



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA**



ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE PERNAMBUCO

EDNALDO ARAÚJO MENDONÇA

Campina Grande – PB
2016

EDNALDO ARAÚJO MENDONÇA

**ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NAS MESORREGIÕES DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Doutor.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO

AGROMETEOROLOGIA E MICROMETEOROLOGIA

SUB-ÁREA

CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA

ORIENTADOR

PROF. DR. RENILSON TARGINO DANTAS

Campina Grande – PB
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UFCG

M539a Mendonça, Ednaldo Araújo.
Análise da precipitação nas mesorregiões do estado de Pernambuco / Ednaldo Araújo Mendonça. – Campina Grande – PB, 2016.
106 f.: il.

Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia de Recursos Naturais, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas".

Referências.

1. Meteorologia - Precipitação. 2. Precipitações – Mesorregiões - Pernambuco. I. Dantas, Renilson Targino. II. Título.

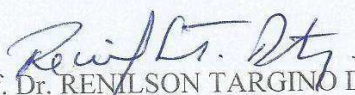
CDU 551.577 (043.2)

EDNALDO ARAÚJO MENDONÇA

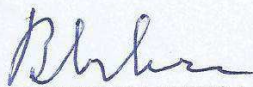
ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE
PERNAMBUCO

TESE APROVADA EM 28/06/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



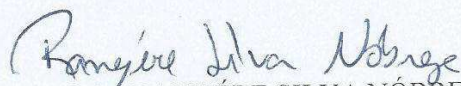
Prof. Dr. BERNARDO BARBOSA DA SILVA
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Profa. Dra. MAGALY DE FATIMA CORREIA
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. RICARDO FERREIRA CARLOS DE AMORIM
Centro de Ciências Exatas e Naturais
Universidade Federal de Alagoas



Prof. Dr. RANYÉRE SILVA NÓBREGA
Departamento de Ciências Geográficas
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico aos "anjos" provindos de Deus que em momentos necessários cruzaram em minha vida, transmitindo-me energia positiva durante o processo árduo de conclusão desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

O DEUS, por me erguer, guiar e iluminar, como também, proteger-me sempre contra as adversidades da vida e permitindo a consolidação de mais uma fase da minha vida.

Aos meus filhos, Morganna Ellen B. Mendonça, Victor Felipe B. Mendonça, como também, meu filho de coração, Pedro Filipe de Farias Gonzaga, que confiaram totalmente em minha pessoa, que se dedicaram, estando-os sempre presentes, ajudando-me nas dificuldades e vibrando com cada vitória alcançada.

A Lúcia Maria da Silva, companheira presente em todos os momentos, incentivadora e compreensiva.

Ao Prof. Dr. Renilson Targino Dantas, que desde o ingressar até a conclusão desse curso me orientou e incentivou.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande pelo empenho e coerência, buscando sempre o engrandecimento do nosso curso.

Ao Corpo Docente do Curso, por compartilharem comigo importante parcela dos seus conhecimentos.

As secretárias: Divanete Cruz Rocha e Arilene de Almeida Lucena, como também ao secretário: Danilo, pela paciência, amizade e orientação no processamento burocrático, mas essencial desse trabalho.

Enfim, a todas as pessoas que participaram de forma direta ou indireta da concretização desse estudo.

"Deus nos fez perfeitos e não
escolhe os capacitados,
capacita os escolhidos"

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de analisar as precipitações nas mesorregiões do estado de Pernambuco. Foram coletados dados pluviométricos correspondentes entre janeiro de 2000 e dezembro de 2015 das plataformas de coleta de dados meteorológicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dessa forma, determinaram-se os parâmetros, α e β , da Distribuição: Gama, Lognormal e Weibull nos períodos semestrais de maiores e menores precipitações em cada mesorregião. Os dados foram testados através do Teste de Aderência Kolmogorov-Smirnov, em que, o resultado significativo foi de 0,05. Também se estimaram as ocorrências de prováveis precipitações acumuladas em percentis de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90%. Percebeu-se que em relação às precipitações acumuladas anuais, praticamente, os maiores valores atingidos foram os correspondentes aos anos de 2000 e 2011 para todas as mesorregiões. Já, para as precipitações médias mensais, aproximadamente, do mês de março a agosto foram os meses mais chuvosos em todas as mesorregiões. Nos histogramas, podem-se citar duas classes de frequência de maiores porcentagens, tais como, a (1 – 127 mm) para a Mesorregião Metropolitana do Recife e (0 – 47 mm) para a Mesorregião Sertão do São Francisco. Assim sendo, verificou-se a existência da variabilidade nas precipitações acumuladas entre as mesorregiões, como também, que as três Distribuições de Probabilidade, ajustaram-se aos dados de precipitação acumulada mensal para todas as mesorregiões.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the rainfall in the mesoregions state of Pernambuco. They were collected corresponding rainfall data between January 2000 and December 2015 the meteorological data collection platforms of the National Institute for Space Research. Thus, we determined the parameters, α and β , distribution: Gamma, lognormal and Weibull in semiannual longer periods and lower rainfall in each mesoregions. Data were tested using the Adhesion Test Kolmogorov-Smirnov test, where the mean score was 0.05. It is also estimated probable occurrences of accumulated precipitation percentiles 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 and 90%. It was noticed that in relation to the annual accumulated rainfall practically achieved the highest values were for the years 2000 and 2011 for all mesoregions. Already, to the average monthly rainfall, approximately the month from March to August are the wettest months in all mesoregions. In histograms, you can mention two frequency classes of higher percentages, such as the (1-127 mm) for the Metropolitan Mesoregion of Recife and (0-47 mm) for Mesoregion Hinterland San Francisco. Therefore, there was the existence of variability in the precipitation accumulated between the meso as well as, the three probability distributions, set the monthly cumulative rainfall data for all mesoregions.

SUMÁRIO

	pág.
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE EQUAÇÕES	xv
SIGLAS	xvii
NOMENCLATURAS CIENTÍFICAS	xix
1. INTRODUÇÃO	20
2. HIPÓTESE CIENTÍFICA.....	22
3. OBJETIVOS	22
3.1. Objetivo geral	22
3.2. Objetivos específicos	22
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1. Aspectos do Estado de Pernambuco	23
3.2. Aspectos da Mesorregião Metropolitana do Recife – MMT	25
3.3. Aspectos da Mesorregião Agreste de Pernambuco – MAP	26
3.4. Aspectos da Mesorregião Zona da Mata – MZM.....	28
3.5. Aspectos da Mesorregião Sertão do São Francisco – MSF.....	30
3.6. Aspectos da Mesorregião Sertão Pernambucano – MSP.....	32
3.7. Precipitação Pluviométrica	34
3.8. Distribuição de Probabilidade Gama aplicada em análises pluviométricas	37
3.9. Distribuição de Probabilidade Lognormal aplicada em análises pluviométricas	40
3.10. Distribuição de Probabilidade Weibull aplicada em análises pluviométricas	41

4. MATERIAL E MÉTODOS	43
4.1. Histogramas de frequência	44
4.2. Distribuição Gama	45
4.3. Método da Máxima Verossimilhança (Gama).....	46
4.4. Distribuição Lognormal.....	48
4.5. Método da Máxima Verossimilhança (Lognormal)	48
4.6. Distribuição Weibull.....	49
4.7. Método da Regressão Linear	49
4.8. Teste de Aderência Kolmogorov–Smirnov	51
4.9. Correlação de Pearson	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1. Precipitação Acumulada Anual nas Mesorregiões – PE	55
5.2. Precipitação Média Mensal nas Mesorregiões – PE.....	57
5.3. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MMT	59
5.4. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MAP	60
5.5. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MZM	61
5.6. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MSF.....	62
5.7. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MSP.....	63
5.8. Probabilidades de ocorrência (Gama) de precipitação no PSMA	65
5.9. Probabilidades de ocorrência (Gama) de precipitação no PSME.....	69
5.10. Probabilidades de ocorrência (Lognormal) de precipitação no PSMA	72

5.11. Probabilidades de ocorrência (Lognormal) de precipitação no PSME.....	75
5.12. Probabilidades de ocorrência (Weibull) de precipitação no PSMA	78
5.13. Probabilidades de ocorrência (Weibull) de precipitação no PSME	81
5.14. Parâmetro α (Gama, Lognormal e Weibull) no PSMA e PSME	84
5.15. Parâmetro β (Gama, Lognormal e Weibull) no PSMA e PSME.....	86
5.16. Correlação entre os percentis das distribuições no PSMA.	87
5.17. Correlação entre os percentis das distribuições no PSME.	88
6. CONCLUSÕES.....	90
7. SUGESTÕES	90
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
9. ANEXOS	103
9.1. Anexo 1.....	103
9.2. Anexo 2.....	104
9.3. Anexo 3.....	105
9.4. Anexo 4.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação das Mesorregiões do Estado de Pernambuco.....	23
Figura 2 – Precipitação acumulada anual nas mesorregiões pernambucanas entre 2000 e 2015.	55
Figura 3 – Precipitação média mensal nas mesorregiões pernambucanas entre 2000 e 2015..	57
Figura 4 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MMT entre 2000 e 2015....	59
Figura 5 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MAP entre 2000 e 2015....	60
Figura 6 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MZM entre 2000 e 2015....	61
Figura 7 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MSF entre 2000 e 2015.	62
Figura 8 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MSP entre 2000 e 2015.	63
Figura 9 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Gama no PSMA em Pernambuco.	67
Figura 10 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Gama no PSME em Pernambuco	71
Figura 11 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Lognormal no PSMA em Pernambuco	74
Figura 12 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Lognormal no PSME em Pernambuco.....	77
Figura 13 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Weibull no PSMA em Pernambuco	80
Figura 14 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Weibull no PSME em Pernambuco	83
Figura 15 – Valores do parâmetro α nas mesorregiões pernambucanas no PSMA.	84
Figura 16 – Valores do parâmetro α nas mesorregiões pernambucanas no PSME.....	84

Figura 17 – Valores do parâmetro β nas mesorregiões pernambucanas no PSMA.	86
Figura 18 – Valores do parâmetro β nas mesorregiões pernambucanas no PSME.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores críticos do teste de Kolmogorov-Smirnov	52
Tabela 2 – Valores dos coeficientes e suas correlações.	53
Tabela 3 – Valores de α e β no PSMA (Gama).	65
Tabela 4 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSMA, PE.	66
Tabela 5 – Valores de α e β no PSME (Gama).	69
Tabela 6 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME, PE.	70
Tabela 7 – Valores de α e β no PSMA (Lognormal).	72
Tabela 8 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSMA, PE.	73
Tabela 9 – Valores de α e β no PSME (Lognormal).	75
Tabela 10 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME, PE.	76
Tabela 11 – Valores de α e β no PSMA (Weibull).	78
Tabela 12 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSMA, PE.	79
Tabela 13 – Valores de α e β no PSME (Weibull).	81
Tabela 14 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME, PE.	82
Tabela 15 – Coeficientes de correlação no PSMA entre as distribuições.	87
Tabela 16 – Coeficientes de correlação no PSME entre as distribuições.	88

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (1) – Regra de Sturges (N° de classes).....	44
Equação (2) – Amplitude de classe	44
Equação (3) – Largura da classe.....	44
Equação (4) – Frequência relativa	45
Equação (5) – Frequência relativa percentual	45
Equação (6) – Função densidade probabilidade - Gama	45
Equação (7) – Função da Simbologia Gama	46
Equação (8) – Parâmetro Alfa - forma	46
Equação (9) – Parâmetro Beta – escala	46
Equação (10) – Média Aritmética	47
Equação (11) – Elemento matemático do parâmetro de forma	47
Equação (12) – Média Geométrica.....	47
Equação (13) – Função Probabilidade Lognormal	48
Equação (14) – Estimador do Parâmetro Alfa – Lognormal	48
Equação (15) – Estimador do Parâmetro Alfa – Lognormal	48
Equação (16) – Função Densidade de Probabilidade (Weibull).....	49
Equação (17) – Função de Distribuição Acumulada (Weibull)	49
Equação (18) – Equação Linear.....	49
Equação (19) – Valores de X em uma regressão.....	50
Equação (20) – Valores de Y em uma regressão.....	50
Equação (21) – Aproximação de Benard.....	50
Equação (22) – Coeficiente Linear – Parâmetro β	50
Equação (23) – Coeficiente Linear – Parâmetro α	50
Equação (24) – Valor de Teste (Kolmogorov-Smirnov).....	51
Equação (25) – Função empírica acumulada de 1 ^a ordem	51
Equação (26) – Nível de confiança	52
Equação (27) – Coeficiente de correlação de Pearson	54

SIGLAS

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MAP – Mesorregião Agreste de Pernambuco

MMT – Mesorregião Metropolitana do Recife

MSF – Mesorregião Sertão do São Francisco

MSP – Mesorregião Sertão Pernambucano

MZM – Mesorregião Zona da Mata

SCPC – Serviço Central de Proteção ao Crédito

SINDA – Sistema Integrado de Dados Ambientais

UP – Unidades de Planejamento

LAMEP – Laboratório de Meteorologia de Pernambuco

ITEP – Instituto Tecnológico de Pernambuco

PSMA – Período Semestral de Maiores Precipitações

PSME – Período Semestral de Menores Precipitações

NOMENCLATURAS CIENTÍFICAS

α -	Parâmetro de forma
β -	Parâmetro de escala
% -	Percentual
km ² -	Quilômetro quadrado
Ln -	Logaritmo natural
hab. -	Habitantes
°C -	Grau celsius
mm -	Milímetros
mm/ano -	Milímetro por ano
km -	Quilômetro
m -	metro
k -	Quantidade de classes
log ₁₀ -	Logaritmo de base dez
n -	Número de observações da amostra
h -	Amplitude da classe
L -	Diferença entre maior e menor valor de dados
x _{máx} -	Maior valor dos dados
x _{mín} -	Menor valor dos dados
f -	Frequência
fr -	Frequência relativa
fr% -	Frequência relativa percentual
F(x; α , β) -	Função densidade de probabilidade
e -	Base do logaritmo neperiano
x -	Variável aleatória
Γ -	Simbologia da função gama
π -	Pi
A -	Elemento matemático do parâmetro de forma
\bar{x} -	Média aritmética das observações
x _i -	Valor da i-ésima observação
Σ -	Somatório
x _g -	Média geométrica das observações

H_0 - Hipótese de aceitação da distribuição de probabilidade
 H_1 - Hipótese de rejeição da distribuição de probabilidade
 D_n - Valor da estatística de Kolmogorov-Smirnov
< - Menor que
> - Maior que
 $F_n(x)$ - Função empírica acumulada de 1ª ordem
 $F_n(x-1)$ - Função empírica de 2ª ordem
mm/mês – Milímetro por mês
MJ/m² - Mega joules por metro quadrado
m.s⁻¹ - Metro por segundo

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que as chuvas em determinadas regiões podem estar interligadas a diversos fatores, como exemplos, situações meteorológicas de grande escala ou mesoescala. Por outro lado, existem vários trabalhos científicos que enfatizam a importância da análise do ciclo diário, mensal ou anual de precipitações, dessa forma, proporcionando sugestões de metodologias estatísticas de previsão, como também, apenas e não menos importante relato de ocorrência ou comportamento das precipitações durante determinada época.

Em vários setores da economia o conhecimento acerca das distribuições das chuvas enfatiza importante papel na tomada de decisões, embora, saiba-se que a coleta de dados pluviométricos durante determinado período, resulta em diversos valores aleatórios, em que, torna-se difícil fazer qualquer diagnóstico sem que antes se use alguma ferramenta estatística. Portanto, a elaboração de histogramas de frequência permite uma visão melhor da situação, como também, estimativas através de distribuições de probabilidade.

Percebe-se que a aplicação de modelos probabilísticos e métodos estatísticos como instrumentos de análise de dados tem se tornado uma atividade comum em diversas áreas da meteorologia. Entretanto, sabe-se que a caracterização de distribuições pluviométricas de determinadas regiões é dificultada devido ao número reduzido de estações meteorológicas alocadas na região e/ou a inconsistência dos valores coletados, cabendo-se então estudos mais cautelosos sobre o assunto para evitar-se assim tais dificuldades.

Admite-se que analisar chuvas em algumas regiões durante algum período, enquadra-se de forma satisfatória através do uso de histogramas de frequência. Portanto, para elaborar histogramas, primeiramente, deve-se cuidar do número de classes que será obtido, pois, sabe-se que um valor elevado de intervalo de classe pode mascarar situações importantes do estudo, por esse motivo, procura-se obter valores relativamente menores no que diz respeito à quantidade de classes.

Atualmente, sabe-se que o uso da água deve ser feito de forma consciente em todos os aspectos. Sendo assim, planejar atividades que envolvam recursos hídricos exige a prática de técnicas cautelosas, em que, estimativas das probabilidades interligadas a determinadas variáveis meteorológicas, torna-se importante nas decisões de planejamentos relacionados aos recursos hídricos. Nesse caso, funções de densidade de probabilidade com dados pluviométricos coletados em determinada região, facilitam na previsão de suscetíveis precipitações na localidade observada.

O Brasil, como um país de grandes extensões, ou seja, área territorial de 8.515.767,049 km² possui notável variabilidade nas precipitações pluviométricas no que diz respeito a todo seu território. Dessa forma, constata-se que vários estudos são realizados por regiões, estados, mesorregiões, microrregiões e municípios para se obter caracterizações mais próximas possíveis do índice de chuva em determinado espaço e período.

Nove estados compõem o Nordeste do Brasil, ou seja, aproximadamente 18% de todo território nacional, onde, as chuvas nessa região possuem grande variabilidade espacial e temporal, evidenciando-se assim vários problemas recorrentes de falta de água e baixos índices de chuva em boa parte do território.

Dentre os estados nordestinos, aproximadamente, 87% do território pernambucano está incluído no espaço geográfico do Semiárido brasileiro, perdendo apenas para o Rio Grande do Norte que tem 93% de sua extensão incluída na porção semiárida do Brasil. Apesar disso, dentre os vinte municípios mais populosos do Nordeste, seis são de Pernambuco, destacando-se: Recife em ter a maior concentração urbana da região, Caruaru em ser a primeira mais populosa do interior do estado e Petrolina que além de ser beneficiado pelas águas do Rio São Francisco é também o segundo maior município do interior pernambucano.

Portanto, Pernambuco é um dos territórios nacionais mais diversificados em termos econômicos, culturais, geográficos, climáticos, entre outros. Dessa forma, torna-se importante a realização de estudos meteorológicos nesse estado, principalmente, no que se diz respeito aos valores pluviométricos da região, ou seja, conhecer a distribuição pluviométrica de uma região torna-se algo necessário em planejamentos agropecuários, hídricos, industriais, turísticos, entre outros.

Nessa conjuntura, o presente trabalho procura analisar alguns aspectos das precipitações nas mesorregiões pernambucanas, durante o período de janeiro de 2000 e dezembro de 2015.

2. HIPÓTESE CIENTÍFICA

No presente trabalho, pretende-se evidenciar as hipóteses:

- Que as correlações entre as distribuições de probabilidade: Gama, Lognormal e Weibull, são muito fortes.
- Da existência de variabilidade nas precipitações entre todas as mesorregiões pernambucanas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Analisar as precipitações nas mesorregiões do estado de Pernambuco.

3.2. Objetivos específicos

- Análise da disponibilidade de dados de superfície da precipitação por mesorregiões.
- Evidenciar os parâmetros de forma e escala, através do Método de Máxima Verossimilhança e Regressão Linear.
- Determinar a probabilidade de ocorrência de precipitação por períodos semestrais nas mesorregiões, através da Distribuição de Probabilidade Gama, Lognormal e Weibull.
- Correlacionar os valores dos percentis de precipitações, entre as três Distribuições de Probabilidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos do Estado de Pernambuco

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2014), o Estado de Pernambuco se divide em cinco mesorregiões, representadas de acordo com a Figura 01.



Figura 1 – Representação das Mesorregiões do Estado de Pernambuco.¹

A diversidade em Pernambuco torna-se notável, nas mais diferentes áreas, como: indústria, comércio, agricultura, clima, revelo, entre outras. Por outro lado, boa parte da centralização populacional e econômica se localiza na Mesorregião Metropolitana do Recife, área cinco da Figura 01.

Destaca-se também a Mesorregião Agreste Pernambucana, em que, Caruaru e cidades circunvizinhas concentram, também, bom desenvolvimento em comércio e indústrias têxteis. A Mesorregião Sertão do São Francisco recebe tal nomenclatura por ser, notavelmente, considerável o território ribeirinho do rio São Francisco. Já, a Mesorregião Sertão Pernambucana é uma das mais castigadas pelas secas, mas, com reconhecido potencial na pecuária.

De acordo ao IBGE (2014), Pernambuco possui extensão territorial de 98.149,119 km² e 9.345.173 habitantes. O estado pernambucano é formado por 185 municípios, em que, Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja e Baixada Litorânea são praticamente os três tipos geoambientais existentes. Silva (2008), em seus estudos sobre geodiversidade do Brasil, salienta que o Planalto da Borborema propriamente dito, em localidades como Caruaru – PE, Garanhuns – PE e Campina Grande – PB apresenta uma área de clima transicional, semi-úmido (região do Agreste), com ocorrência de brejos de altitude similares às que ocorrem nos

¹ Fonte: Adaptado, <http://www.mapasparacolorir.com.br/mapa-estado-pernambuco.php>

maciços e serras isoladas. O autor ainda relata que a Depressão Sertaneja está embutida em cotas baixas, inferiores a 300 m, no estado do Ceará e no interior dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe.

Praticamente, a vegetação do estado pernambucano é qualificada por floresta tropical, cerrado, caatinga e vegetação litorânea. Vários estudos frisam que na região do agreste e sertão de Pernambuco, dois tipos vegetacionais são peculiares: a caatinga, ocupando maior extensão, cuja vegetação é predominantemente xerófila, e os brejos de altitude, vegetação florestal Perenifólia ou Subperenifólia situada em manchas no topo ou nas vertentes superiores de alguma serra. (Andrade-Lima, 1960; Ferraz et al., 1998).

De acordo a Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC (2015) a hidrologia em Pernambuco no Plano Estadual de Recursos Hídricos dividiu o Estado em 29 Unidades de Planejamento – UP, caracterizando assim, a Divisão Hidrográfica Estadual, composta de 13 Bacias Hidrográficas, 06 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos (GL1 a GL6), 09 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Interiores (GI1 a GI9) e uma bacia de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha. É importante salientar que a bacia GI1 drena parte para o rio São Francisco (Riacho Traipu) e parte para o Oceano Atlântico (Rio Paraíba).

O clima em Pernambuco, de acordo com a classificação de Köppen – Geiger se enquadram nas classes: BSh e As', ou seja, semiárido e tropical úmido, respectivamente. Conforme Andrade (2007) as diferenciações climáticas no território pernambucano resultam, sobretudo, da quantidade e da distribuição das chuvas, uma vez que as variações térmicas são insignificantes. Dessa forma, o autor frisa que a região da Mata e a porção meridional do Agreste, possuem clima tropical chuvoso com precipitações de outono – inverno, enquanto que, na porção norte ocidental do Agreste e em todo o Sertão pernambucano domina o clima semiárido estépico quente, com chuvas de verão – outono em algumas áreas e de outono – inverno, em outras bem menos extensas.

3.2. Aspectos da Mesorregião Metropolitana do Recife – MMT

A Mesorregião Metropolitana do Recife é composta por quatro Microrregiões: Fernando de Noronha, Itamaracá, Recife e Suape, totalizando-se assim 17 municípios e 01 arquipélago, dentre os quais, Recife é a capital do estado de Pernambuco.

Conforme IBGE (2014) a área territorial da MMT é de 3.995,9 km² com população de 4.046.845 habitantes, ou seja, a mais populosa entre as mesorregiões pernambucanas. O município de Recife é o que possui maior densidade demográfica, cerca de 7.000 hab./km², conseqüentemente, estima-se 1.608.488 habitantes.

