



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



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ESTIMATIVA DA CLIMATOLOGIA DIÁRIA DA PRECIPITAÇÃO E
INVESTIGAÇÃO DE POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DAS FASES DA LUA NAS CHUVAS
NO ESTADO DA PARAÍBA

IVONE CRISTINA BARROS PEDROZA

Campina Grande - Paraíba

Abril de 2009.

IVONE CRISTINA BARROS PEDROZA

**ESTIMATIVA DA CLIMATOLOGIA DIÁRIA DA PRECIPITAÇÃO E
INVESTIGAÇÃO DE POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DAS FASES DA LUA NAS CHUVAS
NO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Meteorologia da Universidade
Federal de Campina Grande – UFCG, em
cumprimento às exigências para obtenção do
título de Mestre em Meteorologia.

Área de Concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escalas

Sub-área: Climatologia

Orientador: Prof. Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito

Campina Grande – Paraíba

Abril de 2009.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA
CENTRAL DA UFCG

P372e Pedroza, Ivone Cristina Barros.
Estimativa da climatologia diária da precipitação e
investigação de possíveis influências das fases da lua nas
chuvas no Estado da Paraíba / Ivone Cristina Barros
Pedroza. - Campina Grande, 2009.
72 f.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos
Naturais, 2009.
"Orientação : Prof. Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito".
Referências.

1. Precipitação - Chuvas - Paraíba. 2. Climatologia
Diária. 3. Chuvas - Fases da Lua - Influência. 4.
Dissertação - Meteorologia. I. Brito, José Ivaldo Barbosa
de. II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina
Grande (PB). III. Título

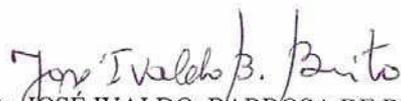
CDU 551.578.1(813.3)(043)

IVONE CRISTINA BARROS PEDROZA

ESTIMATIVA DA CLIMATOLOGIA DIÁRIA DA PRECIPITAÇÃO E INVESTIGAÇÃO DE
POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DAS FASES DA LUA NAS CHUVAS NO ESTADO DA
PARAÍBA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/4/2009

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. JOSÉ IVALDO BARBOSA DE BRITO
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Profa. Dra. CELIA CAMPOS BRAGA
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. GEBER BARBOSA DE ALBUQUERQUE MOURA
Departamento de Agronomia
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Marié e em especial a pessoa mais importante da minha vida, uma criança linda e meiga, minha filha Bárbara Beatriz.

Bem Maior

Bem maior do que os mares mais profundos
Bem maior do que os campos que eu vi
Bem maior que o teatro das estrelas
É meu amor por ti
Com a força infinita das rochas
Bem mais luz que o sol põe no rubi
Muito mais do que os verdes das matas
É meu amor por ti
Assim como no inverno
E o sol quente do verão
Eu vou ser a primavera
Do teu coração
Foi assim que escrevemos nossa história
É o livro mais lindo que eu li
Uma flor azul que me traga na memória
O meu amor por ti
O meu amor por ti

Composição: Gabriel Falcão / Roupa Nova

AGRADECIMENTOS

A Deus o grande criador da terra e dos homens.

Ao meus pais Marié Barros Pedroza e Eurides Pedroza da Silva pelo apoio, incentivo e demonstração de fé e carinho.

Aos meus irmãos Eliana Barros Pedroza e Murilo Barros Pedroza por me incentivarem e mostrar que eu podia chegar até o fim e sair vitoriosa.

À CAPES pelo apoio financeiro ao longo de vinte e quatro meses.

Ao meu orientador, Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito, o qual tenho um grande carinho e admiração, pela sua paciência, confiança e incentivo, que foram fundamentais para conclusão deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UACA/CTRN/UFCG, pelos ensinamentos e dedicações no decorrer do curso.

A minha prima Márcia Almeida da Silva pela sua ajuda sempre que precisei.

Aos meus amigos Emerson Ricardo, Leandro Vélez, Hudson Ellen Alencar Menezes, Robson Nascimento dentre outros pela demonstração de amizade.

Aos funcionários da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas e do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, por estarem sempre prontos a ajudar.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	v
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Objetivos	02
1.1.1. Objetivo Geral	02
1.1.2. Objetivos Específicos	02
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	03
2.1. Climatologia do Nordeste	03
2.2. Climatologia da Paraíba	05
2.3. Precipitação Diária na região Nordeste do Brasil	06
2.4. Fase da Lua e a Precipitação	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1. Coleta de Dados	16
3.2. Metodologia	16
3.2.1. Média Diária de Precipitação	17
3.2.2. Soma das Médias para sete dias consecutivos	17
3.2.3. Soma das Médias para trinta e um dias consecutivos	17
3.2.4. Soma das Médias para noventa e um dias consecutivos	18
3.2.5. Soma das Médias para cento e vinte e um dias consecutivos	18
3.2.6. Frequência Média de dias com chuvas	18
3.2.7. Cálculo da Precipitação Média das Fases da Lua	18

3.2.8. Teste da diferença entre duas médias, utilizando a distribuição normal	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1. Períodos e frequências para um, sete, trinta e um, e noventa e um dias consecutivos com chuva para algumas localidades do Estado da Paraíba	21
4.1.1. Precipitação diária climatológica.....	21
4.1.2. Precipitação semanal média climatológica.....	35
4.1.3. O mês mais chuvoso e frequentemente mais chuvoso	48
4.1.4. A variabilidade intermensal da estação mais chuvosa da Paraíba	49
4.1.5. Total de chuva e o início da estação chuvosa	50
4.1.5.1. Total trimestral de chuvas e início do período mais chuvoso do ano (91 dias consecutivos) em Dia Juliano	50
4.1.5.2. Total quadrimestral de chuvas e início do período mais chuvoso do ano (121 dias consecutivos) em Dia Juliano	57
4.1.6. Climatologia da precipitação de cada fase da lua (nova, crescente, cheia e minguante) para o período de 121 dias mais chuvoso.....	63
5. CONCLUSÃO	66
6. SUGESTÕES	67
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
8. ANEXO	72

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Mapa mostrando a distribuição geográfica dos postos pluviométricos no Estado da Paraíba utilizados no presente trabalho. A climatologia diária, semanal e data de início do período chuvoso foram analisadas pra todos os postos. Enquanto, a precipitação para cada fase da lua usou-se apenas os postos marcados em vermelhos. 16
- FIGURA 2 – Gráficos da precipitação média diária (mm/dia) de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro 25
- FIGURA 3 - Gráficos da freqüência (%) de um dia com chuva de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro 31
- FIGURA 4 - Gráficos da precipitação média para sete dias (mm/semana) consecutivos com chuva, de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro 38
- FIGURA 5 - Gráficos da freqüência (%) para sete dias consecutivos com chuva, de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro 44
- FIGURA 6 - Gráficos do total trimestral mais chuvoso e do início do período mais chuvoso do ano (91 dias consecutivos) em Dia Juliano, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro..... 53
- FIGURA 7 - Gráficos do total quadrimestral de chuvas e início do período mais chuvoso do ano (121 dias consecutivos) em Dia Juliano, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro..... 58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Dia mais chuvoso do ano, o total médio de chuva climatológico deste dia, dia frequentemente mais chuvoso e a frequência deste dia para algumas localidades da Paraíba	22
TABELA 2 – Semana mais chuvosa do ano, o total semanal de chuva climatológico desta semana, semana frequentemente mais chuvosa e a frequência desta semana	36
TABELA 3 – Mês mais chuvoso do ano, o total mensal de chuva climatológico deste mês, mês frequentemente mais chuvoso e a frequência deste mês	48
TABELA 4 – Climatologia do início, final da estação chuvosa, a estação chuvosa mais cedo e mais tarde para 91 dias consecutivos para algumas localidades do Estado da Paraíba.....	49
TABELA 5 – Médias antes de cada fase da lua (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) para algumas localidades do Estado da Paraíba.....	63
TABELA 6 – Valores de t calculado para o teste da diferença entre duas médias, ou seja, entre as médias das diversas fases da lua para localidades do estado da Paraíba, escolhida de acordo com a sua localização geográfica e qualidade dos dados diários de precipitação pluvial, antes de cada fase da lua	64
TABELA 7 – Médias para o total médio observado no meio de cada fase da lua (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) para algumas localidades do Estado da Paraíba	65
TABELA 8 – Valores de t calculado para o teste entre duas médias, ou seja, entre as médias das diversas fases da lua para localidades do estado da Paraíba, escolhido de acordo com a sua localização geográfica e qualidade dos dados diários de precipitação pluvial, no meio de cada fase da lua	65
ANEXO 9 – Localização geográfica dos postos pluviométricos	72

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

SIGLAS:

CNP – Curva Normalizada da Precipitação

DCS – Dias Consecutivos Secos

DCU – Dias Consecutivos Úmidos

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

GPCP – Global Precipitation Climatology Project

LMRS – PB - Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do
Estado da Paraíba

MOC - Meridional Overturning Circulation

NAO – North Atlantic Oscillation

NEB – Nordeste do Brasil

OMJ – Oscilações de Madden e Julian

PRCPTOT – Precipitação total anual nos dias úmidos

Rx1day – Quantidade máxima de precipitação em um dia

Rx5day – Quantidade máxima de precipitação em cinco dias

R95p – Dias muito úmidos

R99p – Dias extremamente úmidos

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

EUA – Estados Unidos da América

VCAN – Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SIMBOLOS:

km – Quilômetro

km² – Quilômetro ao quadrado

mm – Milímetro

mm/ano – Milímetro por ano

mm/dia – Milímetro por dia

mm/mês – Milímetro por mês

mm/quadrimestral – Milímetro por quatro meses

mm/semana – Milímetro por semana

n_1 - Número de dados da amostra 1

n_2 - Número de dados da amostra 2

S_1 – Desvio padrão da amostra 1

S_2 – Desvio padrão da amostra 2

$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$ - Erro padrão estimado da diferença entre as médias amostrais

t_c - t crítico do teste t student

\bar{X}_1 - Média da amostra 1

\bar{X}_2 - Média da amostra 2

$\bar{X}_{7 \text{ dias consecutivos}}$ - Média da precipitação durante 7 dias consecutivos

$\bar{X}_{31 \text{ dias consecutivos}}$ - Média da precipitação durante 31 dias consecutivos

$\bar{X}_{91 \text{ dias consecutivos}}$ - Média da precipitação durante 91 dias consecutivos

$\bar{X}_{121 \text{ dias consecutivos}}$ - Média da precipitação durante 121 dias consecutivos

z – Diferença entre as médias padronizadas pelo desvio padrão

μ_1 - Média populacional hipotética 1

μ_2 - Média populacional hipotética 2

σ - Desvio padrão populacional hipotético

$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$ - Erro padrão da diferença entre duas médias populacionais

$\hat{\sigma}$ - Desvio padrão populacional hipotético estimado

$\hat{\sigma}_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$ - Erro padrão estimado da diferença entre médias populacionais

% - Porcentagem

RESUMO

Com o objetivo de produzir a climatologia diária da precipitação pluvial na Paraíba e investigar possíveis influências da fase da lua nas chuvas no Estado. Foram estimados os períodos para sete, trinta e um, noventa e um e cento e vinte e um dias consecutivos mais chuvosos do ano, também foram calculadas as frequências de um, sete, trinta e um, noventa e um e cento e vinte e um dia consecutivo mais chuvoso do ano. Foram utilizados dados de precipitação pluviais diários oriundos do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) do ano 1950 a 1962, da antiga rede de postos pluviométricos da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) de 1963 a 1991, do (LMRS-PB) Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos de Sensoriamento Remoto da Paraíba do ano de 1992 a 2004. Os resultados obtidos mostraram que o total médio diário climatológico da precipitação apresenta uma grande variabilidade interdiária, não apresentando tendências dos mesmos ocorrerem em um determinado dia do ano. A semana dos maiores totais médios climatológicos do ano tende a ocorrer de 15/março a 15/abril, para as áreas do sertão e cariri, e no final de maio até julho, nas áreas do agreste, zona da mata e litoral. Os sistemas responsáveis pela produção das maiores chuvas semanais e semana do ano frequentemente mais chuvosa são a ZCIT e Vórtice Ciclônicos da Alta Troposfera, no Cariri e Sertão, e onda de leste, no litoral, zona da mata e agreste. Também pode ser concluído que o início da estação (mais cedo ou mais tarde) não tem relação com a qualidade da estação, pois, ocorrem anos secos com início da estação chuvosa cedo ou tarde, e anos chuvosos com início da estação chuvosa cedo e anos chuvosos com início da estação tarde. Outra conclusão foi de que o total acumulado de chuva durante um período lunar independe da fase da lua. Contudo, observou-se que o período que vai de um dia após a lua minguante até o dia da lua crescente é um pouco mais chuvoso que o período que vai de um dia após a crescente até o dia da lua minguante, porém, a diferença não é estatisticamente significativa.

Palavras chaves: período chuvoso, semiárido, fases da lua, Paraíba.

ABSTRACT

This study had as main objectives to produce the daily and weekly climatology of the pluvial precipitation in Paraíba and to investigate possible influences of the phase of the moon in the rains of the State. It was esteemed the periods for seven, thirty and a, ninety and an and hundred and twenty-one rainier consecutive days of the year, as well as of their frequencies. The daily data of precipitation, for the period from 1950 to 2004, are available in the Atmospheric Sciences Department (UACA) of the UFCG. The results showed that the total climatological of the diary precipitation presents a great interday variability. It was not observed any tendencies of the largest daily total of rain to happen in a certain day of the year. The week of the largest climatological totals of the year also presents interweek variability. However it tends to happen from March 15 to April 15 for the areas of the sertão and cariri, and of the end of May to July, in the agreste, forest zone, and coast. The responsible systems for the production of the largest weekly totals of rain and for the week of the year frequently rainier they are ZCIT and cyclonic vortexes of the high troposphere, in the cariri and sertão. And east wave, in the coast, agreste and forest zone. It was also observed that the beginning (sooner or later) of the rainy station doesn't have relationship with the quality (it dries or humid) of the station, because, they happened dry years with the beginning of the rainy station sooner or later, and rainy years with the beginning of the rainy station sooner or later. However, it was observed that the period that is going from one day after the waning moon to the day of the crescent (centered in the new moon) it is a little rainier than the period that is going of one day after the growing moon until the day of the waning (it centers in the full moon), however this difference is not significant.

KEYWORDS: rainy period, semi-arid, moon phase, Paraíba

1. INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba é uma das 27 unidades federativas do Brasil, está situado a leste da Região Nordeste do Brasil (NEB) tem como limites o estado do Rio Grande do Norte ao norte, o Oceano Atlântico a leste, Pernambuco ao sul e o Ceará a oeste. Ocupa uma área de 56.584,6 km², apresentando um clima semi-árido, em mais de 70% do seu território, que é caracterizado pela baixa umidade e pouco volume pluviométrico. A Paraíba possui variabilidade climática marcante, tanto espacial quanto temporal, principalmente, devido ao seu regime de chuvas. Diferente das áreas de latitudes temperadas, onde, praticamente, as chuvas são produzidas por sistemas baroclínicos, principalmente, as frentes frias.

No Nordeste do Brasil, assim como no estado da Paraíba, a precipitação pluvial, em geral, são proveniente de uma gama de sistemas meteorológicos, tais com: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), vórtices ciclônicos da alta troposfera, sistemas ondulatórios de leste, linhas de instabilidade e sistemas frontais austrais. Ressalta-se que estes sistemas atuam em diferentes meses do ano e apresentam características distintas de um ano para outro, além disso, são modulados por eventos climáticos tipos El Niño/La Nina, Padrões de dipolo das águas superficiais do Atlântico Tropical e Oscilações de Madden e Julian (OMJ), que são fenômenos que exibem uma grande variabilidade interanual, induzindo uma forte flutuação das chuvas no Nordeste do Brasil, como anos extremamente chuvosos intercalados por anos muito secos (Soares e Brito, 2006).

Estas características na produção de precipitação pluvial torna o clima do NEB fascinante e desperta a cobiça pelo descobrimento dos seus mistérios. Por isto, pesquisadores de diferentes instituições em todo Mundo tem investigado as causas e consequências da alta flutuabilidade climática do NEB. Entretanto, a maior parte dos estudos estão preocupados com a variabilidade interanual, até mesmo quanto pesquisam a flutuação intra-sazonal, em geral não se estendem a climatologia diária, mas aos eventos mensais. Além disto, muitas das observações ou empirismo populares regionais não são analisados a luz da ciência, são quase sempre ignorados.

Mesmo apresentando uma alta variabilidade temporal, em muitos anos os totais pluviométricos sobre a Região têm sido em torno da média climatológica. Algumas dificuldades ainda podem ser observadas, como exemplo, se durante o período chuvoso como um todo ocorreu períodos prolongados de estiagem, ou ainda nos casos em que as chuvas

foram bem distribuídas, mas de pequena magnitude e produzindo pouco escoamento. Assim, para se caracterizar a qualidade da estação chuvosa, de forma a contemplar as condições hidrometeorológicas que afetam as atividades sociais e econômicas da Região de maneira significativa, há que se considerar não somente os totais sazonais de chuvas, mas, principalmente, a variabilidade em escalas de tempo intra-sazonal.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Os objetivos gerais deste trabalho são produzir a climatologia diária da precipitação pluvial no Estado da Paraíba e investigar possíveis influências da fase da lua nas chuvas do Estado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estimar os períodos de sete, trinta e um, noventa e um e cento e vinte e um dias consecutivos mais chuvosos do ano;
- Calcular as frequências de um, sete, trinta e um, noventa e um e cento e vinte um dias consecutivos mais chuvosos do ano;
- Determinar a climatologia da precipitação de cada fase da lua (nova, crescente, cheia e minguante) para o período de 121 dias mais chuvoso (a quadra chuvosa).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Climatologia do Nordeste

Diferentes regimes de chuvas são identificados no Nordeste do Brasil. No norte da região a estação chuvosa principal é de fevereiro a maio, no sul e sudeste as chuvas ocorrem principalmente durante o período de dezembro a fevereiro e no leste a estação chuvosa é de abril a julho. A principal estação chuvosa do Nordeste Brasileiro, incluindo o norte e o leste da região que explica 60% da chuva anual, é de março a julho e a estação seca, para a maior parte da região, ocorre de setembro a dezembro (Rao *et al.*, 1993).

O máximo de precipitação no norte do Nordeste, cujo período chuvoso é de fevereiro a maio, se deve ao deslocamento anual da ZCIT para latitudes mais ao sul no Hemisfério Sul, o que afeta o Nordeste Brasileiro, principalmente nos meses de abril e maio (Hastenrath e Lamb, 1977; Uvo *et al.*, 1998). O máximo no sul da região está associado à penetração de frentes frias austrais que alcançam latitudes mais baixas nos meses de novembro a fevereiro (Alves e Kayano, 1991). Já na região costeira, o máximo de maio a julho está ligado à maior atividade de circulação de brisa que advecta bandas de nebulosidade média para o continente, ao sistema ondulatório de leste e à ação das frentes frias remanescentes que se propagam ao longo da costa (Kousky, 1979; Markhan e Mclain, 1977; Alves e Kayano, 1991).

No Nordeste do Brasil também observa-se uma grande variedade espacial do clima, podendo-se verificar desde o semi-árido no interior da Região, com precipitação média total anual inferior a 500 mm/ano, até o tropical chuvoso, observado principalmente na costa leste da Região, com precipitação acumulada anual superior a 1500 mm (Kousky e Chu, 1978).

Hastenrath e Lamb (1977) descrevem que a parte norte da Região recebe entre 700 e 1200 mm/ano e que o Nordeste como um todo possui uma grande homogeneidade sazonal e espacial da temperatura. Somente no sul da Bahia é verificada uma maior variabilidade sazonal da temperatura, em função da penetração das massas relativamente frias nos meses de inverno.

Por outro lado, (Yamazaki e Rao, 1977), observando imagens de satélite, sugeriram a importância dos distúrbios ondulatórios de leste na precipitação do NEB. Chan (1990) observou que estes se propagam sobre o Oceano Atlântico, em direção ao continente, durante o outono e inverno. Ressalta-se que este sistema é mais atuante no leste da Região.

Outro fator que favorece as chuvas na região é a presença do vórtice ciclônico em altos níveis, cuja circulação ciclônica fechada possui o centro mais frio que sua periferia. GAN (1982) mencionou que os vórtices são observados nos meses de setembro a abril, tendo maior frequência em janeiro. Eles favorecem as chuvas nas suas bordas nordeste, norte, oeste e sudoeste e inibe no seu centro.

Kousky (1979; 1980) conjecturou que o máximo de chuvas no leste do NEB, de maio a julho, está possivelmente associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre, a qual deve ser mais forte durante as estações de outono e inverno quando o contraste de temperatura entre a terra e o mar é maior.

Cavalcanti (1982) mostrou que as linhas de instabilidade contribuem para a precipitação nas costas norte e nordeste da América do Sul, tendo maior frequência nos meses de outono e inverno no Hemisfério Sul e menor na primavera e verão. As linhas se formam em longitudes sobre o norte do NEB no verão e outono e ao oeste de Belém no inverno e primavera. O autor também mostrou que a presença da ZCIT próxima à região, que provoca baixas pressões, favorece o desenvolvimento de cumulonimbus na costa, sugerindo desta forma a associação entre os sistemas locais e de grande escala.

Outro fator importante que deve ser considerado é a variação sazonal dos ventos na costa que é relacionada à posição da alta pressão subtropical do Atlântico Sul. Hastenrath e Lamb (1977) descrevem que a alta subtropical começa a se intensificar nas estações frias alcançando o máximo em julho, favorecendo a convergência de umidade na costa leste da região, e conseqüentemente a precipitação.

O estudo dos ventos sobre o Atlântico Sul feito por (Servain, 1990), mostrou que os ventos na costa do NEB são de leste/nordeste no começo do ano e de sudeste durante o período de abril a julho, o que coincide com a época chuvosa no leste da região. Portanto, durante a estação chuvosa de outono/inverno sobre o leste do NEB, os ventos sopram perpendiculares à costa, de sudeste. Estes ventos parecem favorecer a ocorrência da zona de convergência noturna associada à brisa terrestre.

Dentre os fenômenos atmosféricos que afetam a variabilidade intra-sazonal das chuvas sobre o Nordeste estão as oscilações de 30-60 dias ou oscilações de Madden e Julian (Weickmann *et al.*, 1985). Tais fenômenos contribuem para modular a distribuição temporal da pluviometria sobre a região, ocasionando períodos de estiagem intercalados por ocorrências de precipitações mais abundantes.

As variações interanuais de chuvas no leste do NEB podem ser atribuídas às anomalias na posição e intensidade da ZCIT, causadas por anomalias positivas na temperatura da superfície do mar do Atlântico Sul, conforme o estudo de (Moura e Shukla, 1981; Alves e Repelli, 1992) e pela ocorrência de evento El Niño/La Niña no Pacífico Equatorial (Phylander, 1989). A estes sistemas de grande escala se superpõem efeitos locais (topografia, mecanismos de brisa e aquecimento diurno) que podem gerar sistemas de meso e micro escalas, tais como: linhas de instabilidade, complexos convectivos de mesoescala e aglomerados de cumulonimbus (Tucci e Braga, 2003).

Historicamente o Nordeste Brasileiro sempre foi afetado por grandes secas ou grandes cheias, como por exemplo, o ano 2004, quando diversas cidades sofreram com as cheias dos rios e alagamentos. De acordo com Marengo e Uvo (1996) relatos de secas na região podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à Região. A estatística mostra que a cada 100 anos no NEB acontecem de 18 a 20 anos de seca.

Esta variabilidade climática está associada ao processo de ocupação do Semi-Árido Nordestino, principalmente ao ciclo do gado e ao do algodão, e desencadeou-se na devastação da floresta de Caatinga pelo machado e pelo fogo (Brito e Santos, 2007). O impacto deste processo de ocupação foi à degradação ambiental de áreas do semi-árido. De acordo com Sampaio e Sampaio (1999), hoje grande parte da vegetação do Nordeste Semi-Árido é secundária. O NEB encontra-se hoje com áreas em desenvolvido processo de degradação ambiental e em processo de *desertificação* (Matallo Jr., 1999).

2.2. Climatologia da Paraíba

A Paraíba é um dos Estados do Nordeste que apresenta o maior número de trabalhos científicos objetivando investigar as variabilidades espaciais e temporais dos totais de precipitação pluvial diária, mensal, sazonal e anual. A propósito Guerra (1955) foi um dos pioneiros na análise da variabilidade espacial da precipitação na Paraíba.

Entretanto, ao contrário do Ceará que iniciou um monitoramento sistemático da precipitação pluvial no início da década de 1980, na Paraíba o mesmo trabalho, começou a ser realizado apenas no início da década de 1990, com a criação do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba (LMRS – PB). Desde então, o monitoramento das precipitações diárias, mensais, sazonais e anuais da Paraíba vem

sendo feito comparando os totais observados de precipitação com os seus valores médios climatológicos diários, mensais, sazonais e anuais para cada localidade (Silva *et al.*, 2004).

A variação espacial das chuvas na Paraíba, assim como nas demais áreas do Nordeste, como citado anteriormente, é provocada por diferentes sistemas atmosféricos que atuam no Estado. As distribuições anual e intra-anual das chuvas nas microrregiões do Estado são semelhantes àquelas do NEB, pois, apresenta três períodos distintos de estação chuvosa, a saber: no Alto Sertão de janeiro a abril; no Sertão, Curimataú e Cariri de fevereiro a maio e na Mata Paraibana e Agreste de abril a junho (Silva *et al.*, 2004).

A Paraíba é o estado que apresenta a maior variabilidade espacial das chuvas, por exemplo, no interior em várias localidades a precipitação média total anual é inferior a 500 mm/ano, atingindo 300 mm/ano, em Cabaceiras, enquanto, em algumas localidades do Litoral e Zona da Mata, a precipitação ultrapassa os 2.000 mm/ano, como é o caso de Alhandra, aproximadamente 150 km a leste de Cabaceiras. Além disso, dentro do Polígono das secas existem sub-regiões serranas onde a precipitação total média anual ultrapassa os 1.000 mm. (Alves *et al.*, 2004)

No período de março a junho, freqüentemente ocorre, sobre a Paraíba, a propagação de sistemas de mesoescala, que se originam sobre o Oceano Atlântico, quando as condições estão propícias, e se deslocam sobre o continente, seguindo uma trajetória praticamente zonal, atingindo o Sertão Paraibano. Geralmente, esses sistemas se originam de perturbações ao sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Eles costumam sofrer uma intensificação bastante acentuada quando interagem com a topografia, sobretudo com as serras da Borborema, (região do agreste) e Teixeira, (Sertão). Este efeito é sentido, de modo particular, na precipitação associada a esses sistemas, uma vez que apresentam dois picos exatamente sobre essas regiões serranas (Gomes Filho *et al.*, 1996). A precipitação observada na passagem desses sistemas é, em geral, acompanhadas por rajadas de vento fortes e trovoadas, com curta duração é bastante intensa.

2.3. Precipitação Diária na Região Nordeste do Brasil

Os dados de precipitação diária são rotineiramente coletados na grande maioria dos países, porém os esforços na análise e aplicação destes dados não têm correspondido aos da coleta, principalmente, em regiões semi-áridas tropicais, onde as investigações da ocorrência

de precipitações são direcionadas para totais mensais, estacionais e anuais, o que, a princípio, não necessitaria das observações diárias. Para preencher esta lacuna muitas instituições têm desenvolvido esforços na elaboração de climatologia diária da precipitação, assim como no uso de totais diários de chuvas para análise de variabilidade e mudanças climáticas. A seguir será descrito algum estudo realizado por diversos pesquisadores tendo como base os totais diários de precipitação.

Santos (2006) utilizou dados diários de 44 postos de precipitação pluvial espacialmente distribuído sobre os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Observaram-se tendências negativas e positivas nos índices analisados. A propósito, os índices Dias Consecutivos Úmidos (DCU), Precipitação Total Anual nos dias úmidos (PRCPTOT), Quantidade Máxima de Precipitação em um dia (Rx1day) e Dias Extremamente Úmidos (R99p). As tendências dos Dias Consecutivos Secos (DCS) foram melhores correlacionadas com as condições do Oceano Atlântico que do Pacífico, enquanto os índices de precipitações extremas (R95p e Rx5day) mostraram correlações com significância estatística de 99% com a TSM do Pacífico Equatorial e com a do Atlântico Tropical Norte. Conclui-se que nos dois Estados houve um aumento do número de dias com chuvas, o total anual de chuva aumentou, porém com menores eventos extremos, assim como, a quantidade máxima de precipitação em um dia e o número de dias extremamente úmidos.

Silva *et al.* (2003) utilizaram dados diários de precipitação pluvial de 58 postos pluviométricos do Estado da Paraíba para avaliar a variabilidade espacial e temporal da chuva. Os resultados evidenciaram que a entropia da precipitação pluvial no estado da Paraíba é maior nos locais e períodos de maior pluviosidade (Litoral e Brejo, no período de maio a julho) e menor nas áreas onde chove menos e nos períodos de estiagem (Cariri e Sertão, no período de agosto a outubro). A variabilidade da precipitação pluvial na Paraíba é menor no Litoral e Brejo e maior no Sertão, durante o ano e trimestre seco, enquanto durante o trimestre chuvoso a variabilidade é maior no Litoral e Brejo e menor no Sertão. Além disso, os autores observaram que e qualquer série temporal a entropia decresce exponencialmente com o aumento do seu desvio-padrão.

CALGARO (2006) estudou a variação espacial e temporal dos parâmetros alfa e beta da função gama para a geração de precipitação pluvial diária no Estado do Rio Grande do Sul, utilizando os dados diários de precipitação pluvial de 48 estações (quatro por região). A modelagem da precipitação diária foi dividida em duas etapas, primeiramente com a

modelagem da ocorrência da precipitação pluvial diária e posteriormente a modelagem da quantidade diária de chuva. Realizou-se a estimativa dos parâmetros alfa e beta da função gama a partir das séries históricas, seguido o ajustamento desses parâmetros em função do tempo e do espaço e posteriormente a comparação entre os valores estimados por modelos matemáticos e os valores observados nas estações. De acordo com, os resultados obtidos podem-se concluir que os elementos da matriz de transição e os parâmetros alfa e beta apresentaram variabilidade em relação ao tempo e a posição geográfica da estação.

