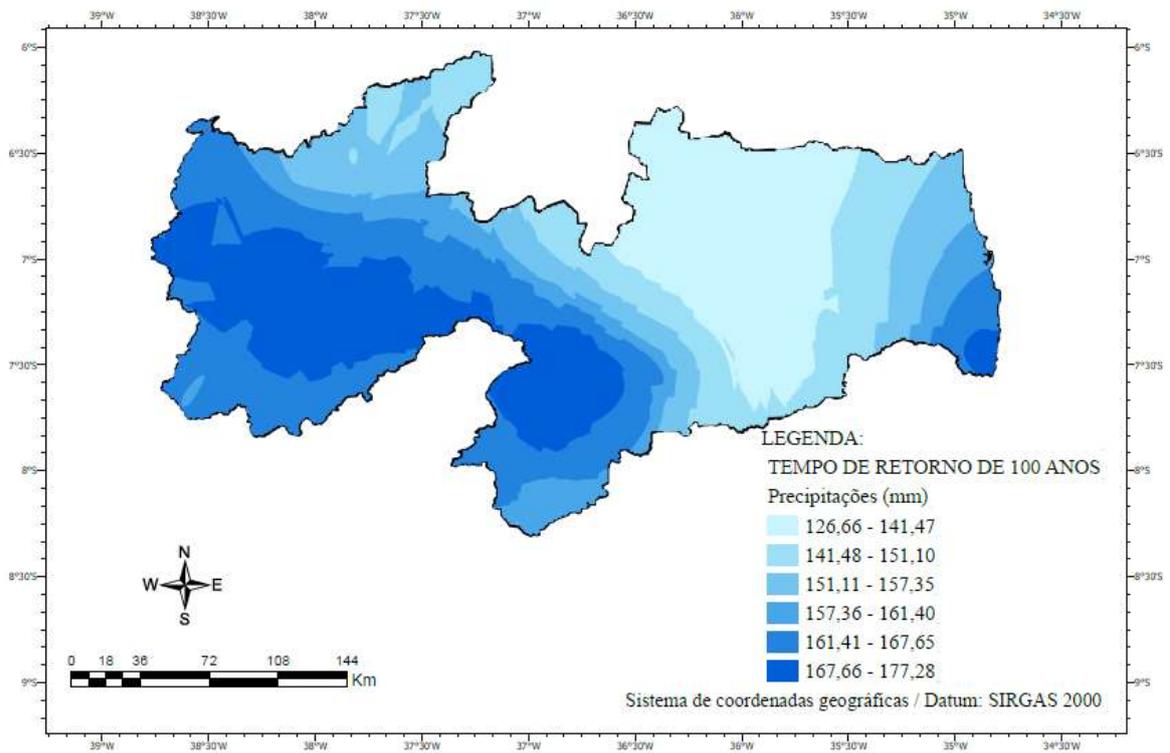


Figura 93 – Período de retorno de 100 anos da série das precipitações máximas diárias anuais no estado da Paraíba para o período de 1988 a 2017.

APÊNDICE F

MAPAS DO AGRUPAMENTO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

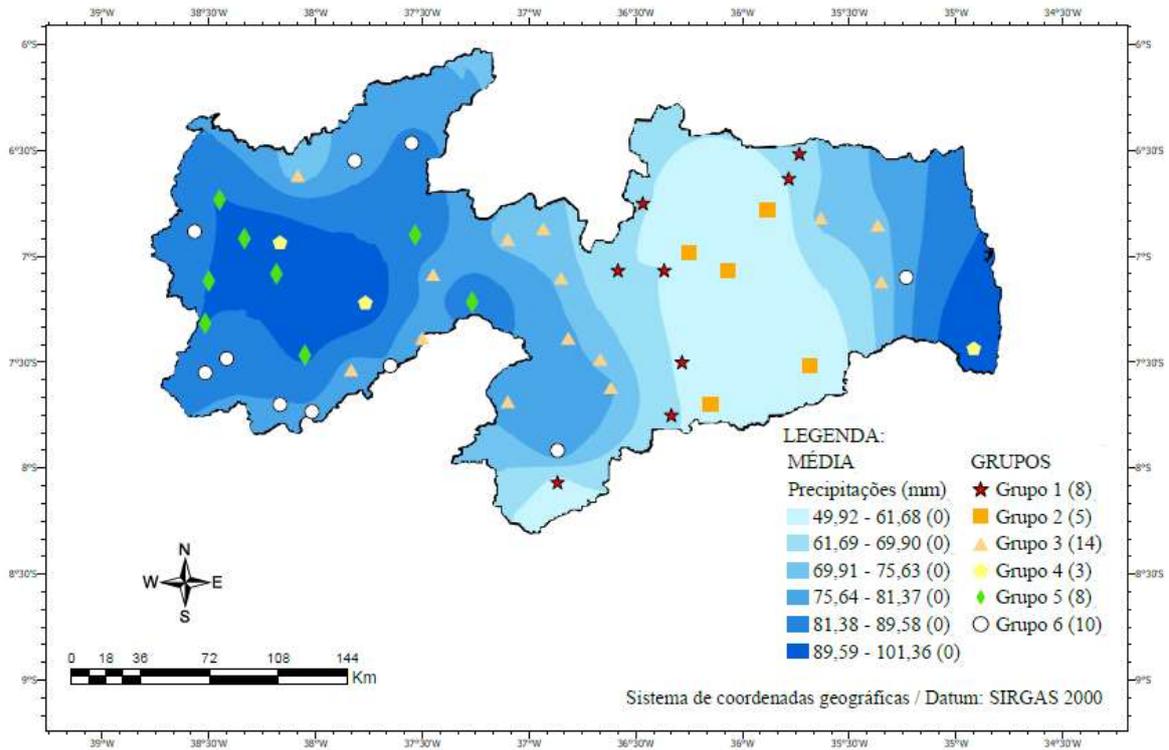


Figura 94 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 2017.

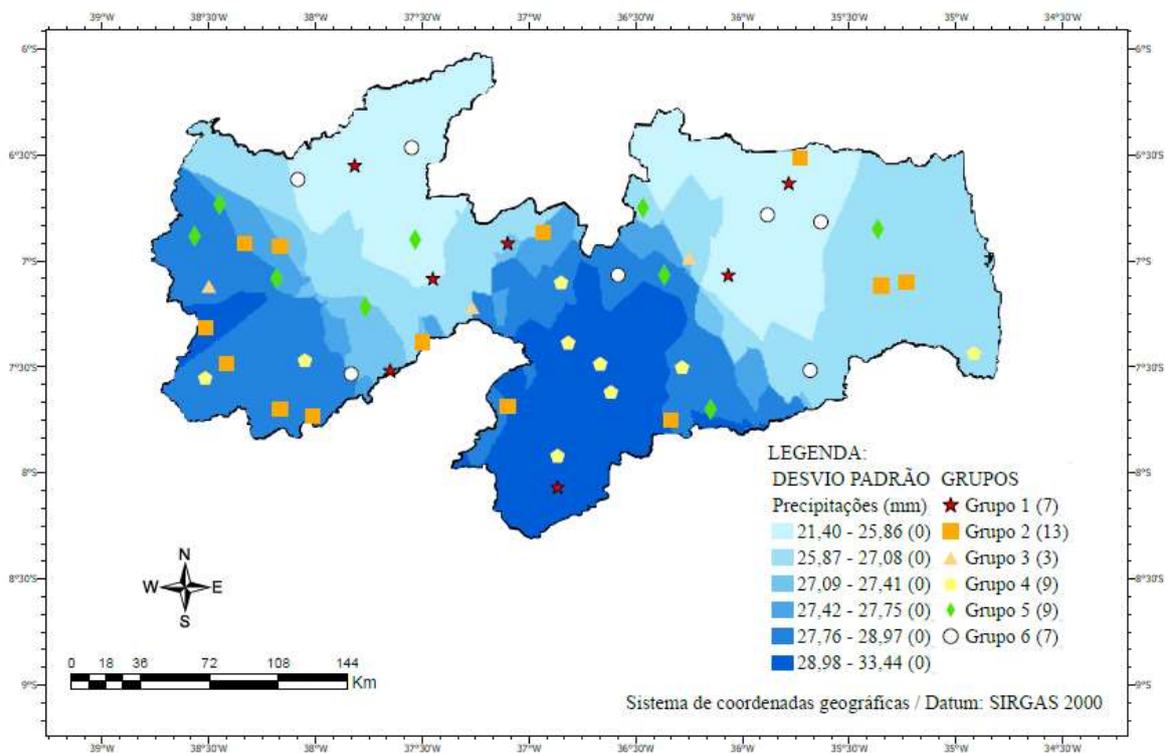


Figura 95 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 2017.

