



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

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS OCEANOS
TROPICAIS NA OCORRÊNCIA DE VERANICOS NO ESTADO DA PARAÍBA**

HUDSON ELLEN ALENCAR MENEZES

JOSÉ IVALDO BARBOSA DE BRITO

Orientador

Campina Grande - PB, fevereiro de 2006.

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS OCEANOS
TROPICAIS NA OCORRÊNCIA DE VERANICOS NO ESTADO DA PARAÍBA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA EM 20 DE FEVEREIRO DE 2006

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

Área de Concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escalas

Orientador: José Ivaldo Barbosa de Brito

Aluno: Hudson Ellen Alencar Menezes

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA
CENTRAL DA UFCG

M543i Menezes, Hudson Ellen Alencar.
Influência da temperatura da superfície dos oceanos tropicais na ocorrência de veranicos no Estado da Paraíba / Hudson Ellen Alencar Menezes. - Campina Grande, 2006.
93 f.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2006.
"Orientação : Prof. Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito".
Referências.

1. Climas Oceânicos - Temperatura - Campina Grande (PB).
2. Temperatura de Superfície. 3. Veranicos - Campina Grande (PB). 4. Dissertação - Meteorologia. I. Brito, José Ivaldo Barbosa de. II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 551.585.1(813.3)(043)

HUDSON ELLEN ALENCAR MENEZES.

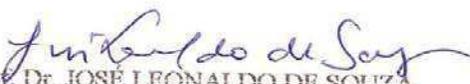
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS OCEANOS
TROPICAIS NA OCORRÊNCIA DE VERANICOS NO ESTADO DA PARAÍBA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20/02/2006

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. JOSÉ LEONALDO DE SOUZA
Departamento de Meteorologia
Universidade Federal de Alagoas

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Cícero Menezes e Maria
Eleuzina Alencar Menezes; aos meus
irmãos, Havorraine Ellen, Hamströng Ellen,
Rickson Ellen e Rickson Ellen; e ao meu
sobrinho, Euzele Neto.

Em especial ao “Amigo Velho”, Alexandre
César Soares da Silva (*In Memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus, o referencial absoluto do universo.

Aos meus pais, Cícero Menezes e Maria Eleuzina Alencar Menezes, pela demonstração de fé e incentivo.

Ao meu orientador, José Ivaldo Barbosa de Brito pela paciência, confiança e incentivo fundamentais para conclusão deste trabalho.

Ao Professor Renilson Targino Dantas, Chefe da UACA, pela atenção e os ensinamentos ao longo do curso.

Ao Professor Tantravahi Venkata Ramana Rao, Coordenador do Curso de Graduação em Meteorologia, pela atenção e carinho.

A Morgana Lígia de Farias Freire, Coordenadora do Curso de Licenciatura Plena em Física da UEPB, pela sua amizade e incentivo.

Ao Professor Bernardo Barbosa da Silva, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia pelo incentivo e dedicação.

Ao Grupo de Previsão Climática do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE, em especial a Lincoln Muniz Alves, pelas grandes contribuições.

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

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

Aos meus amigos e companheiros, Emanuel Messias Araújo da Silva Nóbrega, Alcides Olinto da Silva, Enneo Arthur Aires Porto Ferreira, Kleber Renato da Paixão Ataíde e Ana Cleide Nascimento Bezerra, por estarmos sempre unidos, superando todas as dificuldades.

A Lindenberg Lucena da Silva, Rodrigo César Limeira, João Hugo Baracuy da Cunha Campos, Lincoln Eloi, Emerson Mariano, Josicleida, Edivânia, Djane, Isaier Júnior, Carlos, Bergson, Cícera, Francisco, Samara, Fernanda, Wendell, Rafael, Rildo, dentre outros, pela demonstração de amizade.

Aos meus amigos e colegas que acreditaram e/ou contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

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 utilizados dados de precipitação diária de postos pluviométricos localizados no estado da Paraíba, da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba (LMRS-PB), no período compreendido de 1º de janeiro de 1963 a 31 de dezembro de 1999, e de anomalias mensais de TSM na área dos niños: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, e Índices mensais do Atlântico Tropical Norte e Sul (TNAI e TSAI), de outubro de 1962 a dezembro de 1999, da base de dados do Centro Diagnóstico do Clima da NOAA. Também foram utilizados dados da produção agrícola anual de Cana-de-Açúcar, Arroz, Abacaxi, Algodão, Sisal, Milho e Feijão para o estado da Paraíba, os quais foram disponibilizados pelo IBGE para o período de 1975 a 1994. Foram estimados os veranicos para cada micro e mesorregião. 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.

ABSTRACT

The objective this work is to verify possible influences of the surface sea temperature (SST) anomalies in the Equatorial Pacific and the Tropical Atlantic on the duration of the dry spell of the rainy stations of the micros and meso-regions of the Paraíba state, and the relation between the dry spell and the productions of Sugarcane, Rice, Pineapple, Cotton, Fiber agave, Corn and Beans for the meso-regions of the Paraíba state, daily precipitation data had been used to estimate the dry spells. The data are originating from Supervision of the Northeast Development (SUDENE) and from Meteorology Laboratory of the Paraíba state (LMRS-PB). The data comprehend the period from January 1 of 1963 to December 31 of 1999, and monthly SST anomalies on the regions of the niños: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 and Niño 4, and monthly Tropical North and South Atlantic Indices (TNAI and TSAI) from October of 1962 to December of 1999, the database of the Diagnostic Center of Climate of the NOAA. Data of Sugarcane, Rice, Pineapple, Cotton, Fiber agave, Corn and Beans annual productions on the Paraíba state from the IBGE for the period from 1975 to 1994 were used. The dry spell for each micro and meso-regions had been estimate. They also had been elaborated the correlation and graphical analyses between the SST anomalies and the dry spells, and between dry spells and agricultural productions. The conclusions were: the dry spells of the east of the State are influenced by the conditions of the Tropical Atlantic, while the dry spells of the central and west parts of the State were directly affected by the conditions of Equatorial Pacific. The agricultural productions of the part east were not directly affected by the dry spells, while of the central and west parts were affected by the dry spells, corn and beans mainly.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo Geral.....	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
3.1 Região Nordeste do Brasil.....	23
3.2 Estado da Paraíba.....	27
3.3 Veranico.....	28
3.4 Temperatura da Superfície do Mar (TSM).....	32
3.5 Culturas.....	35
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1 Material.....	38
4.2 Métodos.....	39
4.2.1 Meso e Microrregiões Homogêneas da Paraíba.....	39
4.2.2 Relação entre TSM e Veranico.....	47

4.2.3 Relação entre Produção Agrícola e Veranico.....	52
4.2.4 Método de Regressão Linear.....	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1 Série Temporal dos Veranicos.....	55
5.1.1 Veranicos nas Mesorregiões do Estado da Paraíba.....	55
5.1.2 Veranicos nas Microrregiões do Estado da Paraíba.....	59
5.2 Correlação com os Oceanos Tropicais.....	67
5.2.1 Análise dos Veranicos nas Mesorregiões da Paraíba.....	67
5.2.2 Análise dos Veranicos nas Microrregiões da Paraíba.....	70
5.3 Relação com Produção Agrícola.....	77
6 CONCLUSÕES.....	87
7 SUGESTÕES.....	89
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
APÊNDICE.....	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Localização geográfica das mesorregiões que possuem a mesma estação chuvosa do estado da Paraíba. Mesorregião 1 (abril a julho), Mesorregião 2 (fevereiro a maio) e Mesorregião 3 (janeiro a abril).....	40
Figura 2 – Localização geográfica das microrregiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba.....	41
Figura 3 – Áreas do Oceano Pacífico Tropical conhecidas como Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4.....	50
Figura 4 – Áreas do oceano Atlântico Tropical que foram calculados os TNAI e TSAI, associadas ao Padrão de Dipolo de anomalias de TSM no Atlântico.....	52
Figura 5 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na Mesorregião 1 do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	57
Figura 6 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na Mesorregião 2 do estado da Paraíba, na estação chuvosa de fevereiro a abril, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	58
Figura 7 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Litoral do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	60
Figura 8 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Brejo do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	61
Figura 9 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Agreste do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	62

Figura 10 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Cariri/Curimataú do estado da Paraíba, na estação chuvosa de fevereiro a maio, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	63
Figura 11 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Sertão do estado da Paraíba, na estação chuvosa de fevereiro a maio, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	64
Figura 12 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Alto Sertão do estado da Paraíba, na estação chuvosa de janeiro a abril, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.....	65
Figura 13 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Cana-de-Açúcar em milhões de toneladas para a Mesorregião 1.....	78
Figura 14 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Arroz em milhares de toneladas para a Mesorregião 1.....	79
Figura 15 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Abacaxi em milhões de frutos para a Mesorregião 1.....	80
Figura 16 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Algodão em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.....	81
Figura 17 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Sisal em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.....	82
Figura 18 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Milho em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.....	83
Figura 19 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Feijão em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.....	84

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 – Precipitação média da estação chuvosa (mm/estação) e anual (mm/ano) para as microrregiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba.....	41
Tabela 2 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Litoral do estado da Paraíba.....	42
Tabela 3 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Brejo do estado da Paraíba.....	43
Tabela 4 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Agreste do estado da Paraíba.....	44
Tabela 5 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Cariri/Curimataú do estado da Paraíba.....	45
Tabela 6 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Sertão do estado da Paraíba.....	46
Tabela 7 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Alto Sertão do estado da Paraíba.....	47
Tabela 8 – Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña durante o período de 1963 a 1999.....	49
Tabela 9 – Relação dos anos em que se observaram os eventos do Padrão de Dipolo no oceano Atlântico Tropical.....	51
Tabela 10 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 1 e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	68
Tabela 11 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 2 e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	69

Tabela 12 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Litoral da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	71
Tabela 13 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Brejo da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	72
Tabela 14 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Agreste da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	73
Tabela 15 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Cariri/Curimataú da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	74
Tabela 16 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Sertão da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	75
Tabela 17 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Alto Sertão da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.....	76
Tabela 18 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos na Mesorregião 1 e a quantidade de produção agrícola de Cana-de-Açúcar, Arroz e Abacaxi.....	85
Tabela 19 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos na Mesorregião 2 e a quantidade de produção agrícola de Algodão, Sisal, Milho e Feijão.....	86

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ANA	Agência Nacional de Águas
AT	Atlântico Tropical
ATN	Atlântico Tropical Norte
ATS	Atlântico Tropical Sul
ATSM	Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar
CCM	Complexo Convectivo de Mesoescala
CDC	Centro Diagnóstico do Clima
CNPA	Centro Nacional de Pesquisa do Algodão
CNPMS	Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
COLA	Centro para Estudos do Oceano, Terra e Atmosfera dos Estados Unidos da América
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CTA	Centro Técnico Aeroespacial
CTRN	Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
DEMET	Departamento de Meteorologia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EN	El Niño
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
ENSO	El Niño-Oscilação Sul
EUA	Estados Unidos da América

FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LMRS-PB	Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba
NCEP	Centro Nacional de Previsão Ambiental dos Estados Unidos da América
NEB	Nordeste do Brasil
NOAA	Administração Nacional do Oceano e Atmosfera
OMJ	Oscilação de Madden e Julian
OS	Oscilação Sul
POAs	Perturbações Ondulatórias no Campo dos Alísios
SBA	Sociedade Brasileira de Agrometeorologia
SBEA	Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola
SBMET	Sociedade Brasileira de Meteorologia
SIMOC	Sistema de Modelagem Estatística dos Oceanos
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TNAI	Índice do Atlântico Tropical Norte
TSAI	Índice do Atlântico Tropical Sul
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UACA	Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba

UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
VCAT	Vórtice Ciclônico da Alta Troposfera
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
mm/dia	Milímetro por dia
°S	Graus Sul
°W	Graus Oeste

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do semi-árido do Nordeste do Brasil, principalmente no estado da Paraíba, é fortemente dependente da precipitação pluviométrica, e, conseqüentemente, as suas variações provocam prejuízos econômicos e sociais à população do Estado. A Paraíba tem como características climáticas marcantes, as irregularidades, tanto espacial quanto temporal, do seu regime de chuvas.

A água é o insumo básico da sobrevivência de todas as espécies e indicador do desenvolvimento de uma região, sendo necessária atenção especial no seu manejo visando sua conservação em qualidade e quantidade. Isso é alcançado por meio da gestão dos recursos hídricos, que se refere aos procedimentos relativos à tentativa de equacionar e resolver as questões da água e otimizar o seu uso (Setti *et al.*, 2001).

Por ser um país de grande extensão territorial, o Brasil possui diferentes regimes de precipitação. De norte a sul encontra-se uma grande variedade de climas com distintas

características regionais. Na região Norte do País verifica-se um clima equatorial chuvoso, com chuvas de primavera, verão e outono, sendo que na parte noroeste da região praticamente não se observa estação seca. No Nordeste a estação chuvosa do Semi-árido, com índices pluviométricos relativamente baixos, restringe-se a poucos meses, em geral, três a quatro meses. As regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais quanto de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão com chuvas convectivas. O sul do Brasil, devido à sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas baroclínicos de latitudes médias, onde os sistemas frontais são os principais causadores de chuvas durante todo o ano (Menezes *et al.*, 2004).

A grande variabilidade anual e interanual da precipitação são características marcantes na região Nordeste do Brasil (NEB). Outra característica dessa Região é a distribuição espacial, pois há regiões que apresentam precipitação acumulada inferior a 350 mm/ano, a exemplo do Cariri Paraibano, e outras com totais superiores a 1500 mm/ano como o litoral da Paraíba. Ressalta-se que a distância entre o Cariri e o Litoral da Paraíba é de aproximadamente 100 km.

O oceano é a principal fonte global de umidade para a atmosfera, propiciando precipitações em regiões com ocorrência de instabilidades (convergência) atmosféricas.

A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais é a principal variável física influenciadora das condições climáticas no Nordeste. No Pacífico Tropical a presença de eventos quentes (frios) denominados de El Niño (La

Niña), anomalias positivas (negativas) de TSM, causa fenômenos climáticos diferenciados em várias áreas do Nordeste (Philander, 1991).

O ENOS (a junção do El Niño com a Oscilação Sul) e o Dipolo do Atlântico Tropical afetam diretamente o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que por sua vez influencia na distribuição das chuvas sobre o Nordeste. No entanto, embora a variabilidade interanual das TSM's e ventos sobre o Atlântico Tropical sejam significativamente menores do que as observadas no Pacífico Equatorial, essas variáveis afetam substancialmente a variabilidade climática sobre a América do Sul, em especial a Região Nordeste do Brasil (Hastenrath, 1984; Nobre e Shukla, 1996).

Como mencionado anteriormente a precipitação pluvial é uma variável muito importante para o desenvolvimento econômico/social da Paraíba. Portanto, o conhecimento detalhado da distribuição espacial e temporal de veranicos (fenômeno que se caracteriza por períodos de interrupção de precipitação durante a estação chuvosa) em micro e mesorregiões do Estado, bem como a influência das anomalias de TSM dos oceanos tropicais nas possíveis durações de veranicos, é de grande importância para a tomada de decisões por parte dos governos e da sociedade civil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo verificar possíveis influências das anomalias de TSM no Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical sobre a duração, em dias, dos maiores veranicos dentro das estações chuvosas das micros e mesorregiões do estado da Paraíba.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a distribuição temporal de veranicos nas microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba.
- Estimar os coeficientes de correlações entre os maiores veranicos de todas as microrregiões e mesorregiões da Paraíba com as anomalias de TSM das áreas dos niños: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, e índices do Atlântico Norte (TNAI) e do Atlântico Sul (TSAI).

- Estimar a correlação entre os veranicos e as produções de Cana-de-Açúcar, Arroz, Abacaxi, Algodão, Sisal, Milho e Feijão para as mesorregiões do estado da Paraíba.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Região Nordeste do Brasil

A história do Nordeste brasileiro (NEB) está intimamente ligada à história da seca. A falta de água é o grande problema enfrentado na Região, ocasionando graves problemas sociais e econômicos. A adversidade do clima, aliada a inaptidão do homem para superá-la, resultou sempre em trágicas conseqüências para a população atingida, principalmente no tocante a economia básica, a agricultura e a pecuária (Silva *et al.*, 2004a).

A variabilidade interanual da pluviometria sobre o Nordeste está associada à interação entre a atmosfera, os oceanos, como por exemplo, as variações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, modulando assim a pluviometria sobre o norte do Nordeste, e a fisiografia regional, como a posição do Planalto da Borborema (Nobre, 1996; Nobre e Melo, 2001; Nobre *et al.*, 2001; Repelli e Nobre, 1996).

Além da variabilidade interanual, o Nordeste do Brasil também apresenta uma variabilidade intrasazonal, com pelo menos três regimes de precipitação para três áreas distintas: uma área mais ao norte, onde as precipitações significativas ocorrem no bimestre março-abril; a faixa litorânea leste do Nordeste que se estende desde o Rio Grande do Norte até o sul da Bahia, com período chuvoso entre maio-julho; uma terceira região que abrange grande parte da Bahia e que tem máximos de precipitação nos meses de novembro e dezembro (Menezes *et al.*, 2003a).

O Nordeste brasileiro (NEB), exceto o Maranhão, possui especificamente mais de 90% da sua superfície caracterizada pela região de semi-árido, com distribuição temporal e espacial das chuvas muito irregular em um período de 3 a 5 meses (Araújo *et al.*, 2003).

Dentre os fenômenos atmosféricos que afetam a variabilidade intrasazonal e interanual das chuvas sobre o Nordeste estão os sistemas transientes como Oscilação de 30-60 dias, Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera (VCAT), Distúrbios Ondulatórios de Leste, Linhas de Instabilidade associadas à brisa marítima, assim como instabilidades termodinâmicas locais induzidas por aquecimento diferencial da superfície, convergência de umidade e convecção. Outros fenômenos que podem influenciar também na distribuição das chuvas na região são o El Niño (Oliveira, 1999; Menezes *et al.*, 2003b), os Complexos Convectivos de Mesoescala, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e banda de nuvens associadas a frentes frias. Tais fenômenos contribuem para modular a distribuição temporal da pluviometria sobre a Região, ocasionando períodos de estiagem intercalados por ocorrências de precipitações mais abundantes.

A Oscilação de Madden e Julian (OMJ) é o mais expressivo modo de variabilidade nos trópicos em escala de tempo menor que uma estação do ano (Kessler, 2001). Ela é o resultado da organização de grande escala da convecção das regiões do Oceano Índico, Indonésia e Pacífico Oeste que se propaga para leste por toda faixa tropical. Associadas com a convecção são observadas anomalias nos campos de ventos de baixos e altos níveis troposféricos, com convergência dentro da região de convecção e divergência fora dela nos baixos níveis, produzindo anomalias de pressão à superfície, de precipitação e de radiação entre outras variáveis meteorológicas (Iness *et al.*, 2003).

