

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

METEOROLOGIA



TESE DE DOUTORADO

Emerson Ricardo Rodrigues Pereira

**ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA ANÁLISE DA
INTENSIDADE E VARIABILIDADE REGIONAL DAS
CHUVAS NO NORDESTE DO BRASIL**

Campina Grande-PB, Agosto de 2014.



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Curso de Pós-Graduação em Meteorologia

Tese de Doutorado

ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA ANÁLISE DA INTENSIDADE E VARIABILIDADE REGIONAL DAS CHUVAS NO NORDESTE DO BRASIL

EMERSON RICARDO RODRIGUES PEREIRA

Orientador: Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva

CAMPINA GRANDE – PB

Agosto, 2014.

EMERSON RICARDO RODRIGUES PEREIRA

**ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA ANÁLISE DA
INTENSIDADE E VARIABILIDADE REGIONAL DAS CHUVAS NO
NORDESTE DO BRASIL**

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

Área de Concentração: **Agrometeorologia e Micrometeorologia**

Orientador: Prof.Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva

CAMPINA GRANDE-PB

Agosto, 2014.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- P436i Pereira, Emerson Ricardo Rodrigues.
 Índices pluviométricos na análise da intensidade e variabilidade regional das chuvas no Nordeste do Brasil / Emerson Ricardo Rodrigues Pereira. – Campina Grande, 2014.
 100 f. : il. color.
- Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2014.
- "Orientação: Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva".
 Referências.
1. Agrometeorologia. 2. Dias Sem Chuva. 3. Verânico.
 4. Teste de Mann-Kendall. I. Silva, Vicente de Paulo Rodrigues da. II. Título.

CDU 551.502.4(043)

EMERSON RICARDO RODRIGUES PEREIRA

ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA ANÁLISE DA INTENSIDADE E
VARIABILIDADE REGIONAL DAS CHUVAS NO NORDESTE DO BRASIL

TESE APROVADA EM 29/08/2014

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. VICENTE DE PAULO RODRIGUES DA SILVA
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande


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


Prof. Dr. LINCOLN ELOI DE ARAÚJO
Departamento de Engenharia e Meio Ambiente
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. JOEL SILVA DOS SANTOS
Departamento de Engenharia e Meio Ambiente
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. WALKER GOMES DE ALBUQUERQUE
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
Universidade Federal de Campina Grande

A minha família e ao
Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva
pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

Ao criador que nos criou
OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao Eterno, pelas graças da vida e da inteligência e por tudo que ele representa em minha vida;

Ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, pela estrutura didático-científica e pela oportunidade e pela confiança depositada;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida para realização desse Doutorado;

Ao professor Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva pela orientação acadêmica e o meu sincero reconhecimento pela oportunidade de realizar este trabalho ao lado de alguém que transpira sabedoria; meu respeito e admiração pela sua serenidade e pelo seu Dom no ensino da Ciência, inibindo sempre a vaidade em prol da simplicidade e eficiência;

Aos professores da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas pela atenção e amizade;

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, em especial a Divanete C. Rocha e a Eyres Diana Ventura Silva pela atenção, pela dedicação e pela disposição com que sempre nos trataram durante nossa caminhada;

Aos amigos, conquistados no decorrer do curso em especial ao colega Joherlan Campos de Freitas que sempre esteve ao meu lado nas pesquisas e pelo apoio;

A minha querida mãe Maria Rodrigues Pereira pelo apoio, incentivo e dedicação de uma vida inteira ao meu lado;

Aos meus irmãos Edson Renato Rodrigues Pereira e Eduardo Robson Rodrigues Pereira pelo incentivo;

A minha namorada e futura esposa Eunice Vieira de Lira que sempre me deu força e sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis desta trajetória;

E aos familiares e amigos.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
	2.1. Eventos climáticos que influenciam a precipitação pluvial	22
	2.2. Sistemas atmosféricos atuantes no NEB	23
	2.3. A influência da orografia na precipitação pluvial	25
	2.4. Regimes do número de dias com chuvas	26
	2.5. Fenômenos de veranicos na estação chuvosa	26
	2.6. Tendência temporal	27
3.	MATERIAL E MÉTODOS	29
	3.1. Localização da área de estudo	29
	3.2. Teste de Mann-Kendall	31
	3.3. Índices de eventos climáticos extremos	32
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
	4.1. Precipitação média no período anual (PM-PA)	34
	4.2. Precipitação média no período chuvoso (PM-PC)	34
	4.3. Precipitação media no período seco (PM-PS)	37
	4.4. Número de dias com chuvas no período anual maior que 0,1mm (NDCC-PA>0,1mm)	39
	4.5. Número de dias com chuvas no período chuvoso maior que 0,1 mm (NDCC - PC>0,1mm)	41
	4.6. Número de dias com chuvas no período seco maior que 0,1 mm (NDCC-PS > 0,1mm)	41
	4.7. Números de dias com chuvas no período anual menor que 0,1 mm	45

(NDCC – PA < 0,1mm)

4.8. Números de dias com chuvas no período chuvoso menor que 0,1 mm 45

(NDCC-PC<0,1 mm)

4.9. Números de dias com chuvas no período seco menor que 0,1mm 48

(NDCC-PS< 0,1mm)

4.10. Número de dias com chuvas no período anual acima da média 50

(NDCCACMDP-PA)

4.11. Números de dias com chuvas no período chuvoso acima da média 52

(NDCCACMDP-PC)

4.12. Número de dias com chuvas no período seco acima da média 52

(NDCCACMDP-PS)

4.13. Número de dias com chuvas no período anual abaixo da média 56

(NDCCABMDP-PA)

4.14. Número de dias com chuvas no período chuvoso abaixo da média 56

(NDCCABMDP-PC)

4.15. Número de dias com chuvas no período seco abaixo da média 59

(NDCCABMDP-PS)

4.16. Números consecutivos de dias com chuvas no período anual 61

(NCDCC-PA)

4.17. Números consecutivos de dias com chuvas no período chuvoso 63

(NCDCC-PC)

4.18. Números consecutivos de dias com chuvas no período seco (NCDCC-

PS)

4.19. Números consecutivos de dias sem chuvas no período anual 67

(NCDSC-PA)

4.20. Números Consecutivos de dias sem chuvas no período chuvoso (NCDSC-PC)	68
4.21. Números consecutivos de dias sem chuvas no período seco (NCDSC-PS)	72
4.22. Média dos Números consecutivos de dias sem chuvas (NCDSC) nos períodos anual (PA), chuvoso (PC) e seco (PS)	75
5. CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXO I	91

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 Médias dos Números consecutivos de dias sem chuvas (NCDSC) nos períodos anual (PA), chuvoso (PC) e seco (PS) para os 9 Estados do Nordeste 76

LISTAS DE ABREVIATURAS

PM-PA-Precipitação média no período anual

PM-PC – Precipitação média no período chuvoso

PM-PS- Precipitação média no período seco

NDcC-PA – Número de dias com chuvas no período anual

NDcC-PC – Número de dias com chuvas no período chuvoso

NDcC-PS – Número de dias com chuvas no período seco

NDcCAcM-PA - Número de dias com chuvas acima da média no período anual

NDcCAcM-PC- Número de dias com chuvas acima da média no período chuvoso

NDcCAcM-PS- Número de dias com chuvas acima da média no período seco

NDcCAbM -PA- Número de dias com chuvas abaixo da média no período anual

NDcCAbM -PC- Número de dias com chuvas abaixo da média no período chuvoso

NDcCAbM-PS- Número de dias com chuvas abaixo da média no período seco

NCDcC-PA – Número consecutivo de dias com chuvas no período anual

NCDcC-PC- Número consecutivo de dias com chuvas no período chuvoso

NCDcC-PS- Número consecutivo de dias com chuvas no período seco

NCDsC-PA- Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual

NCDsC-PC- Número consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso

NCDsC-PS- Número consecutivo de dias sem chuvas no período seco

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Região Nordeste do Brasil	29
Figura 2. Distribuição dos postos pluviométricos na região Nordeste do Brasil	30
Figura 3. Tendência da precipitação média no período anual no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	35
Figura 4. Tendência da precipitação média no período chuvoso no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	36
Figura 5. Tendência da precipitação média no período seco no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	38
Figura 6. Tendência temporal da precipitação média anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) em Água Branca, no Estado de Alagoas	39
Figura 7. Tendência do Número de dias com chuvas no período anual maior que 0,1mm (NDCC – PA > 0,1mm) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	40
Figura 8. Tendência do Número de dias com chuvas no período chuvoso maior que 0,1mm (NDCC – PC > 0,1mm) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	42
Figura 9. Tendência do Número de dias com chuvas no período seco maior que 0,1mm (NDCC – PS > 0,1mm) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	43
Figura 10. Tendência temporal do número de dias com chuva (NDCC > 0,1 mm) anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Candido Mendes, no estado do Maranhão	44
Figura 11. Tendência do Número de dias com chuvas no período anual menor que 0,1mm (NDCC – PA < 0,1mm) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	46
Figura 12. Tendência do Número de dias com chuvas no período chuvoso menor que 0,1mm (NDCC – PC < 0,1mm) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	47
Figura 13. Tendência do Número de dias com chuvas no período seco menor que 0,1mm (NDCC – PS < 0,1mm) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	49
Figura 14. Tendência temporal do número de dias com chuva (NDCC < 0,1 mm) anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Teresina, no estado do Piauí	50

Figura 15. Tendência do Número de dias com chuvas no período anual acima da média (NDCCACMDP-PA) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	51
Figura 16. Tendência do Número de dias com chuvas no período chuvoso acima da média (NDCCACMDP-PC) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	53
Figura 17. Tendência do Número de dias com chuvas no período seco acima da média (NDCCACMDP-PS) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	54
Figura 18. Tendência temporal do número de dias com chuva acima da média (NDCCACMDP) anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Viçosa do Ceará, no Estado do Ceará	55
Figura 19. Tendência do Número de dias com chuvas no período anual abaixo da média (NDCCABMDP-PA) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	57
Figura 20. Tendência do Número de dias com chuvas no período chuvoso abaixo da média (NDCCABMDP-PC) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	58
Figura 21. Tendência do Número de dias com chuvas no período seco abaixo da média (NDCCABMDP-PS) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	60
Figura 22. Tendência temporal do número de dias com chuva abaixo da média (NDCCACMDP) anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Aquidaba, no estado de Sergipe	61
Figura 23. Tendência dos Números consecutivos de dias com chuvas no período anual (NCDCC-PA) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	62
Figura 24. Tendência dos Números consecutivos de dias com chuvas no período chuvoso (NCDCC-PC) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	64
Figura 25. Tendência dos Números consecutivos de dias com chuvas no período seco (NCDCC-PS) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	65
Figura 26. Tendência temporal dos números consecutivos de dias com chuva (NCDCC) anual (PA) e para os períodos chuvosos (PC) e secos (PS) da estação de Feira de Santana, no Estado da Bahia	66
Figura 27-Distribuição dos Números consecutivos de dias sem chuvas no período anual (NCDSC-PA) do Nordeste do Brasil	67
Figura 28. Tendência dos Números consecutivos de dias sem chuvas no período anual (NCDSC-PA) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)	69
Figura 29-Distribuição dos Números consecutivos de dias sem chuvas no período chuvoso (NCDSC-PC) do Nordeste do Brasil	70

- Figura 30. Tendência dos Números consecutivos de dias sem chuvas no período chuvoso (NCDSC-PC) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b) **71**
- Figura 31-Distribuição dos Números consecutivos de dias sem chuvas no período seco (NCDSC-PC) do Nordeste do Brasil **72**
- Figura 32. Tendência dos Números consecutivos de dias sem chuvas no período seco (NCDSC-PS) do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b) **74**
- Figura 33. Tendência temporal dos números consecutivos de dias sem chuva (NCDSC) anual (PA) e para os períodos chuvosos (PC) e secos (PS) da estação de Bezerros, no Estado de Pernambuco. **75**

RESUMO

O conhecimento da tendência temporal das séries de precipitação pluvial na região Nordeste do Brasil (NEB) se constitui uma importante informação para o planejamento agrícola e de recursos hídricos da região. O principal objetivo do presente trabalho foi propor um conjunto de índices pluviométricos capaz de analisar a intensidade e a variabilidade regional das chuvas. Esses índices foram determinados para 600 séries temporais diárias de precipitação no NEB e as suas tendências avaliadas com base no teste de Mann-Kendall. Foram utilizadas séries temporais diárias do total precipitado e do número de dias com chuvas com mais de 30 anos de dados, contínuos e sem falhas. Os resultados evidenciam que a parte semiárida do Nordeste do Brasil (NEB) se apresenta mais susceptível ao surgimento de núcleos de desertificação do que a parte litorânea e o norte da região. Além disso, que os períodos secos do semiárido nordestino ficarão mais extensos ao longo dos anos, e os totais de chuvas diminuirão acentuadamente principalmente no período seco. Os resultados ainda indicam que os Estados do Pernambuco e Bahia apresentam os verânicos mais longos do NEB, de quase um mês sem chuvas na estação chuvosa; enquanto que Maranhão e Piauí são os Estados que apresentam o menor número de dias consecutivos sem chuvas de toda região estudada.

Palavras-chave: Dias sem chuva, verânico, Teste de Mann-Kendall

ABSTRACT

Knowledge of the rainfall time series trend in Northeast Brazil ((NEB)is an important information for agricultural planning and water resources. The main objective of this work was to propose a set in rainfall index capable of analyzing the intensity and variability of regional rainfall. These indexes were determined based on 600 daily time series of rainfall on NEB and the trends was evaluated based on the Mann-Kendall test. It was used daily time series of annual rainfall and number of days with rainfall with at last 30 years of data, continuous and flawless. The results show that the semi-arid part of NEB appears more likely the emergence of centers of desertification of the coastal and the northern part of the region. In addition, the dry periods of the semi-arid northeast will become more extensive over the years, and the total rainfall will decrease sharply especially in the dry season. The results also indicate that the states of Pernambuco and Bahia have the longest dry spell of the NEB, nearly a month without rainfall during the rainy season; while Maranhão and Piauí are the states that have the lowest number of consecutive rainless days throughout the region studied.

Keywords: Days without rain, verânico, Mann-Kendall test

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agrícola do semiárido do Nordeste do Brasil é dependente da precipitação pluviométrica e, em virtude das suas variações, causam prejuízos de ordem econômica e social à região. Sendo a precipitação pluvial uma das variáveis meteorológicas mais importantes do ciclo hidrológico, pois influencia várias atividades humanas principalmente no setor da agroindústria, ela tem sido bastante estudada em diferentes regiões do mundo em face de sua importância para a manutenção dos ecossistemas em várias partes do planeta, tal como na Guiana (Shaw, 2006); Áustria (Ehrendorfer, 2006); Estados Unidos (Guttman et al., 2006; Arnaud et al., 2002); Iran (Modarres & Silva, 2007) e Brasil (Silva, 2004).

Diferentes metodologias têm sido utilizadas para se analisar a variabilidade da precipitação pluvial. Dinpashoh et al. (2004) encontraram coeficientes de variação (CV) da precipitação pluvial no Irã variando entre 18% ao norte, onde se situam as regiões montanhosas, e 75% no sul do país. Por outro lado, Modarres & Silva (2007) avaliaram a tendência da precipitação pluvial também no Irã e observaram que o CV da região é 44,4%. Analisando variabilidade climática no Nordeste do Brasil com base no teste de Mann-Kendall, Silva (2004) observou tendências significativamente decrescentes em várias localidades dessa região. O autor sugeriu que essa variabilidade pode estar relacionada com mudança climática no Nordeste do Brasil, que atinge não apenas o semiárido da região, mas também a área litorânea. Como a variação sazonal da precipitação pluvial exerce forte influência sobre as condições ambientais, muitos pesquisadores vêm desenvolvendo estudos com base no número de dias chuvosos (Brunetti et al., 2006; Seleshi & Zanke, 2004; Zanetti et al., 2006; Modarres & Silva, 2007). Ainda sobre esse assunto, Hess et al. (2006) registraram que o decréscimo da precipitação no Nordeste da zona árida da Nigéria resultou em decréscimo no número de dias chuvosos. Brunetti et al. (2006) observaram que o decréscimo no número de dias chuvosos na Itália é mais significativo no estudo da intensidade de precipitação do que os totais anuais.

A variação da precipitação pluvial no Brasil é o fator mais importante na agroindústria já que o Brasil é uma potência nesse setor e está relacionada com a localização geográfica (Silva et al., 2006). Essa variabilidade intraanual é provocada por diferentes sistemas atmosféricos que atuam no país (Silva et al., 2005). Os sistemas

atmosféricos atuantes no Brasil são: Vórtices Ciclônicos em Ar Superior (VCAS), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as influências dos Sistemas Frontais (SF). Esses fenômenos influenciam diretamente e indiretamente a ocorrência de chuvas sobre o Brasil (Amaral et al., 2004). A distribuição da precipitação pluvial no Brasil também é influenciada por movimentos irregulares dos sistemas meteorológicos, causados por deslocamentos para o sul da ZCIT (Graef & Haigis, 2006). A ZCIT, que é entendido por um cinturão de nuvens que envolvem a faixa equatorial do globo terrestre, principalmente pela confluência dos alísios do Hemisfério Sul com os ventos alísios do Hemisfério Norte, favorece a formação de nuvens. A sua posição mais ao sul, nos meses de março a abril, provoca acumulados significativos de precipitação, e atinge sua posição mais ao norte nos meses de agosto e setembro, no período mais seco. As atuações desses sistemas induzem precipitações pluviais com características de grande variabilidade temporal e espacial, o que se caracteriza pela atuação de sistemas bem diversificados e transientes no tempo e espaço, dentro do seu período normal de atuação (Brito et al., 2005). Eventos extremos de precipitação, que incluem chuvas extremas e longos períodos de dias consecutivos secos, são os fenômenos atmosféricos mais perturbadores (Zin et al., 2010).

Em regiões como o Nordeste do Brasil, principalmente no semiárido, a precipitação é uma variável determinante das condições do clima local, bem como, da sua variabilidade e de mudança em longo prazo. Essa região tem característica marcante quanto à irregularidade espaço-temporal da ocorrência de precipitações pluviométricas, que modifica a paisagem ao longo do ano de forma significativa, ainda mais quando se observa anos distintos com relação à distribuição temporal do regime pluviométrico.

No mundo globalizado e de alta competição, torna-se necessário que a agricultura seja praticada de forma intensiva e com alta produtividade. Logo, é imprescindível a adoção da tecnologia da irrigação, pois ela possibilita alta produção, padronização e qualidade dos produtos e, principalmente, a produção em períodos fora da época chuvosa, onde os preços pagos ao produtor são maiores (Hernandez, 2005). A variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Nordeste do Brasil tem sido bastante estudada, porém a sua tendência em longo prazo ainda é um tema que merece especial atenção em face da sua importância para o propósito de formulação de estratégias de combate aos efeitos da seca no semiárido. Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo

de propor um conjunto de índices pluviométricos capaz de analisar a intensidade e a variabilidade regional das chuvas; e, ainda, como objetivos específicos, pretende-se: (a) determinar a tendência temporal desses índices na região Nordeste do Brasil; (b) avaliar a variabilidade espacial e temporal dos veranicos na região de estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Nordeste do Brasil predomina a agricultura de sequeiro, em que, umidade do solo necessária para o desenvolvimento das culturas é mantida com a precipitação pluvial (Silva et al., 2005). O sucesso das culturas implantadas depende da regularidade e quantidade das chuvas. As irregularidades no regime pluviométrico são provocadas pelas mudanças da frequência e/ou intensidade dos eventos de precipitação. O melhor entendimento do comportamento da precipitação pluvial com vistas ao seu aproveitamento máximo nas atividades agrícolas pode ser obtido com o estudo do número de dias chuvosos. Entretanto, poucas pesquisas relacionadas com esse assunto têm sido desenvolvidas, especialmente para o Nordeste do Brasil, provavelmente em face da dificuldade na obtenção de dados diários confiáveis de chuva.

Os veranicos representam um agravante importante na determinação da aridez desse ambiente, pois sua ocorrência faz com que os dias de chuva sejam intercalados por alguns, ou vários, dias sem chuva, normalmente com forte insolação e, conseqüentemente, altas taxas de evapotranspiração, o que prejudica o aproveitamento hídrico das plantas e das culturas, principalmente as de sequeiro (Silva & Rao, 2006; Fidelis Filho et al., 2006).

A previsão da ocorrência dos veranicos para uma região é fundamental e, aliada às conseqüentes perdas de produtividade agrícola, torna-se uma ferramenta importante para o desenvolvimento da agricultura com menor risco para o produtor (Sousa & Peres, 2005). Nesse sentido, alguns estudos de climatologia dos veranicos já vêm sendo feitos como é o caso do artigo de Silveira et al. (2005) que, ao computar dados pluviométricos num período de 40 anos das estações localizadas nos municípios de Penedo e São Miguel dos Campos, em Alagoas, analisaram a frequência de ocorrência de veranicos de diferentes durações. Outro estudo recente sobre veranicos que merece ser mencionado é o de Menezes et al. (2008), o qual, a partir de séries climatológicas de precipitação de diferentes postos pluviométricos no Estado da Paraíba, verificaram a distribuição temporal dos veranicos e tentaram encontrar suas causas, correlacionando-as com as anomalias de temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico Sul e Atlântico Norte e Sul, bem como os efeitos dos veranicos na produção agrícola das culturas da cana-de-açúcar, do arroz, do milho, do feijão, do sisal, do abacaxi e do algodão.

De modo geral, os aumentos previstos de temperatura para o país causariam aumento da evaporação à superfície, provocando alterações nos balanços hídricos da vegetação natural e de culturas agrícolas. Em regiões onde a agricultura predominante é de sequeiro e a insuficiência e irregularidade das chuvas já a torna marginal, como na maior parte do semiárido e em partes do Cerrado, um quadro de maior evaporação, principalmente para aumentos de temperatura acima de 3°C, resultaria em menor quantidade de água no solo e poderia tornar a prática agrícola ainda mais marginal. A não ser que, tal alteração climática fosse acompanhada de aumento e/ou maior regularidade das chuvas (Nobre 2006). Dentro as principais causas das freqüentes perdas da safra no Estado destacam-se: deficiente implementação tecnológica, reduzida assistência técnica, falta de implementação de metodologias de manejo e conservação do solo, e principalmente as constantes irregularidades climáticas com causas extremas, ou seja, a região alterna anos secos e chuvosos ao longo do Estado (Hastenrath & Heller, 1977; Moura & Shukla,1981; Nobre, 2006; Souza,2006, Hastenrath & Greischar,2006).