Economicamente, a MMT torna-se a mais desenvolvida do estado, como também, uma das do Brasil, no que diz respeito a produtos agrícolas, indústrias, turismo, pólo médico-hospitalar e acadêmico, entre outros. Semelhantemente, Andrade (2007) em seu estudo geográfico do território pernambucano relata que o desenvolvimento econômico na MMT é satisfatório, tanto para Recife como os municípios circunvizinhos, ou seja, o autor evidencia:

“Município situado na microrregião geográfica de Suape, integrante da Mesorregião Metropolitana de Recife, Ipojuca oferece grandes oportunidades de desenvolvimento econômico e de atração aos visitantes da metrópole pernambucana.”

E mais,

“A nosso ver, porém, o destino de Ipojuca como centro muito próximo ao Recife, faz parte da Região Metropolitana é o de se transformar em área de forte industrialização, o que em parte já vem ocorrendo, face à presença, em seu território e no do município vizinho, do Cabo de Santo Agostinho, do Complexo Industrial Portuário de Suape. Ipojuca se destaca, também, por ser área de veraneio, em virtude do parque turístico praieiro que agrupa.”

Em relação à hidrologia da MMT, Moura – Júnior et al. (2009) comentam que as Bacias Hidrográficas dos Rios Beberibe e Capibaribe, configuram-se como as mais importantes no sistema produtor de água do Recife e região metropolitana, sendo responsável pela distribuição de 43% da água potável servida aos municípios de Recife, São Lourenço da Mata, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes.

Quanto à forma de relevo predominante na região, conforme FIDEM (1979) citado por Alves (2000) é a planície costeira, que compreende toda a faixa litorânea, possuindo

relevo plano ondulado. Encontram-se, também como forma de relevo, colinas com cumes arredondados e encostas suaves com altitudes em torno de 80 metros.

Em termos de vegetação de acordo Feitosa (2007) uma das principais formações na Mesorregião Metropolitana do Recife e Mata Pernambucana era a Mata Atlântica, mas, conforme estudos do autor, devido o avanço do cultivo de cana nos últimos tempos, restam apenas 8,1%, além do mais, é possível que parte dessa vegetação esteja bastante degradada.

Já, o clima predominante na mesorregião é tropical quente – úmido (As') com médias mensais de temperatura, praticamente, sempre acima de 19° C e com ocorrência de chuvas satisfatórias em relação às outras mesorregiões. Semelhantemente, Machado et al. (1998) afirmam que o período de chuvas na região é de outono e inverno, a média anual de precipitação é de aproximadamente 2460 mm e temperaturas médias mensais de 23°C. Da mesma forma, Feitosa (2007) evidencia que o litoral sul de Pernambuco (incluído na MMT) apresenta seu clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo As', ou seja, clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa adiantada para o outono, antes do inverno. Relativamente bem distribuídas ao longo do ano, as chuvas são provocadas, sobretudo, pelos ciclones da Frente Polar Atlântica que atingem o litoral nordestino com maior intensidade no período de outono-inverno, sendo os meses de maio, junho e julho os mais chuvosos e outubro, novembro e dezembro os mais secos. Apresenta precipitação total anual, em média, acima de 1.800 mm.

3.3. Aspectos da Mesorregião Agreste de Pernambuco – MAP

Com área territorial de 24.400 km² e cerca de 1.800.000 habitantes a MAP abrange, praticamente, 25% do território do estado de Pernambuco, sendo o município de Caruaru o mais populoso da região, com 347.088 habitantes (IBGE, 2014).

Sendo assim, a mesorregião é formada por 71 municípios e dividida em 06 Microrregiões: Alto Capibaribe, Brejo, Garanhuns, Médio Capibaribe, Vale do Ipanema e Vale do Ipojuca. Salientando que a Mesorregião Agreste de Pernambuco, tornou-se uma das regiões de maior potencial no comércio e geração de empregos no setor têxtil em Pernambuco, fato esse evidenciado nos estudos de Fusco (2012) sobre o retorno de migrantes da MMT para outras microrregiões não metropolitanas, ou seja, o autor verificou que ocorre uma considerável transferência populacional para o interior do estado de Pernambuco, invertendo a tendência observada em década anterior, que pode ser explicada pela consolidação de dois pólos econômicos que existem no interior pernambucano: de fruticultura

irrigada e produção vinícola na Mesorregião São Francisco Pernambucano, em torno do município de Petrolina, e de confecções na Mesorregião Agreste Pernambucano, que abriga os municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama.

Ainda, em relação à MAP, Lyra (2005) em seu trabalho acadêmico – sociológico relata que essa região é a que ocupa cerca de um quarto do território do estado, onde se assenta, também, um quarto da população, sendo a única, entre as mesorregiões de Pernambuco, a apresentar taxa de crescimento ascendente. Salienta-se ainda que essa mesorregião reúna três regiões de desenvolvimento: Agreste Setentrional, Agreste Central e Agreste Meridional, como também, possui economia caracterizada por exploração agrícola, pecuária e atividades de comércio e serviços associadas aos centros urbanos dinâmicos. A pecuária de corte e de leite tem grande peso econômico na região, incrementada pela produção artesanal, semi-artesanal e industrial de laticínios, que se destaca como a maior de Pernambuco. Nas áreas de brejo, o cultivo de hortifrutigranjeiros também oferece um suporte à economia regional. Andrade-Lima (1966) citado por Silva e Corrêa (2007) relatam que no Agreste pernambucano, os alinhamentos de serras que se destacam em altitude na paisagem, formam na sua parte exposta aos ventos úmidos de leste, verdadeiras ilhas de umidade no meio da caatinga, denominadas de brejos ou áreas de exceção. Esses espaços, onde as chuvas orográficas garantem níveis de precipitação às vezes superiores a $1.200 \text{ mm ano}^{-1}$, como também, possuem condições privilegiadas quanto à umidade do solo e do ar, temperatura e cobertura vegetal, quando comparados aos espaços semiáridos.

No aspecto climatológico a MAP apresenta cinco meses com concentração de precipitação pluvial por ano, sendo máxima nos meses de março e abril, decorrente do deslocamento para o sul da Zona de Convergência Intertropical. Outro fator influente neste regime de precipitação pluvial é o sistema atmosférico de escala sinótica, os vórtices ciclônicos da alta troposfera, que se originam sobre o oceano Atlântico Sul, se formam próximo à costa leste da região Nordeste do Brasil, no período entre novembro e abril (Silva et al., 2014 apud Uvo, 1989). Da mesma forma, Gan (1982) citado por Costa (2009), afirma que um dos principais sistemas que influenciam diretamente o tempo na região tropical, especialmente o Nordeste do Brasil e também em partes da região Sul e Sudeste do Brasil, são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis. Eles podem ser definidos como sistemas com núcleo de baixa pressão em escala sinótica, formados inicialmente na alta troposfera podendo se estender à níveis inferiores e cuja circulação ciclônica fechada possui o centro mais frio que sua periferia.

3.4. Aspectos da Mesorregião Zona da Mata – MZM

A MZM abrange 43 municípios divididos em três microrregiões: Vitória de Santo Antão, Mata Setentrional e Mata Meridional; a Mesorregião Zona da Mata de Pernambuco totaliza área territorial de 8.641 km² e aproximadamente 1,3 milhões de habitantes, sendo a mesorregião que apresenta entorno de 15% da população do estado de Pernambuco (IBGE, 2014). Dentre os municípios que fazem parte da MZM o de Vitória de Santo Antão é o mais populoso, ou seja, com cerca de 130 mil habitantes.

De acordo a Jansen e Mafra (2007) a denominada Zona da Mata de Pernambuco corresponde do ponto de vista do meio natural, a zona fisiográfica Litoral-Mata de Pernambuco que se apresenta como um complexo bioedafoclimático de elevada diversidade. De clima úmido e com vegetação natural do tipo floresta tropical chuvosa, não mais existente, essa Zona apresenta duas porções distintas: uma Meridional mais chuvosa, e outra Setentrional menos úmida, com estação seca mais pronunciada. Os autores afirmam também que três grandes ambientes naturais distintos podem ser identificados: a Planície Quaternária da Orla Costeira, os Interflúvios Largos e Planos e, por fim, uma Faixa Cristalina de Relevos Movimentado, situada ao sul do estado, entre os paralelos do Recife e Barreiros, e ao norte a retaguarda dos "Tabuleiros". A porção sul da Faixa Cristalina é formada por colina de topo arredondado, enquanto a norte é caracterizada por relevos fortes ondulados e montanhosos de colinas com encostas íngremes.

No aspecto da vegetação, Lima (2007) salienta que a Zona da Mata em Pernambuco representa o ponto de ligação das Florestas Orientais Brasileiras que vêm do sul, com as Florestas Equatoriais Brasileiras, vindas da Amazônia, porém, presentemente, com o grande hiato correspondente aos estados do Ceará e Piauí e partes do Rio Grande do Norte e Maranhão, o autor também apresenta a divisão da Zona da Mata em três subzonas: Mata Úmida, Mata seca e Matas Serranas.

A MZM é conhecida pelo seu potencial na área agrocanavieira, mas, atualmente, destaca-se também na região o surgimento de novas indústrias de outras áreas. Semelhantemente, Costa e Ludemir (2005) frisam que a Zona da Mata pernambucana tem sua importância econômica centrada na agroindústria da cana-de-açúcar, que envolve canaviais e engenhos, abrangendo 42 municípios; além de ter a segunda maior densidade demográfica de Pernambuco: 212 habitantes/km². Da mesma forma Carlini - Junior et al. (2006) afirmam que a cana-de-açúcar é encontrada, predominantemente, no estado de Pernambuco nas Zonas da

Mata Norte e Sul. Entretanto, estas regiões possuem características distintas. Na Zona da Mata Norte prevalecem as várzeas que são as áreas planas do campo. Nesse caso os processos de corte, carregamento e transporte da matéria-prima são facilitados. Chove menos nesta região que na Zona da Mata Sul o que requer investimentos relevantes em irrigação. Por outro lado, na Zona da Mata Sul, a topografia, predominante, é constituída de morros ou encostas. Além disso, as chuvas são mais intensas que na outra região. Também, Cavalcanti Filho et al. (2008) concordam que a Zona da Mata de Pernambuco possui predominantemente cultivo da cana-de-açúcar. No entanto, a pecuária ocupa lugar de destaque, pois, além da proximidade do mercado consumidor, fatores como precipitação pluvial, temperatura e luminosidade são bastante favoráveis ao cultivo de plantas, apesar da baixa fertilidade natural do solo.

Já, os rios considerados mais importantes na MZM são: Ipanema, Ipojuca e Capibaribe. A bacia hidrológica do rio Una, também possui potencial hídrico elevado na parte sul da MZM, ou seja, a bacia está localizada na região da Mata Sul e Agreste do estado de Pernambuco. Essa fonte hídrica desenvolve-se no sentido oeste-leste com um comprimento total de seu curso principal de aproximadamente 255 km. A parte alta da bacia está localizada na Mesorregião do Agreste Pernambucano, que possui característica climática intermediária entre a Zona da Mata e o Sertão semiárido. O comportamento hidrológico da bacia é caracterizado por precipitações elevadas na porção média e baixa da bacia, enquanto no trecho alto as precipitações médias observadas tendem a reduzir-se.

Os índices pluviométricos na MZM são, normalmente, elevados quando comparados aos das demais mesorregiões de Pernambuco, essa condição propicia o desenvolvimento da atividade canieira na região, esse fato é constatado por Carlini - Junior et al. (2006), em que, evidenciam em seus estudos sobre a logística na produção da cana-de-açúcar que as Zonas da Mata Norte e Sul do estado de Pernambuco, em que, apresentam um quadro topográfico e climático diferenciado. Enquanto na Zona da Mata Norte prevalece a topografia plana e um quadro pluviométrico deficitário, na Zona da Mata Sul, no que se refere à topografia prevalecem as plantações em encostas, e, diferentemente da Zona da Mata Norte um quadro pluviométrico elevado, conseqüentemente, Cavalcanti Filho et al. (2008) também concordam que a Zona da Mata pernambucana apresenta pluviosidade satisfatória, embora, para a manutenção de várias gramíneas, com elevado potencial forrageiro, durante a estação seca, a disponibilidade e a qualidade da forragem diminuem bastante, prejudicando principalmente os animais em crescimento, cuja exigência é bastante elevada.

3.5. Aspectos da Mesorregião Sertão do São Francisco – MSF

A Mesorregião Sertão do São Francisco divide-se em duas microrregiões, a de Petrolina e Itaparica, totalizando-se em 15 municípios. De acordo com o IBGE (2014), a MSF abrange área de 24.531,50 km² e população de 619.735 habitantes. Tendo a mesorregião limites geográficos com os estados do Piauí, Bahia e Alagoas.

A Caatinga se torna o tipo de vegetação predominante na região, embora, salienta-se que boa parte do sul da MSF é banhada pelo Rio São Francisco, conseqüentemente, proporcionando o uso de irrigação no setor agrícola, dessa forma, essa técnica influencia no desenvolvimento marcante da cultura frutífera, onde, o clima Semiárido propicia tal cultivo. Sendo assim, esses fatores contribuem no processo de empreendimentos correlacionados à agroindústria na região, como exemplos, produção de vinhos, doces, sucos, entre outros.

Santos (2005) estudando o processo de transformação sócio-espacial nos municípios de Santa Maria da Boa Vista e Lagoa Grande pertencentes à MSF, afirma que, tais municípios situados na região do Submédio São Francisco pernambucano, antes uma região de sequeiro, quase inóspita, e atualmente, tornou-se um “oásis” no sertão pernambucano, devido ao advento da viticultura irrigada. A inserção do país no movimento de internacionalização capitalista, acompanhada pela consolidação do meio técnico, científico e informacional, traz no seu bojo uma série de mudanças econômicas, políticas, sociais, culturais e geográficas.

Na agricultura a região vem destacando-se, consideravelmente, devido as tecnologias de irrigação, como afirmam Cuenca et al. (2007) em suas pesquisas sobre a realocação espacial da agricultura no estado de Pernambuco, os autores, constatam que a produção de algumas fruteiras tais como a banana, coco-da-baía e a manga, deslocou-se nos últimos anos para a microrregião de Petrolina, devido ao forte desenvolvimento do pólo de irrigação de Petrolina, chegando a microrregião a responder, em 2004, por 88% da produção de manga em Pernambuco. Os autores também relatam sobre outras realocações do cultivo frutífero como a goiaba, que em 1990, tinha na microrregião de Pajeú seu maior expoente produtivo, cedeu a liderança para a microrregião de Petrolina. Já o maior percentual de produção de maracujá, em 1990, originava-se na microrregião de Brejo Pernambucano, passando o primeiro lugar para Petrolina, como aconteceu na maioria das fruteiras, no período em análise.

Dentre os vários municípios que abrangem a MSF, destaca-se o município de Petrolina que possui 4.561,872 Km² de área territorial com 293.962 habitantes (IBGE, 2014). Sendo a comunidade mais expressiva da microrregião, pois, é considerada nacionalmente uma das

maiores produtoras de uvas do Brasil, ou seja, com solo fértil e próximo ao Rio São Francisco, tornou-se referência na área da fruticultura, exportando frutas tropicais para o mundo, como também, é a cidade mais populosa da MSF, sua posição geográfica se torna estratégica no que diz respeito à fluidez rodoviária do nordeste brasileiro, como afirma Santos (2013) em seus estudos sobre dinâmica de uma dominação política, em que, o autor, descreve que o posicionamento geográfico físico de Petrolina constitui, juntamente com outros fatores de ordem econômica, uma das principais vantagens locais em relação à grande maioria das cidades de Pernambuco, ou seja, o município é ponto de passagem não só para a grande parte dos fluxos comerciais provenientes da região Centro-Sul com destino aos estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Piauí, mas também para as exportações por via interna, estes estados que demandam os mercados sulinos.

Outra vertente importante no desenvolvimento do município é a área da agroindústria, como se relata na pesquisa sobre cidades média brasileiras de autoria de Melo Filho e Gomes (2009), em que, ressaltam que o município de Petrolina tem experimentado transformações significativas na sua configuração socioespacial. Na organização espacial de Petrolina, de um lado, há os produtos da força de trabalho e dos investimentos no agronegócio, já em contrapartida, existe o papel dos agentes reguladores, em suas diversas escalas de atuação, como exemplo, as certificações de produção e a presença de técnicos internacionais na fiscalização da produção local, destinados em sua essência, para o comércio internacional.

Das bacias hidrográficas de Pernambuco, pode-se salientar a do Riacho Mulungu que é afluente do baixo curso do Rio Pajeú, que por sua vez está inserida na bacia do Rio São Francisco, ou seja, região de hidrografia importante no estado, em que, é observada e monitorada por várias instituições, como também, por vários estudiosos, como o caso de Souza e Correa (2012) que devido à proposta de integração/transposição das águas do Rio São Francisco, os autores perceberam que se torna crucial identificar todos os componentes paisagísticos que perfazem o sistema dessa bacia. Deste modo, a bacia do Rio Mulungu está inserida em um arcabouço de fatores físicos e sociais semelhantes à grande parte do semiárido nordestino, em especial às áreas sedimentares, predominantes no Sertão pernambucano.

3.6. Aspectos da Mesorregião Sertão Pernambucano – MSP

Quatro microrregiões: Araripina, Moxotó, Pajeú e Salgueiro, fazem parte da MSP. A mesorregião citada possui área de 32.450 km² e 1.039.733 habitantes (IBGE, 2014). Assim sendo, a Mesorregião Sertão Pernambucano é a de menor densidade demográfica do estado. Com vegetação formada pela Caatinga, normalmente, arbustos e de árvores de porte médio, onde, o clima predominante é semiárido e com umidade relativa do ar de índices baixos.

A MSP apesar de possuir clima limitado para a agricultura, a atividade na caprinovinocultura, torna-se visível na região, ou seja, é um setor de relevância social e econômica. Alencar et al. (2010) consideram a atividade da caprinovinocultura importante na MSP, consideração confirmada em seus estudos sobre o perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos, em que, os autores estudaram tal assunto na MSP evidenciando como municípios representativos na pesquisa: Custódia e Sertânia, na Microrregião do Moxotó, e municípios de Araripina e Granito, na Microrregião de Araripina.

Considera-se a MSP como sendo também uma boa região na atividade mineralógica, ou seja, no Brasil a atividade de mineração de gesso na região nordeste é estimada em ser a maior reserva de gipsita do país e os municípios de Araripina, Ipubi, Trindade, Ouricuri e Bodocó, tornam-se conhecidas pelas reservas de gipsita (sulfato de cálcio bihidratado). Assim, o pólo gesseiro de Pernambuco é responsável por 90% da produção de gipsita do país, gerando na região empregos, constituindo-se assim uma das mais importantes atividades econômicas do MSP (Santos e Sardou, 1996 citado por Medeiros et al. 2010).

Outro município que compõe a MSP, em que, pode-se evidenciar é o de Serra Talhada um dos mais importantes da mesorregião, ou seja, possui área territorial de 2.979,974 km², população de 83.712 habitantes tornando o município mais populoso da MSP (IBGE, 2014). De hidrografia diversa, pois, o município se localiza inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, em que, podem-se citar afluentes como: Rio Pajeú e também os riachos: da Raposa, do Meio, Terra Nova, São Cristóvão, da Pitomba, do Deserto, Tapuio, do Chocalho, Cabeça de Boi, do Agreste, dos Morrinhos, do Bode, do Farias, São Domingos, do Remédio, São Miguel, do Afonso, do Tabuleiro, da Canoa, das Precas, da Cachoeira, do Cipó, Boqueirão, Cachoeirinha dos Arcos, do Pau Branco, da Marimba, da Ema, do Juá, do Sal, do Mirador, do Leite, Boa Vista, Poço do Negro, Cgo. Luanda, Cgo. Caititu, do Saquinho, do Belém, do Bom Nome, Manoel Antonio, da Malhada da Areia, Maxixeiro, Barroão, do Campo Queimado, Ingazeira, Jatobá, do Monteiro, do Mavarisco, do Cumbuco, da Arara,

Cachoeira do Sá, da Penha, dos Caibros, do Gado, das Cabaças, do Poço, Cachoeira do Bezerro, dos Frades, Caldeirãozinho, Lagamar, da Sarna e Cacimba Salgada.

Já, em relação aos reservatórios, ressaltam-se: os açudes Serrinha II, Cachoeira II, Jazigo, da Varzinha e Guarani, como também, as Lagoas: do Pau Preto, do Cumbuco, Grande, da Lagartixa, da Águia, do Meio, Derradeira, da Caiçara, dos Bois, das Mutucas, do Marruá, do Sobrado, Vassoura, do Exu, do Angico, Cabeça da Onça, das Pedras, dos Torrões, Bom Sossego, Seca, da Caatinga, Cavada, dos Cauãs, da Marcação, do Espinho e do Barbosa.

Portanto, sabe-se que a região semiárida nordestina, embora apresente potencial para a agricultura, é prejudicada pelo regime irregular das chuvas e pelas elevadas taxas de evaporação, que contribuem para a salinização e sodificação dos solos em perímetros irrigados. Esse risco está relacionado aos sais naturalmente presentes no perfil do solo ou veiculados pela água utilizada na irrigação, bem como pela ascensão capilar de água salina do lençol subterrâneo para a superfície do solo (Fernandes et al., 2009). Os autores, também afirmam em seus estudos sobre a qualidade físico-química das águas utilizadas no perímetro irrigado do açude Cachoeira II, no município de Serra Talhada, que a água utilizada para irrigação no perímetro citado apresenta risco de salinização e sodificação em determinada época do ano. Assim, verifica-se em vários estudos que os índices pluviométricos estão relacionados ao processo de salinização e sodificação de determinadas regiões.

Sendo assim, analisando-se os diversos aspectos das mesorregiões pernambucanas, percebe-se que em, praticamente, todas as atividades socioeconômicas a influência das variáveis meteorológicas da região é de suma importância para o desenvolvimento das mesorregiões, e a pluviosidade se torna a variável mais significativa. Da mesma forma, Andriucci e Sant'Anna (2007) analisando o grau da influência termo-pluviométrica em alguns indicadores do comércio de Maringá, Estado do Paraná, tais como: ICMS, SCPC, Vídeo-Cheque, Consumo e Consumidores de Energia Elétrica, constataram que existe a relação entre os elementos climáticos e o setor comercial. Também, Sleiman (2008) evidencia que a variabilidade climática de uma região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação pluviométrica tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia.

3.7. Precipitação Pluviométrica

Dentre as variáveis meteorológicas a precipitação pluviométrica é uma das principais na vida dos seres vivos da Terra, ou seja, a água exerce papel essencial no desenvolvimento dos vegetais e animais, portanto, o conhecimento dos fatores climáticos se torna algo vital para direcionar decisões socioeconômicas em determinadas regiões.

Assim, determinadas decisões sociais, políticas e econômicas, podem oferecer riscos a sociedade desde que não sejam embasadas em estudos que possam atenuar conseqüências indesejáveis para a sociedade. Como afirma Costa (2014), que riscos são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados; eles são a interpretação de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal. O autor salienta que devido aos graves problemas que estão relacionados à água, a vulnerabilidade em relação aos recursos hídricos vem sendo discutida sob diferentes enfoques, como a escassez de água para consumo, a ausência de serviços de saneamento, a submissão de grupos populacionais às doenças de veiculação hídrica, e os altos níveis de poluição hídrica.