Os mecanismos dinâmicos que produzem chuvas no NEB podem ser classificados em mecanismos de grande escala, em geral responsáveis pela maior parte da precipitação observada, e mecanismos de meso e microescalas, que completam os totais observados. Dentre os mecanismos de grande escala, destacam-se os sistemas frontais, associados à Zona de Convergência do Atlântico do Sul (ZCAS) e a Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Fazem parte dos mecanismos de mesoescala as perturbações ondulatórias no campo dos Alísios (POAs), complexos convectivos de mesoescala (CCM) e brisas marinha e terrestre, enquanto circulações orográficas e pequenas células convectivas são os principais fenômenos de microescala atuantes na Região (Da Silva, 2005).

Os distúrbios de Leste são frequentemente relacionados com precipitações na região leste do Nordeste entre maio e agosto e os Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera que atuam entre outubro e abril estão associados com volumes de chuva significativos registrados principalmente em janeiro caracterizado como o mês de maior ocorrência destes sistemas (Kousky, 1980; Uvo, 1989; Mello *et al.*, 1992).

Molion e Bernardo (2002) sugerem que a variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o NEB, tanto nas escalas espacial quanto temporal, está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico tropicais.

O El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais fenômenos remotos responsáveis por extremos climáticos no nordeste do Brasil (NEB). Esta conexão se processa através da circulação atmosférica, de modo que uma circulação de Walker anormalmente deslocada para leste com seu ramo ascendente sobre o Pacífico Equatorial Leste e descendente sobre o Atlântico Tropical, explica as secas no NEB relacionadas a eventos de El Niño (Hastenrath, 1976; Kousky *et al.*, 1984; Kayano *et al.*, 1988; Ropelewski e Halpert, 1987 e 1989; Rao e Hada, 1990). As configurações anômalas da circulação atmosférica, temperatura da superfície do mar (TSM) e precipitação (em particular sobre o NEB) são aproximadamente invertidas durante os eventos de La Niña (Kousky e Ropelewski, 1989).

Em algumas áreas do sertão nordestino, meses de seca geralmente não há registros de chuvas e nos meses em que poderia ser observada chuva não chove o suficiente para o desenvolvimento, acumulação de água para as atividades básicas e industriais e aumento da produção agrícola, sendo assim as secas duram até dois anos em períodos de El Niño. Mas os períodos de seca não se limitam apenas ao sertão, até mesmo no litoral são observadas grandes deficiências de chuva. Os agricultores do nordeste também são prejudicados pela falta de chuva e sofrem graves perdas na área agrícola (Bezerra *et al.*, 2005).

3.2 Estado da Paraíba

A Paraíba é um dos Estados do Nordeste que apresenta o maior número de trabalhos científicos que tem como objetivo a investigação das variabilidades espaciais e temporais dos totais de precipitação pluvial mensal, sazonal e anual. A propósito um dos trabalhos pioneiros na análise da variabilidade espacial da precipitação na Paraíba foi Guerra (1955), enquanto a variabilidade temporal foi investigada no trabalho de Freise (1938) *apud Brito et al.* (2004). Vale ressaltar que a belíssima obra de Euclides da Cunha, *Os Sertões*, editada em 1902 descreve as variabilidades espacial e temporal das chuvas no Nordeste Brasileiro, inclusive na Paraíba. Assim como o poeta popular Leandro Gomes de Barros, no final do século XIX, já descrevia a variabilidade das chuvas nos vários sertões da Paraíba (Câmara Cascudo, 2000 *apud Brito et al.*, 2004).

Um monitoramento sistemático da precipitação pluvial no estado da Paraíba começou a ser realizado 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 aquela época o monitoramento das precipitações mensais, sazonais e anuais da Paraíba vem sendo feito comparando os totais observados de precipitação com os seus valores médios climatológicos mensais, sazonais e anuais para cada localidade. Além disso, o LMRS-PB dividiu o Estado em três grandes regiões e as denominou de Litoral-Agreste; Cariri-Curimataú e Sertão (Silva *et al.*, 2004b).

Braga e Silva (1990) mostraram que a Paraíba pode ser dividida em pelo menos cinco microrregiões pluviometricamente homogêneas, de forma que as microrregiões seriam:

microrregião 1 Litoral- Leste, Brejo e Agreste, a microrregião 2 o Cariri, a 3 o Curimataú, a microrregião 4 o Sertão e a microrregião 5 o Alto Sertão.

Nóbrega *et al.* (2005) obtiveram o início da estação chuvosa para Taperoá - PB e Campina Grande - PB, no meio do ano, com a atuação dos distúrbios de leste e linhas de instabilidade como causadores da precipitação nesta época, em João Pessoa - PB com início no mês de junho, com a atuação dos mesmos distúrbios citados anteriormente.

Alcântara *et al.* (2005a) constataram que as médias anuais da precipitação observadas no estado da Paraíba são bastantes variáveis espacialmente com valores entre 250 e 2000 mm. Observaram também que apenas as quadras chuvosas, de 1 a 4 meses, e secas, de 7 a 9 meses, são encontradas pelo estado e, a maioria dos municípios que fazem parte da região semi-árida do estado paraibano, apresentaram tendências temporais negativas em suas séries de precipitação. Algumas com valores extremamente altos como o município de Olho D'água.

3.3 Veranico

O veranico caracteriza-se por ser um período com sucessivos dias sem chuva, ou inferior a um determinado laminar apresentando, em média, valores baixos de umidade relativa do ar, bem como, elevação das temperaturas médias do ar. Os veranicos prolongados costumam causar sérios prejuízos à agricultura, sendo um dos principais fatores na quebra das safras agrícolas, principalmente para as culturas do milho e feijão (Nobre *et al.*, 2004 *apud* Santana *et al.*, 2005).

Deve-se considerar a distribuição da precipitação, uma vez que a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa (veranicos), a depender de sua duração e em qual

estádio fenológico atinge, pode afetar negativamente a produção das lavouras (Dias *et al.*, 2005).

De acordo com Diniz *et al.* (2005), os veranicos se constituem num problema sério, pois quando passam de aproximadamente dez dias e caso ocorra em um dos estádios fenológicos de emergência da plântula, floração e fase inicial da colheita (frutificação), podem causar prejuízo parcial ou total da safra, caracterizando um evento denominado de “seca verde”. Os veranicos também são muito prejudiciais quando ocorrem no período de germinação das plantas.

Dependendo da duração e da fase da cultura em que ocorre o veranico, a produção final pode ser seriamente afetada, devido a perdas de rendimento por estresse hídrico nas plantas (Neto e Vilela, 1986).

No caso de florestas plantadas a duração do veranico pode comprometer o vingamento e estabelecimento de árvores novas. Desta forma estudos desta natureza podem auxiliar no planejamento de plantio das árvores e manejo da cultura (Souza *et al.*, 2005).

A precipitação total do período chuvoso é suficiente para o desenvolvimento da agricultura na zona intertropical, porém ela é afetada por veranico. A influência do veranico sobre a produtividade das culturas pode ser acentuada, principalmente quando coincide com a fase na qual a planta é mais sensível à deficiência hídrica. No cerrado, o veranico coincide, muitas vezes, com o período de florescimento da planta, ou seja, na fase mais sensível (Carvalho *et al.*, 2000).

Espinoza *et al.* (1980) *apud* Carvalho *et al.* (2000) encontraram, para a cultura do milho, perdas na ordem de 20 a 70% em função da densidade de plantio para as variedades mais resistentes ao déficit hídrico, com veranico acontecendo na época de reprodução.

Segundo Barbosa (1986), a ocorrência irregular do veranico, de ano para ano, torna a cultura do milho vulnerável ao déficit hídrico, em qualquer estágio de desenvolvimento, com prejuízos visíveis a sua produção.

Segundo Sousa e Peres (1998), no caso do milho têm-se verificado reduções de até 60% no rendimento da cultura quando o déficit hídrico ocorreu desde o estágio de floração até o enchimento dos grãos, e de 40% quando ocorreu durante a iniciação floral. Os mesmos autores concluíram que num experimento conduzido quando os períodos de seca ocorreram durante todo ou durante parte do processo reprodutivo da planta, a irrigação suplementar permite praticamente duplicar os rendimentos das variedades de milho testadas.

Nas regiões intertropicais o conceito de veranico gera algumas controvérsias, a começar pelo que se considera um dia seco. Como exemplos, Silva *et al.* (1981) consideram dia sem chuva aquele em que a evapotranspiração real é maior do que a chuva ocorrida nesse mesmo dia. Já Chatfield (1966) *apud* Minuzzi e Sedyama (2005) recomenda o valor de 1,0 mm de chuva diária, abaixo da qual se considera como dia seco. Neto e Vilella (1986) consideram dias secos como os períodos de precipitação pluvial inferior a 3 mm, outros consideram dia seco um dia com precipitação inferior a 5 mm num período de sete dias (Sansigolo, 1989). Quanto à duração de dias secos, segundo Resende *et al.* (1996), alguns autores consideram o veranico como um período de curta estiagem, de

aproximadamente dez a 20 dias durante o período chuvoso, podendo mostrar seus efeitos negativos cerca de cinco dias após a última chuva.

Uma das alternativas para fugir dos períodos mais sujeitos à ocorrência de déficit hídrico consiste no planejamento da atividade agrícola, fazendo coincidir as épocas de maior consumo de água pelas plantas com a maior disponibilidade hídrica da região (Carlesso *et al.*, 2001). Mas a maneira mais segura de se reduzir o risco causado pela deficiência hídrica é através do uso da irrigação. O uso da irrigação possibilita o aumento na produtividade dos cultivos e a melhoria na qualidade da produção, além de diminuir consideravelmente os riscos da atividade agrícola. Entretanto, como a água é um bem finito e os custos inerentes à aplicação da água (consumo de energia + depreciação do equipamento) são consideráveis, o uso da irrigação deve ser cuidadosamente planejado para evitar prejuízos econômicos à atividade (Alcântara, 2005b).

Durante eventos de El Niño, o número de dias considerados secos ou com déficit hídrico parecem ser maiores, em relação aos períodos em que observa eventos de La Niña ou anos de neutralidade, na região. Deste modo, em anos de EN, a agricultura sente-se prejudicada (Alcântara, 2005b).

Os padrões médios encontrados em relação à frequência de veranicos sugerem uma maior correlação com o Atlântico, isto pode ser explicado pelo fato de a ZCIT “preferir” águas mais aquecidas (anomalias positivas de TSM, ao longo da faixa equatorial). Anos considerados “normais” do ponto de vista dos totais pluviométricos, parece ter maior flutuação das anomalias de TSM, induzindo uma maior frequência de ocorrência de veranicos (Santana *et al.*, 2005).

A previsão da ocorrência dos veranicos para uma região é fundamental e, aliada às consequentes perdas que este veranico pode acarretar, torna-se ferramenta importante para o desenvolvimento da agricultura com menor risco para o produtor (Sousa e Peres, 1996).

3.4 Temperatura da Superfície do Mar (TSM)

Como as chuvas e conseqüentemente toda a demanda hídrica da Região Nordeste do Brasil (NEB), em particular sua região mais árida, é diretamente influenciada pelas condições térmicas superficiais do Oceano Atlântico Tropical (Moura e Shukla, 1981; Nobre e Shukla, 1996), é oportuno testar novas metodologias de previsão de TSM.

De acordo com Kane (1997), somente 46% dos eventos de El Niño (EN) fortes e moderados do período de 1849-1992, estiveram associados à secas em Fortaleza. Assim, outros fatores podem se sobrepor acentuando as anomalias climáticas relacionadas com eventos de EN em certas regiões ou agindo de forma contrária, diminuindo-as. Ressalta-se que as informações sobre ocorrência de El Niño antes de 1945 não são muito confiáveis, pois, medidas sistemáticas de TSM no Pacífico tiveram início no final de 1944 (Da Silva, 1993). Portanto, os resultados de Kane (1997) devem ser vistos com cautela.

O NEB também é influenciado pelas circulações atmosféricas e oceânicas no Atlântico Tropical (AT) (Hastenrath e Heller, 1977; Markham e McLain, 1977; Moura e Shukla, 1981). Grande parte da variabilidade interanual da TSM do Atlântico Tropical (AT) pode ser explicada pelos modos: equatorial, padrão do tipo dipolo e gradiente inter-hemisférico de anomalias de TSM (ATSM). O modo equatorial é similar ao El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e caracteriza-se por ATSMs extremas situadas quase zonalmente no

leste do Atlântico equatorial, que se relacionam com alísios no Atlântico equatorial oeste mais fracos (fortes) que o normal durante os episódios quentes (frios) (Silva *et al.*, 2005).

O padrão tipo dipolo mostra ATSMs com sinais opostos sobre o AT Norte (ATN) e AT Sul (ATS). Moura e Shukla (1981) e Souza (1997), associaram este modo com uma circulação meridional anômala termicamente direta, com movimento ascendente na região com ATSMs positivas e movimento descendente na região com ATSMs negativas. As anomalias com sinais contrários geram o aparecimento de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico no Atlântico tropical (Wagner, 1996). Este, juntamente com os padrões anômalos de vento e pressão em superfície, influencia na intensidade e migração norte-sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o AT que, por sua vez, afeta o clima no NEB (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981).

Pezzi e Cavalcanti (2001), através de simulações, mostraram que em condições de EN e de dipolo negativo no AT (TSM mais baixa que o normal no ATN e acima do normal no ATS), ocorre precipitação acima da média no norte do NEB.

Nem sempre o EN é um fator determinante da qualidade da estação chuvosa do NEB. Nestes casos, as ATSMs no AT são mais importantes. Dessa forma, para o monitoramento do clima dessa região, é fundamental observar o que está acontecendo em ambos os oceanos, pois previsões baseadas somente no fenômeno ENOS podem levar a conclusões errôneas (Silva *et al.*, 2005).

Barros *et al.* (2005) *apud* Da Silva *et al.* (2005) ao estudarem a influência do clima na bacia do rio da Prata, detectou que durante os últimos quarenta anos, uma tendência na precipitação foi causada principalmente pela intensificação do sinal do El Niño, levando

para um decréscimo na frequência de grandes enchentes no rio Paraná no alto e baixo curso.

O ENOS é definido por Cane (1992), e citado por Alves *et al.* (1997), como um evento associado a um forte e complexo acoplamento oceano-atmosfera que se manifesta sobre a Bacia do Pacífico Equatorial, o qual consiste de uma componente oceânica, o El Niño (EN), relacionado ao aquecimento anômalo das águas superficiais sobre o Pacífico leste, e uma componente atmosférica, a Oscilação Sul (OS), relacionada com a flutuação no campo de pressão entre as regiões da Alta Subtropical do Pacífico Sudeste e a Baixa Pressão da Indonésia.

Estudos anteriores apontaram evidências de que o ENOS também contribui indiretamente para a variabilidade climática do Atlântico, através da teleconexão atmosférica via circulação de Walker no plano equatorial zonal (Giannini *et al.*, 2001). Dependendo da intensidade do evento ENOS, estas conexões se estabelecem com uma defasagem temporal de um a três meses, tal que os impactos mais fortes ocorrem durante a estação de outono, após a fase madura do ENOS (Barreto *et al.*, 2005).

Oliveira *et al.* (2005) verificaram que durante os eventos de La Niña ocorridos de 1967-1987, os índices de precipitação na Região do Litoral Norte de Alagoas estiveram em praticamente todas as estações com anomalia positiva de precipitação, as estações localizadas nas cidades de Passos de Camaragibe e São Luiz do Quitunde, obtiveram os maiores índices de anomalia positiva de precipitação, aproximadamente 130 mm.

3.5 Culturas

As grandes culturas são normalmente praticadas em regime de sequeiro, o que as faz depender exclusivamente das precipitações naturais. Os cultivos irrigados ainda são minorias, principalmente no que diz respeito a grandes áreas. Com isso, a atividade agrícola torna-se exclusivamente sazonal, sendo praticada principalmente na época das chuvas (Sousa e Frizzone, 1997).

A cana-de-açúcar foi introduzida no país no século XVI, no ano de 1502 e, devido às condições climáticas e pedológicas favoráveis, os engenhos se expandiram pelo litoral do país, tornando-o, em pouco mais de cinquenta anos após a sua introdução, o maior produtor mundial de açúcar proveniente da cana-de-açúcar (Cintra *et al.*, 2004).

O abacaxizeiro é cultivado na maioria dos países de clima tropical e subtropical. No Brasil, são encontrados plantios comerciais em todo o território, destacando-se os Estados de Minas Gerais, Pará, Paraíba e Bahia que, em 1999, contribuíram com 70,26% da produção nacional e 61,78% da área colhida do País (Gondim e Azevedo, 2002).

Conforme Gomes (1999), as estimativas para o ano de 2025 indicam a necessidade de 400 milhões de toneladas adicionais de arroz e as alternativas para atender a essa futura demanda, mais comumente destacadas em termos mundiais, se relacionam ao aumento de produtividade, via adoção de novas tecnologias, a incorporação de novas fronteiras agrícolas com características edafoclimáticas favoráveis e a utilização da biotecnologia.

Para se ter sucesso na exploração do algodoeiro herbáceo, deve prevalecer condições climáticas que permitam à planta, em seus diferentes estádios fenológicos, crescer e se desenvolver, principalmente, com relação às condições térmicas e hídricas (Amorim Neto *et al.*, 1997).

O Brasil é o maior produtor mundial de sisal (fibra extraída do agave), com uma produção anual de cerca de 140.000 toneladas. O sisal é utilizado na confecção de cordas, tapetes, sacos, vassouras, artesanato, acessórios e também como componente automobilístico (EMBRAPA-CNPA, 2005).

O milho, por razões principalmente econômicas, é plantado na maioria das áreas, no período chuvoso, ou seja, é uma cultura típica de sequeiro. Portanto, conhecer o número de dias secos consecutivos é de muita importância na determinação da época de plantio. Dias secos são considerados como sendo aqueles em que a precipitação é inferior a 5 mm. A literatura tem mostrado que as máximas produtividades ocorrem quando o consumo de água durante todo o ciclo está entre 500 e 800 mm e que a cultura exige um mínimo de 350-500 mm para que produza sem necessidade de irrigação. Na cultura do milho, em condições de clima quente e seco, o consumo de água raramente excede 3 mm/dia, quando a planta apresenta em torno de 30 cm de altura e, no período que vai da iniciação floral a maturação, pode atingir valores de 5 a 7 mm/dia (Sans e Santana, 2005).

Apesar de o feijão ser um alimento mundial, comercializado *in natura* e de culinária regional, o mesmo possui características que dificultam o aumento do consumo em outros países. Porém, o Brasil é um grande produtor e consumidor de vários tipos de feijão, o qual varia conforme a região (Menezes, 2001).

A previsão da ocorrência de veranicos é muito importante para a agropecuária, pois, fornece informações adicionais ao planejamento agrícola tanto de sequeiro como irrigado, uma vez que pode auxiliar na maximização do uso da água nas áreas cultivadas (Carvalho *et al.*, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Os dados utilizados neste trabalho consistem de séries diárias de precipitação, de postos pluviométricos localizados no estado da Paraíba, da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) pertencentes ao acervo do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba (LMRS-PB). Cada série tem 36 anos de dados, no período compreendido de 1º de janeiro de 1963 a 31 de dezembro de 1999, com exceção do ano de 1992, o qual não tem dados confiáveis. Portanto foi desconsiderado.