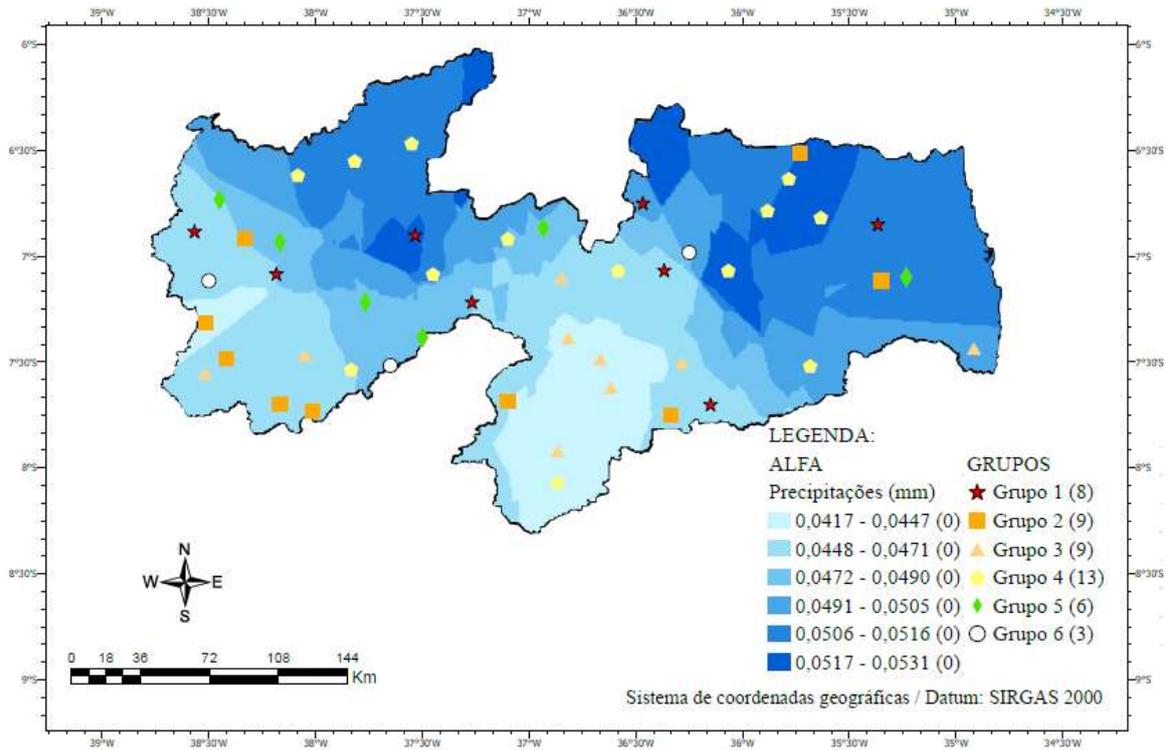


Figura 96 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 2017.

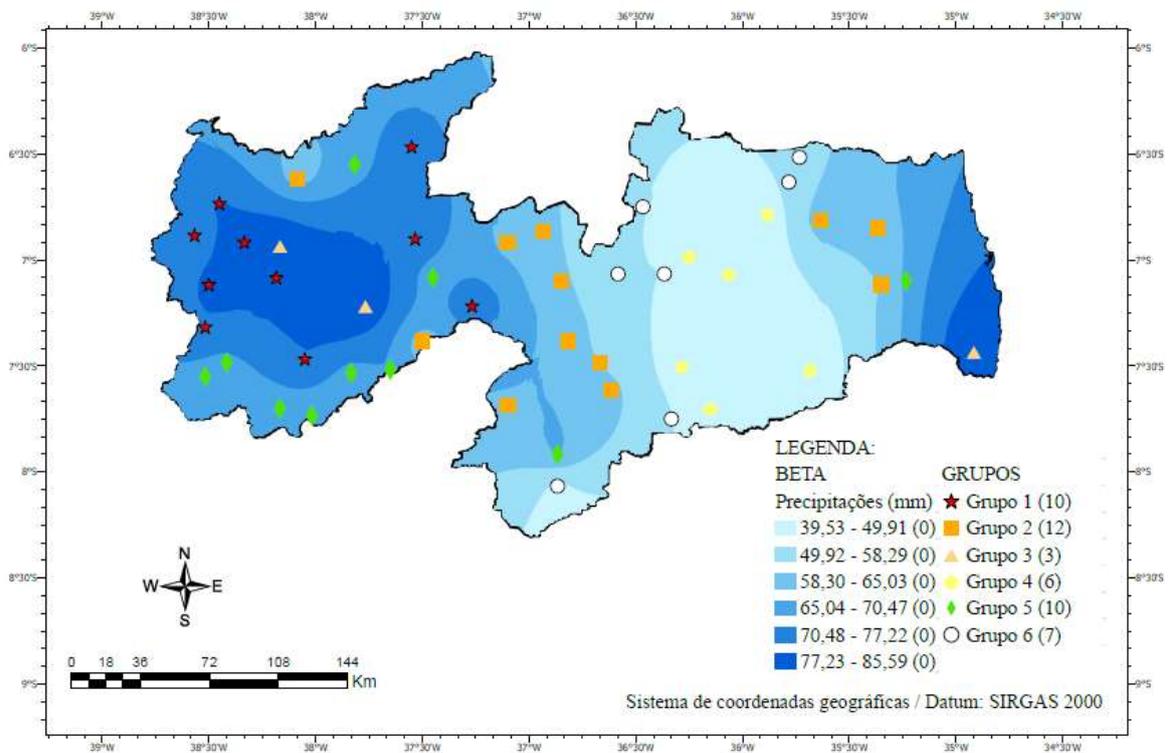


Figura 97 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 2017.