Sousa e Silva (1998) apresentaram um método analítico e alternativo para se estimar as intensidades máximas prováveis de precipitação, em mm/dia, *in situ*, a partir da Curva Normalizada da Precipitação (CNP) que considera a associação entre o percentual acumulado de chuva (x) e o número acumulado de dias com chuva (y) das séries. O método foi aplicado aos dados diários de precipitação máxima arranjados em ordem crescente e agrupado em intervalos de dez por cento da precipitação total acumulada de cinco localidades do Estado da Paraíba e os resultados dos ajustes das CNP's, foram consideradas ótimas, para todos os casos estudados, principalmente na porção final “caudas” de cada uma das curvas; em consequência, as estimativas das intensidades máximas prováveis de precipitações são mais confiáveis e os resultados podem auxiliar na tomada de decisão relativa ao dimensionamento de pequenas obras hidráulicas e para cada uma dessas localidades, a chuva pode ser estimada em cerca de 30% da máxima precipitação observada.

Outro fator importante e o caso da classificação dos registros diários de precipitação por dia da semana há o inconveniente de serem misturados dias de menor atividade urbana com dias de maior atividade urbana, sobretudo no caso das segundas e sextas-feiras (as pontes e feriados chegam a representar mais de 10% destes dias). Não é possível distinguir nos valores médios de precipitação se há realmente aumento na frequência e intensidade, (Azevedo, 2002a).

A variação da distribuição espacial dos maiores totais diários de precipitação atmosférica na Região Metropolitana de São Paulo e arredores em função da intensidade relativa da atividade urbana, com dados de 209 postos pluviométricos foi estudada por Azevedo (2002b). Os dias com ocorrência de precipitação maior que 20 mm e os que ocorreram os 300 maiores totais pluviométricos na década de 90 foram classificados em dias “úteis” e “não úteis”. Azevedo (2002b) conclui que, a frequência, a intensidade e o total precipitado nos 300 dias com maiores totais pluviométricos, assim como naqueles com totais

pluviométricos iguais ou maiores de 20 mm, foi no mínimo, 40% maior nos dias úteis em relação aos não úteis sobre a porção central da Região Metropolitana de São Paulo. Entretanto, este diminui para 20% nas bordas (já ponderado o fato de que ocorrem mais dias úteis do que não úteis).

Com o ajuste de um modelo de dados de precipitação diária pode-se conseguir um uso mais eficiente dos dados de precipitação, principalmente por permitir a simulação e geração de longas séries de dados de precipitação, muito maiores que as séries de dados observados.

Back (1997) utilizou 46 anos de dados de precipitação diária para o posto de Urussanga, localizado em Santa Catarina, adotando um modelo que consiste na determinação das probabilidades de ocorrência de precipitação através das cadeias de Markov, e na determinação das quantidades de precipitação esperada, através da distribuição Gama com dois parâmetros. Para representar a variação dos parâmetros do modelo ao longo do ano são ajustadas curvas representativas, através de séries de Fourier, os quais mostraram uma dispersão muito grande e a presença de pontos extremos (outliers). Os processos de estimativa destes parâmetros mostraram-se muito sensíveis, principalmente quando há poucos dados. Portanto, é necessária uma análise mais criteriosa destas estimativas.

Teixeira e Satyamurty (2006) estudaram uma análise estatística dos dados diários de precipitação do GPCP (Global Precipitation Climatology Project) durante a estação chuvosa (novembro a fevereiro) que cobre parte das regiões Sul e Sudeste do Brasil, durante o período de outubro de 1996 a abril de 2005. As descrições estatísticas mostram uma leve diferença de comportamento da chuva diária sobre a região da Serra do Mar e o oceano. Os resultados confirmam que há influência da topografia e, nos meses de verão, a formação de células convectivas sobre o continente é responsável por maiores taxas de precipitação. Utilizando-se dos quantis, obtém-se um limiar indicador de chuva diária extrema de aproximadamente 50mm/dia.

Bega *et al.*, (2005) estudaram a variabilidade espacial das chuvas diárias em uma escala reduzida em Pindorama, São Paulo, Brasil, utilizando dados que cobriram um período de 32 anos. Os dados históricos de cinco pluviômetros, cujas distâncias entre si variam de 257 a 3.900 metros, foram submetidos à análise de correlação para determinar a variabilidade espacial. À medida que a distância entre os pluviômetros aumentou, o coeficiente de correlação dos dados de chuvas por eles medidos diminuiu, revelando que a precipitação pluvial depende das posições onde se localizam os pluviômetros. As médias diárias

mostraram que pluviômetros próximos, porém sob maiores variações de altitude, possuem diferenças superiores a pluviômetros mais distantes, mas sob altitudes similares. Quanto ao comprimento da série, evidenciou-se que, para o estudo, as séries deveriam possuir no mínimo sete anos.

Repelli e Alves (1996) usaram dados de séries de precipitação diária de oito estações pluviométricas selecionadas dentro do Estado do Ceará, com período de registros superiores a 30 anos de dados. O estudo teve como finalidade estimar as datas de início e fim da estação chuvosa e a probabilidade de ocorrência de veranicos dentro dessa estação, para algumas áreas no Estado do Ceará, utilizando-se como variáveis a precipitação e a umidade retida no solo diariamente. Os resultados mostraram que a estação chuvosa média no Estado do Ceará, para subsídios de preparação de calendário agrícola, deve ser considerada entre o dia 05 de fevereiro (dia efetivo referente a umidade retida no solo) e o dia 16 de maio (dia final da estação tendo como referência o parâmetro precipitação). Com relação às probabilidades de ocorrência de veranicos, pode-se esperar que durante a estação chuvosa as possibilidades para longos períodos (acima de 20 dias) sejam mínimas, inclusive nos municípios localizados nas áreas mais áridas do Estado. Esta característica mostra que, em média, quando as chuvas tornam-se mais regulares, provocadas principalmente pela influência da Zona de Convergência Intertropical, os períodos de estiagem prolongada sobre o Estado tendem a ser mais escassos.

Menezes (2006) utilizou 36 anos de dados de precipitação diária de postos pluviométricos localizados no Estado da Paraíba. Foram estimados os veranicos para cada micro e mesorregião. Com o objetivo de verificar possíveis influências das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial e no Atlântico Tropical sobre a duração dos maiores veranicos dentro das estações chuvosas das micros e mesorregiões do estado da Paraíba, e relacioná-los com as produções de Cana-de-Açúcar, Arroz, Abacaxi, Algodão, Sisal, Milho e Feijão para as mesorregiões do Estado da Paraíba. Foram calculadas e analisadas as correlações e gráficos obtidos entre as anomalias de TSM e os veranicos, e destes com as produções agrícolas. Os resultados obtidos mostraram que os veranicos do leste do Estado são influenciados pelas condições do Atlântico Tropical, enquanto os da parte central e oeste são diretamente afetados pelas condições do Pacífico Equatorial. As produções agrícolas da parte leste aparentemente não são diretamente afetadas pelos veranicos, enquanto

as da parte central e oeste, principalmente milho e feijão, sofrem fortes influências dos veranicos.

Penalba e Robledo (2005) utilizaram dados de precipitação diária obtidos dos registros da National Weather Service para 26 estações pluviométricas para analisar a variabilidade espacial e temporal da frequência de precipitação diária nos Pampas úmidos da Argentina. Observaram que a precipitação ocorreu mais frequentemente no nordeste do que no sudoeste da região. Verificaram que os ciclos anuais da quantidade de precipitação diária e da frequência de dias com chuva têm a mesma variabilidade temporal, e mostram também que a variação de chuva não é causada por variações na intensidade. As ocorrências de eventos extremos são muito incomuns especialmente em áreas centrais dos Pampas. Concluíram que a distribuição sazonal das chuvas em conjunção com o regime de temperatura fornece ótimas condições para a agricultura e a pecuária regional.

Begueira e Serrano (2006) descreveram que a ocorrência de chuvas de grande magnitude constitui um dos principais riscos naturais em muitas partes do mundo, e a elaboração de mapas de probabilidade de precipitações extremas tem grande interesse teórico e prático. Os autores mostraram um processo baseado em análise de valores extremos e interpolação espacial baseado em um modelo de distribuição de probabilidade Poisson-Pareto. Esta metodologia foi aplicada para a parte central do vale do Ebro (Espanha), uma área complexa climaticamente com grandes contrastes devido ao relevo e à exposição a massas de ar diferentes. A base de dados consiste em 43 séries de precipitação diária de 1950 a 2000. Os autores concluíram que é possível obter um modelo de probabilidade no qual a distribuição de parâmetros varia espacialmente produzindo um modelo regional. Mapas mostrando o risco de precipitação extrema em diferentes tempos podem ser desenvolvidos ou podem ser derivados valores por local. A partir de registros pluviométricos diários usou-se série de precipitação máxima com uma distribuição Pareto para obter estimativas do modelo.

De acordo com Pérez *et al.* (2008) a margem oriental da área agrícola Argentina combina um regime de precipitações abundantes, com freqüentes tempestades e com solos argilosos o que dificulta consideravelmente o trabalho no campo. Este ambiente é muito importante para desenvolver agendas pluviométricas que permitem programar as atividades agrícolas. Os autores utilizaram registros diários de precipitação, para 4 cidades, na província de Entre Rios na Argentina localizada no leste da área agrícola, três delas com período 1973-2007 e uma com período de 1979-2003. Foram analisados a existência de datas com

significativa probabilidade de precipitação ou nenhuma precipitação. Os resultados obtidos foram comparados com as datas de plantio, floração e colheita de culturas mais comuns na zona para determinar as implicações. Esta análise revelou a efetiva existência de dias secos, com uma probabilidade de precipitação inferior a 10 % e uma média diária inferior a 1 mm, concentrados principalmente nos meses de maio a setembro, bem como dias com tempestades com uma probabilidade de precipitação superior a 20% e uma média diária superior a 25 mm, distribuída durante todo o ano, mas com certa preferência para a Primavera e o Outono.

2.4. Fase da Lua e a Precipitação

Popularmente as fases da lua têm sido usadas para explicações de alguns fenômenos naturais, entre eles o aumento ou diminuição das chuvas, em uma dada localidade, em cada uma das fases. Procurando evidências técnicas para as explicações populares, durante as décadas de 1960 e 1970 e início da de 1980, pesquisadores norte americano elaboram estudos para verificar possíveis ligações entre a ocorrência de chuvas e as fases da lua (Hanson *et al.*, 1987).

A propósito, Bradley *et al.* (1962), Brier e Bradley (1964) observaram que nos Estados Unidos ocorrem eventos de menos precipitação poucos dias antes da lua cheia e mais precipitação depois da lua cheia. Seus Estudos foram baseados em totais diários precipitação durante um período de 50 anos de dados, em 1544 estações. A importância das análises era em estabelecer a credibilidade estatística da relação de tempo lunar com as chuvas, entretanto, de acordo com Hanson *et al.*, (1987), esta pesquisa sofreu a escassez de dados e testes estatísticos limitados para distinguir a ocorrência significativa de mudança nas variações. Foram realizados numerosos testes estatísticos e concluíram que a relação precipitação e fase lunar eram altamente significantes; demonstraram que um sinal lunar estava presente em subconjuntos do período de observação total, e também que em ambos estava presente chuva total e quantias de chuvas extremas (Bradley *et al.*, 1962; Brier e Bradley, 1964).

Brier e Bradley (1964) observaram alguma consistência de modo que a posição lunar ao que parecia modular as variáveis, nebulosidade, precipitação, e frequência de tempestade, esta última é menor do que dias normais antes da lua cheia, e maior alguns dias depois da lua cheia. Além de variações mensais, havia variações quinzenais de precipitação e nebulosidade

(Lund, 1965) durante o ciclo sinótico, com mínimos antes da lua nova e máxima após a lua cheia.

De acordo com Hanson *et al.*, (1987) a partir da disponibilidade dos dados de precipitação nos anos de 1980 foi possível estudar a variação de precipitação nos EUA durante o ciclo sinótico lunar. O estudo estava baseado em medidas de precipitação diárias em 34 áreas regionais com cada região incluída de um estado, excluiu-se alguns casos de dados onde a região foi incluída de uma combinação de dois ou três estados vizinhos. Para a maioria das regiões, o período de dados de precipitação disponíveis variou de aproximadamente 50 anos, com algumas regiões com registro mais longo (80 anos), e algumas mais curtas (30-35 anos). Mostram também pela primeira vez que há progressão de espaço em cima dos Estados Unidos na fase da precipitação lunar. Os resultados mostraram que durante a primavera, acontece o máximo de precipitação primeiro quando a lua esta entre a lua crescente e a lua cheia no noroeste, depois acontece durante o ciclo lunar no meio oeste, e, finalmente, na lua nova no Leste dos Estados Unidos.

Trealar (2002) examinou uma possível causa de alguns exógenos terrestre da variabilidade climática sobre os prazos de 1 a 100 anos. Efeitos Luni-solar, e, especialmente, as coincidências de Lua Nova com distância a lua no periélio pequena produz importantes perturbações das marés. Essas influências foram analisadas em duas direções ortogonais, a variabilidade na oscilação sul e anomalias de temperatura da superfície do mar podem ser compreensíveis, pelo menos parcialmente, como um reflexo destes componentes relativos à maré. A correlação entre esses elementos e fatores climáticos das marés é significativa. A previsibilidade dos efeitos das marés pode trazer contribuição para melhorar a precisão de tempo e a previsão do clima.

Yndestad (2006) apresenta uma análise da série temporal para a posição de variáveis polar como: a extensão do gelo do Ártico, o nível do mar em Hammerfest, a temperatura da água do mar ar em Kola, a temperatura do ar no inverno em Røst e o índice da North Atlantic Oscillation (NAO) no inverno para identificar uma fonte dominante de ciclos. A investigação utilizou transformada de ondeletas para identificar o período e a fase de séries temporais no Ártico. A dinâmica do sistema é identificada pelo estudo das relações entre a fase dominante em todos os ciclos. Foi identificado um espectro harmônico com ciclo de 18.6-anos que é semelhante ao ciclo lunar nodais no Ártico. Os ciclos no espectro harmônico têm um período estacionário, mas não têm amplitude e fase. Um ciclo sub-harmônico de cerca de 74 anos

podem introduzir uma inversão da fase do ciclo de 18,6 anos. Yndestad (2006) observou um ciclo equivalente ao lunar nodal em todas as séries temporais. Sugerindo que isto indica a existência de um sistema oscilante no Ártico controlado pela atração da gravidade da lua, que influencia as flutuações de longo prazo, na extensão do gelo do Ártico.

Camuffo (2001) mostrou que crenças populares nos efeitos da Lua no tempo provavelmente são decorrentes da época em que as civilizações antigas seguiam um calendário lunar, a Lua deixou de ser uma referência meramente temporal para se tornar uma referência causal. A recepção de fluxo de calor na Terra pode variar um pouco depois da atividade solar e pode gerar efeitos consideráveis. A luz refletida da lua também tem sido uma das causas, mas a energia associada é muito pequena. O período Lunar (ou seja, 27,5 dias) coincide substancialmente com o das manchas solares encontrados no paralelo de latitude 17-18° heliocêntrica. Modulações climáticas que dura cerca de 27,5 dias provavelmente estão relacionadas com a atividade da energia solar, que fornece energia com uma quantia de duas ordens de magnitude maior do que a energia refletida pela lua. Outro mecanismo responsável por variações climáticas é a redistribuição de calor na terra. A Lua com as marés induz a circulação das massas d'água dos oceanos e com isto há um transporte de calor. Marés lunares semi-diurnas foram identificadas, embora com modesto impacto, na pressão atmosférica, o campo de vento e da precipitação.

Ainda de acordo como Camuffo (2001) em uma escala temporal mensal, variação nos dados de precipitação diária mostra que marés gravitacionais afetam chuvas. Quanto à escala temporal mais longa, vários autores identificaram os ciclos de 18,6 anos, mas muitas vezes não pode ser facilmente distinguido dos de 19,9 anos de Saturno-Júpiter e dos de 22 anos quase regular das manchas solares que pode ser dominante. Na escala temporal de séculos, abrangendo um número de períodos com mínima atividade solar, uma análise dos dados meteorológicos, demonstrou que só no Mínimo Spörer (A.D. 1416-1534) foi caracterizada por anomalias climáticas, enquanto nos demais períodos não ocorreram singularidades, ou então a flutuação clima estava fraca ou encoberta ou mascarada por outros fatores, deixando a questão das marés gravitacional ainda em aberto. Na prática, influências lunar e solar podem ser encontradas e têm sido demonstrados com mais ou menos o mesmo nível de confiança. Ambos têm a mesma ordem de magnitude, e são geralmente muito fracas, interagindo, e sendo muitas vezes mascaradas por efeitos locais.

Munk e Bills (2007) mostraram o importante papel das marés na mistura dos oceanos. O potencial das marés é modulado pelo longo período orbital. A modulação da obliquidade nas marés é pequena, mas associada com o Meridional Overturning Circulation (MOC) podem desempenhar um papel comparável ao da obliquidade na futura modulação da radiação solar (insolação) da teoria de Milankovitch da era do gelo. Esta especulação envolve mais ainda o habitual número de incertezas encontradas em especulações na flutuação do clima.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta de Dados

Os dados de precipitação pluvial diários foram oriundos do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) do ano 1950 a 1962, da antiga rede de postos pluviométricos da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) de 1963 a 1991, do (LMRS-PB) Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos de Sensoriamento Remoto da Paraíba do ano de 1992 a 2004.

Foram escolhidos 20 postos pluviométricos os quais apresentaram dados com uma boa qualidade e representam todas as microrregiões do Estado da Paraíba, além de apresentar uma boa distribuição espacial, conforme Figura 1 e Tabela em Anexo.

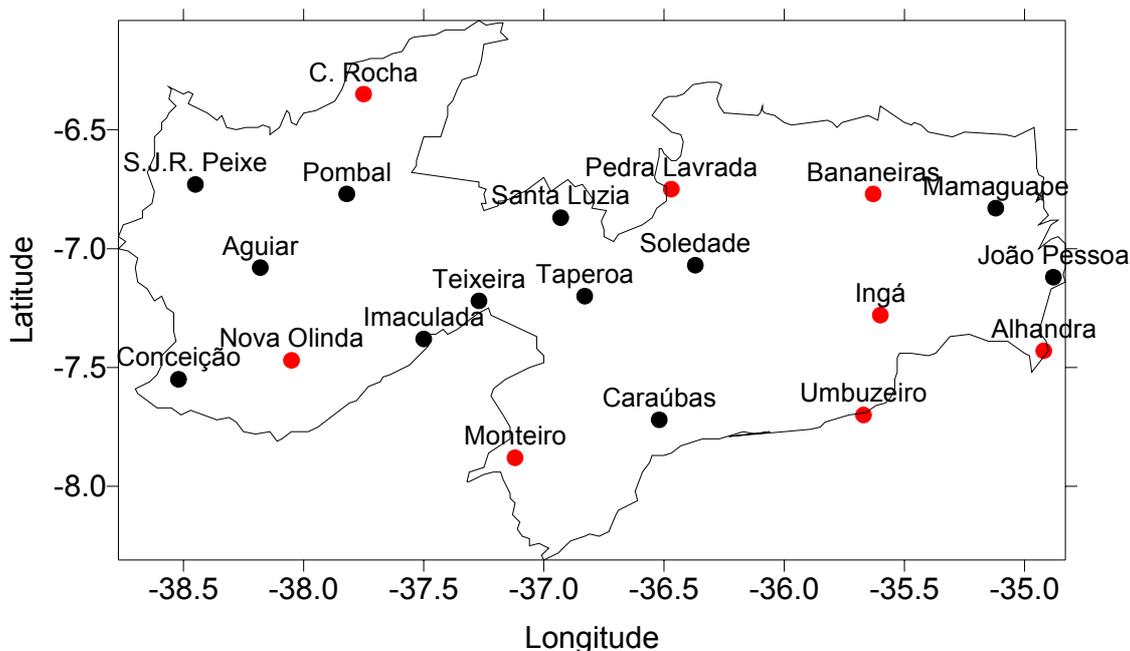


Figura 1 – Mapa mostrando a distribuição geográfica dos postos pluviométricos no estado da Paraíba utilizados no presente trabalho. A climatologia diária, semanal, e data de início do período chuvoso foram analisadas para todos os postos. Enquanto, a precipitação para cada fase da lua usou-se apenas os postos marcados em vermelhos.

3.2. Metodologia

A metodologia utilizada para realização deste trabalho foi o cálculo das médias diárias de precipitação pluvial de 1º de janeiro a 31 de dezembro, dos 55 anos (1950-2004), assim como também as médias para sete, trinta e um, noventa e um e cento e vinte e um dias, também dos 55 anos de dados.

3.2.1. Média diária de precipitação

A média diária de precipitação é definida como a soma dos valores observados de precipitação diária dividido pelo numero total de anos com observações diárias de precipitação. A fórmula para a média da precipitação diária é:

$$\bar{X}_{Dia(j)} = \frac{1}{N^{\circ} deano} \sum_{i=1}^{N^{\circ} deano} X_{j,i} \quad (1)$$

Onde: $\bar{X}_{Dia(j)}$ → é a precipitação diária climatológica do dia j;

$X_{j,i}$ → é a precipitação do dia j do ano i;

Nº de ano → número total de anos com observações diárias de precipitação.

Exemplo: Cálculo da precipitação diária climatológica para o dia 15 de fevereiro, ou seja, o dia juliano corresponde ao 46º dia, vejamos:

$$\bar{X}_{46} = \frac{1}{N^{\circ} deano} \sum (chuva - dia - 46 - de - todos - anos - com - observação) \quad (2)$$

3.2.2. Soma das médias diárias para sete dias consecutivos

$\bar{X}_{7diasconsecutivos}$ → é a soma das médias diárias de sete dias consecutivos. Exemplo, de 01 a 07 de janeiro, de 02 a 08 de janeiro, de 03 a 09 de janeiro, e assim sucessivamente até 25 a 31 de dezembro.

3.2.3. Soma das médias diárias para trinta e um dias consecutivos

$\bar{X}_{31diasconsecutivos}$ → é a soma das médias diárias de trinta e um dias consecutivos. Exemplo, de 01 a 31 de janeiro, de 02 de janeiro a 01 de fevereiro, de 03 de janeiro a 02 de fevereiro, e assim sucessivamente até 01 a 31 de dezembro.

3.2.4. Soma das médias diárias para noventa e um dias consecutivos

$\bar{X}_{91\text{diasconsecutivos}}$ → é a soma das médias diárias de noventa e um dias consecutivos. Exemplo, 01 de janeiro a 31 de março, 02 de janeiro a 01 de abril, de 03 de janeiro a 02 de abril, e assim sucessivamente até 02 de outubro a 31 de dezembro.

3.2.5. Soma das médias diárias para cento e vinte e um dias consecutivos

$\bar{X}_{121\text{diasconsecutivos}}$ → é a soma das médias diárias de cento e vinte e um dias consecutivos. Exemplo, 01 de janeiro a 30 de abril, de 02 de janeiro a 01 de maio, de 03 de janeiro a 02 de maio, e assim sucessivamente até 02 de setembro a 31 de dezembro.

3.2.6. Freqüência média de dias com chuvas

Calculam-se a freqüência média de dias com chuva em um determinado período a soma dos dias com chuvas dividindo pelo o número total de ano e multiplicando por 100. Exemplo, em uma série de 50 anos de dados existe 50 observações de precipitação do dia 27 de maio, verifica-se em quantos destes anos choveu mais de 1,0 mm no dia 27 de maio o valor encontrado é dividido por 50 e multiplica por 100 tem-se a freqüência média de dias com chuva para 27 de maio. Nos casos em que dos 50 anos só existem 42 observações para o dia 27 de maio o número total de dias com chuvas superiores a 1,0 mm no dia 27 de maio será dividido por 42 e multiplicado por 100.

3.2.7. Cálculo da precipitação média das fases da lua

Cálculo da média das chuvas, equação (1), nas fases da lua (nova, crescente, cheia e minguante) no período mais chuvoso, ou seja, nos cento e vinte e um dias consecutivos mais chuvosos.

3.2.8. Teste da diferença entre duas médias, utilizando a distribuição normal

Testar se as fases da lua têm médias de precipitação diferentes, usa-se um procedimento associado com o teste da diferença entre duas médias que é similar ao utilizado no teste de um valor hipotético da média, exceto que se utiliza o erro padrão da diferença entre as médias como base para se determinar o valor de z associado com o resultado da amostra. O uso da distribuição normal está baseada nas mesmas condições que o caso de uma amostra, exceto que estão envolvidas duas amostras independentes. De acordo com KASMIER (1982), a fórmula geral para se determinar o valor de z para testar a diferença entre duas médias, que sejam ou não conhecidos os valores de σ para as duas populações é:

$$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)_0}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad (3)$$

ou

$$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)_0}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad (4)$$

Como sugerido por (3) e (4), podemos testar qualquer diferença hipotética $(\mu_1 - \mu_2)_0$. Contudo a hipótese nula usualmente testada é a de que as duas amostras tenham sido de populações com médias iguais. Neste caso, $(\mu_1 - \mu_2)_0 = 0$, e as fórmulas acima simplificam-se da seguinte forma:

$$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad (5)$$

ou

$$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad (6)$$

Contudo, no teste da diferença entre duas médias, a hipótese nula de interesse, com frequência, é de que não somente as médias das amostras foram obtidas de populações com iguais médias, mas que as duas amostras tenham sido de fato obtidas da mesma população de valores. Isto significa que $\sigma_1 = \sigma_2$, que podemos denotar simplesmente por σ . Então, estima-se a suposta variância comum combinando-se, geralmente, as duas variâncias da amostra, utilizando-se ao valor estimado de σ^2 como base para o erro padrão da diferença. A estimação da variância populacional é:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (7)$$

O erro padrão estimado da diferença, baseado na hipótese de que os desvios padrões populacionais são iguais é:

$$\hat{\sigma}_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}^2}{n_2}} \quad (8)$$

A suposição de que as duas amostras foram obtidas da mesma população pode ser, ela própria, testada como hipótese nula. Os testes relacionados com diferenças entre médias podem ser uni ou bilaterais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Períodos e frequências para um, sete, trinta e um e noventa e um dias consecutivos com chuva para algumas localidades do Estado da Paraíba.

4.1.1 Precipitação diária média climatológica

A Tabela 1 mostra o dia mais chuvoso do ano em que foi observado o maior total médio climatológico de chuva de 20 localidades espacialmente distribuídas no estado da Paraíba. Observa-se que não há um dia predominante para ocorrência de maiores precipitação média climatológica diária, porém há uma tendência de que o dia de maiores chuvas ocorra na última semana de março, principalmente entre 28/março e 30/março, no Cariri, Curimataú e Sertão, e na segunda quinzena de junho para o Agreste, Zona da Mata e Litoral. Pode ser observado que o menor total médio climatológico do dia mais chuvoso ocorreu em Soledade cujo valor foi de 6,3 mm/dia, enquanto, o maior foi de 17,0 mm/dia em Nova Olinda. Ressalta-se que o total médio climatológico não é uma boa medida para se verificar qual é o dia mais chuvoso do ano, pois, em um determinado ano pode ocorrer uma chuva superior a 250 mm/dia em uma determinada localidade e em outros anos neste dia pode não chover ou chover muito pouco. Portanto, quando se faz uma media diária a chuva isolada de 250 mm/dia pode mascarar a climatologia. Então é mais recomendável utilizar além do total médio climatológico a frequência das chuvas em um determinado dia do ano. A propósito a Tabela 1 também mostra a climatologia do dia do ano frequentemente mais chuvoso.

Da Tabela 1 também pode ser verificado que não existe um dia do ano preferencial para ocorrência de chuva, mas pode ser verificado que na maioria das localidades do Cariri, Curimataú e Sertão o dia frequentemente mais chuvoso do ano tende a ocorrer na ultima semana de março. Enquanto, para o Agreste, Zona da Mata e Litoral não há um único período do ano com dias frequentemente mais chuvoso, pois, pode ser observado da Tabela 1 três épocas do ano, a saber: 2º quinzena de abril, 1º semana de junho e ultima semana de junho, ou seja, há certa predominância de ocorrer no mês de junho. Também pode ser verificado na Tabela 1 que 30/março mesmo sendo o dia frequentemente mais chuvoso de Caraúbas, chove em apenas 29% dos dias 30/março nos outros 71% não chove. Já em Soledade chove apenas 31% dos dias de 28/março, mesmo este sendo o dia frequentemente mais chuvoso em

Soledade. Este valor mostra que as chuvas nessas duas localidades são muito escassas. Em Alhandra chove em 78% dos dias de 30/junho em 67% dos dias de 18/abril chove em João Pessoa. É oportuno mencionar que em quatro localidades: Catolé do Rocha, Conceição, Imaculada e Mamanguape o dia de maior total médio climatológico de chuva também foi o dia frequentemente mais chuvoso, e em outras duas localidades: Caraúbas e São João do Rio de Peixe o dia frequentemente mais chuvoso ocorre um dia após o dia com o maior total médio de chuva.

A razão para a ocorrência do dia de maior total médio de precipitação e o dia frequentemente mais chuvoso, na região do Cariri, Curimataú e Sertão tende a ocorrer na ultima semana de março é porque nesta época de ano, em geral, atuam sobre o Nordeste dois sistemas muito importante na produção de chuva sobre o Nordeste a ZCIT e os vórtices ciclônicos da alta troposfera. Isto mostra que as chuvas no Semi-árido da Paraíba estão relacionadas à atuação de sistemas meteorológicos, ou seja, as chuvas não ocorrem devido a Santos ou outras divindades, mas aos sistemas de tempo e clima.

Tabela 1: Dia mais chuvoso do ano, o total médio de chuva climatológico deste dia, dia frequentemente mais chuvoso e a frequência deste dia para algumas localidades da Paraíba.