Foram utilizadas anomalias mensais de temperatura da superfície do mar (TSM) na área dos niños: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, e Índices mensais do Atlântico Tropical Norte (TNAI) e Sul (TSAI), de outubro de 1962 a dezembro de 1999, da base de dados do Centro Diagnóstico do Clima (CDC – Climate Diagnostics Center) da

Administração Nacional do Oceano e Atmosfera (NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration, 2005) dos Estados Unidos da América (EUA).

Também foram utilizados dados da quantidade de produção agrícola anual de Cana-de-Açúcar em milhões de toneladas, Arroz, Algodão, Sisal, Milho e Feijão em milhares de toneladas e Abacaxi em milhões de frutos para o estado da Paraíba disponibilizados pelo IBGE (1997) para o período de 1975 a 1994.

4.2 Métodos

Neste trabalho, considerou-se veranico para cada microrregião de estudo, como sendo o número de dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 2 mm/dia, em um primeiro teste, e de 4 mm/dia, em uma segunda etapa, o qual mostrou-se ser mais consistente que o primeiro valor (2 mm/dia). E o maior veranico, neste caso, é o veranico mais longo da quadra (estação chuvosa), não havendo quebra entre os meses, o que implica consequentemente, que o maior veranico possível terá o número de dias da quadra chuvosa analisada.

4.2.1 Meso e Microrregiões Homogêneas da Paraíba

Foi feita primeiramente uma divisão das mesorregiões do estado da Paraíba com relação apenas a estação (quadra) chuvosa com base na divisão de microrregiões da Paraíba de Silva *et al.* (2004). O estado da Paraíba foi dividido em três mesorregiões: a Mesorregião 1, com a estação chuvosa compreendendo os meses de abril a julho, a Mesorregião 2, com a estação chuvosa compreendendo os meses de fevereiro a maio e, a Mesorregião 3, com os meses de janeiro a abril fazendo parte da estação chuvosa, conforme a Figura 1.

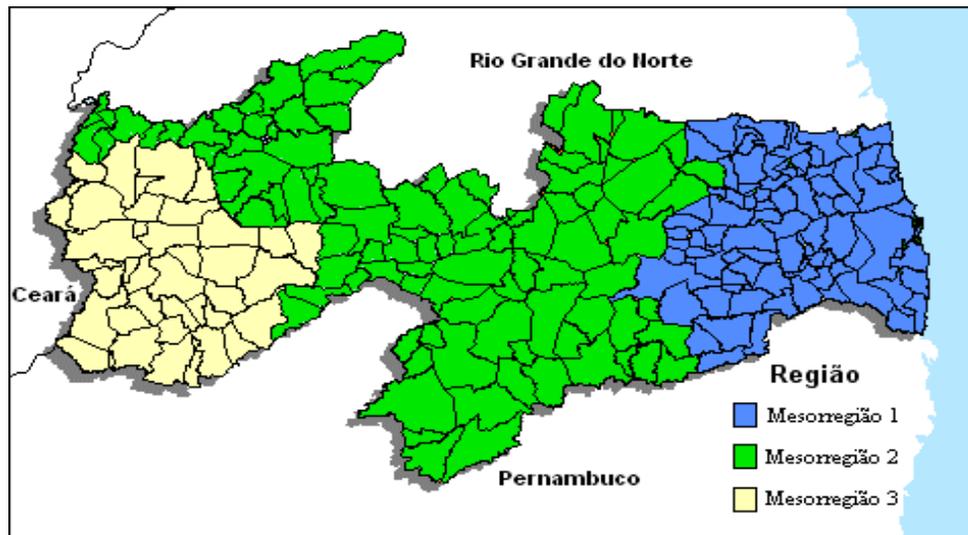


Figura 1 – Localização geográfica das mesorregiões que possuem a mesma estação chuvosa do estado da Paraíba. Mesorregião 1 (abril a julho), Mesorregião 2 (fevereiro a maio) e Mesorregião 3 (janeiro a abril).

As mesorregiões da Figura 1 foram estabelecidas a partir da divisão do estado da Paraíba em seis microrregiões homogêneas, elaborada por Silva *et al.* (2004). Enquanto as microrregiões homogêneas do estado da Paraíba foram elaboradas a partir das regionalizações feitas por Silva (1996) e das microrregiões brasileiras do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2005). Usando este procedimento Silva (2004) encontrou seis microrregiões homogêneas do ponto de vista da precipitação para o estado da Paraíba e as denominou de microrregiões I, II, III, IV, V e VI, sendo que a microrregião I correspondente ao Litoral, a II ao Brejo, a III ao Agreste, a IV ao Cariri/Curimataú, a V ao Sertão e a VI ao Alto Sertão.

A distribuição geográfica das microrregiões homogêneas do estado da Paraíba é mostrada na Figura 2. Enquanto a época do ano e o total médio de precipitação da estação chuvosa de cada microrregião são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Precipitação média da estação chuvosa (mm/estação) e anual (mm/ano) para as microrregiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba.

	Região I Litoral	Região II Brejo	Região III Agreste	Região IV Cariri/ Curimataú	Região V Sertão	Região VI Alto Sertão
Estação Chuvosa	Abril a julho	Abril a julho	Abril a julho	Fevereiro a maio	Fevereiro a maio	Janeiro a abril
Precipitação Estação Chuvosa	1036,2	651,1	436,9	326,2	575,1	704,0
Precipitação Ano	1803,5	1174,9	762,1	484,0	761,8	926,6

Fonte: Silva *et al.* (2004).

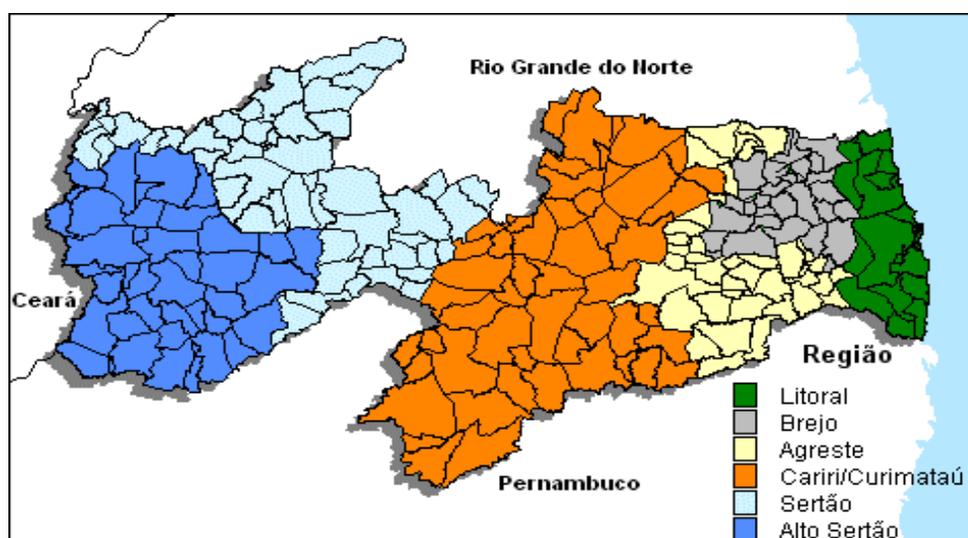


Figura 2 – Localização geográfica das microrregiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba. Fonte: Silva *et al.* (2004).

As tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mostram os postos pluviométricos utilizados para analisar os veranicos nas microrregiões do Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão respectivamente, do estado da Paraíba.

Para as mesorregiões 1 e 2 foram utilizados os postos pluviométricos das microrregiões que as compõem de acordo com a estação chuvosa. Para a Mesorregião 1 foram utilizados os postos pluviométricos das microrregiões do Litoral, Brejo e Agreste e, para a Mesorregião 2 os postos pluviométricos das microrregiões do Cariri/Curimataú e Sertão. A Mesorregião 3 é a igual a microrregião do Alto Sertão, pois, apresenta a mesma estação chuvosa de janeiro a abril e o mesma quantidade de chuva.

Pela falta de disponibilidade de dados, utilizou-se apenas os postos de Mamanguape, Alhandra e Cruz do Espírito Santo, representando a microrregião do Litoral paraibano (Tabela 2). É a microrregião do estado da Paraíba que apresenta o maior total de precipitação anual médio, com aproximadamente 1800 mm/ano na Microrregião como um todo, enquanto o total da estação chuvosa é superior a 1000 mm.

Tabela 2 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Litoral do estado da Paraíba.

Posto	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)
Mamanguape	6,83	35,12	54
Alhandra	7,43	34,92	49
Cruz do Espírito Santo	7,15	35,08	20

A microrregião do Brejo é caracterizada por apresentar total de precipitação anual médio de aproximadamente 65% da precipitação da microrregião do Litoral (aproximadamente 1175 mm/ano), apesar de que a época da sua estação chuvosa coincidir com a do Litoral paraibano. Entretanto, enquanto o total médio de precipitação da estação chuvosa é em torno de 58% do total médio anual para o Litoral, no Brejo as chuvas da estação chuvosa corresponde a 55% (Tabela 2). Os postos pluviométricos que compõem a microrregião do Brejo estão listados na Tabela 3.

Tabela 3 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Brejo do estado da Paraíba.

Posto	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)
Bananeiras	6,77	38,63	552
Areia	6,97	35,70	445
Caiçara	6,62	35,47	185
Araçagi	6,85	35,37	170
Serraria	6,82	35,63	360
Alagoa Nova	7,07	35,78	500
Alagoa Grande	7,05	35,63	180
Sapé	7,10	35,23	125

A Tabela 4 apresenta as posições geográficas dos postos pluviométricos da microrregião do Agreste. Esta Microrregião é diferenciada do Brejo e Litoral, apesar de apresentar a mesma época de estação chuvosa, ela possui total de precipitação anual bastante inferior, com precipitação acumulada anual média de 762 mm, aproximadamente 65 % da precipitação da microrregião do Brejo e aproximadamente 42 % da precipitação da

microrregião do Litoral. Entretanto, o total médio de chuva durante a estação chuvosa é aproximadamente 57% do total médio anual, ou seja, equivalente à relação encontrada para a microrregião do Litoral.

Tabela 4 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Agreste do estado da Paraíba.

Posto	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)
Araruna	6,52	35,73	580
Salgado	6,78	35,88	400
Cacimba de Dentro	6,63	35,78	460
Aroeiras	7,52	35,68	340
Umbuzeiro	7,70	35,67	553
Pilar	7,27	35,28	35
Acaú	7,12	35,35	146
Fagundes	7,35	35,80	520

Os postos pluviométricos usados com base na caracterização da microrregião do Cariri/Curimataú estão listados na Tabela 5. Esta Microrregião tem a sua estação chuvosa no período de fevereiro a maio, e é a que apresenta o menor total médio anual de precipitação, que é de apenas 484 mm/ano (Tabela 1). Entretanto, aproximadamente 67% do total médio anual ocorre durante a estação chuvosa (de fevereiro a maio).

Tabela 5 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Cariri/Curimataú do estado da Paraíba.

Posto	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)
Juazeirinho	7,07	36,58	570
Soledade	7,07	36,37	560
Pedra Lavrada	6,75	36,47	525
Sossego	6,77	36,25	600
Olivedos	6,98	36,25	545
Barra de Santana	7,53	35,98	350
Congo	7,80	36,67	500
Camalaú	7,92	36,87	565
Cabaceiras	7,50	36,28	390
São João do Tigre	8,07	36,87	616
Coxixola	7,62	36,62	465

Apesar da microrregião do Sertão apresentar a mesma época da estação chuvosa do Cariri/Curimataú (de fevereiro a maio), ela é caracterizada por ter total pluviométrico anual médio maior do que a microrregião do Cariri/Curimataú com aproximadamente 762 mm/ano de chuva, que é muito semelhante ao observado para a microrregião do Agreste. Entretanto, a semelhança é apenas no total médio anual, pois, a estação chuvosa da microrregião do Sertão vai de fevereiro a maio e a do Agreste é de abril a julho. A precipitação da estação chuvosa no Sertão corresponde a mais de 75% do total médio anual, enquanto no Agreste é de 55% (Tabela 1). Os postos pluviométricos, tomados como base, para delimitação da microrregião do Sertão são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Sertão do estado da Paraíba.

Posto	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)
Brejo do Cruz	6,35	37,50	190
Santa Luzia	6,87	36,93	290
Uiraúna	6,52	38,42	300
Passagem	7,13	37,07	340
Santa Terezinha	7,08	37,45	380
Imaculada	7,38	37,50	750
São Mamede	6,92	37,10	270
Mãe D'água	7,25	37,43	370
Desterro	7,28	37,10	590
Jericó	6,55	37,82	215

A microrregião do Alto Sertão apresenta sua quadra chuvosa de janeiro a abril, é a única com essa quadra chuvosa e total anual médio de precipitação na Microrregião como um todo de aproximadamente 927 mm/ano, sendo que 76% deste valor é composto pela precipitação média da estação chuvosa (de janeiro a abril) (Tabela 1). A Tabela 7 mostra os postos pluviométricos usados na delimitação da microrregião do Alto Sertão.

Tabela 7 – Postos pluviométricos utilizados para a microrregião do Alto Sertão do estado da Paraíba.

Posto	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)
São João do Rio do Peixe	6,73	38,45	240
Bonito de Santa Fé	7,32	38,52	575
Nazarezinho	6,92	38,33	265
São José da Lagoa Tapada	6,93	38,17	260
Olho D'água	7,22	37,77	275
Santana dos Garrotes	7,38	38,00	305
Aguiar	7,08	38,18	280
Manaira	7,70	38,17	605
Princesa Isabel	7,73	38,02	660
Juru	7,53	37,83	470
Conceição	7,55	38,52	370

4.2.2 Relação entre TSM e Veranico

A partir da distribuição temporal dos maiores veranicos para cada micro e mesorregiões do estado da Paraíba, foi estimada a relação entre os maiores veranicos de cada micro e mesorregião definido anteriormente e as anomalias de temperatura da superfície do mar (ATSMs) nas áreas dos niños (Nino 1+2, Nino 3, Nino 3.4 e Nino 4), assim como na área associada ao Padrão de Dipolo (TNAI e TSAI) de anomalias de TSM do Atlântico Tropical, mostradas nas figuras 3 e 4, respectivamente.

As relações foram estimadas fazendo uso da equação de regressão linear simples, ou seja, calculou-se o coeficiente de correlação linear (r) entre as anomalias de TSM do mês de outubro do ano j e os veranicos da estação chuvosa do ano $j + 1$ de cada microrregião e

mesorregião; em seguida foi feito cálculo semelhante para as anomalias de TSM do mês de novembro do ano j e os veranicos das estações chuvosas do ano $j + 1$. Repetiu-se o mesmo procedimento para as anomalias de TSM do mês de dezembro. Em seguida estimou-se os coeficientes de correlação entre as anomalias de TSM de janeiro do ano $j + 1$ e os veranicos das estações chuvosas do ano $j + 1$, e assim sucessivamente até as anomalias de TSM do mês de maio do ano $j + 1$ e os veranicos das estações chuvosas do ano $j + 1$. Ressalta-se que para a microrregião do Alto Sertão e a Mesorregião 3, os cálculos foram até abril, pois, a estação chuvosa do Alto Sertão e da Mesorregião 3 termina em abril.

Também é importante mencionar que se tem estimativa de veranico das estações chuvosas de todas as micro e mesorregiões de 1963 a 1999. Portanto, usou-se as anomalias de TSM de outubro de 1962 a maio de 1999.

Por outro lado, um valor qualquer de um coeficiente de correlação, para uma base de dados pequena, não é garantia de que as variáveis envolvidas realmente estejam correlacionadas. Portanto, antes de tirar qualquer conclusão sobre os valores estimados dos coeficientes de correlação é necessário a aplicação de um teste estatístico para conhecer o grau real de ligação entre as variáveis analisadas. Neste trabalho optou-se pela utilização do teste estatístico t , de Student, por ser um teste de fácil aplicação e mundialmente aceito como um teste eficiente no cômputo da significância estatística de coeficiente de correlação.

A seguir são descritas sucintamente as caracterizações dos eventos El Niño/La Niña e do Dipolo (positivo/negativo) durante o período de outubro de 1962 a julho de 1999.

A Tabela 8 apresenta os eventos de El Niño e La Niña bem como a sua intensidade que ocorreram no período de 1963 a 1999, época em que foram estimados os veranicos.

Tabela 8 – Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña durante o período de 1963 a 1999.

Ocorrência de El Niño	Ocorrência de La Niña
1963*	1964 – 1965**
1965 – 1966**	1970 – 1971**
1968 – 1970**	1973 – 1976***
1972 – 1973***	1983 – 1984*
1976 – 1977*	1984 – 1985*
1977 – 1978*	1988 – 1989***
1979 – 1980*	1995 – 1996*
1982 – 1983***	1998 – 1999**
1986 – 1988**	1999**
1990 – 1993***	
1994 – 1995**	
1997 – 1998***	

* evento fraco, **evento moderado, ***evento forte. Fonte: CPTEC/INPE (2005).

A Figura 3 mostra as localizações geográficas das áreas dos niños: o extremo leste do Pacífico equatorial está à área do Niño 1+2 (0-10°S, 90°W-80°W); no Pacífico equatorial leste à área do Niño 3 (5°N-5°S, 150°W-90°W); no Pacífico equatorial central leste a do Niño 3.4 (5°N-5°S, 170°W-120°W); no Pacífico equatorial central à área do Niño 4 (5°N-5°S, 160°E-150°W).

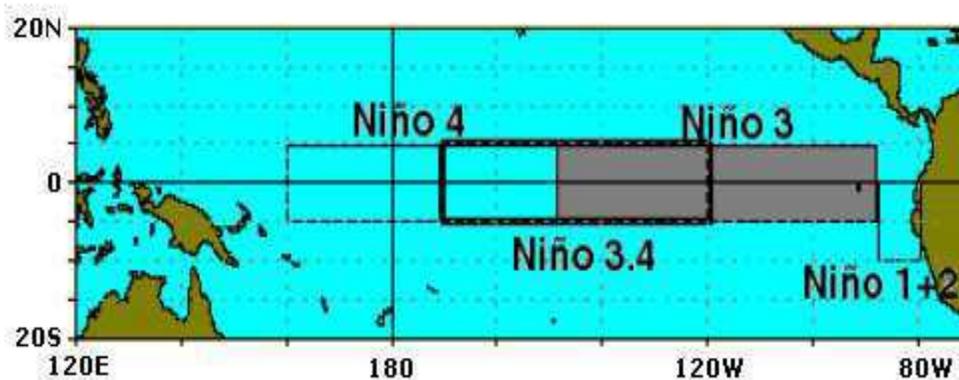


Figura 3 – Áreas do Oceano Pacífico Equatorial, conhecidas como Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4. Fonte: FUNCEME/DEMET (2005).

O Padrão do Dipolo no oceano Atlântico Tropical configura-se com fase positiva e negativa. A fase positiva do Dipolo é o padrão de anomalias de TSM com sinal positivo ao norte e negativo ao sul do equador sobre o Atlântico Tropical, sendo, de um modo geral, desfavorável à precipitação sobre o norte do NEB. A fase negativa do Dipolo é o padrão de anomalias de TSM com sinal negativo ao norte e positivo ao sul do equador sobre o Atlântico Tropical, sendo, de um modo geral, favorável à precipitação sobre o norte do NEB.