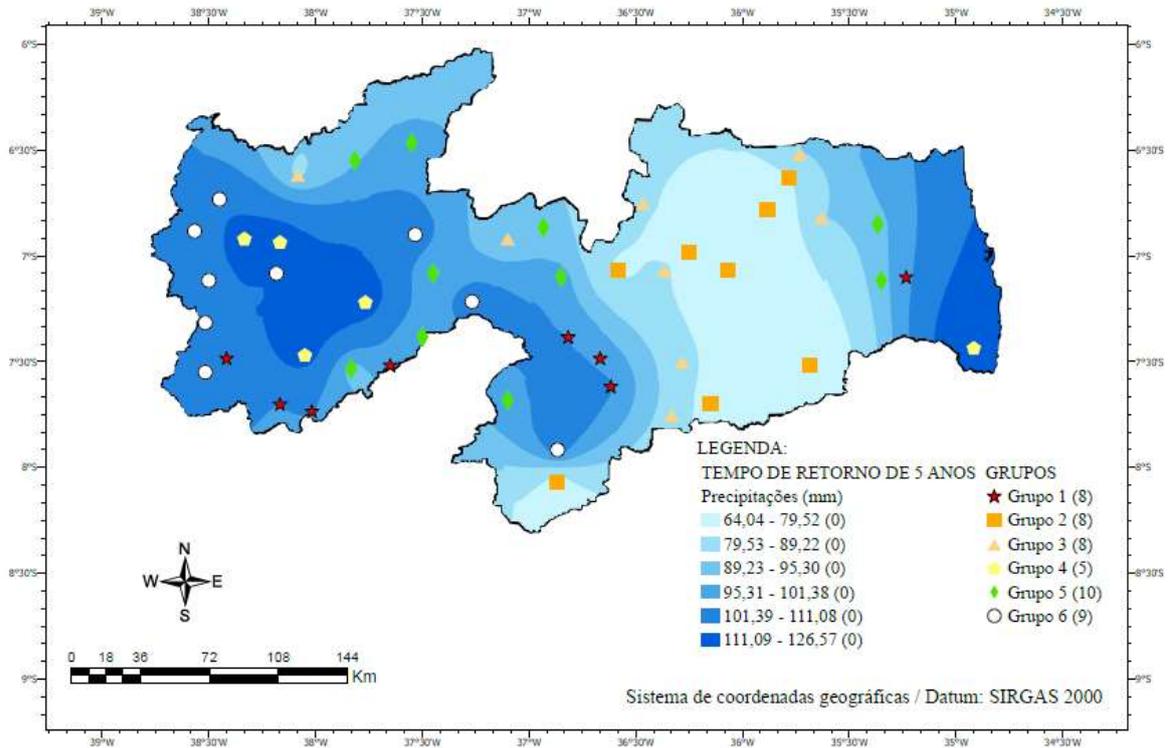


Figura 98 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 2017.

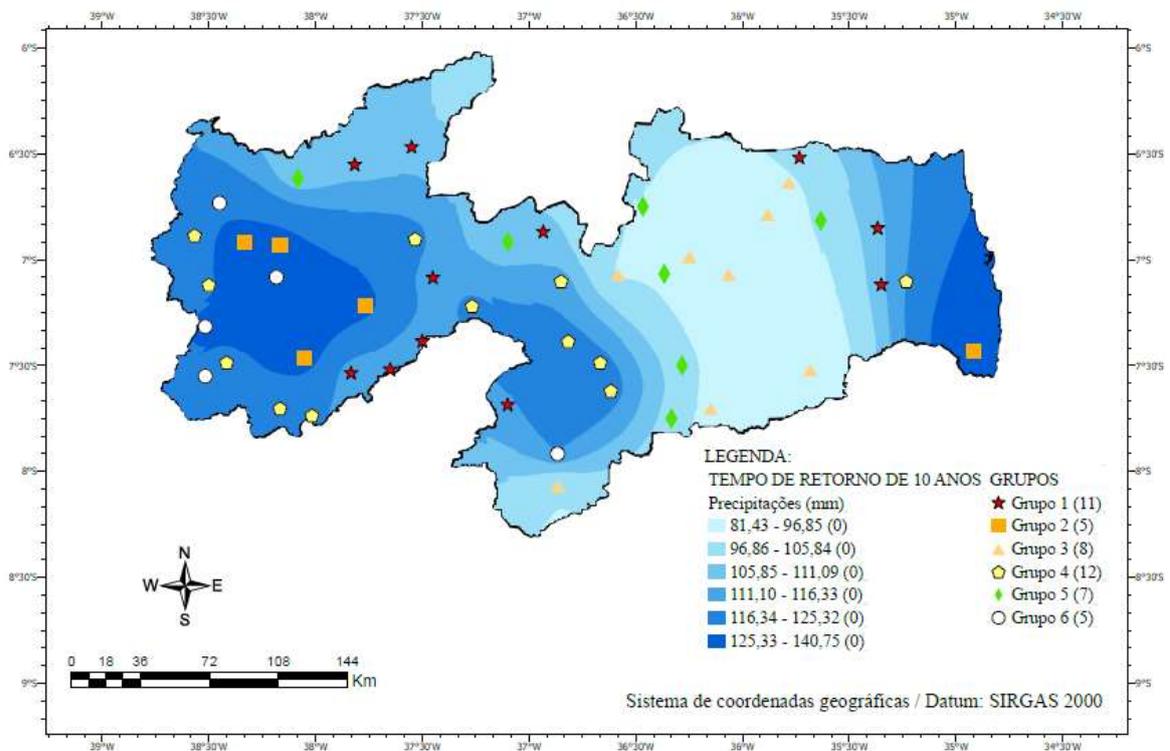


Figura 99 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 2017.

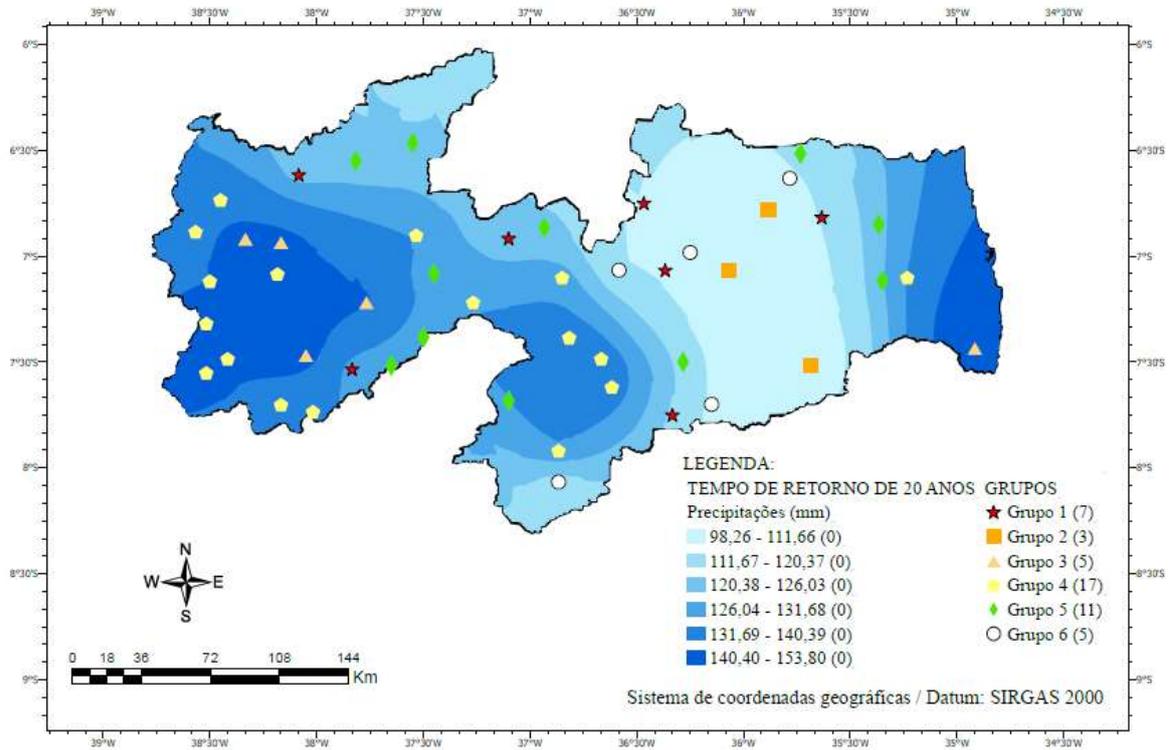


Figura 100 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 2017.