Qian e Lin (2005) afirmam que a freqüência e a persistência das secas deverão ser conseqüências do aquecimento global. Por outro lado, Walsh e Pittock (2006) sugeriram que as potenciais mudanças nas tempestades tropicais, furacões e eventos extremos de chuva são um resultado das mudanças climáticas; em geral, muitas atividades econômicas e processos ambientais são altamente dependentes da precipitação. No Nordeste do Brasil (NEB), as atividades agrícolas, quase que em sua totalidade, são baseadas na precipitação e o conhecimento de sua variabilidade é de extrema importância. Diante de um quadro de mudanças climáticas associadas ao aquecimento global, o relatório do IPCC (2007) aponta que as regiões semiáridas e áridas são as mais vulneráveis, sendo, portanto, imprescindível que essa vulnerabilidade seja quantificada assim como estudadas as possibilidades de mitigação e adaptação.

A precipitação é resultante, essencialmente, da convergência do fluxo de umidade sobre o continente (Strang, 1972). O vapor d'água é transportado para os níveis superiores por meio de movimentos convectivos, ou ascendentes, produzido por uma baixa pressão em superfície, que resulta do aquecimento diferencial terra-oceano, ou por forças mecânicas, tais como a orografia (montanhas e planaltos) local e sistemas frontais. Segundo Menezes et al. (2005) sobre o NEB consegue-se distinguir três macro regimes pluviométricos distintos, a saber: *do norte*, com picos dos índices de pluviosidade entre os

meses de fevereiro a abril; *do sul*, com máximos entre novembro e fevereiro e o da *Costa Leste do Nordeste* (ENE), com precipitação mais intensa entre os meses de maio a julho.

O conhecimento dos sistemas convectivos que atuam influenciando nos regimes de precipitação pluvial no Nordeste do Brasil é de grande importância. Segundo Graef & Haigis (2006), as variabilidades espacial e temporal na precipitação pluvial no semiárido são grandes além de limitantes a agricultura de sequeiro. A precipitação pluvial pode variar consideravelmente até mesmo dentro de alguns quilômetros de distância e em escalas de tempo diferentes, tornando as colheitas das culturas imprevisíveis. A maior parte da região Nordeste do Brasil se situa dentro da zona semiárida, com grandes problemas para a sociedade e para os ecossistemas naturais decorrentes das secas periódicas.

O aproveitamento dos recursos hídricos de forma adequada requer o conhecimento das precipitações capazes de ocorrer em uma localidade, sendo isso possível por meio do uso das funções de probabilidade (Catalunha et al., 2002). O estudo das chuvas máximas apresenta grande interesse, não só por sua aplicação em estudos hidrológicos e na agricultura, mas também sob o ponto de vista climatológico, contribuindo para o estudo dos sistemas sinóticos associados às ocorrências de chuvas máximas (Tavares & Elliz, 1980).

Na agricultura brasileira, o mais importante fator de risco climático é a precipitação pluvial, pois a seca e a chuva excessiva respondem pela maioria dos sinistros agrícolas (Göpfert et al., 2006). O sucesso da produção agrícola de determinadas culturas, principalmente em áreas que não são irrigadas, depende muito do regime pluviométrico local. Em áreas onde a distribuição de chuva no tempo e no espaço não é regular e a cultura pode sofrer déficit hídrico. A previsibilidade e o conhecimento do início, duração, quantidade e distribuição das chuvas, facilitam no planejamento do plantio de algumas culturas (Embrapa, 2006).

Segundo Buzzi et al. (2006), os eventos de chuvas intensas são favorecidos pelas condições meteorológica de meso e grande escala, atuando na intensificação e tempo de duração dos sistemas.

Visando estabelecer um estudo nos regimes pluviométricos da região nordeste do Brasil e viabilizar um melhor controle no monitoramento dos recursos hídrico, várias metodologias têm sido utilizada para se analisar a variabilidade da precipitação pluvial (Balme et al., 2006). As regiões semiáridas têm como característica principal as chuvas

irregulares, variando espacialmente e de um ano para outro. Existem modelos hidrológicos para estimar a precipitação pluvial. Segundo Arnaud et al. (2002) a sensibilidade dos modelos hidrológicos, distribuídos em diferentes padrões, respondem pela distribuição espacial da precipitação pluvial; espacialmente, eles calculam a média da precipitação pluvial ou campo de precipitação pluvial. Essa alta variabilidade no regime pluviométrico do NEB está associada às interações entre sistemas meteorológicos de mesoescala e macroescala. Assim, a atuação simultânea ou não desses sistemas, e de seus posicionamentos relativos à região, são responsáveis por chuvas muito acima ou muito abaixo da normal climatológica para essa região, podendo provocar tanto enchentes como secas severas (Calheiros et al., 2006).

O conhecimento do regime de precipitação pluvial de uma determinada região, no que concerne a duração e o final da estação chuvosa, bem como a possibilidade de se conhecer períodos mais susceptíveis a estiagem (veranicos) dentro dessa estação, é fundamental para a elaboração de um calendário agrícola e a implementação de projetos agrícolas (Repelli et al., 2005). A modelagem de chuvas extremas é essencial, pois com a mesma pode-se minimizar custo em relação à agricultura e principalmente ter um bom entendimento em relação às modificações do clima e do tempo (Park et al., 2002). As séries de dados têm que ser suficientemente longas e representativas do local de estudo, pois só assim pode-se observar a variabilidade do comportamento climático de uma região, principalmente em relação à chuvas intensas (Clarke et al., 2004).

Segundo Piccinini et al. (2006), a distribuição espaço-temporal das chuvas é uma característica regional muito importante, seja para a sociedade como à economia. Além disso, o conhecimento dessa característica pode orientar decisões quanto às medidas necessárias para minimizar os danos decorrentes da irregularidade das chuvas. No contexto da agricultura de sequeiro, Stewart (2005) destaca que a estação de crescimento das culturas depende da época em que as chuvas efetivamente começam. Períodos chuvosos com início precoce, em geral, são potencialmente superiores na produtividade das culturas, em relação aos períodos chuvosos de início tardio. Machado et al. (2005) também atentaram na importância do comportamento do período chuvoso para a agricultura.

Um dos elementos meteorológicos que exerce maior influência sobre as condições ambientais é a precipitação pluviométrica. Além do efeito direto sobre o balanço hídrico, exerce influência indiretamente sobre outras variáveis, tais como temperatura do ar e do

solo, a umidade relativa do ar e a radiação solar que, no conjunto, atuam como fatores básicos para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Soares, 2007). Valiati, (2006) ressalta a importância da precipitação como fator essencial na determinação do clima e potencial agrícola de uma região. Segundo Santos (2006) outros fatores que podem modificar o clima de uma região são o desflorestamento e o mau uso dos ecossistemas. No semiárido brasileiro, a precipitação é uma variável determinante das condições do clima local, bem como, da sua variabilidade e de mudança ao longo prazo.

O alto teor de umidade em baixos níveis associada com a estrutura termodinâmica instável e convergência em baixos níveis em grande escala; isso explica a ocorrência de sistemas profundos, formadores de chuvas intensas; entretanto, o cisalhamento do vento contribui para a formação de correntes ascendentes e descendentes, mantendo assim os sistemas precipitantes causadores de chuvas máximas na região do semiárido nordestino (Barbosa et al., 2004).

2.1. Eventos climáticos que influenciam a precipitação pluvial

O fenômeno climático conhecido de El Niño/Oscilação Sul, resultado de uma interação entre os oceanos tropicais e a atmosfera, tem provocado alterações nas flutuações e anomalias climáticas nas condições atmosféricas da América do Sul. As principais manifestações do episódio quente em sua fase ativa são mostradas pelo aquecimento das águas na superfície do mar, que normalmente são frias, próximo à costa oeste da América do Sul. Isso provoca uma alteração no padrão do regime de chuva em grande parte da região equatorial, bem como no Nordeste do Brasil, com forte redução de chuvas que acarretam prejuízos econômicos e sociais. As chuvas em excesso no Sul do país acarretam perdas e danos materiais à população (Lima & Rao, 2005).

No caso particular do Nordeste do Brasil, sabe-se que os fenômenos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña e as flutuações da temperatura das águas superficiais do oceano Atlântico Tropical influenciam diretamente as chuvas na região Nordeste do Brasil (Philander, 2005). Esses fenômenos são os grandes responsáveis pela variabilidade do clima no Nordeste do Brasil. As variações extremas em eventos de precipitação pluvial influenciam na vida humana e nas atividades agrícolas em determinadas regiões. É necessário, portanto, conhecer a distribuição e a variabilidade da precipitação pluvial em diferentes épocas do ano. Em regiões tropicais como Indonésia, o El Niño/Oscilação do

Sul (ENSO) é o principal fenômeno responsável pela variabilidade inter anual do clima (McBride et al., 2005) e que afeta significativamente a variação das chuvas (Aldrian & Susanto, 2005). Gershunov (2006) revela que, nos Estados Unidos, há diferença significativa entre as probabilidades de ocorrência de eventos severos de precipitação durante episódios de El Niño e La Niña, o que representa um potencial de previsibilidade do aumento ou diminuição destes eventos durante aqueles episódios. Grimm et al. (2004) verificaram que eventos como El Niño e La Niña têm uma grande influência na ocorrência de chuvas extremas no Brasil, principalmente na região Nordeste.

Os El Niños fortes intensificam as secas nordestinas, entre os meses de fevereiro a maio, estação chuvosa do setor Norte do NEB, mas não há uma nítida correlação entre o ENOS e o regime de chuvas no litoral Leste do Nordeste do Brasil, durante sua estação chuvosa que vai de abril a julho (Kane, 2006). A precipitação é fortemente influenciada pela variabilidade interanual da circulação geral da atmosfera. Os eventos de El Niño no Pacífico parecem diminuir os totais pluviométricos na Amazônia, enquanto durante anos de La Niña se observa anomalia positiva de precipitação (Cutrim et al., 2006). Sobre a bacia do Atlântico Equatorial, incluindo o leste da Amazônia e o semiárido nordestino, predomina-se um ramo de ar descendente, inibindo a formação de nuvens. Através desse fato, tem-se a explicação física do porque o fenômeno El Niño está associado com chuvas abaixo do normal, principalmente no norte do semi-árido nordestino, que inclui o Estado do Ceará (CPTEC/INPE, 2006).

2.2. Sistemas atmosféricos atuantes no NEB

A formação de cumulo-nimbus associado à ZCIT é responsável por chuvas intensas sobre muitas regiões tropicais, tais como no Brasil. As chuvas intensas sobre o Nordeste do Brasil, no primeiro semestre do ano, são determinadas pela sua posição extrema mais ao norte ou mais ao sul da linha do Equador (Xavier & Xavier, 2006). Para Chung (1982) o aumento da TSM do Atlântico Sul e o enfraquecimento dos alísios de sudeste permitem o deslocamento mais para sul da ZCIT, causando chuvas mais intensas no Norte do NEB. Segundo Aceituno (1989) durante episódios de El Niño há o deslocamento da ZCIT para o norte, por causa do enfraquecimento da Alta Subtropical do Atlântico Norte.

Os distúrbios de Leste são freqüentemente 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). Segundo Ratisbona (1976) os distúrbios de leste têm o seu máximo em junho, atuando sobre o litoral Leste do NEB. Essas massas de ar atuantes são instáveis, profundas e úmidas, por causa da atuação dos ventos alísios de sudeste. Quando comparados os valores de precipitação para essas duas regiões, observa-se que além do período chuvoso do setor norte iniciar-se antes do que no setor leste do NEB, os valores de precipitação encontrados são superiores. Isso se deve à influência da ZCIT, que se inicia antes no setor norte e tem maior duração, devido ao maior período que ela se encontra sobre esta região (Pippus, 2006).

O Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) é um dos principais sistemas meteorológicos que provocam precipitações na Região Nordeste do Brasil durante o período de verão (Calbete et al., 2005; Kousky & Gan, 1981). Salvador (2004) estudou a atuação de intensa quantidade de precipitação pluvial no Estado de Alagoas devido a da atuação da VCAS, gerando um aumento na precipitação entre 500 a 900%. Os Sistemas Frontais, importante sistema produtor de precipitação, atuam basicamente na região sul do NEB, nos meses de novembro a fevereiro e tem o seu máximo de precipitação em dezembro, atuando principalmente na parte sul da Bahia, decrescendo para o norte (Chu, 1983). O posicionamento da ZCIT mais ao sul (norte) e o posicionamento da ZCAS mais ao norte (sul) relativamente às suas posições climatológicas, com escoamento anormalmente convergente (divergente) em baixos níveis e divergente (convergente) em altos níveis da troposfera sobre o Nordeste está associado à ocorrência de aumento (diminuição) dos totais pluviométricos sobre o Nordeste, mesmo em escalas de tempo intrasazonais (Nobre et al., 2006). Quando ocorre uma intensificação dos ventos alísios de nordeste e intenso fluxo de umidade proveniente da região Amazônica, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) fica mais intensa possibilitando com que haja condições mais favoráveis a penetrações e permanência das frentes frias vindas da região sudeste do Brasil. Segundo Nobre (2006), nos anos considerados como chuvosos, a ZCAS situa-se mais ao norte da região do NEB e nos anos considerados como secos, mais ao sul.

De acordo com Kodama (2006) a ZCAS está associada com a intensa atividade convectiva da região Amazônica, formando-se ao longo de jatos subtropicais em altos níveis. Observações indicam que para ocorrer uma boa previsão de chuvas intensas, é

necessário levar em conta a extensão da área inundada, o número de habitantes, a densidade da população e principalmente a topografia da região afetada (Brath, 2006).

2.3. A influência da orografia na precipitação pluvial

Reis et al. (2004) observaram o efeito da orografia para a ocorrência de chuvas extremas na região de Belo Horizonte, devido a Serra do Curral, mostrando que áreas acidentadas apresentam maior potencial de chuvas extremas. Segundo Buytaert et al. (2006), nos ambientes montanhosos ou de declive pouco mais elevado, a precipitação pluvial pode ser extremamente variável no tempo e no espaço e a correlação entre a precipitação pluvial e a localização geográfica depende dos aspectos topográficos. Para muitas aplicações de modelos hidrológicos, são necessárias medidas de extrapolação de pontos da precipitação pluvial.

Decisões sobre as técnicas usadas para extrapolação, como também a suficiência das conclusões tiradas dos resultados finais, dependam fortemente da magnitude e da natureza da incerteza envolvida. No Nordeste do Brasil, particularmente no seu setor norte, o conhecimento dessa distribuição é essencial para a produtividade agrícola, em virtude dessa região está sujeita as grandes irregularidades climáticas, com causas externas à região (Hastenrath & Heller, 1977; Moura & Kagano, 1982). Variações espaciais e temporais da precipitação pluvial são determinadas por sistemas convectivos ligados aos processos oceano-atmosfera. A circulação geral da atmosfera é responsável pela distribuição da precipitação pluvial em escala continental. Como resultado, observa que os contrastes latitudinais são marcados pela evidencia da precipitação pluvial climatológica. A orografia favorece a fortes pancadas de chuva ocasionadas por sistemas convectivos (Philips & McGregor, 2006). As chuvas intensas, ou chuvas extremas, são também conhecidas por chuvas máximas e tem distribuição irregular tanto temporalmente quanto espacialmente. Esse tipo de evento causa grandes prejuízos, tais como: erosão no solo, inundações, perdas agrícolas, além de problemas em reservatórios (Araujo et al., 2008).

2.4. Regimes do número de dias com chuva

Com base no Número de Dias de Chuva (NDDC) é possível se obter uma idéia da intensidade da precipitação pluvial, pois a análise do total de chuva em intervalos de tempo distintos revela a sua intensidade e a variabilidade quantitativa e qualitativa (Barnston & Smith 2005). Segundo Fischer et al. (2008) com o NDDC é possível se ter uma idéia da intensidade da precipitação pluvial, pois ao se analisar o mesmo total de chuva em intervalos de tempo distintos, revela-se qual a intensidade e a variabilidade quantitativa e qualitativa dos eventos de chuva.

Stern & Coe (1982) propuseram um critério para definição do início da estação chuvosa com base em dados diários de chuva. O início da estação chuvosa, que também corresponde à data mais antecipada de plantio, seria a primeira data em que ocorrer 20 mm de chuva em um ou dois dias. A definição do fim da estação chuvosa consiste na primeira data em que o balanço diário de água no solo atinge o valor zero. Segundo Fontana (2002) o NDCC aumenta de oeste para leste no Estado do Rio Grande do Sul, atingindo os maiores valores na Região Ecoclimática do Planalto Superior e Serra do Nordeste (Região Ecoclimática 3). Esse padrão de NDCC é consistente tanto para o total anual quanto para as quatro estações do ano. A Organização Mundial de Meteorologia (OMM) propôs um quadro de definições, onde define o termo variabilidade climática como a maneira em que os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro, expresso através de desvio padrão ou coeficiente de variação (OMM, 1966).

2.5. Fenômenos de veranicos na estação chuvosa

O déficit hídrico afeta vários aspectos do crescimento vegetal; os efeitos mais óbvios do estresse hídrico se referem à redução do tamanho das plantas, de sua área foliar e da produtividade da cultura (Farias et al., 2008). A precipitação total do período chuvoso é suficiente para o desenvolvimento da agricultura na zona intertropical, porém ela é afetada pelo veranico, fenômeno que se caracteriza por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa (Carvalho et al., 2006). No semiárido nordestino, além dos eventuais anos secos e da curta duração da estação chuvosa, a região ainda tem

outra adversidade climática no tocante à exploração agrícola, que é a ocorrência de períodos com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos (Silva & Rao, 2002).

A previsão da ocorrência de veranicos é bastante significativa para a agropecuária, pois fornece informações adicionais ao planejamento agrícola tanto de sequeiro quanto irrigado, uma vez que pode auxiliar na maximização do uso eficiente da água nas áreas cultivadas (Carvalho et al., 2006). De acordo com Doorenbos & Kassam (1979), o déficit hídrico tem efeito direto na produção final das culturas, aliado ao fator de resposta da cultura à água (K_y), o qual depende da cultura e do seu estágio de desenvolvimento. Segundo Barbosa (1986), a ocorrência irregular do veranico, de ano para no, torna qualquer cultura vulnerável ao déficit hídrico em qualquer estágio de desenvolvimento, com prejuízos visíveis na sua produção.

2.6. Tendência temporal

Sansigolo e Kayano (2010) ao avaliarem tendências de longo prazo nas precipitações e temperaturas (máximas e mínimas) no Rio Grande do Sul verificaram que as precipitações só apresentaram tendências significativas durante o verão. Por outro lado, Blain (2010), também utilizando o teste de Mann-Kendall, concluiu que apesar da maioria das séries apresentaram importantes variações em seus parâmetros estatísticos (variações climáticas). Silva *et al.* (2010) aplicaram o teste de Mann-Kendall em séries temporais do saldo de radiação no Nordeste do Brasil e concluíram que as mesmas exibiram reduções acentuadas entre 1948 e 2006, entretanto, no período de 1988 a 2006, apresentam comportamento inverso, sugerindo a presença do fenômeno “Global dimming” sobre a região Nordeste do Brasil. Em estudo similar, Marengo e Camargo (2008), através do teste de Mann-Kendall, encontraram tendências de aquecimento na maioria das estações, de 0,5 a 0,8°C/decênio nas temperaturas mínimas e de 0,4°C/decênio nas máximas.

Yevjevich (1972) define tendência em uma série temporal como uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas. Back (2006) utiliza dois elementos climáticos, a temperatura e a precipitação pluvial, na tentativa de identificar possíveis sinais ou evidências de mudanças climáticas. A metodologia seguida pelo autor teve como base a

utilização de dados meteorológicos da série histórica de precipitação mensal e da temperatura média mensal, os quais foram submetidos a análises de regressão e de análises não-paramétricas, por meio dos teste de Mann-Kendall. Por outro lado, Sneyers (1975) propôs inicialmente o teste de Mann Kendall pois considera na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples). Silveira e Gan (2006) notam que o teste de Mann-Kendall pode ser usado em séries descontínuas com distribuição desconhecida, com a vantagem de usar a magnitude relativa dos valores da série. Assumindo a hipótese nula (H_0), ausência de tendência, os dados precisam ser variáveis aleatórias, independentes e identicamente distribuída.

Rusticucci e Barrucand (2004) apresentam uma análise detalhada das temperaturas extremas na Argentina, entre 1959 e 2006, período de 39 anos. Seus resultados mostram tendências negativas de até $6,9^{\circ}\text{C}/100$ anos nas temperaturas máximas de verão no norte do país. Em geral, os estudos sobre tendências climáticas negligenciam a correlação serial nas séries temporais; correlações seriais positivas (negativas) aumentam (diminuem) a probabilidade de rejeitar a hipótese nula (Von Storch, 2006). Nos casos de séries que não passam no teste de sequencias, deve-se usar o teste de Mann- Kendall modificado para levar em conta a autocorrelação (Hamed e Rao, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área de estudo

A região Nordeste do Brasil (NEB) está situado entre os paralelos de $01^{\circ} 02' 30''$ de latitude norte e $18^{\circ} 20' 07''$ de latitude sul e entre os meridianos de $34^{\circ} 47' 30''$ e $48^{\circ} 45' 24''$ a oeste do meridiano de Greenwich. Ela se limita a norte e a leste com o Oceano Atlântico; ao sul com os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo e a oeste com os Estados do Pará, Tocantins e Goiás. Essa região tem $1.558.196 \text{ Km}^2$, equivalente a 18% do território nacional, e possui a maior costa litorânea do país. Dentre os Estados nordestinos, o Estado da Bahia tem a maior costa litorânea com 932 Km e o Estado do Piauí apenas 60 Km de litoral (Figura 1).