Localidade	Dia mais chuvoso do ano	Total médio diário de chuva (mm/dia)	Dia frequentemente mais chuvoso	Frequência (%)
Aguiar	07/04	11,4	24/03	47
Alhandra	17/06	15,9	30/06	78
Bananeiras	29/03	9,6	02/05	56
Caraúbas	29/03	8,4	30/03	29
Catolé do Rocha	16/03	12,1	16/03	61
Conceição	28/03	12,0	28/03	43
Ingá	16/03	7,4	01/06	53
Imaculada	23/03	8,6	23/03	50
João Pessoa	27/06	15,6	18/04	67
Mamanguape	28/06	15,4	28/06	61
Monteiro	04/04	8,01	23/03	36
Nova Olinda	04/03	17,0	27/03	52
Pedra Lavrada	29/03	6,9	27/03	39
Pombal	26/03	9,6	16/04	49
Santa Luzia	30/03	8,9	14/03	51
São João do Rio do Peixe	24/03	14,4	25/03	57
Soledade	07/04	6,3	28/03	31
Taperoá	17/04	12,2	29/03	43
Teixeira	28/03	12,3	13/03	47
Umbuzeiro	26/06	7,0	16/06	41

Por outro lado, as regiões do Agreste, Zona da Mata e Litoral apresentam uma grande diversidade de época de ano em que ocorre o dia frequentemente mais chuvoso e o dia de maior total diário de chuva do ano. Isto é observado devido à atuação de diversos sistemas de tempo produtores de chuvas no leste da Paraíba, como por exemplo, ZCIT em março/abril, ondas de leste em junho/julho. Assim como nas regiões do Cariri, Curimataú e Sertão, o dia do ano frequentemente mais chuvoso nas regiões do Agreste, Brejo, Zona da Mata e Litoral estão relacionados com os sistemas de tempo clima produtores de chuvas nessas regiões, e não com Santos, Divindades, Danças Indígenas e Bruxarias.

Para ter uma melhor idéia da distribuição diária média climatológica das chuvas ao longo do ano no Estado da Paraíba é mostrado a seguir o detalhamento desta distribuição para 8 localidades espacialmente distribuídas e representando todas as mesorregiões da Paraíba.

A Figura 2 apresenta os gráficos da precipitação climatológica média diária (mm/dia) para algumas localidades do estado da Paraíba. Observe que em todos os gráficos há uma grande variabilidade interdiária da precipitação climatológica média diária (mm/dia), porém todas apresentam estação chuvosa e seca relativamente bem definida. A Figura 2a (Alhandra Zona da Mata-Litoral) mostra o período mais chuvoso climatologicamente que se prolonga de 16/março a 30/agosto e o restante do ano seria a estação seca. As chuvas chegaram a ultrapassar os 15 mm/dia, como em 29/abril com 15,32 mm/dia, sendo que a máxima precipitação média diária foi registrada em 17/junho com aproximadamente 16 mm/dia. Verifica-se também que em 55 anos de dados houve dias em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/dia como é o caso de 02/janeiro, 08/outubro, 12/outubro, 11/dezembro e 26/dezembro. A Figura 2b (Bananeiras Brejo) mostra também que o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 08/março a 29/julho, as chuvas não chegam a ultrapassar os 10 mm/dia, como em 14/abril com 9,47 mm/dia, 13/junho com 9,51 mm/dia, sendo a máxima precipitação registrada em 29/março com um valor de 9,7 mm/dia. Verifica-se também que em 55 anos de dados houve dias em não choveu como é o caso de 1/outubro, 11/outubro, assim como houve dias em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/dia como é o caso de 24/janeiro, 17/fevereiro e 22/setembro.

A Figura 2c (Catolé do Rocha Sertão) mostra que o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 22/janeiro a 04/maio e o restante do ano seria a estação seca. As chuvas chegaram a ultrapassar os 12 mm/dia sendo que a máxima precipitação foi registrada em 16/março com aproximadamente 12,1 mm/dia. Verifica-se também que houve dias em não

choveu como e o caso de 28/agosto, 12/outubro, 10/dezembro entre outros dias, assim como houve dias em que choveu menos de 1 mm/dia como é o caso de 29/julho, 13/agosto, 12/setembro. A Figura 2d (Ingá Agreste) onde o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 06/março a 20/julho, as chuvas chegam a ultrapassar os 7 mm/dia, sendo que a máxima precipitação média diária foi registrada em 16/março com um valor de aproximadamente 7,39 mm/dia. Verifica-se também que houve dias em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/dia como é o caso de 03/janeiro, 21/agosto, 01/setembro, entre outros dias. Ainda pode ser verificado que em 55 anos de dados choveu pelo menos uma vez em cada dia.

Observe a Figura 2e (Monteiro Cariri), mostra que apenas em um único dia do ano as chuvas chegam a ultrapassar os 8 mm/dia, sendo a máxima precipitação média diária registrada em 04/abril com 8,01 mm/dia. Verifica-se também que em 55 anos de dados houve dias em não choveu como é o caso de 01/janeiro, 30/agosto, 01/setembro, 11/outubro assim como houve dias em as chuvas não ultrapassaram 1 mm/dia como é o caso de 17/janeiro, 15/abril, 15/maio e 04/julho. A Figura 2e mostra também que o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 18/janeiro a 12/maio. A Figura 2f (Nova Olinda Sertão) mostra o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 05/janeiro a 10/maio e o restante do ano seria a estação seca. As chuvas não chegam a ultrapassar os 17 mm/dia, sendo que a máxima precipitação média diária foi registrada em 04/março com um valor de 16,98 mm/dia. Verifica-se também que em 55 anos de dados houve dias em não choveu como é o caso de 01/julho, 06/agosto, 01/setembro, 05/outubro entre outros dias, assim como houve dias em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/dia como é o caso de 04/janeiro, 24/maio, 02/junho e 11/agosto.

Observe a Figura 2g (Pedra Lavrada Curimataú), mostra que o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 20/janeiro a 23/abril, as chuvas não chegam a ultrapassar os 7 mm/dia sendo a máxima precipitação foi registrada em 29/março com aproximadamente 6,9 mm/dia. Pode ser verificado também que de 06/agosto a 17/dezembro praticamente não tem dias com chuva. A Figura 2h (Umbuzeiro Agreste) mostra que as chuvas ultrapassaram os 7 mm/dia, sendo que a máxima precipitação média diária foi no dia 26/junho com um valor de 7,01 mm/dia. Pode-se observar também que o período mais chuvoso climatológico se prolonga de 05/março a 30/agosto, houve dias em a precipitação não ultrapassou os 1 mm/dia como é o caso de 03/janeiro e 19/fevereiro.

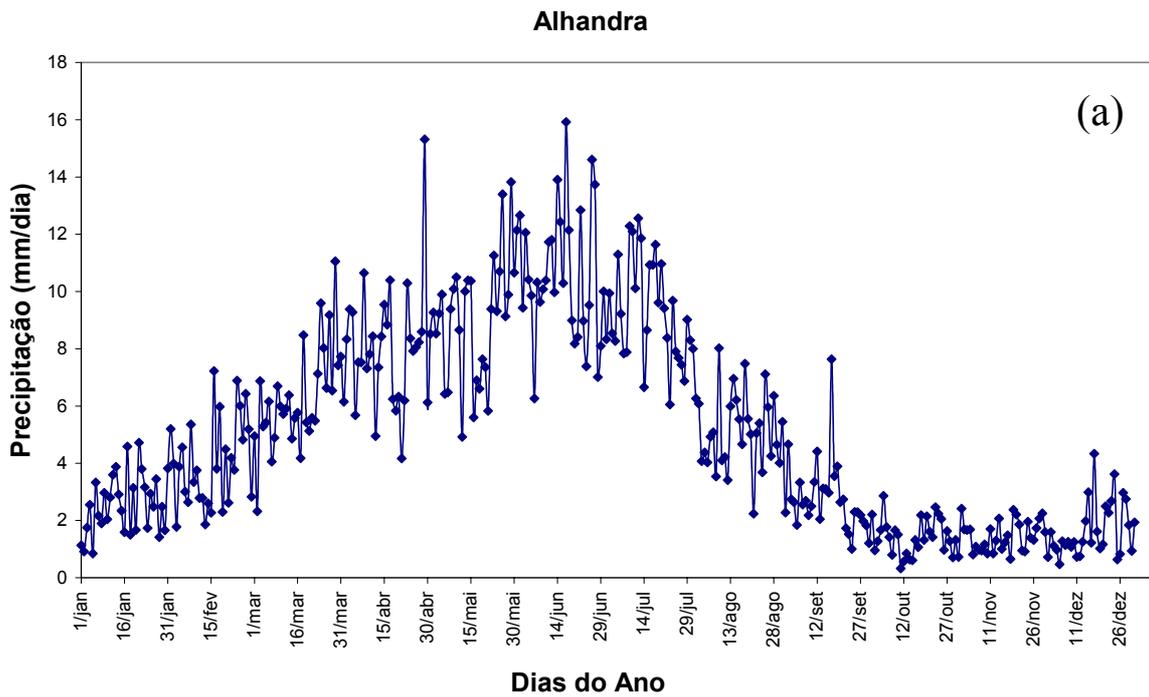
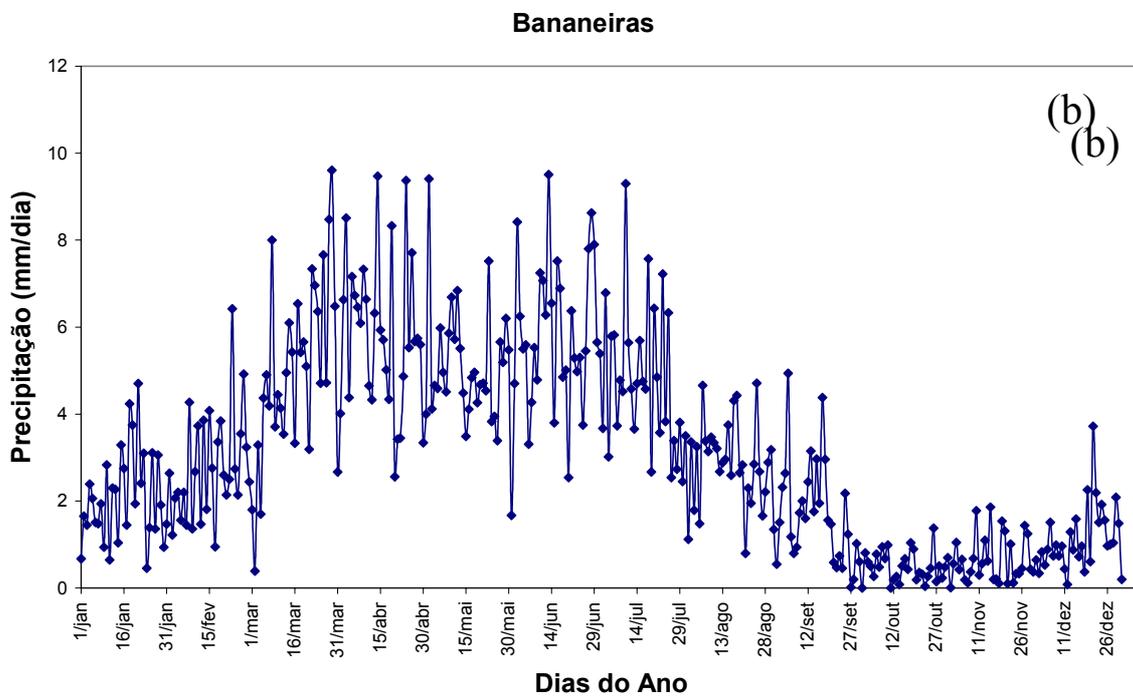
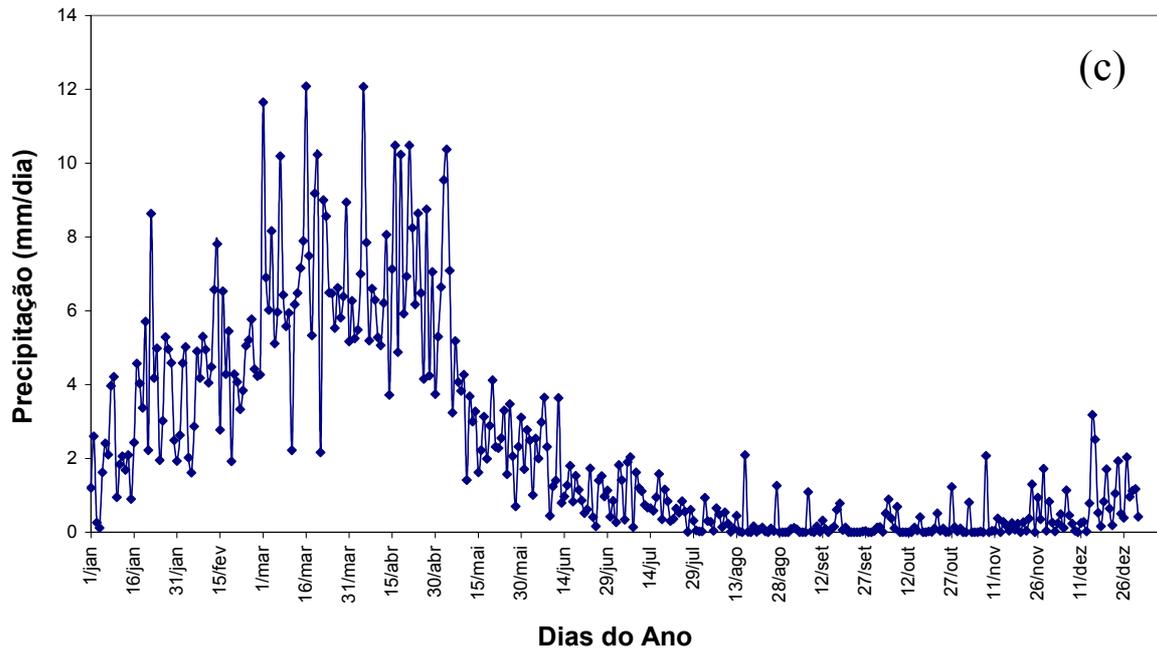


Figura 2 – Gráficos da precipitação média diária (mm/dia) de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro.

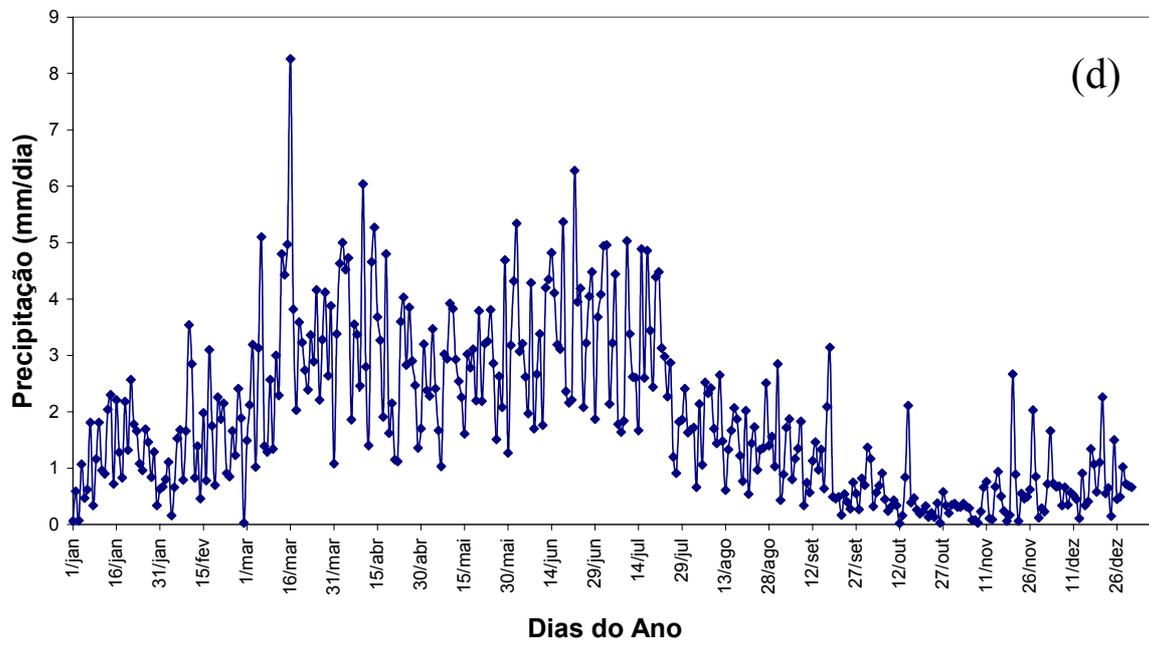


Continuação Figura 2

Catolé do Rocha

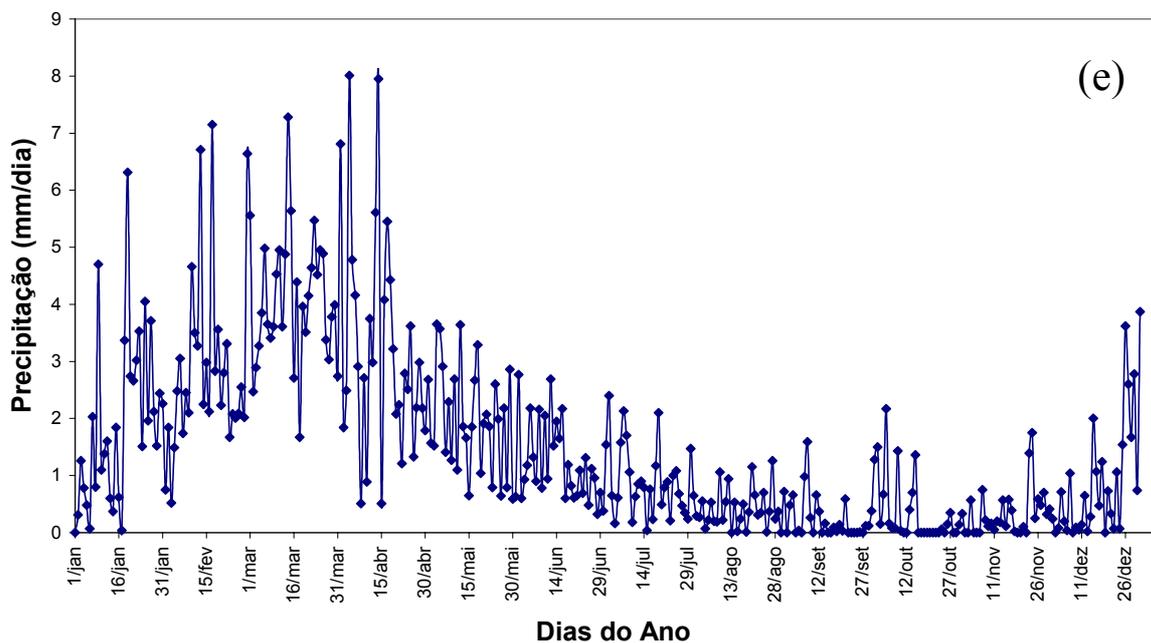


Ingá

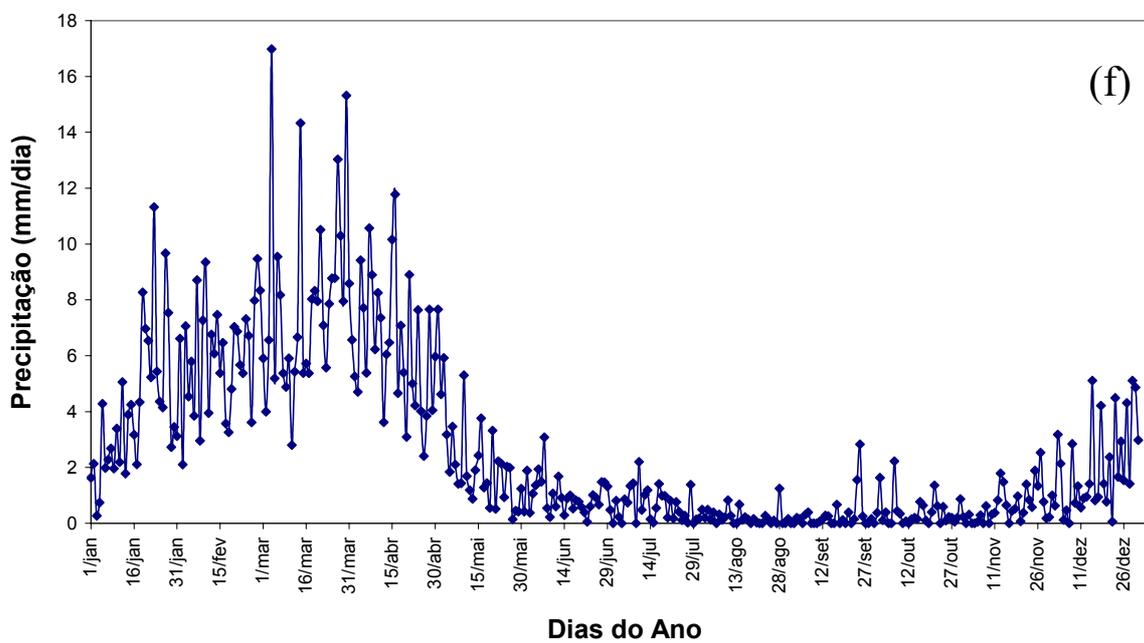


Continuação Figura 2

Monteiro

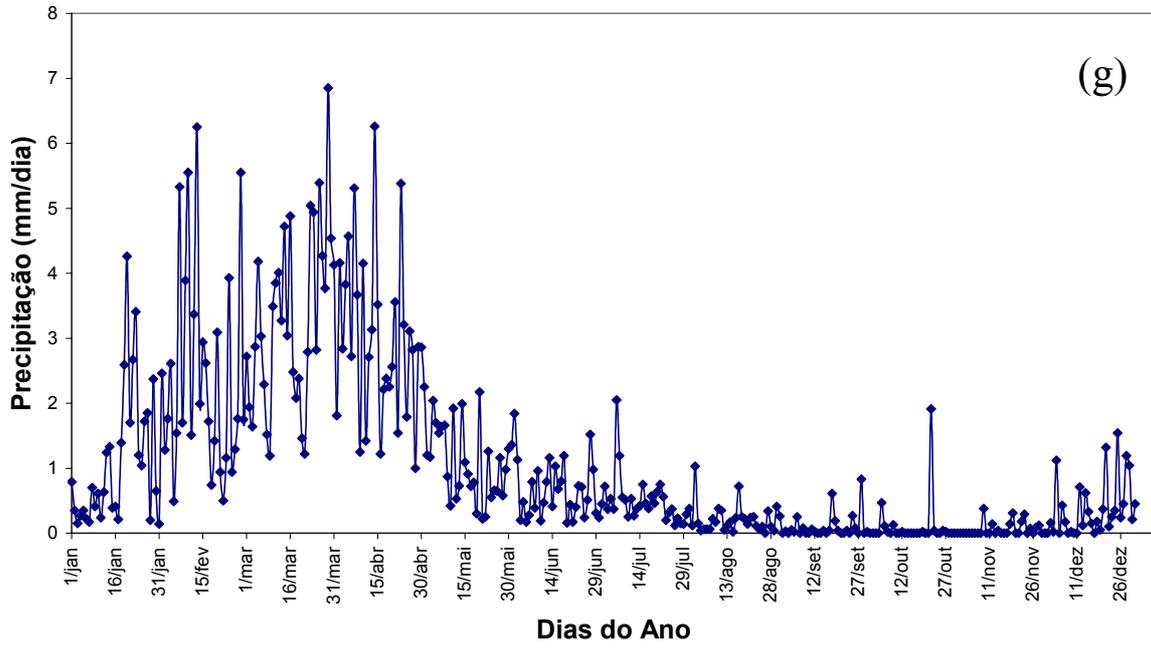


Nova Olinda

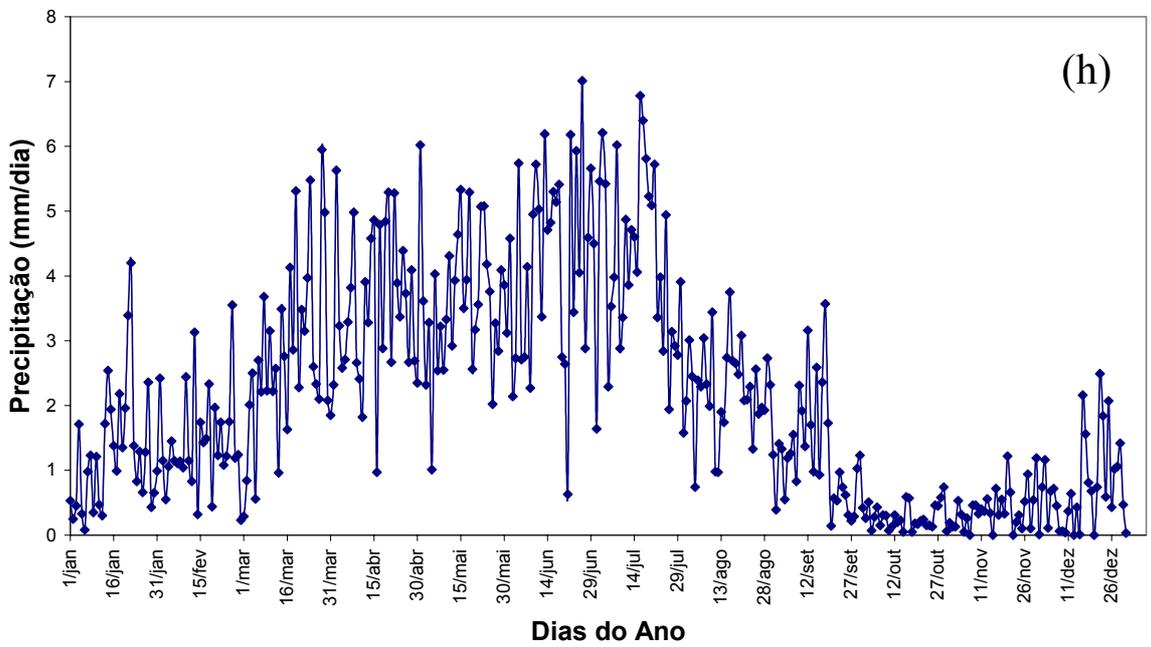


Continuação Figura 2

Pedra Lavrada



Umbuzeiro



Na Figura 2 observou-se que os dias de maiores totais médios climatológicos do ano nas localidades de Catole do Rocha, Monteiro, Nova Olinda e Pedra Lavrada ocorrem entre fevereiro a abril, com maior frequência em março. Isto devido aos principais sistemas, VCAN (Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis) e ZCIT, produtores de chuvas nestas localidades atuarem em conjunto, da última semana de fevereiro a 1º semana de abril. Nas localidades de Bananeiras, Umbuzeiro e Ingá os dias de maiores totais diários médios climatológicos de chuvas ocorrem nos meses de março a julho, pois, os principais sistemas produtores de chuvas nestas localidades são VCAN (atuam de dezembro a março), ZCIT (de fevereiro a maio) e ondas de leste (de maio a agosto). Portanto é fácil de observar que os maiores totais diários médios climatológicos ocorridos no Estado da Paraíba estão associados aos sistemas de tempo atuantes no Estado e não dos efeitos religiosos e crenças diversas. A seguir temos uma análise da distribuição anual da climatologia dos dias frequentemente mais chuvosos das oito localidades selecionadas.

A Figura 3 apresenta os gráficos da distribuição anual da frequência de um dia com chuva para as oito localidades selecionadas do Estado da Paraíba.

Salienta-se que por acaso em um determinado dia do ano, exemplo 15/abril, chovesse em todos os anos a frequência de 100%, caso não ocorresse chuva em nenhum ano neste dia a frequência seria de 0%. Verifica-se que em todos os gráficos há uma grande variabilidade interdiária. A Figura 3a mostra (Alhandra Zona da Mata-Litoral) que as maiores frequências estão entre 15/março a 28/agosto, as frequências chegam a ultrapassar os 70% como é o caso de 22/junho, 12/julho e 20/julho com valor de 72,22%, sendo que a máxima frequência de um dia com chuva é referente ao dia 30/junho com um valor aproximadamente de 78%. Verifica-se ainda pela Figura 3a que a mínima frequência foi registrada em 11/outubro e 15/outubro com um valor de 9,43%, ou seja, em 55 anos de dados choveu em todos os dias do ano. O Litoral Sul da Paraíba é uma das áreas mais chuvosa do Nordeste com vegetação verde o ano inteiro. A Figura 3b (Bananeiras Brejo) mostra que as frequências não chegam a ultrapassar os 60%, sendo que a máxima frequência de um dia com chuva foi registrada ao dia 02/maio com um valor aproximadamente de 56%. Verifica-se ainda que as maiores frequências estejam entre 19/março a 10/agosto. Também pode ser verificado que em 55 anos de dados houve dias do ano em que a frequência de dias com chuva é zero como é o caso de 1/outubro, 11/outubro e 1/novembro. Bananeiras fica no Brejo Paraibano, área em que predomina a fruticultura, agricultura de subsistência e a criação de bovinos e suínos.

Verificar-se na Figura 3c (Catolé do Rocha, Sertão) que as maiores freqüências estão entre 22/janeiro a 20/maio, as freqüências chegam a ultrapassar 60 % sendo que a máxima freqüência é referente ao dia 16/março com um valor de aproximadamente 61%. Também pode ser verificado que de 29/julho a 31/dezembro praticamente não tem dias com chuva, pois, neste período existem muitos dias do ano em que a freqüência de dias com chuva é zero, em outras palavras, em 55 anos de dados não choveu um único dia, a exemplo dos dias 28/agosto, 14/setembro, 25/novembro. Ressalta-se que esta é uma condição própria do Semi-árido, no período chuvoso tem-se vegetação abundante na estiagem, maior parte do tempo tem-se vegetação seca e sem falhas. Pela Figura 3d (Ingá) mostra que as maiores freqüências de um dia com chuva estão entre 01/março a 15/agosto, as freqüências chegam a ultrapassar os 50% sendo que a máxima freqüência é referente aos dias 01/junho 13/junho e 22/junho com um valor aproximadamente de 53,06 %. Também pode ser verificado que a mínima freqüência registrada foi de 2,04 no dia 03/janeiro. Ingá está localizado no Agreste uma mesorregião entre o sertão e a Zona da Mata pode ser observado que as chuvas não são abundantes, pois, são da mesma magnitude ou até mesmo um pouco inferior ao Sertão, porém, melhor distribuída ao longo do ano.