Dessa forma, desde os primórdios existe a preocupação do homem em pesquisar, conservar e manusear esse líquido fundamental, água, para a existência da biodiversidade no nosso planeta, ou seja, Tales de Mileto, o primeiro filósofo, da antiga Grécia (século VI a.C.), afirmava que *‘tudo é água’*. Assim, a expressão “tudo é água”, por intermédio de longa tradição aristotélica, passou a ser considerada a primeira frase filosófica do Ocidente. Sendo assim, para Bruni (1994) a interpretação da frase que se encontra nos livros de história da filosofia aponta para o contexto do surgimento de uma filosofia da natureza, sendo preocupação dos primeiros filósofos a determinação de uma substância material primordial, concebida como princípio, origem e matriz de todas as coisas.

Portanto, os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação, a navegação, a aquicultura e a harmonia paisagística. A água representa, sobretudo, o principal constituinte de todos os organismos vivos (Moraes e Jordão, 2002).

A chuva é um dos principais meios naturais de fornecimento de água para todos os seres vivos, ou seja, a água da chuva já está inserida na gestão de recursos hídricos de vários países. Na maioria deles, o armazenamento de água da chuva era feito inicialmente para combater os problemas de inundações, cheias e mitigar a falta de abastecimento regular de água. Posteriormente, passou-se a utilizar a água da chuva para outros fins (Philippi et al., 2006).

De acordo com Martins (2013), atualmente, a busca por fontes alternativas de água como o reuso de águas servidas e o aproveitamento da água da chuva tem crescido continuamente nos últimos anos, pois a sociedade tem visto nesta prática a possibilidade de resolver o problema da escassez de água e ainda uma medida para redução de custos com o insumo “água”, além de gerar um marketing verde, onde empresas, instituições, estabelecimentos comerciais e outros, possam transmitir que se preocupam com as responsabilidades sociais e ambientais.

Assim sendo, a chuva é a precipitação de água no estado líquido, resultado da condensação do vapor de água existente na atmosfera, em que, a quantificação da precipitação lançada por unidade superficial, em unidade de tempo pode ser constatada por intermédio de um aparelho meteorológico, o pluviômetro, onde, o mesmo é escalonado em milímetros, ou seja, a cada milímetro de precipitação coletado corresponderá um litro de chuva por metro quadrado (Mendonça, 2008).

Logo, o conhecimento dos índices e/ou históricos pluviométricos de regiões urbanas e rurais tem enorme valia para as mais diversas decisões da sociedade. Segundo Dallacort et al. (2008) a precipitação pluviométrica está entre os elementos meteorológicos mais importantes e influentes nas condições ambientais, em especial para a agricultura influenciando diretamente no desenvolvimento das culturas agrícolas e na produção final. Também Queiroz et al. (2001) evidenciam que os conhecimentos referentes ao regime de chuvas de uma determinada região contribuem para a tomada de decisões em diversas áreas estratégicas para o desenvolvimento econômico e social do País, como exemplo, a geração de energia elétrica, defesa civil e algumas atividades agrícolas e industriais.

O comportamento das chuvas em determinadas regiões pode afetar inclusive a migração de pessoas e/ou cultivos dentro de um mesmo estado, ou seja, a pluviosidade está ligada também a situações de mudanças na agricultura, como exemplo, o caso relatado por Cuenca et al. (2007), em que observaram a aptidão agrícola das diferentes microrregiões pernambucanas fazendo com que nos últimos 15 anos as concentrações dos cultivos alteraram sua localização e a origem da produção estadual como o caso dos produtos hortifrutigranjeiros, como o tomate, mamão, banana, coco-da-baía, manga, melancia, cebola, amendoim, goiaba e maracujá que tiveram na microrregião de Petrolina, seu maior potencial produtivo, fazendo com que essa microrregião ultrapassasse e substituísse outras microrregiões que em 1990 participavam com grandes percentuais da produção estadual. Conseqüentemente constata-se que isso se deve as tecnologias de irrigação. Já que boa parte, das microrregiões pernambucanas depende da chuva.

De acordo com muitos pesquisadores, Pernambuco é um estado que possui variabilidades no que diz respeito aos períodos: chuvoso e seco, ou seja, os meses considerados como chuvosos ou secos variam conforme cada mesorregião, como exemplo, Silva et. al (2010), em que, afirmam que existem, pelo menos, três mesorregiões com regimes pluviais distintos no estado: Sertões, Agreste e Zona da Mata/Litoral. Nos Sertões, as chuvas máximas ocorrem nos meses de janeiro a abril (60 a 70% do total anual), sendo março o mês freqüentemente mais chuvoso, enquanto o Agreste se caracteriza como região intermediária entre as áreas de climas úmidos e secos, com o setor ocidental tendo o seu principal período chuvoso de fevereiro a junho e o setor oriental de março a julho; a Zona da Mata/Litoral apresenta um período chuvoso mais longo que as demais mesorregiões, ou seja, seis meses (março a agosto), com 75 a 80% do total anual.

Portanto, verifica-se que estudos relacionados a precipitações pluviométricas é de extrema importância nas mais variadas áreas, sendo assim, entre vários estudos, o de Beltrame (1979) sintetiza como é essencial fazer análises relacionadas à precipitação, pois, o autor relata que expor a distribuição da chuva, no espaço e no tempo, é de fundamental importância no dimensionamento de obras hidráulicas, como drenos, barragens, diques de proteção contra cheias, bueiros de estradas, entre outros. O dimensionamento destas obras passa também obrigatoriamente pelo estudo das chuvas intensas ocorridas no local.

3.8. Distribuição de Probabilidade Gama aplicada em análises pluviométricas

Sabe-se que entre as variáveis meteorológicas a precipitação é a que mais influencia as atividades humanas, como também, a que mais promove alterações em outros elementos meteorológicos. Assim sendo, vários estudiosos procuram entender o comportamento pluviométrico em determinadas regiões, ou seja, Back et al. (2014) relatam que tendo em conta a importância do fenômeno meteorológico (precipitação), existe um grande esforço de pesquisadores no sentido de medir as quantidades de chuva bem como prever suas ocorrências nos mais variados locais do planeta.

Os conceitos e métodos estatísticos não são apenas úteis, como também, indispensáveis na compreensão do mundo ao nosso redor. Eles fornecem meios de obtenção de novas percepções no que diz respeito ao comportamento de diversos fenômenos que se encontra no campo de especialização em engenharia ou ciência (Devore, 2014).

Muitos gestores, administradores, investidores, entre outros, necessitam de informações e/ou previsões de determinados eventos naturais para que possam adotar de decisões na execução de alguns projetos, dessa forma, estudos estatísticos tornam-se fundamentais para promover sustentação às decisões tomadas por dirigentes. Sweeney et al. (2015) certificam que a principal vantagem de definir uma variável aleatória e sua distribuição de probabilidade é que, uma vez a distribuição de probabilidade seja conhecida, fica relativamente fácil determinar a probabilidade de uma série de eventos que podem ser do interesse de um tomador de decisões.

Assim sendo, estudos estatísticos também ajudam a entender o comportamento pluviométrico de determinadas regiões, coerentemente, tais estudos dependem da coleta de dados de superfície para que, dessa forma, verifique-se qual método estatístico que enquadra melhor na análise. Moreira et al. (2010) citam que a precipitação pluviométrica de um determinado local pode ser prevista, em termos probabilísticos, mediante modelos teóricos de distribuição, ajustados a uma série de dados. Já, Melo e Fontana (2006) afirmam que o uso de dados meteorológicos simulados, em aplicações de modelos de previsão e estimativas de rendimento de culturas, deve ser feito sempre com cautela. O próprio ajuste dos modelos, quando realizado com dados simulados, deve considerar o fato de que, quando da utilização de dados observados em estações de superfície em sua aplicação, os resultados poderão conter um erro devido à diferença existente nos dados utilizados para a parametrização.

Pode-se também ressaltar que o uso adequado dos recursos hídricos é uma necessidade que se faz presente em todos os setores. Portanto, estudos estatísticos

correlacionados a estimativas pluviométricas auxiliam no manejo das reservas hídricas. Esse registro também é relatado por Catalunha (2000) em mencionar que o aproveitamento adequado dos recursos hídricos requer o uso de técnicas de planejamento que se baseiam na estimativa das probabilidades associadas a certas variáveis hidrológicas, no caso a precipitação. Nesses trabalhos, o principal interesse é prever, com base em funções de densidade de probabilidade aplicadas aos dados observados, as precipitações capazes de ocorrer em certa localidade.

Um dos métodos estatísticos usualmente utilizados para apresentar a frequência que determinado evento ocorre são os histogramas. De acordo com Devore (2014) uma distribuição de frequência é uma tabulação das frequências e/ou frequências relativas, além disso, o autor comenta que alguns dados numéricos são obtidos pela contagem para determinar o valor de uma variável, enquanto outros dados são obtidos por medições, em que, as diretrizes para montar um histograma geralmente são diferentes nesses dois casos. Da mesma forma Sweeney et al. (2015) evidenciam que a distribuição de frequências é um resumo tabular de dados mostrando o número (frequência) de itens em cada uma das diversas classes não sobrepostas.

Autores como Cunha et al. (1996) consideram que, dentre os modelos probabilísticos avaliados por meio de análises em histogramas de frequência, o modelo da Distribuição Gama é o que tem apresentado melhores resultados, em estimativa de probabilidades e na simulação de dados climáticos diários. Igualmente, Moreira et al. (2010) afirmam que diversos estudos indicam a Distribuição Gama, como o meio probabilístico mais confiável na determinação de totais mensais de precipitação. Do mesmo modo, Araújo et al. (2001), em seus estudos sobre o melhor modelo estatístico que se ajusta a dados de precipitação pluviométrica, constataram que a Distribuição de Probabilidade Gama é a mais adequada.

Porém, as distribuições de probabilidade devem ser adequadas a cada situação em estudo, logo, faz-se necessário averiguar se uma série de dados pode ser considerada como proveniente com uma determinada distribuição e isso se torna possível através de testes de ajustamento ou de aderência. De acordo com Catalunha (2000) ao se ajustar uma distribuição de probabilidade a um conjunto de dados, trabalha-se com a hipótese de que a distribuição pode representar, adequadamente, aquele conjunto de informações e a maneira de comprovar esta hipótese é através de alguns testes não paramétricos.

Entre vários testes de ajustamento, destaca-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, em que, o mesmo é fundamentado em um valor crítico que resulta do módulo da maior diferença

entre a probabilidade observada e a estimada, onde, tal módulo é confrontado com um valor tabelado de acordo com o número de observações da série testada. Uma das prerrogativas para o uso do teste de Kolmogorov-Smirnov é que se aplica, adequadamente, em amostras reduzidas, como também, lidar de forma individual os dados sem restringir quaisquer informações por motivo dos processos de agrupamento.

Os níveis de significância considerados no teste Kolmogorov-Smirnov são: 0,2; 0,1; 0,05; 0,02 e 0,01, em que, os mais recomendados por estudiosos, constituem 5% ou 1%. Como exemplo, Moreira et al. (2010), em seus estudos de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá – MT, fizeram a avaliação do ajuste entre a distribuição de frequências associada aos valores observados da precipitação nos vários períodos temporais analisados e a distribuição Gama realizando o teste de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, com 5% de significância. Da mesma forma, Longo et al. (2006) em seus trabalhos científicos sobre modelo computacional para estimativa das precipitações, utilizaram o teste de adequabilidade de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância, para o município de Londrina – PR. Já, Andrade et al. (2009) concluíram que a Distribuição Gama apresentou bom ajuste ao nível de 1% de significância usando-se o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov em seus estudos de análise da ocorrência de chuvas para o município de Garanhuns – PE.

Outro fator crucial na formatação da Distribuição de Probabilidade Gama é o cálculo para se obter os parâmetros da função densidade, conseqüentemente, o Método de Máxima Verossimilhança subsidia de forma favorável a obtenção dos parâmetros. De acordo com Catalunha (2000) em geral, os estimadores de máxima verossimilhança são mais precisos, devido à sua consistência matemática, e de fácil implementação.

3.9. Distribuição de Probabilidade Lognormal aplicada em análises pluviométricas

A chuva é uma das variáveis meteorológicas que mais interfere nas decisões do setor da agricultura, principalmente, em regiões que não possuem tecnologia de irrigação, ou seja, períodos prolongados de estiagem em plena estação chuvosa promovem prejuízos no desenvolvimento do cultivo. Souza et al. (2010) relatam que na agricultura de sequeiro a precipitação pluviométrica se constitui na variável meteorológica de maior importância para a produção agrícola. A alta variabilidade das chuvas provoca, invariavelmente, incertezas na colheita, particularmente no semiárido nordestino, onde a agricultura é basicamente praticada com cultivos de subsistência. Além disso, a ocorrência de períodos sem precipitação dentro da estação chuvosa (veranicos) agrava mais ainda o flagelo das secas. A chuva em determinada época do ano pode ser útil ou prejudicial à agricultura, dependendo se coincide ou não com o período vegetativo ou de colheita de determinadas culturas. Por exemplo, a ocorrência de veranicos nas fases de floração ou de maturação de uma cultura é prejudicial, entretanto na etapa de colheita é benéfico.

Sendo assim, a previsão do comportamento pluviométrico de determinada região é uma ferramenta importante nas decisões tomadas nas mais diversas áreas, dessa forma, distribuições de probabilidade é um dos elementos estatísticos que favorecem na prática de estimativas de chuva, entre elas, a Distribuição Lognormal é uma das mais recomendadas, Martins e Sellitto (2006) afirmam que esta distribuição costuma ocorrer em diversos fenômenos naturais, tais como: o tempo de resposta de animais a um estímulo físico, o tempo de paralisação de um sistema para sua manutenção também obedece a uma distribuição lognormal.

Dentre modelos probabilísticos ou distribuições de probabilidades, a Lognormal tem se ajustado bem a dados pluviométricos brasileiros. Além disso, possui maior facilidade operacional, quando comparada às demais distribuições (Villela e Matos, 1975). Igualmente, Junqueira Júnior et al. (2007) em seus estudos sobre a precipitação provável para a região de Madre de Deus evidenciam que a distribuição Lognormal tem-se ajustado bem a distribuição pluviométrica brasileira e possui maior facilidade operacional quando comparadas às demais distribuições.

Back (2001) estudando distribuições de probabilidade para chuvas diárias extremas do estado de Santa Catarina, concluiu que para as séries com baixa assimetria e curtose, a distribuição Lognormal com três parâmetros apresenta melhor ajuste, enquanto, para séries com alta assimetria e curtose, uma das distribuições que melhor se ajusta é a Lognormal com

dois parâmetros, o autor também afirma que o melhor método para estimar os parâmetros é o da Máxima Verossimilhança.

3.10. Distribuição de Probabilidade Weibull aplicada em análises pluviométricas

O excedente ou a falta de chuva pode proporcionar problemas à população e/ou determinadas atividades humanas, portanto, metodologias que possam resultar em previsões do comportamento pluviométrico, tornam-se ferramentas importantes para evitar possíveis transtornos aos cidadãos de certa região. Dessa forma, distribuições de probabilidade são métodos estatísticos que podem ser utilizados na previsão de precipitações pluviométricas.

Estudo feito no estado de Minas Gerais constatou que para as estimativas de probabilidade, destacou-se o desempenho da distribuição Weibull, com exceção dos decêndios do período seco, em que predomina a distribuição Exponencial (Catalunha, 2000). Igualmente, em Santa Maria, RS, observou-se que as distribuições Gama e Weibull apresentaram melhores resultados do que as demais distribuições, Exponencial e Lognormal (Silva et al., 2007).

A distribuição Weibull é usada em diversas áreas devido à fácil adaptação em seu conjunto de elementos matemáticos. Consequentemente, Leite et al. (2010) ao citar vários autores que estudam com distribuições de probabilidade, afirmam que, a Weibull é empregada com frequência no setor florestal devido à sua flexibilidade, permitindo moldar diferentes tendências de distribuição, desde exponencial até a normal. Além disto, a correlação de seus parâmetros com atributos do povoamento e sua facilidade de ajustamento são características favoráveis à sua utilização.

De acordo Devore (2014) a família de distribuições de Weibull foi apresentada pelo físico sueco Waloddi Weibull, em 1939. Seu artigo de 1951 “*A statistical distribution function of wide applicability*” (*J. of Applied Mechanics*, 18: 293 – 297) discute inúmeras aplicações. A princípio Weibull propôs esta distribuição para evidenciar o tempo de vida de materiais sob cargas que causavam fadiga e fraturas nestes materiais. Porém, Temps (2005) complementa no seu estudo sobre adição da precipitação pluviométrica na modelagem do crescimento florestal que, o método estatístico Weibull vem sendo empregado com sucesso em outras áreas, como por exemplo, Biologia, Engenharia Florestal, Controle de Processos, Eletricidade, entre outros.

Verifica-se então que a utilização da distribuição Weibull é bem aceita também em boa parte dos estudos sobre estimativas de chuva. Consequentemente, em estudos de chuvas intensas no estado de Sergipe, Aragão et al. (2013) concluíram que houve tendência, em 44 postos meteorológicos, de melhor aderência das frequências dos dados à distribuição de Weibull, podendo esta ser utilizada para estudos de chuvas intensas.

Silva et al. (2008) verificaram que os valores mensais e decendiais de níveis de deficiência hídrica do solo se ajustam às funções de distribuição de probabilidades Lognormal, Gama e Weibull, isso para os solos da região de abrangência da estação meteorológica de Santa Maria.

Já, Protil e Moreira (2002) desenvolveram um sistema computacional para otimização de políticas de estoque em cooperativas agrícolas composto por quatro modelos de simulação: distribuição da área de plantio, produção agrícola, controle de estoques e por último, de modelo climático, ou seja, os autores incluíram no sistema um módulo que simula a ocorrência e intensidade de chuvas e a distribuição de probabilidade usada na computação é a de Weibull.

Outra diversidade do uso da distribuição Weibull é apresentada nos estudos de Gisler et al. (2011) sobre análise estatística do perfil de vento na camada limite superficial no Centro de Lançamento de Alcântara, exemplificando, os autores concluem que os dados observacionais do período estudado ajustam-se bem às distribuições estatísticas normal e de Weibull para os valores de velocidade do vento entre 3,0 e 8,0 m.s⁻¹, mas, a distribuição de Weibull mostra um ajuste melhor do que a distribuição normal para velocidades acima de 8,0 m.s⁻¹.

Outros autores que concordam que a distribuição Weibull é favorável no uso com dados meteorológicos, são: Cardoso e Ferreira (2014), eles afirmam que a distribuição de Weibull é uma ferramenta estatística aliada ao estudo e análise do comportamento de uma turbina eólica. Para a construção de uma turbina eólica é essencial compreender a variação da velocidade do vento. Afinal esta informação é necessária para a elaboração do projeto físico da turbina, que envolve as hélices, a haste de sustentação e o rotor. Enfim o conjunto de partes que serão otimizadas, a fim de melhorar o desenho de seus geradores e consequentemente minimizarem os custos de construção da turbina e de geração de eletricidade.

Enfim, percebe-se que o método estatístico Weibull deve ser, sempre que possível incluído em estudos de análise de precipitação pluviométrica com o objetivo de averiguar suas estimativas de prováveis chuvas na região em estudo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As mesorregiões pernambucanas foram representadas neste estudo por pluviômetros que evidenciasse três condições, primeiramente, que possuíssem dados sem falhas e com histórico de coleta entre 01 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2015, conseqüentemente, designando-se como referência os pluviômetros pertencentes ao Sistema Integrado de Dados Ambientais – SINDA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e por último, levou-se em consideração o pluviômetro que estivesse instalado em um dos municípios mais populoso da mesorregião.

Sendo assim, MAP foi representada através dos dados coletados no pluviômetro localizado no município de Caruaru (8,236° S; 35,91° W; 488 m); MMT foi referenciada por meio do pluviômetro instalado no município de Recife (8,059° S; 34,922° W; 10 m); MSP foi simbolizada através do pluviômetro situado em Serra Talhada (7,925° S; 38,287° W, 430 m); MZM foi representada pelo pluviômetro instalado no município de Vitória de Santo Antão (8,124° S; 35,302 W, 157 m) e MSF referenciada por meio do pluviômetro localizado em Petrolina (9,15° S; 40,367° W, 366 m).

Dessa forma, realizou-se a apuração de todos os dados de precipitação ocorridos nas mesorregiões do estado de Pernambuco, ou seja, foram averiguados por mesorregião quais municípios que possuíam pluviômetros que se enquadrassem nas características evidenciadas anteriormente. Posteriormente, calculou-se a precipitação acumulada anual por mesorregião durante o período de estudo, como também, a precipitação acumulada média mensal, ambas, para análises estatísticas. Também, efetuaram-se histogramas de frequência mensais para cada mesorregião.

Para o melhor ajuste matemático dos dados, como também, levando-se em conta a variabilidade mensal das precipitações em cada mesorregião, adotaram-se nesse trabalho dois períodos semestrais, em que, de acordo com os valores de precipitação acumulada média obtidos na pesquisa foram considerados como Período Semestral de Maiores Precipitações – PSMA os meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto para as mesorregiões: MAP, MMT e MZM; já, para MSP e MSF, foram os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril. Conseqüentemente, os demais seis meses para cada mesorregião foram adotados como Período Semestral de Menores Precipitações – PSME.

Em seguida, elaboraram-se gráficos e tabelas de níveis de probabilidade dos períodos: PSMA e PSME para cada mesorregião, onde, adotaram-se como medidas de localização da

amostra os percentis de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, e 90%. Igualmente, representaram-se através de tabelas, os parâmetros das Distribuições: Gama, Lognormal e Weibull, em que, nos dois primeiros calculados por meio do Método de Máxima Verossimilhança e para a distribuição Weibull, usou-se o Método da Regressão Linear. Salientando-se que para o uso de ambas as distribuições averiguaram-se os níveis de significância através do teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov, com nível de significância de 5%.

Processaram-se todos os valores de entrada, dados secundários, estimativas, como também, a formatação dos métodos tabular e gráfico das estatísticas, através de planilhas eletrônicas do software Excel[®].

4.1. Histogramas de frequência

Na elaboração de histogramas, os dados devem ser distribuídos por classes, ou seja, para grande número de dados, orienta-se agregá-los em uma distribuição de frequência. Assim sendo, os dados foram classificados em subconjuntos que apresentam características similares.

O cálculo da quantidade de classes (K) é dado pela regra proposta pelo estatístico Herbert Sturges em seu artigo "*The choice of a class-interval*", divulgado pelo *Journal of the American Statistical Association* (1926), conforme equação (1). Frisando-se que o conjunto de dados deve ser classificado de forma crescente.

$$K = 1 + 3,3[\log_{10}n] \quad (1)$$

Em que, (n) corresponde ao número de observações da amostra.

A equação (2) fornece a amplitude de classe (h).

$$h = \frac{L}{K} \quad (2)$$

A nomenclatura (L) representa a diferença entre o maior ($x_{máx}$) e menor valor ($x_{mín}$) dos dados que compõem o conjunto (equação 3).

$$L = x_{máx} - x_{mín} \quad (3)$$

Por sua vez, fazem-se os ajustes de limite de classe extrema e verifica-se o número de variáveis que ocorreram entre os limites de cada classe, ou seja, a frequência (f) de quaisquer valores ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) é o número de vezes que esses valores ocorrem dentre os extremos da classe.

Através da equação (4) obtém-se a frequência relativa de cada classe (fr). De acordo a Sweeney (2015) a fr é igual à fração ou proporção de itens que pertencem a uma classe. Então, para quantidade de observações da amostra (n) a frequência relativa de cada classe pode ser originada da seguinte maneira:

$$fr = \frac{f}{n} \quad (4)$$

Por sua vez, a frequência relativa percentual ($fr\%$) de uma classe é a fr multiplicada por 100.

$$fr\% = fr \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

Por fim, representa-se a distribuição de frequência por histograma.