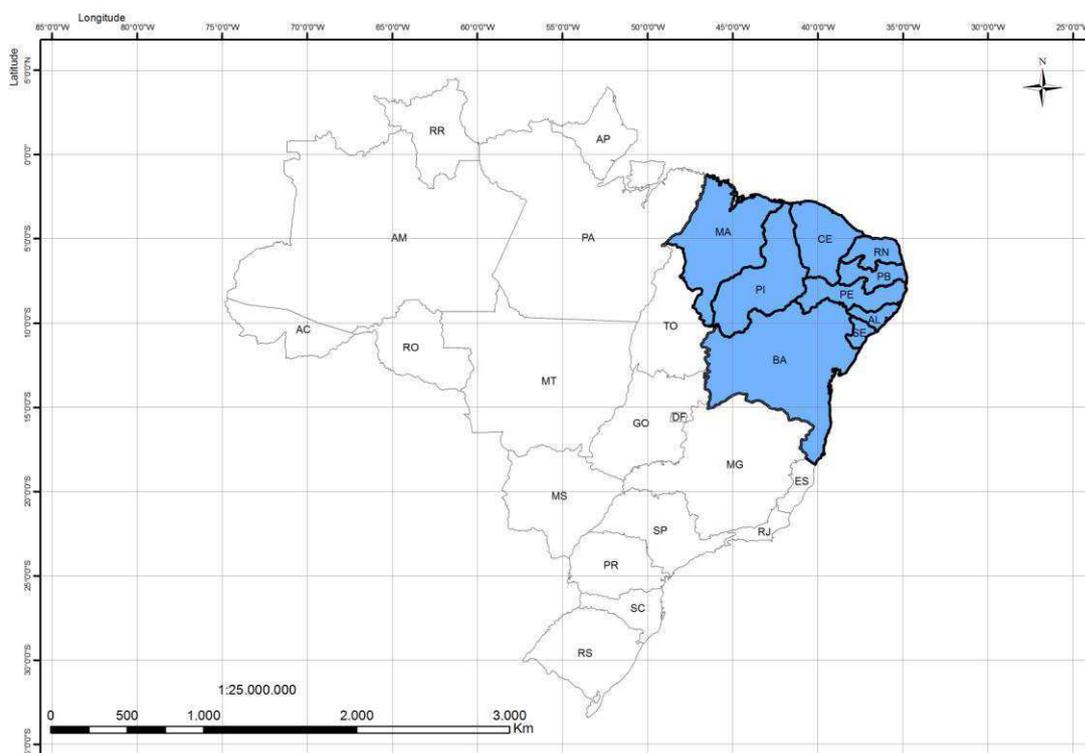


Figura 1. Região Nordeste do Brasil

O NEB é dividido em quatro zonas geográficas: (i) **Meio-norte** - é uma faixa de transição entre a Amazônia e o sertão, abrange os estados do Maranhão e Piauí, também é chamada de Mata dos Cocais, devido às palmeiras de babaçu e carnaúba; no litoral chove cerca de 2.000 mm anuais, sendo que mais para o leste e/ou para o interior esse número

cai para 1.500 mm anuais; já no sul do Piauí, uma região mais parecida com o sertão, só chove em média 700 mm por ano, (ii) **Sertão** - fica localizado, geralmente, no interior do Nordeste, possui clima semiárido. O sertão alcança o norte de Minas Gerais, no Sudeste da região. As chuvas são irregulares e escassas, existem frequentes períodos de estiagem, a vegetação típica é a caatinga; (iii) **Agreste Nordestino** - é uma zona de transição entre a Zona da Mata e o Sertão, localizado no alto do planalto da Borborema; é um obstáculo natural para a chegada das chuvas ao sertão, se estendendo do sul da Bahia até o Rio Grande do Norte. O principal acidente geográfico da região é o planalto da Borborema.

Neste estudo serão utilizadas 600 séries temporais diárias de precipitação pluvial dos 9 estados da região Nordeste do Brasil, com mais de 30 anos de dados (Figura 2). Foi considerado como dia chuvoso aquele com precipitação pluvial acima de 0,1 mm.

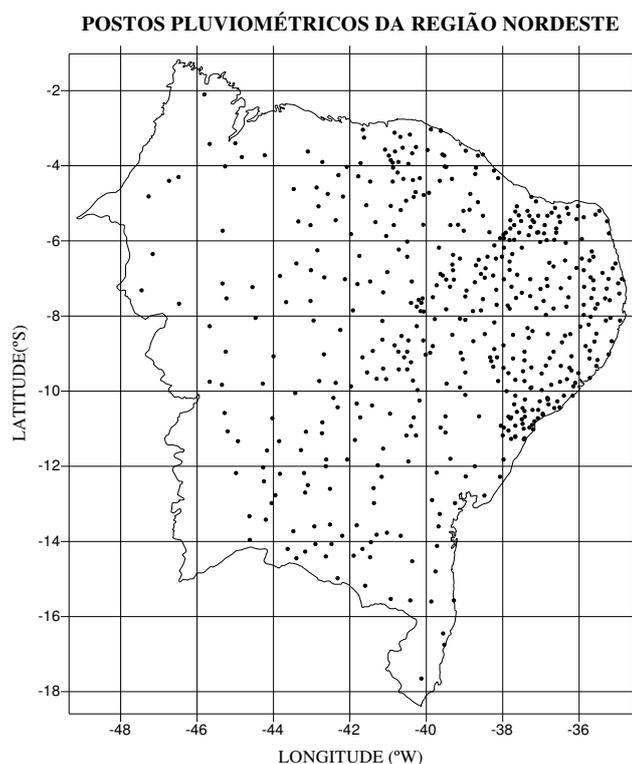


Figura 2. Distribuição dos postos pluviométricos na região Nordeste do Brasil

Do lado leste do planalto estão as terras mais úmidas (Zona da Mata); do outro lado, para o interior, o clima vai ficando cada vez mais seco (sertão); (IV) **Zona da Mata** - localizada no leste, entre o planalto da Borborema e a costa, fica a Zona da Mata, que se

estende do Rio Grande do Norte ao sul da Bahia, onde as chuvas são abundantes. Os cultivos de cana-de-açúcar e cacau substituíram as áreas de florestas (IBGE,2006). Três dos quatro tipos de climas que existem no Brasil estão presentes na região Nordeste, que são (i) Clima Equatorial Úmido - presente em uma pequena parte do estado do Maranhão e na divisa com o Pará; (ii) Clima Litorâneo Úmido - presente do litoral da Bahia ao do Rio Grande do Norte; (iii) Clima Tropical - presente nos estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí e; (iv) Clima Tropical Semiárido - presente em todo o sertão nordestino (Amaral et al., 2004).

3.2. Teste de Mann-Kendall

O teste de Mann-Kendall é um teste não-paramétrico (Mann, 1945; Kendall, 1975) onde consiste em comparar cada valor da série temporal com os valores restantes, sempre em ordem seqüencial. É contado o número de vezes que os termos restantes são maiores do que o valor analisado. A estatística S é obtida pela soma de todas as contagens, dado como se segue:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sinal}(x_i - x_j), \quad (1)$$

em que o Sinal $(x_i - x_j)$ é obtido da seguinte forma:

$$\text{Sinal} = \begin{cases} 1 & \text{se } (x_i - x_j) > 0 \\ 0 & \text{se } (x_i - x_j) = 0 \\ -1 & \text{se } (x_i - x_j) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

A estatística S tende para a normalidade quando n for grande, com média $E(S)$ e variância $\text{Var}(S)$ definidas como se segue:

$$E(S) = 0, \quad (3)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n+1)(2n+5) - \sum_{i=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)}{18} \quad (4)$$

em que (t_p) é número de dados com valores iguais num certo grupo (p th) e q o número de grupos contendo valores iguais na série de dados num certo grupo p . O segundo termo representa um ajuste para dados censurados.

O teste estatístico parametrizado (Z_{MK}) é dado por:

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

A presença de tendência estatisticamente significativa na série temporal é avaliada usando-se o valor de Z . Essa estatística é usada para testar a hipótese nula que nenhuma tendência existe. O valor positivo de Z_{MK} indica uma tendência crescente. Para testar qualquer tendência constante, crescente ou decrescente para um nível significativo de p , é rejeitada a hipótese nula se o valor absoluto de Z é maior que $Z_{1-p/2}$, o qual é obtido na tabela da distribuição normal. Neste trabalho foram aplicados os níveis de significância de $p = 0,01$ e $0,05$.

3.3. Índices de eventos climáticos extremos

Neste estudo são propostos os seguintes índices para identificar a intensidade e a variabilidade de precipitação pluvial na região de estudo:

- (i) Precipitação média no período anual (PM-PA);
- (ii) Precipitação média no período chuvoso (PM-PC);
- (iii) Precipitação média no período seco (PM-PS);
- (iv) Número de dias com chuvas no período anual (NDcC-PA);
- (v) Número de dias com chuvas no período chuvoso (NDcC-PC);
- (vi) Número de dias com chuvas no período seco (NDcC-PS);
- (vii) Número de dias sem chuvas no período anual (NDsC-PA);
- (viii) Número de dias sem chuvas no período chuvoso (NDsC-PC);
- (ix) Número de dias sem chuvas no período seco (NDsC-PS);
- (x) Número de dias com chuvas acima da média no período anual (NDcCaM-PA);
- (xi) Número de dias com chuvas acima da média no período chuvoso (NDcCaM-PC);

- (xii) Número de dias com chuvas acima da média no período seco (NDcCaM-PS);
- (xiii) Número de dias com chuvas abaixo da média no período anual (NDcCbM-PA);
- (xiv) Número de dias com chuvas abaixo da média no período chuvoso (NDcCbM-PC);
- (xv) Número de dias com chuvas abaixo da média no período seco (NDcCbM-PS);
- (xvi) Número consecutivo de dias com chuvas no período anual (NCDcC-PA);
- (xvii) Número consecutivo de dias com chuvas no período chuvoso (NCDcC-PC);
- (xviii) Número consecutivo de dias com chuvas no período seco (NCDcC-PS);
- (xix) Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual (NCDsC-PA);
- (xx) Número consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso (NCDsSC-PC);
- (xxi) Número consecutivo de dias sem chuvas no período seco (NCDsC-PS).

Os períodos chuvoso e seco foram determinados de acordo com os histogramas de frequência dos quatros meses mais chuvoso e seco de cada posto pluviométrico da área de estudo. Esses índices foram espacializados na região Nordeste do Brasil para identificar núcleos/áreas com predisposição ambiental ao processo de redução/aumento de chuvas. O dia chuvoso foi considerado aquele com precipitação superior a 0,1 mm de acordo com a recomendação da OMM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Precipitação média no período anual

A precipitação média no período anual (PM-PA) na região Nordeste do Brasil exhibe tendência positiva na maior parte da região litorânea (Figura 3a). Entretanto, na parte semiárida da região encontram-se vários núcleos com tendências negativas, de até -6 mm/ano como caso do núcleo no sul do Estado da Bahia. Outro núcleo com tendência negativa é localizado mais ao centro desse estado de -4 mm/ano. Portanto, nessa área do Estado da Bahia a precipitação pluvial decresceu entre 200 e 350 mm no período de 50 anos. Essas tendências negativas na precipitação anual e mudanças nos padrões de quantidades de chuva ao longo dos anos tendem a desertificação (Liu et al., 2008). Outros núcleos com tendência positiva, porém em menor intensidade, são observados em outras partes da região, principalmente no litoral norte da região. Muitas das tendências negativas são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e estão localizadas no semiárido da região de estudo (Figura 3b). Observa-se, ainda, que as tendências positivas no norte do NEB, em torno dos Estados do Maranhão e Piauí, não são estatisticamente significativas.

4.2. Precipitação média no período chuvoso

Tal como para PM-PA, a precipitação média no período chuvoso (PM-PC) na região Nordeste do Brasil exhibe no semiárido da região núcleos com tendência negativa bastante acentuada (-5 mm/ano) localizados no sul do Estado do Ceará. Também no Estado da Bahia apresenta um núcleo com tendência negativa de -3 mm/ano (Figura 4a). Deste modo, nessa área do semiárido nordestino a precipitação média no período chuvoso (PM-PC) decresceu entre 150 e 250 mm no período de 50 anos. Considera veranico um período de 05 dias consecutivos sem chuva ou com precipitação inferior a 1,0 mm dentro de um período chuvoso (Soares et., 2009). Núcleos com tendência positiva são observados na parte do litoral norte da região, entretanto sem significância estatística. Similarmente, várias tendências negativas, localizadas no semiárido da região, são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 4b). Em estudo também para o NEB, Silva (2004) encontrou tendências negativas de chuvas significativas nessa parte do NEB. As tendências positivas no litoral

do NEB, entre os Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas pelo teste de Mann-Kednall.

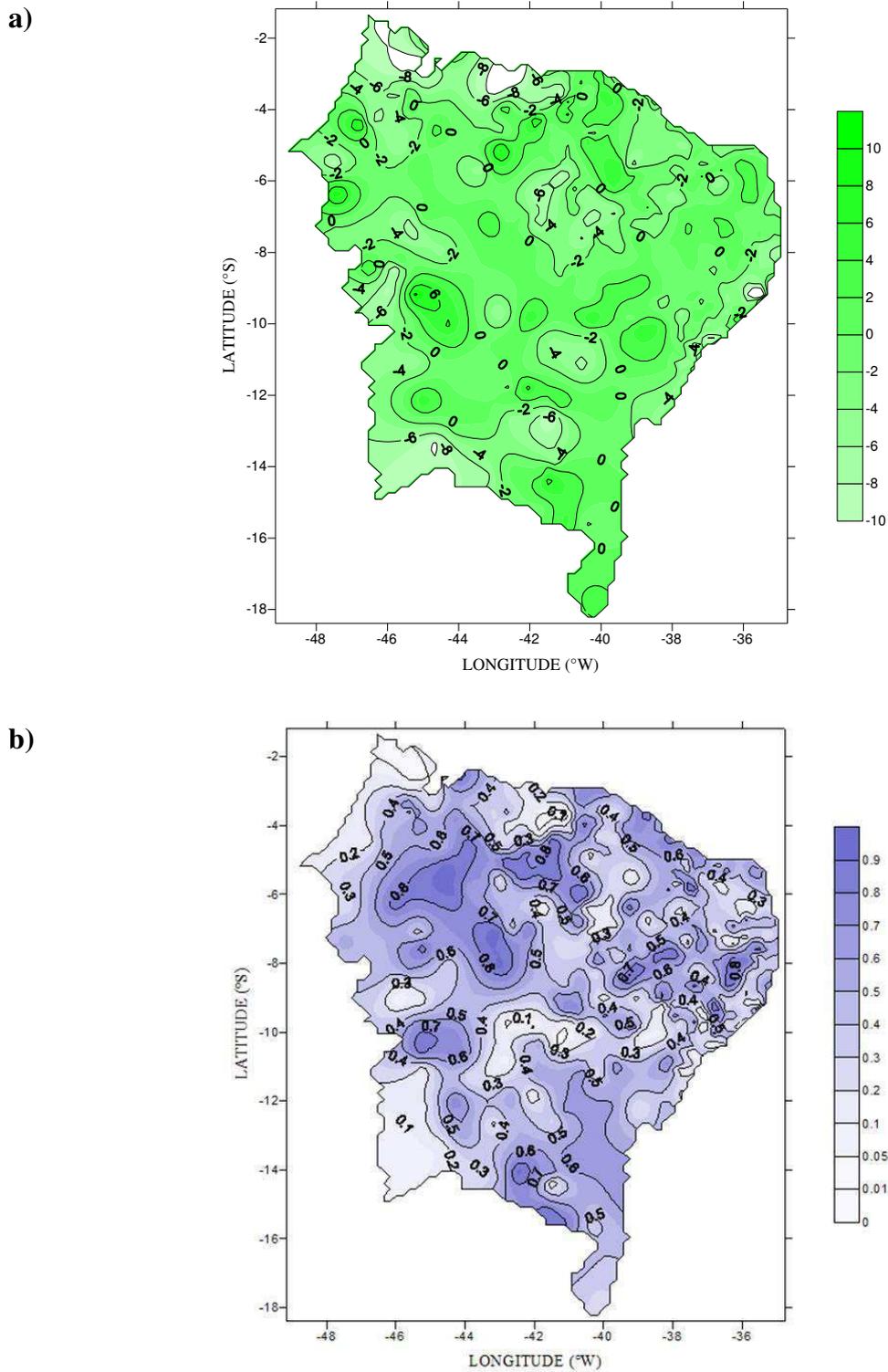


Figura 3. Tendência da precipitação média no período anual no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

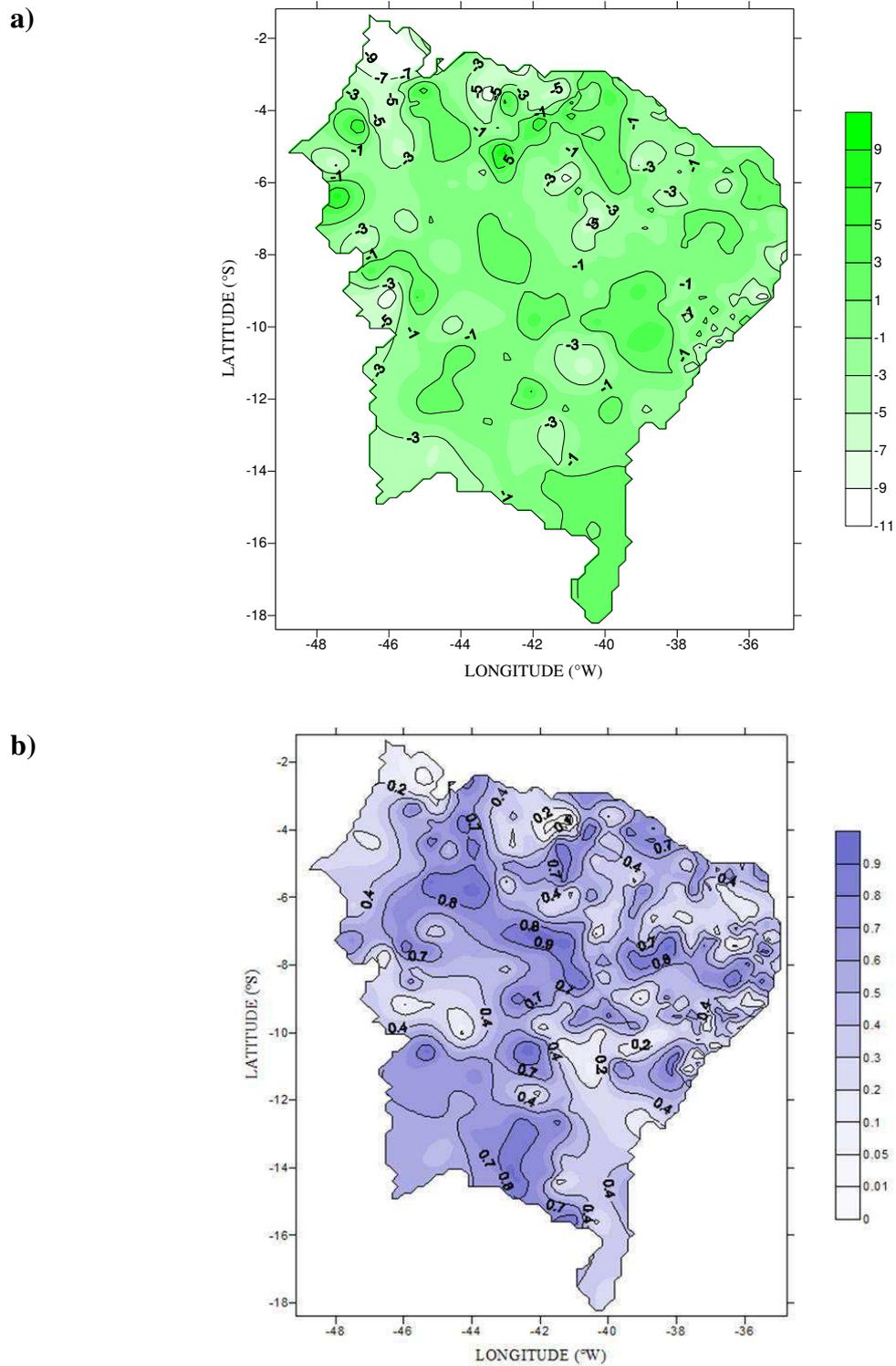


Figura 4. Tendência da precipitação média no período chuvoso no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

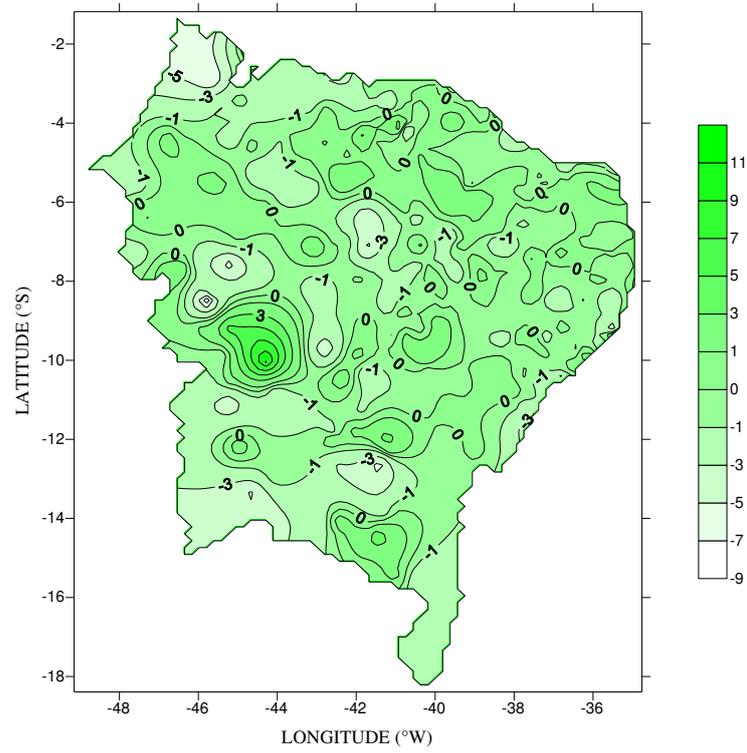
4.3. Precipitação média no período seco

A distribuição da precipitação média no período seco (PM-PS) na região Nordeste do Brasil apresenta vários núcleos com tendências negativas (Figura 5a). No semiárido da região, encontram-se também vários núcleos com tendência negativa, de até -3 mm/ano localizados também no Estado da Bahia. Já no oeste dos Estados de Pernambuco e Paraíba encontra-se um núcleo com tendência negativa de -1 mm/ano. Portanto, a PM-PS nessa área decresceu entre 50 e 150 mm no período de 50 anos nessas localidades do NEB. Estas tendências negativas dos núcleos de precipitação podem significar o aumento dos períodos secos ao longo dos anos. Sendo que a seca é marcada pela forma e intensidade dos fenômenos de estiagem, considerada atualmente como um dos desastres naturais de maior ocorrência e impacto no mundo. Isto se deve ao fato de que ela ocorre durante longos períodos de tempo, afetando grandes extensões territoriais (VOS et al, 2010). Porém, na região do litoral do NEB, em torno dos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, são observados núcleos de tendência negativa, porém de menor intensidade. Já ao sul do estado do Ceará, pode-se observar tendências negativas de 1 mm/ano que são estatisticamente significativas. Portanto, nesta parte do NEB, a precipitação média no período seco (PM-PS) decresceu 50 mm.

Muitas das tendências negativas estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall são encontradas no semiárido da região (Figura 5b). As tendências negativas observadas no oeste dos Estados de Pernambuco e da Paraíba são também estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall. Entretanto, as tendências negativas apresentadas no litoral do NEB, em torno de Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativos por esse teste.