A Figura 3e (Monteiro) mostra que as freqüências não chegam a ultrapassar os 37% como é o caso de 13/fevereiro com um valor de 33,33 %, 20/março com um valor de 34,09 %, sendo que a máxima freqüência de um dia com chuva foi registrada nos dias 14, 23 e 25/março com um valor de 36,36 %. Esta baixa freqüência de chuvas é própria do Cariri paraibano. Verifica-se ainda que as maiores freqüências estejam entre 07/janeiro a 02/julho, Também pode ser verificado que nos dias 15/agosto, 04/setembro, 16/setembro, 11/outubro dias não choveu, pois, a freqüência de dias com chuva é zero. A Figura 3f (Nova Olinda Sertão) mostra que as maiores freqüências de um dia com chuva estão entre 02/janeiro a 20/maio, as freqüências não chegam a ultrapassar os 52 %, sendo que a máxima freqüência de um dia com chuva é referente ao dia 27/março com um valor aproximadamente de 51,92 %. Também pode ser verificado que de 01/julho a 07/dezembro praticamente não tem dias com chuva, pois, neste período existem muitos dias em que a freqüência de dias com chuva é zero, em outras palavras, em 55 anos de dados não choveu um único dia, como é o caso de 04/julho, 09/setembro e 04/novembro.

Na Figura 3g (Pedra Lavrada Curimataú) constata-se que as freqüências não chegam a ultrapassar os 40 %, sendo que a máxima freqüência com chuva foi registrada no dia

27/março com um total médio de aproximadamente 39 %. As maiores frequências estão entre os dias 23/janeiro a 16/julho. Verifica-se também que praticamente de 26/agosto a 17/dezembro não tem dias com chuva, pois nestes dias a frequência registrada foi zero. A Figura 3h (Umbuzeiro Agreste), mostra que as maiores frequências de um dia com chuva estão entre 20/janeiro a 29/setembro, as frequências chegam a ultrapassar os 40 % sendo que a máxima frequência de um dia com chuva foi registrada no dia 16/junho com um valor de 41,18 %. Verifica-se que houve dias em que a frequência foi zero como em 15/novembro, 22/novembro e 01/dezembro.

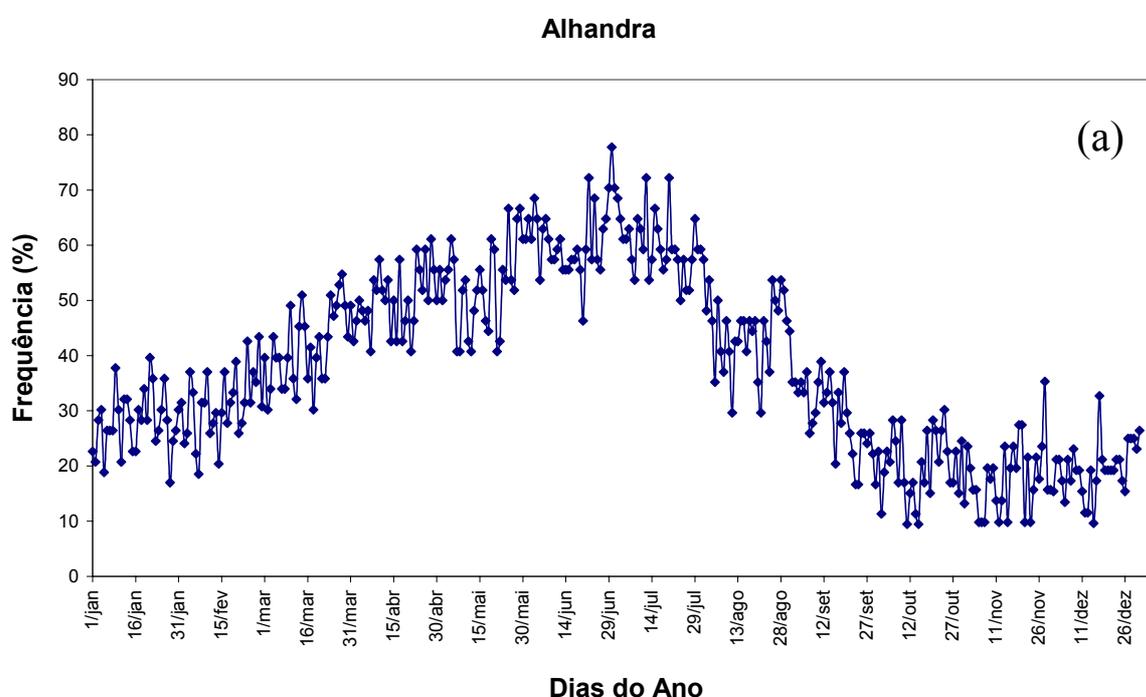
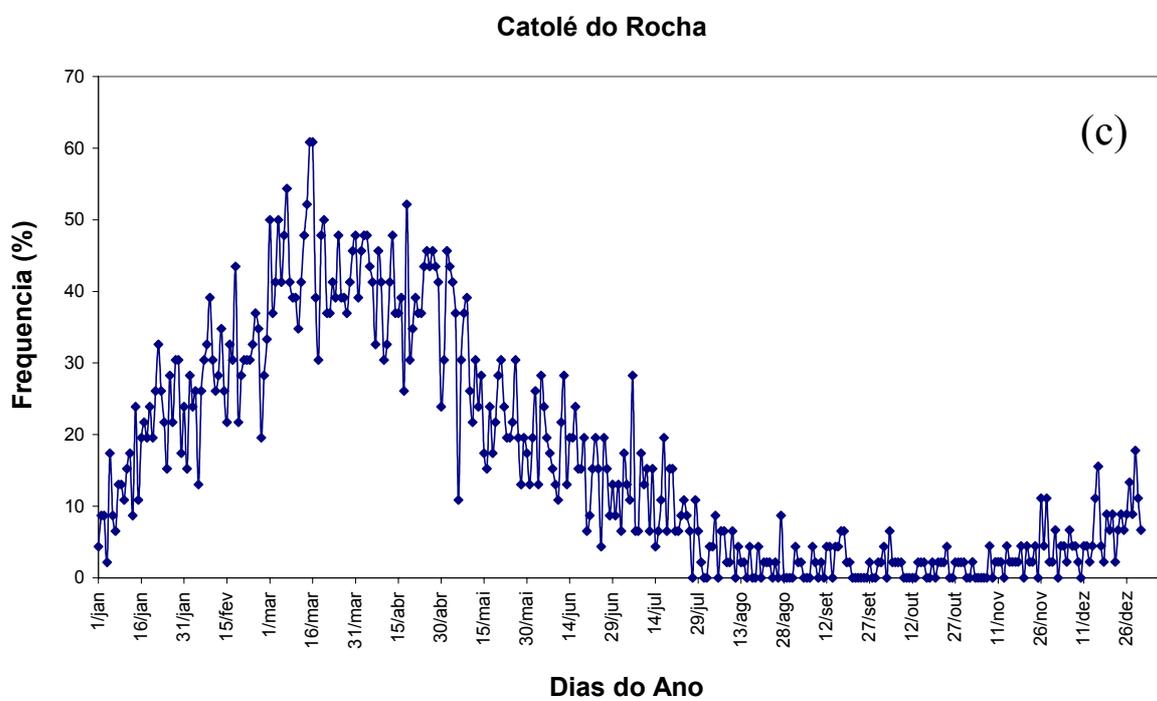
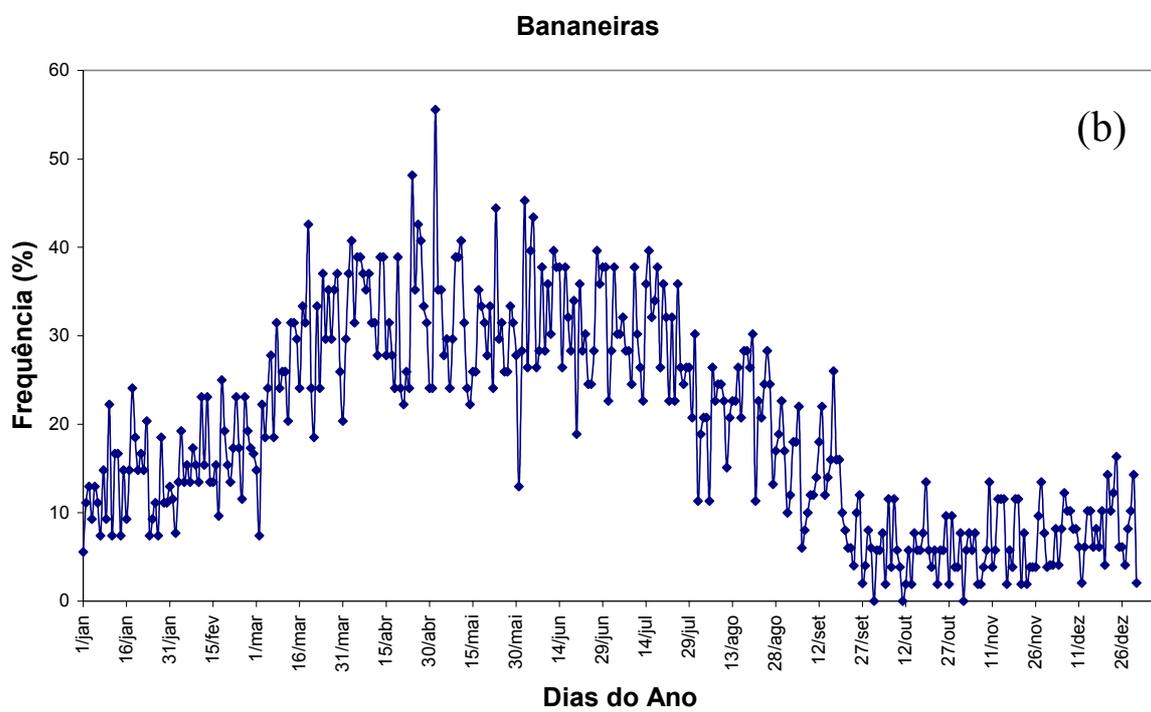
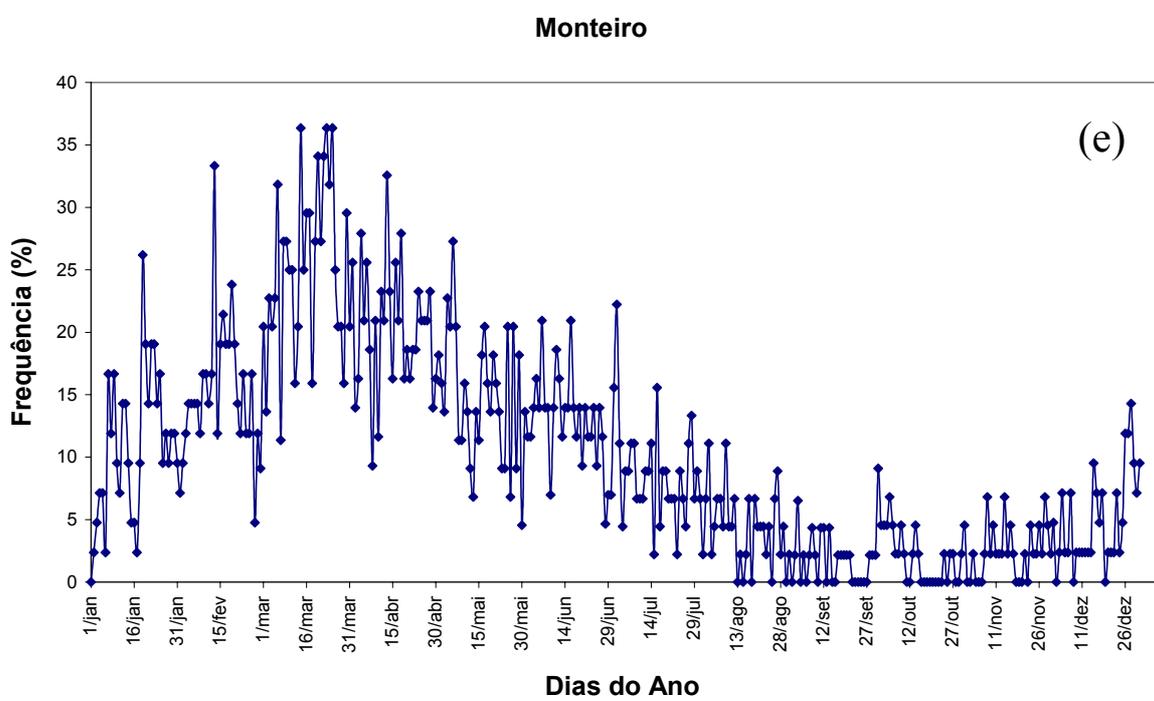
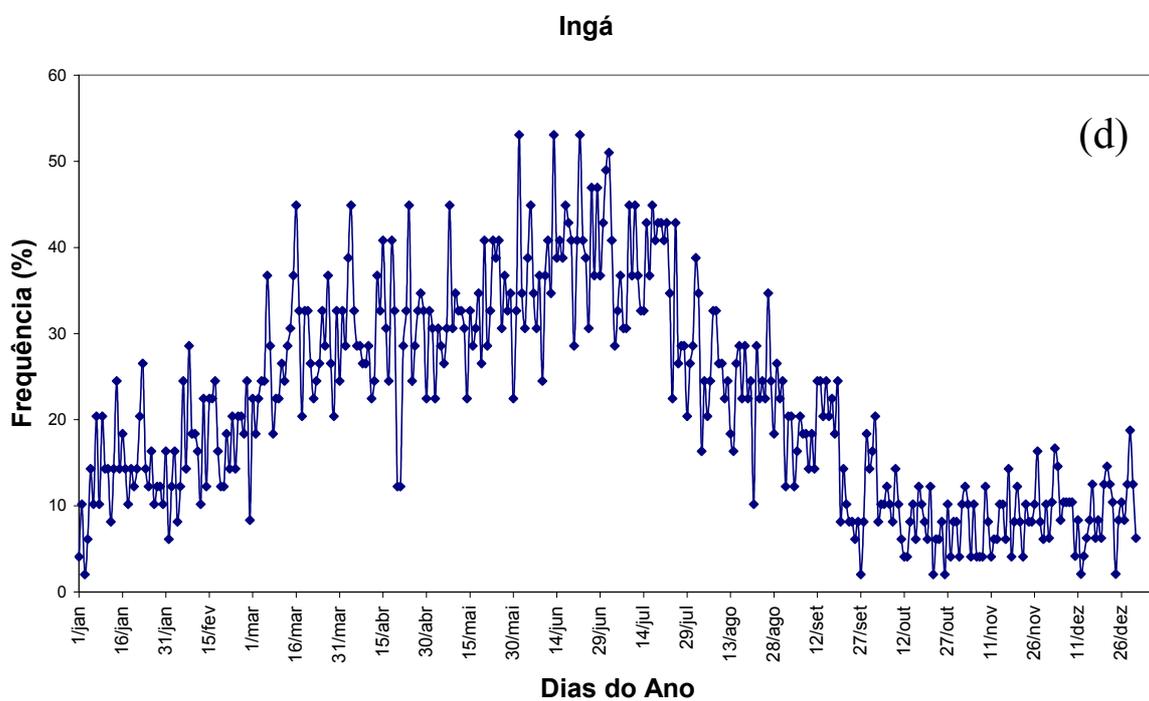


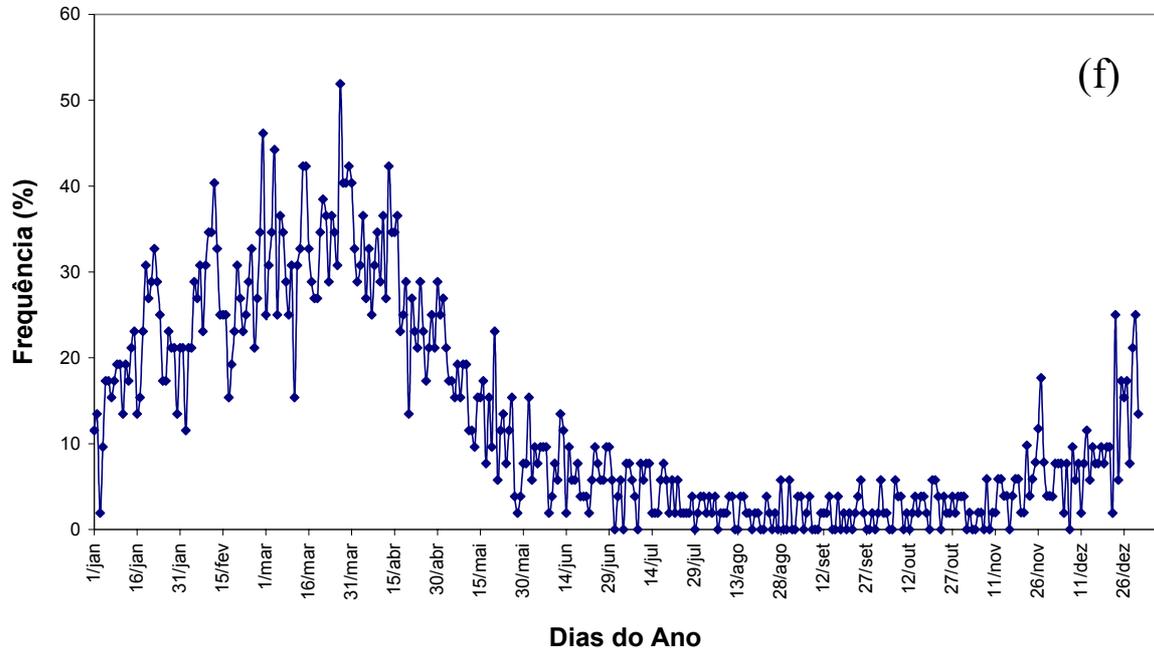
Figura 3 – Gráficos da frequência (%) de um dia com chuva, de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro.



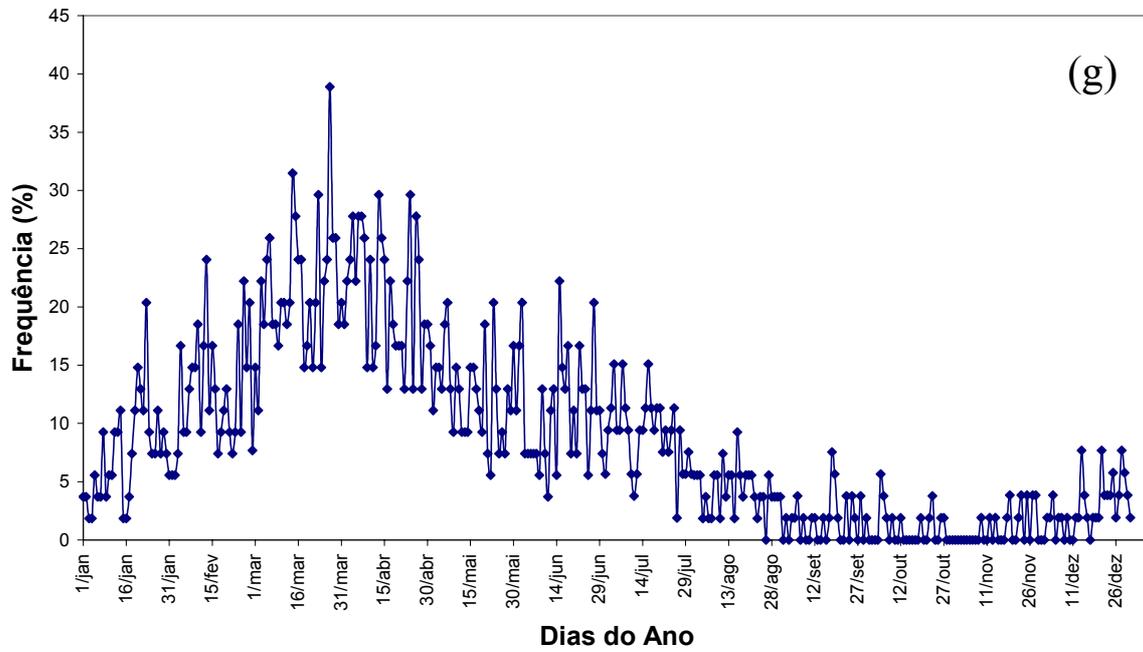
Continuação Figura 3

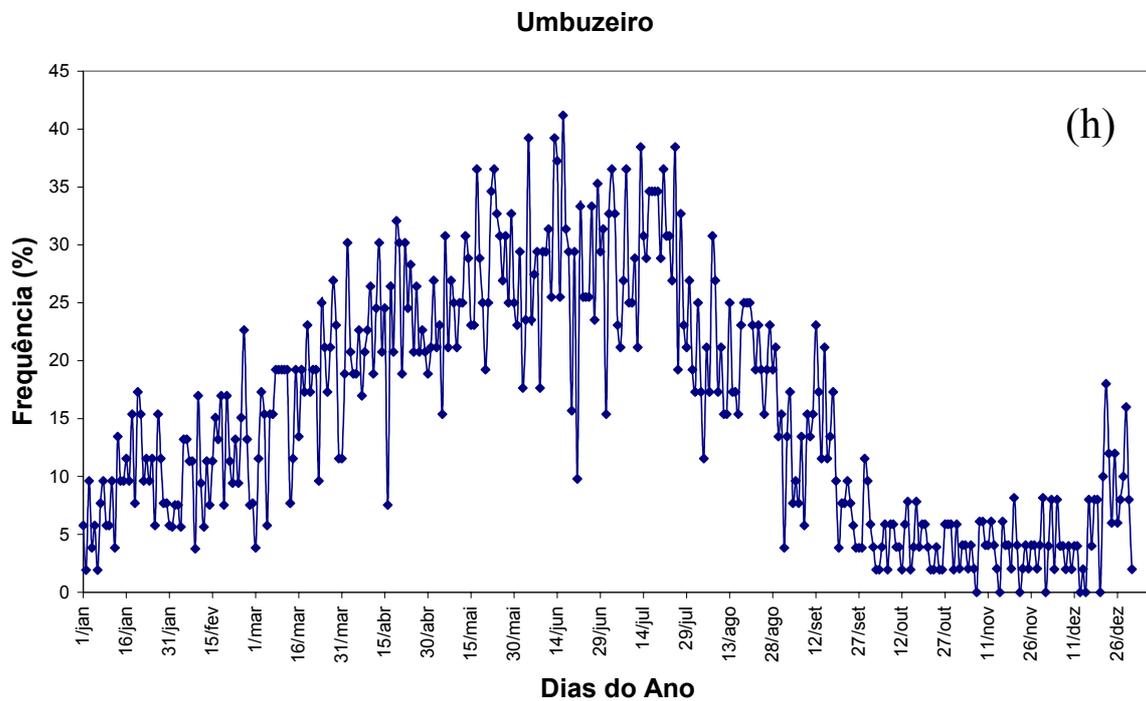


Nova Olinda



Pedra Lavrada





A análise obtida para a frequência de chuva em um determinado dia do ano reforça a conclusão verificada para os maiores totais diários médios climatológicos de chuva para o Estado da Paraíba, que estes totais estão relacionados exclusivamente aos sistemas de tempo atuantes no Estado da Paraíba. No entanto, para reforçar mais ainda esta conclusão a seguir é mostrada uma análise da distribuição anual dos totais semanais médios climatológicos de chuva, bem como a semana do ano climatologicamente mais chuvosa.

4.1.2. Precipitação semanal média climatológica.

A Tabela 2 mostra a semana climatologicamente mais chuvosa em 20 localidades do Estado da Paraíba, bem como o total semanal médio climatológico de chuva. Também é mostrada na Tabela 2, a semana do ano frequentemente mais chuvosa e a sua frequência. Observa-se que nem sempre a semana frequentemente mais chuvosa corresponde à semana de maior total semanal médio de chuva. Todavia, os valores obtidos confirmam a importância dos sistemas de tempo VCAN, ZCIT e ondas de leste na produção de chuvas na Paraíba.

No Sertão, Curimataú e Cariri exceção de Umbuzeiro o sistema responsável total de chuva semanal e frequência são os VCAN e ZCIT, principalmente a ZCIT. Na Zona da Mata-Litoral e em Umbuzeiro o sistema responsável pelo maior total de chuva e pela frequência são as ondas de leste.

No Brejo (Bananeiras) e Agreste (Ingá) observou-se que os sistemas responsáveis pelos maiores totais semanais de chuvas são VCAN e ZCIT e com maior frequência são as ondas de leste. Isto ocorre porque as ondas de leste não transportam umidade. Portanto, quando o cavado da onda passa por regiões com muita umidade podem ocorrer chuvas torrenciais, caso a umidade não seja abundante as chuvas são mais fracas. Logo, na Zona da Mata-Litoral áreas com muita umidade são beneficiadas com chuvas mais intensas, do que a região do Agreste e Brejo, que não tem a mesma quantidade de umidade do Litoral, ou seja, as chuvas são menos intensas.

Umbuzeiro mesmo estando localizado no Cariri é beneficiado pelas chuvas das ondas de leste devido a sua posição geográfica, pois é localizado ao oriente de meridiano de 36°W e está encravado no topo da Serra do Oratório recebendo os ventos úmidos proveniente do Litoral Pernambucano.

Tabela 2: Semana mais chuvosa do ano, o total semanal de chuva climatológico desta semana, semana frequentemente mais chuvosa e suas respectivas frequências.

Localidade	Semana mais chuvosa do ano	Total semanal de chuva (mm/semana)	Semana frequentemente mais chuvosa	Frequência (%)
Aguiar	13/04 à 19/04	59,3	17/03 à 24/03	45
Alhandra	12/06 à 17/06	86,5	27/06 à 03/07	69
Bananeiras	23/03 à 29/03	48,5	02/04 à 08/04	37
Caraúbas	24/03 à 30/03	30,9	24/03 à 30/03	21
Catolé do Rocha	14/03 à 20/03	59,4	14/03 à 20/03	49
Conceição	27/03 à 02/04	51,7	28/03 à 03/04	35
Ingá	11/03 à 17/03	30,8	26/06 à 02/07	44
Imaculada	19/03 à 25/03	43,3	19/03 à 25/03	35
João Pessoa	29/05 à 04/06	81,1	27/06 à 03/07	58
Mamanguape	11/06 à 17/06	64,6	11/06 à 17/06	47
Monteiro	09/03 à 15/03	34,5	19/03 à 25/03	32
Nova Olinda	25/03 à 31/03	72,7	25/03 à 31/03	40
Pedra Lavrada	23/03 à 29/03	33,1	23/03 à 29/03	26
Pombal	22/03 à 28/03	55,1	24/03 à 30/03	42
Santa Luzia	25/03 à 31/03	48,7	14/03 à 20/03	43
São João do Rio do Peixe	19/03 à 25/03	77,9	19/03 à 25/03	48
Soledade	24/03 à 30/03	26,5	27/03 à 02/04	23
Taperoá	25/03 à 31/03	48,6	29/03 à 04/04	32
Teixeira	18/03 à 24/03	58,3	22/03 à 28/03	39
Umbuzeiro	15/07 à 21/07	39,1	13/07 à 19/07	34

A seguir é elaborada uma análise mais detalhada dos totais semanais médios climatológicos e das semanas frequentemente mais chuvosas de oito localidades previamente selecionadas no Estado da Paraíba.

Para saber qual a semana mais chuvosa em 55 anos de dados observe a Figura 4, que se refere aos gráficos da precipitação média para sete dias consecutivos com chuva para algumas localidades do estado da Paraíba. A precipitação média para sete dias consecutivos com chuva começa a ser contada a partir do dia 01/janeiro mais é centrada no dia 04/janeiro, pois do dia 1 ao dia 7 o central é 4, e assim sucessivamente até o dia 28/dezembro. Verifica-se que existe em todos os gráficos uma variabilidade intersemanal relativamente pequena. Neste gráfico também mostra que as estações são bem definidas. A Figura 4a (Alhandra) mostra que a estação chuvosa começa em 27/março a 27/julho, as chuvas não chegam a ultrapassar os 90 mm/semana sendo que a semana mais chuvosa é de 12/junho a 18/junho com um total de 86,48 mm/semana. A mínima precipitação foi registrada no dia 14/outubro com um valor de 5,39 mm/semana. A Figura 4b (Bananeiras) mostra, onde a estação chuvosa começa em 26/fevereiro a 20/julho, as chuvas não chegam a ultrapassar os 50 mm/semana sendo que a semana mais chuvosa é de 23/março a 29/março com um total de aproximadamente 49 mm/semana. A mínima precipitação foi registrada no dia 14/outubro com um valor de 2,15 mm/semana, ou seja, em 55 anos de dados choveu em todos os dias do ano.

A Figura 4c (Catolé do Rocha) mostra que a semana mais chuvosa é de 14/março a 20/março com um total de 59,4 mm/semana e que a estação chuvosa começa de 19/janeiro a 18/maio e as chuvas não chegam a ultrapassar 60 mm/semana. Houve dias em que as chuvas não ultrapassou 1 mm/semana como é o caso de 31/agosto, 3/setembro e 30/outubro. A Figura 4d (Ingá) mostra que a estação chuvosa começa em 14/março a 18/julho, as chuvas chegam a ultrapassar os 30 mm/semana sendo que a semana mais chuvosa é de 11/março a 17/março com um total de aproximadamente 31 mm/semana. A mínima precipitação foi registrada no dia 23/outubro com um valor de 1,43 mm/semana.