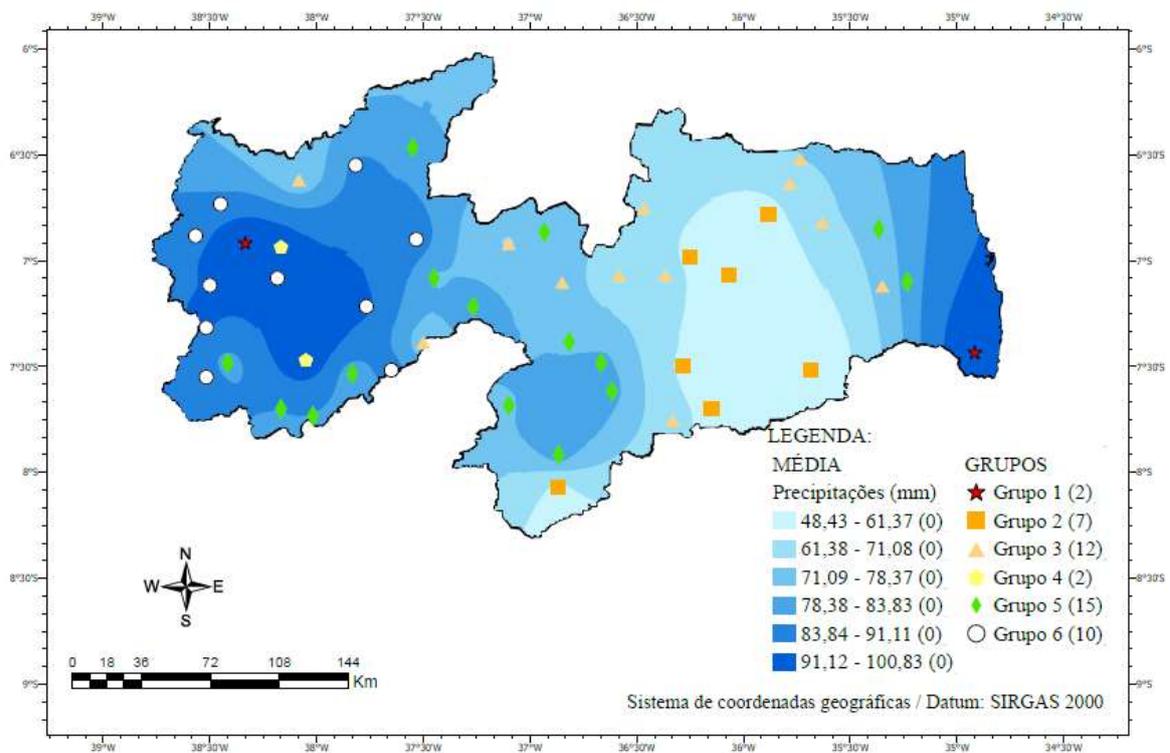


Figura 101 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1962 a 1991.

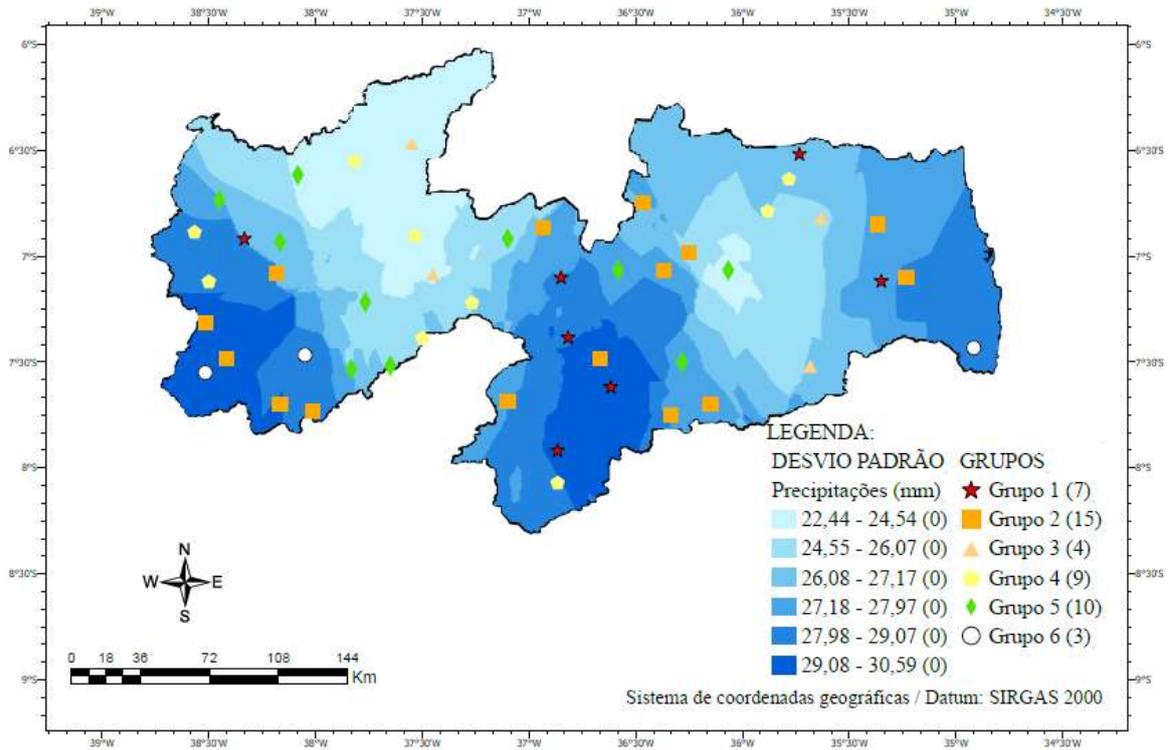


Figura 102 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1962 a 1991.

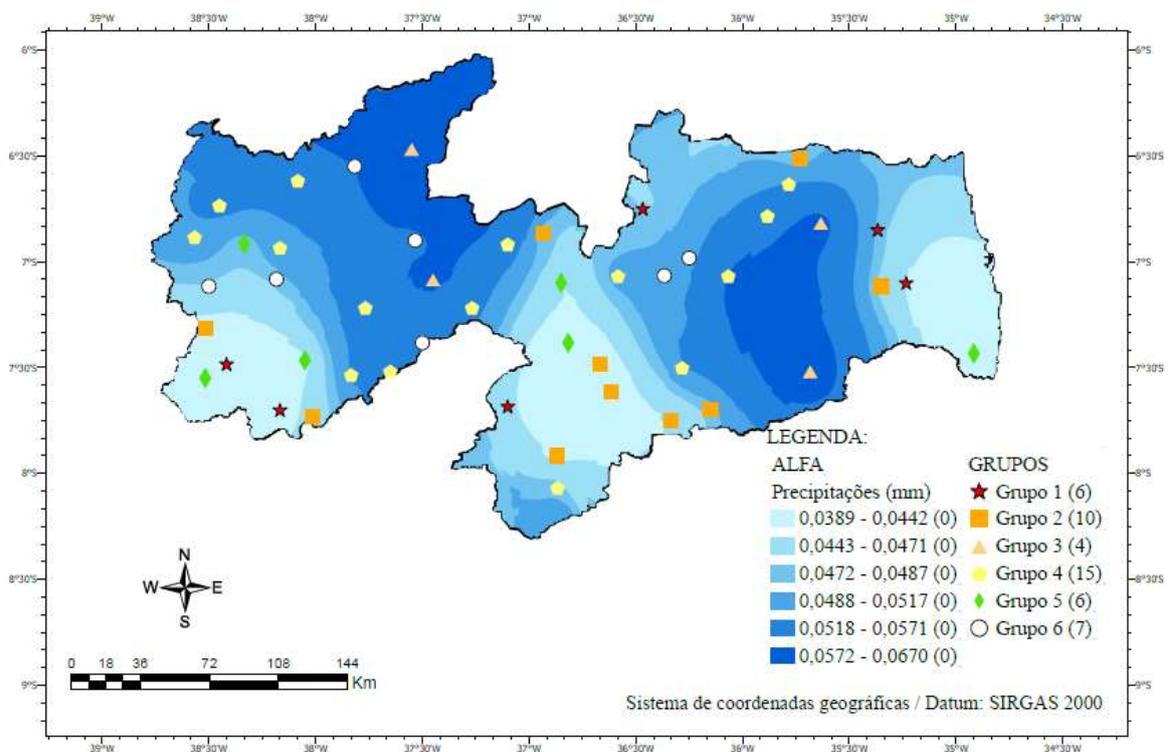


Figura 103 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro alfa para o período de 1962 a 1991.