A tendência temporal da precipitação média anual e para os períodos chuvoso e seco na estação de Água Branca, no Estado de Alagoas (Figura 6). Constata-se que os três períodos analisados apresentam tendências decrescentes, demonstrando assim uma diminuição no regime de chuvas no transpassar do tempo ou período, sendo o período anual mais acentuando, que corresponde ao um decréscimo da ordem de 117,63 mm no período analisado. Essas três tendências são estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall.

a)



b)

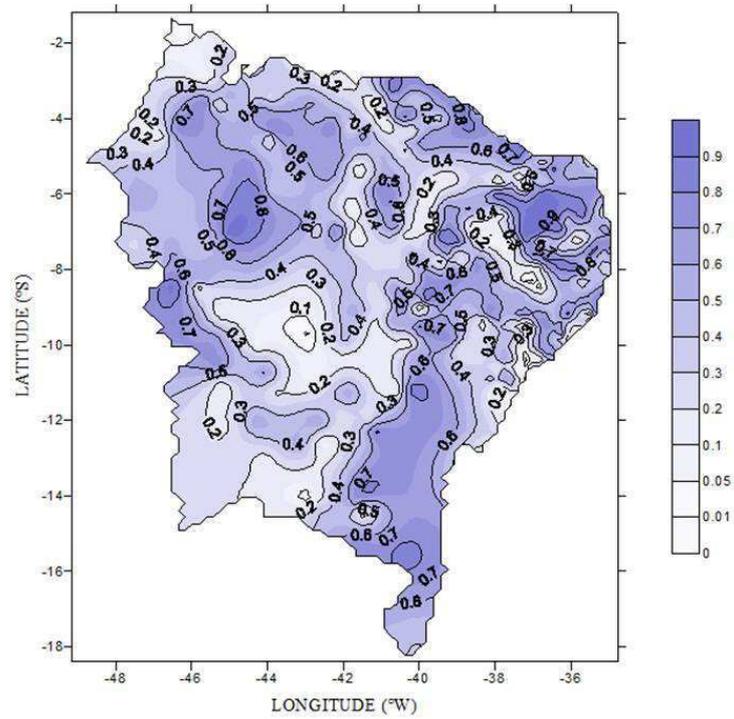


Figura 5. Tendência da precipitação média no período seco no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

)

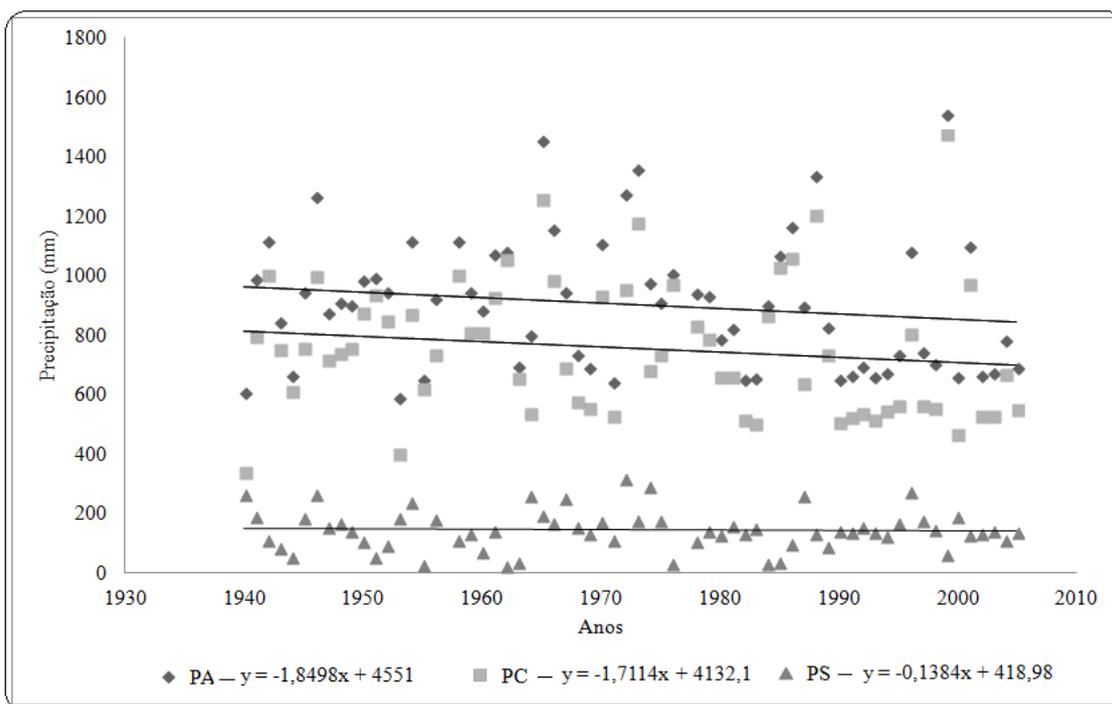


Figura 6. Tendência temporal da precipitação média para o período anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) em Água Branca, no Estado de Alagoas

4.4. Número de dias com chuvas no período anual

A região Nordeste do Brasil, em sua parte semiárida, apresenta núcleos com tendências negativas para o Número de dias com chuvas no período anual maior (NDcC-PA) (Figura 7a). Estes núcleos com tendências negativas são de até 0,6 dias/ano, e estão localizados principalmente no sul do Estado da Bahia, e de 0,2 dias/ano localizado no Estado do Ceará. Assim, nessas áreas do semiárido nordestino o NDcC-PA decresceu entre 10 e 30 dias no período de 50 anos. Estas tendências negativas de NDcC-PA ao longo dos anos pode está associada as mudanças climáticas, sendo possível que as mudanças no clima alterem a temperatura e a precipitação, e que aumentem a variabilidade dos eventos de precipitação, os quais poderão causar inundações e secas mais intensas e frequentes (Dufek et al., 2008). Todavia, na parte norte da região NEB é observados núcleos com tendências positivas.

As tendências negativas, localizadas no semiárido do NEB, são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 7b). Observa-se, ainda, que as tendências positivas no norte do NEB, em torno dos Estados do Maranhão e Piauí, são estatisticamente significativas também por esse teste.

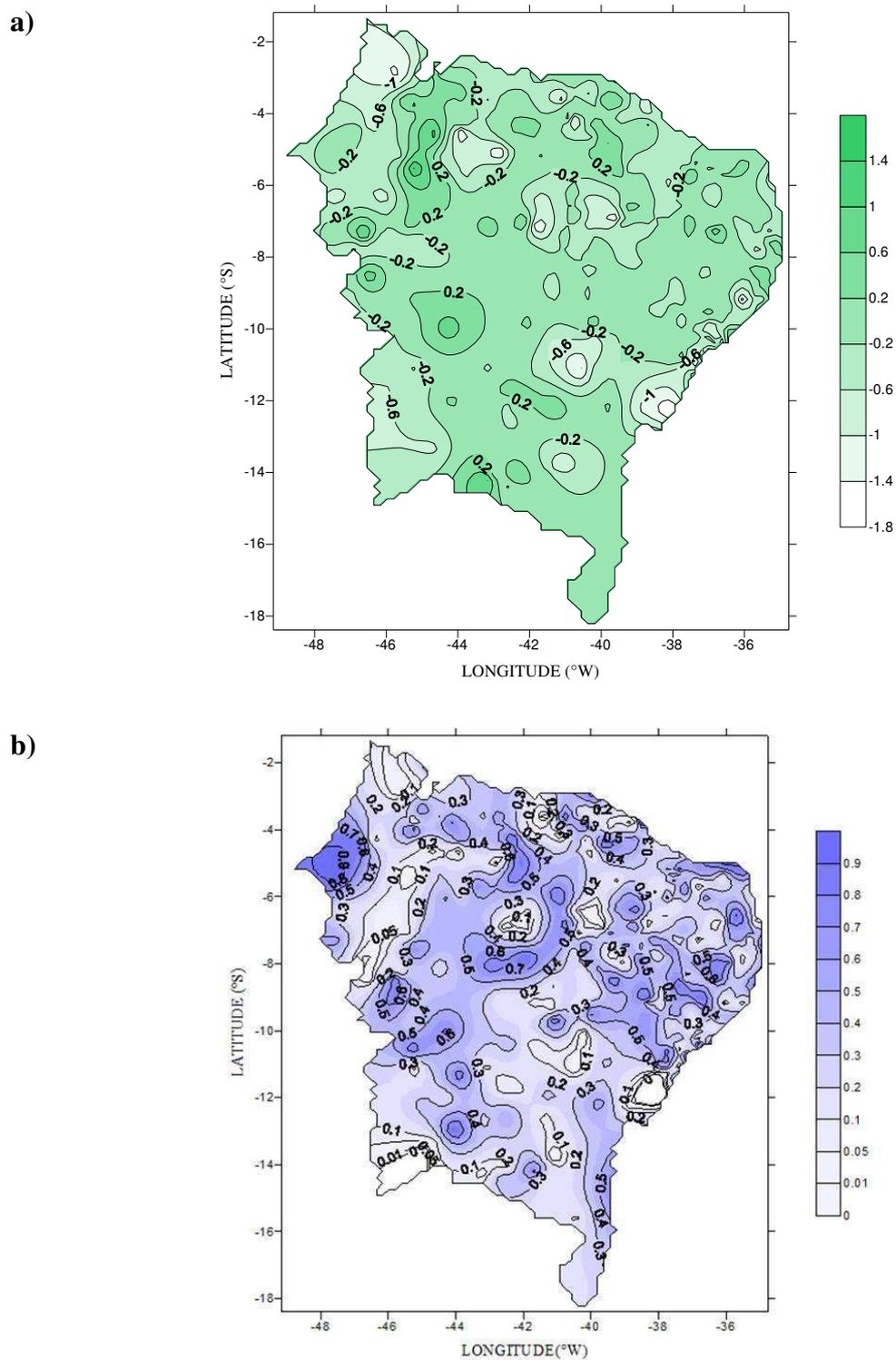


Figura 7. Tendência do Número de dias com chuvas no período anual do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

4.5. Número de dias com chuvas no período chuvoso

Principalmente a região do semiárido do NEB exibe núcleos de tendências negativas de número de dias com chuvas no período chuvoso (NDcC-PC) até 0,6 dias/ano, bem como na área central do Estado da Bahia (Figura 8a). Outro núcleo com tendência negativa é localizado no sul do Estado do Ceará e ao oeste dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte de -0,1 dias/ano. Portanto, nessas áreas do semiárido do NEB o NDcC-PC decresceu entre 5 e 30 dias no período de 50 anos. Estes núcleos de tendências negativas de precipitação dentro do período chuvoso está associado ao aumento de veranicos ao longo dos anos, consideram veranico como sendo o número de dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de $1,0 \text{ mm dia}^{-1}$, com duração de 5 a 10 dias, 11 a 15 dias e veranicos superiores a 15 dias dentro de um período chuvoso (Anjos et al., 2010). Por outro lado, núcleos com tendência positiva são observados em outra parte da região, principalmente na parte norte da região, que compreende os Estados do Maranhão e Piauí. A maioria das tendências negativas, apresentadas no semiárido do NEB, são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 8b). Observa-se, ainda, que as tendências positivas no norte do NEB, em torno dos Estados do Maranhão e Piauí, não são estatisticamente significativas de acordo com esse teste.

4.6. Número de dias com chuvas no período seco

O número de dias com chuvas no período seco maior que 0,1mm (NDcC-PS) na região Nordeste do Brasil exibe núcleos de tendências negativas de até -0,2 dias/ano na maior parte da sua região do semiárida (Figura 9a). Esses núcleos estão localizados precisamente no sul e centro do Estado da Bahia. Deste modo, nessa área do estudo, NDcC-PS decresceu 10 dias/ano no período de 50 anos, que também pode associado a causa do processo de mudanças climáticas e aos impactos da circulação oceano-atmosfera como El niño, Berlato et al. (2005) ressaltam que esse fenômeno gera precipitação inferior à média climatológica nessa parte do NEB. No entanto, núcleos com tendência positiva são observados em outra parte da região, principalmente na parte norte e litoral da região. Grande parte das tendências negativas, encontradas no semiárido da região, são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 9b). Observa-se, também, que as tendências positivas encontradas no

norte do NEB, em torno dos Estados do Maranhão e Piauí, não são estatisticamente significativas pelo teste utilizado no estudo.

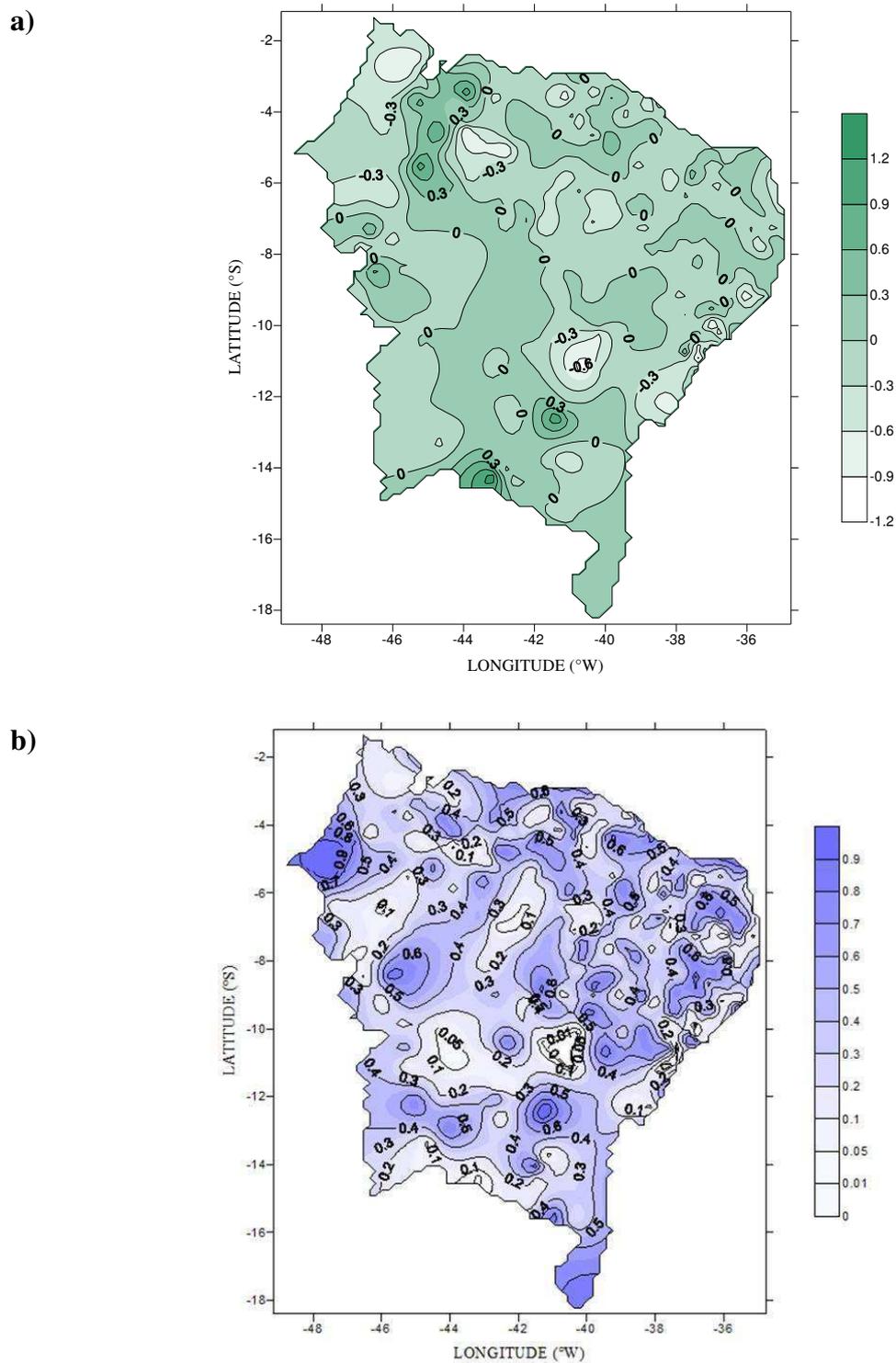


Figura 8. Tendência do número de dias com chuvas no período chuvoso do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

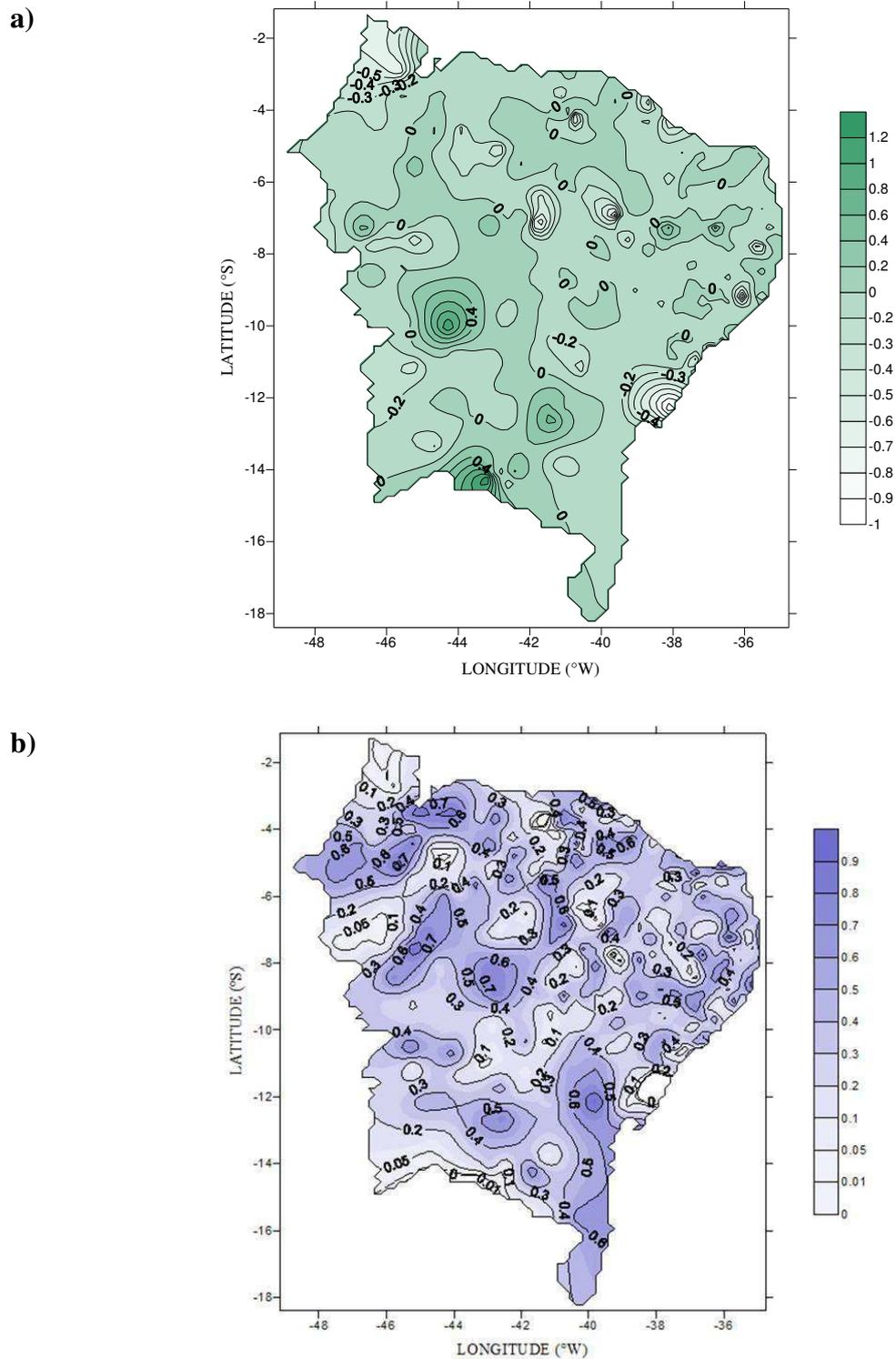


Figura 9. Tendência do Número de dias com chuvas no período seco do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

A variabilidade dos números de dias com chuvas (NDcC) se constitui um indicativo do comportamento das chuvas em determinadas regiões. Núcleos com tendências negativas no NDCC sugerem o aparecimento de núcleo de desertificação (Satyamurty et al. 2010). A Tendência temporal do NDCC nos períodos anual, chuvoso e seco da estação de Candido Mendes, no Estado do Maranhão (Figura 10). Verifica-se que os três períodos analisados apresentam tendências decrescentes, demonstrando uma diminuição NDCC, sendo a do período anual mais acentuada, que corresponde a um decréscimo de 27,31 dias no período analisado. As três tendências, pelo teste de Mann-Kendall, são estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade.

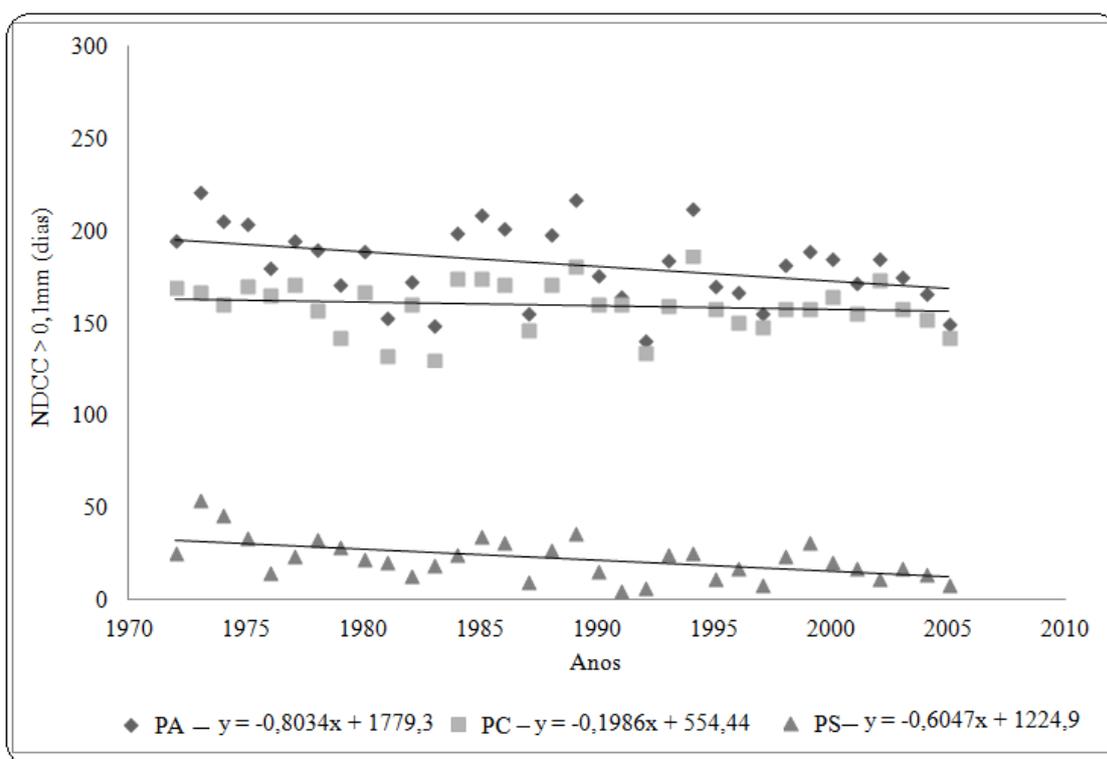


Figura 10. Tendência temporal do número de dias com chuva para o período anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Candido Mendes, no Estado do Maranhão

4.7. Número de dias sem chuvas no período anual

Ao contrário ao que ocorre com o NDcC, a região Nordeste do Brasil apresenta núcleos com tendências positivas do Número de dias sem chuvas no período anual (NDsC-PA, principalmente, em áreas do semiárido e litoral (Figura 11a). Nesta região do NEB, encontram-se vários núcleos com tendência positiva, de até 0,8 dias/ano como caso do núcleo no sul do Estado da Bahia. Outro núcleo com tendência positiva é localizado no Estado do Ceará de 0,2 dias/ano. Observa-se, também, que o litoral da região NEB apresenta tendências positivas de 0,1 dias/ano. Assim, nessas áreas do NEB o NDsC cresceu entre 5 e 10 dias no período de 50 anos. Pelo teste de Mann-Kendall, grande parte dessas tendências positivas espalhadas pelo NEB são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 11b).