4.2. Distribuição Gama

Uma escolha comum, usada especialmente e frequentemente para representar dados de precipitação é a distribuição gama, ou seja, a versatilidade na forma da distribuição gama faz com que seja atraente para representar dados de precipitação, e é frequentemente utilizado para este fim (Wilks, 2006). Assim sendo, a distribuição gama é definida como tendo sua função densidade probabilidade dada por:

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \cdot \Gamma(\alpha)} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (6)$$

em que: (α) é o parâmetro de forma {adimensional}; o parâmetro de escala em mm é representado por (β); (e) é a base do logaritmo neperiano; (x) representa a variável aleatória contínua em mm {precipitação}.

De acordo Moreira et al. (2010), (Γ) indica um padrão matemático conhecido como simbologia gama, definida através da equação 7.

$$\Gamma(\alpha) = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot \alpha} \cdot \alpha^\alpha \cdot e^{-\alpha} \cdot \left[1 + \frac{1}{12 \cdot \alpha} + \frac{1}{288 \cdot \alpha^2} - \frac{139}{51840 \cdot \alpha^3} \right] \quad (7)$$

4.3. Método da Máxima Verossimilhança (Gama)

De acordo a Maghettini e Andrade Pinto (2007), o método da máxima verossimilhança é considerado o método de estimação mais eficiente porque produz os estimadores de menor variância. Entretanto, para alguns casos, a maior eficiência do método é apenas assintótica, o que faz com que sua aplicação a amostras de pequeno tamanho produza estimadores de qualidade.

Dessa forma, os parâmetros de forma e escala, podem ser calculado através do Método da Máxima Verossimilhança, conforme proposto por Thom (1958), através das equações (8) e (9), respectivamente.

$$\alpha = \frac{1}{4 \cdot A} \cdot \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot A}{3}} \right] \quad (8)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (9)$$

em que, (\bar{x}) é a média aritmética das observações em mm, podendo-se determinar através da equação (10). Geralmente, o valor da i -ésima observação é representada pela nomenclatura (x_i) , logo:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (10)$$

Na equação (8) o elemento matemático (A) do parâmetro de forma é calculado por meio da equação (11).

$$A = \ln \bar{x} - x_g \quad (11)$$

Através da equação (12), calcula-se a média geométrica (x_g) das observações dada em mm.

$$x_g = \frac{\sum \ln(x_i)}{n} \quad (12)$$

4.4. Distribuição Lognormal

A função densidade de probabilidade que representa a distribuição lognormal é evidenciada a seguir:

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{e^{-\left[\frac{(\ln(x)-\alpha)^2}{2\beta}\right]}}{x\beta\sqrt{2\pi}} \quad (13)$$

Por sua vez, (α) é o parâmetro alfa; (β) é o parâmetro beta; (e) é a base do logaritmo neperiano; (x) representa a variável aleatória contínua em mm {precipitação}; e (\ln) é o logaritmo natural.

4.5. Método da Máxima Verossimilhança (Lognormal)

Para se estimar os parâmetros da função densidade de probabilidade lognormal a metodologia usada é a Máxima Verossimilhança, ou seja, os estimadores de α e β estão representados nas equações (14) e (15).

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n} \quad (14)$$

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n [\ln(x_i - \alpha)^2]}{n} \quad (15)$$

4.6. Distribuição Weibull

Em 1939, Waloddi Weibull apresentou o conjunto de distribuições Weibull. Dessa forma, evidenciam-se várias formas de funções, em que, a função de densidade de probabilidade de dois parâmetros é exposta conforme a equação (16):

$$F(x; \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \quad (16)$$

Já a função de distribuição acumulada de dois parâmetros é obtida através de integração, resultando-se de acordo a equação (17).

$$f(x; \alpha, \beta) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \quad (17)$$

em que, (α) é o parâmetro de posição, conseqüentemente, o parâmetro de escala é representado pela nomenclatura (β) e (x) é a variável aleatória.

4.7. Método da Regressão Linear

Os parâmetros da distribuição Weibull podem ser estimados por vários métodos, dentre os quais, cita-se o de regressão linear, ou seja, os parâmetros da função probabilística de Weibull podem ser obtidos através de formulações independentes e equações ajustadas por processo de regressão. A distribuição de Weibull é empregada para adquirir um modelo paramétrico dos dados obtidos, e para obter seus parâmetros pode-se utilizar regressão linear ou o método da máxima verossimilhança. Na prática o método mais utilizado para obtermos os parâmetros da distribuição de Weibull é a regressão linear (Souza, 2003).

Sendo assim, para determinar os parâmetros através de uma regressão linear se faz necessário a interpretação da equação (18).

$$y = ax + b \quad (18)$$

Por sua vez, (a) representa o coeficiente angular da reta e (b) o coeficiente linear. Devem-se calcular tantos valores de x (independentes) quantos forem os valores estipulados (x_i) . Sendo assim, os de x são calculados por:

$$x_{(1,2,\dots,n)} = \ln(x_i) \quad (19)$$

Para os valores y (dependentes):

$$y_{(1,2,\dots,n)} = \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-z_i} \right) \right] \quad (20)$$

A nomenclatura (z) representa a aproximação das observações também conhecida como aproximação de Benard. Tobias e Trindade (1986) citados por Pasha et al. (2006) relatam que a aproximação de Benard é classificada como a de melhor desempenho. Vários autores sugerem utilizar planilhas eletrônicas para efetuar os cálculos dessa metodologia, por exemplo, Fernandes (2013) relata que a equação de Benard, torna-se mais fácil de introduzir na aplicação em Excel. Portanto, através da equação (21), calcula-se a aproximação das observações.

$$z_i = \frac{(j_i - 0,3)}{(n + 0,4)} \quad (81)$$

O número de ordenamento das observações é representado por (j_i) , enquanto que (n) é o número total de observações. Assim sendo, os valores independentes e os dependentes podem ser ilustrados através de plotagem de probabilidade e/ou planilha eletrônica (regressão linear), dessa forma, evidenciando-se os coeficientes (a) e (b) . Sabendo-se que:

$$b = \beta \quad (92)$$

$$\alpha = e^{\frac{-a}{b}} \quad (103)$$

4.8. Teste de Aderência Kolmogorov–Smirnov

Pode-se constatar a validade de uma distribuição de probabilidade através de níveis de significância, em que, o teste de aderência Kolmogorov–Smirnov é geralmente usado para essa finalidade. Sendo assim, são levantadas as seguintes hipóteses:

- H_0 : as observações seguem a distribuição $f(x; \alpha, \beta)$
- H_1 : as observações não seguem a distribuição $f(x; \alpha, \beta)$

Portanto, por meio do valor (D_n) da estatística de Kolmogorov–Smirnov comparado a valores críticos (tabelados), torna-se possível verificar qual das hipóteses será evidenciada, ou seja, constatado se a função de distribuição de probabilidade é aceita ou rejeitada. Sendo assim, através da equação (24) encontra-se (D_n) .

$$D_n = \text{máx} \left\{ \frac{\text{diferença empírica}}{[|f(x; \alpha, \beta) - f_n(x)|]} ; \frac{\text{diferença empírica acumulada}}{[|f(x; \alpha, \beta) - f_n(x-1)|]} \right\} \quad (114)$$

Salienta-se que da equação (24) é considerado o valor representante máximo entre o conjunto formado pelos dados agrupados da diferença empírica e a acumulada, ambas em módulo. Dessa forma, se:

- $(D_n) < \text{valor crítico} = H_0$
- $(D_n) > \text{valor crítico} = H_1$

Analisando-se a equação (24) a nomenclatura $[f_n(x)]$ representa a função empírica acumulada de 1ª ordem, simulada através da equação (25).

$$f_n(x) = \left[\frac{1}{n}; \frac{2}{n}; \frac{3}{n}; \dots; \frac{n}{n} \right] \quad (125)$$

Logo, $[f_n(x-1)]$ representa a função empírica de 2ª ordem, ou seja, é considerado no cálculo da diferença a $[f_n(x)]$ anterior da ordem crescente das observações.

Diante das informações expostas, o valor de normalidade dos dados é apresentado através do nível de confiança, conforme a equação (26).

$$(1 - \text{nível de significância}). 100\% \quad (136)$$

Alguns dos valores críticos comparados ao (D_n) podem ser evidenciados através da Tabela 1.

Tabela 1 – Valores críticos do teste de Kolmogorov-Smirnov.²

Tamanho da amostra (n)	Nível de significância				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
30	0,190	0,200	0,220	0,240	0,290
> de 35	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Devido à utilização da função logarítmica no cálculo dos parâmetros de algumas distribuições, meses com total de precipitação igual a zero, foram substituído por 0,1 mm, como sugerido por Ribeiro & Lunardi (1997). Da mesma forma, Soccol³ et al. (2010) em seu trabalho sobre análise da precipitação mensal, modificou os valores correspondentes a zero para valores próximos de 0,1 mm. Entre outros autores, também, Lyra et al. (2006) utilizou em seu estudo científico sobre funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial, o valor de 0,1 mm em substituição aos valores iguais a zero.

² Fonte: Adaptado, Hidrologia Estatística – CPRM.

³ Fonte: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

4.9. Correlação de Pearson

Metodologias de correlação envolvem a junção de dados com a finalidade de evidenciar se, existe correlação entre duas amostras, como também, em que grau se correlaciona as amostras. Dessa forma, através de um coeficiente de correlação mensurado por métodos matemáticos (equação 28) é possível identificar o grau de correlação entre dois conjuntos de dados.

Portanto, a confiabilidade e/ou validade entre dois grupos de valores observados pode ser apresentado pelo valor do coeficiente de correlação (r). Assim sendo, entre os métodos de correlação o de Pearson é um dos mais usados por cientistas de diversas áreas. Lira e Neto (2006) relatam que o método usualmente conhecido para medir a correlação entre duas variáveis é o coeficiente de correlação linear de Pearson, também conhecido como coeficiente de correlação do momento produto. Este foi o primeiro método de correlação, introduzido por Karl Pearson em 1897.

Dessa forma, sabe-se que o coeficiente de correlação pode variar de 0 a + 1 ou de 0 a - 1, conseqüentemente, na Tabela 2 apresentam-se sugestões dos coeficientes e suas correlações.

Tabela 2 – Valores dos coeficientes e suas correlações.

Valores de r	Correlação
1	Perfeita positiva
0,7 \Leftrightarrow 0,99	Muito forte positiva
0,3 \Leftrightarrow 0,69	Moderada positiva
0,01 \Leftrightarrow 0,29	Fraca positiva
0	Nula
- 0,01 \Leftrightarrow - 0,29	Fraca negativa
- 0,3 \Leftrightarrow - 0,69	Moderada negativa
- 0,7 \Leftrightarrow - 0,99	Muito forte negativa
- 1	Perfeita negativa

De acordo Mendonça (2008) as correlações positivas significam variáveis diretamente correlacionadas, enquanto que as correlações negativas representam variáveis inversamente correlacionadas e as nulas não se correlacionam.

A equação (27) apresenta a forma de mensurar o coeficiente de correlação de Pearson.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (147)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Precipitação Acumulada Anual nas Mesorregiões – PE

As precipitações acumuladas anuais entre os anos de 2000 e 2015 nas mesorregiões do estado de Pernambuco estão representadas na Figura 2, como também, estão evidenciadas as curvas de precipitações acumuladas anuais. Nela, observa-se, praticamente, que dois mil foi um dos anos que alcançou os maiores valores em todas as mesorregiões.

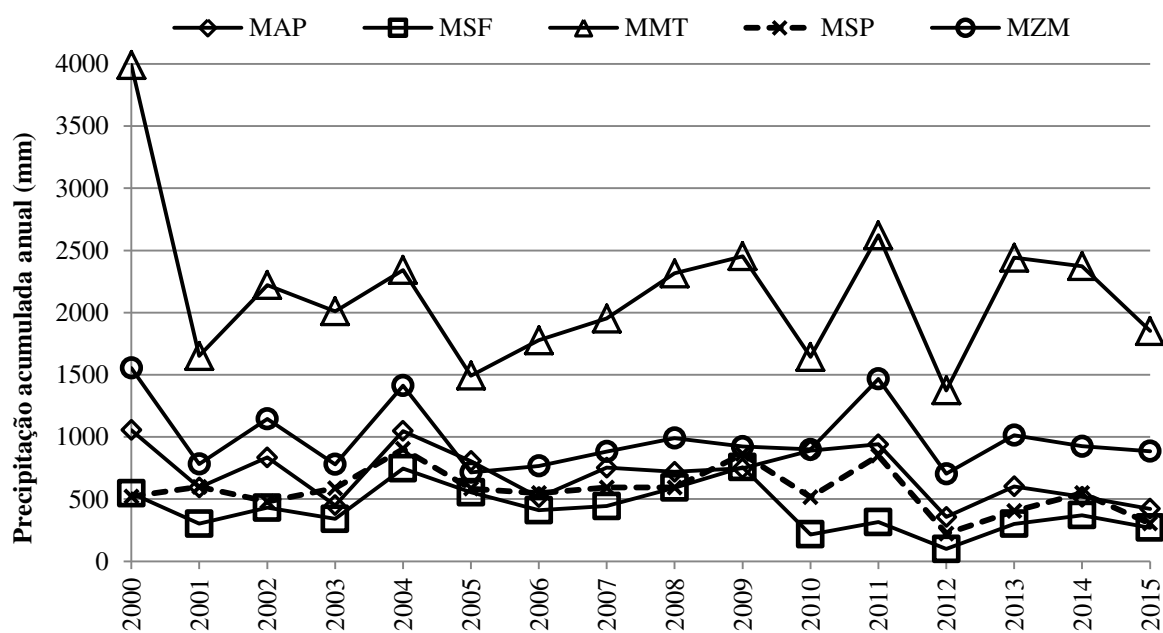


Figura 2 – Precipitação acumulada anual nas mesorregiões pernambucanas entre 2000 e 2015.

Da mesma maneira, percebe-se que em 2011 todas as mesorregiões atingiram valores maiores, com exceção a MSF. Isso se deve pelo fato que no ano de 2011 na Mesorregião Sertão do São Francisco apenas os meses de fevereiro e abril foram os que registraram os maiores acúmulos de precipitação, ou seja, 75,3 e 95,5 mm, respectivamente; e os demais meses, todos obtiveram valores abaixo de 30 mm, conforme Anexo 1. Pereira et al. (2007) em seus estudos sobre o comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluentes, constataram que a precipitação média anual nos períodos: 1950 a 1976 e 1979 a 1999 foi maior na região de cabeceira do rio, decrescendo em direção à foz até as proximidades do limite entre o Submédio e o Baixo São Francisco; a partir daí, ocorre um acentuado aumento da precipitação em decorrência da influência oceânica no regime pluviométrico. Os autores também observaram que as precipitações variaram de 390 a 1710

mm no primeiro período analisado e de 370 a 1800 mm no segundo, como também, constatou-se, no Alto e Médio São Francisco, aumento das precipitações médias anuais do primeiro para o segundo período, principalmente na área de cabeceira e na margem esquerda da Bacia do São Francisco. No Submédio e Baixo, o comportamento foi oposto sendo, em geral, a precipitação no segundo período, um pouco inferior à do primeiro.

Percebe-se na Figura 2 que as variações ocorridas são semelhantes entre todas as mesorregiões na maioria dos anos, por outro lado, a MMT foi a que apresentou os maiores valores de precipitação acumulada anual em todos os anos. Como exemplo, verifica-se que de 2001 para 2002 todas as linhas das mesorregiões apresentaram elevações, com exceção a MSP. Semelhantemente, Souza et al. (2002) em seus trabalhos científicos sobre a atuação de sistemas meteorológicos que ocasionaram chuvas intensas em Pernambuco no período de 29/12/2001 a 18/01/2002, constataram que os índices acumulados oscilaram entre 100 e 450 mm em todo o estado, destacando-se o Sertão, onde, foram registrados os maiores valores, nas Microrregiões de Araripina e Petrolina, nos municípios de Ouricuri (458 mm) e Afrânio (470 mm), respectivamente. No Agreste, Zona da Mata e Litoral os índices pluviométricos variaram entre 100 e 300 mm, destacando-se São Benedito do Sul (396 mm) na Zona da Mata e Correntes (269 mm) no Agreste.

Outra elevação constatada em todas as mesorregiões foi a de 2004, em que, MMT registrou precipitação acumulada de 2342 mm, analogamente, Guedes et al. (2004) analisaram os elevados índices pluviométricos ocorridos nos meses de janeiro e fevereiro de 2004, associando-os aos sistemas meteorológicos atuantes e detalhando a contribuição dessas chuvas para a quadra chuvosa (janeiro – fevereiro – março - abril) e constataram que a Mesorregião do Sertão de Pernambuco apresentou os maiores índices pluviométricos de todo o estado, contribuindo com valores acima de 200% em relação à sua quadra chuvosa. Essas chuvas foram responsáveis pelo abastecimento da maioria dos açudes do estado de Pernambuco, que no início do mês de janeiro de 2004 encontrava-se em situação crítica.

Frisa-se também que no ano de 2012 todas as mesorregiões obtiveram as menores precipitações acumuladas anuais, como exemplos, MAP, MMT e MZM que registraram: 356, 1374 e 704 mm, respectivamente.

Então, verificou-se que as precipitações acumuladas anuais tiveram variações entre: 359 a 1055 mm, 99 a 756 mm, 1374 a 3992 mm, 223 a 904 mm e 704 a 1555 mm, em MAP, MSF, MMT, MSP e MZM, concomitantemente. Comprovando-se assim pela Figura 2 que a linha da MSF foi a que se apresentou abaixo, das demais linhas.

Especificamente, a linha MZM representada pelo município de Vitória de Santo Antão oscila entorno do valor de 990 mm, conseqüentemente, Galvêncio e Moura (2005) constataram em suas análises de histograma de frequência das precipitações médias anuais de alguns municípios do estado de Pernambuco, que a região de Vitória de Santo Antão obteve como maior valor de frequência a classe (900 – 1000 mm).

5.2. Precipitação Média Mensal nas Mesorregiões – PE

Na Figura 3 são representadas as precipitações médias mensais nas MAP, MSF, MMT, MSP e MZM do estado de Pernambuco entre os anos de 2000 e 2015. Conforme a Figura 3 e considerando-se a variação média mensal da precipitação em dois períodos de seis meses cada, observa-se que as linhas que representam a MAP, MMT e MZM indicam, praticamente, que do mês de março a agosto foram os meses mais chuvosos, enquanto que os seis demais meses se tornaram os mais secos.

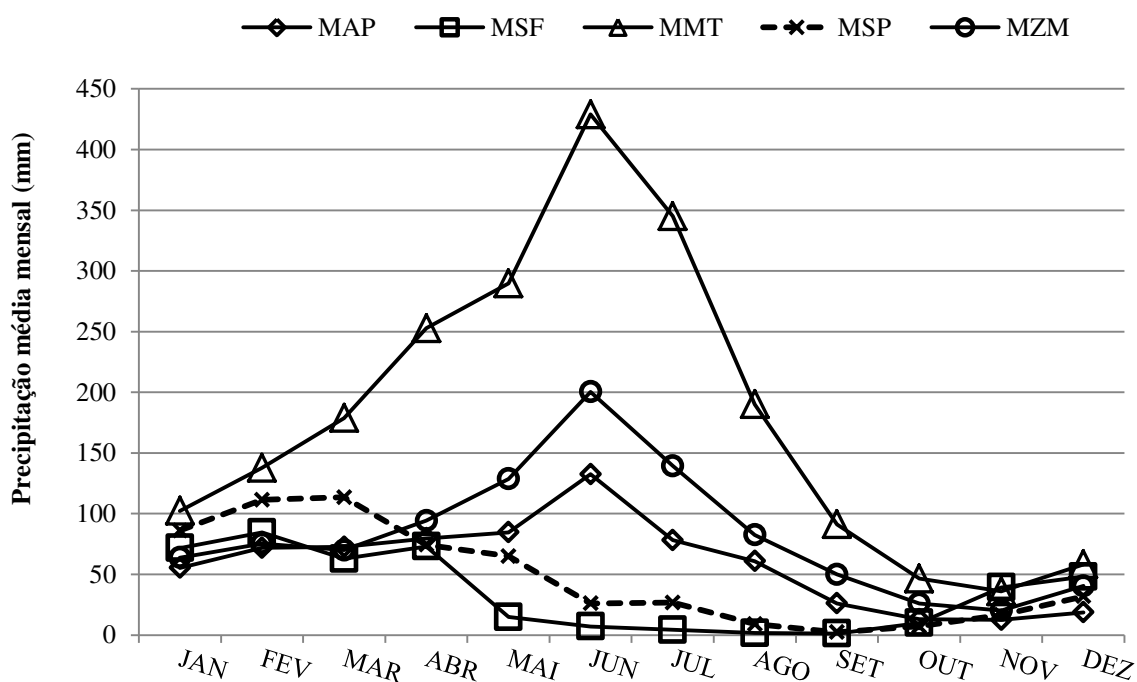


Figura 3 – Precipitação média mensal nas mesorregiões pernambucanas entre 2000 e 2015.

Já, para MSP e MSF, normalmente, de maio a outubro evidenciaram os meses mais secos e de janeiro a abril, como também, novembro e dezembro formaram os demais seis meses mais chuvosos para essas microrregiões. Dessa forma, evidenciando-se a variabilidade das precipitações médias mensais entre as microrregiões pernambucanas. Silva et al. (2010) também corroboram com essa variabilidade em Pernambuco, ou seja, os autores afirmam que

existem, pelo menos, três mesorregiões com regimes pluviais distintos no estado: Sertões, Agreste e Zona da Mata/Litoral. Nos Sertões, as chuvas máximas ocorrem nos meses de janeiro a abril (60 a 70% do total anual), sendo março o mês frequentemente mais chuvoso, enquanto o Agreste se caracteriza como região intermediária entre as áreas de climas úmidos e secos, com o setor ocidental tendo o seu principal período chuvoso de fevereiro a junho e o setor oriental de março a julho; a Zona da Mata/Litoral apresenta um período chuvoso mais longo que as demais mesorregiões, ou seja, seis meses (março a agosto), com 75 a 80% do total anual.

Ficou caracterizado também nos estudos de Andrade et al. (2009) que no município de Garanhuns na MAP como sendo a estação chuvosa o período compreendido entre os meses de maio e agosto, e o período seco, aquele entre os meses de outubro e dezembro. As menores precipitações prováveis, abaixo de 50 mm mês⁻¹ são registradas nos meses de outubro, novembro e dezembro.

Na Figura 3, observa-se que na Mesorregião Agreste de Pernambuco a precipitação média no mês de outubro e dezembro foi de 13 e 18,6 mm, respectivamente, salientando-se que no mês de setembro a precipitação acumulada foi de 44,8 mm no ano de 2010. Igualmente, Santos e Montenegro (2012) em seus estudos sobre erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano entre os anos de 1969 a 2010 com exceções de alguns poucos anos, evidenciaram que no ano de dois mil e dez, no mês de setembro a precipitação acumulada foi de 46,4 mm e com precipitações médias de 11,5 e 20,9 mm, simultaneamente, para os meses de outubro e dezembro.

5.3. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MMT

O histograma das classes de frequência das precipitações entre 2000 e 2015 da Mesorregião Metropolitana do Recife está evidenciado na Figura 4. Percebe-se por tal Figura que a classe (1 – 127 mm) atingiu a maior frequência entre as precipitações acumuladas mensais nos dezesseis anos de observações, por outro lado, os menores valores de frequência não nulos foram entre 1009 a 1135 mm e a classe (883 – 1009 mm), ambos, entorno de 0,5%.