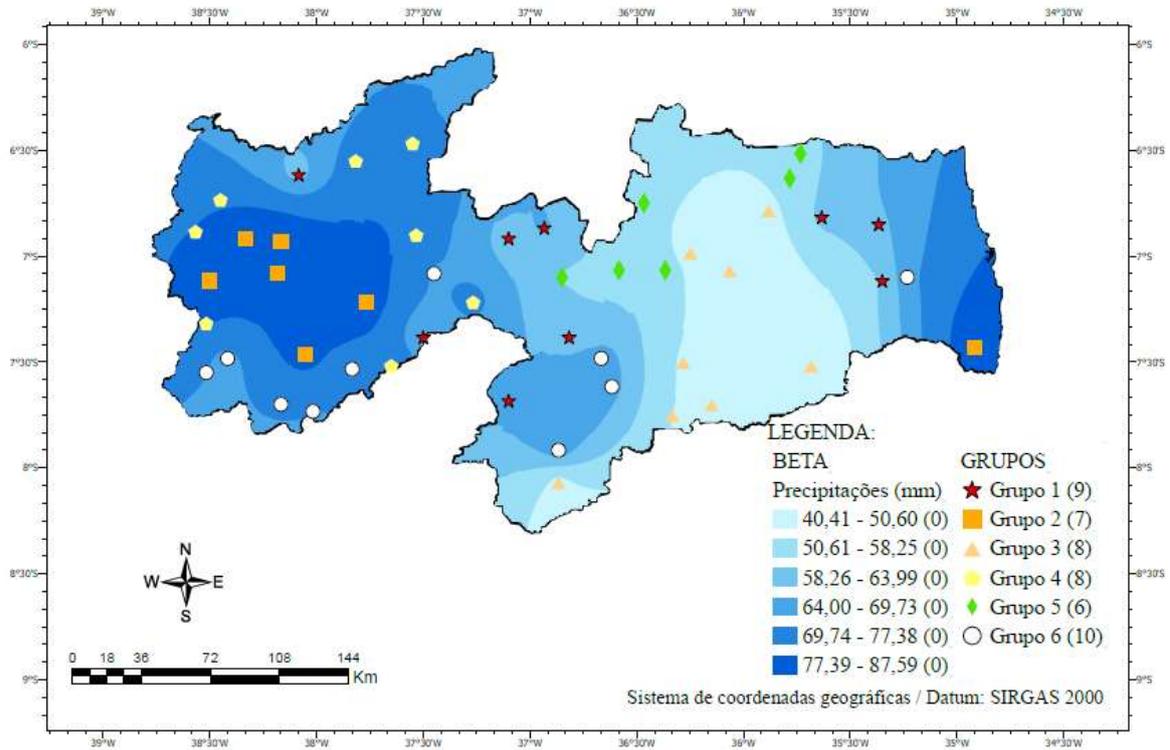


Figura 104 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro beta para o período de 1962 a 1991.

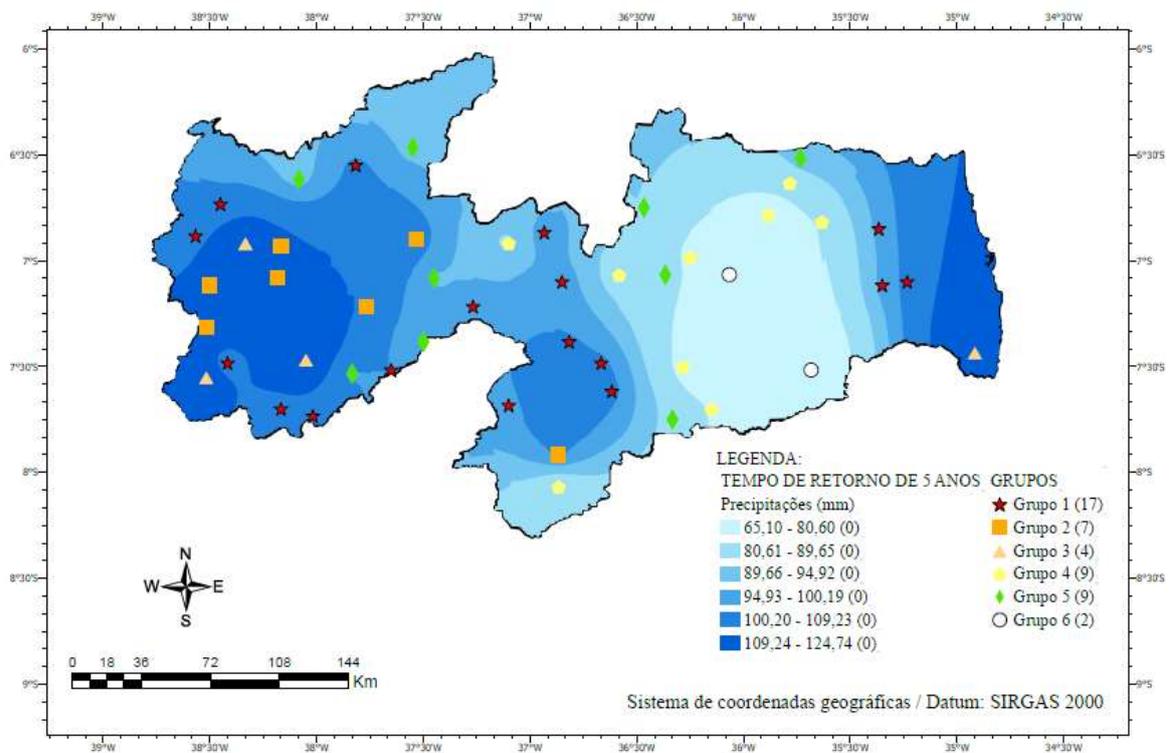


Figura 105 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 5 anos para o período de 1962 a 1991.

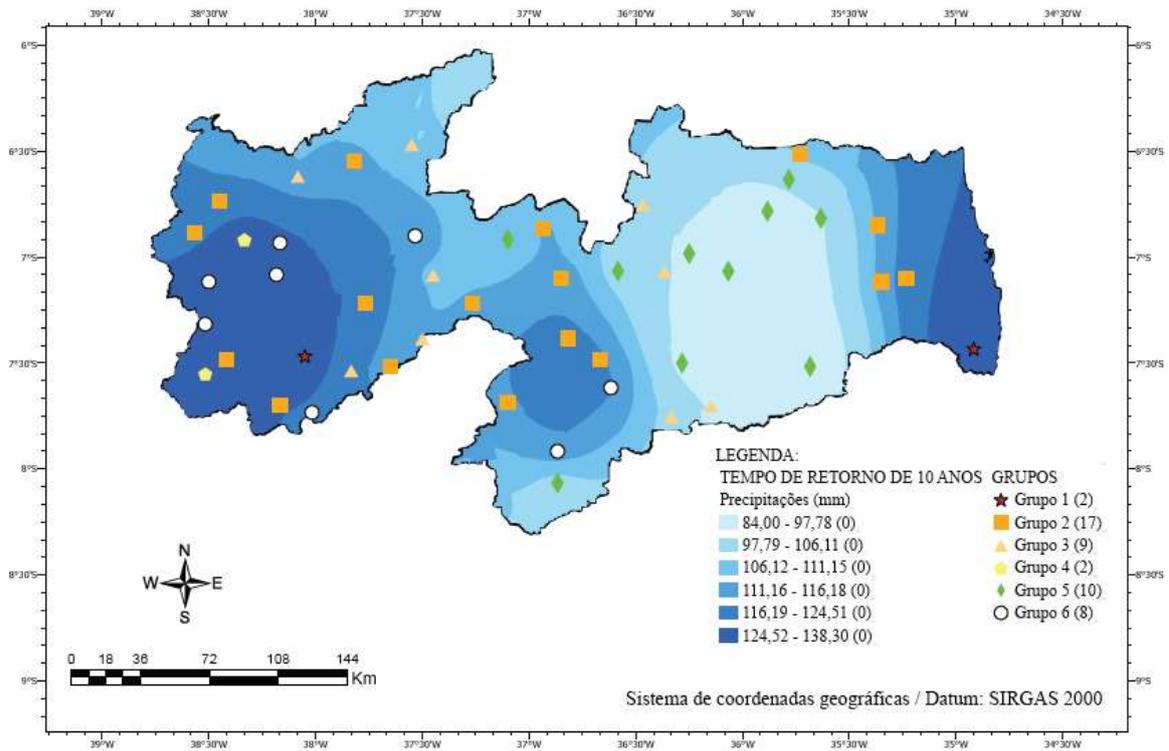


Figura 106 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 10 anos para o período de 1962 a 1991.