4.8. Número de dias sem chuvas no período chuvoso

Tal como no caso anterior, a região do Nordeste do Brasil apresenta núcleos de tendências positivas no Número de dias sem chuvas no período chuvoso (NDsC-PC) em grande parte de sua área territorial (Figura 12a). A parte semiárida do NEB também apresenta núcleos de NDsC com tendências positivas, principalmente no Estado do Ceará, de até 0,21 dias/ano. Outro núcleo com tendência positiva é localizado mais ao centro do Estado da Bahia e oeste do Estado de Sergipe de 0,61 dias/ano. Portanto, nessa área da região NEB, o NDsC nesse período cresce entre 10,5 e 30,5 dias/ano no período de 50 anos. Isso pode estar relacionada ao ressecamento ambiental em face de erosão do solo nessa parte da região. Por outro lado, a maior parte das tendências positivas localizadas no semiárido da região NEB é estatisticamente significativa ao nível de significância e 1% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 12b).

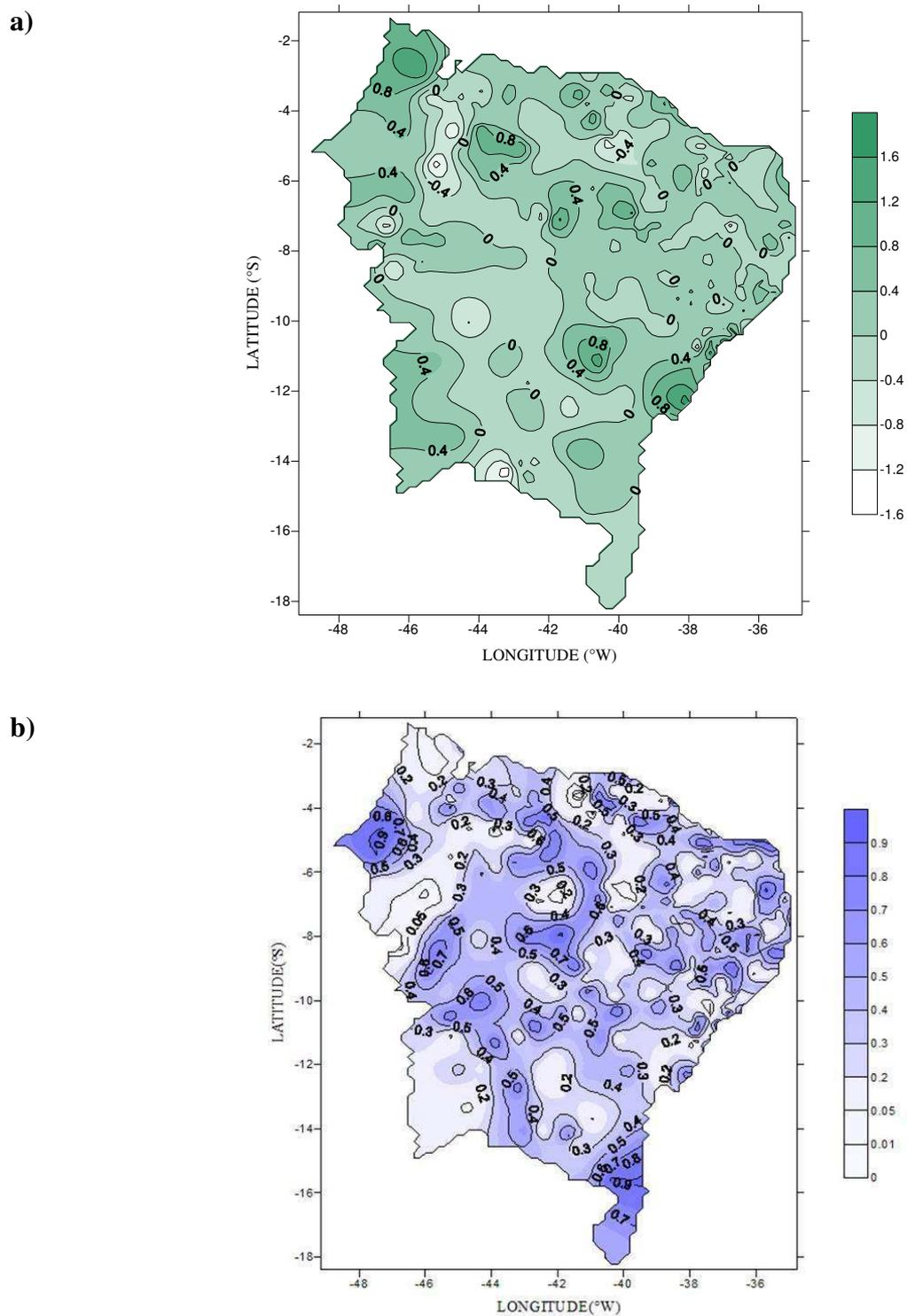


Figura 11. Tendência do Número de dias sem chuvas no período anual do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

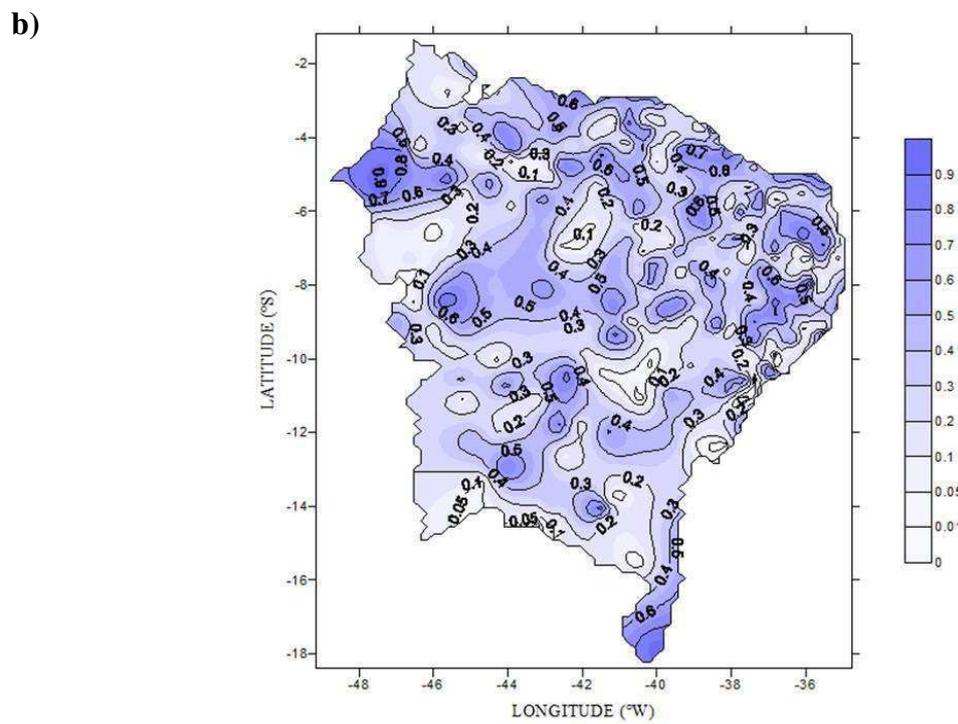
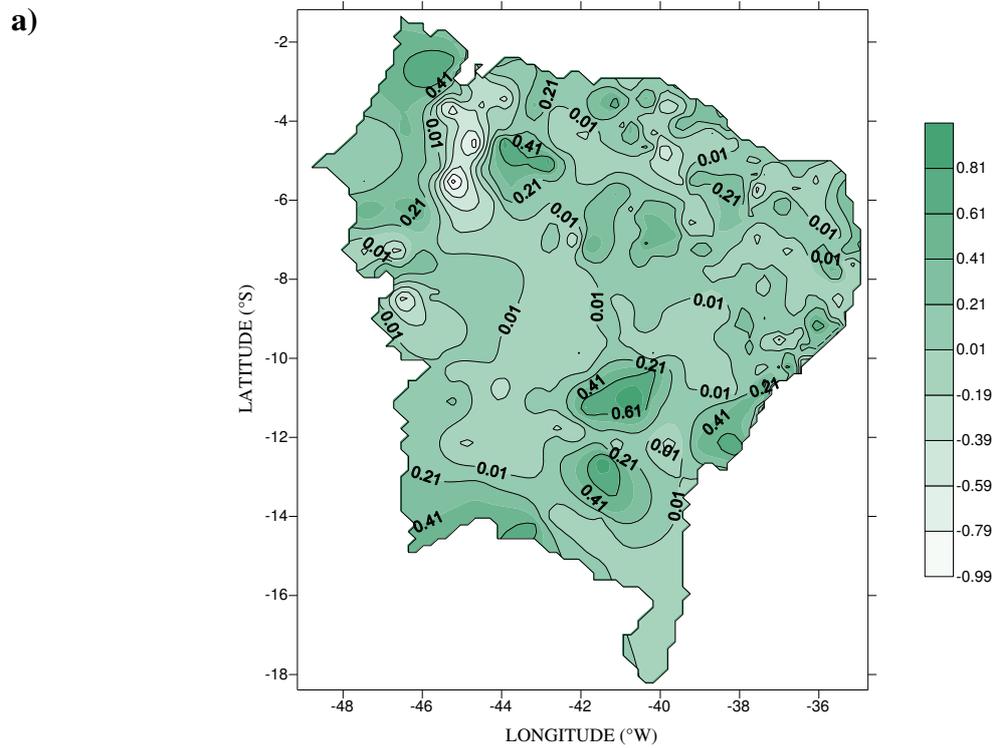


Figura 12. Tendência do Número de dias sem chuvas no período chuvoso do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

4.9. Número de dias sem chuvas no período no período seco

A região estudada apresenta núcleos de tendências positivas no Número de dias sem chuvas no período seco (NDsC-PS), principalmente nas localidades do semiárido da região (Figura 13a). No Estado do Ceará, encontram-se núcleos com tendências positivas de até 0,3 dias/ano e também outros núcleos localizados a oeste do Estado de Pernambuco de 0,1 dias/ano. Por outro lado, podem-se observar núcleos positivos de 0,2 dias/ano no Litoral da região. Portanto, nessas áreas do NEB o NDsC-PS aumenta entre 5 e 15 dias no período de 50 anos. Isso pode estar associado ao mau uso do solo que favorece o processo de desertificação na região, em que, trata-se de um processo de simplificação ecológica, onde a ação do homem tem tipo papel fundamental, acelerando seu desenvolvimento e agravando as consequências através de práticas inadequadas de uso dos recursos naturais (Araujo et al.,2002). Inversamente, núcleos com tendência negativa são observados em outra parte da região, principalmente no sul do Estado do Piauí. Pelo teste de Mann-Kendall, muitas das tendências positivas localizadas no semiárido da região são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade e pelo teste de Mann-Kendall (Figura 13b). Entretanto, os núcleos com tendências positivas localizados no sul do Estado do Piauí não são estatisticamente significativos pelo teste utilizado.

A tendência temporal do número de dias sem chuvas no município de Teresina, Estado do Piauí, foi analisada a nos períodos anual, chuvoso e seco (Figura 14). Verificam-se tendências crescentes ou positivas nos três períodos analisados, sendo a do período anual foi mais acentuada, que corresponde ao um aumento do NDsC-PA de 56,17 dias no período analisado. Essas três tendências são estatisticamente significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall.

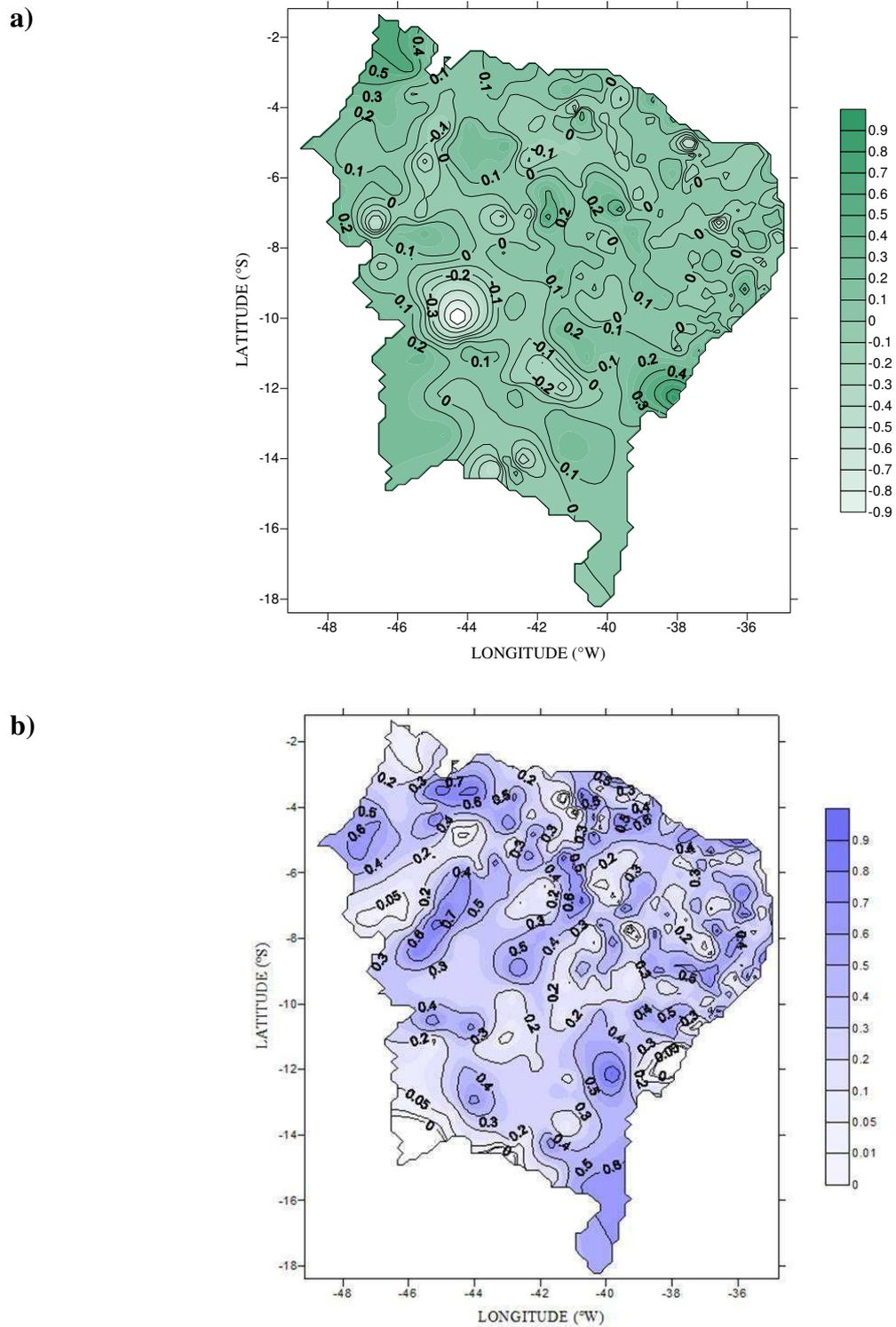


Figura 13. Tendência do Número de dias sem chuvas no período seco do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

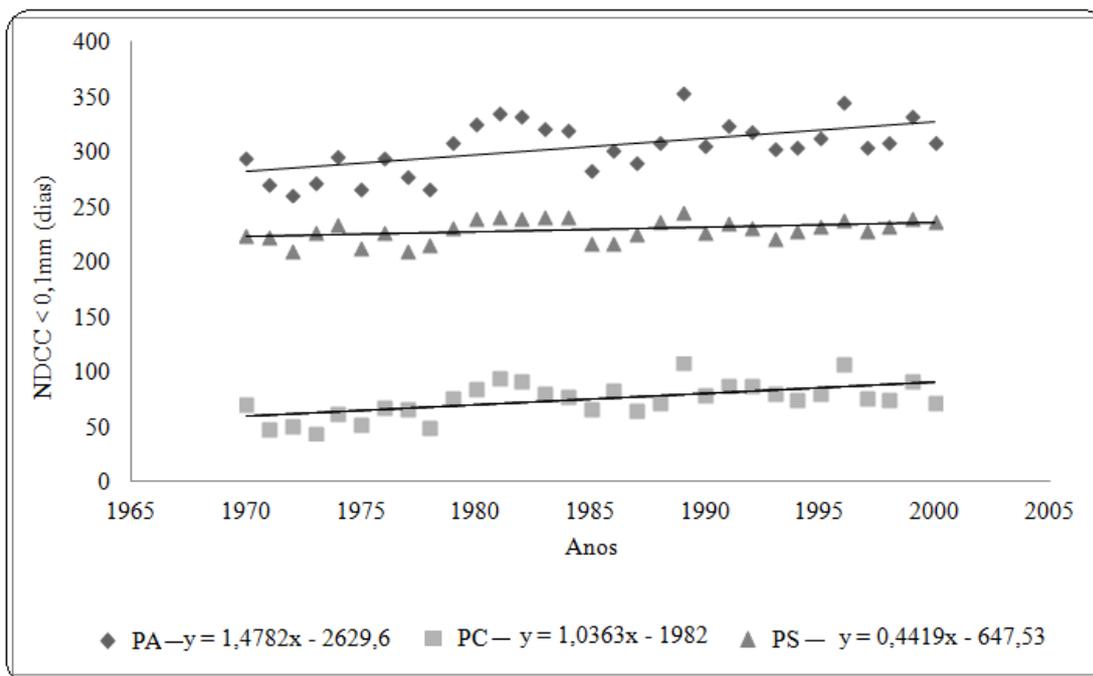
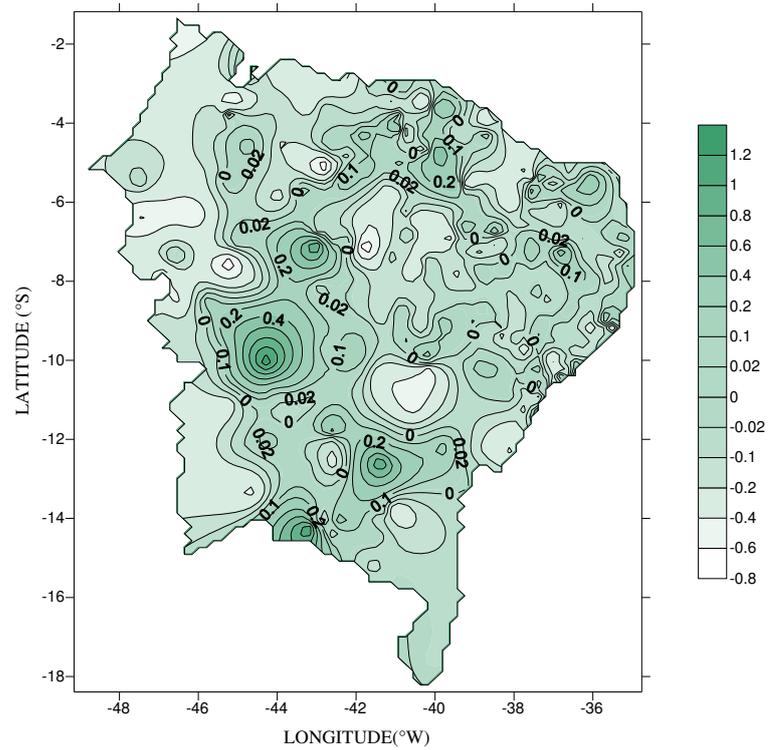


Figura 14. Tendência temporal do número de dias sem chuva para o período anual (PA), e nos períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Teresina, no Estado do Piauí

4.10. Número de dias com chuvas acima da média no período anual

O Número de dias com chuvas acima da média no período anual (NDcCAcM-PA) exhibe tendência negativa no semiárido da região de até -0,4 dias/ano, como caso do núcleo no centro do Estado da Bahia (Figura 15a). Outro núcleo com tendência negativa é localizado entre os Estados do Piauí e Ceará de -0,2 dias/ano. Assim sendo, nessas áreas da região Nordeste do Brasil o NDcCAcM-PA decresceu entre 10 e 20 dias no período de 50 anos. Por outro lado, núcleos com tendências positivas são observado em outras partes do NEB, como no sul do Estado do Piauí. Grande parte das tendências negativas encontradas no semiárido do NEB são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 15b). Observa-se, ainda, que as tendências positivas no sul do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativos de acordo com o teste utilizado no estudo.

a)



b)

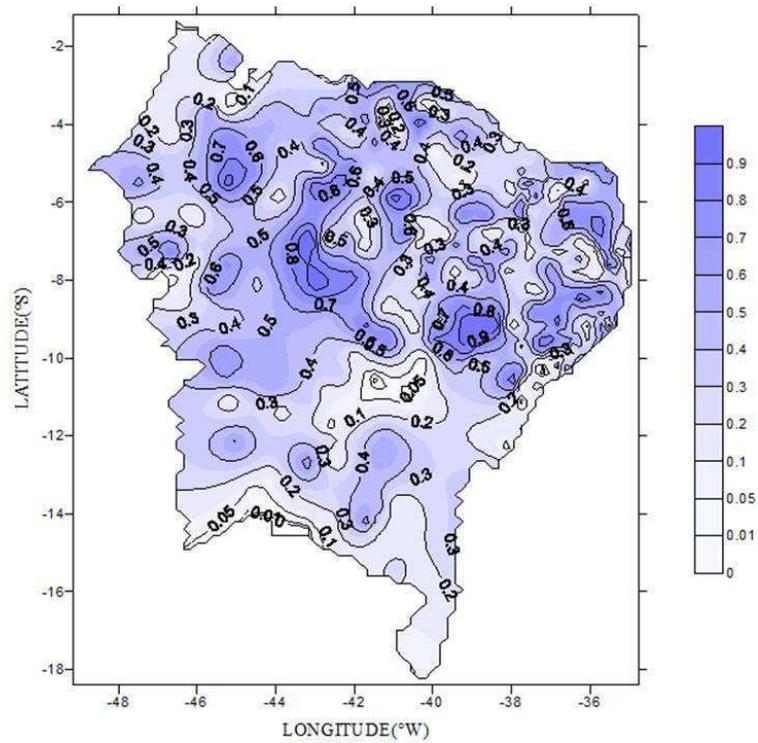


Figura 15. Tendência do número de dias com chuvas acima da média no período anual no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

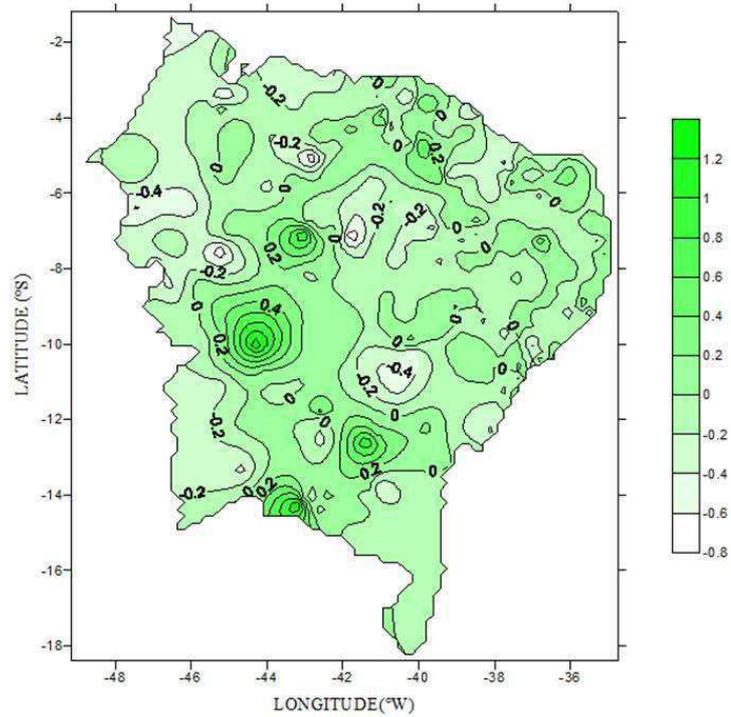
4.11. Número de dias com chuvas no acima da média no período chuvoso

O número de dias com chuvas acima da média no período chuvoso (NDcCAcM-PC) na região Nordeste do Brasil apresenta, em geral, tendência decrescente. Na parte semiárida da região, encontram-se vários núcleos com tendência negativa, de até 0,4 dias/ano como caso do núcleo no sul do Estado da Bahia (Figura 16a). Outro núcleo com tendência negativa é localizado no Estado do Maranhão de -0,2 dias/ano. Assim, nessas áreas da região Nordeste do Brasil, o NDcCAcM-PC decresceu entre 10 e 20 dias no período de 50 anos. Verifica-se, também, núcleo com tendências positivas em outras partes da região, dentre os Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Pelo teste de Mann-Kendall, a maioria das tendências negativas localizadas no semiárido do NEB são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 16b). Por outro lado, as tendências positivas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas de acordo com o teste utilizado no estudo.