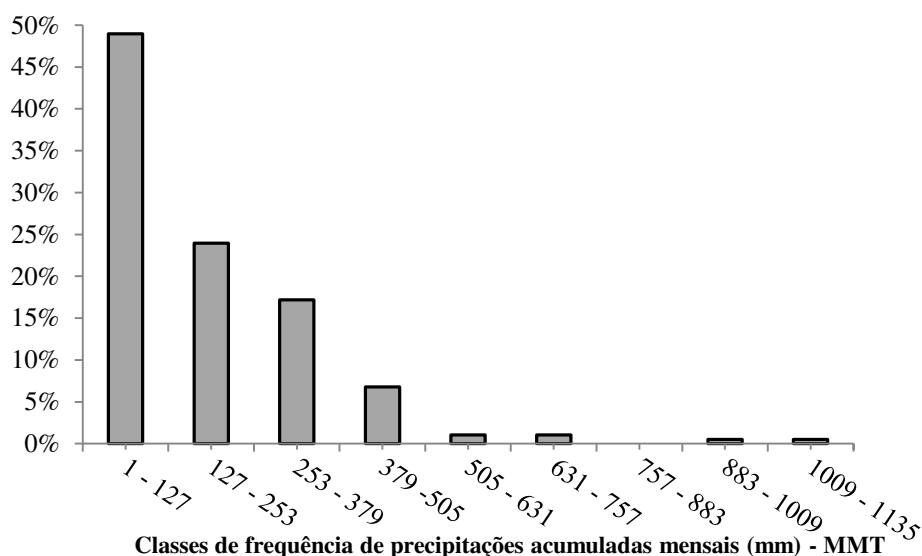


Figura 4 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MMT entre 2000 e 2015.

Frisa-se que entre 1 e 379 mm a frequência acumulada ficou por volta de 90%. Girão et al. (2006) em suas análises sobre climatologia rítmica acoplada aos estudos de geomorfologia dinâmica, afirmam que tal estudo permite recuperar a escala e origem dos eventos meteorológicos envolvidos no desencadeamento dos processos de alta magnitude, capazes de interferir diretamente sobre a organização do espaço urbano, em que, a escolha dos anos de 2000 e 2001, considerados respectivamente como úmido e seco em relação à climatologia histórica da Região Metropolitana do Recife permitiu esclarecer que não foi a participação percentual efetiva dos sistemas causadores de chuva que variou sobre a região mas sim a sua intensidade e distribuição. Além disso, os autores verificaram que sistemas tradicionalmente apontados como causadores de eventos chuvosos na área, como as frentes frias em estágio de dissipação, tiveram participação modesta na gênese dos eventos chuvosos de maior magnitude, sendo estes majoritariamente condicionados por sistemas de menor escala espacial como os vórtices ciclônicos, linhas de instabilidade de leste e até mesmo sistemas de brisas.

Através da Figura 4, observa-se que a classe (505 – 631 mm) alcançou frequência de apenas 1%, em que, registraram-se no mês de junho de 2002 e 2004 valores de precipitação acumulada mensal de 544 e 522,8 mm, respectivamente. Semelhantemente, Coelho et al. (2010) em seus estudos sobre avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, em que, os autores constataram que no mês de junho de 2002 ocorreu a maior precipitação, com média de 583,5 mm, como também, verificaram que no período de junho de 2002 a maio de 2003 na região metropolitana de Recife a temperatura variou de 24,4 a 27,4°C, sendo a mais elevada no mês de janeiro de 2003 e a menor no mês de agosto de 2002.

5.4. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MAP

Na Figura 5 está representado o histograma das classes de frequência das precipitações entre 2000 e 2015 da Mesorregião Agreste de Pernambuco.

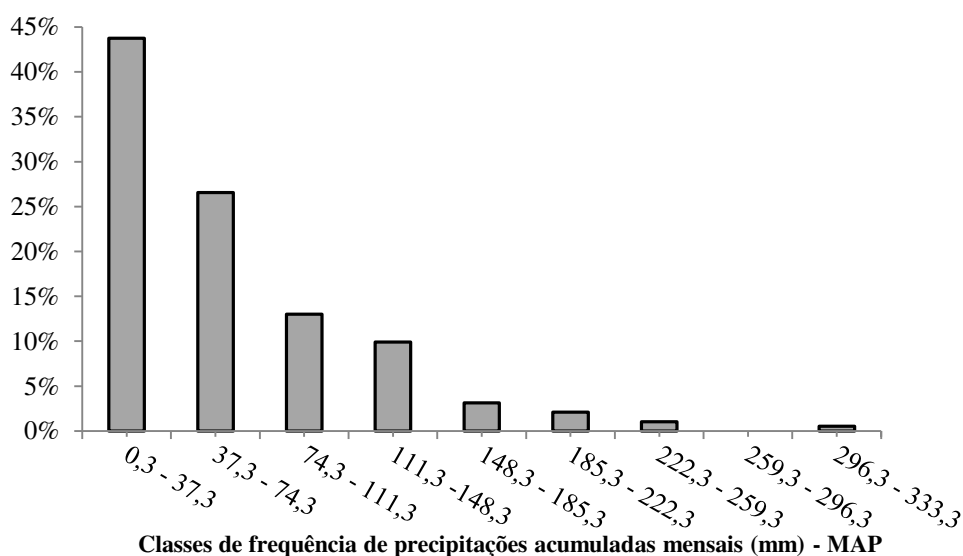


Figura 5 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MAP entre 2000 e 2015.

As classes (0,3 a 37,3 mm) e (37,3 a 74,3 mm) atingiram os maiores valores de frequência, ou seja, entorno de 44 e 27%, concomitantemente. Por conseguinte, sustentando o que foi observado na Figura 2, em que, no ano de 2012 a MAP registrou um dos menores valores de precipitação acumulada anual. Já, a classe (74,3 a 111,3 mm) alcançou o valor de 14%, aproximadamente. Tabosa et al. (2002) analisando o comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas, caracterizaram que a condição hídrica refletida pelas precipitações de 98,4 e 196,6

mm, em São Bento do Una 1999 e Caruaru 1999, respectivamente, não foram suficientes para que os materiais refletissem todo seu potencial genético, relativo à variável em apreço, ou seja, de acordo citações dos autores, na região semiárida, são necessários 300 mm de chuva para que não haja diminuição de safra, considerando a cultura do sorgo.

Salienta-se que a precipitação acumulada mensal de maior valor registrado foi de 329 mm no mês de junho de 2010, em que, tal valor está incluído na classe que obteve apenas 0,5% de frequência, como também, foi computado para esse mesmo mês a temperatura média de 24°C e 559 MJ/m² de radiação solar acumulada mensal.

5.5. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MZM

Na Figura 6 está representado o histograma das classes de frequência da Mesorregião Zona da Mata entre os anos de 2000 e 2015.

Nota-se na Figura 6 que da classe (0 a 51 mm) a (153 a 204 mm) a frequência acumulada é de 92,2 % e como intermediárias a quinta e sexta classe, em que, ambas resultam em 6,2 % de todas as precipitações acumuladas mensais entre 2000 e 2015. Já, as precipitações acima de 306 mm e abaixo 459 mm resultam em 1.6%.

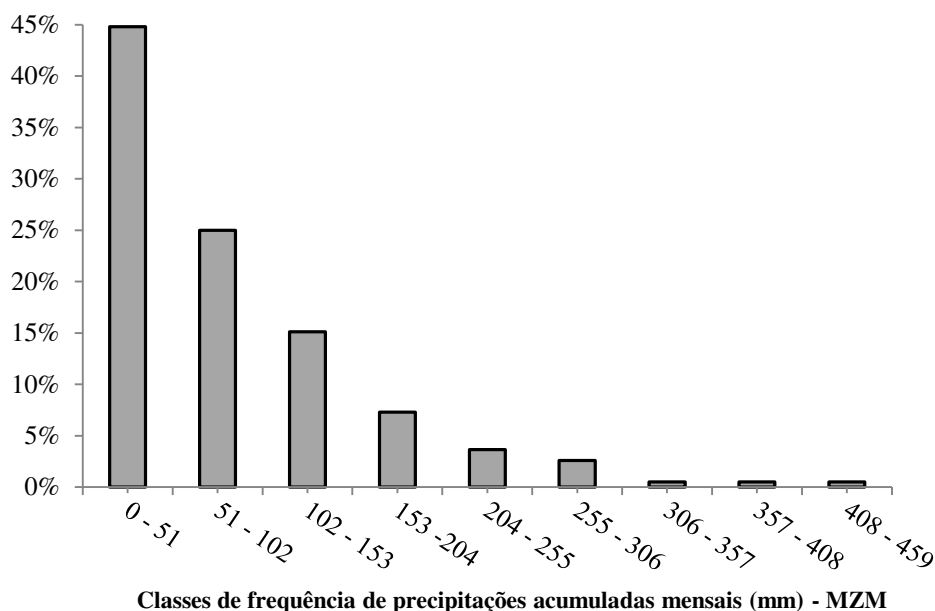


Figura 6 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MZM entre 2000 e 2015.

Sendo assim, comparando-se com a Figura 2, observa-se que a linha MZM oscila entorno de 990 mm de precipitação acumulada anual. De forma anuente, Galvêncio e Moura (2005) na elaboração de histograma de frequência das precipitações médias anuais de alguns

municípios do estado de Pernambuco, constataram que as maiores frequências de precipitações ocorrem entre 400 e 700 mm, com algumas exceções para os brejos de altitudes e os municípios próximos ao litoral, como por exemplo: Triunfo (1000 a 1200 mm) e Vitória de Santo Antão (900 a 1000 mm), respectivamente.

Na classe (408 a 459 mm) que atingiu baixo valor de frequência, destacou-se o quinto mês do ano de 2011 com precipitação acumulada mensal de 457,2 mm. Dessa forma, verifica-se na Figura 3 que o mês de maio a linha MZM começa a oscilar de forma crescente.

5.6. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MSF

A elaboração do histograma de frequência das precipitações acumuladas mensais entre os anos de 2000 e 2015 na Mesorregião Sertão do São Francisco está evidenciada na Figura 7.

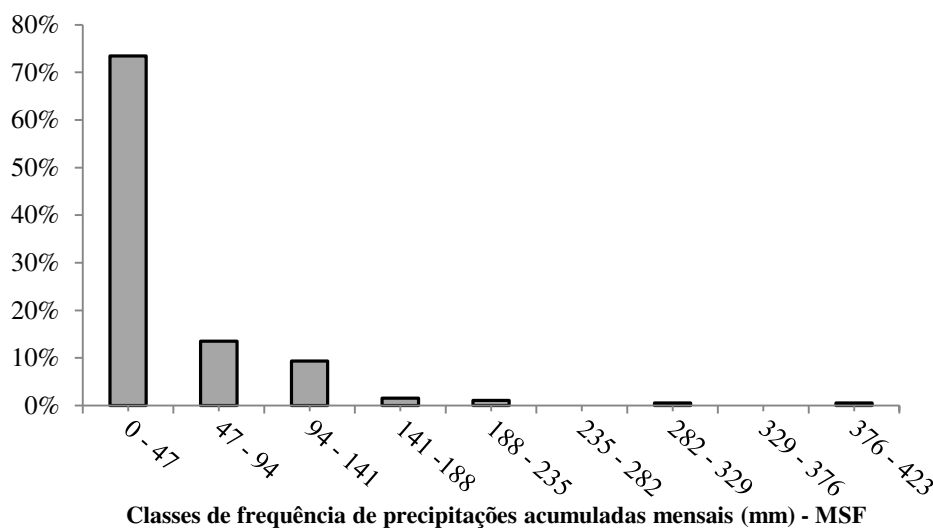


Figura 7 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MSF entre 2000 e 2015.

Na MSF a frequência de valor mais elevado foi a que representa a classe (0 a 47 mm), mensurando 73,4 %, evidenciando-se que durante os dezesseis anos analisados, as precipitações acumuladas mensais na região em grande parte foram baixas. Semelhantemente, Silva et al. (2011) em suas análises sobre espaço-temporal da evapotranspiração de referência sob diferentes regimes de precipitações em Pernambuco, verificaram que na Mesorregião do Sertão do São Francisco devido ao regime de chuvas desta região ser baixo durante o ano e as temperaturas elevadas, causam grandes perdas de água por evaporação, conseqüentemente,

promovendo as taxas da evapotranspiração de referência mais altas nas quatro regiões pernambucanas estudadas.

Por outro lado, observa-se na Figura 3 que os três meses que alcançaram as maiores médias de precipitações acumuladas mensais na MSF, foram: janeiro, fevereiro e abril, com valores de 71,7, 84,5 e 73 mm, respectivamente, conforme Anexo 2. Igualmente, Silva et al. (2010) verificaram em suas pesquisas que a estação chuvosa que compreende as microrregiões de Araripina, Petrolina e Itaparica, localizadas no setor sul e oeste do estado de Pernambuco, mais precisamente na mesorregião dos Sertões, são os meses de dezembro a abril.

Além disso, constata-se também na Figura 7 que a classe com os maiores, limites de precipitação acumulada mensal, é a 376 – 423 mm; em que, de acordo com o Anexo 3, registrou-se no primeiro mês de 2004 o acúmulo de 416,5 mm de precipitação.

5.7. Classes de Frequência das Precipitações Acumuladas Mensais na MSP

Na Figura 8 está apresentado o histograma de frequência das precipitações acumuladas na Mesorregião Sertão Pernambucano.

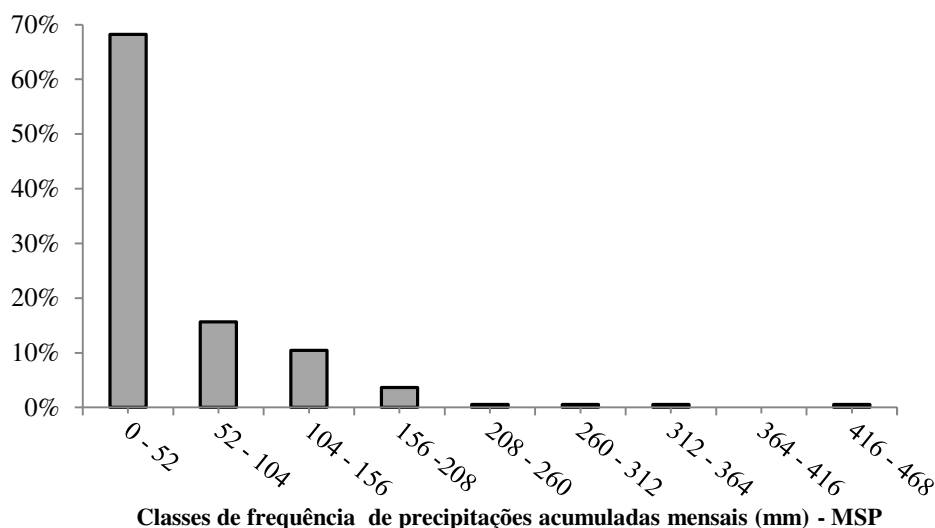


Figura 8 – Frequências de precipitações acumuladas mensais na MSP entre 2000 e 2015.

Similarmente, ao que se observou na Figura 7, em que, MSF atingiu em média 70% de frequência para a primeira classe; na Figura 8 observa-se que na MSP a classe (0 a 52 mm) alcançou frequência por volta de 70%. Apesar de se constatar através da Figura 2 que a média da precipitação acumulada anual na MSP abrange 570 mm nos dezesseis anos estudados. Do

mesmo modo, Possas et al. (2012) em seus trabalhos científicos sobre zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão-manso no estado de Pernambuco, verificaram que o Sertão Pernambucano apresenta, em sua maior área, faixas de precipitações entre 400 e 800 mm anuais, com os menores valores situados na mesorregião do São Francisco.

Salienta-se também que Nóbrega e Santiago (2014) em seus estudos com dados coletados entre o ano de 1950 e 2009 para a Mesorregião do Sertão de Pernambuco representada pelo município de Serra Talhada, constataram que os níveis de precipitação na mesorregião foram também alterados pela ocorrência de El Niño e Fase positiva do dipolo do Atlântico, apresentando um longo período com chuvas abaixo da média em 1951 a 1960. Ainda os autores afirmam que neste mesmo período ocorreu em 1951 e 1953 El Niño fraco e fase positiva do dipolo, no entanto a situação mais extrema foi no ano de 1958 onde ocorreu El Niño Forte e Fase positiva do dipolo tendo sua média anual chegando aos 9 mm, representando 16,9 % da média anual da série que foi de 53mm, como também, em 1965 ocorreu El Niño moderado que também causou chuvas abaixo na média no município, assim como em 1993 e 1998, com ocorrência de El Niño forte, que também alterou significativamente chegando a média nula de 24mm e 18mm, respectivamente.

5.8. Probabilidades de ocorrência (Gama) de precipitação no PSMA

Os parâmetros de forma e escala calculados através do Método da Máxima Verossimilhança e as probabilidades de ocorrência de precipitações estimadas pela Distribuição Gama no período semestral de maiores precipitações para as mesorregiões de Pernambuco, estão representados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 – Valores de α e β no PSMA (Gama).

Mesorregião	Parâmetro	
	α	β
MAP	2,8	30,7
MSF	0,7	88,4
MMT	2,8	99,3
MSP	0,7	99,7
MZM	1,8	64,8

Verifica-se na Tabela 3 que o parâmetro beta de maior valor durante o período chuvoso para as mesorregiões pernambucanas, corresponde a MSP. Já, Souza et al. (2010) fazendo comparações entre distribuições de probabilidades da precipitação mensal no estado de Pernambuco no período de 1963 a 1991, constataram que para os meses de fevereiro e março os valores do parâmetro β foram 97,2 e 91, respectivamente, ambos para a Distribuição Gama. Os mesmos autores evidenciaram para os meses de maio e dezembro valores de 0,84 e 0,75, concomitantemente, em relação ao parâmetro alfa.

Observa-se na Tabela 3 que para a MAP o parâmetro α alcançou o valor de 2,8. Também Andrade et al. (2009) com estudos na Mesorregião Agreste de Pernambuco, mais precisamente no município de Garanhuns, verificaram que no período de 1913 a 1987 os valores do parâmetro alfa para os meses de agosto a dezembro, como também, janeiro e maio, ficaram entre 2,1 e 3,1. Salienta-se que para Souza et al. (2010), os valores dos parâmetros são importantes, pois podem auxiliar outros pesquisadores na mesma área.

Já, Pizzato et al. (2012) estudando distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres – MT, afirmam e corroboram com outros autores que os valores do parâmetro β não excedendo a 100, nessa situação, possibilita-se a utilização da distribuição Gama, para as estimativas das precipitações prováveis, uma vez que valores de β superiores a 100 indicam que a distribuição Gama não pode ser utilizada.

Tabela 4 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSMA, PE.

Probabilidade (Gama) de Precipitação (mm)	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
10%	153,1	157,7	504,8	179,7	236,4
20%	122,1	103,7	403,5	118,5	180,2
30%	102,4	73,3	339,3	83,9	145,5
40%	87,4	52,6	290,1	60,3	119,6
50%	74,7	37,2	248,6	42,8	98,4
60%	63,3	25,3	211,3	29,2	79,9
70%	52,6	16,0	175,9	18,5	62,9
80%	41,7	8,6	139,9	10,1	46,5
90%	29,3	3,2	99,1	3,7	29,2

Na Tabela 4, nota-se que o percentual de ocorrência de precipitação na Mesorregião Metropolitana do Recife que se destaca é o de 90% para 99,1 mm durante o PSMA, por outro lado, o de 504,8 mm atingiu apenas 10%.

Observa-se que a MSF e MSP obtiveram valores de chuva muito próximos em praticamente todos os números percentuais, percebendo-se dessa forma que as duas mesorregiões possuem, normalmente, os mesmos comportamentos em relação aos seus regimes de chuvas. Assim sendo, Guimarães e Sans (2007) analisando a distribuição de chuva no Nordeste brasileiro, concluíram através da metodologia da distribuição de probabilidade Weibull que não foi observada nenhuma tendência de variação nas distribuições de chuva nos municípios estudados (inclui-se os de Afogados da Ingazeira e Flores, ambos de Pernambuco) desde as décadas de 1910 até 2007.

Também Murta et. al. (2005) em seus trabalhos procuraram testar o modelo de distribuição Gama na estimativa da precipitação pluvial mensal para Itapetinga e Vitória da Conquista, BA. Os autores utilizaram duas bases de dados pluviométricos mensais do período de 1978 a 1997 para a cidade de Itapetinga e, de 1985 a 1995 para a cidade de Vitória da Conquista. Para cada base de dados determinaram os parâmetros da distribuição Gama para a probabilidade mensal de chuva, em que, as distribuições ajustadas foram usadas para estimar as probabilidades de chuva para cada mês, comparando-as aos valores observados, para o período de 1998 a 2002 em Itapetinga e de 1995 a 2002 em Vitória da Conquista, em que, para verificar o ajuste dos dados estimados aos observados, os cientistas utilizaram o teste de aderência de Kolmogorov- Smirnov, cujo resultado foi significativo ($p < 0,01$). Dessa forma, os autores concluíram que a distribuição Gama apresentou bom ajuste aos dados de Itapetinga e Vitória da Conquista, possibilitando sua utilização para estimativas de precipitação pluvial provável mensal em diferentes níveis de probabilidade.

Por fim, na MMT constatou-se que a precipitação provável mais elevada é a de 504,8 mm, mas, com probabilidade baixa de 10% (Tabela 4).

Na Figura 9 se evidencia de forma mais ampla a estatística das linhas gráficas que representam as microrregiões de acordo as probabilidades de ocorrência de precipitação no PSMA em Pernambuco.

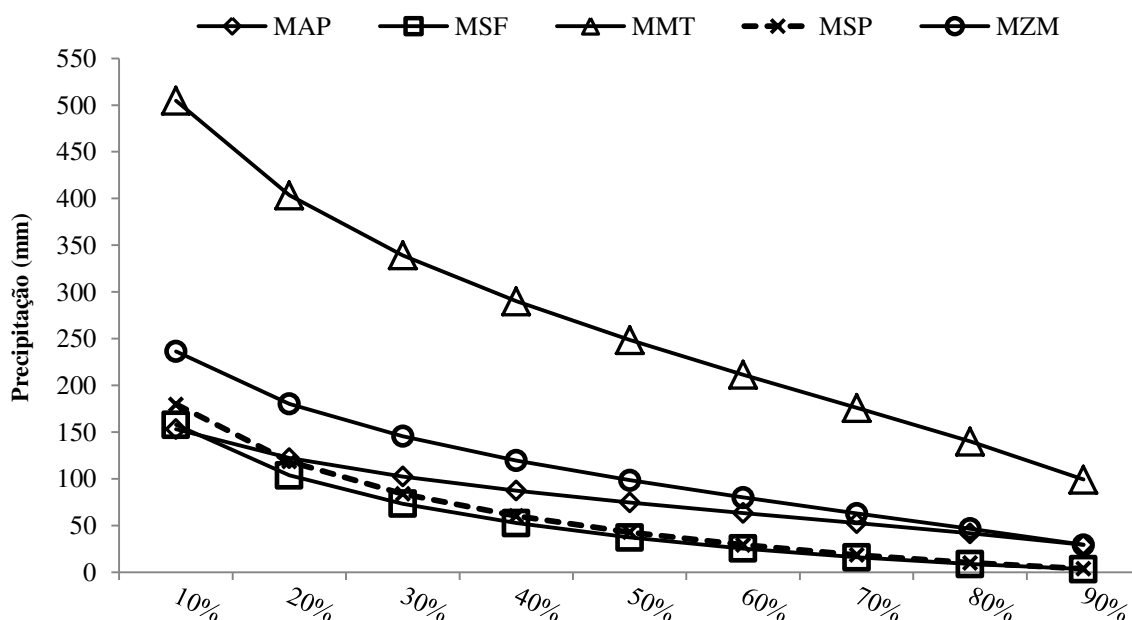


Figura 9 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Gama no PSMA em Pernambuco.

Sendo assim, verifica-se que as linhas MSP e MSF se ajustam notavelmente, como se havia observado através dos valores da Tabela 4.