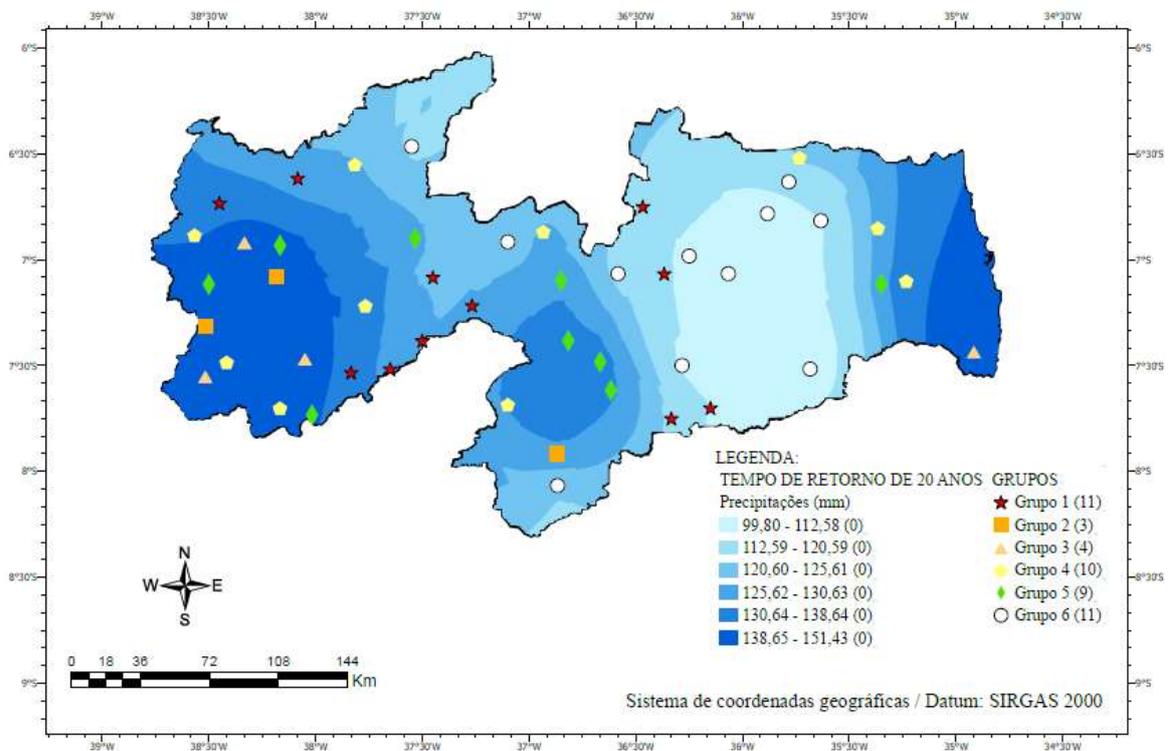


Figura 107 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 20 anos para o período de 1962 a 1991.

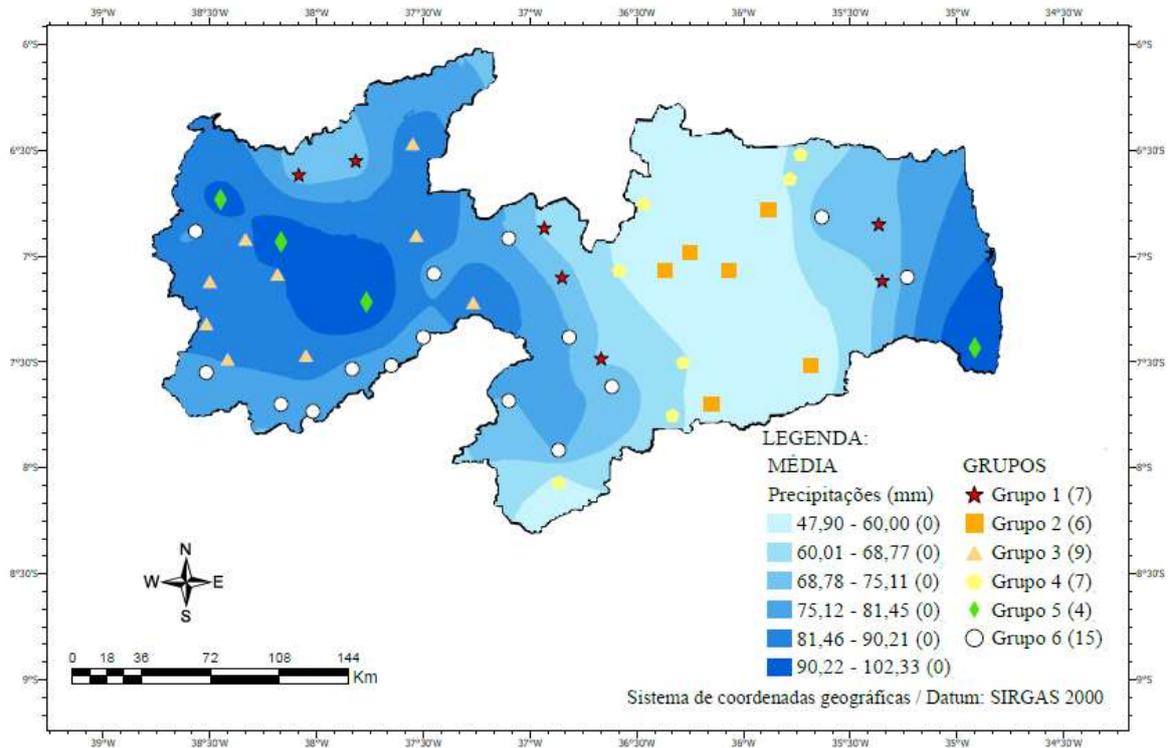


Figura 108 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico média para o período de 1988 a 2017.