4.12. Número de dias com chuvas acima da média no período seco

A distribuição espacial do Número de dias com chuvas acima da média no período seco (NDcCAcM-PS) na região Nordeste do Brasil exibe tendências positivas na maior parte da região litorânea do NEB, que compreende os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte (Figura 17a). Entretanto, núcleos com tendências negativas são encontrados na parte semiárida da região, de até 0,04 dias/ano como é o caso do núcleo ao sul do Estado da Bahia e de 0,09/dias/ano no centro do Estado do Ceará. Dessa forma, o NDcCAM-PS nessas áreas da região NEB decresceu entre 2 e 4,5 dias no período de 50 anos. A maioria das tendências negativas são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e estão localizadas, principalmente, no semiárido da região (Figura 17b). Constata-se, também, que as tendências positivas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas de acordo com o teste de Mann-Kendall.

a)



b)

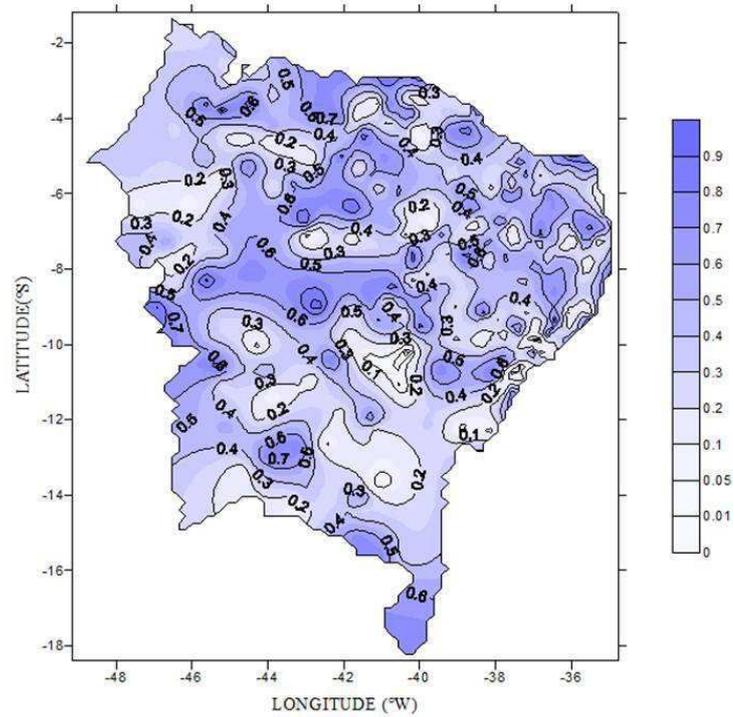
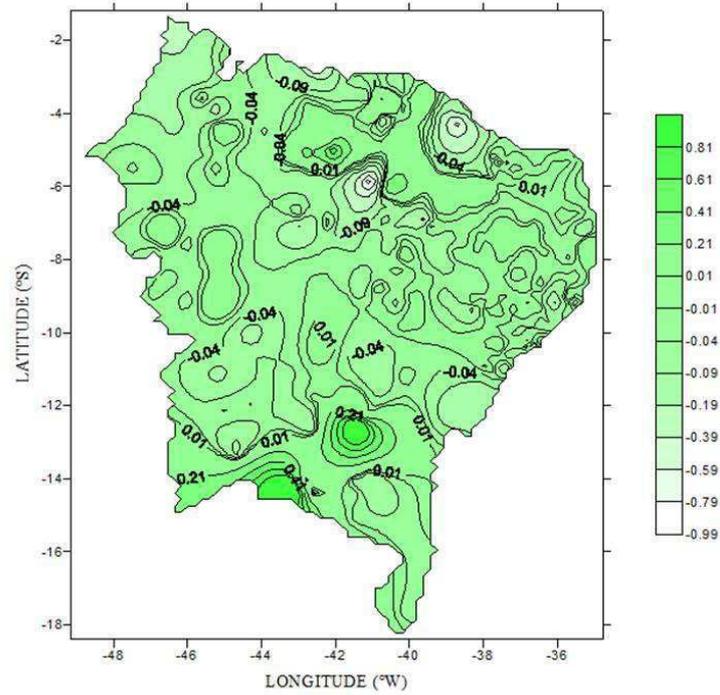


Figura 16. Tendência do Número de dias com chuvas acima da média no período chuvoso no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

a)



b)

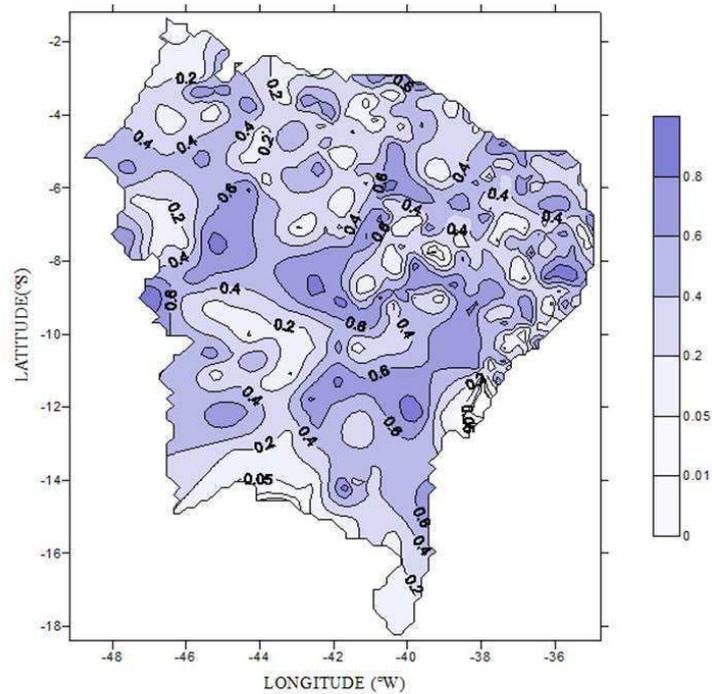


Figura 17. Tendência do Número de dias com chuvas acima da média no período seco no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

A maior concentração do NDcC se dá na estação chuvosa, evidentemente, na época mais favorável a atuação dos sistemas meteorológicos, como descrito por Kousky (1985). É nesse período em que a agricultura de sequeiro se desenvolve. A Figura 18 apresenta a tendência temporal do Número de dias com chuva acima da média (NDcCAcM) nos períodos anual, PA chuvoso e seco da estação de Viçosa do Ceará no Estado do Ceará. Foram analisados três períodos que apresentaram tendências decrescentes, sendo a do período chuvoso mais acentuadas, que corresponde a uma diminuição do NDcCAcM de 17,21 dias no período analisado. As três tendências, pelo teste de Mann-Kendall, são estatisticamente significativas ao nível de 1% de probabilidade.

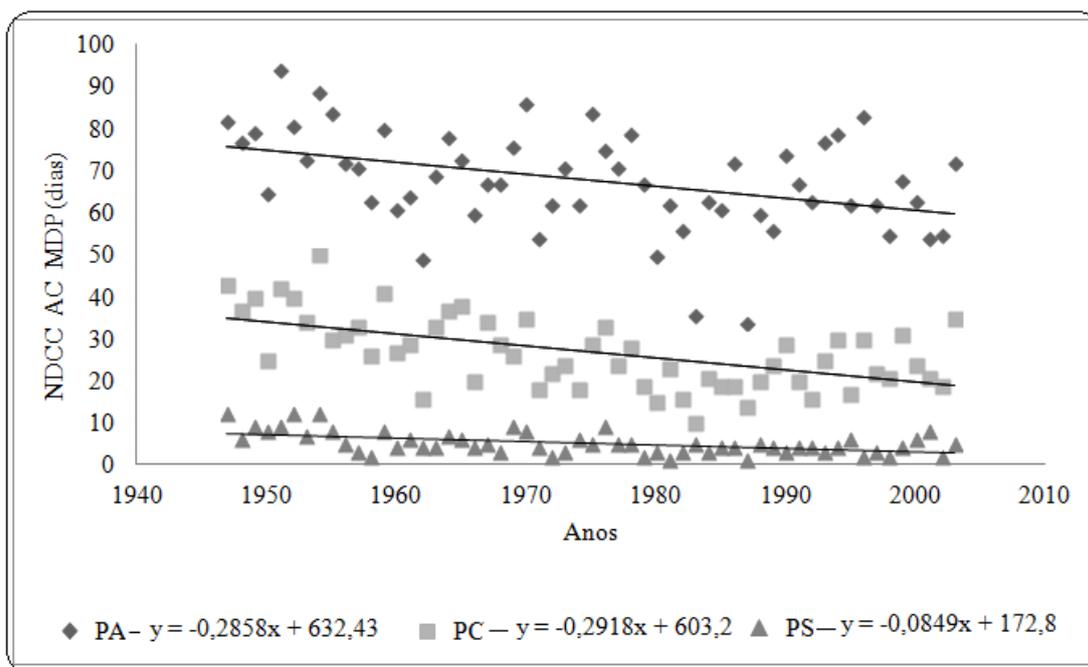


Figura 18. Tendência temporal do número de dias com chuva acima da média para o período anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Viçosa do Ceará, no Estado do Ceará

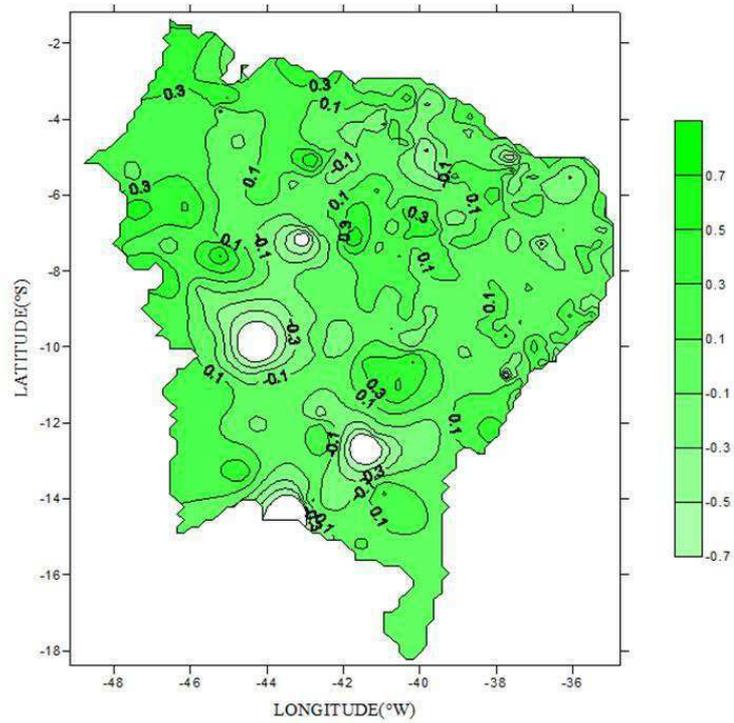
4.13. Número de dias com chuvas abaixo da média no período anual

Observam-se tendências positivas do Número de dias com chuvas no período anual abaixo da média (NDcCAbM-PA) em grande parte do NEB (Figura 19a). Como pode-se observar no semiárido da região, vários núcleos apresentam tendências positivas de até 0,3 dias/ano como nos Estado da Bahia, Piauí e Ceará. Assim sendo, nessas localidades da região NEB o número de dias com chuva no período anual aumentou entre 15 e 20 dias no período de 50 anos. Muitas dessas tendências positivas, na área de estudo, são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 19b).

4.14. Número de dias com chuvas abaixo da média no período chuvoso

Tendências negativas do Número de dias com chuvas abaixo da média no período chuvoso (NDcCAbM-PC) são observadas em partes da região Nordeste do Brasil, principalmente na região litorânea (Figura 20a). Porém, na parte semiárida da região encontram-se vários núcleos com tendência positiva, de até 0,4 dias/ano como verificado ao sul do Estado da Bahia. Também, pode-se observar tendências positivas de até 0,3 dias/ano no Estado do Ceará. Portanto, nessas localidades da região o NDcCAbM-PC cresceu entre 15 e 20 dias no período de 50 anos. A maioria das tendências positivas são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Mann-Kendall e estão localizadas no semiárido da região (Figura 20b).

a)



b)

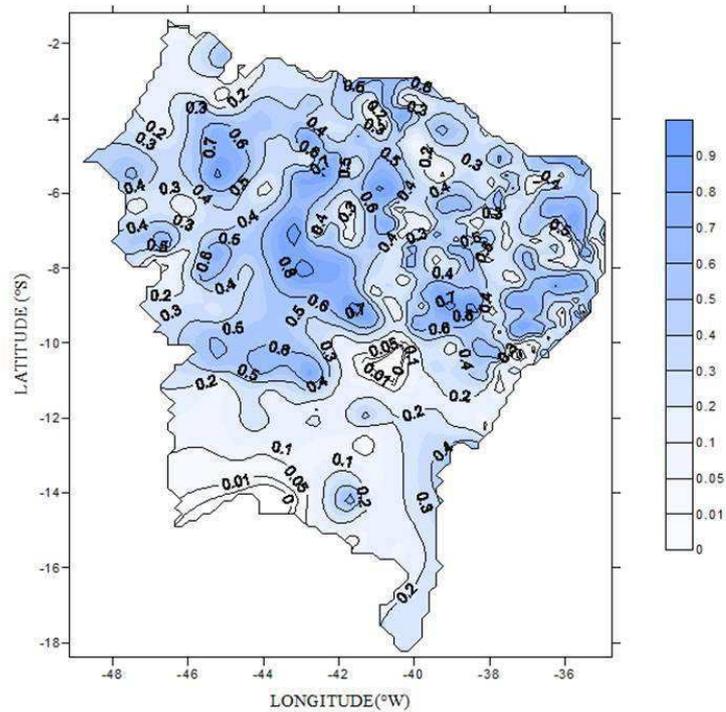
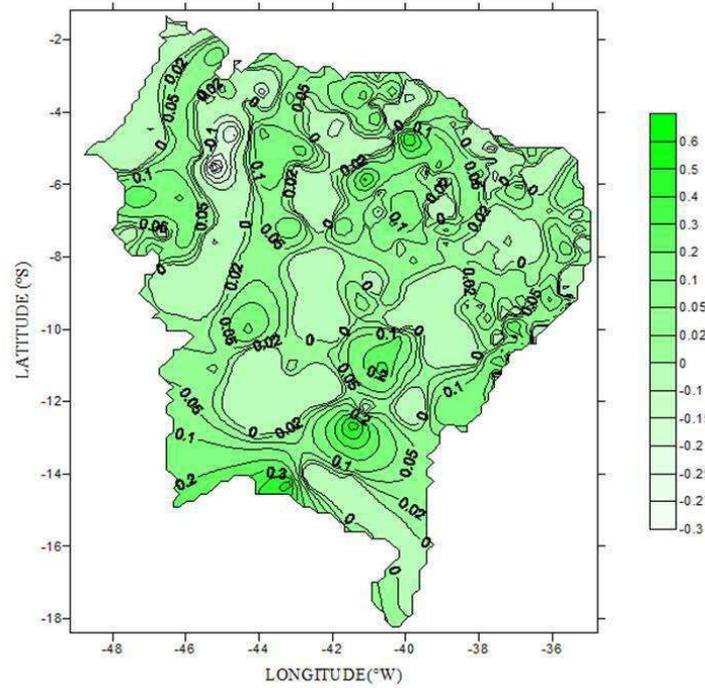


Figura 19. Tendência do Número de dias com chuvas abaixo da média no período anual do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

a)



b)

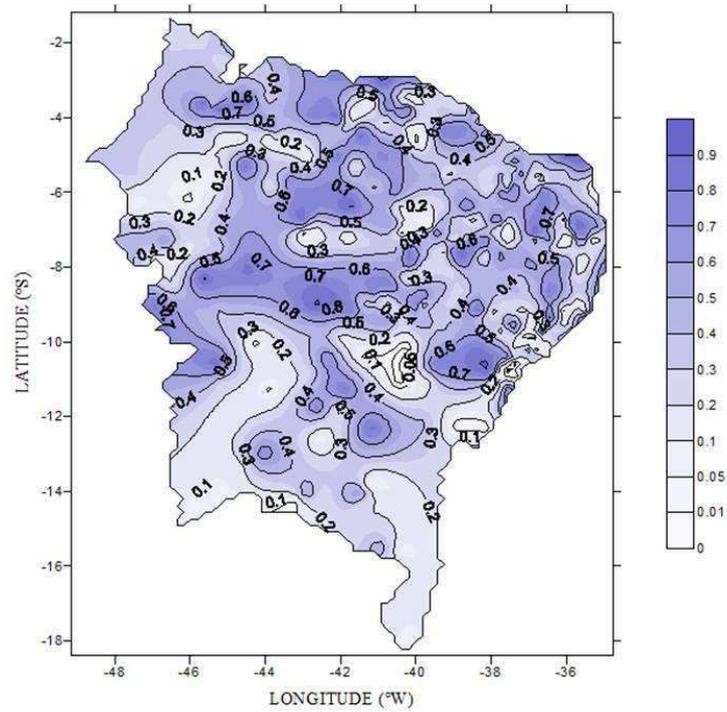


Figura 20. Tendência do Número de dias com chuvas abaixo da média no período chuvoso do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

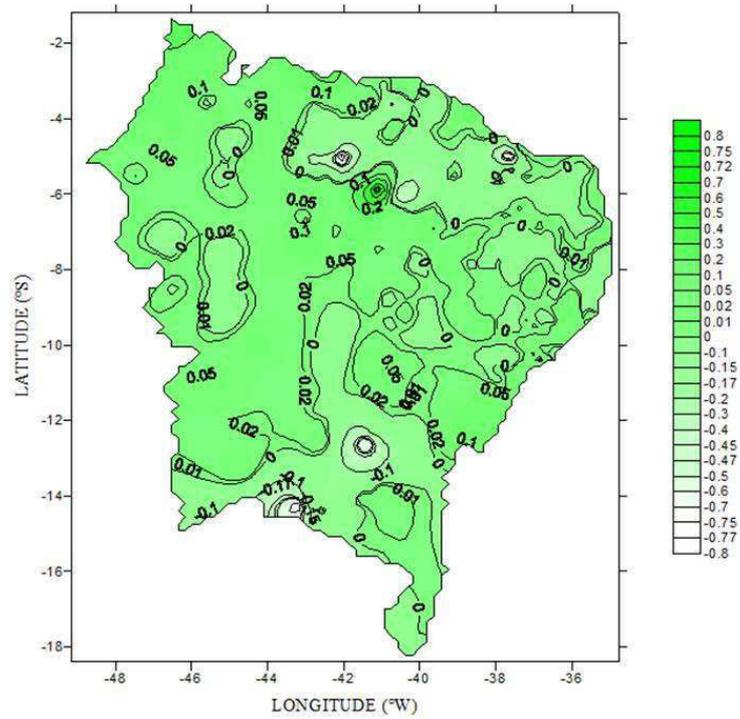
)

4.15. Número de dias com chuvas abaixo da média no período seco

A distribuição espacial do Número de dias com chuvas abaixo da média no período seco (NDcCAbM-PS) é exibida na Figura 21a. A maior parte das tendências negativas está localizada na região litorânea do NEB. Por outro lado, encontram-se vários núcleos com tendências positivas, de até 0,2 dias/ano na parte semiárida da região, entre os Estados do Piauí e Ceará. Também se verifica um núcleo com tendências positivas, de 0,2 dias/ano no centro do Estado da Bahia. Portanto, nessa área do semiárido do NEB o NDcCAbM-PS cresceu entre 1 e 10 dias no período de 50 anos. Várias dessas tendências positivas são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e estão localizadas no semiárido da região (Figura 21b). As tendências negativas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas de acordo com esse teste.