As linhas MAP e MZM passam a ter ajustes muito próximos a partir de 50% até 90% de probabilidade. Enquanto que MMT obteve sempre valores de precipitação maiores em todos os percentis quando comparada as demais microrregiões. Já, Silva et al. (2007) avaliando a prevalência e a intensidade da podridão-mole em plantios de alface e couve-chinesa nas mesorregiões da Mata e Agreste de Pernambuco, constataram que durante o período do levantamento, janeiro a maio de 2004, a mesorregião Agreste apresentou precipitação total de 629 mm, distribuída em 63 dias de chuva, enquanto a Zona da Mata apresentou precipitação total de 823 mm, distribuída em 88 dias de chuva.

Verifica-se que na Figura 9 existe pequena coesão entre as linhas: MAP, MSF e MSP nos níveis 10 e 20% de probabilidade. Por outro lado, evidencia-se que as linhas: MAP e MZM, praticamente, interceptam-se nos percentis de 70, 80 e 90%. Também em estudos, nas mesmas regiões, Ferreira et al. (2006) objetivando-se verificar se os dados coletados pela bóia do Projeto PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic) poderia servir como ferramenta na previsão de tempo, no que se refere na identificação e monitoramento do sistema atmosférico conhecido como ondas de leste, em Pernambuco, os autores, constataram que a distribuição dos índices médios mensais no Agreste, foram inferiores a 10 mm, já, na Zona da Mata e Litoral os índices médios ficaram em torno de 20 mm. Ainda os mesmos autores observaram que nos dias 17/05 e 24/05 ocorreram chuvas superiores a 130 mm. e durante o mês de Junho/06, constataram aumento dos índices pluviométricos tanto no Agreste quanto na Zona da Mata e no Litoral e os índices médios chegaram a ultrapassar 18 mm no Agreste e 50 mm na Zona da Mata e Litoral.

5.9. Probabilidades de ocorrência (Gama) de precipitação no PSME

O período semestral de menores precipitações nas mesorregiões pernambucanas e seus respectivos parâmetros de forma e escala mensurados através do Método da Máxima Verossimilhança, como também, as probabilidades de ocorrência de precipitações estimadas pela Distribuição Gama, estão evidenciadas nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5 – Valores de α e β no PSME (Gama).

Mesorregião	Parâmetro	
	α	β
MAP	0,8	41,8
MSF	0,6	11,5
MMT	1,2	65,5
MSP	0,6	39,7
MZM	1,2	39,1

Para as mesorregiões pernambucanas conforme Tabela 5, constata-se que o menor valor do parâmetro alfa é de 0,6 para a MSF e MSP, em que, ambas registraram os menores índices pluviométricos

Especificamente, Murta et al. (2005) em estudos sobre a precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela Distribuição Gama para duas localidades do sudoeste da Bahia, observaram que os valores do parâmetro beta não excederam o valor 100 em nenhum mês, sendo assim, os autores frisam que essa situação possibilita a utilização na Distribuição Gama para o cálculo da estimativa das precipitações prováveis.

Comparando-se as Tabelas 3 e 5, confere-se que os parâmetros no PSME tornam-se menores que os do PSMA, por outro lado, para os municípios de Itapetinga e Vitória da Conquista, ambos do estado da Bahia, os maiores valores encontrados para os parâmetros foram no período seco e os menores, no período chuvoso (Murta et al., 2005).

Tabela 6 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME, PE.

Probabilidade (Gama) de Precipitação (mm)	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
10%	79,8	17,4	173,1	59,9	101,6
20%	53,4	10,9	124,5	37,6	72,9
30%	38,3	7,4	95,6	25,4	55,8
40%	28,0	5,1	74,7	17,3	43,5
50%	20,2	3,4	58,2	11,6	33,8
60%	14,1	2,2	44,4	7,4	25,7
70%	9,1	1,3	32,4	4,3	18,6
80%	5,2	0,6	21,5	2,0	12,3
90%	2,0	0,2	11,3	0,6	6,4

Na Tabela 6 estão representados os percentis da estimativa das precipitações prováveis no PSME nas mesorregiões do estado de Pernambuco, sendo assim, observa-se que no nível de 10% o maior valor registrado foi o da MMT. De forma exemplificada Murta et al. (2005) explanam que em dez anos de estudo em Itapetinga-BA, para o mês de janeiro, existe a probabilidade de 10% da precipitação acumulada ser igual ou superior a 205 mm, ou seja, num intervalo de 10 anos que em um ano ocorra pelo menos 205 mm no mês de janeiro.

Conseqüentemente, Bernardo (1989) citado por Longo et al. (2006), relatam que o nível de probabilidade de 75%, é adequado para fins agrícolas. Este valor representa a quantidade de precipitação igual ou superior a um valor provável que se espera ocorrer, no mínimo, em três a cada quatro anos. Portanto, conforme a Tabela 6 verifica-se que para o nível de 80% abrange o valor mínimo de 0,6 mm para a MSF e a de maior para a MMT.

No nível 50% registrou-se para a Mesorregião Agreste de Pernambuco o valor de 20,2 mm e para a Zona da Mata 33,8 mm.

Na Figura 10 estão representadas as linhas gráficas que evidenciam as prováveis ocorrências de precipitações nas mesorregiões pernambucanas.

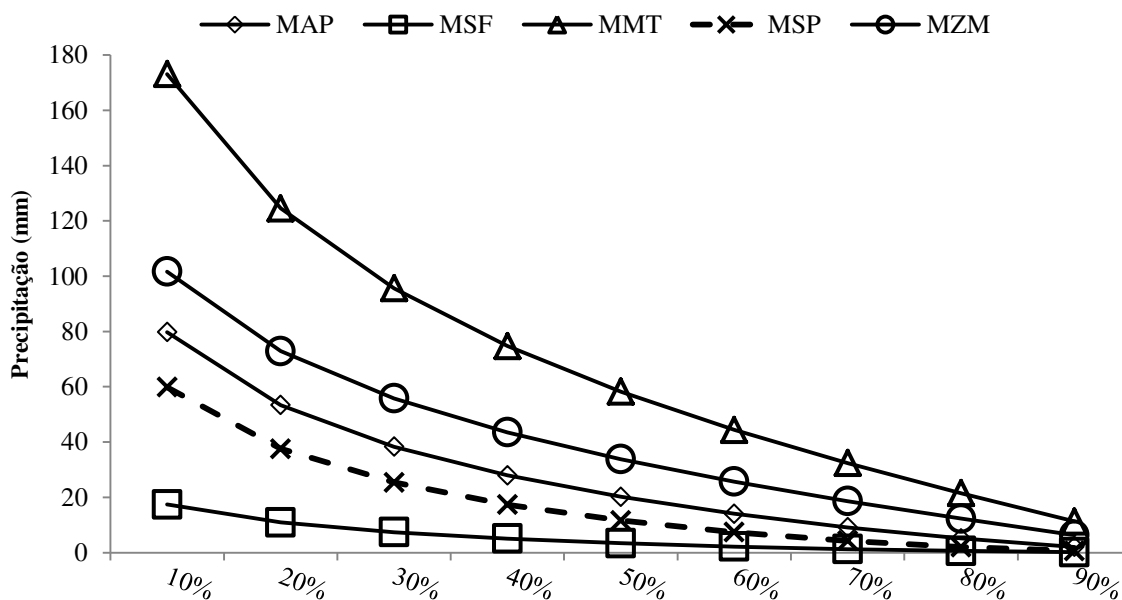


Figura 10 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Gama no PSME em Pernambuco

Conforme a Figura 10 observa-se que, diferentemente, da Figura 9; as MSF e MSF se ajustaram melhor, praticamente, após o nível 60% até 90%, ou seja, para o PSMA as duas mesorregiões se ajustaram em todos os níveis, por outro lado, para o PSME apenas de forma parcial.

Também no PSME, verifica-se que a linha MMT nos percentis: 70%, 80% e 90%; obteve leve aproximação das demais linhas, desigualmente, quando comparado a Figura 9.

5.10. Probabilidades de ocorrência (Lognormal) de precipitação no PSMA

Os parâmetros alfa e beta, calculados através do Método da Máxima Verossimilhança e as probabilidades de ocorrência de precipitações estimadas pela Distribuição Lognormal no período semestral de maiores precipitações para as mesorregiões de Pernambuco, estão representados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Tabela 7 – Valores de α e β no PSMA (Lognormal).

Mesorregião	Parâmetro	
	α	β
MAP	4,2	8,3
MSF	3,3	6,5
MMT	5,5	10,8
MSP	3,3	6,9
MZM	4,5	8,9

Verifica-se através da Tabela 7 que dentre os valores do parâmetro beta o de maior valor é o da Mesorregião Metropolitana de Recife. Também, Souza et al. (2010) em estudos de comparação entre distribuições de probabilidade no estado de Pernambuco, constataram que o maior valor do parâmetro β em relação a distribuição Lognormal foi atribuído ao mês de outubro, com 2,1. Os mesmos autores utilizando-se dos dados totais mensais de precipitação registrados nos postos pluviométricos do semiárido pernambucano, adquiridos através do LAMEP – Laboratório de Meteorologia de Pernambuco órgão pertencente ao Instituto Tecnológico de Pernambuco – ITEP, referente aos anos de 1963 até 1991, observaram que o menor valor do parâmetro alfa com o uso da distribuição Lognormal foi 0,81, para o mês de agosto. Da mesma forma, no presente trabalho se percebe que o menor valor do parâmetro α é o de 3,3, para a MSF e MSP.

Tabela 8 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSMA, PE.

Probabilidade (Lognormal) de Precipitação (mm)	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
10%	161,1	240,8	529,4	403,0	295,3
20%	120,9	114,2	399,4	158,1	195,3
30%	98,3	66,7	326,0	80,5	145,0
40%	82,4	42,1	274,0	45,2	112,4
50%	69,9	27,4	233,0	26,4	88,6
60%	59,2	17,8	198,1	15,4	69,8
70%	49,6	11,3	166,5	8,6	54,1
80%	40,4	6,6	135,9	4,4	40,2
90%	30,3	3,1	102,5	1,7	26,6

Sabendo-se que para projetos de irrigação o que se torna, teoricamente, viáveis são estudos probabilísticos de precipitação em nível de 75%, então, percebe-se através da Tabela 8 que os níveis de 70 e 80% variaram entre 4,4 e 166,5 mm de acordo com as mesorregiões pernambucanas. Com base neste tipo de análise Junqueira Júnior et al. (2007) afirmam que o projetista poderá dimensionar o sistema de irrigação ou o manejo desta, levando-se em conta esta informação, que é obtida assumindo-se um nível de probabilidade aceitável ou teoricamente viável de 75%. Os mesmos autores utilizando a distribuição Lognormal a três parâmetros por esta ter sido mais adequada, observaram que a região de Madre de Deus apresentou bons valores de precipitação mensal para os maiores níveis de probabilidade de excedência, mostrando ser uma região onde devem ser pequenos os problemas ligados à seca, ou seja, ao nível de probabilidade de 75%, o qual normalmente é referência para projetos de irrigação; verificaram os autores que a precipitação provável média anual era de 72,2 mm, no período chuvoso (novembro a março) e de 144 mm no período seco (abril a outubro), 20,9 mm.

Na Figura 11 estão representadas as precipitações em função dos percentis nas mesorregiões do estado de Pernambuco.

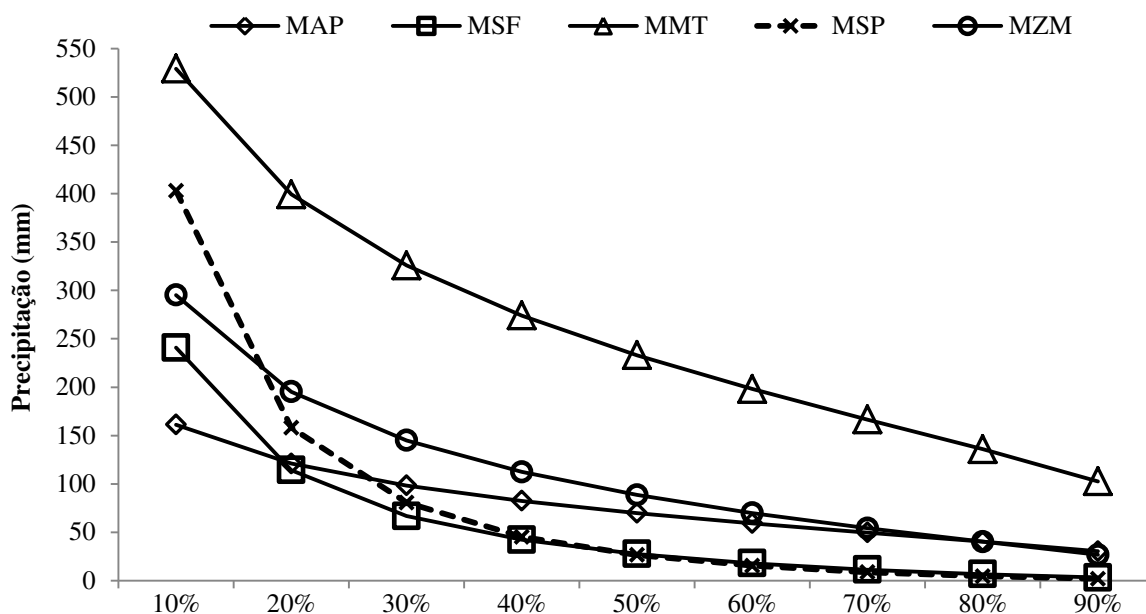


Figura 11 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Lognormal no PSMA em Pernambuco

Comparando-se as Figuras: 9 e 11, percebe-se na nona figura que no período chuvoso entre os níveis de probabilidade 10 e 20%, calculados através da distribuição Gama, as linhas MAP, MSP e MSF se interceptam, conseqüentemente, na décima primeira figura ocorreu interceptação entre as mesmas linhas aos níveis de 20 e 30%. Isso se deve pelo fato de que a distribuição Gama considera em sua função, praticamente, apenas os parâmetros: α e β , enquanto que a Lognormal evidencie também a média e o desvio padrão do somatório dos logaritmos naturais dos dados coletados. Salientando-se que para a MSP o maior valor coletado foi o de 461,5 mm no mês de janeiro de 2004 conforme Anexo 4.

5.11. Probabilidades de ocorrência (Lognormal) de precipitação no PSME

Os parâmetros de forma e escala calculados através do Método da Máxima Verossimilhança e as probabilidades de ocorrência de precipitações estimadas pela Distribuição Lognormal no período semestral de menores precipitações para as mesorregiões de Pernambuco, estão representados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Tabela 9 – Valores de α e β no PSME (Lognormal).

Mesorregião	Parâmetro	
	α	β
MAP	2,7	4,7
MSF	0,8	0,3
MMT	3,9	7,5
MSP	2,0	3,6
MZM	3,3	6,2

Averiguando-se a Tabela 9, nota-se que o menor valor do parâmetro alfa é 0,8 para a MSF, coincidentemente, na Tabela 5 se evidencia o mesmo valor para MAP, também para o PSME, mas, mensurado através das técnicas matemáticas da distribuição Gama, ou seja, comprova-se então uma das diferenças entre as metodologias de cada distribuição. Verifica-se então que, cada distribuição apresenta certa forma, que pode ser aproximada através da utilização de equações de densidade probabilidade com alguns parâmetros extraídos da amostra em questão (Stern e Coe, 1982, citados por Catalunha, 2000).

Tabela 10 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME, PE.

Probabilidade (Lognormal) de Precipitação (mm)	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
10%	94,1	15,0	192,4	71,9	113,2
20%	49,6	7,8	120,3	33,0	70,3
30%	31,3	4,8	85,7	18,8	49,9
40%	21,1	3,2	64,2	11,6	37,2
50%	14,6	2,2	49,0	7,4	28,3
60%	10,1	1,5	37,4	4,7	21,5
70%	6,8	1,0	28,0	2,9	16,0
80%	4,3	0,6	19,9	1,7	11,4
90%	2,3	0,3	12,5	0,8	7,1

Entre as probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME apresentadas na Tabela 10, destacam-se as de 0,3 e 0,8 mm em nível de 90%, evidenciando-se o quanto a região nordestina de Pernambuco é castigada devido à escassez de água. Percebe-se também através da décima tabela a variabilidade existente entre as mesorregiões pernambucanas. Molion e Bernardo (2000) relatam que a variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o nordeste brasileiro, tanto nas escalas espacial quanto temporal, está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico. O impacto causado pelo fenômeno El Niño-Oscilação Sul, um exemplo de perturbação climática de escala global, pode ser sentido principalmente pela modificação no regime e no total de precipitação que, dependendo da intensidade do evento, pode resultar em secas severas, interferindo, de forma expressiva, nas atividades humanas.

A seguir estão expostas, através da Figura 12, as linhas gráficas de prováveis precipitações pluviométricas das mesorregiões pernambucanas.

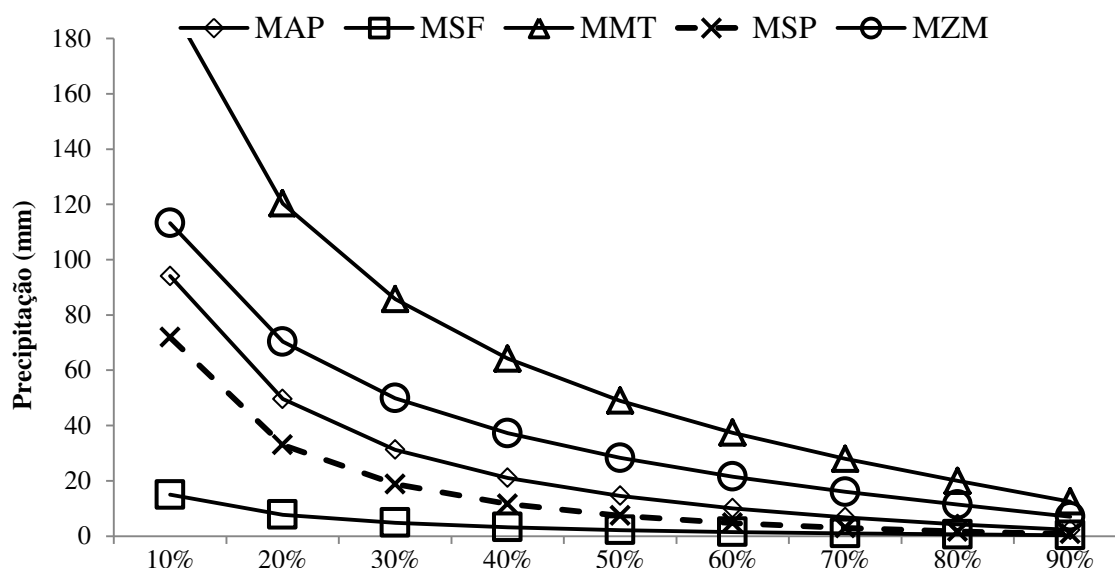


Figura 12 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Lognormal no PSME em Pernambuco

Observa-se pela Figura 12 que todas as linhas, praticamente, se ajustaram entre todos os níveis de probabilidades de ocorrência mensurados através da distribuição Lognormal, em que, a maior aproximação entre as linhas se torna mais intensa próxima aos 90%. Para Souza et al. (2010) a distribuição Lognormal se mostrou muito boa para previsão nos meses de seca, julho, agosto, setembro e outubro, nos meses chuvosos o modelo não conseguiu um ajuste aceitável, fato que é relevante para a região, já que a distribuição das chuvas pode ser dividida em apenas dois períodos, o chuvoso e o período seco.

Diferentemente, Catalunha (2000) ressalta que embora a distribuição Lognormal seja muito empregada em outras áreas da análise climática e hidrológica, não apresenta desempenho satisfatório na estimação das probabilidades, não sendo, em nenhum dos períodos considerados, uma boa distribuição para estimação dos dados diários e mensais observados, isso no estado de Minas Gerais.

5.12. Probabilidades de ocorrência (Weibull) de precipitação no PSMA

O período semestral de maiores precipitações nas mesorregiões pernambucanas e seus respectivos parâmetros de forma e escala, mensurados através de Regressão Linear, como também, as probabilidades de ocorrência de precipitações estimadas pela Distribuição Weibull, estão evidenciadas nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Tabela 11 – Valores de α e β no PSMA (Weibull).

Mesorregião	Parâmetro	
	α	β
MAP	1,8	94,6
MSF	0,7	61,3
MMT	1,9	313,8
MSP	0,5	74,0
MZM	1,5	132,8

Comparando-se as Tabelas: 3, 5, 7, 9 e 11, verifica-se que a Tabela 10 foi a que obteve um dos maiores valores para o parâmetro β referente à MMT, no valor de 313,8. Evidenciando-se a diferença entre os métodos de ajuste para os cálculos dos parâmetros de cada distribuição de probabilidades de ocorrência. Paula (2013) em seu material acadêmico sobre modelos de regressão com apoio computacional revelou que uma etapa importante na análise de um ajuste de regressão é a verificação de possíveis afastamentos das suposições feitas para o modelo, especialmente para o componente aleatório e para a parte sistemática do modelo, bem como a existência de observações discrepantes com alguma interferência desproporcional ou inferencial nos resultados do ajuste. Tal etapa, conhecida como análise de diagnóstico, tem longa data, e começou com a análise de resíduos para detectar a presença de pontos aberrantes e avaliar a adequação da distribuição proposta para a variável resposta.

Já, Lundgren et al. (2015) em seus estudos sobre distribuições de probabilidades de precipitação no estado de Sergipe constataram que o mês de janeiro, em particular, permitiu o ajuste com a distribuição de Weibull, porém com o p-valor aproximadamente igual a 0,05; a

diferenciação com o valor 0,05 ficou na sexta casa decimal após a vírgula (0,050001), isso mostra que o ajuste ficou no limite de aceitação, ou seja, é um mês que para aceitar a distribuição Weibull como uma boa estimadora de chuvas para janeiro, provoca uma incerteza.

Por outro lado, Silva (2009) em seu trabalho científico sobre chuvas intensas em localidades do estado de Pernambuco, evidenciou dos resultados encontrados com a análise de frequência das séries de máximas anuais de precipitação que a distribuição de Weibull também apresenta bons ajustes aos dados das amostras nas regiões pernambucanas.

Tabela 12 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSMA, PE.

Probabilidade (Weibull) de Precipitação (mm)	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
10%	148,5	217,6	489,6	350,2	232,4
20%	122,3	126,3	404,5	179,7	182,7
30%	104,5	81,3	346,5	104,6	150,4
40%	90,2	53,7	299,5	62,9	125,2
50%	77,5	35,1	258,1	37,4	103,8
60%	65,7	22,1	219,3	21,2	84,6
70%	54,1	12,8	181,1	10,8	66,5
80%	42,0	6,3	141,0	4,5	48,5
90%	28,0	2,0	94,5	1,1	29,3

Verifica-se na Tabela 12 que no percentis de 10%, praticamente, todas as mesorregiões obtiveram os maiores valores de prováveis ocorrências de chuva no PSMA, quando comparados a outras tabelas referenciadas nesse estudo.

A seguir estão evidenciadas na Figura 13 as linhas gráficas de representação de ocorrência de precipitações nas mesorregiões do estado de Pernambuco.