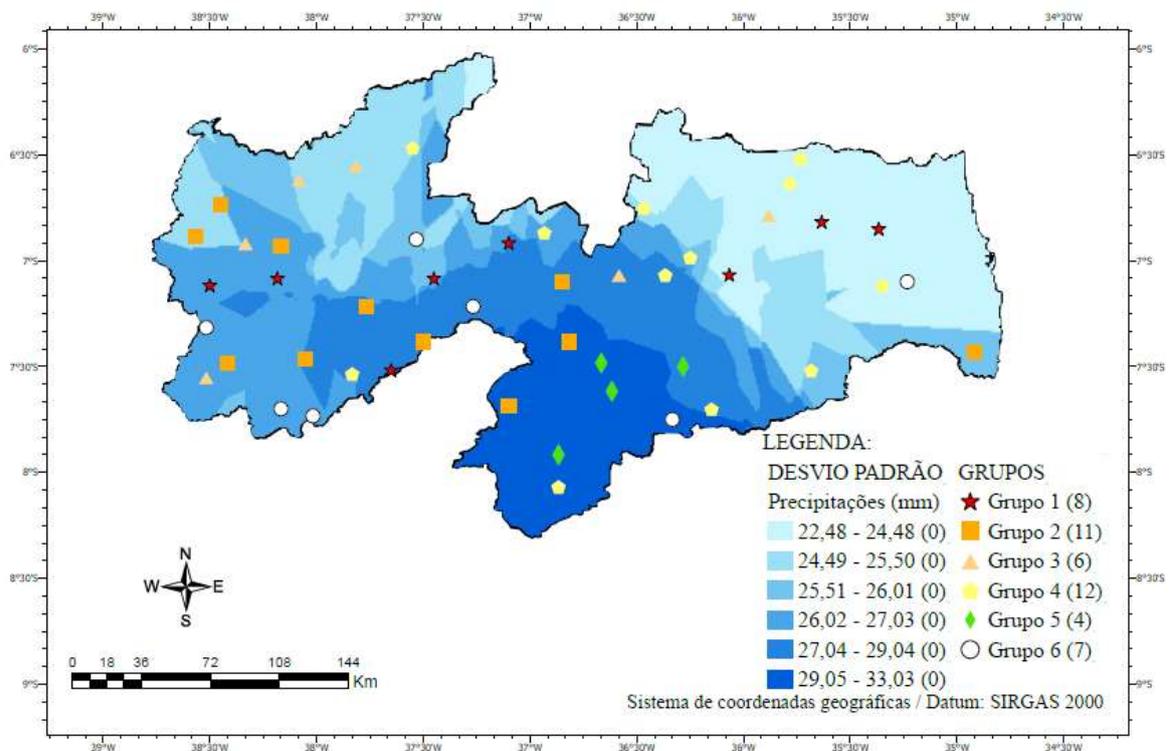


Figura 109 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro estatístico desvio padrão para o período de 1988 a 2017.

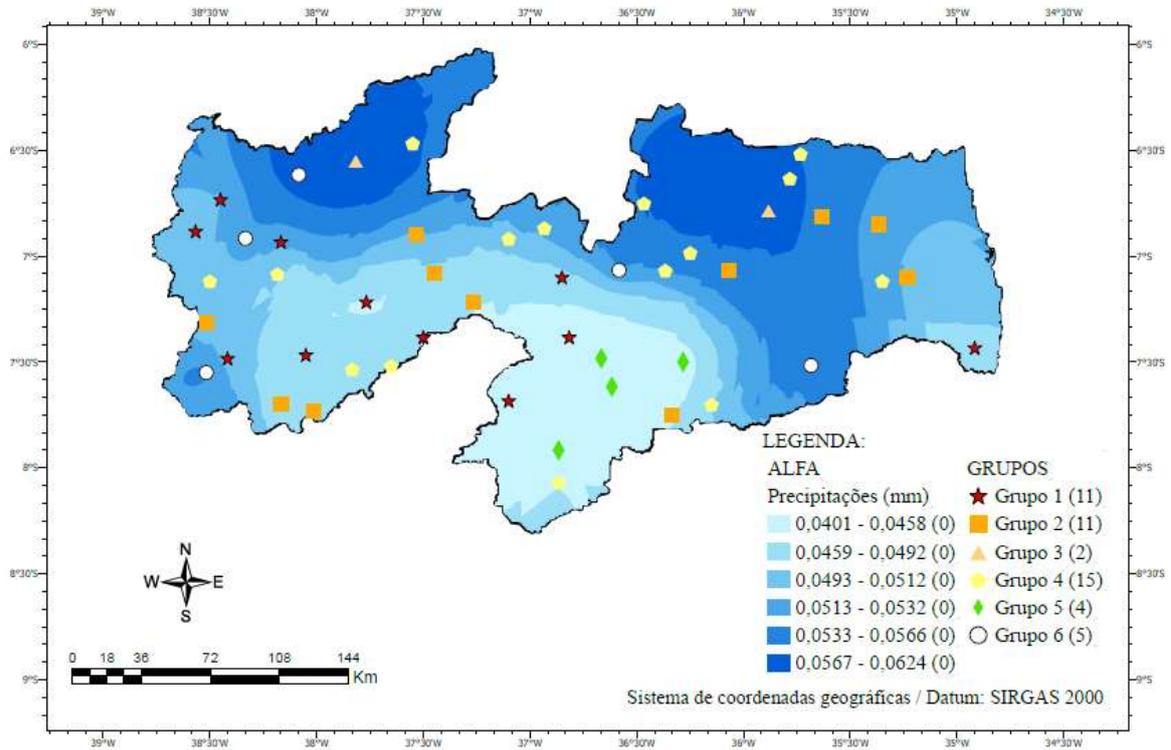


Figura 110 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro alfa para o período de 1988 a 2017.

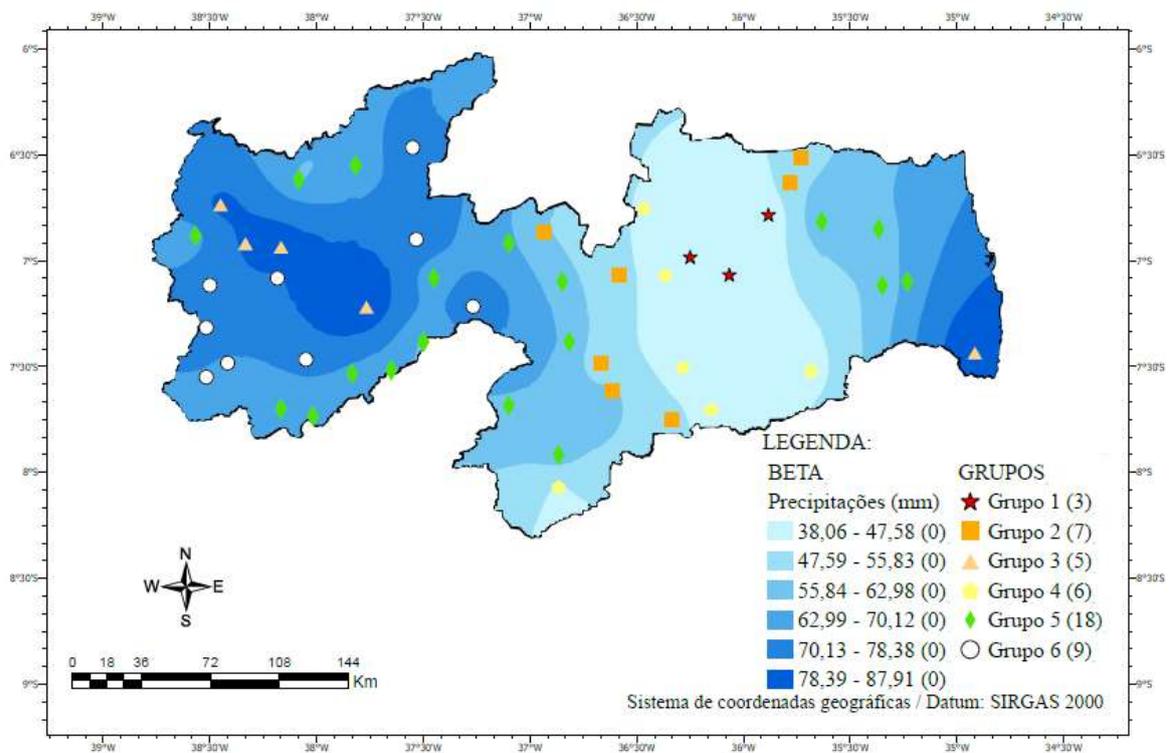


Figura 111 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao parâmetro beta para o período de 1988 a 2017.