A Tabela 9 apresenta os anos em que se observaram os eventos do Padrão de Dipolo no oceano Atlântico Tropical com fase positiva e negativa.

Tabela 9 – Relação dos anos em que se observaram os eventos do Padrão de Dipolo no oceano Atlântico Tropical.

Fase Positiva	Fase Negativa
1966, 1970, 1978, 1979, 1980, 1981, 1992	1964, 1965, 1971, 1972, 1973, 1974, 1977, 1985, 1986, 1989

Fonte: Souza (1997).

O índice do Atlântico Tropical norte (TNAI) é a anomalia mensal de TSM na área de 5°N a 23,5°N e 15°W a 57,5°W; e o índice do Atlântico Tropical sul (TSAI) é a anomalia mensal de TSM na área do Equador a 20°S e 10°E a 30°W de acordo com a Figura 4, interpolados espacialmente para uma grade regular de 1° x 1°, para o período de janeiro de 1951 a dezembro de 2000.

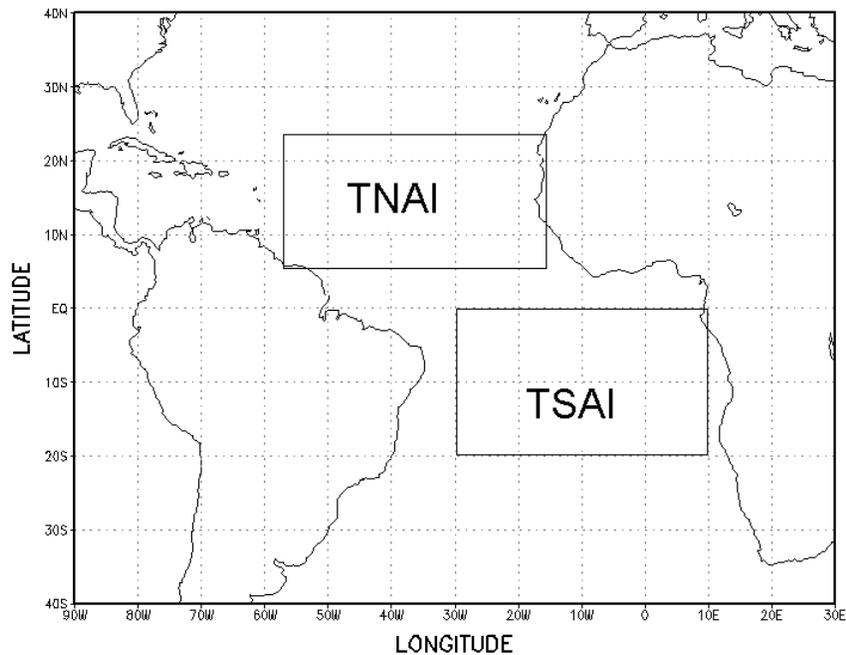


Figura 4 – Áreas do oceano Atlântico Tropical que foram calculados os TNAI e TSAI, associadas ao Padrão de Dipolo de anomalias de TSM no Atlântico.

4.2.3 Relação entre Produção Agrícola e Veranico

Para demonstrar uma possível aplicação deste trabalho, foi verificada uma provável relação entre os maiores veranicos de cada estação chuvosa das mesorregiões 1 e 2 com a produção agrícola dessas mesorregiões. Para tanto, estimou-se os coeficientes de correlação linear (r) entre os maiores veranicos e a produção agrícola no período de 1975 a 1994, de Cana-de-Açúcar em milhões de toneladas, Arroz em milhares de toneladas e Abacaxi em milhões de frutos para a Mesorregião 1 (Mesorregião onde, em geral, se planta essas culturas) e, a produção agrícola de Algodão, Sisal, Milho e Feijão em milhares de toneladas para a Mesorregião 2 (Mesorregião onde, em geral, se planta essas culturas).

4.2.4 Método de Regressão Linear

Utilizou-se o Método dos Mínimos Quadrados, onde o coeficiente de correlação foi calculado de acordo com Spiegel (1977), Bussab e Morettin (1987) e Morettin (1991) por:

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{variação explicada}}{\text{variação total}}} \quad (1)$$

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2)$$

Foi aplicado o teste de significância t , de Student, com os seguintes valores do parâmetro t :

$$t = \frac{r \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

A partir da equação 3 foi extraído o coeficiente de correlação crítico (r_c), que é um valor para o qual aceita ou não a hipótese estatística, r_c é dado por:

$$r_c = \sqrt{\frac{t^2}{(N-2) + t^2}} \quad (4)$$

Para a correlação entre os maiores veranicos e as anomalias de TSM, $N = 36$, ou seja, 36 anos de dados e, $N - 2 = 34$, que é o grau de liberdade. Então os valores de t e r_c são:

- para 99% de significância, ou seja, com erro de 1% ($\alpha = 0,01$), $t = 2,75$; $r_c = 0,426$;

- para 95% de significância, ou seja, com erro de 5% ($\alpha = 0,05$), $t = 2,04$; $r_c = 0,330$;

- para 90% de significância, ou seja, com erro de 10% ($\alpha = 0,10$), $t = 1,70$; $r_c = 0,280$.

Isto significa que para os coeficientes de correlação estimados com 34 graus de liberdade, a significância estatística de que realmente há correlação entre as variáveis é de 99%, e assim sucessivamente para os demais níveis de significância.

Para a correlação entre os maiores veranicos e as produções agrícolas, $N = 19$, ou seja, 19 anos de dados e, $N - 2 = 17$, que é o grau de liberdade. Logo, os valores de t e r_c são:

- para 99% de significância, ou seja, com erro de 1% ($\alpha = 0,01$), $t = 2,90$; $r_c = 0,575$;
- para 95% de significância, ou seja, com erro de 5% ($\alpha = 0,05$), $t = 2,11$; $r_c = 0,456$;
- para 90% de significância, ou seja, com erro de 10% ($\alpha = 0,10$), $t = 1,74$; $r_c = 0,389$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Série Temporal dos Veranicos

Na literatura, em geral, considera dias secos, para efeito de estimativa de duração de um veranico, aqueles sem chuva ou com precipitação inferior a 2 mm/dia. Entretanto, isto é aplicado para localidades isoladas, como no presente trabalho as análises são para mesorregiões ou microrregiões, optou-se por usar dois laminares, um de 2 mm/dia, como recomenda a maioria da literatura para localidade isolada, e de 4 mm/dia, por considerar uma grande área, e não uma localidade isolada.

5.1.1 Veranicos nas Mesorregiões do Estado da Paraíba

Verifica-se através da Figura 5 a série temporal dos maiores veranicos, na estação chuvosa (abril-julho) da Mesorregião 1, em que o maior veranico foi em 1981, ano normal em relação ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) segundo Oliveira (1999), com um

número de 43 dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm em média para toda Mesorregião.

Considerando veranico como sendo dias consecutivos sem chuva ou com chuvas inferiores a 2 mm em média, o maior evento ocorreu em 1976, ano de El Niño fraco segundo Oliveira (1999) com um número de 23 dias de veranico.

Observa-se também que há uma mesma seqüência da série temporal de veranico tanto para o veranico considerado como menor do que 2 mm e menor do que 4 mm e, há uma tendência linear de aumento de veranico para a Mesorregião 1 do estado da Paraíba, porém de pouca intensidade devido a pequena inclinação da curva de tendência linear mostrada na Figura 5. Para o veranico menor do que 2 mm, há de um modo geral uma oscilação de um a dois anos para que o maior veranico aumente e diminua de ano para ano. Também é observado que com exceção do ano de 1981, as diferenças na duração dos veranicos quando se considera o laminar 4 mm/dia ou 2 mm/dia é relativamente pequena. Para o laminar de 4 mm/dia a duração média é de 14,5 dias e para 2 mm/dia é de 9,8 dias.

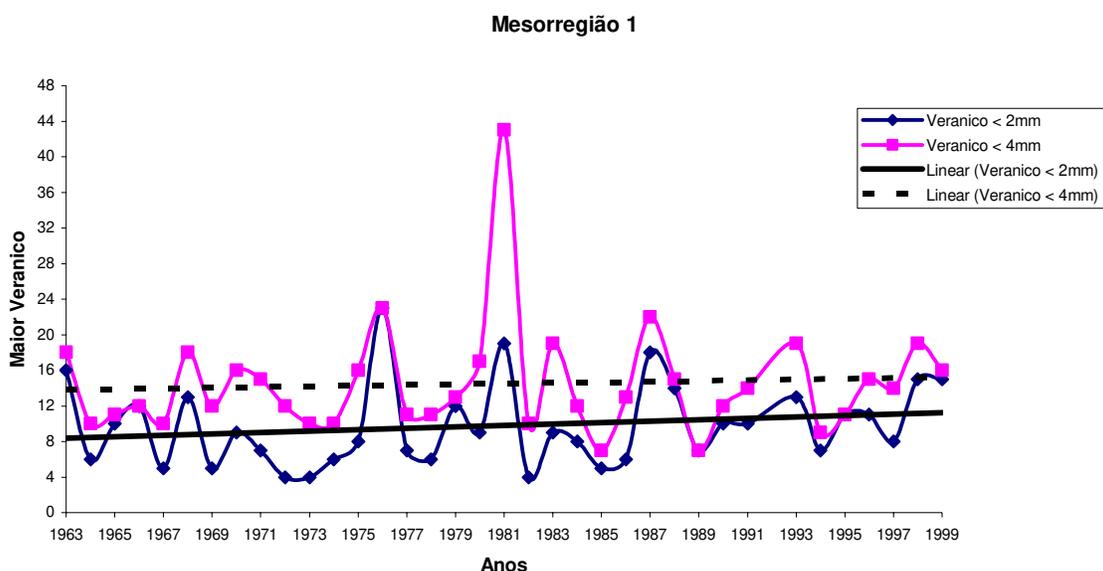


Figura 5 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na Mesorregião 1 do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

Para a Mesorregião 2, observa-se que a série temporal dos maiores veranicos mostra uma tendência linear de aumento de veranico tanto para veranicos menores do que 2 mm como 4 mm, ou seja, a tendência linear é que as estações chuvosas sejam cada vez mais intensas em poucos dias e os sistemas de mesoescala serão os principais responsáveis pela precipitação na Mesorregião e, ocorre uma mesma seqüência das séries dos maiores veranicos de acordo com a Figura 6.

Os maiores veranicos acima de 30 dias para o veranico menor do que 4 mm/dia ocorrem nos anos de 1966, 1970, 1976, 1980, 1983, 1987, 1990, 1993 e 1998, ou seja, em aproximadamente 25% dos anos; tendo um período de ocorrência variando de 3 a 6 anos para a série analisada. É fundamental que se tenha uma boa previsão de ocorrência de veranicos acima de 30 dias, pois, para as principais culturas da Mesorregião, o período da

época de plantio até a colheita é de 100 dias, caso contrário, acarretará o comprometimento da produção agrícola da Mesorregião. Os de menores veranicos estão, de certa forma, associados ao Padrão de Dipolo, como nos anos 1964, 1974, 1985 e 1986, e considerando veranicos com chuvas menores que 2 mm.

Para veranico considerado como aquele em que a precipitação foi inferior a 4 mm/dia, a média foi de 25,8 dias; e para 2 mm/dia, a média foi de 15,7 dias.

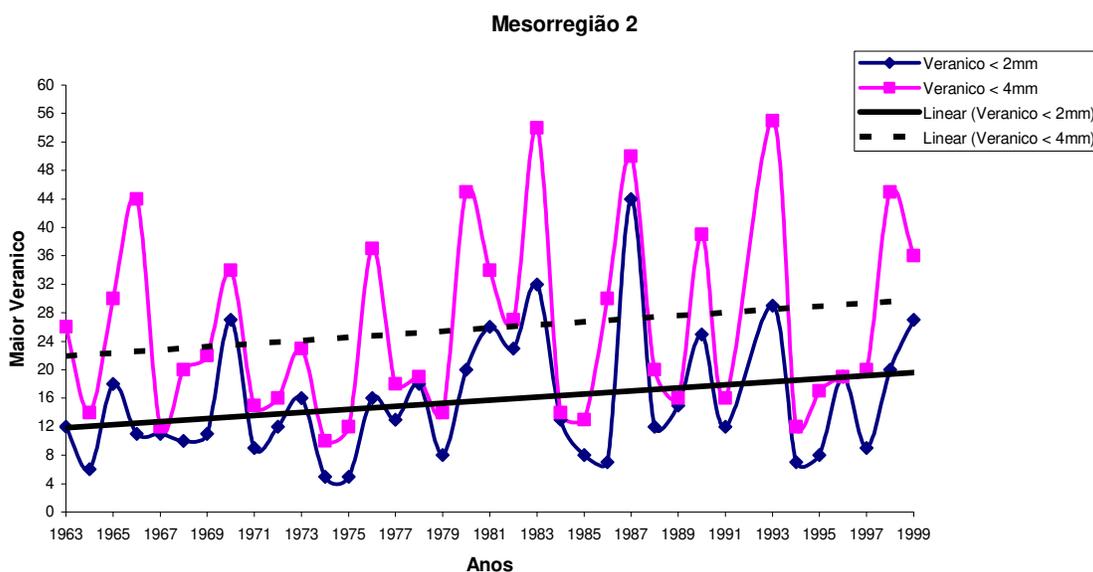


Figura 6 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na Mesorregião 2 do estado da Paraíba, na estação chuvosa de fevereiro a abril, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

A Mesorregião 3 é equivalente a microrregião do Alto Sertão, pois, essa Microrregião tem características climáticas bastante diferentes das demais microrregiões. Portanto, não foi possível integrá-la com outras, o que levou a ela sozinha formar uma pequena mesorregião.

5.1.2 Veranicos nas Microrregiões do Estado da Paraíba

A Figura 7 mostra a série temporal dos maiores veranicos ocorridos na estação chuvosa do Litoral (abril-julho) do estado da Paraíba, em que o maior foi em 1981, ano normal em relação ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), com um número de 25 dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm/dia média para toda Microrregião. O ano de 1981 foi um ano em que houve fase positiva do Dipolo do Atlântico.

Considerando veranico como sendo dias consecutivos sem chuva ou com chuvas inferiores a 2 mm média, o maior evento ocorreu em 1988, ano de El Niño fraco, com um número de 16 dias de veranico, outros anos com veranicos também altos, de 14 dias, foram os de 1966, 1976, e 1991, anos de El Niño fraco ou moderado. Os menores veranicos observados ocorreram nos anos de 1972 e 1973, sendo o ano de 1972 um ano de El Niño e 1973 de La Niña para a estação chuvosa do Litoral paraibano.

Observa-se também que há uma mesma seqüência da série temporal de veranicos tanto para veranico considerado como menor do que 2 mm, quanto menor do que 4 mm, há uma tendência linear de aumento de veranico para a microrregião do Litoral paraibano. A média de veranico quando a laminar de 4 mm é considerada foi de 10,0 dias e para 2 mm foi de 7,8 dias.

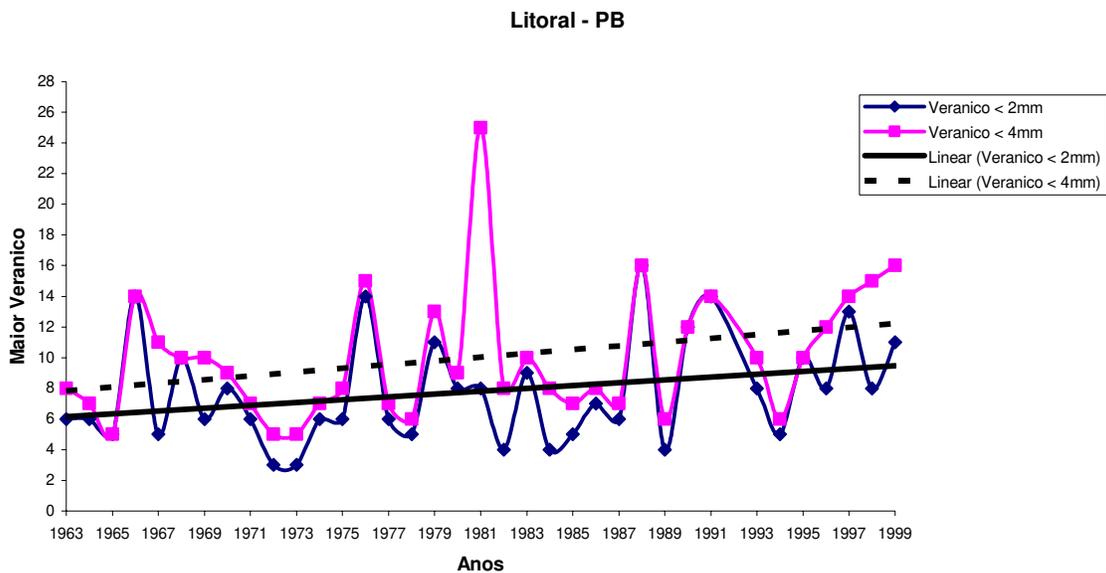


Figura 7 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Litoral do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

Pela Figura 8 observa-se para a microrregião do Brejo paraibano que a série temporal dos maiores veranicos mostra uma pequena tendência linear de aumento tanto para veranicos menores do que 2 mm como 4 mm, e, ocorre uma mesma seqüência das séries, com uma média de 10,2 e 13,6 dias para veranicos menores do que 2 mm e 4 mm respectivamente.

Os maiores veranicos ocorrem nos anos de 1976 e 1981, com 23 e 22 dias respectivamente para veranicos menores do que 4 mm. Para os veranicos menores do que 2 mm, tem-se que o menor valor foi de 4 dias e ocorreu nos anos de 1973, de La Niña moderada e 1977, normal, esses anos foram de fase negativa do Padrão de Dipolo.