A Figura 4e (Monteiro) mostra que a estação chuvosa começa em 22/janeiro a 07/maio, as chuvas não chegam a ultrapassar os 35 mm/semana sendo que a semana mais chuvosa é de 09/março a 15/março com um total de 34,5 mm/semana. Nesse período houve mais dias em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/semana como é o caso de 18/setembro, 27/setembro e 21/outubro ainda constataram-se dias sem chuva como 18 e 19/outubro. A Figura 4f (Nova Olinda) mostra que a estação chuvosa começa de 22/janeiro a 01/maio e as chuvas chegam a

ultrapassar 70 mm/semana com a semana mais chuvosa de 25/março a 31/março e total médio de aproximadamente 73 mm/semana. Notificaram-se dias em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/semana como é o caso de 20/agosto, 02/setembro, 10/setembro, 03/novembro entre outros dias.

A Figura 4g (Pedra Lavrada) mostra que as chuvas não ultrapassaram os 35 mm/semana cuja semana mais chuvosa é de 23/março a 29/março com total de precipitação média para sete dias de aproximadamente 33,1 mm/semana. Verifica-se ainda que a estação chuvosa se prolonga de 12/janeiro a 30/março. Nesses anos observaram-se período em que as chuvas não ultrapassaram 1 mm/semana como é o caso dos períodos centrados em 06/agosto, 23/agosto e 06/setembro. A Figura 4h (Umbuzeiro) mostra a estação chuvosa começa em 09/março a 18/agosto e as chuvas não chegam a ultrapassar os 40 mm/semana sendo que a semana mais chuvosa é de 15/julho a 21/julho com total médio de aproximadamente 39,1 mm/semana. Verifica-se ainda que a precipitação média mínima para sete dias foi registrada em 22/outubro com total de 1,24 mm/semana.

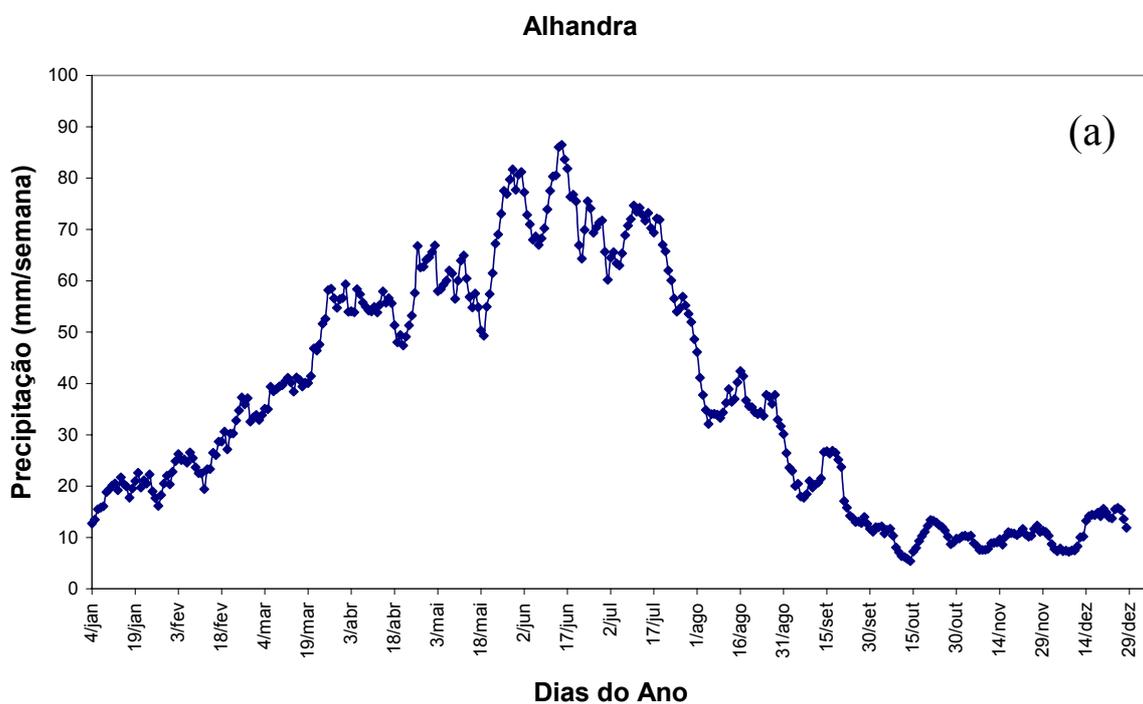
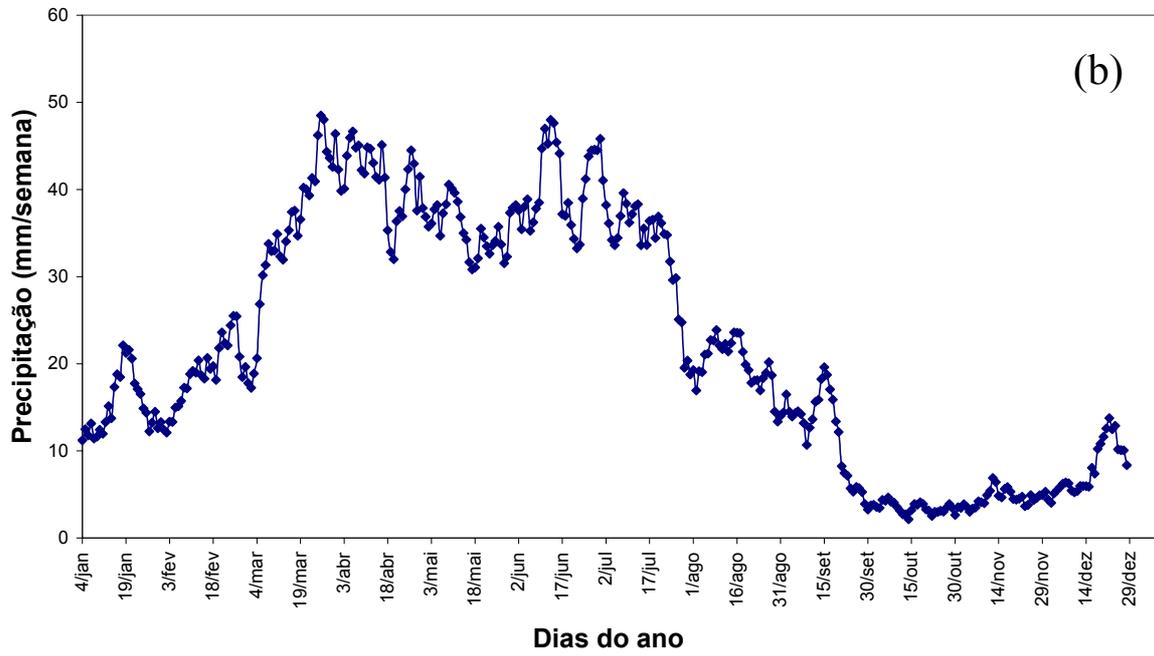


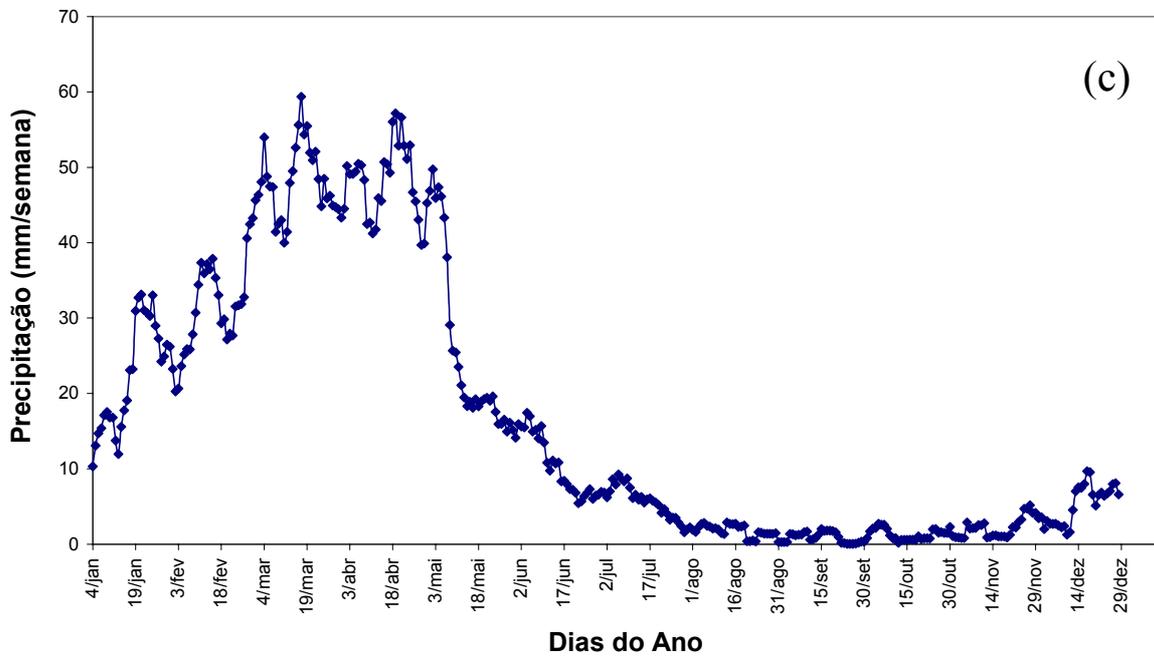
Figura 4 – Gráficos da precipitação média para sete dias (mm/semana) consecutivos com chuva, de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro.

Continuação Figura 4

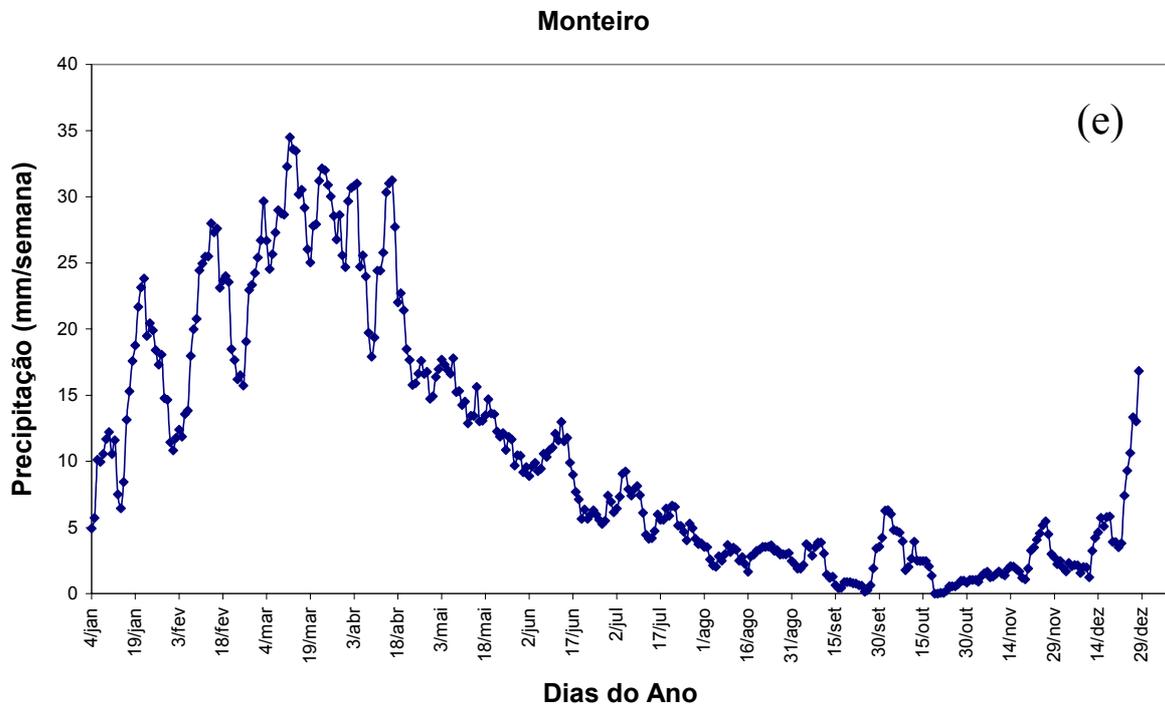
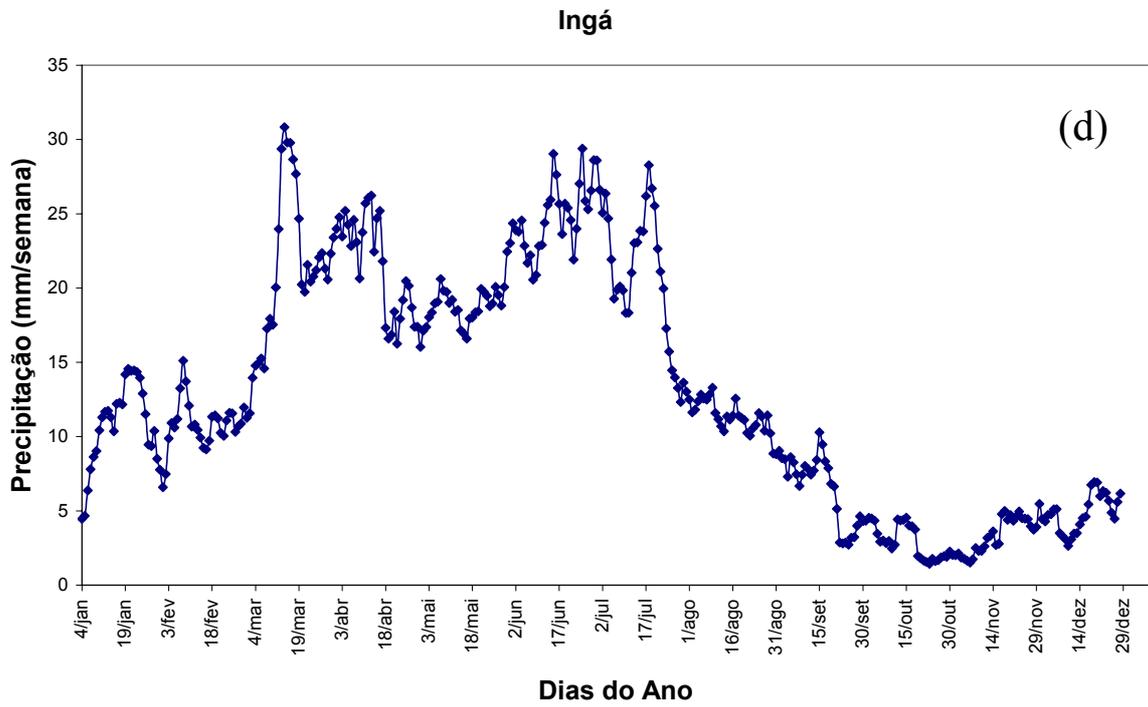
Bananeiras



Catolé do Rocha

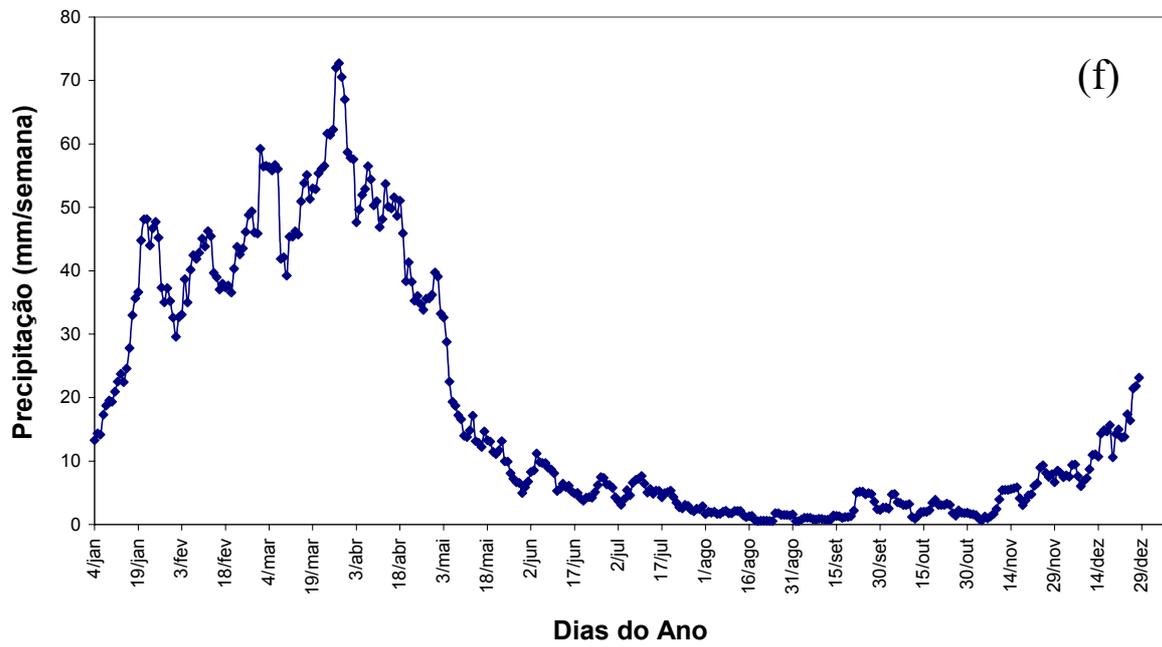


Continuação Figura 4

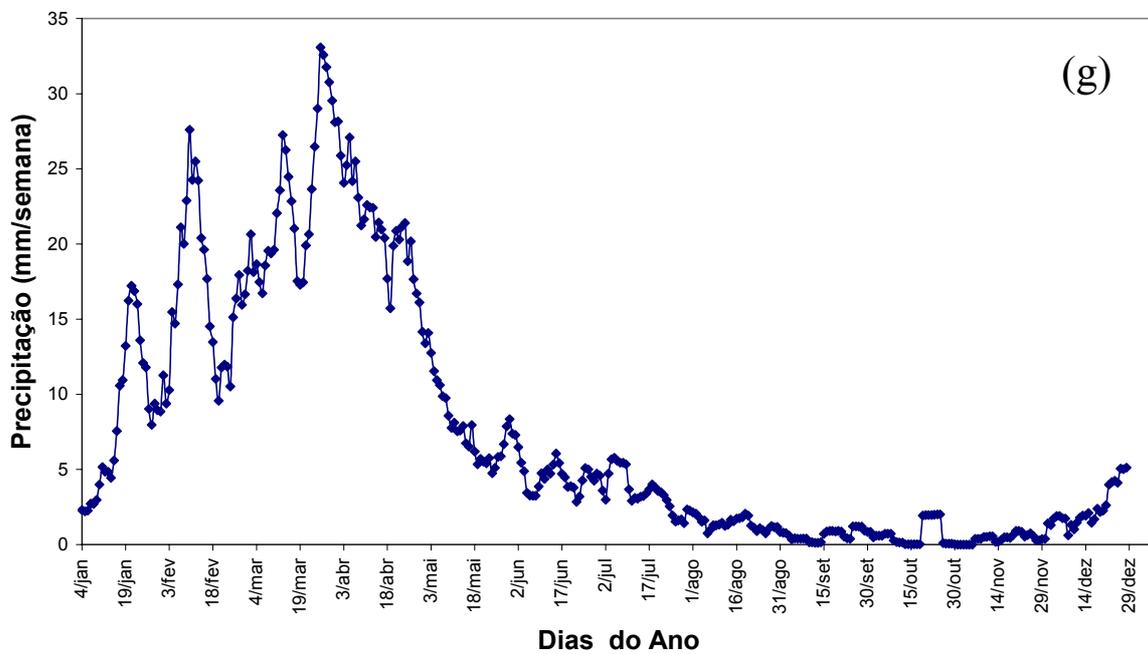


Continuação Figura 4

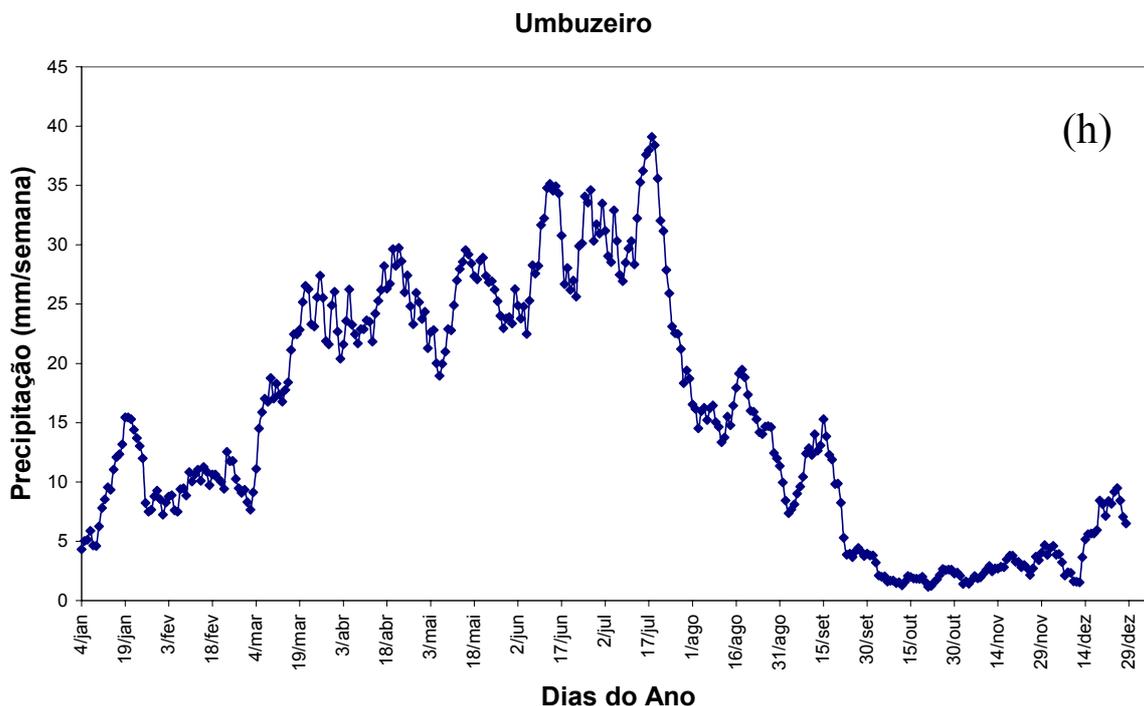
Nova Olinda



Pedra Lavrada



Continuação Figura 4



A análise semanal reforça as conclusões obtidas na análise diária, que a precipitação sobre a Paraíba é em geral, produto dos sistemas VCAN, ZCIT e ondas de leste. Uma observação interessante é a diminuição brusca no total semanal de chuvas nas regiões do Cariri (Monteiro e Umbuzeiro), Curimataú (Pedra Lavrada), Agreste (Ingá) e Sertão (Catolé do Rocha e Nova Olinda) todas no Semi-árido. Mostrando que o regime de chuva nestas áreas é anti-moçônico, ou seja, as chuvas começam lentamente, mas terminam bruscamente. Nas monções as chuvas começam bruscamente e terminam lentamente.

A Figura 5 ilustra a frequência de sete dias consecutivos com chuva para algumas localidades do estado da Paraíba. Observe que o mesmo apresenta, para todos os gráficos, uma pequena variabilidade intersemanal. Observe a Figura 5a (Alhandra) mostra que as maiores frequências estão entre 13/março a 28/agosto, as frequências não chegam a ultrapassar os 70 % sendo que a máxima frequência foi registrada em 30/junho com um valor de aproximadamente 69 %. Observa-se que tanto a precipitação média para sete dias consecutivos com chuva como a mínima precipitação foram registradas no dia 14/outubro com valor de 14,3 %. A Figura 5b (Bananeiras) mostra que as maiores frequências estão entre 16/março a 16/setembro, as frequências ultrapassam os 40 % sendo que as máximas foram

registradas em 5 e 6/abril com valor de aproximadamente 37%. O valor mínimo da frequência de sete dias consecutivos com chuva foi registrado no dia 13/outubro com um valor de 3,8 %.

Na Figura 5c (Catolé do Rocha) observa-se que as maiores frequências estão entre 19/janeiro a 18/maio, com frequências que não ultrapassam os 50% sendo o máximo em 17/março com total médio de 48,76 %. Nestes 55 anos de dados houve dias em que a frequência não ultrapassou os 1% como e o caso de 22/setembro, 9/outubro e 4/novembro. Na Figura 5d (Ingá) podemos observar que as frequências não chegam a ultrapassar os 45 % sendo a máxima frequência de 44,31% foi registrada em 29/junho. As maiores frequências estão entre 04/março a 09/agosto. O mínimo da frequência de sete dias consecutivos com chuva, foi registrado no dia 09/novembro com um valor de 6,12 %.

A Figura 5e (Monteiro) mostra que as frequências de sete dias consecutivos com chuva não ultrapassam os 35% sendo que a máxima frequência foi registrada em 22/março com um valor de aproximadamente 33%, as maiores frequências estão entre 22/janeiro a 14/junho. Em 55 anos de dados houve dias em que a frequência não ultrapassa 1% como é o caso de 22/setembro, 27/setembro, 19/outubro e 04/novembro. A Figura 5f (Nova Olinda) mostra que as maiores frequências estão entre 12/janeiro a 17/maio, as quais não ultrapassam os 40%, sendo que a máxima frequência foi registrada em 28/março com total médio de 40,1 %. Em 55 anos de dados houve apenas um dia em que a frequência não atingiu 1% (no dia 04/novembro).

Na Figura 5g (Pedra Lavrada) podemos observar que as frequências ultrapassam os 25% , sendo que a máxima frequência de sete consecutivos com chuva foi registrada no dia 26/março com um total de aproximadamente 26% , as maiores frequências estão entre 22/janeiro a 13/maio. Houveram dias em que a frequência não ultrapassou 1% como é o caso de 10/setembro, 01/outubro e 09/novembro. A Figura 5h (Umbuzeiro), mostra que as maiores frequências então entre os dias 09/março a 12/setembro, as frequências ultrapassam os 30%, sendo que a máxima frequência foi registrada no dia 16/julho com total médio de aproximadamente 34%. A mínima frequência de sete dias consecutivos com chuva foi registrada no dia 12/dezembro com total de 2,3%.

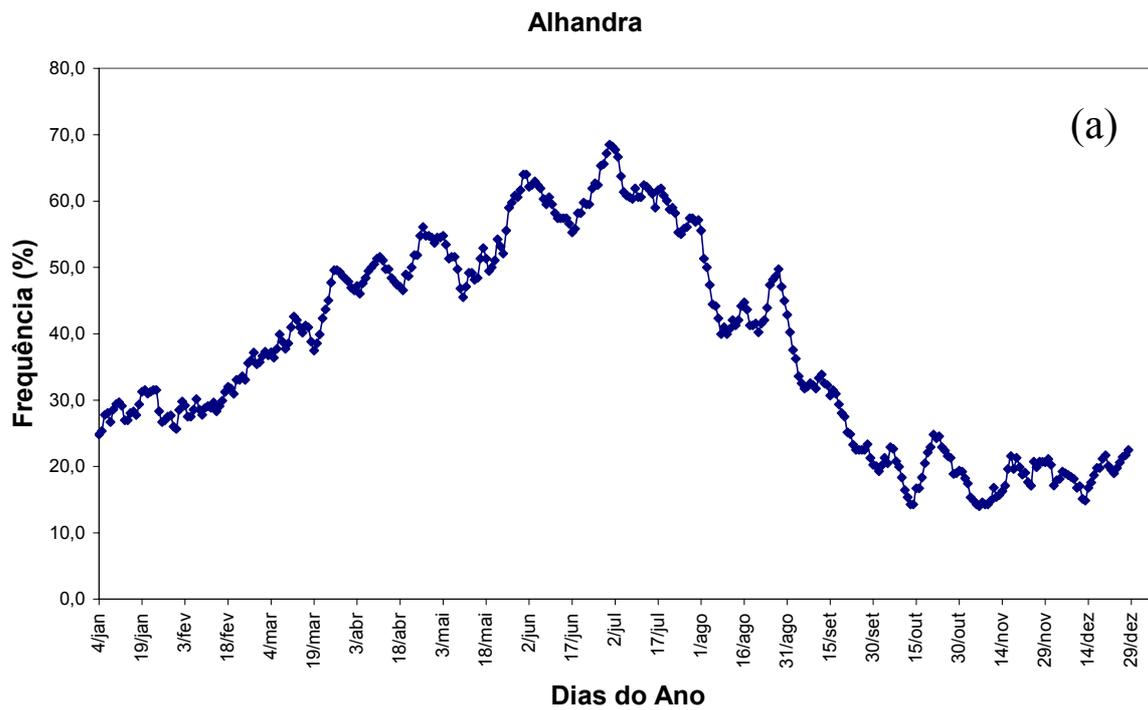
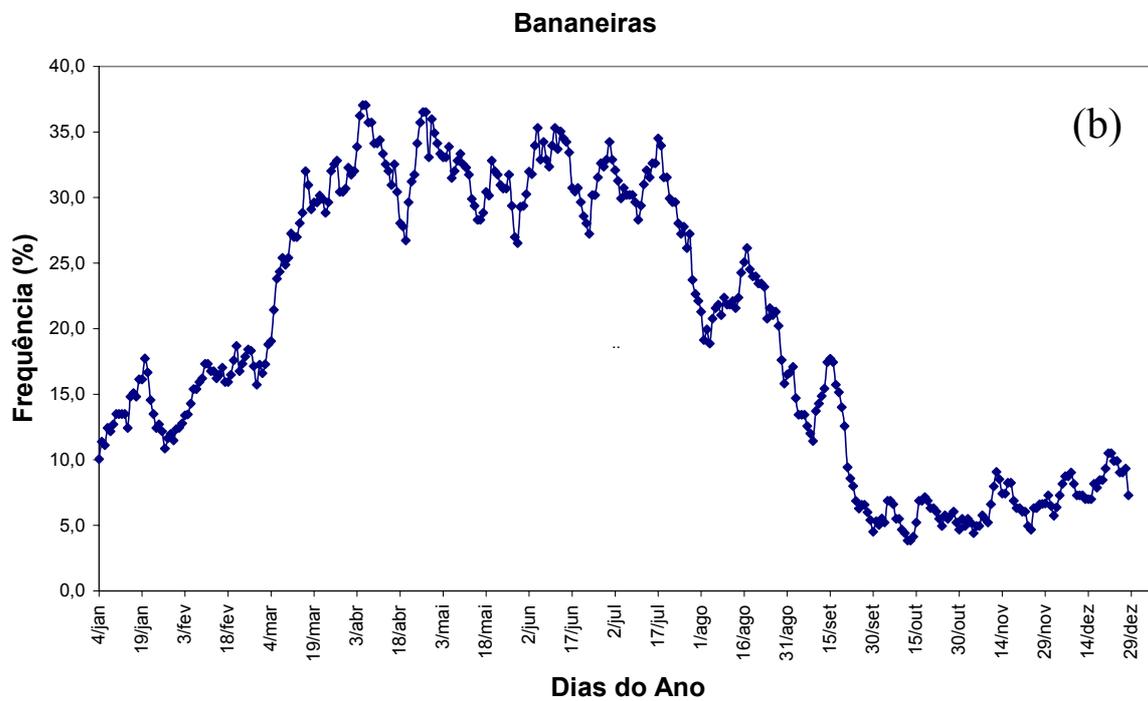
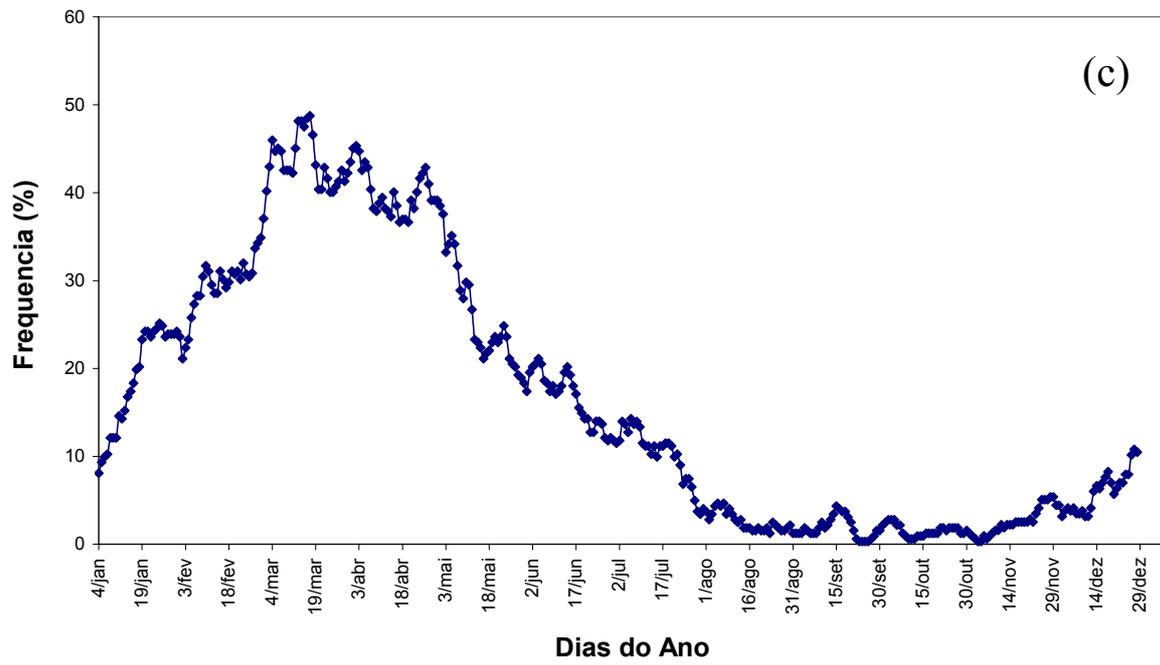


Figura 5 – Gráficos da frequência (%) para sete dias consecutivos com chuva, de 01/janeiro a 31/dezembro, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro.