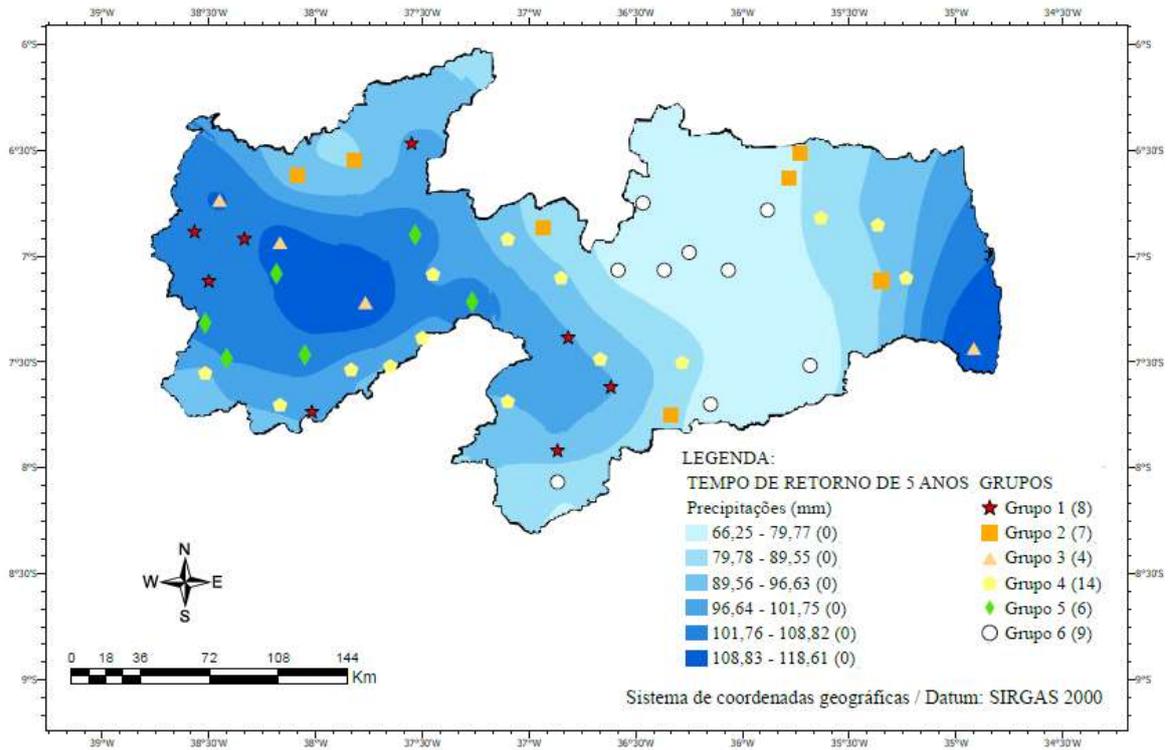


Figura 112 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 5 anos para o período de 1988 a 2017.

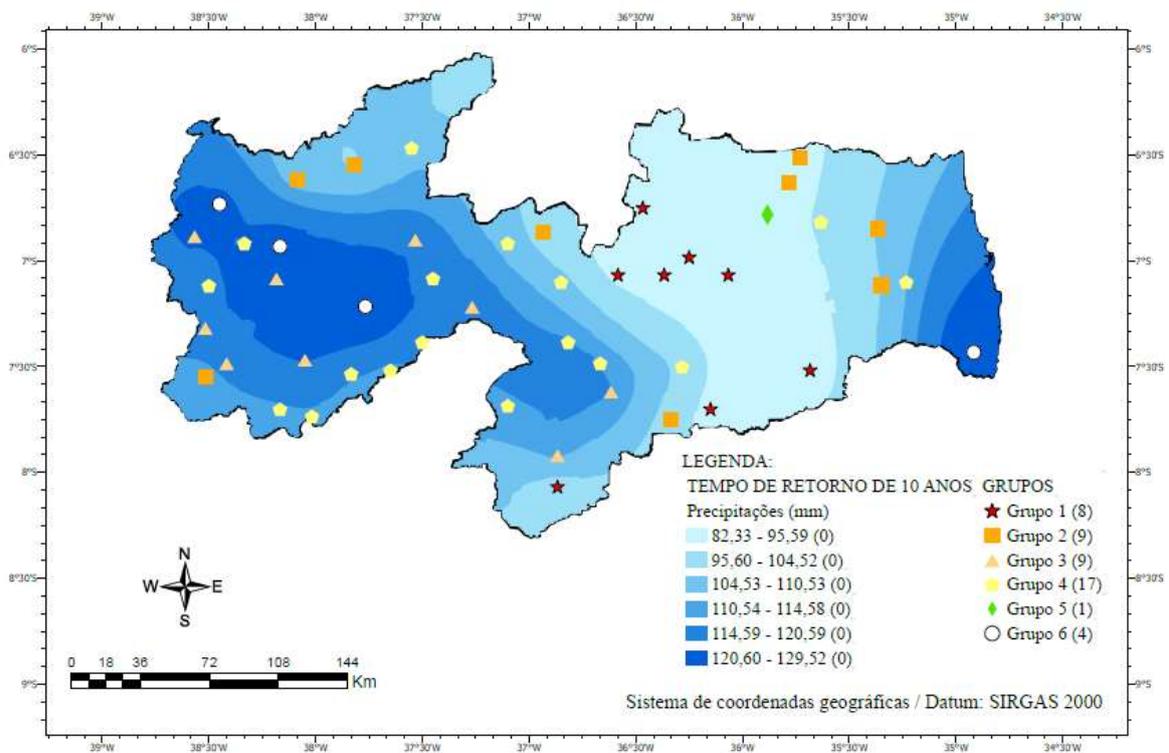


Figura 113 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 10 anos para o período de 1988 a 2017.

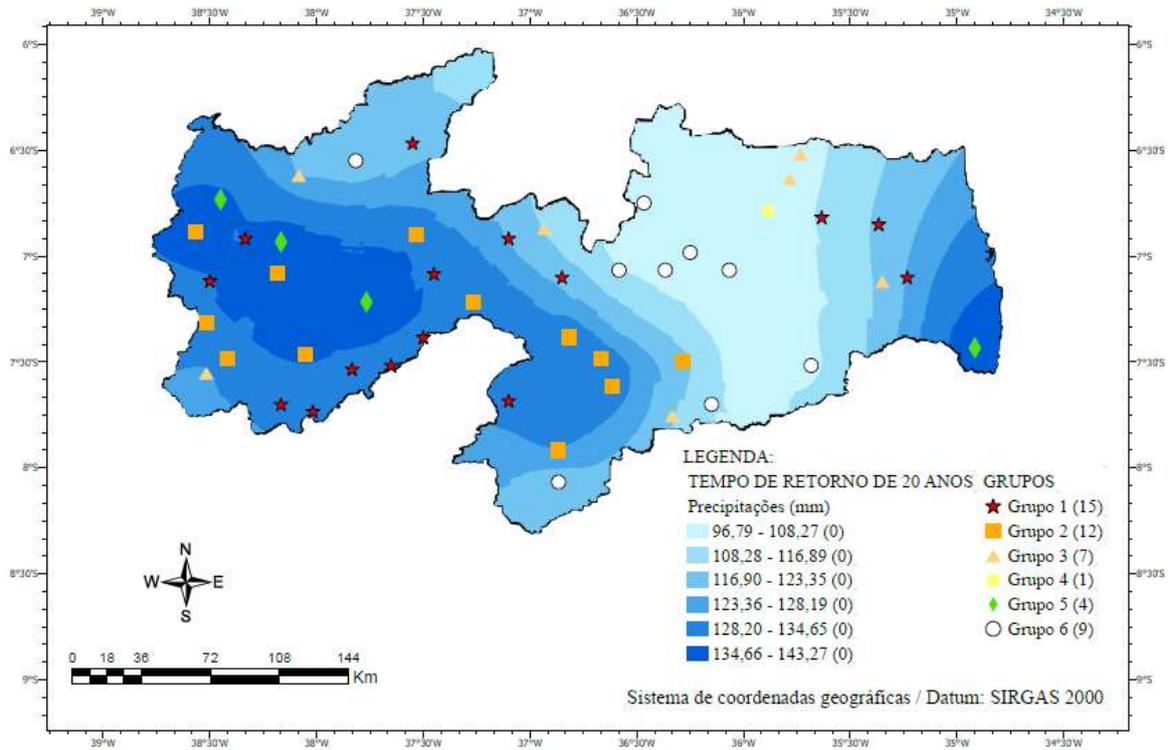


Figura 114 – Agrupamento das estações pluviométricas referente ao TR de 20 anos para o período de 1988 a 2017.