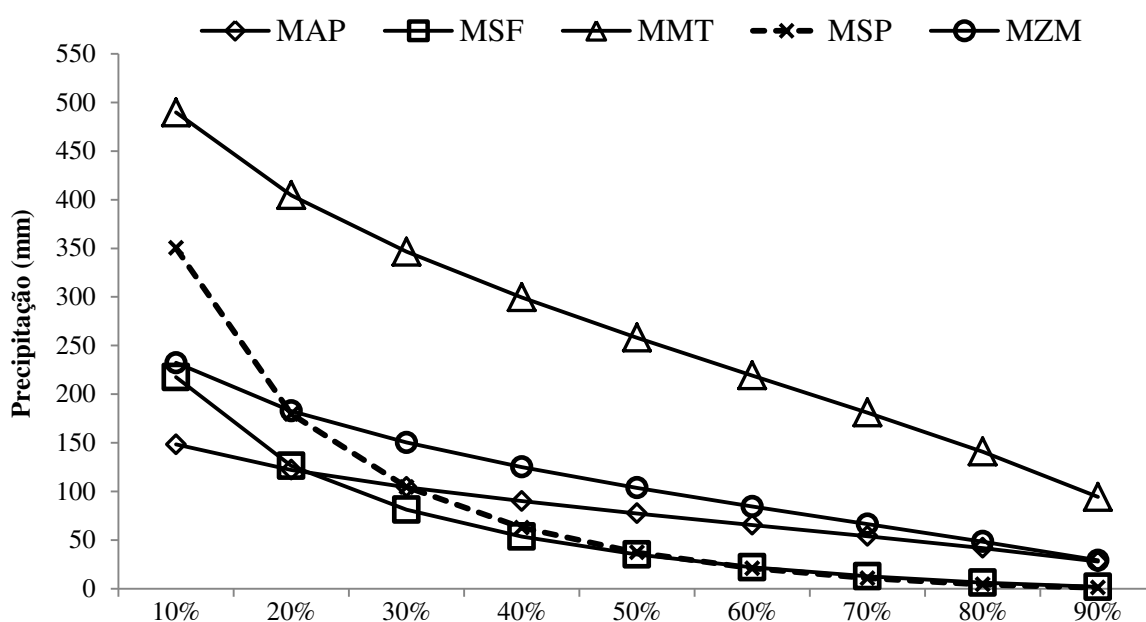


Figura 13 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Weibull no PSMA em Pernambuco

Observa-se através da Figura 13, em que, estão representados os valores de prováveis precipitações, onde, as linhas MSP e MZM sofrem interseção, praticamente, no percentis 20% com valores de 179,7 e 182,7 mm, respectivamente, como também, as linhas MAP e MSF de valores nessa mesma ordem de 122,3 e 126,3 mm. Observa-se também que para a Mesorregião do Agreste Pernambucano as precipitações entre 150 e 100 mm estão entorno dos percentis 10, 20 e 30%. Já, Lira et al. (2006) estudando as alterações das precipitações em municípios do estado de Pernambuco, observaram que o quadrimestre mais chuvoso em Garanhuns ocorre nos meses de abril a julho, com o maior valor médio de 10 anos observado no mês de julho (157,2 mm) no período de 1981 – 1990, sendo a influência da Zona de Convergência Inter Tropical e as Ondas de Leste um dos principais responsáveis pela precipitação no Agreste de Pernambuco.

Souza et al. (2010) em seus estudos de comparação entre distribuições de probabilidades no estado de Pernambuco, evidenciaram que a distribuição de Weibull se mostrou quase tão boa quanto a distribuição Beta, porém não conseguiu modelar o mês de fevereiro, mês que apresentou um comportamento difícil de ser modelado, já que a única distribuição que conseguiu sua modelagem foi a Beta.

5.13. Probabilidades de ocorrência (Weibull) de precipitação no PSME

O período semestral de menores precipitações nas mesorregiões pernambucanas e seus respectivos parâmetros de forma e escala, mensurados através de Regressão Linear, como também, as probabilidades de ocorrência de precipitações estimadas pela Distribuição Weibull, estão evidenciadas nas Tabelas 13 e 14, respectivamente.

Tabela 13 – Valores de α e β no PSME (Weibull).

Mesorregião	Parâmetro	
	α	β
MAP	0,8	28,6
MSF	0,5	3,7
MMT	1,2	80,0
MSP	0,6	17,4
MZM	1,1	46,7

Registra-se também que os maiores valores dos parâmetros alfa e beta conforme Tabela 13, foram 1,2 e 80, respectivamente, ambos para a MMT. Considerando-se o estado de Minas Gerais os parâmetros da distribuição Weibull têm valores mínimo, médio e máximo de 0,10000, 2,57042 e 160,80000, respectivamente, para alfa, de 0,55191, 37,56826 e 482,87709, respectivamente, para beta, de acordo aos estudos de Catalunha (2000).

Tabela 14 – Probabilidades de ocorrência de precipitações no PSME, PE.

Probabilidade (Weibull) de Precipitação (mm)	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
10%	77,2	17,3	164,4	65,3	98,4
20%	50,4	8,9	120,7	37,0	71,4
30%	35,7	5,2	93,9	23,4	55,1
40%	25,8	3,2	74,2	15,2	43,2
50%	18,5	1,9	58,3	9,8	33,6
60%	12,8	1,1	44,8	6,0	25,6
70%	8,4	0,6	32,9	3,4	18,6
80%	4,8	0,2	21,9	1,6	12,2
90%	2,0	0,1	11,5	0,5	6,2

Verifica-se que entre as probabilidades mensuradas através da distribuição Weibull da Tabela 14 que em 90% as MSF e MSP, praticamente, a precipitação provável é nula. Em estudos também em Pernambuco, Souza et al. (2010) afirmam que a distribuição de Weibull modelou onze dos doze meses do ano, porém não conseguiu ajustar para o mês de fevereiro. Já, Catalunha (2000) relata que para as estimativas diárias de probabilidade, destaca-se o desempenho da distribuição Weibull, com exceção dos decêndios do período seco, em que predomina a distribuição exponencial.

Na Figura 14 estão representadas as linhas gráficas de ocorrência de precipitações pluviométricas das mesorregiões pernambucanas.

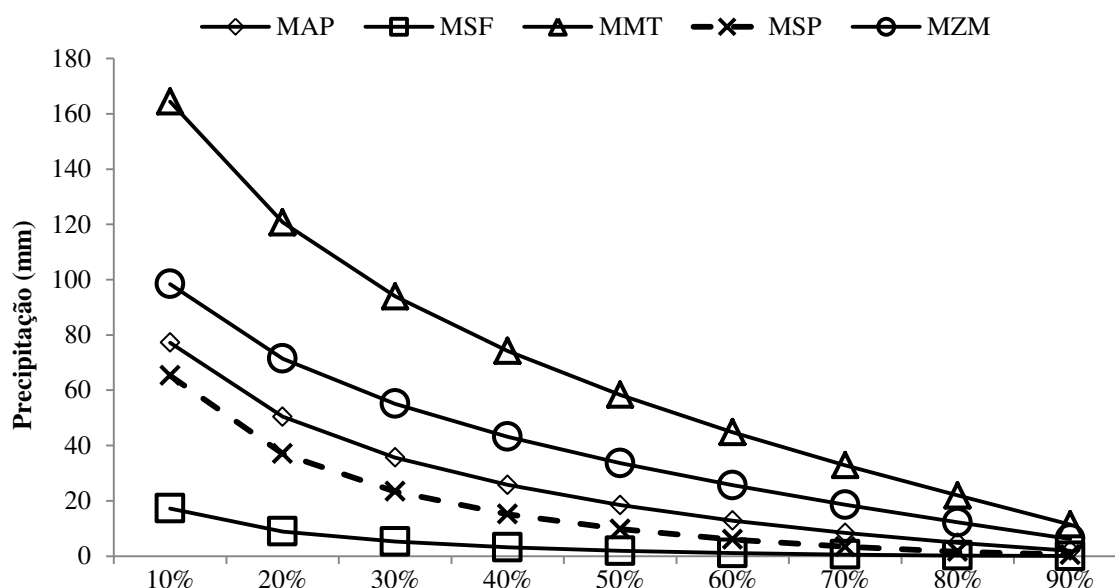


Figura 14 – Precipitação esperada em função dos percentis – Distribuição Weibull no PSME em Pernambuco

Percebe-se na Figura 14 que ocorre determinado agrupamento das linhas no ponto de 90%, conseqüentemente, recorrendo a Tabela 14, verifica-se que na coluna referente aos noventa percentuais o maior valor de ocorrência de chuva corresponde a MMT é por volta de 11 mm e os dois menores para MSF e MSP. Em relação a Mesorregião do Agreste de Pernambuco a precipitação por volta de 80 mm atingiu o percentis de 10%. Aragão et al. (1998) comentou que as precipitações foram reduzidas em média de - 70% em 1998, no estado de Pernambuco, causando grandes problemas de abastecimento humano e animal, o autor relatou também que esse fato se deu devido o fenômeno El Niño ter iniciado em 1997, intensificando-se em 1998, e sendo considerado um dos episódios mais intensos do último século. Também Lira et al. (2006) verificaram que houve uma redução das chuvas nos últimos 40 anos de 0,59%, equivalente a 4,8 mm no intervalo de 1961 – 2000.

Por meio de outra distribuição, Batistão et al. (2013) em seus trabalhos de distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juína, MT, constataram que utilizando o modelo de distribuição gama incompleta, os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março apresentam 90% de probabilidade de ocorrência de pluviosidade superior a 160 mm, isso para um histórico de 28 anos.

5.14. Parâmetro α (Gama, Lognormal e Weibull) no PSMA e PSME

As Figuras: 15 e 16 apresentam os valores do parâmetro alfa nas cinco mesorregiões pernambucanas no período semestral de maiores precipitações, como também, no de menores precipitações, respectivamente. Salientando-se que os parâmetros foram mensurados através do Método da Máxima Verossimilhança para a distribuição Gama e Lognormal e por Regressão Linear para a distribuição Weibull.

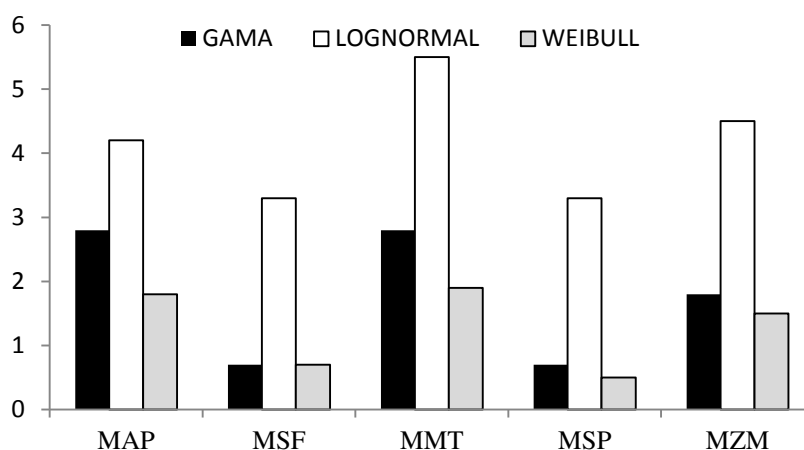


Figura 15 – Valores do parâmetro α nas mesorregiões pernambucanas no PSMA.

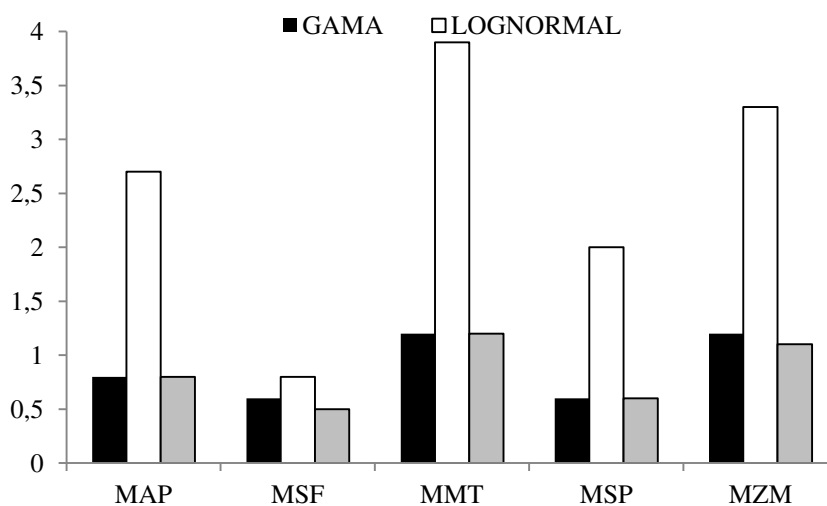


Figura 16 – Valores do parâmetro α nas mesorregiões pernambucanas no PSME.

Na Figura 15 percebe-se que o parâmetro α que se destaca é o referente a distribuição Lognormal para MMT, com valor de 5,5. Evidencia-se nesse caso que a metodologia que calculo do parâmetro alfa para Lognormal se aplica o logaritmo natural dos dados observados, enquanto que, para a distribuição Gama se utiliza a diferença entre logaritmo natural e a média geométrica dos dados coletados, por outro lado, para a Weibull se usa o método de regressão.

Observando-se a Figura 16, verifica-se igualmente o que ocorreu na Figura 15, para MMT através da distribuição Lognormal, foi o valor que se referenciou em obter o maior valor. Por outro lado, Silva et al. (2013) analisaram sete distribuições de probabilidade Exponencial, Gama, Log-normal, Normal, Weibull, Gumbel e Beta para a chuva mensal e anual na região Centro-Sul do Ceará, Brasil, evidenciando-se que os autores verificaram os ajustes dos dados às funções densidade de probabilidade utilizando o teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov com nível de 5% de significância, constataram que a distribuição Lognormal obteve maior índice de rejeição, tanto para os meses chuvosos como para os mais secos.

Averiguando-se a Figura 15, constata-se que os parâmetros para Gama e Weibull na MSF possuem valores iguais a 0,7. No Ceará com dados de chuva registrados durante o período de 1913 a 1989, a precipitação total anual teve ajuste satisfatório dos dados às distribuições Gama, Gumbel, Normal e Weibull e não ocorreu ajuste às distribuições Exponencial, Lognormal e Beta (Silva et al., 2013).

Em MSP na Figura 16 no PSME, os valores dos parâmetros alfa para as distribuições Gama e Weibull alcançaram valores iguais a 0,6. Já, Silva et al. (2013) observaram que para a região cearense no período seco os dados de chuva foram melhores representados pela distribuição Exponencial. Ainda no Ceará, Araújo et al. (2001) em seus estudos com objetivo de avaliarem a distribuição de probabilidade que melhor se ajustava a séries diárias de temperatura máxima da cidade de Iguatu – CE, em que, foram utilizadas as funções Gumbel, Gama, Lognormal, Normal, Weibull e Beta para um período de 45 anos, constataram que a melhor distribuição que se ajustou à série de dados foi a Normal e a de pior desempenho foi a distribuição Gumbel.

5.15. Parâmetro β (Gama, Lognormal e Weibull) no PSMA e PSME

Os valores do parâmetro beta nas cinco mesorregiões pernambucanas no período semestral de maiores precipitações, como também, no de menores precipitações, em que, ressalta-se que os parâmetros foram mensurados através do Método da Máxima Verossimilhança para a distribuição Gama e Lognormal e por Regressão Linear para a distribuição Weibull, estão representados nas Figuras 17 e 18.

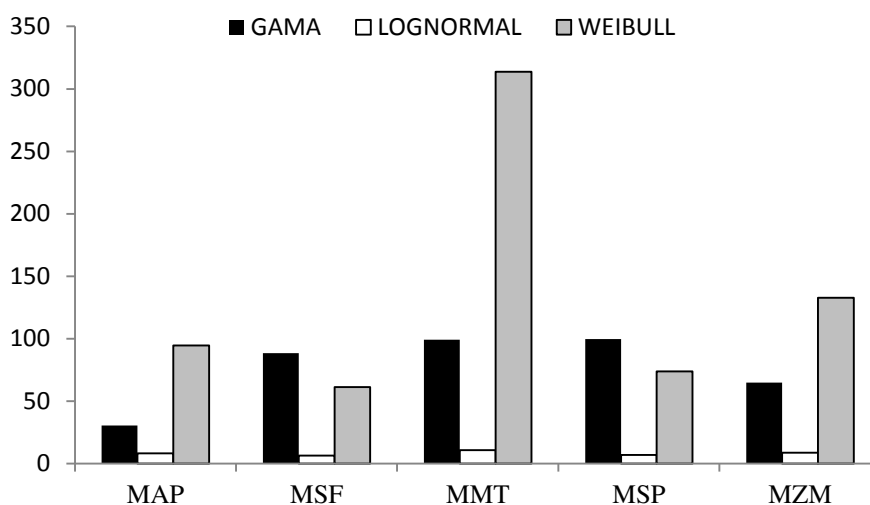


Figura 17 – Valores do parâmetro β nas mesorregiões pernambucanas no PSMA.

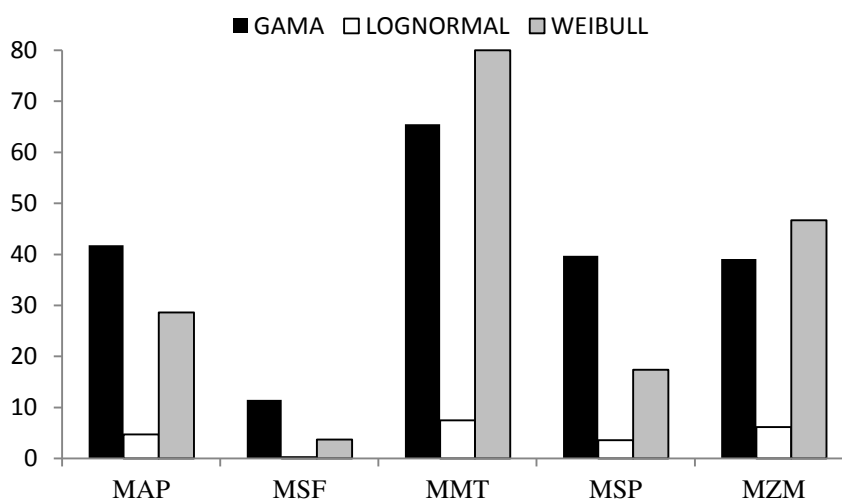


Figura 18 – Valores do parâmetro β nas mesorregiões pernambucanas no PSME..

Na Figura 17 constata-se que na distribuição Lognormal para todas as mesorregiões no PSMA, praticamente, todos os valores do parâmetro beta obtiveram valores próximos. Sansigolo (2005) visando a determinação do potencial eólico mensal e anual, as distribuições de Weibull, LogNormal e Beta foram ajustadas aos dados horários de velocidade e velocidade cúbica do vento em Panorama, SP, entre os anos de 2000 e 2002, verificou que as distribuições de Weibull e Lognormal foram as que melhor se ajustaram aos conjuntos de velocidade cúbica do vento.

Diferentemente da Figura 16 referente a MMT, a Figura 18 apresenta que os valores dos parâmetros β representados por Gama e Weibull para a Mesorregião Metropolitana do Recife alcançaram os maiores valores, 65,5 e 80, respectivamente.

5.16. Correlação entre os percentis das distribuições no PSMA

Na Tabela 15 estão representados os coeficientes de correlação de Pearson entre as distribuições de probabilidade (Gama, Lognormal e Weibull) tomando como referência todos os valores de prováveis precipitações de todos os percentis (10 a 90%) por mesorregião do estado de Pernambuco.

Tabela 15 – Coeficientes de correlação no PSMA entre as distribuições.

Distribuições	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
Gama - Lognormal	0,9962	0,9733	0,9964	0,9476	0,9891
Gama - Weibull	0,9983	0,9947	0,9983	0,9816	0,9991
Lognormal - Weibull	0,9895	0,9914	0,9897	0,9903	0,9817

Verificam-se através da Tabela 15 que todos os coeficientes obtiveram correlações muito fortes positivas, caracterizando-se assim a confiabilidade dos valores mensurados entre as distribuições Gama, Lognormal e Weibull, dessa forma, validando-se a princípio a metodologia do estudo, ou seja, o fato de todos os valores serem fortes positivas significa que as variáveis estão diretamente correlacionadas.

Para Souza et al. (2010) em seus estudos de comparação entre distribuições de probabilidades da precipitação mensal no estado de Pernambuco a distribuição Lognormal se mostrou muito boa para previsão nos meses de seca, julho, agosto, setembro e outubro, nos meses chuvosos o modelo não conseguiu um ajuste aceitável, fato que é relevante para a região, já que a distribuição das chuvas pode ser dividida em apenas dois períodos, o chuvoso e o período seco.

Já, Minuzzi et al. (2007) analisaram dados diários de 203 estações pluviométricas localizadas na região Sudeste do Brasil, com o objetivo de caracterizar climaticamente e analisar a tendência do comportamento do período chuvoso, em que, os autores verificaram que os resultados indicam que o período chuvoso inicia mais cedo (entre 13 e 22 de setembro) e tem maior duração (210 a 229 dias) na região litorânea de São Paulo e comportamento oposto ao observado nas regiões Norte e Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, onde o período chuvoso inicia em média, entre os dias 23 de outubro a 2 de novembro, durando apenas 136 a 155 dias. Os estudiosos afirmam que as datas de início e a duração do período chuvoso estão fortemente correlacionadas entre si, bem como, entre o total de precipitação e a duração do período chuvoso em praticamente todo o Sudeste do Brasil.

5.17. Correlação entre os percentis das distribuições no PSME.

Estão representados na Tabela 16 os coeficientes de correlação de Pearson entre as distribuições de probabilidade (Gama, Lognormal e Weibull) tomando como referência todos os valores de prováveis precipitações de todos os percentis (10 a 90%) por mesorregião pernambucana.

Tabela 16 – Coeficientes de correlação no PSME entre as distribuições.

Distribuições	Mesorregião				
	MAP	MSF	MMT	MSP	MZM
Gama - Lognormal	0,9827	0,9896	0,9904	0,9781	0,9901
Gama - Weibull	0,9997	0,9897	0,9998	0,9969	0,9999
Lognormal - Weibull	0,9867	0,9996	0,9871	0,9913	0,9881

Na Tabela 16, observa-se que todos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson são dados como muito fortes positivamente, ou seja, igualmente a Tabela 15, os valores r na décima sexta tabela estão diretamente correlacionados estabelecendo assim boa confiabilidade entre os valores estimados para as prováveis precipitações no PSME nas mesorregiões de Pernambuco. Silva (2009) em estudos sobre chuvas intensas, realizados em diversas áreas de Pernambuco, concluiu que o modelo teórico de distribuição de probabilidade de Weibull foi o que melhor se ajustou a todas as séries de intensidade máximas médias anuais para os postos pluviográficos estudados, com r^2 variando de 91,99 a 96,76%.

6. CONCLUSÕES

Relacionando os objetivos propostos com os resultados adquiridos, atingiu-se as seguintes conclusões:

- 1) Ocorreu variabilidade das precipitações acumuladas entre as mesorregiões do estado de Pernambuco.
- 2) As três distribuições de probabilidade ajustaram-se aos dados de precipitação por períodos de maiores e menores precipitações, para todas as mesorregiões.
- 3) O Método de Máxima Verossimilhança ajustou-se para as Distribuições: Gama e Lognormal, enquanto que, o Método de Regressão Linear se ajustou para a Distribuição Weibull.
- 4) A correlação entre as três Distribuições evidenciou coeficientes de significância: muito forte positiva.

7. SUGESTÕES

- 1) Estimar prováveis precipitações em outras localidades nas mesorregiões pernambucanas, considerando-se os métodos usados na pesquisa, ou outros métodos que ajustem da melhor forma com os dados coletados.
- 2) Elaborar histogramas de frequência de precipitações com outros municípios pernambucanos diferentes dos da pesquisa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, S. P.; MOTA, R. A.; COELHO, M. C. O. C.; NASCIMENTO, S. A.; ABREU, S. R. de O.; CASTRO, R. S. *Perfil Sanitário dos Rebanhos Caprinos e Ovinos no Sertão de Pernambuco*. Ciência Brasileira de Animal, Vol.11, n.1, Goiânia, Jan./Mar. 2010.

ALVES, J. M., *Ocorrência de Hyale Grimaldii Chevreux, 1900 (Crustacea Amphipoda Hyalidade), na Costa Brasileira*. Revista UFPE, Recife, 2000.

ANDRADE, M. C. de O., *Pernambuco e o trópico*. Revista do Instituto de Estudos Brasileiros, n.45, Recife, Set. 2007.