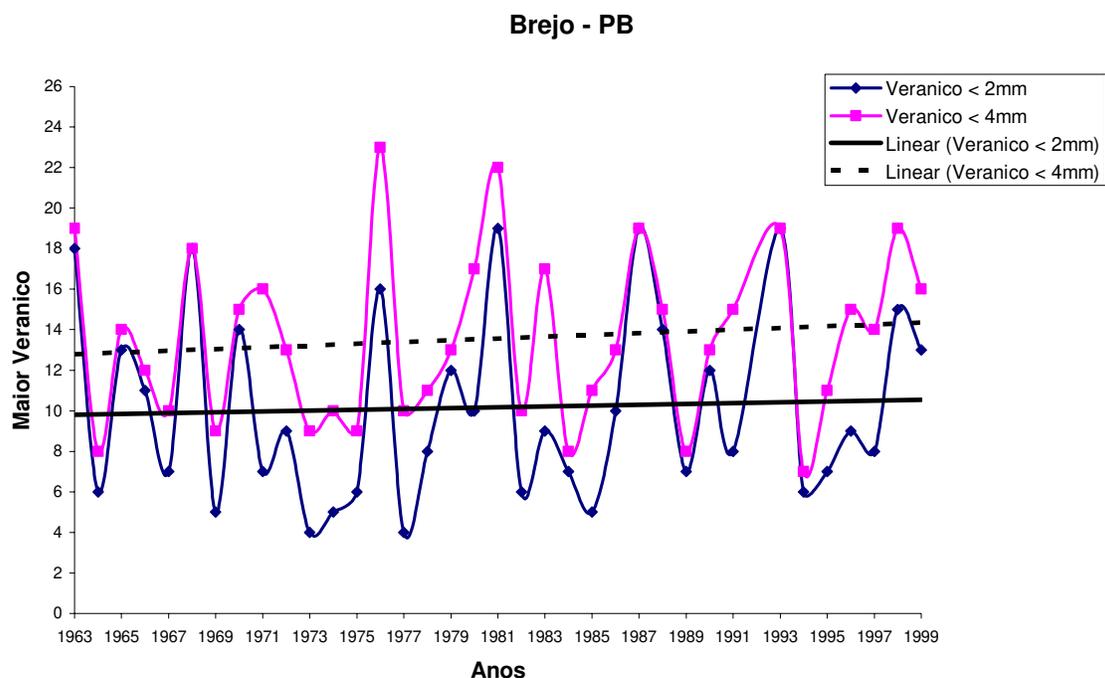


Figura 8 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Brejo do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

Na Figura 9 observa-se que há uma tendência linear de diminuição dos veranicos para a microrregião do Agreste paraibano, ou seja, as chuvas serão menos intensas e mais bem distribuídas durante a estação chuvosa do Agreste da Paraíba, apesar de que na década de 90 há uma tendência de aumento de veranico. As séries temporais de veranicos apresentam, de um modo geral, a mesma seqüência.

O maior veranico ocorreu em 1980, ano normal e fase positiva do Dipolo do Atlântico, com 30 dias sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm. Para o laminar de 4 mm/dia a duração média é de 16,4 dias e para 2 mm/dia é de 11,6 dias.

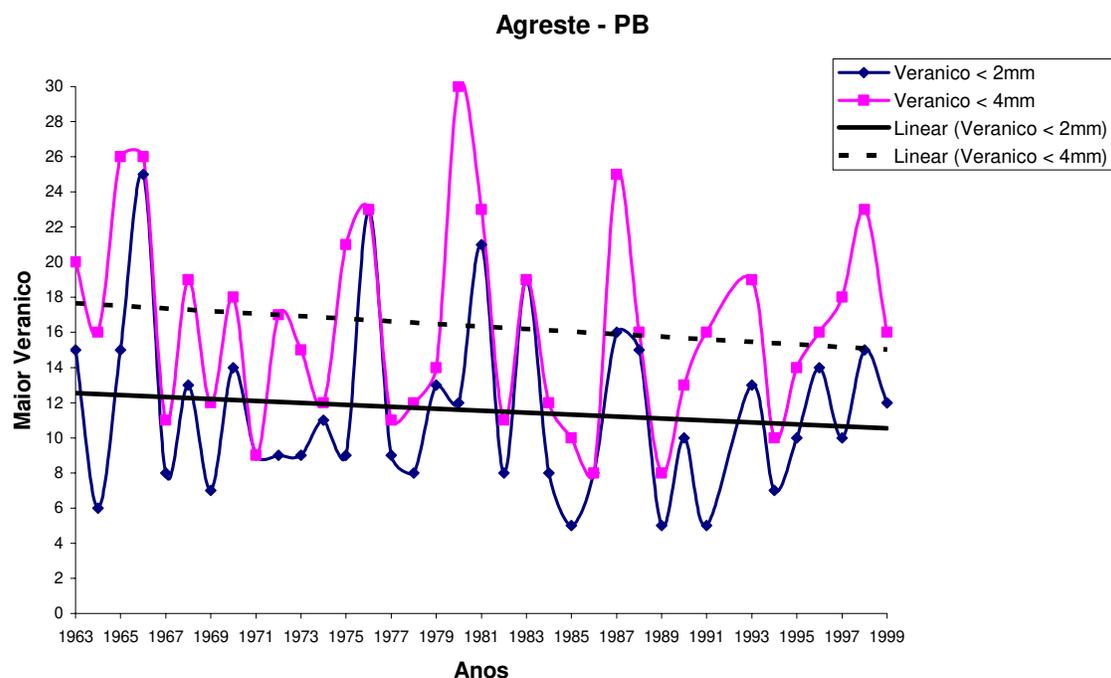


Figura 9 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Agreste do estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

Para a microrregião do Cariri/Curimataú da Paraíba, observa-se que há uma tendência linear de aumento de veranicos e que as séries temporais de veranicos apresentam a mesma seqüência para a Microrregião de acordo com a Figura 10.

A microrregião do Cariri/curimataú é a que apresenta os maiores valores de veranicos das microrregiões estudadas, ultrapassando os 50 dias sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm, como foram os anos de 1980 - ano normal, 1982 – ano de El Niño forte, 1990 – ano normal e 1993 – ano de El Niño moderado, com 55, 56, 59 e 55 dias respectivamente. Além disso, há uma forte tendência linear de aumento da duração dos veranicos. A média de veranico foi de 31,3 dias para laminar de 4 mm e de 21,7 dias para 2

mm. Observa-se que o laminar de 4 mm/dia mostrou-se ser um valor muito elevado para observação de veranico nessa Microrregião.

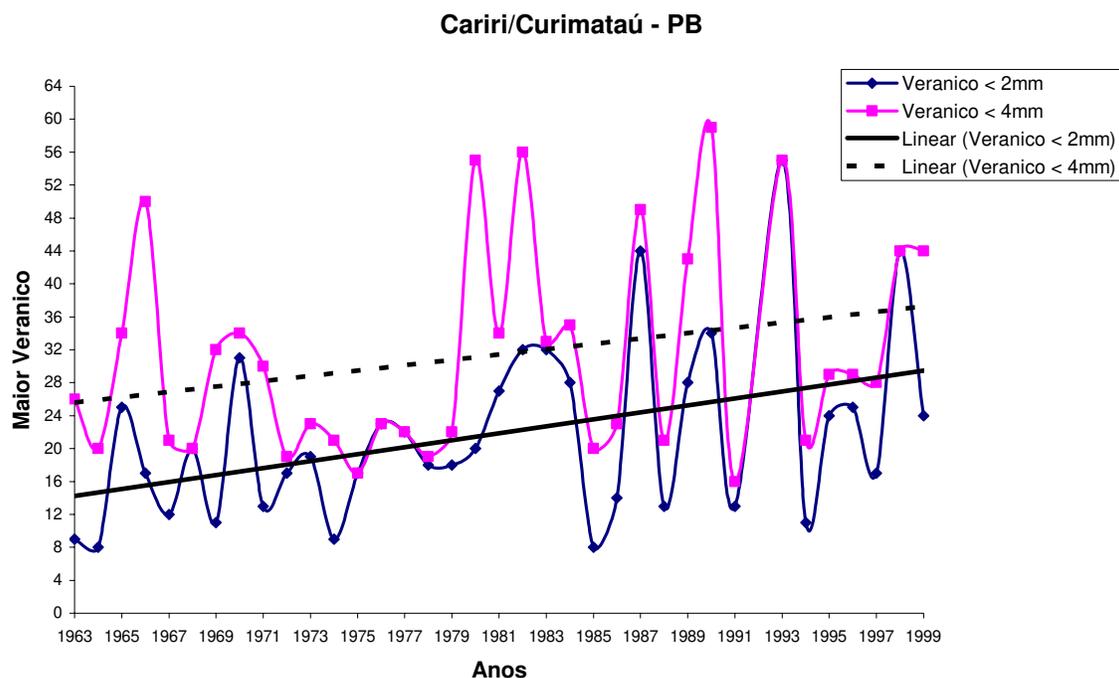


Figura 10 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Cariri/Curimataú do estado da Paraíba, na estação chuvosa de fevereiro a maio, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

Verifica-se na Figura 11 a série temporal dos maiores veranicos durante a estação chuvosa (fevereiro-maio) da microrregião do Sertão da Paraíba, observa-se que o maior veranico foi em 1983, ano de El Niño forte, com duração de 49 dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm média para toda Microrregião.

Considerando veranico como sendo dias consecutivos sem chuva ou com chuvas inferiores a 2 mm média, o maior evento ocorreu também em 1983 com 48 dias de veranico.

Observa-se também que, de maneira geral, há uma mesma seqüência da série temporal, tanto para o veranico considerado como menor que 2 mm, quanto menor que 4 mm e, há uma tendência linear de aumento, principalmente para o veranico considerado como menor do que 2 mm para a microrregião do Sertão da Paraíba. A duração média para veranico de chuvas inferiores a 4 mm/dia foi de 20,1 dias, e para menores que 2 mm/dia foi de 15,1 dias.

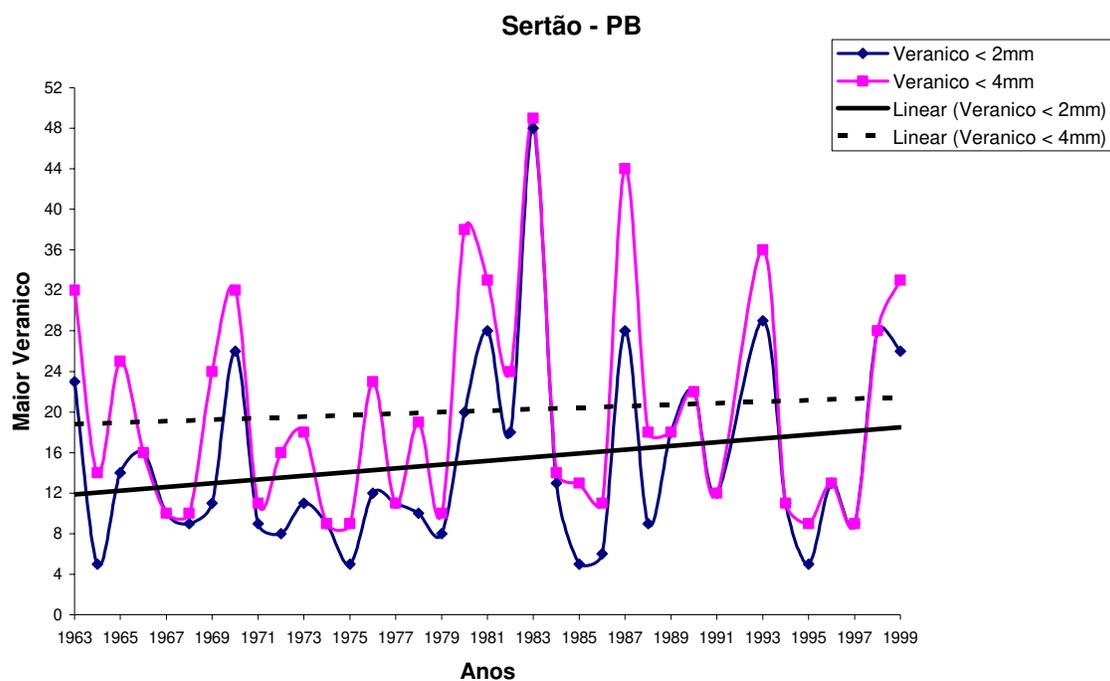


Figura 11 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Sertão do estado da Paraíba, na estação chuvosa de fevereiro a maio, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

A microrregião do Alto Sertão é a única do estado da Paraíba que apresenta a estação chuvosa de janeiro a abril. De acordo com a Figura 12 pode-se observar que não há uma tendência de aumento ou diminuição de veranicos para esta Microrregião.

O ano que ocorreu o maior veranico foi 1980 com 41 dias sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm/dia, se considerar o laminar de 2 mm/dia, o maior foi no ano de 1970 com 28 dias sem chuva ou com chuva inferior a 2 mm/dia. A duração média do veranico para o laminar de 4 mm/dia foi de 17,0 dias e para 2 mm/dia foi de 12,6 dias.

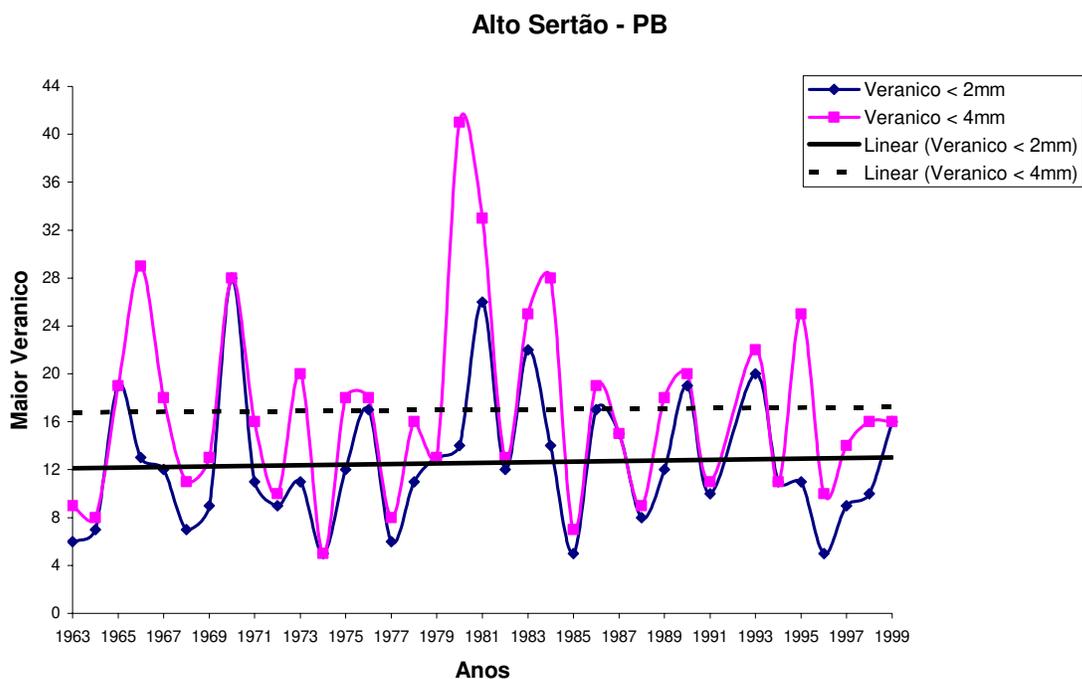


Figura 12 - Série temporal dos maiores veranicos ocorridos na microrregião do Alto Sertão do estado da Paraíba, na estação chuvosa de janeiro a abril, para veranicos menores de 2 mm e 4 mm.

A seguir são analisadas as possíveis influencias das anomalias de TSM no Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical sobre a duração dos veranicos, bem como a influencia da

duração dos veranicos sobre a produção agrícola de algumas culturas (Cana-de-Açúcar, Arroz, Abacaxi, Algodão, Agave, Milho e Feijão) produzidas na Paraíba.

Para propósito deste trabalho usou-se o laminar de 4 mm/dia, ou seja, considera-se o maior veranico, a máxima duração de dias consecutivos sem chuva ou com chuva inferior a 4 mm/dia, pois, este laminar apresentou variabilidade interanual mais consistente que o de 2 mm/dia, em quase todas as meso e microrregiões, a exceção foi a microrregião do Cariri/Curimataú. Ressalta-se que também foram feitos os cálculos para o laminar de 2 mm/dia. Entretanto, os resultados, de um modo geral, são muito semelhantes aos de 4 mm/dia.

5.2 Correlação com os Oceanos Tropicais

5.2.1 Análise dos Veranicos nas Mesorregiões da Paraíba

As Tabelas de 10 a 17 mostram os coeficientes de correlação linear ente os maiores veranicos nas micros e mesorregiões do estado da Paraíba e as anomalias de TSM das áreas dos niños: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, e dos TNAI e TSAI, são apresentados apenas os coeficientes de correlação com significância estatística igual ou superior a 90%.

Apresenta-se na Tabela 10, os coeficientes de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 1 (Mesorregião que compreende as microrregiões do Litoral, Brejo e Agreste paraibanos) e os niños (1+2, 3, 3.4 e 4), TNAI e TSAI, tendo significância estatísticas de 90 e 95%. Os niños não se correlacionaram significativamente com os veranicos da Mesorregião 1, apenas o TNAI e o TSAI. O TNAI para o mês de março apresenta significância estatística de 95%, nos meses de abril e maio de 90%. As correlações são positivas, isto significa que quando a anomalia de TSM na área do Atlântico Norte é positiva, favorece veranico de maior duração, tornando as chuvas da estação chuvosa irregularmente distribuída ao longo da estação na Mesorregião 1. Por outro lado, a correlação entre veranico extremo da Mesorregião 1 e TSAI apresenta valores negativos, ou seja, quando ocorre elevação de TSM no Atlântico Tropical Sul a tendência é uma diminuição da duração, em dia, de veranico, produzindo uma distribuição temporal relativamente suave das chuvas. Entretanto, tanto para TSAI como para TNAI as correlações são pequenas.

Esses resultados, de certa forma, são concordantes com os que Moura e Shukla (1981) encontraram utilizando uma série de 25 anos de dados, correlacionando-se a TSM

de março no Atlântico Tropical com a precipitação das estações de Fortaleza e Quixeramobim (localizadas no setor norte do NEB) para o período de março a maio e observaram duas áreas com correlações significativas, uma negativa no Atlântico Tropical Norte (contendo um núcleo de mínimo, posicionado aproximadamente entre as faixas de 5°N-25°N/60°W-25°W) e outra positiva no Atlântico Tropical Sul (contendo um núcleo de máximo, posicionado em torno de 0-25°S/35°W-10°E).

Tabela 10 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 1 e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
Dezembro						-0,352**
Janeiro						-0,330**
Fevereiro						-0,374**
Março					0,337**	-0,375**
Abril					0,324*	-0,347**
Maio					0,282*	

* 90% de significância, ** 95% de significância.

A Tabela 11 mostra os coeficientes de correlação linear entre os maiores veranicos na Mesorregião 2 (Mesorregião compreendida pelas microrregiões do Cariri/Curimataú e Sertão paraibanos) e os niños, o TNAI e o TSAI com significância estatística igual ou superior a 90%, tem-se que, de um modo geral, os niños se correlacionaram positivamente e as maiores correlações lineares foram para os Niño 3 e Niño 3.4, principalmente no mês de abril, com coeficientes de correlação de 0,673 e 0,630 respectivamente (Tabela 11).

O TSAI apresentou correlação com os maiores veranicos da Mesorregião 2 apenas no mês de janeiro, mesmo assim com significância estatística relativamente baixa, de 90%. Enquanto, o TNAI apresentou correlações estatisticamente significativas para os meses de março, abril e maio, sendo que os dois últimos meses fazem parte do final da estação chuvosa para a Mesorregião 2.

Observa-se que na parte leste do Estado, os veranicos recebem influência das condições de anomalia de TSM sobre o Atlântico Tropical, enquanto os veranicos da parte central e oeste do Estado são de certa forma, influenciados pelas anomalias de TSM do Pacífico Equatorial.