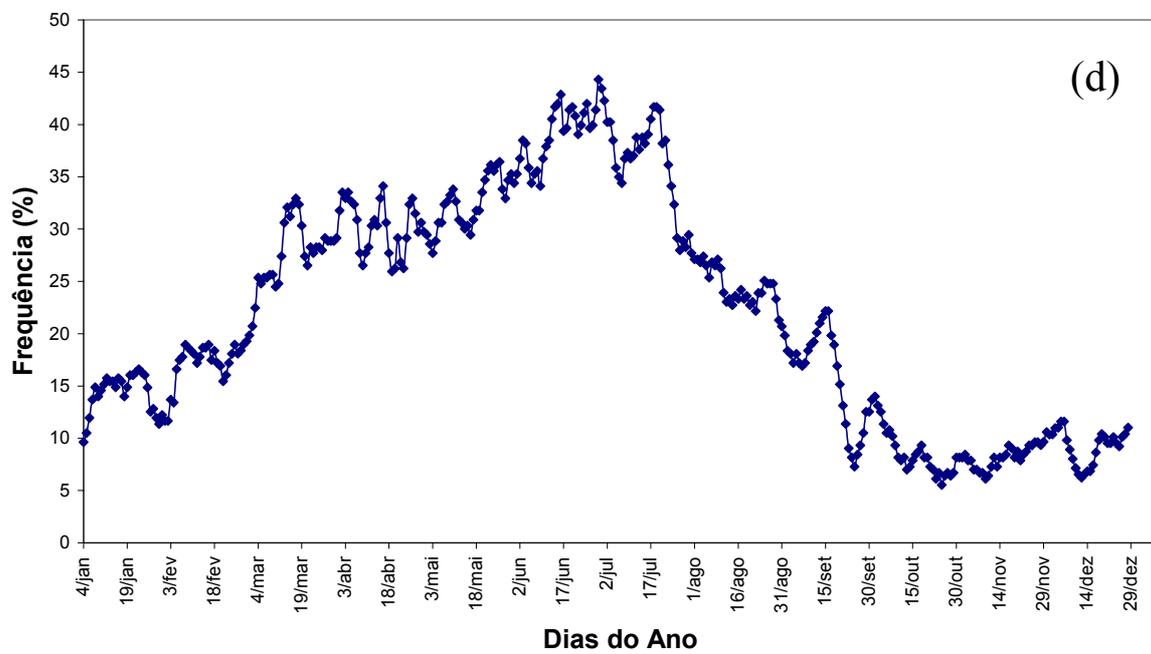


Continuação Figura 5

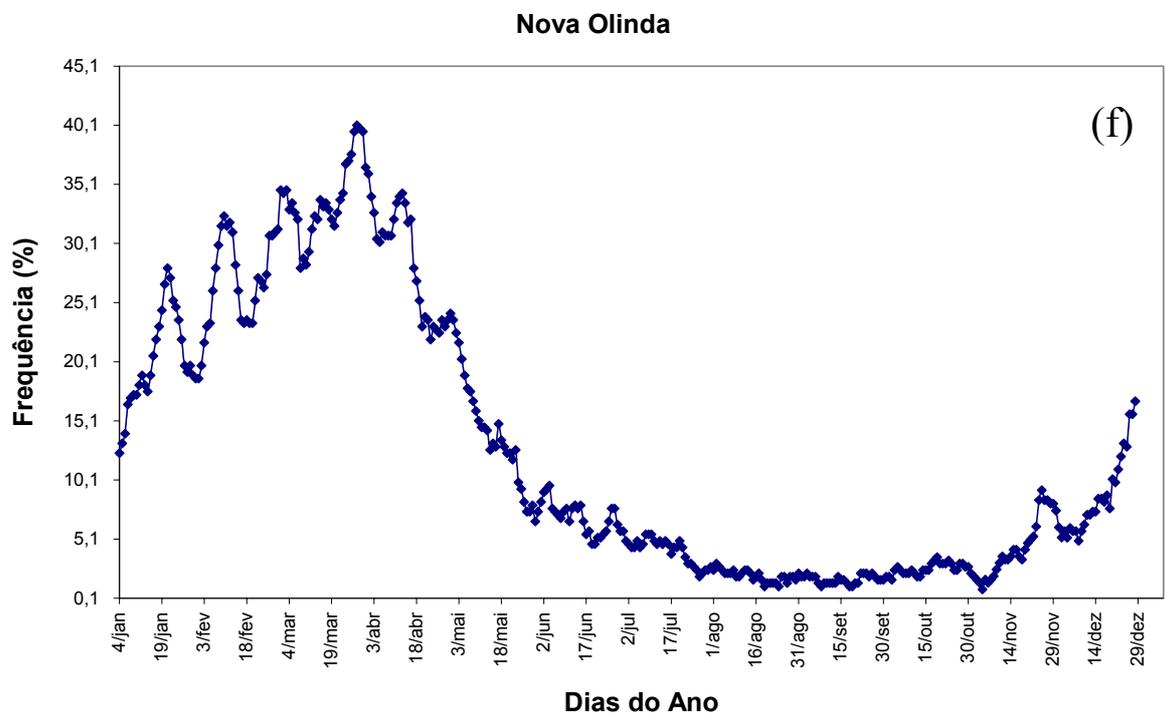
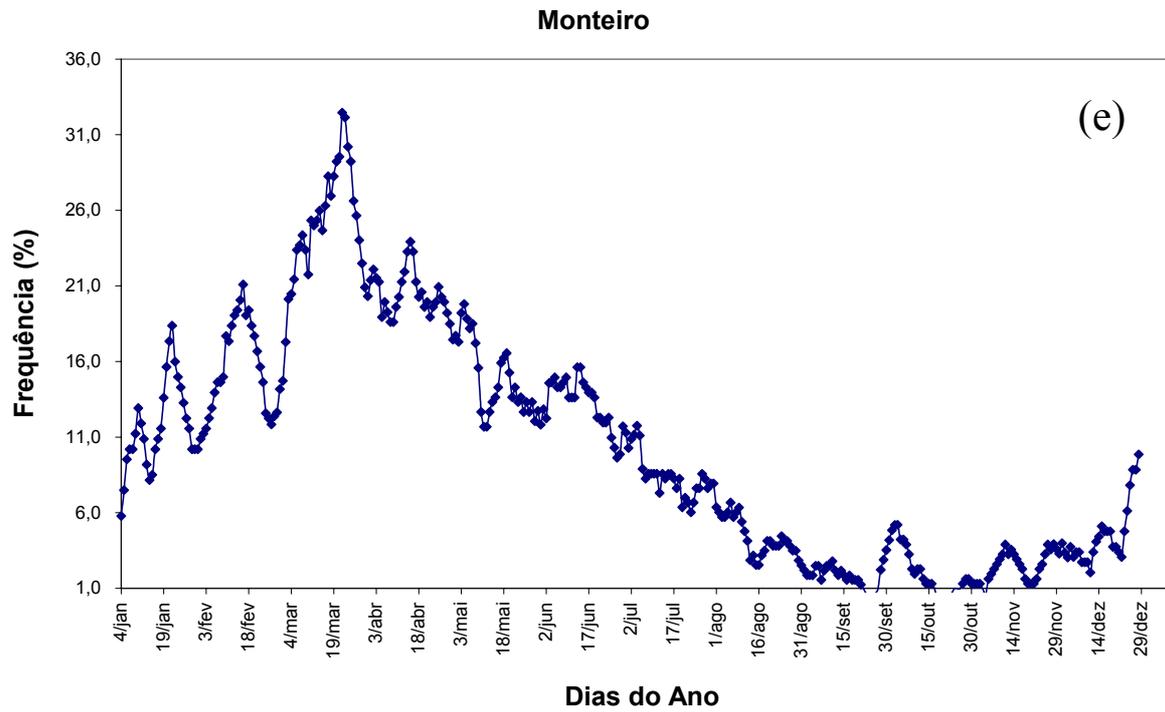
Catolé do Rocha



Ingá

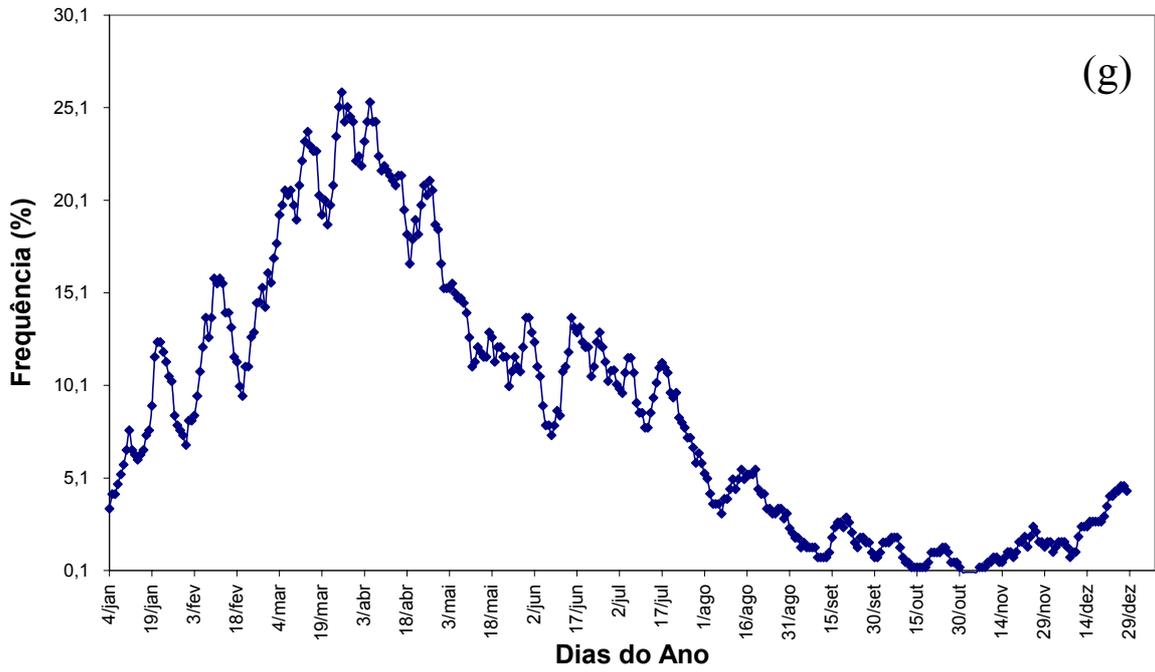


Continuação Figura 5

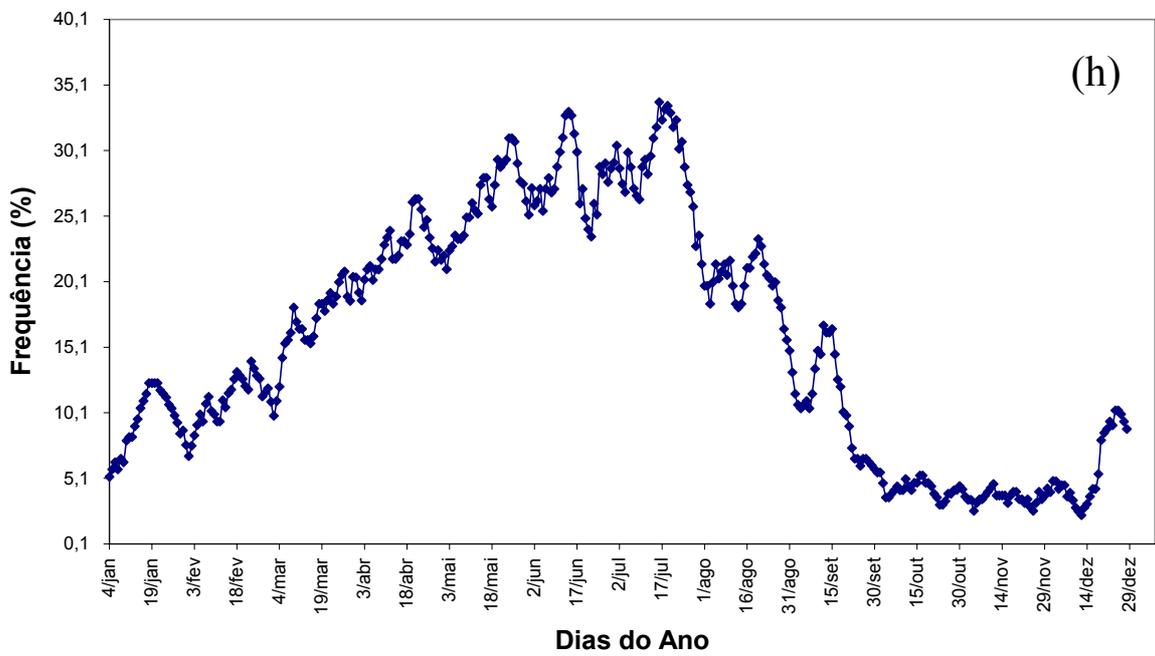


Continuação Figura 5

Pedra Lavrada



Umbuzeiro



Ressalta-se que os resultados obtidos reforçam a importância dos VCAN, da ZCIT e das ondas de leste na produção de chuva na Paraíba. A seguir a título de curiosidade é feita uma análise dos trinta e um dias consecutivos mais chuvosos, ou seja, o período de um mês mais chuvoso do ano na Paraíba.

4.1.3. O mês mais chuvoso e frequentemente mais chuvoso

A Tabela 3 mostra os 31 dias consecutivos que apresentam os maiores totais médios climatológicos de chuva em mm/mês, bem como os 31 dias consecutivos frequentemente mais chuvosos e suas respectivas frequências. Pode ser observado que em Alhandra o período de um mês (31 dias) frequentemente mais chuvoso ocorre de 22/junho a 22/julho, pois, neste período ocorreram as maiores chuvas, em um mês, em 63% dos anos. Porém, o período de um mês com o maior total médio mensal de precipitação em Alhandra ocorre de 28/maio a 27/junho, com um total de 338,5 mm/mês. Enquanto, o mês mais chuvoso e também frequentemente mais chuvoso em Soledade é de 10/ março a 09/abril, mas neste período apresenta o maior total médio mensal de precipitação em apenas 21% dos anos, que mostra uma variabilidade temporal muito grande.

Tabela 3: Mês mais chuvoso do ano, o total mensal de chuva climatológico deste mês, mês frequentemente mais chuvoso e a frequência deste mês.

Localidades	Mês mais chuvoso do ano	Total mensal de chuva (mm/mês)	Mês frequentemente mais chuvoso	Frequência (%)
Aguiar	19/03 à 18/04	236,2	04/03 à 04/04	38
Alhandra	28/05 à 27/06	338,5	22/06 à 22/07	63
Bananeiras	20/03 à 19/04	191,3	02/04 à 02/05	34
Caraúbas	13/03 à 12/04	111,4	14/03 à 13/04	18
Catolé do Rocha	05/03 à 05/04	218,8	06/03 à 05/04	44
Conceição	03/03 à 02/04	197,2	03/03 à 02/04	32
Ingá	03/06 à 03/07	111,4	11/06 à 11/07	40
Imaculada	19/03 à 18/04	174,3	19/03 à 18/04	30
João Pessoa	29/05 à 28/06	312,6	06/06 à 06/07	56
Mamanguape	07/06 à 07/07	237,4	23/05 à 22/06	44
Monteiro	06/03 à 05/04	132,3	05/03 à 04/04	25
Nova Olinda	17/03 à 16/04	251,9	14/03 à 13/04	34
Pedra Lavrada	11/03 à 10/04	112,2	11/03 à 10/04	23
Pombal	28/02 à 29/03	204,4	01/03 à 31/03	39
Santa Luzia	12/03 à 11/04	178,2	12/03 à 11/04	38
São João do Rio do Peixe	26/02 à 27/03	263,4	09/03 à 08/04	41
Soledade	10/03 à 09/04	105,6	10/03 à 09/04	21
Taperoa	19/03 à 18/04	148,4	08/03 à 07/04	27
Teixeira	27/02 à 28/03	216,4	27/02 à 28/03	32
Umbuzeiro	22/06 à 22/07	145,5	25/06 à 25/07	30

Em Caraúbas o mês com o maior total médio mensal de precipitação é de 13/março a 12/abril, com 111,4 mm/mês e o mês de maior frequência é de 14/março a 13/abril em 18% dos anos. Isto mostra a grande variabilidade intermensal das chuvas no Cariri e Curimataú. Fato este também observado no Sertão. Isto pode ser decorrente da dinâmica da ZCIT que não segue uma oscilação bem comportada, mas um deslocamento irregular e em forma de pulos (Uvo e Nobre, 1989).

É oportuno descrever que uma análise sobre o comportamento da estação chuvosa é mais relevante que a análise de um único mês. Além disso, um dos objetivos da presente pesquisa é verificar a variabilidade intermensal da estação mais chuvosa na Paraíba e isto é discutido na seção seguinte (4.1.4.)

4.1.4.A variabilidade intermensal da estação mais chuvosa na Paraíba

Analisando a Tabela 4 observou-se que a variabilidade intermensal do período de 91 dias mais chuvoso da Paraíba é relativamente elevada, pois, a localidade que apresentou a menor variabilidade de 69 dias foi São João do Rio do Peixe. Portanto, um questionamento que deve ser levantado é o total de chuva observado durante a estação chuvosa tem relação com o início mais cedo ou mais tarde da estação? Para responder esta questão é elaborada uma análise do total de chuva da estação chuvosa ocorrida em um ano e o dia de início da estação chuvosa do ano em questão.

Tabela 04: Climatologia do início, final da estação chuvosa, a estação chuvosa mais cedo e mais tarde para 91 dias consecutivos para algumas localidades do Estado da Paraíba.

Localidades	Início e final da estação chuvosa	Estação chuvosa mais cedo	Estação chuvosa mais tarde
Aguiar	01/02 à 01/05	01/01 à 01/04 (2002)	14/03 à 13/06 (1989)
Alhandra	23/04 à 22/07	17/02 à 18/05 (1963)	10/06 à 09/09 (1973)
Bananeiras	19/03 à 17/06	28/01 à 28/04 (1983)	12/06 à 11/09 (1998, 2001)
Caraúbas	08/02 à 09/05	02/01 à 02/04 (2002)	25/04 à 25/07 (1951)
Catolé do Rocha	07/02 à 07/05	01/01 à 01/04 (2002)	23/03 à 22/06 (1951)
Conceição	19/01 à 19/04	02/01 à 02/04 (1970, 2002)	22/03 à 21/06 (1965)
Ingá	23/04 à 22/07	05/01 à 05/04 (2004)	11/06 à 10/09 (2001)
Imaculada	04/02 à 05/05	02/01 à 02/04 (2002)	28/03 à 27/06 (1953)

João Pessoa	06/04 à 06/07	31/01 à 01/05 (1975)	03/04 à 03/07 (1959)
Mamanguape	24/04 à 24/07	13/01 à 13/04 (2004)	26/05 à 25/08 (1970)
Monteiro	19/01 à 18/04	02/01 à 02/04 (2002)	24/05 à 23/08 (1983)
Nova Olinda	19/01 à 18/04	02/01 à 02/04 (2002)	22/03 à 21/06 (1951)
Pedra Lavrada	01/02 à 01/05	06/01 à 06/04 (1959)	24/04 à 24/07 (1993)
Pombal	03/02 à 04/05	01/01 à 01/04 (1998)	26/03 à 25/06 (1951)
Santa Luzia	01/02 à 02/05	02/01 à 02/04 (1998)	22/03 à 21/06 (1965)
São João do Rio do Peixe	19/01 à 18/04	02/01 à 02/04 (1994)	08/03 à 07/06 (1965)
Soledade	04/02 à 04/05	04/01 à 04/04 (2000)	22/04 à 22/07 (1979)
Taperoa	03/02 à 04/05	02/01 à 02/04 (2002)	20/03 à 19/06 (1965)
Teixeira	02/02 à 02/05	01/01 à 01/04 (1998, 2002)	22/03 à 21/06 (1965)
Umbuzeiro	22/04 à 21/07	12/01 à 12/04 (1980)	20/06 à 19/09 (1959)

4.1.5. Total de chuva e o início da estação chuvosa

4.1.5.1. Total trimestral de chuvas e início do período mais chuvoso do ano (91 dias consecutivos) em Dia Juliano.

A Figura 6 refere-se aos gráficos do total trimestral de chuva e início do período mais chuvoso do ano (91 dias consecutivos) em dia Juliano para algumas localidades do Estado da Paraíba. Observa-se a Figura 6a (Alhandra) que existem anos secos onde as chuvas se iniciam mais cedo como é o caso do ano de 1961, o ano mais seco do período estudado, com um total trimestral de chuva de 414,6 mm/trimestral, e início das chuvas em 05/abril, o ano de 1968, com um total de chuvas de 432,2 mm/trimestral e início das chuvas em 07/março. Também verifica-se anos secos onde as chuvas se iniciam mais tarde como, por exemplo, o ano de 1970 com um total de chuvas de 680,3 mm/trimestral e início em 02/junho, o ano de 1973 com um total trimestral de chuvas de 599,8 mm/trimestral e início em 10/junho e o ano de 2001 com um total de 557,2 mm/trimestral e início da estação chuvosa em 09/junho. Por outro lado, observa-se anos chuvosos com início do período chuvoso mais cedo ou mais tarde, como, por exemplo, o ano de 1994 teve o início do período chuvoso em 28/março e choveu

1700,9 mm/trimestral, ou seja, um ano chuvoso com o início do período mais cedo, e o ano de 1990 com um total de chuva de 1840,5 mm/trimestral e início em 28/maio, ou seja, um ano chuvoso e início da estação mais tarde. Portanto, pode-se concluir que em geral, não existe uma relação entre o total trimestral de chuvas e a data de início da estação chuvosa.

Para a análise não se torna repetitiva a partir deste ponto será mencionados apenas anos chuvosos e secos e inícios de período chuvoso mais cedo ou mais tarde, sem citar o total trimestral de chuva e as datas de inícios dos períodos chuvosos.

A Figura 6b (Bananeiras) mostra anos mais secos com o início das chuvas mais tarde como, por exemplo, os anos de 1952, 1966 e 1979, e anos secos com o início do período chuvoso mais cedo como 1963, 1965 e 1983. Por outro lado verificam-se anos chuvosos com o início das chuvas mais tarde como 1951 com início em 26/abril, 1974 com início em 18/abril e 1994 início 04/maio, e anos chuvosos com o início das chuvas mais cedo como, por exemplo, 1961 com início em 16/março e 1985 com início em 12/fevereiro.

A Figura 6c (Catolé do Rocha) também mostra anos mais secos com o início do período chuvoso mais cedo como 1972 e 1998; anos mais secos com o início das chuvas mais tarde como 1951, 1958 e 2001. Observam-se também anos chuvosos com o início das chuvas mais tarde como, por exemplo, 1965, início em 22/março, anos chuvosos com o início das chuvas mais cedo como 1974, início em 28/janeiro, e 2000 início em 05/janeiro.

Observe a Figura 6d (Ingá) nos mostra que existem anos chuvosos com início das chuvas mais tarde como 1964, 1969 e 1994 com o início do período chuvoso em 11/abril, 21/maio e 04/maio respectivamente, assim como anos chuvosos com início das chuvas mais cedo exemplo, 1961, 1985 e 2004 com início do período chuvoso em 16/janeiro, 12/fevereiro e 05/janeiro, respectivamente. Observe que existem também anos secos com início das chuvas mais tarde como, 1955, 1983 e 1998; assim como, anos secos com início do período chuvoso mais cedo como, 1952, 1963 e 2003.

A Figura 6e (Monteiro) indica que existem anos secos com início do período chuvoso mais tarde como 1953 e 1954 este último foi o ano mais seco do período estudado com 31 mm/trimestral, o início do período em 19/março, assim como existem anos secos com o início do período chuvoso mais cedo como 1966, 1972 e 1980. Entretanto, são observados anos chuvosos com o início do período chuvoso mais tarde como, por exemplo, 1960, 1965 e 1984 com início do período chuvoso em 06/março, 25/março e 10/março respectivamente, e anos

chuvosos com o início das chuvas mais cedo como 1967, 1974, 1985 e 2004 com início em 08/janeiro, 20/janeiro, 10/fevereiro e 05/janeiro, respectivamente.

A Figura 6f (Nova Olinda) mostra que existem anos secos com o início do período chuvoso mais tarde como é o caso de 1951, 1953 e 1982, e anos secos com o início das chuvas mais cedo como, 1958, 1962 e 1998. Também foram verificados anos chuvosos com o início do período chuvoso mais tarde como 1975, 1977 e 1984 com o início do período chuvoso em 19/fevereiro, 04/fevereiro e 01/março, respectivamente assim como anos chuvosos com o início das chuvas mais cedo como, por exemplo, 1961, 1971 e 1974 com o início das chuvas em 09/janeiro, 20/janeiro e 19/janeiro, respectivamente.

Observando a Figura 6g (Pedra Lavrada) verifica-se que os anos de 1950 a 1954 com chuvas entre 207,2 mm/trimestral a 58,3 mm/trimestral são anos secos com o início das chuvas mais tarde podemos citar também o ano de 1993 o ano mais seco do período estudado com 43,5 mm/trimestral e anos secos com o início das chuvas mais cedo como 1955, 1959, 1970, 1983 e 1998. Existem anos chuvosos com o início das chuvas mais tarde como, por exemplo, 1971 com início em 07/março e anos chuvosos com o início do período chuvoso mais cedo como, por exemplo, 1963 e 1985 com início do período chuvoso em 02/fevereiro 1974, e 1986 com início das chuvas em 29/janeiro, e 22/janeiro respectivamente.

Observando a Figura 6h (Umbuzeiro) verifica-se que os anos de 1966 a 1971, as chuvas variam entre 225 a 385 mm/trimestral aproximadamente. Em 1952, 1957 entre outros são anos secos com períodos chuvosos mais tarde, e anos secos com chuvas mais cedo em, 1955, 1962, 1980 e 1996. Mostram também anos chuvosos com o período chuvoso mais tarde tais como 1951 e 1988 cujo início do período chuvoso ocorre em 25/abril. Para anos de 1977 e 1994 o início foi 10/abril e 07/maio, e para anos chuvosos com o início das chuvas mais cedo como é o caso de 1960, 1961 e 1985 o início ocorre em 11/março, 17/janeiro e 13/fevereiro respectivamente.

Portanto, pode-se concluir que no geral não existe uma relação entre o total trimestral de chuvas e o dia Juliano para 91 dias consecutivos com chuvas.