A NDcCAbM nos períodos anual, chuvoso e seco da estação de Aquidaba, no Estado de Sergipe (Figura 22). Contatam-se tendências crescentes nos três períodos analisados, implicando no ressecamento ambiental ao longo tempo que pode prejudicar as atividades agrícolas na região. A tendência crescente no período anual foi mais acentuada, com um aumento de 26,24 dias/ano no período analisado. As tendências positivas são estatisticamente significativas nesses três períodos analisados ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall.

a)



b)

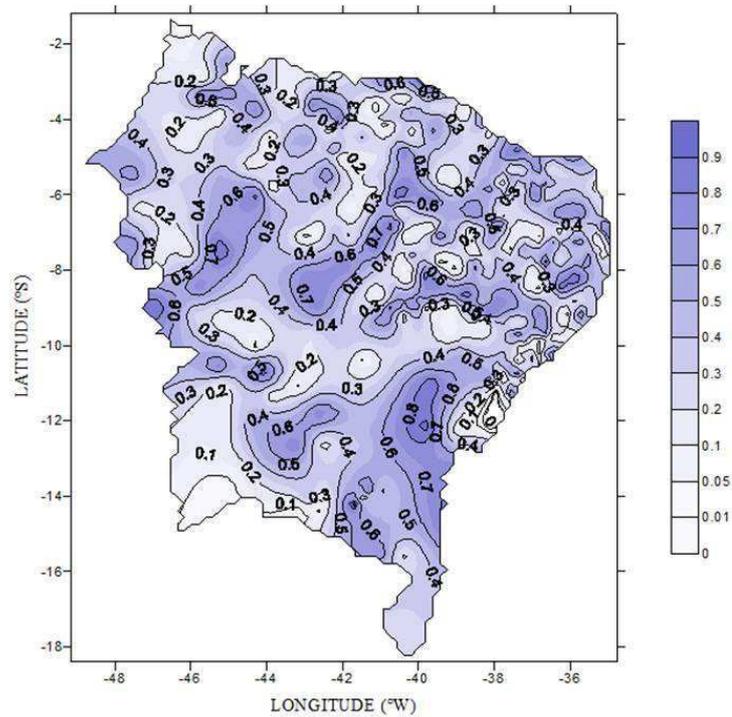


Figura 21. Tendência do Número de dias com chuvas abaixo da média no período seco do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

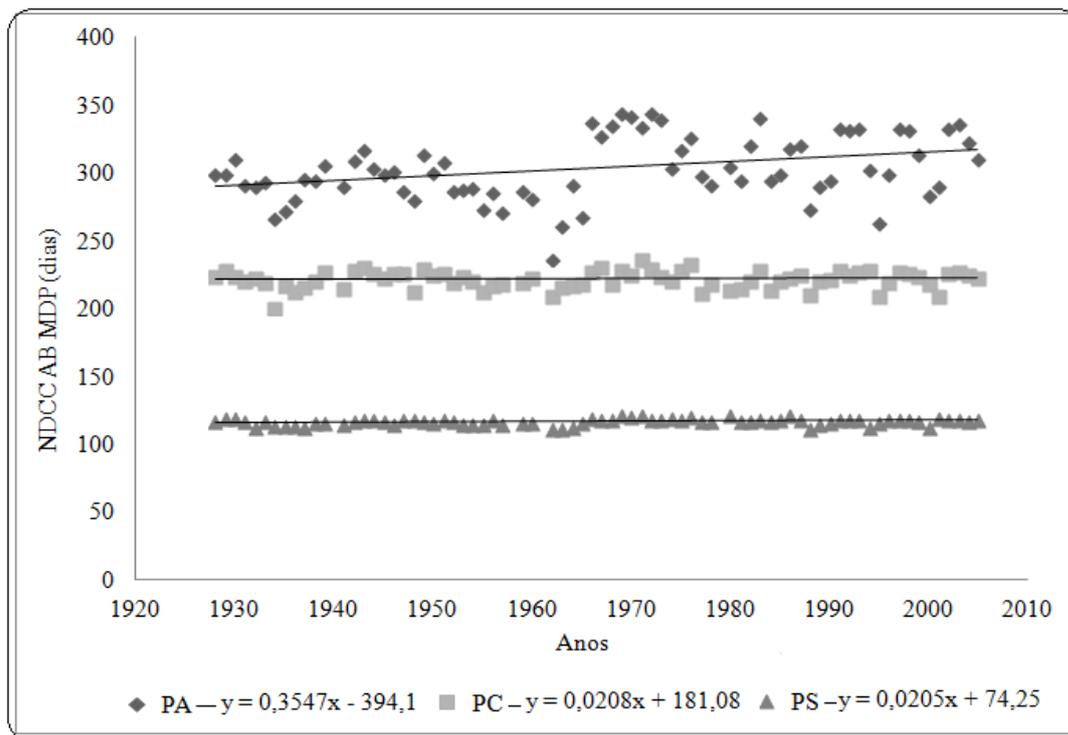
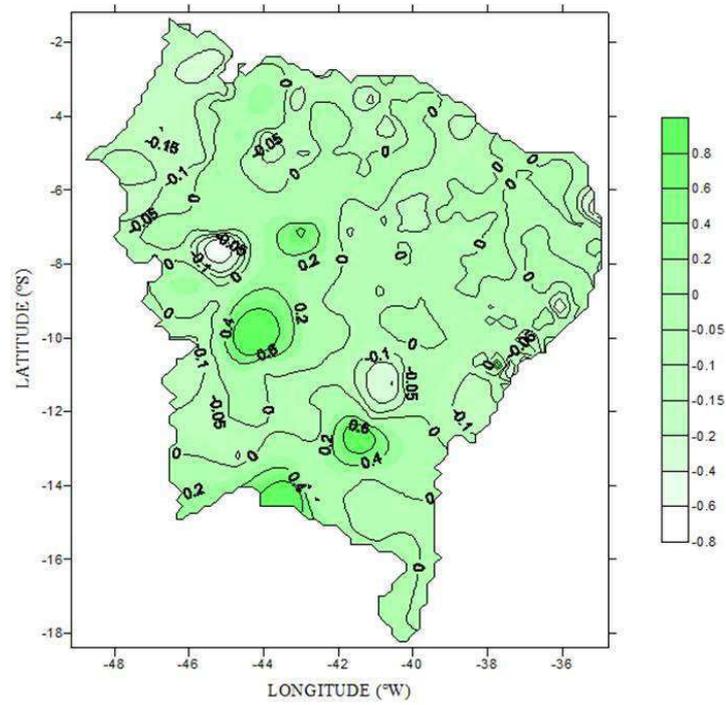


Figura 22. Tendência temporal do número de dias com chuva abaixo da média para o período anual (PA) e para os períodos chuvoso (PC) e seco (PS) da estação de Aquidaba, no Estado de Sergipe

4.16. Números consecutivos de dias com chuvas no período anual

A distribuição espacial do Número consecutivo de dias com chuvas no período anual (NCDcC-PA) na região Nordeste do Brasil é exibida na Figura 23a. Constatam-se várias tendências negativas na parte do semiárida da região, de até -0,2 dias/ano como se verifica no sul do Estado da Bahia. No oeste dos Estados de Pernambuco e Paraíba também é encontrado outro núcleo com tendência negativa, de -0,05 dias/ano. Deste modo, nessas áreas do NEB o NCDcC-PA decresceu entre 2, 5 e 10 dias no período de 50 anos. Isso pode estar associado a núcleos de desertificação e erosão do solo nessa parte do NEB também já identificados por outros núcleos. Núcleos com tendência positiva são observados em outra parte da região, principalmente na parte sul do Estado do Piauí. Varias dessas tendências negativas, principalmente aquelas localizadas no semiárido do NEB, são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall (Figura 23b). Verifica-se, também, que as tendências positivas no sul do Estado do Piauí, não são estatisticamente significativas.

a)



b)

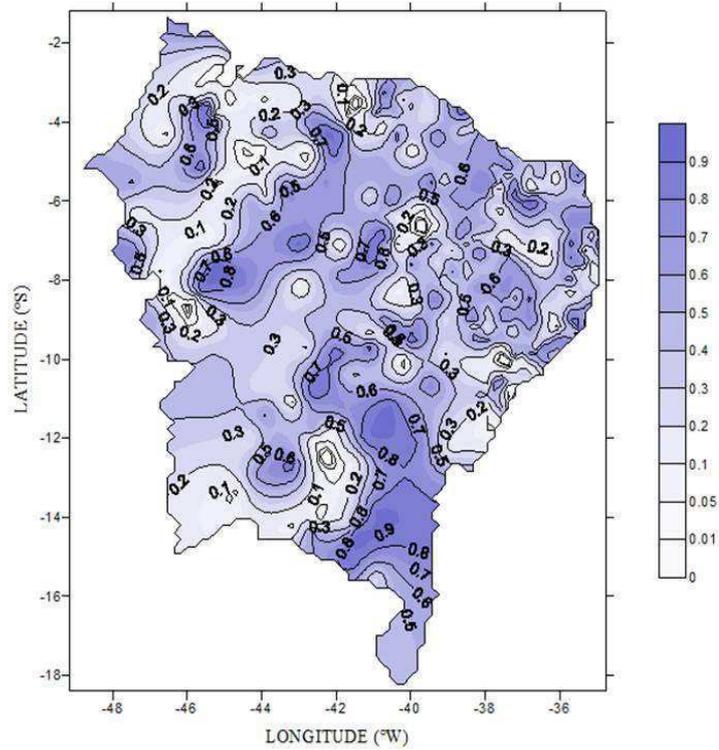


Figura 23. Tendência do Número consecutivo de dias com chuvas no período anual do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

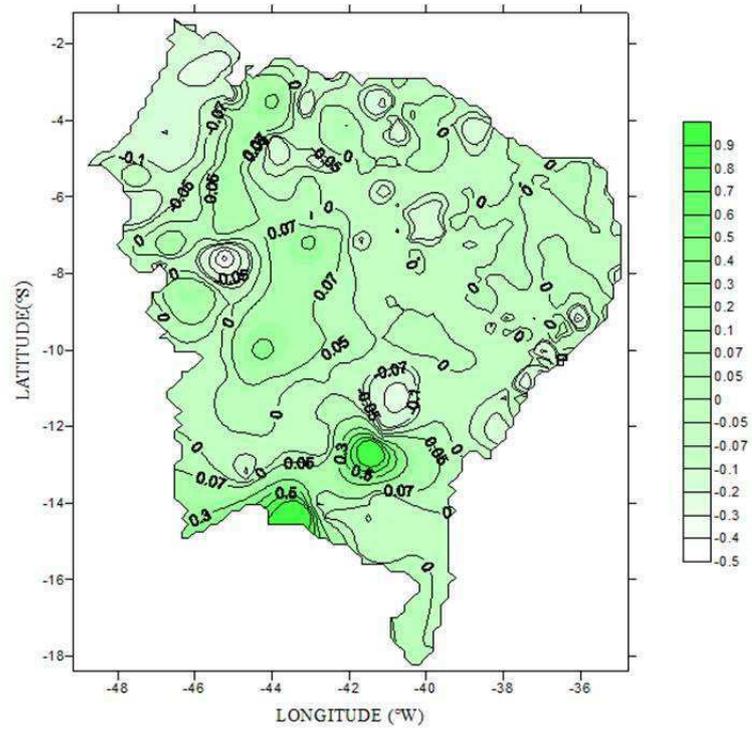
4.17. Número consecutivo de dias com chuvas no período chuvoso

Na região Nordeste do Brasil verifica-se vários núcleos do Número consecutivo de dias com chuvas no período chuvoso (NCDcC-PC) com tendências negativas, principalmente na parte do semiárido da região, que variaram entre 0,1 e 0,15 dias/ano (Figura 24a). Outros núcleos com tendências negativas são observados no litoral do NEB, de até 0,07 dias/ano. Logo, nessas áreas do Nordeste do Brasil o NCDcC-PC decresceu entre 3,5 e 7,5 dias no período de 50 anos. Núcleos com tendência positiva são observados em outras partes da região, principalmente na parte do litoral da região. Pelo teste de Mann-Kendall, grande parte dessas tendências negativas são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade e estão localizadas no semiárido da região (Figura 24b). Observa-se, ainda, que as tendências positivas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste utilizado no estudo.

4.18. Números consecutivos de dias com chuvas no período seco

Conforme apresentado na (Figura 25a), a região Nordeste do Brasil exibe vários núcleos com tendências negativas no Número consecutivo de dias com chuvas no período seco (NCDcC-PS) na sua região semiárida, de até 0,1 dias/ano, como o apresentado no sul do Estado da Bahia. Outro núcleo com tendência negativa é localizado no Estado do Ceará, porém de menor intensidade de 0,02 dias/ano. Assim, nessas áreas do NEB o NCDcC-PS decresceu entre 1 e 5 dias no período de 50 anos. Também núcleos com tendências positivas são observados em outra parte da região, principalmente na parte do litoral da região. As tendências negativas apresentadas em sua maioria são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e estão localizadas no semiárido da região (Figura 25b). Os núcleos com tendências positivas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte não são estatisticamente significativas de acordo com o teste de Mann-Kendall.

a)



b)

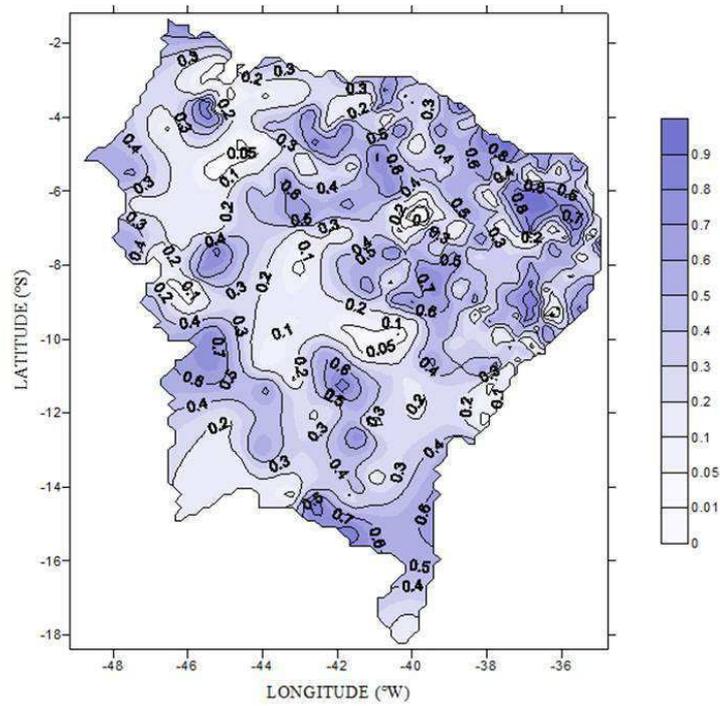
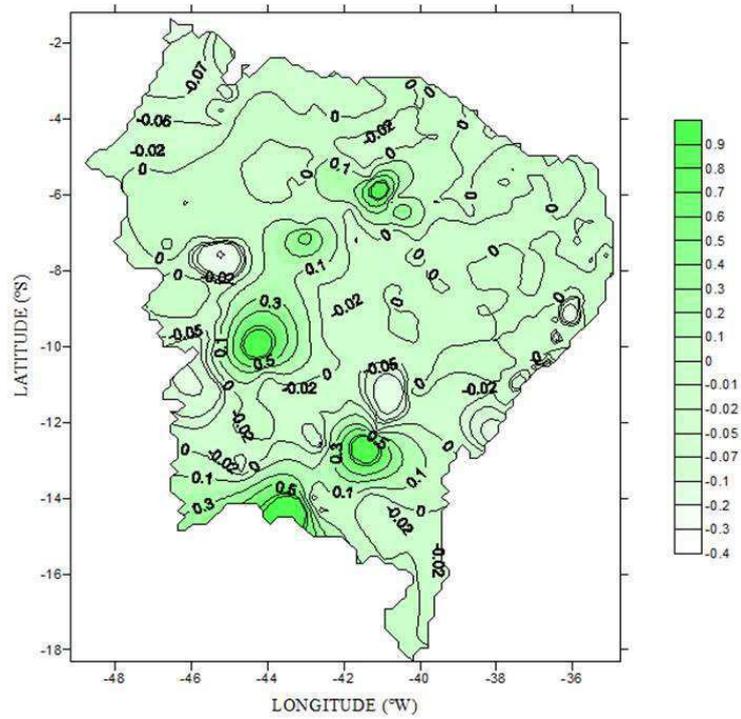


Figura 24. Tendência do Número consecutivo de dias com chuvas no período chuvoso do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

a)



b)

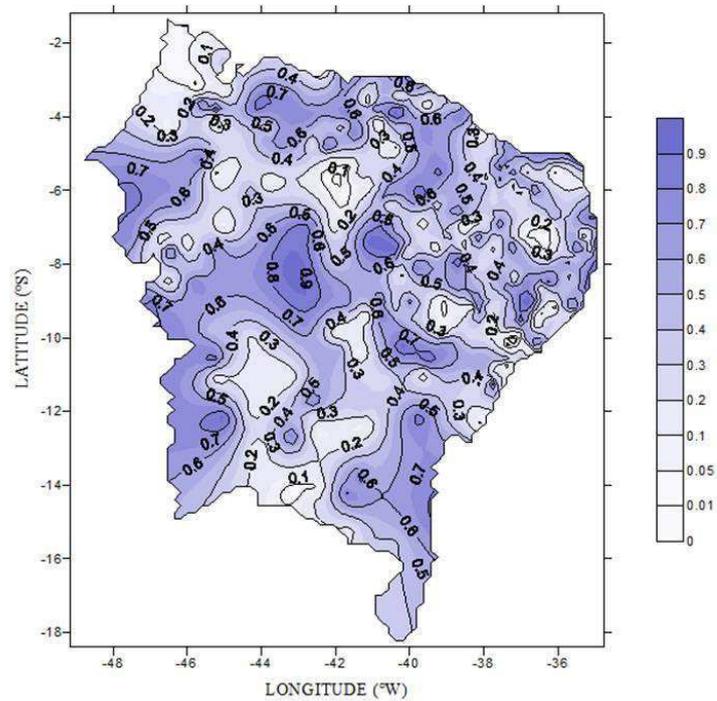


Figura 25. Tendência do Número consecutivo de dias com chuvas no período seco do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

A tendência temporal dos números consecutivos de dias com chuva no município de Feira de Santana, localizado no Estado da Bahia nos três períodos analisados (Figura 26). Verificou-se que os três períodos analisado apresentaram tendências decrescentes, sendo a do período anual mais acentuada, que corresponde ao um decréscimo do NCDcC na ordem de 4,5 dias no período analisado. Pelo teste de Mann-Kendall, essas três tendências são estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade.

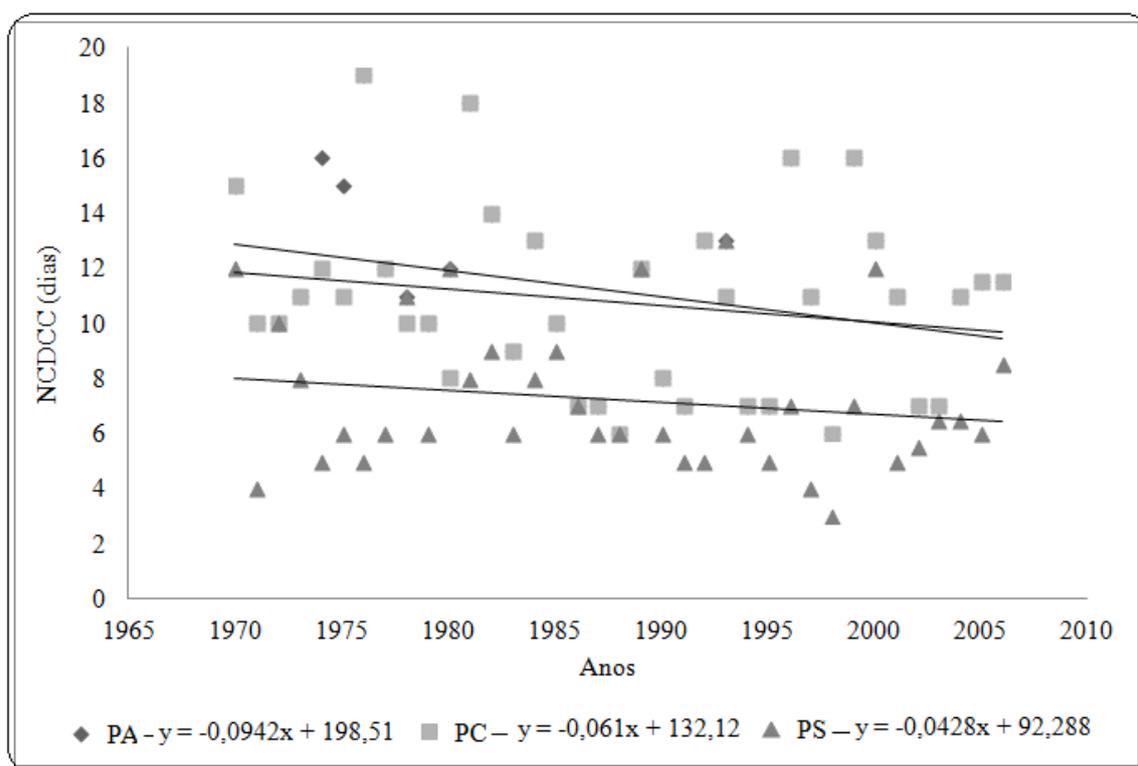


Figura 26. Tendência temporal do número consecutivo de dias com chuva para o período anual (PA) e para os períodos chuvosos (PC) e secos (PS) da estação de Feira de Santana, no Estado da Bahia

4.19. Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual

A Figura 27 apresenta a distribuição do Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual (NCDsC-PA) na região Nordeste do Brasil. Este índice pode contribuir na previsão da ocorrência de veranicos que é um fator limitante para a produção agrícolas. A região semiárida do Nordeste tem como características a ocorrência de períodos de seca e a baixa capacidade de retenção de água, limitando seu potencial produtivo, o que

evidencia a fragilidade do seu ecossistema que se agrava com a degradação da cobertura vegetal, e demais fatores (Alves & Rocha, 2007) A região semiárida do NEB exibe os maiores valores de NCDsC-PA, com valores variando entre 95 e 165 dias no período analisado. O norte e Litoral da região NEB apresentam os menores valores de NCDsC-PA, entre 35 e 55 dias para o litoral do NEB e entre 45 e 75 dias para o norte, que compreende os Estados do Maranhão e Piauí.