Tabela 11 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 2 e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
Outubro	0,387**	0,457***	0,424**	0,313*		
Novembro	0,443***	0,512***	0,462***	0,319*		
Dezembro	0,452***	0,501***	0,502***	0,352**		
Janeiro	0,487***	0,462***	0,426***	0,304*		-0,290*
Fevereiro	0,564***	0,539***	0,495***	0,365**		
Março	0,551***	0,594***	0,581***	0,480***	0,350**	
Abril	0,487***	0,673***	0,630***	0,389**	0,446***	
Maio	0,518***	0,530***	0,505***	0,324*	0,439***	

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

A Mesorregião 3 é equivalente a microrregião do Alto Sertão. Portanto, a análise para a Mesorregião 3 não difere da microrregião do Alto Sertão.

Então, passa-se agora para a elaboração das análises das Microrregiões.

5.2.2 Análise dos Veranicos nas Microrregiões da Paraíba

Para a microrregião do Litoral da Paraíba, tem-se que apenas o TNAI se correlaciona com os maiores veranicos, sendo que a maior correlação foi o TNAI de outubro do ano anterior com o veranico da estação chuvosa (abril a julho) do ano seguinte (Tabela 12), ou seja, seis meses antes do início da estação chuvosa. Entretanto, esta correlação tem um significado físico, pois, outubro é o mês mais quente na área do TNAI, a partir de novembro a TSM começa a declinar. Portanto, TSM muito quente em outubro no TNAI afetará as condições do oceano e da atmosfera nos meses seguintes.

É oportuno mencionar que a duração dos veranicos da estação chuvosa do Litoral paraibano sofre influência do comportamento da TSM do Atlântico Tropical Norte, enquanto a influência do Pacífico Equatorial não é estatisticamente significativa.

Tabela 12 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Litoral da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
Outubro					0,511***	
Novembro					0,379**	
Dezembro					0,390**	
Janeiro					0,360**	
Fevereiro					0,331**	
Março					0,359**	
Abril					0,357**	
Maio					0,372**	

** 95% de significância, *** 99% de significância.

Por outro lado, os maiores veranicos da microrregião do Brejo paraibano recebe influência das condições dos niños 1+2 e 3 dos meses de março a maio do 1+2 e, abril e maio do 3, ou seja, início da estação, e do TSAI durante já a partir de outubro do ano anterior (Tabela 13).

Os resultados obtidos para a microrregião do Brejo concordam com Santana *et al.* (2005), onde os mesmos verificaram que as áreas que apresentaram maior correlação com o veranico no período de março a junho no estado de Pernambuco e as anomalias de TSM de março a junho, foi a região do Atlântico Tropical Sul (região do TSAI) e, quase não houve correlação com as áreas dos niños.

Tabela 13 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Brejo da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
Outubro						-0,334**
Novembro						-0,345**
Dezembro						-0,433***
Janeiro						-0,424**
Fevereiro						-0,358**
Março	0,364**					-0,328*
Abril	0,302*	0,339**			0,304*	
Maio	0,399**	0,318*				

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Verifica-se através da Tabela 14 que os maiores veranicos para o Agreste paraibano correlacionaram-se com o TSAI de outubro do ano anterior a março do ano corrente, negativamente, porém as correlações são relativamente fracas, e com o TNAI de fevereiro a maio, ou seja, já dentro da estação chuvosa. As demais áreas se correlacionam positivamente. Na área dos niños, a que mais se correlacionou foi o Niño 3.4, principalmente no mês de abril. O Niño 1+2 correlacionou-se significativamente de março a maio, sendo melhor correlacionado com o mês de maio. O Niño 3 correlacionou-se nos meses de novembro do ano anterior e março e abril do ano corrente e, o Niño 4 correlacionou-se positivamente nos meses de fevereiro a abril.

Observa-se que diferentemente das microrregiões do Litoral e Brejo, onde as influências estatisticamente significativas sobre os veranicos se restringem ao Atlântico

Tropical, já os veranicos da microrregião do Agreste recebem influências tanto do Atlântico como do Pacífico (Tabela 14).

Tabela 14 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Agreste da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro						-0,306*
novembro		0,303*				-0,287*
dezembro			0,314*			-0,325*
janeiro			0,280*			-0,371**
fevereiro			0,336**	0,324*	0,338**	-0,404**
março	0,383**	0,313*	0,381**	0,364**	0,340**	-0,321*
abril	0,372**	0,409**	0,426***	0,284*	0,447***	
maio	0,401**				0,408**	

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Os niños correlacionam-se positivamente com os veranicos da microrregião do Cariri/Curimataú, sendo que a melhor correlação foi com o Niño 3 para o mês de abril. O coeficiente de correlação linear do TSAI não teve significância estatística para a microrregião do Cariri/Curimataú. De um modo geral, as correlações das anomalias de TSM com os veranicos da microrregião do Cariri/Curimataú apesar de serem estatisticamente significantes, exceto do TSAI, foram relativamente baixas, exceto em abril do Niño 3 (Tabela 15). Para esta Microrregião é observado uma influência mais marcante do Pacífico, enquanto, estatisticamente o Atlântico praticamente não influencia.

Tabela 15 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Cariri/Curimataú da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
fevereiro	0,294*	0,306*				
março	0,285*	0,302*	0,303*	0,311*		
abril		0,471***	0,436***	0,284*	0,317*	
maio		0,398**	0,423**	0,286*	0,420**	

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Para o Sertão da Paraíba tem-se que as durações dos veranicos se correlacionam positivamente com os niños 1+2, 3 e 3.4 para todo o período (outubro a maio) (Tabela 16), principalmente o Niño 3 nos meses de março e abril, já dentro da estação chuvosa. O TNAI também teve correlação positiva, as quais ocorreram nos meses de março a maio, no final da estação chuvosa, nos outros meses não se teve uma boa significância estatística. O TSAI não teve correlações significativas para o Sertão paraibano (Tabela 16).

Os veranicos da microrregião do Sertão da Paraíba estão relacionados com as condições do Pacífico Equatorial, praticamente independente do Atlântico Tropical. Isto ocorre porque o principal sistema produtor de chuvas nesta Microrregião é a ZCIT, que recebe influência dos eventos El Niño e La Nina (Walker, 1928).

Tabela 16 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Sertão da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,365**	0,376**	0,323*			
novembro	0,429***	0,412**	0,344**			
dezembro	0,411**	0,420**	0,388**			
janeiro	0,411**	0,430***	0,375**			
fevereiro	0,469***	0,493***	0,444***			
março	0,556***	0,560***	0,508***	0,304*	0,428***	
abril	0,496***	0,602***	0,517***		0,472***	
maio	0,511***	0,515***	0,440***		0,441***	

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Finalmente, os maiores veranicos para a microrregião do Alto Sertão paraibano não se correlacionaram nem com os niños, nem com o TNAI e o TSAI (Tabela 17). Isto ocorre porque o principal sistema produtor de chuva para esta microrregião são os Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera (VCAT), que em geral, não tem muita influencia das anomalias de TSM.

Tabela 17 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Alto Sertão da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,287*					
novembro						
dezembro		0,283*	0,298*			
janeiro						
fevereiro						
março				0,292*		
abril						0,359**

* 90% de significância, ** 95% de significância.

As precipitações das microrregiões do Litoral e Brejo são, em grande parte, provenientes dos sistemas ondulatórios de leste, os quais têm suas origens no Atlântico Tropical. Portanto, o Atlântico apresenta influência sobre os veranicos destas microrregiões. No Agreste os sistemas ondulatórios de leste também são importantes na produção de chuvas dessa Microrregião, mas a ZCIT também tem sua contribuição. Logo, o Atlântico e Pacífico influenciam as magnitudes dos veranicos do Agreste. No Cariri/Curimataú, devido as suas características fisiográficas, a contribuição dos sistemas distúrbios ondulatórios de leste; da ZCIT e dos Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera na produção de chuva nessa Microrregião é bastante irregular e vai depender da magnitude de cada um desses sistemas, no entanto a ZCIT é a que tem maior contribuição. Portanto, as condições das TSM no Pacífico Equatorial são relativamente maiores sobre os veranicos do Cariri/Curimataú que os do Atlântico Tropical. Por outro lado, as chuvas do Sertão são muito dependentes da ZCIT e em menor grau dos Vórtices Ciclônicos. Logo, a influência da TSM no Pacífico Equatorial na duração dos veranicos no Sertão é marcante, produzindo, em muitos casos, a denominada seca verde, como em 1987. As chuvas do Alto Sertão apesar de receber influência da ZCIT são fortemente determinadas pelos Vórtices

Ciclônicos. Sendo assim, os veranicos do Alto Sertão apresentam correlações muito baixas com as anomalias de TSM tanto do Atlântico quanto do Pacífico, pois os Vórtices Ciclônicos são sistemas muito irregulares no deslocamento, na área de atuação e na magnitude.

5.3 Relação com Produção Agrícola

As Figuras de 13 a 19 mostram a variabilidade temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção agrícola de Cana-de-Açúcar, Arroz e Abacaxi para a mesorregião onde essas produções são cultivadas, Mesorregião 1 e, Algodão, Sisal, Milho e Feijão também para a mesorregião onde essas produções são cultivadas, Mesorregião 2 do estado da Paraíba.

Verifica-se através da Figura 13 que a quantidade de Cana-de-Açúcar não tem uma seqüência oposta aos maiores veranicos para a Mesorregião 1. Isto porque os veranicos desta Mesorregião em média são relativamente curtos, para afetar a cultura da Cana-de-Açúcar.

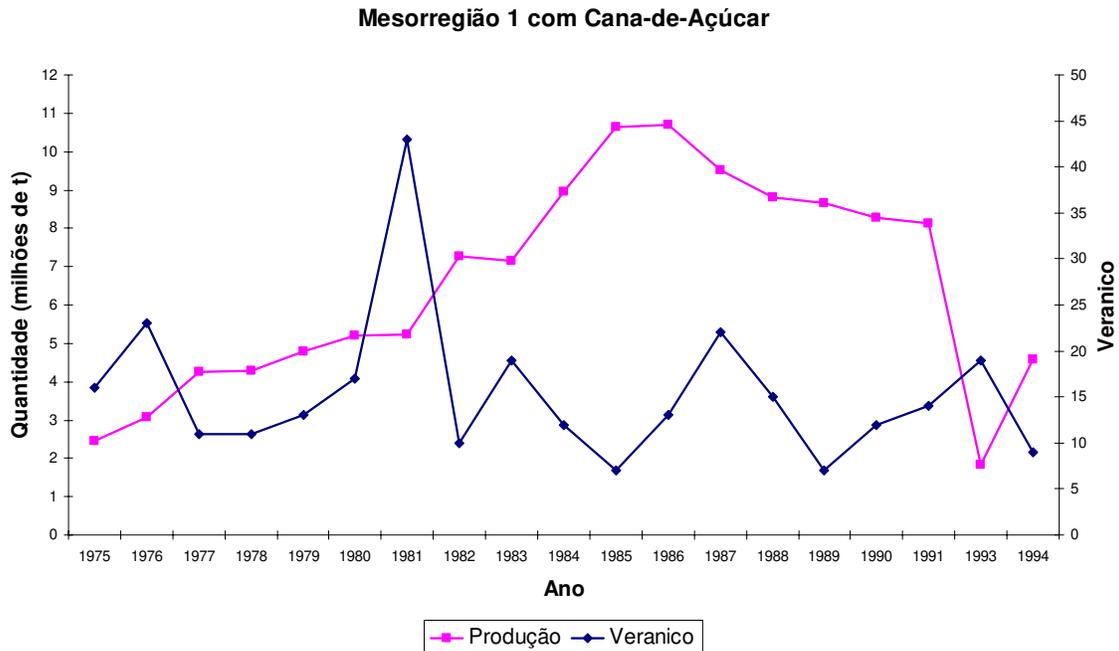


Figura 13 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Cana-de-Açúcar em milhões de toneladas para a Mesorregião 1.

A produção de Arroz, também não se observa na seqüência uma oposição entre a quantidade de Arroz e os maiores veranicos para a Mesorregião 1 do estado da Paraíba de acordo com a Figura 14, pois o Arroz é cultivado nas várzeas dos baixos cursos dos rios Paraíba e Mamanguape e nas dos rios Camaratuba; Miriri e Gramame.

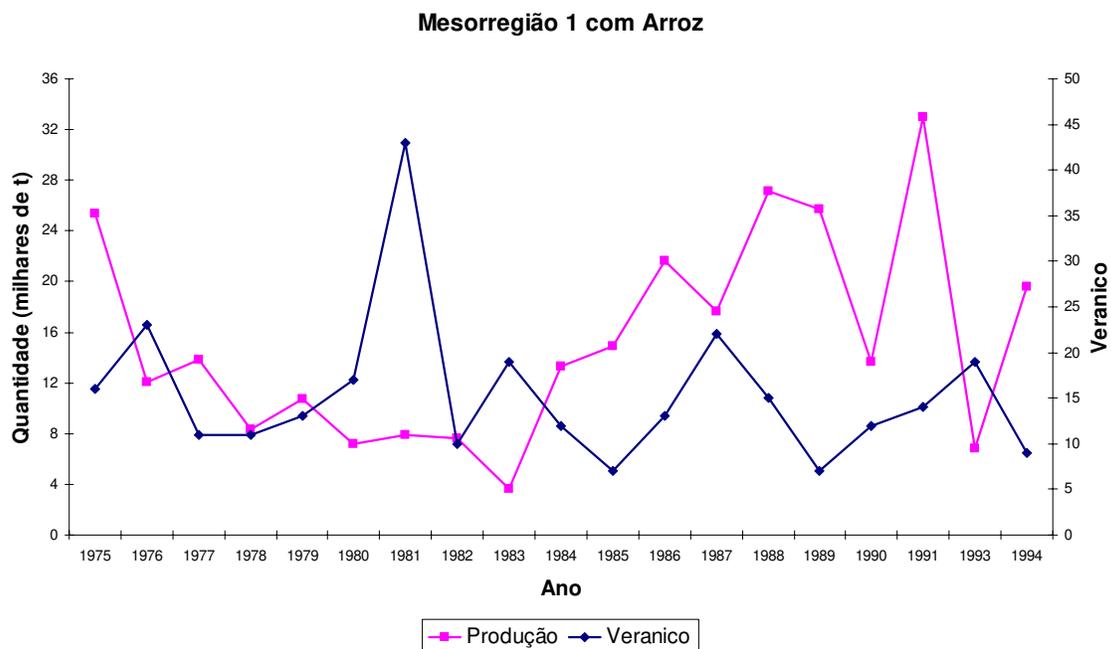


Figura 14 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Arroz em milhares de toneladas para a Mesorregião 1.

A Figura 15 mostra a série da quantidade de Abacaxi em milhões de frutos produzida na Paraíba. Observa-se que de 1975 até 1986 ocorreu um aumento sistemático da produção de Abacaxi, a partir de 1988 houve uma diminuição. Este tipo de tendência da produção de Abacaxi não é observado na duração dos veranicos na Mesorregião 1. Portanto, a produção de Abacaxi não sofreu influência da duração de veranico.

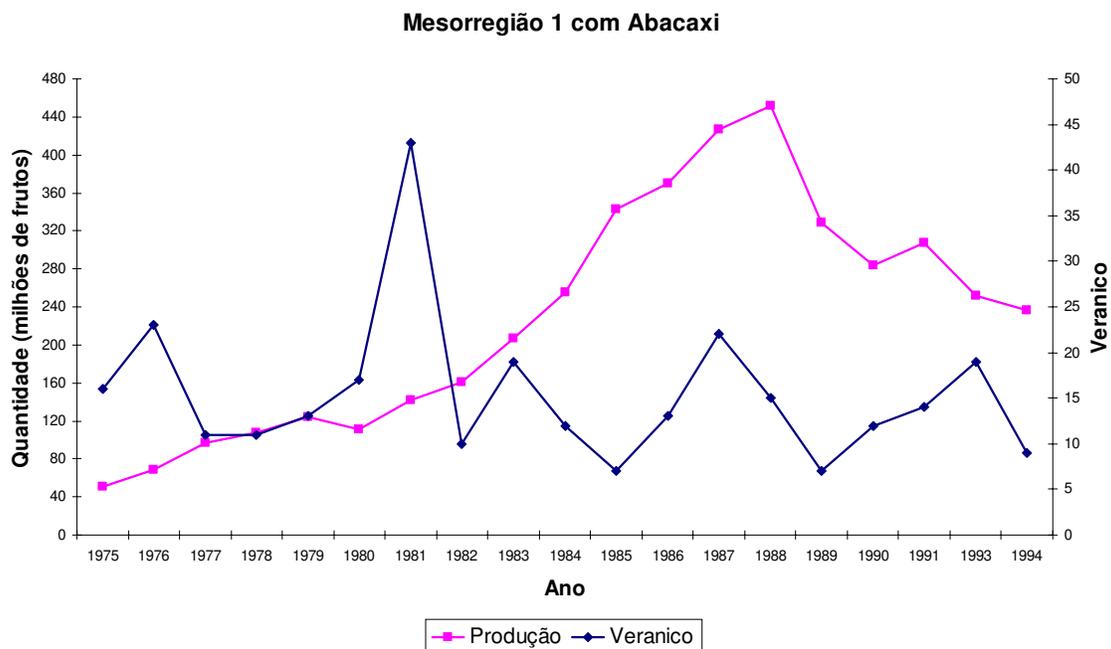


Figura 15 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Abacaxi em milhões de frutos para a Mesorregião 1.

Verifica-se pela Figura 16 que, de uma forma geral, a quantidade de Algodão se relaciona bem, opostamente com os maiores veranicos para a Mesorregião 2, no período de 1975 até 1985, a partir de 1985 observa-se um declínio na produção de Algodão que não está relacionado com os veranicos, pois, a duração do veranicos de 1988; 1989; 1991 e 1994 foi pequena e a produção de Algodão também foi pequena. Portanto, a diminuição dessa produção não está relacionada com as questões climáticas.

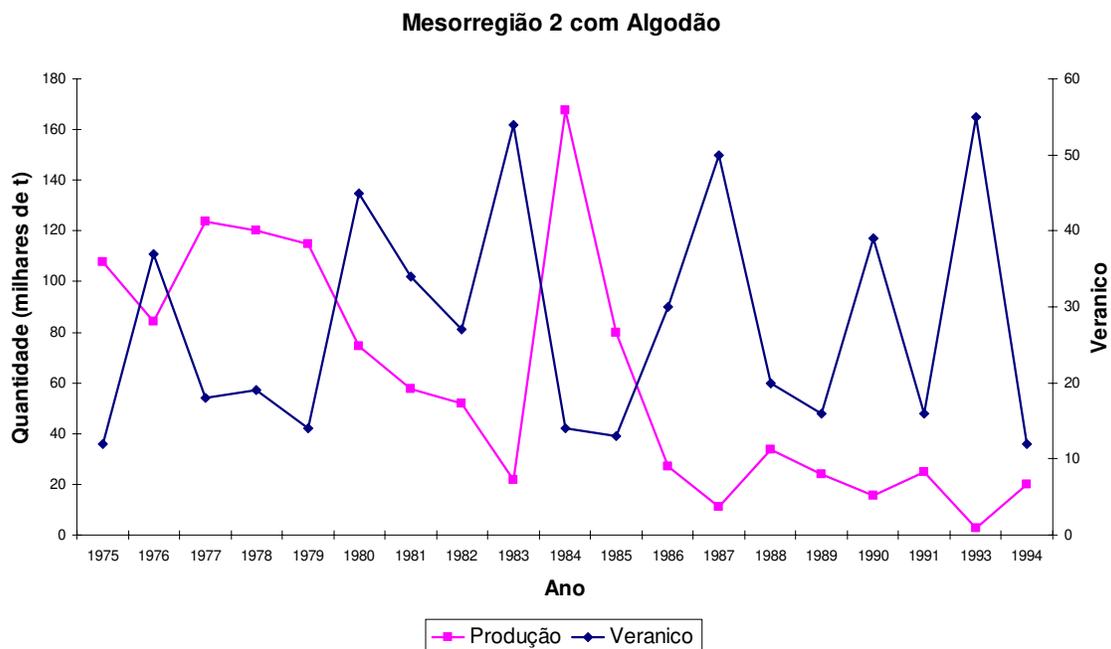


Figura 16 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Algodão em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.