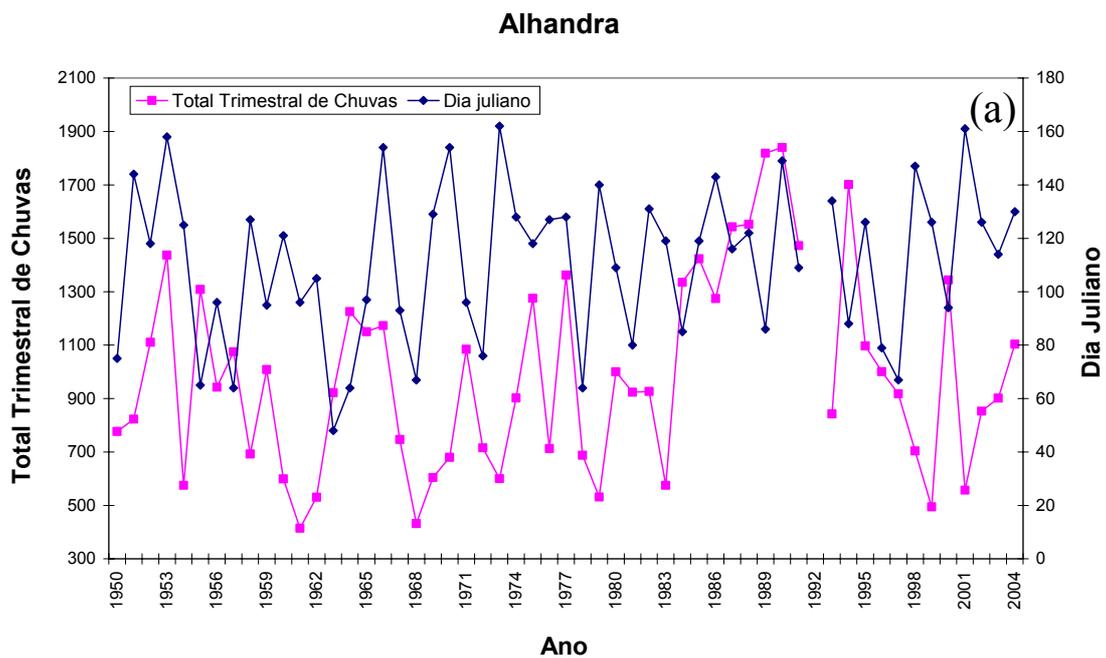
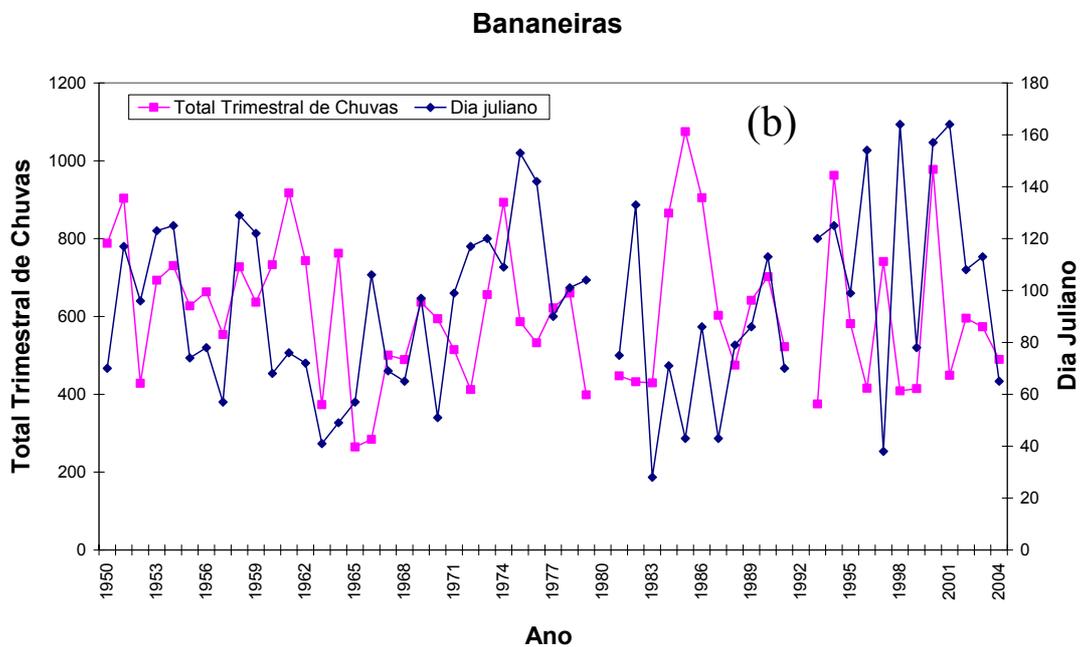
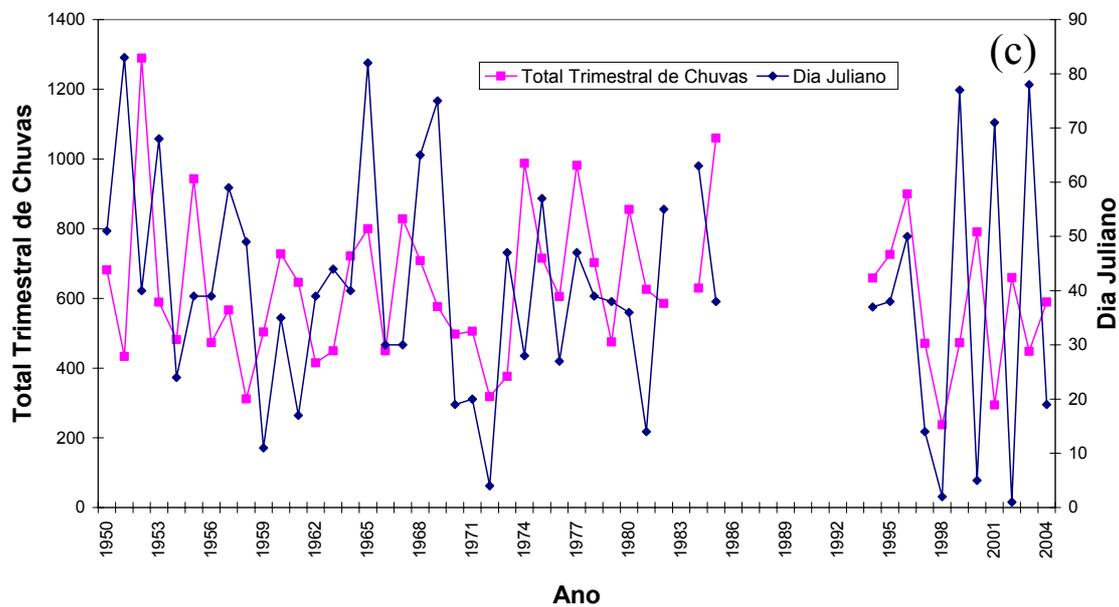


Figura 6 – Gráficos do total trimestral mais chuvoso e do início do período mais chuvoso do ano (91 dias consecutivos) em dia Juliano, (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro.

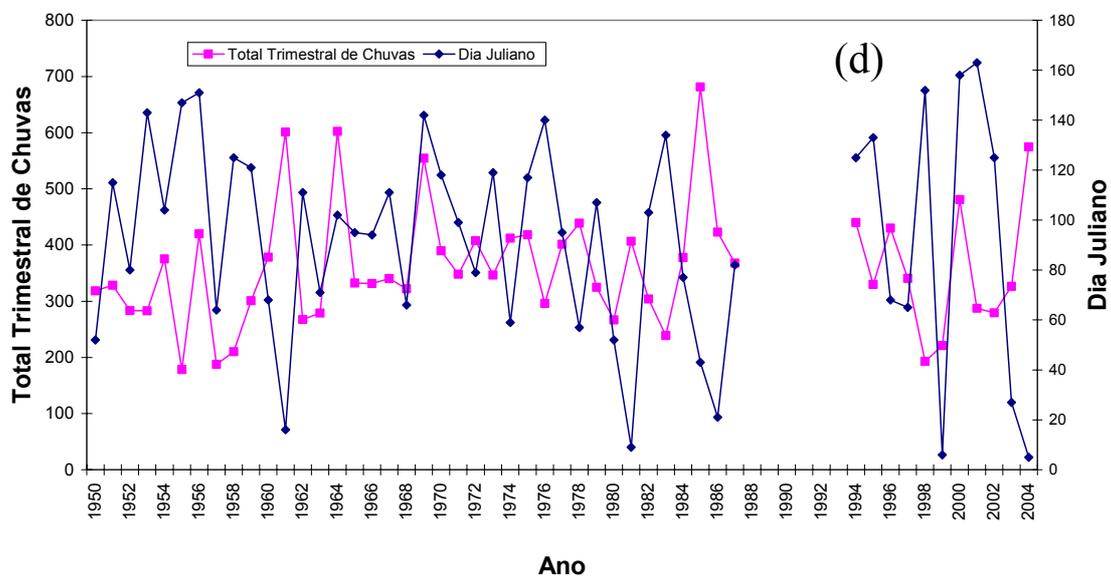


Continuação Figura 6

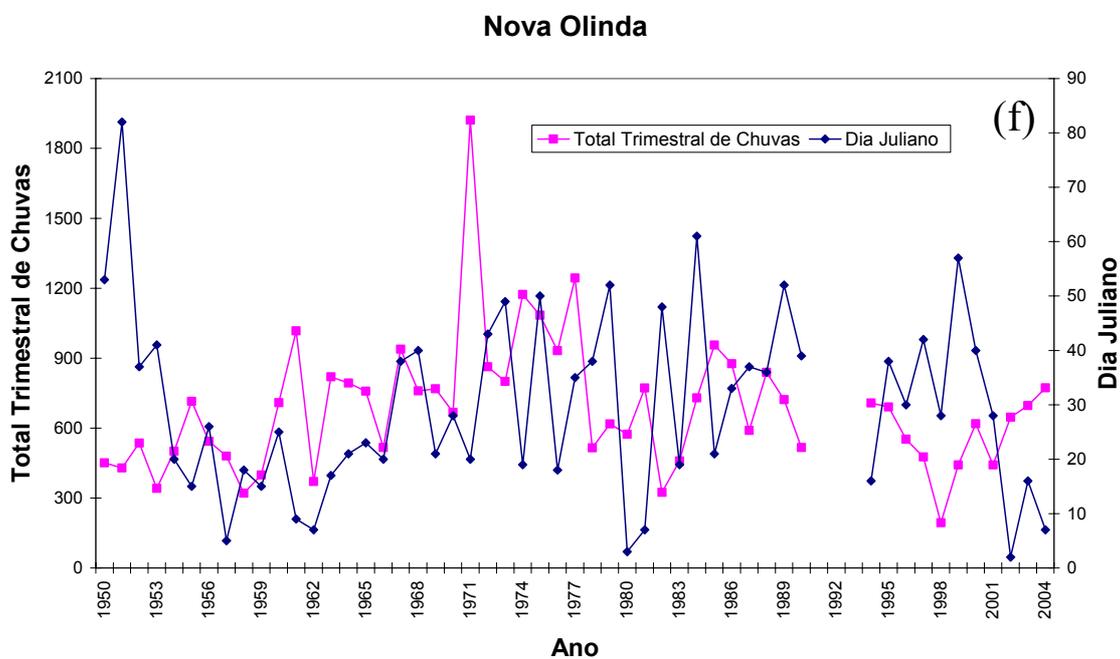
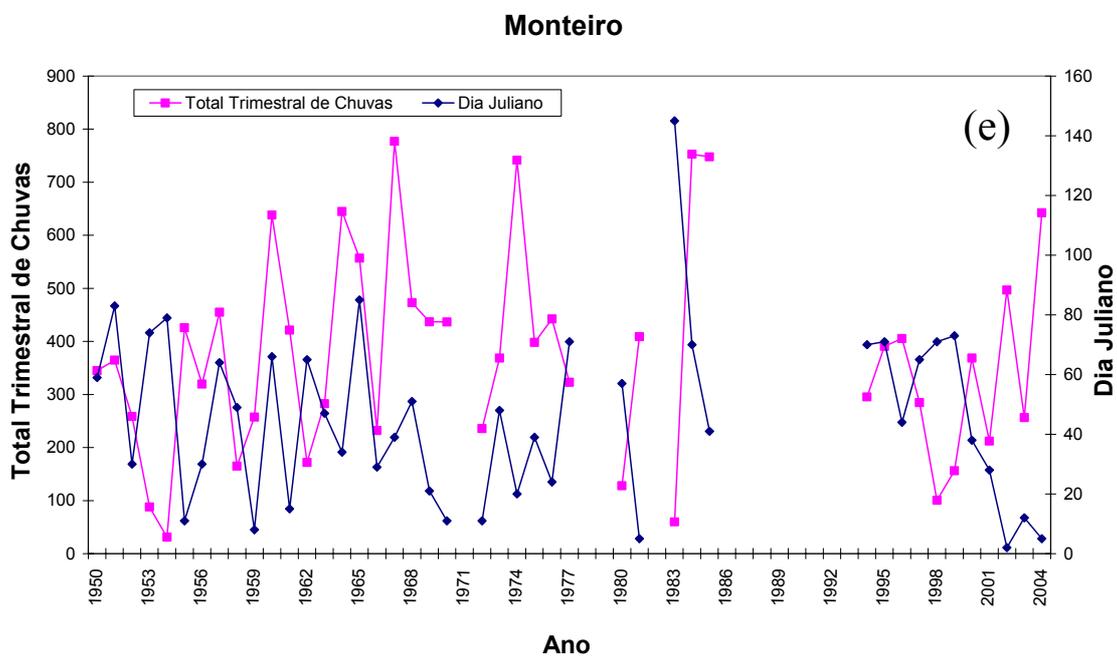
Catolé do Rocha



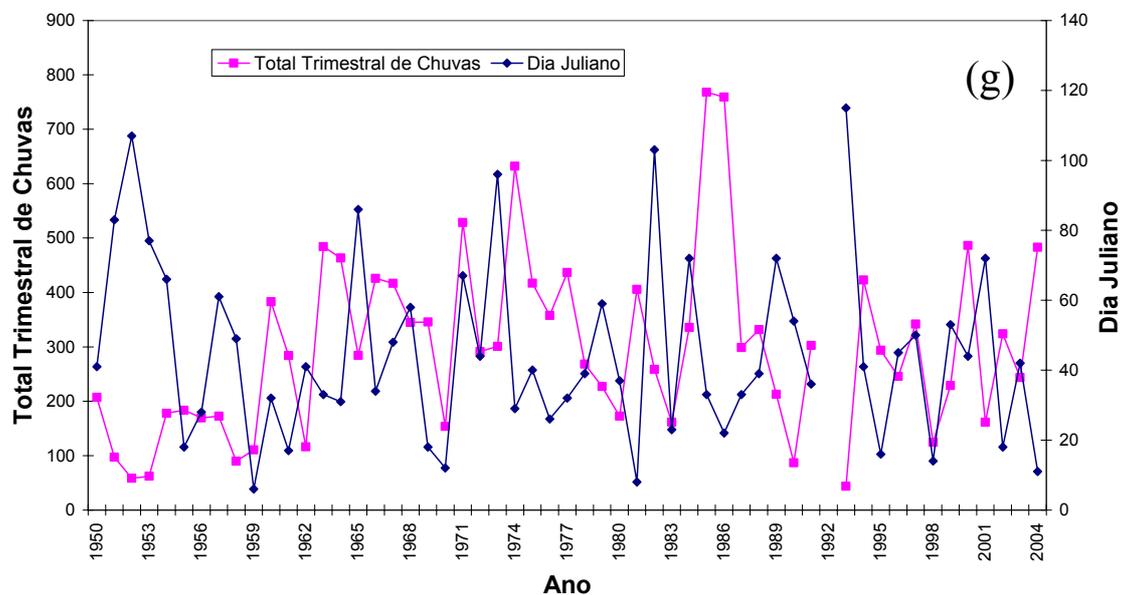
Ingá



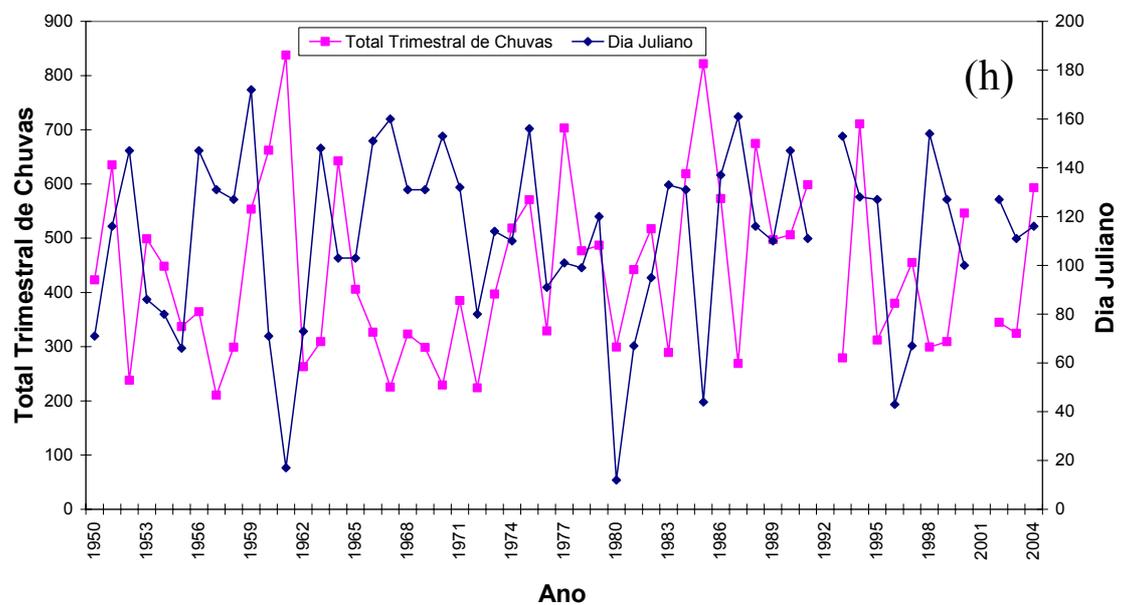
Continuação Figura 6



Pedra Lavrada



Umbuzeiro



4.1.5.2. Total quadrimestral de chuvas e início do período mais chuvoso do ano (121 dias consecutivos) em Dia Juliano.

A Figura 7 refere-se aos gráficos do total quadrimestral de chuvas e o início do período mais chuvoso do ano (121 dias consecutivos) em dia Juliano para algumas localidades do Estado da Paraíba. Observe na Figura 7a (Alhandra) que existem anos secos com início do período chuvoso mais tarde como, por exemplo, 1954, 1960 e 1999 com um total quadrimestral de chuvas de 644,2, 669 e 621,6 mm/quadrimestral com início do período chuvoso em 15/abril, 15/abril e 02/maio. E anos secos com início das chuvas mais cedo como, 1961 e 1968 com total quadrimestral de 529,8 e 528,8 mm/quadrimestral e início do período chuvoso em 17/janeiro e 22/janeiro. Assim como existem anos chuvosos com o início do período chuvoso mais tarde como, por exemplo, 1977 e 1990 com total quadrimestral de aproximadamente 1679 e 2311 mm/quadrimestral e início do período chuvoso em 07/abril e 19/abril, e anos chuvosos com início das chuvas mais cedo como, em 1987, 1988, 1989 e 1994 com total de chuvas entre 2024 a 2464 mm/quadrimestral, com início das chuvas de 25/março a 28/março e 23/março respectivamente. Portanto, pode-se concluir que no geral não existe uma relação entre o total quadrimestral de chuvas e o dia Juliano.

Para a análise não se torna repetitiva a partir deste ponto será mencionados apenas anos chuvosos e secos e inícios de período chuvoso mais cedo ou mais tarde, sem citar o total trimestral de chuva e as datas de inícios dos períodos chuvosos.

Observando a Figura 7b (Bananeiras) observa-se que existem anos secos que começam as chuvas mais tarde como, por exemplo, 1963, 1979 e 1993, e anos secos com o período chuvoso mais cedo como 1964, 1965 e 1972. Assim como existem anos chuvosos com chuvas mais tarde como 1964, 1974, 1994 e 2000 e início do período chuvoso em 26/março, 22/março, 27/março e 15/abril, respectivamente. O período chuvoso dos anos 1961 e 1985 ocorre mais cedo ambos tem início em 17/janeiro.

A Figura 7c (Catolé do Rocha) mostra anos secos e chuvosos com período chuvoso mais tarde nos anos secos de 1953, 1973, 1999 e 2001. Para os anos chuvosos de 1967 e 1975 o início ocorreu 01/fevereiro e 07/fevereiro. Existem também anos secos e chuvosos com o início do período chuvoso mais cedo como, por exemplo, 1955, 1962, 1972 para anos secos e

para anos chuvosos 1955 e 1985 ambos com início das chuvas em 17/janeiro. Os anos de 1952 e 1975 iniciam quadrimestre mais chuvoso em 13/janeiro e 18/janeiro respectivamente.

Resultados semelhantes aos de Alhandra; Bananeiras e Catolé do Rocha foram observadas para Ingá (Figura 7d); Monteiro (Figura 7e); Nova Olinda (Figura 7f); Pedra Lavrada (Figura 7g) e Umbuzeiro (Figura 7h)

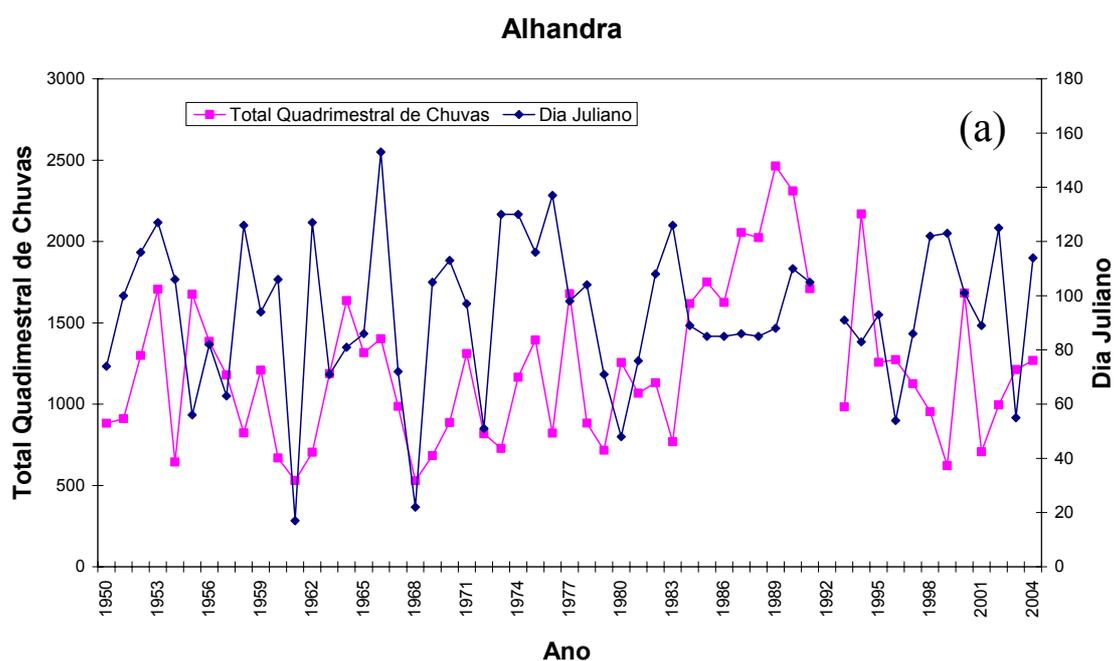
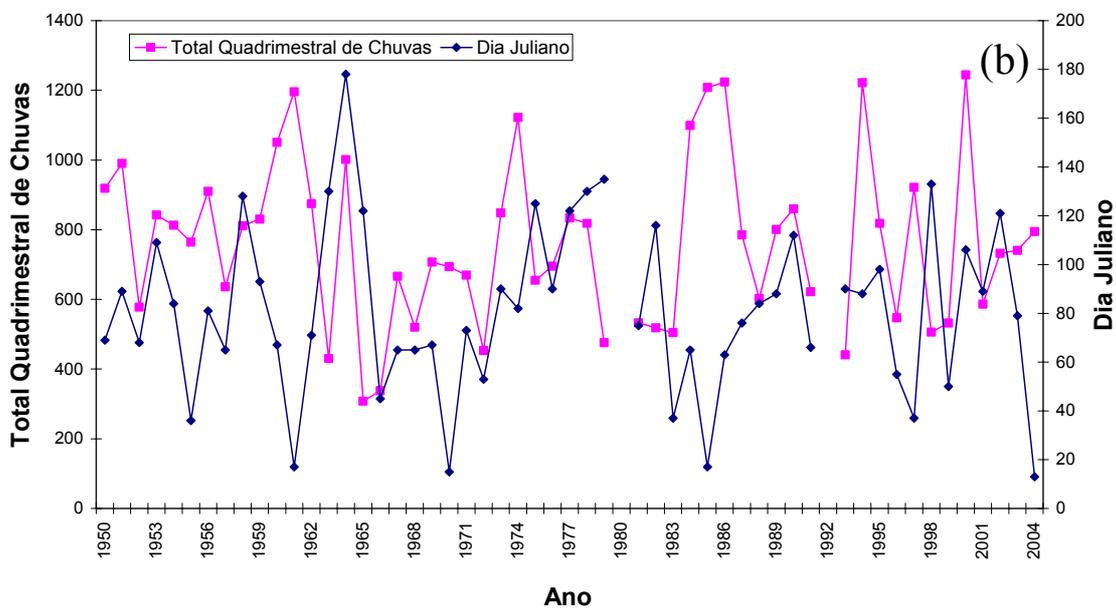
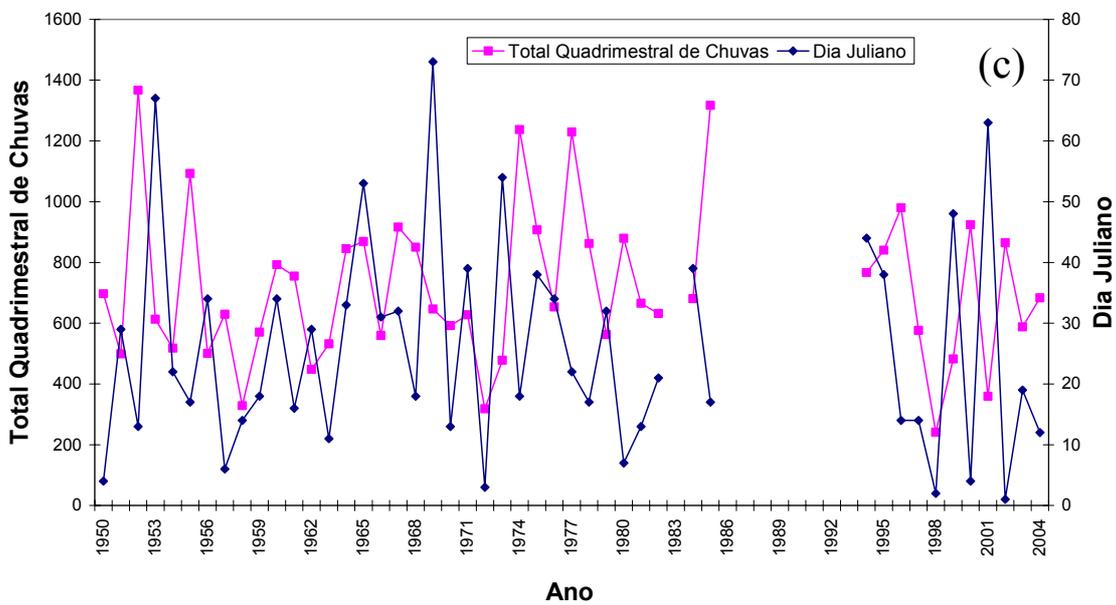


Figura 7 – Gráficos do total quadrimestral de chuvas e início do período mais chuvoso do ano (121 dias consecutivos) em dia Juliano; (a) Alhandra; (b) Bananeiras; (c) Catolé do Rocha; (d) Ingá; (e) Monteiro; (f) Nova Olinda; (g) Pedra Lavrada; (h) Umbuzeiro.