ANDRADE, A. R. S. de, FREITAS, J. C. de, BRITO, J. I. B. de, GUERRA, H. O. C., XAVIER, J. de F. *Aplicação da Probabilidade Condicional e do Processo de Cadeia de Markov na Análise da Ocorrência de Períodos Secos e Chuvosos para o Município de Garanhuns, PE, Brasil*. Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science, Vol.4, n.1, 2009

ANDRADE-LIMA, D., *Contribuição à dinâmica da flora do Brasil*. Arquivos do ICT 2:14-19, 1960.

ANDRIUCCI, L. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. *A influência das condições termopluriométricas nos indicadores do comércio de Maringá, Estado do Paraná: um ensaio metodológico na perspectiva da valoração ambiental*. Acta Scientiarum. Technology, ISSN:1806-2563, Maringá, Vol.29, n.2, 2007.

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br>>. Acesso diversificado durante toda pesquisa.

ARAGÃO, R. de., SANTANA, G. R. de., COSTA, C. E. F. F. da., CRUZ, M. A. S., FIGUEIREDO, E. E. de., SRINIVASAN, V. S. *Chuvas Intensas para o Estado de Sergipe com Base em Dados Desagregados de Chuva Diária*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.17, n.3, Campina Grande, 2013.

ARAGÃO, J. O. R., LACERDA, F. F., MOURA, G. B. A., SOUZA, I. A., RODRIGUES, R. S. Boletim de Informações Climáticas, INFOCLIMA, ano 4, n.2, 1998.

ARAÚJO, W. F., JÚNIOR, A. S. A., MEDEIROS, R. D., SAMPAIO, R. *Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Vol.5, n.3, 2001.

BACK, A. J., DELLA, J. P., VALVASSORI, M. L., DENSKI, A. P. N. *Modelos para Geração de Séries Sintéticas de Precipitação Diária*. XII Simpósio Ítalo – Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2014.

BACK, Á. J. *Seleção de Distribuição de Probabilidade para Chuvas Diárias Extremas do Estado de Santa Catarina*. Revista Brasileira de Meteorologia, Vol.16, n.2, 2001.

BATISTÃO, A. C., LAVEZO, A., PESSOA, M. J. G., DALLACORT, R., CARVALHO, M. A. C. de. *Distribuição Temporal e Probabilidade de Ocorrência de Chuva no Município de Juína, MT*. Revista Brasileira de Climatologia, ISSN: 1980-055X, Vol.13, 2013.

BELTRAME, L. F. S. *Probabilidade de Ocorrência de Deficit e Excesso Hídrico em Solos do Rio Grande do Sul*, UFRGS, Tese de Mestrado, Porto Alegre, 1979.

BRUNI, J. C. *Água é Vida*. Revista de Sociologia da USP, São Paulo, Vol.5, n.1/2, Nov.1994.

CARDOSO, J. M. de M., FERREIRA, D. H. L. *Modelos Matemáticos e Estatísticos Aplicados a Sistemas Renováveis de Energia*. Anais do IV Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – ISSN 2237-042, 2014.

CARLINI-JUNIOR, R. J., VITAL, T. W., LISBOA FILHO, W., FONSECA, A. B., DOURADO, A. Q., *Movimentação de Cana-de-açúcar numa Agroindústria Canavieira em Condições Adversas de Operação*. 44º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Fortaleza, Jun. 2006.

CAVALCANTI FILHO, L. F. M.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; MODESTO, E. C.; DUBEUX JR, J. C. B.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, M. J., *Caracterização de Pastagem de Brachiaria Desumbens na Zona da Mata de Pernambuco*. Archivos de Zootecnia, Vol.57, n.220, 2008.

CATALUNHA, M. J. *Avaliação do Ajustamento de Funções Densidade de Probabilidade a Séries de Precipitação Pluvial no Estado de Minas Gerais*. Tese de Magister Scientiae, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2000.

COELHO, M. I. S., MENDES, E. S., CRUZ, M. C. S., BEZERRA, S. S., SILVA, R. P. P. e. *Avaliação da Qualidade Microbiológica de Águas Minerais Consumidas na Região Metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco*. Acta Scientiarum. Health Sciences, Vol.32, n.1, Maringá, 2010.

COSTA, A. J. S. T. da. *Água, Risco e Vulnerabilidade: Os Conceitos de Risco Hídrico e de Vulnerabilidade Hidrossocial*. Anais do VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, ISBN:978-85-98539-04-1, Vitória, Ago. 2014.

COSTA, S. B. *Balanços de Vorticidade e Energia Aplicados aos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis Atuantes no Oceano Atlântico Sul e Adjacências*. Dissertação, Universidade de São Paulo, 2009.

COSTA, A. G. da., LUDEMIR, A. B. *Transtornos Mentais Comuns e Apoio Social: Estudo em Comunidade Rural da Zona da Mata de Pernambuco, Brasil*. Caderno de Saúde Pública, Vol. 21, n.1. Rio de Janeiro, 2005.

CUENCA, M. A. G.; MANDARINO, D. C.; SIQUEIRA, O. J. W. de. *Realocação Espacial da Agricultura no Âmbito de Microrregiões: Pernambuco, 1990 e 2004*. Embrapa, ISSN:1678-1953, Aracajú, Ago. 2007.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D.; PASSOS, J. R. S. *O modelo de probabilidade aplicado ao estudo da distribuição da chuva na região administrativa de Bauru, SP*. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Bauru, 1996.

DEVORE, J. L. *Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências*. Editora Cengage Learning, 8ª Ed., São Paulo, 2014.

FEITOSA, A. A. N. F., *Diversidade de Espécies Florestais Arbóreas Associadas ao Solo em Topossequência de Fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco*. Mestrado, UFRPE, Recife, 2007.

FERNANDES, F. de S. *Testes de Ajuste a Distribuições Estatísticas e Métodos para Estimção dos Parâmetros em Análises de Fiabilidade*. ISEL, Lisboa, 2013.

FERNANDES, J. G.; FREIRE, M. B. G. dos S.; CUNHA, J. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORREIA, M. M.; SANTOS, P. R. dos. *Qualidade Físico-Química das Águas Utilizadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco*. Revista Brasileira de Ciências Agrárias Vol.4, n.1, Recife, Jan./Mar. 2009.

FERRAZ, E. M. N.; RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PEREIRA, R. de C. A. *Composição Florística em Trechos de Vegetação de Caatinga e Brejo de Altitude na Região do Vale do Pajeú, Pernambuco*. Revista Brasileira Botânica, ISSN:0100-8404, Vol.21, n.1, São Paulo, Abr. 1998.

FERREIRA, F. F., LACERDA, F. F.; ARAGAO, J. *Relação entre a Precipitação Observada no Leste de Pernambuco e os Dados da Bóia PIRATA localizada em 32W e 08S*. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, Anais. 2006.

FUSCO, W., *Regiões Metropolitanas do Nordeste: origens, destinos e retornos de migrantes*. Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana, ISSN:2237-9843, n.39, Brasília, Jul./Dez., 2012.

GALVINCIO, J. D., MOURA, M. S. B. de. *Aspectos Climáticos da Captação de Água no Estado de Pernambuco*. Revista de Geografia, Vol.22, n.2, Recife, Jul/Dez. 2005.

GAN, M. A. *Um estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil*. Dissertação, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1982.

GISLER, C. A. F., FISCH, G., CORREA, C. de S. *Análise Estatística do Perfil de Vento na Camada Limite Superficial no Centro de Lançamento de Alcântara*. Journal Aerosp. Technol. Manag., Vol.3, n.2, São José dos Campos, 2011.

GIRÃO, O., CORRÊA, A. C. de B., GUERRA, A. J. T. *Influência da Climatologia Rítmica sobre Áreas de Risco: O Caso da Região Metropolitana do Recife para os anos de 2000 e 2001*. Revista de Geografia, vol.23, n.1, Recife, 2006.

GUIMARÃES, D. P. e SANS, L. M. A. *Análise Temporal da Distribuição de Chuvas no Sertão Nordestino*. XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Aracaju, Jul., 2007.

GUEDES, M. J. F., LACERDA, F. F., SOUZA, W. M. de., SILVA JÚNIOR, H. D. da S. *Análise das Chuvas Intensas Ocorridas nos Meses de Janeiro e Fevereiro de 2004 no Estado de Pernambuco*. LAMEPE/ITEP, Recife, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Estimativas da População*, publicado no Diário Oficial da união em 28/08/2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso diversificado durante toda pesquisa.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso diversificado durante toda pesquisa.

JANSEN, W., MAFRA, R., *A Zona da Mata de Pernambuco*, 2007. Disponível em: <<http://www.ancora.org.br>>. Acesso em Abr. 2015.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A., GOMES, N. M., MELLO, C. R. de., SILVA, A. M. da. *Precipitação Provável para a Região de Madre de Deus, Alto Rio Grande: Modelos de Probabilidades e Valores Característicos*. Ciência Agrotecnica, Vol.31, n.3, p. 842-850, Lavras, 2007.

LEITE, H. G., BINOTI, D. H. B., GUIMARÃES, D. P., SILVA, M. L. M. da., GARCIA, S. L. R. *Avaliação do Ajuste das Funções Weibull e Hiperbólica a Dados de Povoamentos de Eucalipto Submetidos a Desbaste*. Revista Árvore, Vol.34, n.2, Viçosa, 2010.

LIMA, D. de A., *Estudos Fritogeográficos de Pernambuco*. In Memorian; Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Vol.4, p.243-274, Recife, 2007.

LIRA, S. A., NETO, A. C. *Coefficiente de Correlação para Variáveis Ordinais e Dicotômicas Derivados do Coeficiente Linear de Pearson*. RECIE, Vol.15, n.1/2, Uberlândia, 2006.

LIRA, V. M. de, OLIVEIRA, F. M. de, DANTAS, R. T., SOUZA, W. M. de. *Alterações da Precipitação em Municípios do Estado de Pernambuco*. Revista de Engenharia Ambiental, Vol.3, n.1, Espírito Santo do Pinhal, 2006.

LONGO, A. J., SAMPAIO, S. C., SUSZEK, M. *Modelo Computacional para Estimativa das Precipitações Prováveis Utilizando as Distribuições de Probabilidades Gama e Log – Normal*. Revista Varia Scientia, Vol.6, n.11, p.141-148, 2006.

LYRA, G. B., GARCIA, B. I. L., PIEDADE, S. M. de S., SEDIYAMA, G. C., SENTELHAS, P. C. *Regiões Homogêneas e Funções de Distribuição de Probabilidade da Precipitação Pluvial no Estado de Táchira, Venezuela*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Vol.41, n.2, Brasília, 2006.

LYRA, M. R. S. de B. *Sulanca X Muanba: Rede Social que Alimenta a Migração de Retorno*. São Paulo em Perspectiva. ISSN: 0102-8839, Vol.19, n.4, São Paulo, Out./Dez. 2005.

LUNDGREN, W. J. C., SOUSA, I. F. de., NETTO, A. de O. A., *Uso de Distribuições de Probabilidades para Ajuste aos Dados de Precipitação Mensal do Estado de Sergipe*. Revista Brasileira de Geografia Física, ISSN:1984-2295, Vol.8, n.1, 2015.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PÔRTO, K. C. *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudo em um Remanescente de Mata Atlântica em Área Urbana*. Editora Universitária, UFPE, p.326, Recife, 1998.

MARTINS, B. de M. *Aproveitamento de Água da Chuva para Usos Não Potáveis em Brasília – DF: Aspectos Políticos e Ambientais*. Monografia, Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

MARTINS, J. C., SELBITTO, M. A. *Análise da Estratégia de Manutenção de uma Concessionária de Energia Elétrica com Base em Estudos de Confiabilidade*. XXV ENEGEP, Fortaleza, Out. 2006.

MEDEIROS, M. S. de.; HURTADO-GUERRERO, J. C.; SILVA, L. G. A. *A Saúde no Contexto do Pólo Gesseiro de Araripina – Pernambuco, Brasil*. Saúde e Sociedade, Vol.19, n.2, São Paulo, 2010.

MELO FILHO, D. R. C. de.; GOMES, E. T. A. *Cidades Médias Brasileiras: Agentes Econômicos, Reestruturação Urbana e Regional – Estudos das Dinâmicas Socioambientais Associadas à Cidade de Petrolina – Pernambuco*. XVII Congresso de Iniciação Científica e I Congresso de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. 27-28-29 Out. 2009.

MELO, R. W. de.; FONTANA, D. C. *Avaliação de Dados Meteorológicos Disponíveis no Website do Joint Research Centre*. International Workshop of Crop Monitoring and Forecast, Montevideo, 9-11 Out. 2006.

MENDONÇA, E. A. *Estimativa da Evapotranspiração de Referência no Município de Capim – PB*. Dissertação, UFCG, Campina Grande, Jul. 2008.

MINUZZI, R. B., SEDIYAMA, G. C., BARBOSA, E. da M., MELO JÚNIOR, J. C. F. de. *Climatologia do Comportamento do Período Chuvoso da Região Sudeste do Brasil*. Revista Brasileira de Meteorologia, Vol. 22, n.3, São Paulo, 2007.

MOURA-JÚNIOR, E. G.; SILVA, S. S. L.; LIMA, L. F.; LIMA, P. B.; ALMEIDA-JÚNIOR, E. B.; PESSOA, L. M.; SANTOS-FILHO, F. S.; MEDEIROS, D. P. W. de.; PIMENTEL, R. M. de M.; ZICKEL, C. S. *Diversidade de Plantas Aquáticas Vasculares em Açudes do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife – PE*. Revista de Geografia – UFPE – DCG/NAPA, Recife, Vol.26, n.3, Set/Dez, 2009.

MOLION, L. C. B., BERNARDO, S. de O. *Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro*. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia. SBM, Vol.11, p.1334-1342, 2000.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. *Degradação de Recursos Hídricos e seus Efeitos sobre a Saúde Humana*. Revista Saúde Pública, São Paulo, 2002.

MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M. C.; SILVA, D. J. da.; MARTINS, J. A. *Distribuição e Probabilidade de Ocorrência de Chuva no Município de Nova Maringá – MT*. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, Vol.8, n.1, 2010.

MURTA, R. M., TEODORO, S. M., BONOMO, P., CHAVES, M. A. *Precipitação Pluvial Mensal em Níveis de Probabilidade pela Distribuição Gama para Duas Localidades do Sudoeste da Bahia*. Ciência Agrotecnica, Vol.29, n.5, Lavras, 2005.

NAGHETTINI, M., ANDRADE PINTO, É. J. de, *Hidrologia Estatística*. CPRM, Belo Horizonte, 2007.

NÓBREGA, R. S., SANTIAGO, G. A. C. F. *Tendência de Temperatura na Superfície do Mar nos Oceanos Atlântico e Pacífico e Variabilidade de Precipitação em Pernambuco*. Mercator, ISSN 1984-2201, Vol.13, n.1, Fortaleza, 2014.

PASHA, G. R., KHAN, M. S., PASHA, A. H. *Discrimination Between Weibull and Lognormal Distribution for Life Time Data*. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan, Vol.17, n.2, pp.103-114, 2006.

PAULA, G. A. *Modelos de Regressão com Apoio Computacional*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PEREIRA, S. B., PRUSKI, F. F., SILVA, D. D. da, RAMOS, M. M. *Estudo do Comportamento Hidrológico do Rio São Francisco e seus Principais Afluentes*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.11, n.6, 2007.

PIZZATO, J. A., DALLACORT, R., TIEPPO, R. C., MODOLO, A. J. CREMON, C., MOREIRA, P. S. P. *Distribuição e Probabilidade de Ocorrência de Precipitação em Cáceres – MT*. Pesq. Agropec. Trop., Vol.42, n.2, p. 137-142, Goiânia, 2012.

PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. F. *Aproveitamento da água de chuva*. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) *Uso racional da água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

POSSAS, J. M. C., CORREA, M. M., MOURA, G. B. de A., LOPES, P. M. O., CALDAS, A. M., FONTES JÚNIOR, R. V. de P. *Zoneamento Agroclimático para a Cultura do Pinhão-Manso no Estado de Pernambuco*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.16, n.9, Campina Grande, 2012.

PRESS, W.H., FLANNERY, B.P., TEUKOLSKY, S.A., VETTERLING, W.T., *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press, p.818, 1986.

PROTIL, R. M., MOREIRA, V. R. *Simulação Computacional na Otimização de Políticas de Estoque em Cooperativas Agrícolas*. XXXIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, 2002.

QUEIROZ, E. F.; SILVA, R. J. B.; OLIVEIRA, M. C. N. *Modelo de análise de regressão periódica da precipitação mensal, da bacia atlântico sudeste, no Estado do Paraná*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, Vol.36, n.5, 2001.

RIBEIRO, A.M. de A.; LUNARDI, D.M.C. *A precipitação mensal provável para Londrina PR, através da função gama*. Energia na Agricultura, v.12, p.37-44, 1997.

SANSIGOLO, C. A. *Distribuição de Probabilidade de Velocidade e Potência do Vento*. DCA, CPTEC, INPE, São José dos Campos, 2005.

SANTOS, R. A. B. dos; *Nas Sombras da Família Coelho: A Dinâmica de uma Dominação Política*. Tese de Doutorado, UFRN, Natal, 2013.

SANTOS, T. E. M. dos. e MONTENEGRO, A. A. A. *Erosividade e Padrões Hidrológicos de Precipitação no Agreste Central Pernambucano*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.16, n.8, Campina Grande, 2012.

SANTOS, J. A. dos; *Da Água para o Vinho: Uma Transformação Sócioespacial. (A Geografia Vitivinicultura em Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista – PE: Um novo Elo na Rede Global da Produção de Uvas Nobres e Vinhos)*. Dissertação, UFPE, Recife, 2005.

SILVA, B. M. *Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco*. Dissertação, UFPE, Recife, 2009.

SILVA, C. R. da., *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, M. D. da., GALVÍNCIO, J. D., PIMENTEL, R. M. de M., SILVEIRA, J. A. R. da., *Cobertura Vegetal no Estado de Pernambuco Sob Distintos Regimes de Precipitação Pluvial*. Revista Brasileira de Geografia Física, ISSN:1984-2295, Vol.7, n.3, 2014.

SILVA, Í. N., OLIVEIRA, J. B. de., FONTES, L. de O., ARRAES, F. D. D. *Distribuição de frequência da chuva para região Centro-Sul do Ceará, Brasil*. Revista Ciência Agronômica, Vol.44, n.3, 2013.

SILVA, A. O. da., MOURA, G. B. de A., SILVA, E. F. de F. e., LOPES, P. M. O., SILVA, A. P. N. da. *Análise Espaço-Temporal da Evapotranspiração de Referência sob Diferentes Regimes de Precipitações em Pernambuco*. Revista Caatinga, Vol. 24, n.2, Mossoró, 2011.

SILVA, B. B. da., FERREIRA, M. A. F., SILVA, V. de P. R. da., FERREIRA, R. da C. *Desempenho de modelo climático aplicado à precipitação pluvial do Estado de Pernambuco*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.14, n.4, Campina Grande, 2010.

SILVA, J. C. da., HELDWEIN, A. B., TRENTIN, G., STRECK, N. A., MARTINS, F. B. *Funções de Distribuição de Probabilidade Decendial e Mensal para a Deficiência Hídrica no Solo*. Ciência Rural, ISSN 0103-8478, Vol.38, n.7, 2008.

SILVA, F. L. M. da., CORRÊA, A. C. de B., *Relações entre Geossistemas e Uso da Terra em Microbacia Hidrográfica Semi-Árida: O caso do Riacho Gravatá/Pesqueira – PE*. Revista de Geografia - UFPE – DCG/NAPA, Vol.24, n.1, Recife, Jan./Abr., 2007.

SILVA, A. M. F., MARIANO, R. de L. R., MICHEREFF, S. J., SILVEIRA, E. B. da., MEDEIROS, F. H. V. de. *Levantamento da Intensidade da Podridão-Mole em Alface e Couve-Chinesa em Pernambuco*. Revista Caatinga, Vol.20, n.2, Mossoró, 2007.

SOCOL, O. J., CARDOSO, C. O., MIQUELLUTI, D. J., *Análise da Precipitação Mensal Provável para o Município de Lages, SC*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.14, n.6, p.569-574, Campina Grande, 2010.

SOUZA, J. O. P. de.; CORREA, A. C. B. *Conectividade e Área de Captação Efetiva de um Sistema Fluvial Semiárido: Bacia do Riacho Mulungu, Belém de São Francisco – PE*. Soc. & Nat., Uberlandia, Vol. 24, n.2, Mai./Ago. 2012.

SOUZA, I. F., LUNDGREN, W. J. C., NETTO, A. O. A. *Comparação entre Distribuições de Probabilidades da Precipitação Mensal no Estado de Pernambuco*. Scientia Plena, Vol.6, n.6, 2010.

SOUZA, J. D. de. *O Programa Seis Sigma e a Melhoria Contínua*. EAESP – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003.

SOUZA, W. M., LACERDA, F. F., CORREIA, A. M., FERREIRA, M. A. F., ALVES, A. V., SOUZA, I. A. de. *A Atuação de Sistemas Meteorológicos que Opcionaram Chuvas Intensas em Pernambuco no Período de 29/12/2001 a 18/01/2002*. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu, 2002.

SLEIMAN, J, SILVA, M. E. S. *A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul*. SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008.

SWEENEY, D. J., WILLIAMS, T. A., ANDERSON, D. R. *Estatística Aplicada à Administração e Economia*. Editora Cengage Learning, 6^a ed., São Paulo, 2015.

TABOSA, J. N., REIS, O. V., MORAES, A. R., BRITO, B., MONTEIRO, M. C. D., *Comportamento de Cultivares de Sorgo Forrageiro em Diferentes Ambientes Agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas*. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Vol.1, n.2, Sete Lagoas, 2002.

TEMPS, M. *Adição da Precipitação Pluviométrica na Modelagem do Crescimento e da Produção Florestal em Povoamentos não Desbastados de Pinus taeda l.* Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: Mc Graw Hill do Brasil, 1975.

WILKS, D. S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Cornell University, Editora Elsevier, Edição 2, p.78-97, 2006.

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1

Precipitações acumuladas mensais na Mesorregião Sertão do São Francisco no ano de 2011.

MÊS/ANO	2011
JANEIRO	15,3
FEVEREIRO	75,3
MARÇO	30,3
ABRIL	95,5
MAIO	6,3
JUNHO	0,1
JULHO	3,8
AGOSTO	2,8
SETEMBRO	0,1
OUTUBRO	15,5
NOVEMBRO	11,5
DEZEMBRO	59

9.2. Anexo 2

Médias acumuladas mensais de precipitações acumuladas na Mesorregião Sertão do São Francisco no entre 2000 e 2015.

MÊS	MÉDIA
JANEIRO	71,7
FEVEREIRO	84,5
MARÇO	62,9
ABRIL	73,0
MAIO	14,8
JUNHO	7,0
JULHO	4,3
AGOSTO	1,7
SETEMBRO	1,2
OUTUBRO	9,9
NOVEMBRO	39,2
DEZEMBRO	48,1

9.3. Anexo 3

Precipitações acumuladas mensais na Mesorregião Sertão do São Francisco no ano de 2004.

MÊS/ANO	2004
JANEIRO	416,5
FEVEREIRO	94
MARÇO	73,8
ABRIL	27,3
MAIO	42,5
JUNHO	9,5
JULHO	0,1
AGOSTO	0,1
SETEMBRO	0,1
OUTUBRO	2,8
NOVEMBRO	80
DEZEMBRO	0,1

9.4. Anexo 4

Precipitações acumuladas mensais na Mesorregião Sertão de Pernambuco no ano de 2004.

MÊS/ANO	2004
JANEIRO	461,5
FEVEREIRO	163,5
MARÇO	29,5
ABRIL	69,3
MAIO	64
JUNHO	34
JULHO	24,8
AGOSTO	18,3
SETEMBRO	2,3
OUTUBRO	0,1
NOVEMBRO	11,8
DEZEMBRO	24,8