Observa-se na Figura 17 que a quantidade de Sisal relacionada opostamente com os maiores veranicos na Mesorregião 2 é de 1975 até 1984, a partir de 1984 observa-se um decaimento da produção de fibra de agave que não está relacionado com os eventos climáticos.

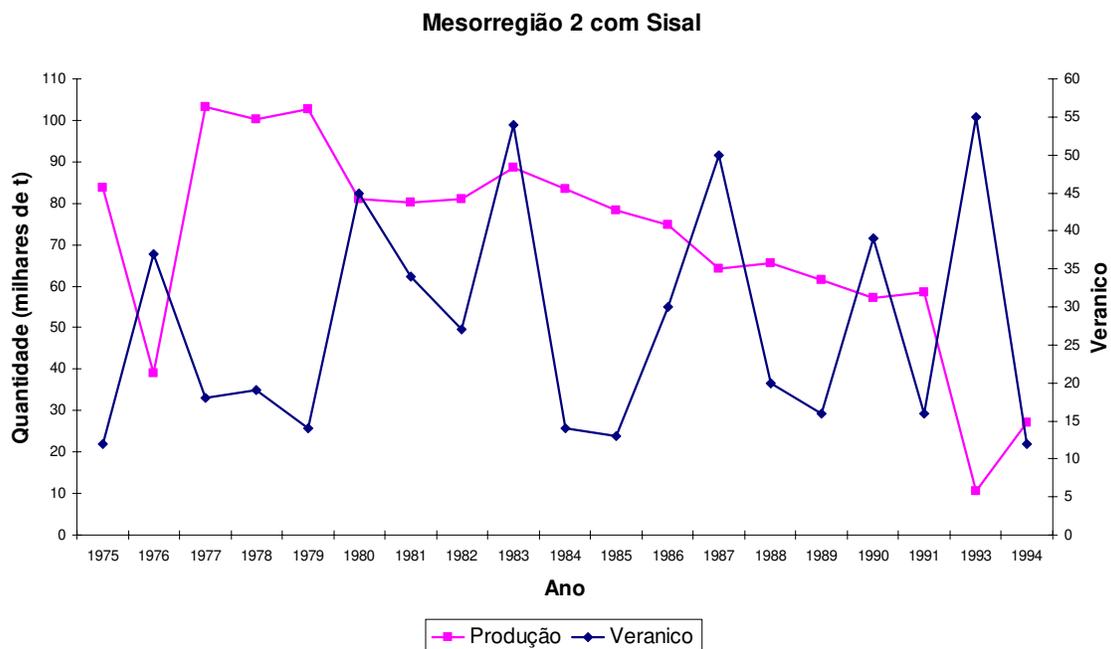


Figura 17 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Sisal em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.

A Figura 18 tem-se a série da quantidade de Milho em milhares de toneladas com os maiores veranicos para a Mesorregião 2, observa-se um comportamento oposto entre as duas curvas. Portanto, a produção de Milho na Mesorregião 2 é muito dependente dos eventos de veranico. Logo, uma previsão de veranico para a Mesorregião 2 é muito importante no planejamento da cultura do Milho, talvez até mais importante que a própria previsão do total de precipitação.

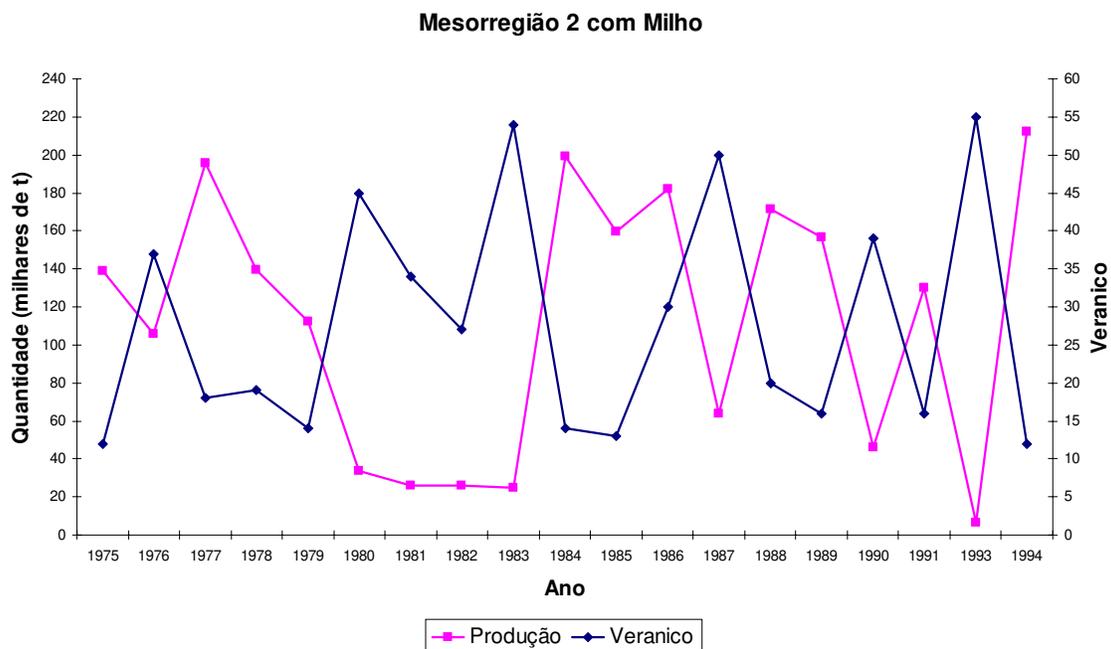


Figura 18 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Milho em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.

Através da Figura 19, verifica-se que a série da quantidade de Feijão e os maiores veranicos para a Mesorregião 2, mostra-se um comportamento oposto. Portanto, assim como observado para o Milho, a produção de Feijão na Mesorregião 2 é muito dependente da duração dos veranicos. Logo, as análises feitas para o Milho também são válidas para o Feijão.

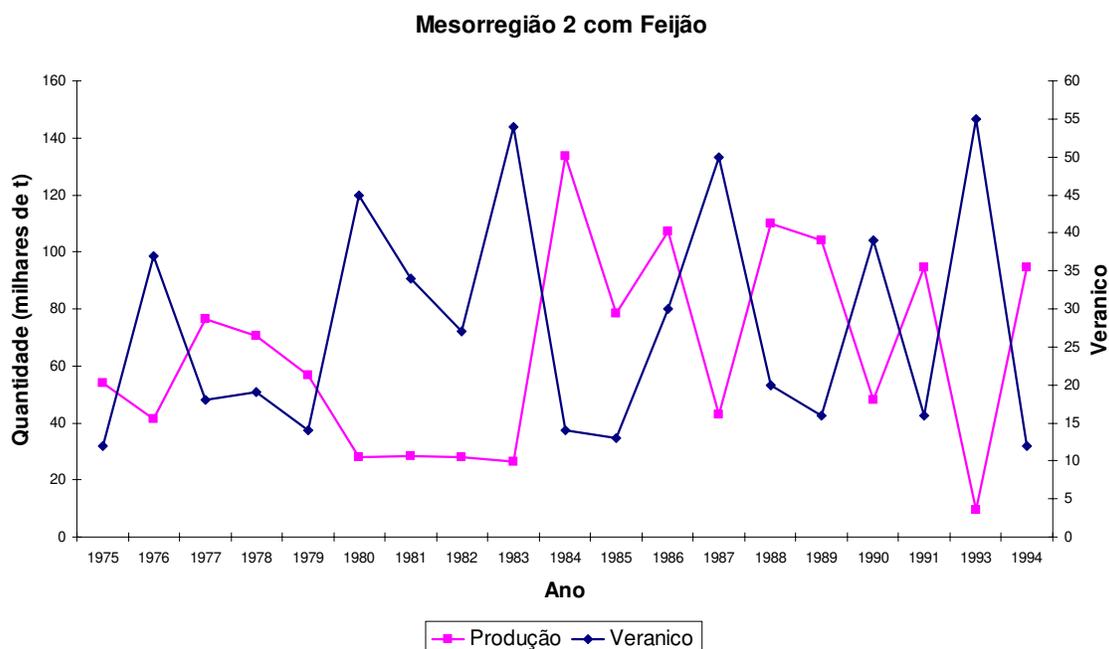


Figura 19 – Série temporal dos maiores veranicos e a quantidade da produção de Feijão em milhares de toneladas para a Mesorregião 2.

Na Tabela 18, apresentam-se os coeficientes de correlação linear entre os maiores veranicos na Mesorregião 1 e a quantidade de produção agrícola de Cana-de-Açúcar, Arroz e Abacaxi, sendo negativos. Entretanto, os mesmos não apresentam valores estatisticamente significativos, ou seja, do ponto de vista da estatística, as produções de Cana-de-Açúcar; Arroz e Abacaxi, na Mesorregião 1 são independentes da duração dos veranicos nessa Mesorregião.

Tabela 18 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos na Mesorregião 1 e a quantidade de produção agrícola de Cana-de-Açúcar, Arroz e Abacaxi.

Cana-de-Açúcar	Arroz	Abacaxi
-0,271	-0,292	-0,199

Esses resultados possivelmente reflete a boa distribuição das precipitações na Mesorregião 1, pois, durante todo período, apresentou um único ano com um longo veranico, 1981. Entretanto, este resultado pode ser espúrio, uma vez que em 1981 a precipitação da estação chuvosa no leste do Nordeste foi um pouco acima da média de acordo com Rao *et al.* (1993).

Verifica-se através da Tabela 19 que os maiores veranicos na Mesorregião 2 e a quantidade de produção agrícola de Sisal não teve significância estatística para o período analisado (1975 a 1994), enquanto que para o Algodão, o coeficiente de correlação linear teve significância de 95%. Ressalta-se que esta correlação obtida para o Algodão está relacionada ao período inicial (1975 a 1985), pois, a partir de 1985 ocorreu uma grande diminuição da produção de Algodão que não foi acompanhada da elevação de veranico. Para a quantidade de Milho e Feijão, o coeficiente de correlação linear teve significância estatística de 99%, sendo bem correlacionados. Os coeficientes de correlação linear negativos e significativos apontam que o aumento de veranicos proporciona numa redução da produção agrícola. Portanto, a elaboração de modelos climáticos para prever veranico é muito importante para a produção agrícola de Milho e Feijão, principalmente quando cultivadas na forma de sequeiro.

Tabela 19 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos na Mesorregião 2 e a quantidade de produção agrícola de Algodão, Sisal, Milho e Feijão.

Algodão	Sisal	Milho	Feijão
-0,505*	-0,307	-0,796**	-0,714**

* 95% de significância, ** 99% de significância.

Por outro lado, previsão de veranico também é importante para o abastecimento de água utilizada nos diversos setores (indústria; agricultura; doméstico; etc.), e para a agricultura irrigada, pois, através de uma previsão de veranico pode ser elaborado um planejamento do uso de água que está disponível, inclusive para irrigação.

6 CONCLUSÕES

As conclusões mais relevantes deste trabalho foram:

- Os veranicos das microrregiões do Litoral e Brejo paraibanos são mais influenciados pelas condições de anomalias de TSM sobre o Atlântico Tropical, enquanto os veranicos das microrregiões do Cariri/Curimataú e Sertão, na parte central e oeste do Estado são influenciados pelas anomalias de TSM do Pacífico Equatorial.
- As durações dos veranicos na microrregião do Agreste paraibano recebem influências das anomalias de TSM do Atlântico Tropical e do Pacífico Equatorial.
- A influência da TSM no Pacífico Equatorial na duração dos veranicos no Sertão é marcante, produzindo, em muitos casos, a denominada seca verde, como a de 1987.

- Os veranicos do Alto Sertão aparentemente não estão diretamente relacionados com as anomalias de TSM do Atlântico e do Pacífico.
- As produções de Cana-de-Açúcar; Arroz e Abacaxi na Mesorregião 1 do estado da Paraíba são independentes da duração dos veranicos nessa Mesorregião.
- As produções de Algodão e Sisal na Mesorregião 2 do estado da Paraíba não tiveram, de um modo geral, relacionamento com os veranicos, principalmente a partir de 1985.
- A produção de Milho e Feijão na Mesorregião 2 do estado da Paraíba é muito dependente da duração dos eventos de veranico nessa Mesorregião. Portanto, uma previsão de veranico para a Mesorregião 2 é importante no planejamento destas culturas, talvez até mais importante que a própria previsão do total de precipitação.
- De maneira geral, ocorreu um aumento na duração dos veranicos em quase todas as microrregiões da Paraíba, exceto a do Agreste.

7 SUGESTÕES

Para estudos futuros sugeri-se que:

Deve-se fazer estudos estatísticos com veranicos analisando-os durante eventos de El Niño/La Niña intensos, bem como em Padrões de Dipolo do Atlântico (fase positiva/fase negativa).

A elaboração de modelos climáticos dinâmicos para prever veranicos em todos os Estados e mesorregiões do Nordeste.

Estudos futuros devem ser feitos em outros estados em micro e mesorregiões cada vez mais específicas.

Um estudo deve ser feito relacionando veranico com outras culturas, utilizando uma série maior dos dados de produção agrícola.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, C. R.; DA SILVA, D. F.; GOMES, W. R. F.; ARAÚJO, L. E. Análise da Variabilidade Espaço-temporal e Tendência da Precipitação na Região Semi-árida do Estado da Paraíba. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005a, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

ALCÂNTARA, C. R.; DA SILVA, D. F.; GOMES, W. R. F.; ARAÚJO, L. E. Análise Espaço-temporal do Déficit Hídrico na Região Nordeste. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005b, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B.; REPELLI, C. A.; FERREIRA, N. S. Um Estudo da Variabilidade Pluviométrica no Setor Leste do Nordeste Brasileiro e a Influência do Fenômeno El Niño / Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 12, n. 2, 25-39, 1997.

AMORIM NETO, M. S.; BELTRÃO, N. E. M.; MEDEIROS, J. C. Indicadores Edafoclimáticos para o Zoneamento do Algodoeiro Arbóreo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, X, 1997, Piracicaba - SP. **Anais:** Piracicaba – SP: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p. 369-371.

ARAÚJO, L. E.; CAMPOS, J. H. B. C.; BANDEIRA, M. M.; BECHER, C. T. Disposição Mensal e Anual das Chuvas em Campina Grande – PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2003, Santa Maria – RS. **Anais: CD-ROM**, SBA, 2003, p. 949-950.

BARBOSA, J. V. A. Efeito do Veranico sobre a Produção de Cultivares de Milho. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1980-1984.** Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1986, p. 80-82.

BARRETO, N. J. C.; SOUZA, E. B.; ROCHA, E. J. P. Evolução Semanal do El Niño e seus Impactos no Nordeste Brasileiro e Oceano Atlântico. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

BARROS, V.; DOYLE, M.; CAMILLONI, I. **Potencial Impacts of Climate Change in the Plata Basin.** Regional Hydrological Impacts of Climatic Variability and Change - Impact Assessment and Decision Making (proceedings of symposium S6 held during the Seventh IAHS Scientific Assembly at Foz do Iguaçu, Brazil), abril de 2005.

BEZERRA, A. C. N.; BARRETO, N. J. C.; SOUZA, A. R. E. S. Comportamento das Anomalias de Precipitação da Estação Chuvosa do Nordeste do Brasil (NEB) durante Fortes Anomalias de TSM nos Oceanos Adjacentes. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. Determinação de Regiões Pluviometricamente Homogêneas no Estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, VI, Salvador - BA. **Anais 1**: 200-205, 1990.

BRITO, J. I. B.; BRAGA, C. C. Chuvas no Estado da Paraíba em 2004. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, Eventos Meteorológicos Significativos em 2004 – 2005**, São José dos Campos – SP, v. 28, 2004 / v. 29, n. 1, p. 27-32, 2005.

BRITO, J. I. B.; SILVA, M. C. L.; COSTA, A. M. N.; BRAGA, C. C. Análise da Precipitação do Estado da Paraíba no Período de 1962-2001. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII, 2004, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. Atual Editora Ltda, São Paulo – SP. 4ª Ed., 322p., 1987.

CÂMARA CASCUDO, L. **Vaqueiros e Cantadores: Folclore Poético do Sertão de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará**. Ed. Ouro. Rio de Janeiro, 2000, p. 344.

CANE, M. A. **Tropical Pacific ENSO Models: ENSO as a Mode of the Coupled System.** In: Trenberth (ed), *Climate System Modeling*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 583-614. 1992.

CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. Manejo da Irrigação por Aspersão Visando à Redução de Custos de Produção e de Energia. In: *Irrigação por Aspersão no Rio Grande do Sul*. Santa Maria - RS: **Imprensa Universitária**, p. 84-113, 2001.

CARVALHO, D. F.; FARIA, R. A.; SOUSA, A. V.; BORGES, H. Q. Espacialização do Período de Veranico para Diferentes Níveis de Perda de Produção na Cultura do Milho, na Bacia do Rio Verde Grande, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 4, n. 2, p. 172-176, 2000.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, M. A. A.; SOUSA, S. A. V.; CARVALHO, P. O. L. Estimativas de Ocorrência de Veranicos em Seropédica, Vassouras e Piraí (RJ), e suas Influências no Rendimento da Cultura do Feijão (*Phaseolus Vulgaris* L.). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 323-330, 1999.

CHATFIELD, C. Wet and Dry Spells. **Monthly Weather Review**, 21: 308-310, 1966.

CINTRA, F. N.; ANDRADE, P.; ALVES, M. C. M. Avaliação dos Reflexos do Protocolo de Kyoto no Setor Sucroalcooleiro. Jaguariúna: **EMBRAPA Meio Ambiente**, 2004.

CPTEC/INPE. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/enos/>, acessado em dezembro de 2005.

DA SILVA, A. M. **Atlas of Surface Marine Data 1945-1989. Algorithms and Procedures.** University of Wisconsin – Milwaukee. Milwaukee, 1993, v. 1, 240p.

DA SILVA, D. F. **Variabilidade Espacial e Temporal de Componentes dos Balanços de Água e de Energia sobre a Bacia do Rio São Francisco com Ênfase para a Região da ZCAS.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB, 131p, 2005.