Bananeiras

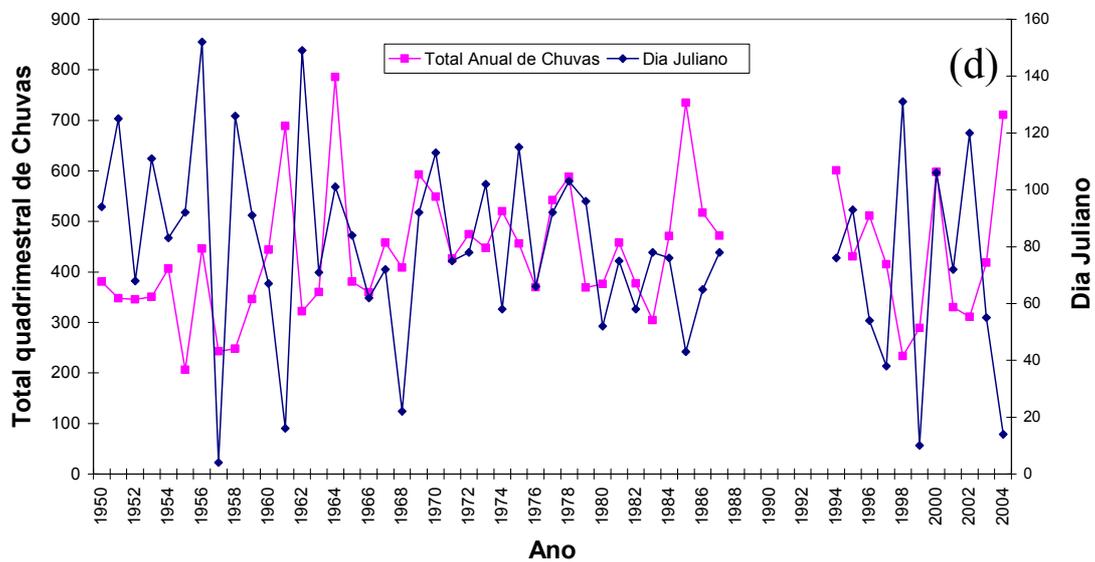


Catolé do Rocha

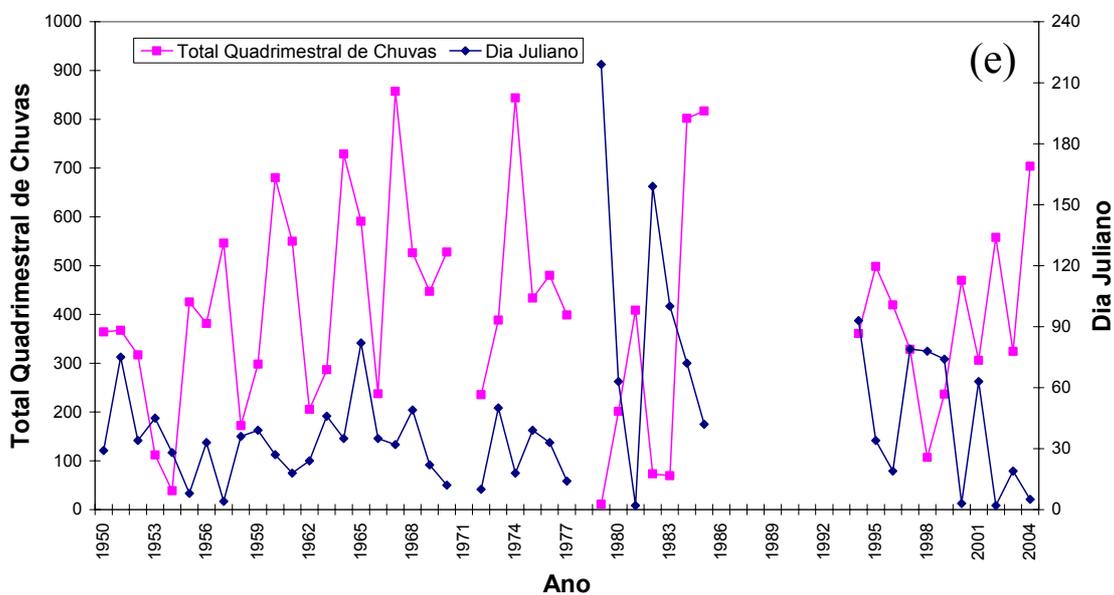


Continuação Figura 7

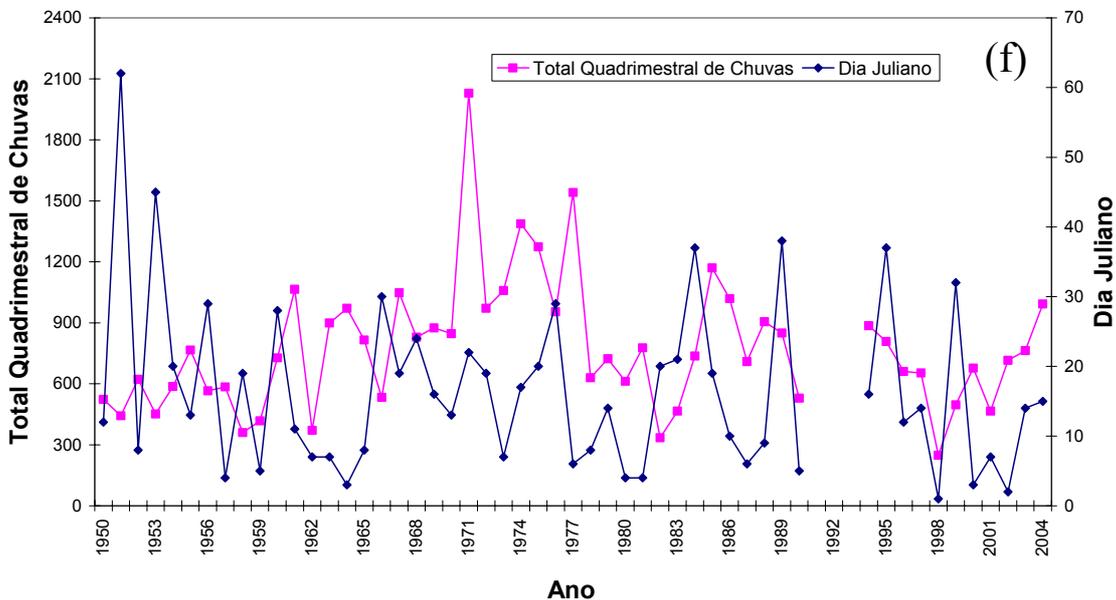
Ingá



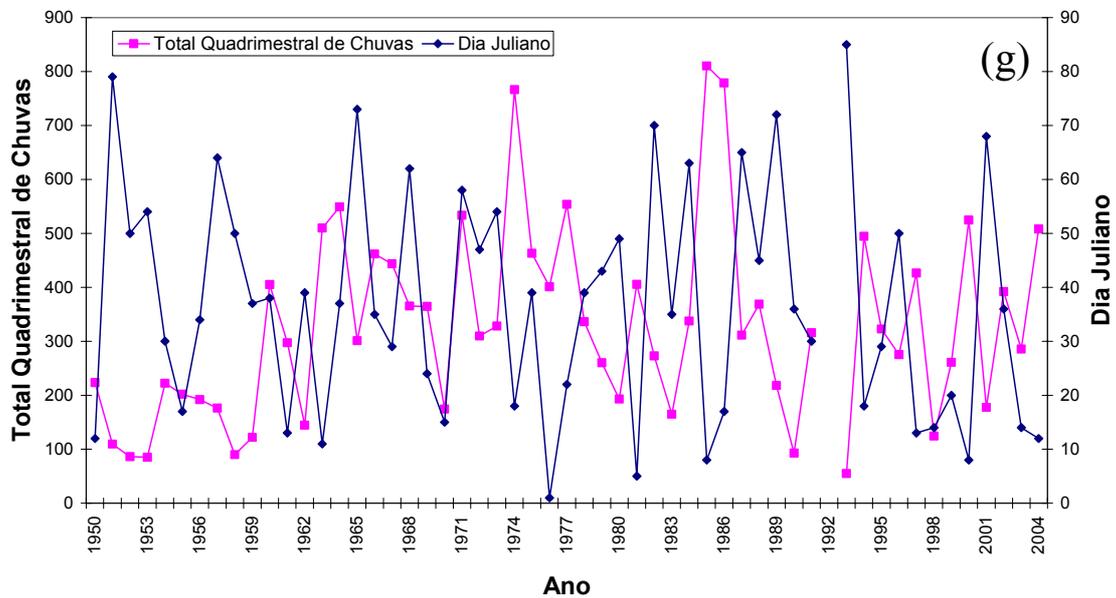
Monteiro

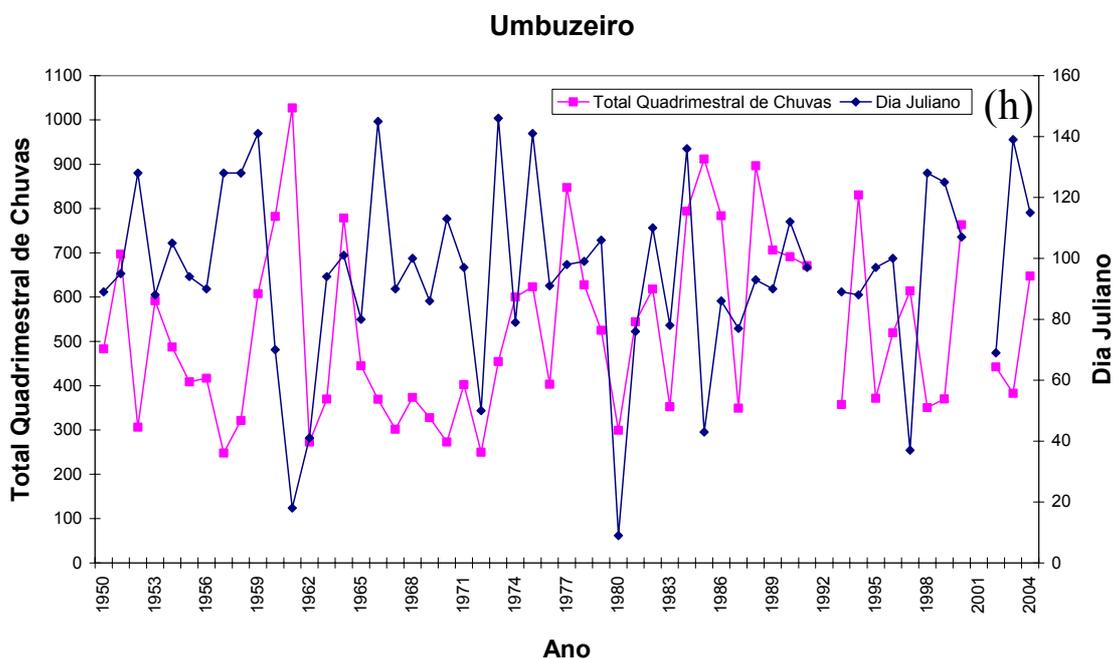


Nova Olinda



Pedra Lavrada





Os gráficos das Figuras 6 e 7 mostram que para todas as localidades analisadas e para períodos chuvosos de 91 dias ou 121 dias o total estacional de precipitação é independente da data de início do período chuvoso. Observou-se anos chuvosos e anos secos com início da estação chuvosa cedo, bem como anos chuvosos e secos com início da estação chuvosa tarde. Este fato foi verificado em todas as localidades analisadas e em todas as microrregiões do Estado. Portanto, pode-se concluir que anos chuvosos ou anos secos independe da data de início do período chuvoso em qualquer ponto do território Paraibano.

Um fato muito comentado entre a população principalmente do Semi-árido, mas também pela população litorânea, é a relação das chuvas com a fase da lua, muitos agricultores só plantam na lua nova ou cheia, pois, de acordo com eles estas são as luas fortes. Em muitos casos as chuvas são esperadas na lua nova ou na lua cheia. Entretanto, este apelo popular para o Estado da Paraíba ainda não foi analisado com dados observados de chuva. Portanto, ainda é licito perguntar se as chuvas na Paraíba realmente têm alguma ligação com as fases da lua? Para responder esta pergunta na próxima seção é feita uma análise do total de chuva em cada fase da lua durante o período chuvoso de cada microrregião da Paraíba.

4.1.6. Climatologia da precipitação de cada fase da lua (nova, crescente, cheia e minguante) para o período de 121 dias mais chuvoso.

Observe a Tabela 5 que apresenta os totais médios lunares antes de cada fase da lua para algumas localidades do Estado da Paraíba. A média correspondente a lua nova foi computada a partir de um dia após a lua minguante até o dia da lua nova; a da lua crescente de um dia após a lua nova até o dia da lua crescente, e assim sucessivamente para as demais luas. A Tabela 6 mostra o t student calculado para um conjunto de 54 pares de dados do teste da diferença de duas médias. Ressalta-se que para este conjunto de dados o t crítico ao nível de significância de 95% ($p = 0,05$) é de 1,99, e ao de 90% ($p = 0,1$) é de 1,67.

A Tabela 5 mostra que a precipitação média para o estado da Paraíba como o todo, nos dias que antecede a lua nova após um dia da lua minguante é de 36,84 mm/faselunar; 38,43 mm/faselunar para os dias que antecede a lua crescente; 36,11 mm/faselunar para os da lua cheia, e 36,09 mm/faselunar para a lua minguante. Observa-se que para o estado da Paraíba como um todo o período lunar mais chuvoso é o de um dia após a lua nova até o dia da lua crescente e o menos chuvoso é de um dia após a lua cheia até o dia da lua minguante. Contudo, esta diferença não é estatisticamente significativa, ou seja, não se pode afirmar categoricamente que estas médias são diferentes.

Tabela 5: Médias antes de cada fase da lua * (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) para algumas localidades do estado da Paraíba.

Localidades	Lua Nova	Lua Crescente	Lua Cheia	Lua Minguante
Alhandra	69,4	69,4	65,0	67,4
Bananeiras	39,8	40,9	42,4	42,0
Catolé do Rocha	43,3	43,9	43,3	41,8
Ingá	23,0	23,4	25,3	23,6
Monteiro	22,8	24,4	23,1	22,1
Nova Olinda	48,9	55,0	42,4	44,6
Pedra Lavrada	19,2	20,9	16,4	20,8
Umbuzeiro	28,3	29,5	31,0	26,4
Média	36,8	38,4	36,1	36,1

* Médias antes de cada fase da lua para a lua nova é o total médio observado de um dia após o dia da lua minguante até o primeiro dia da lua nova, para a lua crescente de um dia após a lua nova até o dia da lua crescente, e assim sucessivamente para as demais luas.

É oportuno mencionar que das oitos localidades analisadas em cinco delas: Alhandra, Catolé do Rocha, Monteiro, Nova Olinda e Pedra Lavrada, o total médio do período lunar que antecede a lua crescente é mais elevado que aqueles que antecedem as demais lua, entretanto, com estas diferenças entre as médias não são estatisticamente significativas, exceto para Nova

Olinda, não é conveniente concluir que elas são diferentes. Para as localidades de Bananeiras, Ingá e Umbuzeiro os maiores totais médios lunares foram para os dias que antecedem a lua cheia, mas as diferenças entre as médias também não são estatisticamente significativas. De maneira geral, mesmo não sendo estatisticamente significativo, o período de um dia após a lua minguante até o dia da lua crescente (centrado no dia da lua nova) é mais chuvoso que o período de um dia após a lua crescente até o dia da lua minguante (centrado na lua cheia) (Tabela 5 e 6).

Tabela 6: Valores de t calculado para o teste da diferença entre duas médias, ou seja, entre as médias das diversas fases da lua para localidades do estado da Paraíba, escolhida de acordo com a sua localização geográfica e qualidade dos dados diário de precipitação pluvial, antes de cada fase da lua.

Localidade	Lua	Lua Crescente	Lua Cheia	Lua Minguante
ALHANDRA	Lua Nova	0,002	0,601	0,279
	Lua Crescente		0,553	0,258
	Lua Cheia			0,352
BANANEIRAS	Lua Nova	0,249	0,615	0,498
	Lua Crescente		0,397	0,281
	Lua Cheia			0,091
CATOLÉ do ROCHA	Lua Nova	0,099	0,012	0,322
	Lua Crescente		0,103	0,375
	Lua Cheia			0,288
INGÁ	Lua Nova	0,148	0,923	0,238
	Lua Crescente		0,738	0,077
	Lua Cheia			0,715
MONTEIRO	Lua Nova	0,403	0,075	0,156
	Lua Crescente		0,338	0,516
	Lua Cheia			0,226
NOVA OLINDA	Lua Nova	0,763	0,935	0,616
	Lua Crescente		1,951	1,611
	Lua Cheia			0,435
PEDRA LAVRADA	Lua Nova	0,527	1,007	0,496
	Lua Crescente		1,358	0,019
	Lua Cheia			1,316
UMBUZEIRO	Lua Nova	0,313	0,723	0,593
	Lua Crescente		0,388	0,940
	Lua Cheia			1,465
t crítico (t_c)	99%: $t_c = 2,58$; 95%: $t_c = 1,96$; 90% $t_c = 1,645$			

Os valores calculados estão representados em módulo; os do t_c estão apresentados para quantidade de grau de liberdade usada no presente trabalho.

A Tabela 7 mostra a precipitação média para o período lunar centrado no dia de cada fase da lua. A Tabela 8 mostra o t calculado de t de student da diferença das médias de cada fase da lua mostradas na Tabela 7. Observa-se que as diferenças estatisticamente significativas ao nível de 95% ($p = 0,05$) são para a lua cheia e crescente em Bananeiras e crescente e cheia em Nova Olinda; ao nível de 90% ($p = 0,1$) são para lua cheia e minguante

em Bananeiras e nova e cheia em Nova Olinda (Tabelas 7 e 8). Para o estado da Paraíba como um todo, verifica-se que o total médio de precipitação do período lunar é maior no período centrado na lua crescente e é menor no período centrado na lua minguante, entretanto, quando se faz uma análise por localidade esta diferença não é observada.

Tabela 7: Médias para o total médio observado no meio de cada fase da lua ** (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) para localidades do estado da Paraíba.

Localidades	Lua Nova	Lua Crescente	Lua Cheia	Lua Minguante
Alhandra	65,4	65,3	63,1	65,8
Bananeiras	39,2	35,9	43,5	36,6
Catolé do Rocha	38,1	44,3	39,9	39,9
Ingá	21,9	22,0	23,2	21,9
Monteiro	21,2	23,3	20,3	19,8
Nova Olinda	47,8	53,4	38,4	44,4
Pedra Lavrada	18,3	18,1	17,6	19,9
Umbuzeiro	28,5	26,3	27,5	23,1
Média	35,1	36,1	34,2	33,9

** Médias meio de cada fase da lua é o total acumulado médio de três dias antes do dia da lua até três dias após o dia da lua. A média para lua nova é o total médio de três dias antes da lua nova até três dias após a lua nova e assim sucessivamente para as demais luas.

Tabela 8: Valores de t calculado para o teste entre duas médias, ou seja, entre as médias das diversas fases da lua para localidades do estado da Paraíba, escolhido de acordo com a sua localização geográfica e qualidade dos dados diários de precipitação pluvial, no meio de cada fase da lua.

Localidade	Lua	Lua Crescente	Lua Cheia	Lua Minguante
ALHANDRA	Lua Nova	0,004	0,302	0,054
	Lua Crescente		0,306	0,060
	Lua Cheia			0,407
BANANEIRAS	Lua Nova	0,383	1,063	0,650
	Lua Crescente		2,014	0,190
	Lua Cheia			1,803
CATOLÉ do ROCHA	Lua Nova	1,266	0,428	0,382
	Lua Crescente		0,920	0,819
	Lua Cheia			0,009
INGÁ	Lua Nova	0,046	0,597	0,009
	Lua Crescente		0,541	0,038
	Lua Cheia			0,593
MONTEIRO	Lua Nova	0,591	0,233	0,332
	Lua Crescente		0,860	0,936
	Lua Cheia			0,110
NOVA OLINDA	Lua Nova	0,810	1,708	0,518
	Lua Crescente		2,550	1,318
	Lua Cheia			1,128
PEDRA LAVRADA	Lua Nova	0,063	0,242	0,510
	Lua Crescente		0,164	0,516
	Lua Cheia			0,660
UMBUZEIRO	Lua Nova	0,598	0,260	1,552
	Lua Crescente		0,335	1,102
	Lua Cheia			1,337
t crítico		99% : $t_c = 2,58$; 95%: $t_c = 1,96$; 90%: $t_c = 1,645$		

Valores estes representados em módulo; valores do t_c para quantidade de grau de liberdade usada no presente trabalho.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o total médio diário climatológico da precipitação pluvial apresenta uma grande variabilidade interdiária, não apresentando tendências dos mesmos ocorrerem em um determinado dia do ano. Conclusão semelhante é obtida para o dia do ano freqüentemente mais chuvoso, ou seja, não existe tendência do dia freqüentemente mais chuvoso ocorrer em um determinado dia do ano.

A semana dos maiores totais médios climatológicos do ano também apresenta uma grande variabilidade intersemanal, porém tendem a ocorrer de 15/março a 15/abril, para as áreas do sertão e cariri, e do final de maio até julho, nas áreas do agreste, zona da mata e litoral. Conclui-se que isto ocorre porque estes são os períodos em que os sistemas responsáveis pela produção de chuvas, a ZCIT e os Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera, no Cariri e Sertão, e onda de leste, no litoral, zona da mata e agreste, estão atuando nestas áreas, respectivamente.

O início do período do ano mais chuvoso varia consideravelmente de um ano para um outro, tanto para período chuvoso de 91 dias, como para período de 121 dias. Também pode ser concluído que o início da estação (mais cedo ou mais tarde) não tem relação com a qualidade da estação, pois, ocorrem anos secos com início da estação chuvosa cedo ou tarde, e anos chuvosos com início da estação chuvosa cedo e anos chuvosos com início da estação tarde.

Outra conclusão foi de que o total acumulado de chuva durante um período lunar independe da fase da lua. Contudo, observou-se que o período que vai de um dia após a lua minguante até o dia da lua crescente é um pouco mais chuvoso que o período que vai de um dia após a crescente até o dia da lua minguante, porém, a diferença não é estatisticamente significativa. Isto leva a afirmar que a produção de chuva de uma determinada localidade na Paraíba independe da fase da lua

6. SUGESTÕES

Para estudos futuros sugere-se que:

- Ao invés de realizar análises pontuais, pode ser realizadas por área.
- Realizar estudos semelhantes para outros estados da região.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. D., KAYANO, M. T. Estudos Preliminares da Precipitação no Sul do Ceará durante a Pré-Estação das Chuvas. **Climanálise**, v.6, p.41-50, 1991.

ALVES, J. M. B., REPELLI, C. A. The Rainfall Variability Over the Northeast Brazil Region and the ENSO events. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 7, n.2, p. 583-592, 1992.

ALVES, J. M. B., CAMPOS, J. N. B.; FERREIRA, F. F.; STUDART, T. M. C. As chuvas de janeiro/2004 no Nordeste do Brasil, suas características atmosféricas e seus impactos nos recursos hídricos da região. In: **VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004, São Luis**. Anais do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004.

AZEVEDO, T. R. de. Precipitação na Cidade de São Paulo em função da atividade urbana. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Foz do Iguaçu, Sociedade Brasileira de Meteorologia. 2002a.

AZEVEDO, T. R. de. **Distribuição espacial da ocorrência dos maiores totais diários de precipitação na RMSP e arredores em função da intensidade relativa da atividade urbana**. GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, n.12, 2002b, xxp.

BACK, A. J. Aplicação de cadeias markovianas à modelagem da precipitação diária. **Revista de Tecnologia e Ambiente**. v.4, p.17-28, 1997.

BEGA, R. M., VIEIRA, S. R. MARIA, I. C., DECHEN, S. C. F., CASTRO, O. M. Variabilidade espacial das precipitações pluviais diárias em uma estação experimental em Pindorama, SP. **Bragantia**, v.64, n.1 p.149-156, 2005.

BEGUERIA, S., SERRANO, S. M. V. Mapping the hazard of extreme rainfall by peaks over threshold extreme value analysis and spatal regression techniques. **Journal of Applied Meteorology**. 45(1) p.108-124, 2006.

BRADLEY, D.A., WOODBURY, M. A., BRIER, G.W. Lunar synodic period and widespread precipitation. **Journal of Atmospheric Sciences**, v.137, p.748-749, 1962.

BRIER, G. W., BRADLEY, D. A. The lunar synodical period and precipitation in the United States. **Journal of Atmospheric Sciences**, v.21, p.386-395, 1964.

BRITO, J. I. B.; SANTOS, C. A. C. Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.22, n.3, p.303-312, 2007.

CALGARO, M. **Análise da variação espaço-temporal dos parâmetros para a modelagem estocástica da precipitação pluvial diária no Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

CAVALCANTI, I.A. **Um estudo sobre as interações entre os sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais**. INPE 2494 TDL/097, 1982.

CHAN, S. C. **Analysis of easterly wave disturbances over South Atlantic Ocean.** Dissertação de mestrado INPE - 5222 - TDL/437, p.104, 1990.

CAMUFFO, D. Lunar influence on climate. *Earth Moon on Planets.* 85-86: p. 99-113, 2001.

GAN, M.A. **Um estudo observacional sobre as baixas da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e leste do Brasil.** Dissertação de Mestrado, INPE -2685-TDL/126, 1982.

GUERRA, I. L. R. Tipos de Clima do Nordeste. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 17, n. 4, p. 449-496, 1955.

GOMES FILHO, M.F.; SOUZA, E.P.; BECKER, C.T. Sistemas convectivos de mesoescala com precipitação intensa na Paraíba: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.11, n.1/2, p.36-43. 1996.

HANSON, K., MAUL, G.A., MCLEISH, W. Precipitation and lunar synodic cycle: Phase progression across the United States. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, v.26, p.1358-1362, 1987.

HASTENRATH, S., LAMB, P. **Climatic Atlas of the Tropical Atlantic and Eastern Pacific Oceans.** University of Wisconsin Press, 113 pp, 1977.

KASMIER, L. J. **Estatística aplicada à economia e administração.** São Paulo 1982 (coleção Schaum). 376p.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on northeast Brazil. **Monthly Weather Review** v.107, p.1140–1153, 1979.

KOUSKY, V. E.: Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v.108, p.488-498, 1980.

KOUSKY, V. E., CHU, P.S. Fluctuations in annual rainfall for Northeast Brazil. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v.56, p.457- 465, 1978.

LUND, I. A., Indications of a lunar synodical period in United states observations of sunshine. **Journal of Atmospheric Sciences**, v.22, p.24-39, 1965.

MARENGO, J., UVO, C. Long-term streamflow and rainfall fluctuations in tropical South America: Amazonia, Eastern Brazil and Northwest Peru (**to be submitted to Journal of Geophysical Research**), 1996.

MARKHAM, C. G. E MCLAIN, D. R. Sea Surface Temperature Related to Tain in Ceará Northeastern Brazil. **Nature**, v.265, p.320-323, 1977.

MATALLO Jr, H. **A desertificação no mundo e no Brasil.** In: SCHENKEL, C. S. & MATALLO Jr, H (org.). Desertificação. Brasília: UNESCO, p. 9-25, 1999.

MENEZES, H. E. A. **Influência da temperatura da superfície dos oceanos tropicais na ocorrência de veranicos no estado da Paraíba.** Dissertação de mestrado – UFCG. Campina Grande, 2006.

MOURA, A. D., SHUKLA, J. On the dynamics of the droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal Atmospheric Science**, v.38, n.12, p.2653-2673, 1981.

MUNK, W., BILLS, B. Tides and the climate: some speculations. **Journal of Physical Oceanography**. v.37, p. 135-147, 2007.

PENALBA, O. C., ROBLEDO, F. A. Frequency of precipitation in the humid PAMPA of Argentina. **15th Conference on Applied Climatology**, Savannah, Georgia, USA p.20-24 2005.

PÉREZ, S. P., SIERRA, E. M., PESCHIERA, J. M. Calendário pluviométrico en el margen oriental del agrícola Argentina. **Revista de Climatología**. v.8, p. 41-49, 2008.

PHILANDER, S. G. **El Nino, La Nina, and the southern oscillation.** Academic Press. San Diego. p. 311, 1989.

RAO, V.B., LIMA, M., FRANCHITO, S.H.: Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v.6, p.1754-1763, 1993.

REPELLI, C. A., ALVES, J. M. B. Variabilidade interanual da estação chuvosa no estado do Ceará e a probabilidade de ocorrência de veranicos. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v.4, p. pi-pf, 1996.

SAMPAIO, E. V. S. B. E SAMPAIO, Y. Preservação da vegetação nativa, especialmente de Caatinga: custos e responsabilidades. Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 3, Recife, PE, 1999. In: **Anais, Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, CD-ROM, p.17, 1999.

SANTOS, C. A. C. dos. **Estimativas e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba.** Dissertação de mestrado – UFCG. Campina Grande, 2006.

SERVAIN, J. L. **Climatic Atlas of the Tropical Wind Stress and Sea Surface Temperature 1985-1989.** Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, p.143, 1990.

SILVA, M. C. L.; BRITO, J. I. B.; COSTA, A. M. N. Proposta de Monitoramento da Precipitação Pluvial no Estado da Paraíba Utilizando a Técnica dos Quantis. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII**, Fortaleza-CE. Anais: CD-ROM, SBMET, 2004.

SILVA, V. P. R., CAVALCANTI, E. P., NASCIMENTO, M. G., CAMPOS, J. H. B. C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.269-274, 2003.

SOARES, F.R.; BRITO, J.I.B. Estudo da Variabilidade Interanual da Aridez e da Vegetação (IVDN) da Região do Seridó do Rio Grande do Norte e Paraíba. In: **III Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande**. Campina Grande. CD-ROM. 2006.

SOUSA, F. A. S., SILVA, V. P. R. Análise de intensidade de chuva pela curva normalizada da precipitação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p.319-323, 1998.

TEIXEIRA, M. S.; SATYAMURTI, P. Eventos Extremos de Precipitação na Região da Serra do Mar: Parte I – Descrições Estatísticas da Precipitação Diária. In: **XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Florianópolis, 2006.

TUCCI, C. E. M. E BRAGA, B. **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.9, 2003.

TREALAR, N. C. Luni-solar tidal influences on climate variability. **International Journal of Climatology**. v.22, nº 12, p.1527-1542, 2002.

UVO, C. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIAK, S. E. E KUSHNIR, Y. The relationship Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. **Journal of Climate**, v.11, 1998.

UVO, C. R. B. e NOBRE, C. A., A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil. Parte I: A Posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. **Climáanalise**. v. 4, nº 07, p.34 – 40, 1989.

WEICKMANN, K. M., LUSSKY, G. R.; KUTZBACH, J. E. Intraseasonal (30-60 day) fluctuations of outgoing longwave radiation and 250 mb streamfunction during northern winter. **Monthly Weather Review**, v.113, p.941-961, 1985.

YAMAZAKI, Y., RAO, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 55, p.205-207, 1977.

YNDESTAD, H. The influence of the lunar nodal cycle on Arctic climate. – **ICES Journal of Marine Science**. 63: p.401-420, 2006.

8. ANEXO

Tabela 9: Localização geográfica dos postos pluviométricos.

LOCALIDADES	LATITUDE	LONGITUDE
AGUIAR	- 7,08	- 38,18
ALHANDRA	- 7,43	- 34,92
BANANEIRAS	- 6,77	- 35,63
CATOLÉ DO ROCHA	- 6,35	- 37,75
CONCEIÇÃO	- 7,55	- 38,52
CARAUBAS	- 7,72	- 36,52
INGÁ	-7,28	-35,60
IMACULADA	- 7,38	- 37,50
JOÃO PESSOA	- 7,12	- 34,88
MAMANGUAPE	- 6,83	- 35,12
MONTEIRO	- 7,88	- 37,12
NOVA OLINDA	- 7,47	- 38,05
PEDRA LAVRADA	- 6,75	- 36,47
POMBAL	- 6,77	- 37,82
SANTA LUZIA	- 6,87	- 36,93
SÃO JOÃO RIO DO PEIXE	- 6,73	- 38,45
SOLEDADE	- 7,07	- 36,37
TAPEROA	- 7,20	- 36,83
TEIXEIRA	- 7,22	- 37,27
UMBUZEIRO	- 7,70	- 35,67