DA SILVA, D. F.; BORBA, J. C. C.; ALMEIDA, H. R. R. C.; LOPES, Z. F. Influência do Clima na Variabilidade Espaço-Temporal da Bacia do Rio Mundaú (Localidades de Pernambuco). In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

DIAS, T. M. O.; SILVA, M. A. V.; ROCHA, P. J.; BRITO, C. A.; TEDESCO, E. O.; COSTA, L. V.; CRUZ, A. A.; PINHEIRO, A. S. Probabilidade de Veranicos para o Cerrado Baiano - 1. Estudo de Períodos de 20 Dias. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005, Campinas-SP. **Anais: CD-ROM**, SBA.

DINIZ, M. C. S.; LACERDA, F. F.; SOUZA, W. M.; SIMÕES, R. S.; SILVA, A. C.; BARROS, A. H. C. Estudo Climatológico da Ocorrência de Veranicos na Microrregião de Petrolina-PE. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005, Campinas-SP. **Anais: CD-ROM**, SBA.

EMBRAPA-CNPA. Disponível em <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/sisal>, acessado em dezembro de 2005.

ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L. D. Densidade de Plantio e Irrigação Suplementar na Resposta de Três Variedades de Milho ao Déficit Hídrico na Região de Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 85-95, 1980.

FARIAS, W. R. G.; DA SILVA, D. F.; ARAÚJO, L. E.; NASCIMENTO, M. G. Variação Climática da Precipitação no Estado de Pernambuco através de Análise de Componentes Principais. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

FREISE, F. W. The Drought Region of Northeastern Brazil. **The Geographical Review**, v. 28, n. 3, p. 363-378, 1938.

FUNCEME/DEMET. Disponível em <http://www.funceme.br/DEMET/Index.html>, acessado em novembro de 2005.

GIANNINI, A.; CHIANG, J.; CANE, M.; KUSHNIR, Y. The ENSO Teleconnection to the Tropical Atlantic Ocean: Contributions of the Remote and Local SSTs to Rainfall Variability in the Tropical Americas. **Journal of Climate**, 14: 4530-4544, 2001.

GOMES, A. Congresso do Arroz Irrigado. **Seeds News**, Pelotas - RS, v. 3, n. 5, p. 26, 1999.

GONDIM, T. M. S.; AZEVEDO, F. F. Diferenciação Floral do Abacaxizeiro cv. SNG-3 em Função da Idade da Planta e da Aplicação do Carbureto de Cálcio. **Revista Brasileira de Frutíferas**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 2, p. 420-425, 2002.

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

HASTENRATH, S. Interannual Variability and Annual Cycle: Mechanisms of Circulation and Climate in the Tropical Atlantic. **Monthly Weather Review**, 112, 1097-1107. 1984.

HASTENRATH, S. Variations in Low-latitude Circulation and Extreme Climatic Events in the Tropical Americas. **Journal of Atmospheric Society**, 33, 202-215, 1976.

HASTENRATH, S.; HELLER L. Dynamics of climate hazards in Northeast Brazil. **Quartely Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.

IBGE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acessado em outubro de 2005.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 1975 – 1994, Estatísticas Básicas: Séries Retrospectivas – n. 7.** Departamento de Agropecuária, Rio de Janeiro – RJ: 1997, 726p.

INNES, P.; SLINGO, J.; WOOLNOUGH, S. The Madden-Julian Oscillation in General Circulation Models. Homepage do Centre for Global Atmospheric Modelling: <http://www.ugamp.nerc.ac.uk/hot/pi/pi.htm>, 2003, 6p.

KANE, R. P. Prediction of Droughts in North-east Brazil: Role of ENSO and use of Periodicities. **International Journal Climatology**, v. 17, p. 655-665, 1997.

KAYANO, M. T.; RAO, V. B.; MOURA, A. D. Tropical Circulations and the Associated Rainfall Anomalies During Two Contrasting Years, **Journal of Climatology**, 8, 477-488, 1988.

KESSLER, W. S. EOF Representations of the Madden-Julian Oscillation and its Connection with ENSO. **Journal of Climate**, v. 14, p. 3055-3061, 2001.

KOUSKY, V. E. Diurnal Rainfall Variations in Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, Stockholm, Sweden, v. 108, n. 4, p 488-498, 1980.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T.; CAVALCANTI, I. F. A. A Review of the Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric Circulation Changes and Related Rainfall Anomalies, **Tellus**, 36A, 490-504, 1984.

KOUSKY, V. E.; ROPELEWSKI, C. F. Extremes in the Southern Oscillation and their Relationship to Precipitation Anomalies with Emphasis on the South American Region, **Revista Brasileira de Meteorologia**, 4, 351-363, 1989.

MARKHAM, C. G.; MCLAIN, D. R. Sea Surface Temperature Related to Rain in Ceara, Northeastern Brazil. **Nature**, v. 265, n. 5592, p. 320-323, 1977.

MELLO, N. G. S.; SAKAMOTO, M. S.; STRANG, D. M. G. Análise Climatológica Pluviométrica do Nordeste Brasileiro. São José dos Campos: Centro Técnico Aeroespacial – CTA, 1992. 70p (**Relatório IAE-M-02/72**).

MENEZES, H. E. A.; SILVA, R. M.; ALVES, L. M.; CAMARGO JÚNIOR, H. Análise Subjetiva da Simulação de Precipitação do Modelo Eta Climático para o Nordeste do Brasil no Período entre Janeiro e Março de 2003. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, 2003, Santa Maria-RS. **Anais**: Santa Maria-RS: SBA, 2003a, p. 811-12.

MENEZES, H. E. A.; SILVA, R. M.; ALVES, L. M.; CAMARGO JÚNIOR, H. Verificação do Prognóstico de Precipitação Sazonal Simulada pelo Modelo Eta Climático para o Nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, 2003, Santa Maria-RS. **Anais**: Santa Maria-RS: SBA, 2003b, p. 999-1000.

MENEZES, J. R. Manejo da Cultura de Feijão: Enfoque Sistêmico. In: Simpósio da Cultura de Feijão Irrigado, 4, Piracicaba - SP, 2001. **Anais**. Piracicaba - SP: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, p. 35-42. 2001.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C. Comportamento e Previsibilidade de Veranicos nas Regiões Norte e Vale do Jequitinhonha, MG. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão das Chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 01, p. 1-10, 2002.

MORETTIN, L. G. Estatística Básica. **Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda**, São Paulo - SP. 6ª Ed., 183p., 1991.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the Dynamics of Droughts in Northeast Brazil: Observations, Theory and Numerical Experiments with a General Circulation Model. **Journal of the Atmospheric Science**, v. 38, n. 12, p. 2653-2675. 1981.

NETO, P. C.; VILELA, E. A. Veranico: Um Problema de Seca no Período Chuvoso. **Climatologia Agrícola, Informe Agropecuário**, v. 12, n. 138, p. 59-61. 1986.

NOAA. Disponível em <http://www.cdc.noaa.gov/ClimateIndices>, acessado em outubro de 2005.

NOBRE, P. A Variabilidade Interanual do Atlântico Tropical e sua Influência no Clima da América do Sul. **Revista Climanálise – Edição comemorativa de 10 anos**, 1996.

NOBRE, P.; LACERDA, F. F.; AZEVEDO, F. G. B.; SIMÕES, R. S. Um Estudo da Variabilidade Interanual de Veranicos sobre o Sertão de Pernambuco e suas Relações com Temperatura da Superfície do Mar. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII, 2004, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade Climática Intrasazonal Sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise**, 2001.

NOBRE, P.; MOURA, A. D.; SUN, L. Dynamical Downscaling of Seasonal Climate Prediction over Nordeste Brazil with ECHAM3 and NCEP's Regional Spectral Models at IRI. **Bulletin of the American Meteorological Society**, p. 2787-796, 2001.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of Sea Surface Temperatures, wind Stress, and Rainfall over the Tropical Atlantic and South American. **Journal of Climate**, v. 9, n. 10, p. 2464-2479. 1996.

NÓBREGA, R. S.; SILVA, D. F.; ARAÚJO, L. E.; SOUZA, F. A. S. Detecção do Início, Fim e Duração da Estação Chuvosa na Paraíba através da Técnica dos Quantis. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

OLIVEIRA, C. P.; SILVA, P. R. T.; OLIVEIRA, F. P. Impacto dos Fenômenos La Niñas ocorridos no Período de 1967-1987 sobre o Regime de Precipitação na Região do Litoral Norte-AL. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

OLIVEIRA, G. S. O El Niño e Você – O Fenômeno Climático. São José dos Campos, SP: **Transtec Editorial**, 1999.

PEZZI, L. P.; CAVALCANTI, I. F. A. The Relative Importance of ENSO and Tropical Atlantic Sea Surface Temperature Anomalies for Seasonal Precipitation over South America: a Numerical Study. **Climate Dynamic**, v. 17, p. 205-212, 2001.

PHILANDER, S. G. El Niño, La Niña, and Southern Oscillation. **Academic Press**, Londres, 289p., 1991.

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of Rainfall over Brazil: Annual and Variations and Connections with the Southern Oscillation, **Theoretical and Applied Climatology**, v. 42, n. 2, p. 81-91, 1990.

RAO, V. B.; LIMA, M. C.; FRANCHITO, S. H. Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 6, n. 9, p. 1754-1763, 1993.

REPELLI, C. A.; NOBRE, P. Modelagem Estatística das Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar do Oceano Atlântico Tropical. **Revista Climanálise – Edição comemorativa de 10 anos**, 1996.

RESENDE, M.; SANS, L. M.; DURÃES, F. O. M. Veranico e sua Inter-Relação com o Sistema Solo/Água/Planta/Atmosfera nos Cerrados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, Viçosa, 1996. **Anais**: p.157-167.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Niño/Southern Oscillation, **Month Weather Review**, 115, 1606-1626, 1987.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Precipitation Patterns Associated with the High Index Phase of the Southern Oscillation, **Journal of Climate**, 2, 268-284, 1989.

SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Cultivo do Milho: Clima e Solo. Informações Técnicas. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/clima.htm>, acessado em dezembro de 2005. EMBRAPA Milho e Sorgo, 2005.

SANSIGOLO, A. S. Variabilidade Interanual da Estação Chuvosa em São Paulo. **Climanálise**, 1989, p. 40-43. (Boletim nº 9).

SANTANA, S. C.; LACERDA, F. F.; SIMÕES, R. S. Estudo Climatológico da Ocorrência de Veranicos no Sertão do Moxotó/PE. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005, Campinas-SP. **Anais: CD-ROM**, SBA.

SANTANA, S. C.; LACERDA, F. F.; SIMÕES, R. S. Um Estudo da Variabilidade de Veranicos sobre o Estado de Pernambuco. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. **2a ed.** Brasília, 328 p. 2001.

SILVA, F. D. S.; BRITO, J. I. B.; PONTES, A. L. Análise das Máximas Chuvas Ocorridas na Bacia do Rio Gramame-Litoral Sul da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII, 2004a, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

SILVA, L. F.; KAYANO, M. T.; FERREIRA, N. J. Evolução das Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar durante Anos de El Niño nas duas Fases da Oscilação Multi-Decadal do Pacífico. In: Simpósio Internacional de Climatologia, 2005, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

SILVA, M. C. L. Uso da Técnica dos Quantis para Monitoramento do Clima do Estado da Paraíba. Campina Grande, 2004, 33p. **Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Meteorologia** – Universidade Federal de Campina Grande.

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, 2004b, Fortaleza-CE. **Anais: CD-ROM**, SBMET.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, N. F.; CAVALCANTI, N. B. Probabilidade de Ocorrência de Dias Secos e Chuvosos. Brasília, **Instituto Nacional de Meteorologia**, 1981, p. 51-90 (Boletim nº 146).

SILVA, S. T. **A Influência do El Niño-Oscilação Sul na Distribuição Espacial da Precipitação no Estado da Paraíba.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB, 63p, 1996.

SOUSA, S. A. V.; FRIZZONE, J. A. Simulação da Ocorrência de Veranicos em Piracicaba e seu Efeito em Duas Épocas de Plantio de Milho. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, X, 1997, Piracicaba. **Anais:** Piracicaba, 1997.

SOUSA, S. A. V.; PERES, F. C. Programa Computacional para a Simulação da Ocorrência de Veranicos e Queda de Produção. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25, 1996, Bauru-SP. **Anais: CD-ROM.** FET-UNESP/SBEA.

SOUSA, S. A. V.; PERES, F. C. Programa Computacional para Simulação da Ocorrência de Veranicos e Queda de Rendimento. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 33, n. 12, p. 1951-1956, 1998.

SOUZA, E. B. **Um Estudo Observacional sobre o Padrão de Dipolo de Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar no Oceano Atlântico Tropical.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos – SP, 117p, 1997.

SOUZA, M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F. P.; AMORIM JÚNIOR, I. Estimativa de Ocorrência de Veranicos em Guanhães, Nova Era e Rio Doce, Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005, Campinas-SP. **Anais: CD-ROM,** SBA.

SPIEGEL, M. R. Estatística. **Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda**, São Paulo - SP.
Coleção Schaum. 581p. 1977.

UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua Relação com a Precipitação na Região Norte do Nordeste Brasileiro**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos – SP, 1989.

WAGNER, R. G. Mechanisms Controlling Variability of the Interhemispheric Sea Surface Temperature Gradient in the Tropical Atlantic. **Journal of Climate**, v. 9, p. 2010-2019, 1996.

WALKER, G. T. Ceará (Brazil) famines and the general air movement. **Beitrag Zur Physik der Frein Atmosphere**, 14 (sf): 88-93. 1928.

APÊNDICE

Neste apêndice apresentam-se as tabelas completas dos coeficientes de correlação linear entre os maiores veranicos para as micro e mesorregiões do estado da Paraíba, para veranicos considerados como dias sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm, e os niños: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, o TNAI e o TSAI.

Tabela 10 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 1 e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,019	0,082	0,077	0,057	0,132	-0,205
novembro	0,074	0,160	0,138	0,096	0,010	-0,243
dezembro	0,047	0,175	0,171	0,099	0,041	-0,352**
janeiro	0,004	0,056	0,056	0,027	0,223	-0,330**
fevereiro	0,089	0,042	0,060	0,078	0,206	-0,374**
março	0,276	0,202	0,151	0,139	0,337**	-0,375**
abril	0,210	0,221	0,153	0,051	0,324*	-0,347**
maio	0,269	0,191	0,099	-0,047	0,282*	-0,237

* 90% de significância, ** 95% de significância.

Tabela 11 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da Mesorregião 2 e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,387**	0,457***	0,424**	0,313*	0,102	-0,125
novembro	0,443***	0,512***	0,462***	0,319*	-0,048	-0,245
dezembro	0,452***	0,501***	0,502***	0,352**	0,007	-0,219
janeiro	0,487***	0,462***	0,426***	0,304*	0,034	-0,290*
fevereiro	0,564***	0,539***	0,495***	0,365**	0,224	-0,181
março	0,551***	0,594***	0,581***	0,480***	0,350**	-0,177
abril	0,487***	0,673***	0,630***	0,389**	0,446***	-0,136
maio	0,518***	0,530***	0,505***	0,324*	0,439***	-0,159

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Tabela 12 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Litoral da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,102	0,111	0,093	0,115	0,511***	0,023
novembro	0,090	0,168	0,143	0,141	0,379**	0,037
dezembro	0,096	0,168	0,143	0,167	0,390**	-0,102
janeiro	-0,038	0,020	0,033	0,108	0,360**	-0,155
fevereiro	0,035	0,018	0,031	0,076	0,331**	-0,190
março	0,150	0,112	0,073	0,163	0,359**	-0,200
abril	0,000	0,039	0,042	0,076	0,357**	-0,136
maio	0,158	0,034	-0,029	-0,008	0,372**	-0,106

** 95% de significância, *** 99% de significância.

Tabela 13 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Brejo da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	-0,008	0,046	0,048	0,009	0,218	-0,334**
novembro	0,041	0,118	0,100	0,042	0,074	-0,345**
dezembro	0,039	0,094	0,101	0,032	0,128	-0,433***
janeiro	0,066	0,025	0,008	-0,026	0,206	-0,424**
fevereiro	0,239	0,056	0,034	0,067	0,227	-0,358**
março	0,364**	0,223	0,165	0,156	0,231	-0,328*
abril	0,302*	0,339**	0,242	0,123	0,304*	-0,264
maio	0,399**	0,318*	0,197	0,023	0,247	-0,142

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Tabela 14 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Agreste da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,173	0,270	0,261	0,138	0,049	-0,306*
novembro	0,224	0,303*	0,275	0,140	-0,023	-0,287*
dezembro	0,135	0,277	0,314*	0,179	0,033	-0,325*
janeiro	0,230	0,265	0,280*	0,202	0,202	-0,371**
fevereiro	0,259	0,279	0,336**	0,324*	0,338**	-0,404**
março	0,383**	0,313*	0,381**	0,364**	0,340**	-0,321*
abril	0,372**	0,409**	0,426***	0,284*	0,447***	-0,226
maio	0,401**	0,240	0,225	0,150	0,408**	-0,119

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Tabela 15 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Cariri/Curimataú da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,249	0,212	0,146	0,106	0,183	0,033
novembro	0,256	0,216	0,159	0,101	0,101	-0,123
dezembro	0,261	0,238	0,216	0,169	0,231	-0,127
janeiro	0,224	0,215	0,172	0,128	0,158	-0,203
fevereiro	0,294*	0,306*	0,248	0,160	0,218	-0,135
março	0,285*	0,302*	0,303*	0,311*	0,261	-0,006
abril	0,250	0,471***	0,436***	0,284*	0,317*	0,052
maio	0,226	0,398**	0,423**	0,286*	0,420**	-0,027

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Tabela 16 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Sertão da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,365**	0,376**	0,323*	0,226	0,075	-0,042
novembro	0,429***	0,412**	0,344**	0,231	-0,019	-0,179
dezembro	0,411**	0,420**	0,388**	0,234	0,046	-0,211
janeiro	0,411**	0,430***	0,375**	0,199	0,143	-0,180
fevereiro	0,469***	0,493***	0,444***	0,260	0,267	-0,142
março	0,556***	0,560***	0,508***	0,304*	0,428***	-0,128
abril	0,496***	0,602***	0,517***	0,241	0,472***	-0,179
maio	0,511***	0,515***	0,440***	0,230	0,441***	-0,156

* 90% de significância, ** 95% de significância, *** 99% de significância.

Tabela 17 – Coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos da microrregião do Alto Sertão da Paraíba e as anomalias de TSM nas áreas dos niños, TNAI e TSAI nos meses mencionados.

Mês	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	TNAI	TSAI
outubro	0,287*	0,233	0,184	0,152	-0,062	-0,241
novembro	0,266	0,248	0,221	0,169	-0,014	-0,256
dezembro	0,256	0,283*	0,298*	0,243	0,070	-0,205
janeiro	0,224	0,231	0,223	0,202	0,137	-0,219
fevereiro	0,158	0,258	0,265	0,219	0,197	-0,219
março	0,134	0,168	0,242	0,292*	0,263	-0,216
abril	0,142	0,217	0,242	0,166	0,359**	-0,192

* 90% de significância, ** 95% de significância.