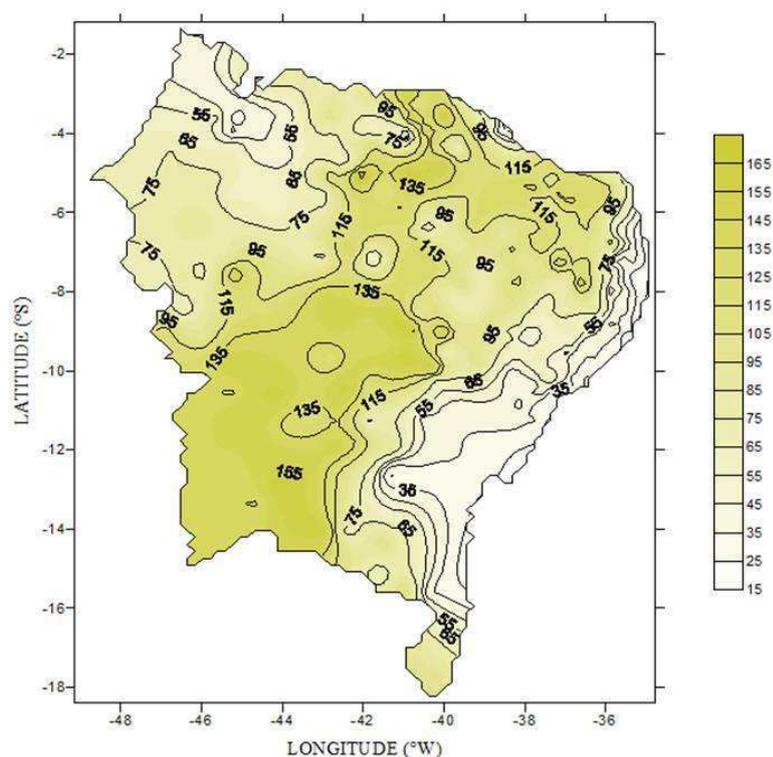


Figura 27. Distribuição do Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual do Nordeste do Brasil

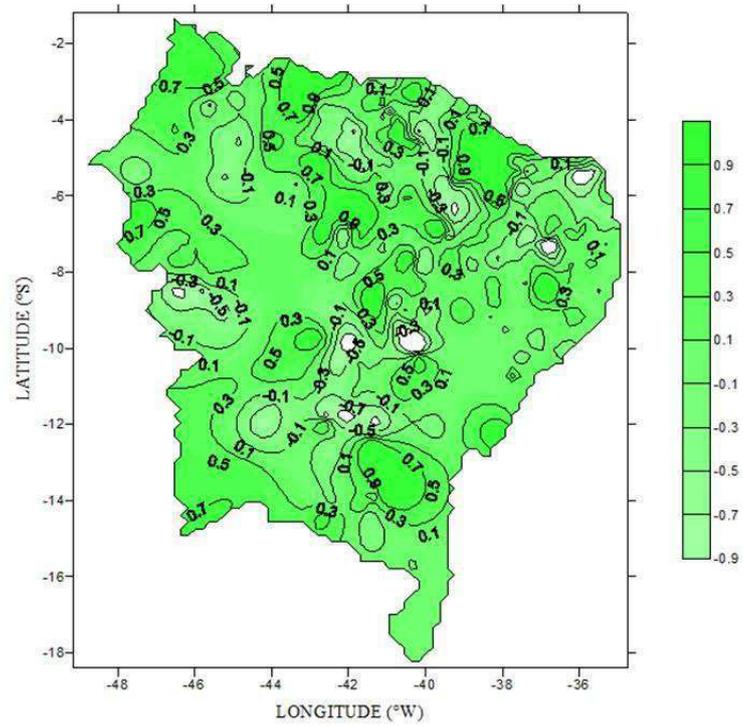
Na região Nordeste do Brasil, principalmente na parte semiárida, encontram-se vários núcleos com tendência positiva do Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual (NCDsC-PA), de até 0,9 dias/ano (Figura 28a). Como no caso do núcleo localizados nos Estado da Bahia e do Ceará, outro núcleo com tendência positiva é localizado a oeste do Estado de Pernambuco de 0,7 dias/ano. Também observa-se que o norte da região NEB exibe núcleos positivos do NCDsC-PA de 0,7 dias/ano como no caso do Estado do Maranhão. Deste modo, nessas áreas dos Estados da Bahia, Ceará,

Pernambuco e Maranhão o NCDsC-PA cresceu entre 25 e 35 dias no período de 50 anos. Esse fato pode estar associado a núcleos de desertificação e a processos erosivos do solo nessa parte do NEB. As tendências negativas apresentadas grande parte do NEB são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e são encontradas no semiárido da região (Figura 28b). Observa-se, ainda, que as tendências positivas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte não são estatisticamente significativas pelo teste analisado.

4.20. Número Consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso

A Figura 29 apresenta a distribuição do Número consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso (NCDsC-PC) na região Nordeste do Brasil. Este índice também é importante porque a ocorrência de veranicos na estação chuvosa pode ter reflexo na produtividade das as culturas. Para o período chuvoso os maiores valores do NCDsC-PC encontram-se na região do semiárido do NEB, variando entre 20 e 36 dias no período analisado. Na região do litoral e norte do NEB encontra-se valores variando entre 8 e 28 dias no período de estudo.

a)



b)

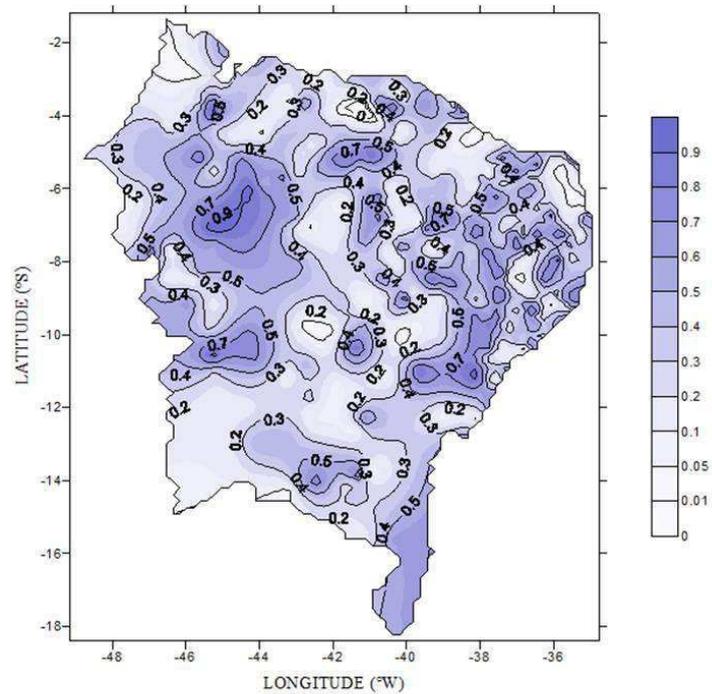


Figura 28. Tendência do Número consecutivo de dias sem chuvas no período anual do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

)

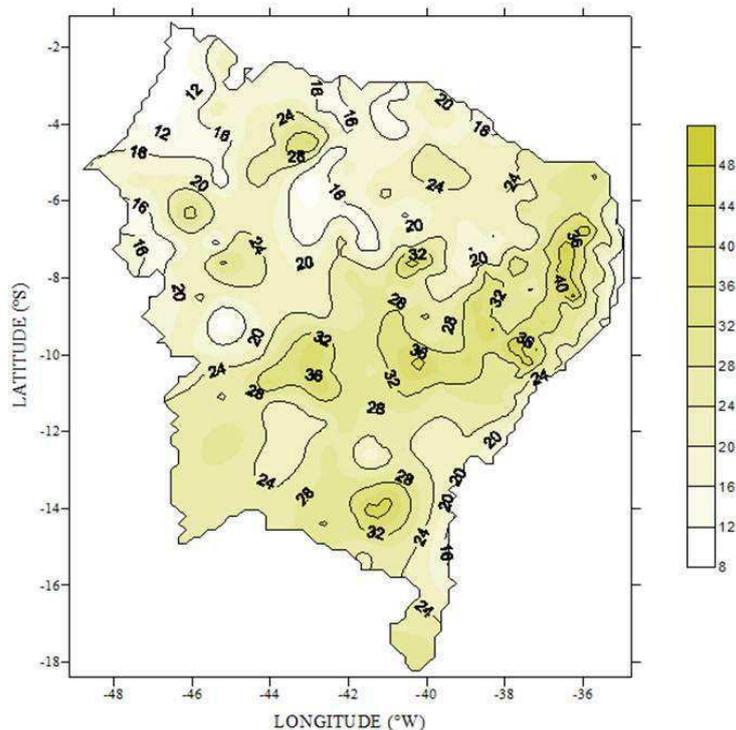
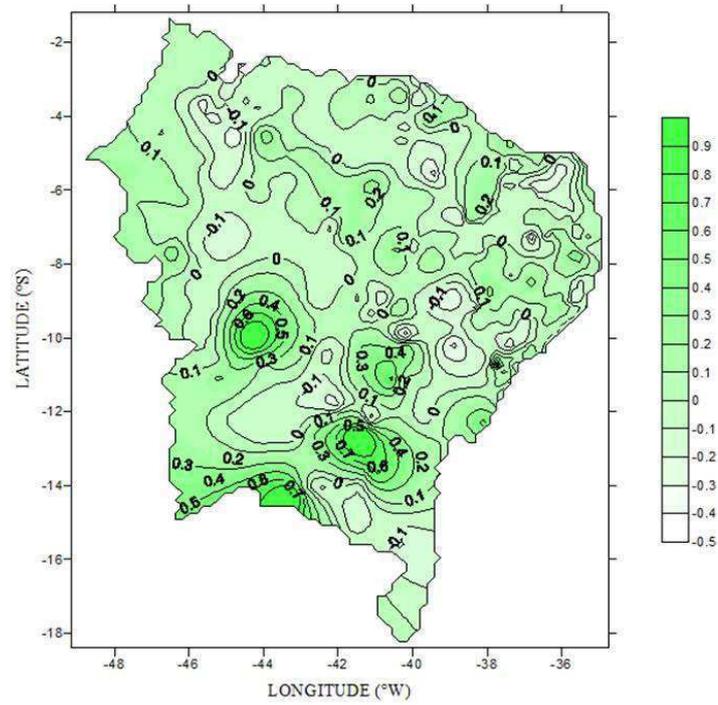


Figura 29. Distribuição do Número consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso no Nordeste do Brasil

O Nordeste do Brasil exibe núcleos com tendências positivas no Número consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso (NCDsC-PC) em sua parte semiárida (Figura 30a). Como pode verificar no sul da Bahia, encontra-se um núcleo de até 0,7 dias/ano; outro núcleo com tendência positiva é localizado mais ao centro do estado de 0,4 dias/ano. Também se observa um núcleo com tendência positiva no Estado do Ceará, de 0,2 dias/ano. Assim, nessas áreas da região NEB o NCDsC-PC cresceu entre 10 e 35 dias no período de 50 anos. Núcleos com tendência negativa são observados em outra parte da região, principalmente na parte do litoral da região. Várias das tendências positivas são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e estão inseridas no semiárido da região (Figura 30b). Entretanto, as tendências negativas localizadas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas de acordo com o teste utilizado.

a)



b)

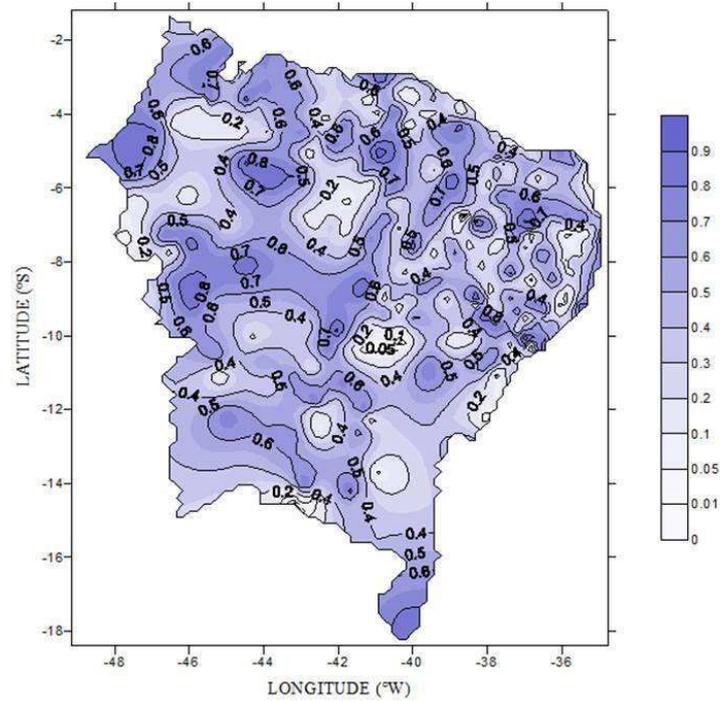


Figura 30. Tendência do Número consecutivo de dias sem chuvas no período chuvoso no Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

4.21. Número consecutivo de dias sem chuvas no período seco

A Figura 31 exibe a distribuição do Número consecutivo de dias sem chuvas no período seco (NCDsC-PS) na região do Nordeste do Brasil. A parte do semiárida exibe os maiores valores de NCDsC-PS, variando entre 90 e 120 dias no período analisado. Entretanto, na região do litoral, verificam-se os menores valores, entre 20 e 50 dias. Na parte norte do NEB também verificam-se valores de NCDsC-OS também menores, entre 40 e 70 dias sem chuvas no período de estudo. A região Nordeste do Brasil se destaca por seus períodos de secas prolongada; assim, segundo Hastenrath (2012), ao realizar uma análise dinâmica do clima do Nordeste do Brasil ao longo de um século, destacou que essa região é propensa à seca, pois em anos de seca o gradiente da TSM no Atlântico Tropical é mais fraco e a zona de convergência intertropical (ZCIT) não atinge sua posição mais ao sul; essas secas tem forte impacto socioeconômico.

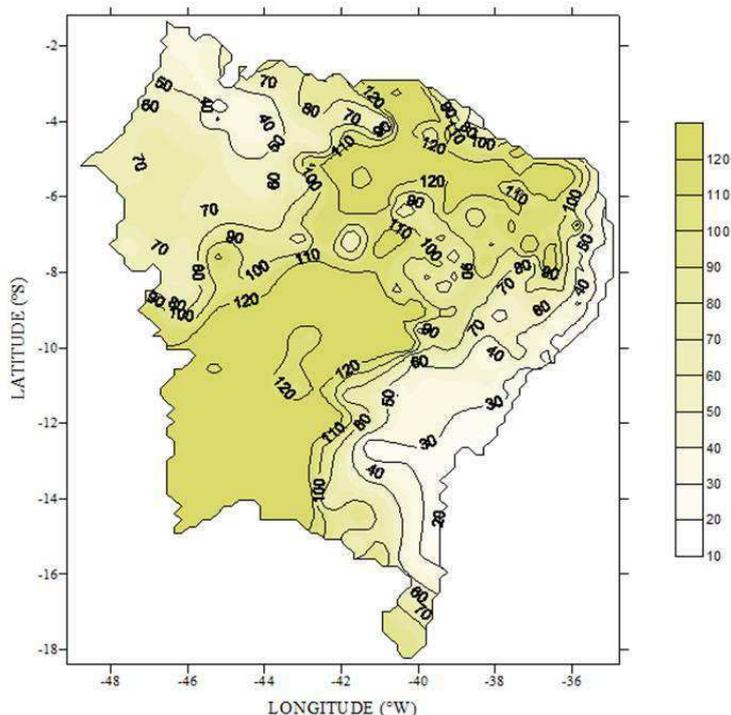
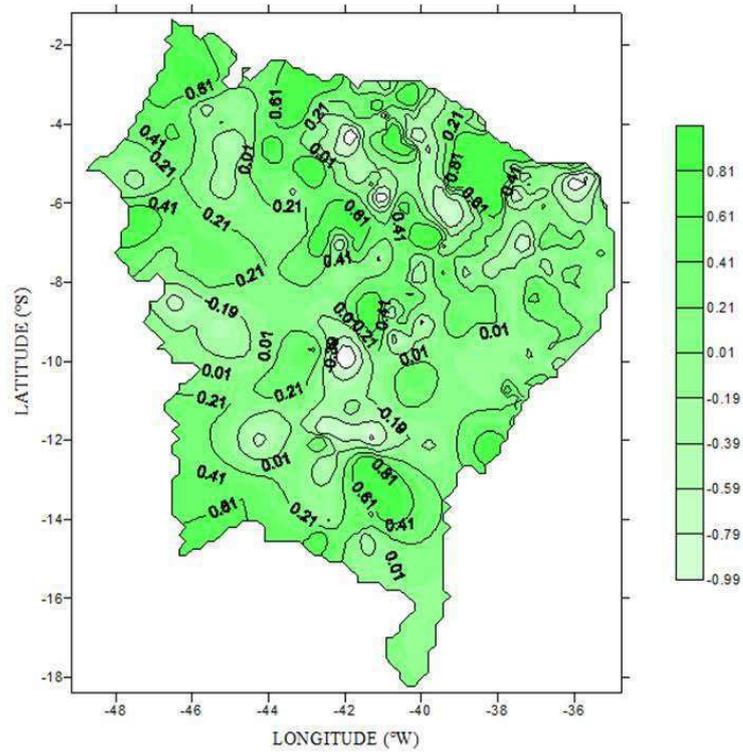


Figura 31. Distribuição do Número consecutivo de dias sem chuvas no período seco do Nordeste do Brasil

Na região Nordeste do Brasil, principalmente na parte semiárida, encontram-se vários núcleos de NCDsC-PS com tendências positivas, de até 0,81 dias/ano, como no caso do núcleo no sul do Estado da Bahia e no Estado do Ceará (Figura 32a). Outro núcleo com tendência positiva é localizado mais ao sul do Estado do Maranhão, de 0,41 dias/ano. Também se verifica que entre os Estados do Piauí e Ceará encontram-se núcleos positivos de 0,61 dias/ano. Deste modo, nessas localidades do NEB, o NCDsC-PS cresceu entre 20,5 a 40,5 dias no período de 50 anos. Isso pode estar associado a núcleos de degradação e erosão do solo na região. Núcleos com tendência negativa são observados em outras partes da região estudada, principalmente na parte do litoral da região. As tendências positivas apresentadas em sua maioria são estatisticamente significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Kendall e estão inseridas no semiárido (Figura 32b). Observa-se, ainda, que as tendências negativas no litoral do NEB, em torno dos Estados do Pernambuco e Rio Grande do Norte, não são estatisticamente significativas pelo teste utilizado.

Foram analisadas as tendências temporais do NCDsC para a estação de Bezerros, PE para os períodos anual, chuvoso e seco (Figura 33). Os três períodos considerados apresentam tendências crescentes ou positivas, implicando num aumento no NCDsC ao longo do tempo. Dentre os períodos analisados, o período anual apresentou-se mais representativo, o que corresponde ao crescimento de 12,54 dias no período estudado. Essas três tendências são estatisticamente significativa, pelo teste de Mann-Kendall, ao nível de 5% de probabilidade.

a)



b)

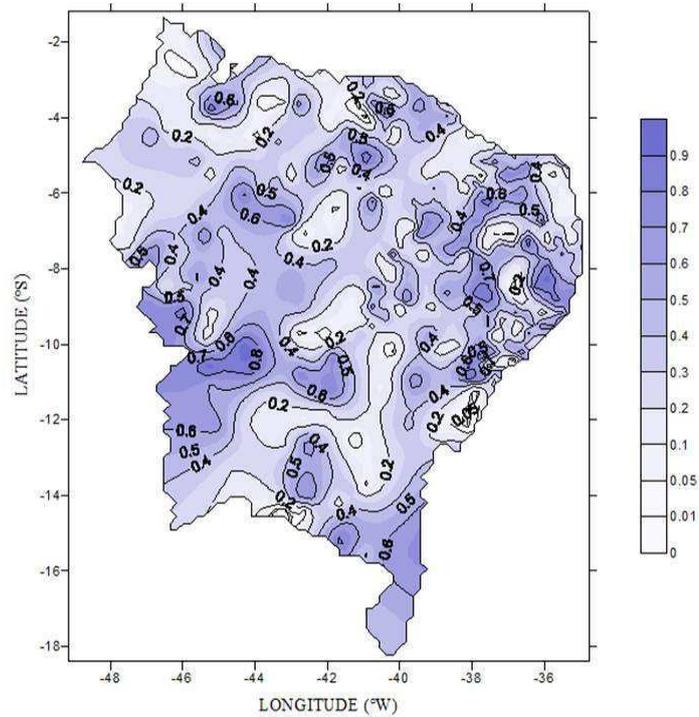


Figura 32. Tendência do Número consecutivo de dias sem chuvas no período seco do Nordeste do Brasil (a) e nível de significância (b)

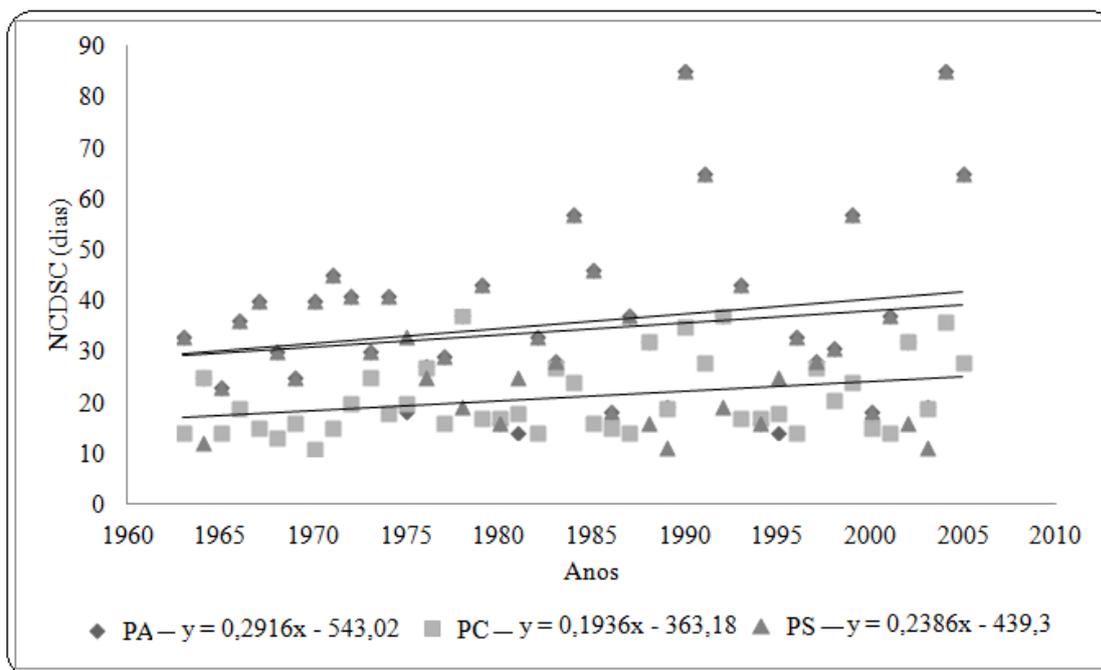


Figura 33. Tendência temporal do número consecutivo de dias sem chuva para o período anual (PA) e para os períodos chuvosos (PC) e secos (PS) da estação de Bezerros, no Estado de Pernambuco.

4.22. Média do Número consecutivo de dias sem chuvas

No Nordeste do Brasil a variabilidade da precipitação pluvial não é uniforme, varia de acordo com a localização geográfica da região. Além do aumento da temperatura do planeta, outros impactos ambientais podem ocorrer em consequência das mudanças climáticas, tais como, a mudanças no regime de precipitação nas diferentes regiões do globo, que tem impactos na agricultura, nas florestas, nos recursos hídricos, na fauna e flora das áreas costeiras, etc. Os impactos nas espécies biológicas e nas áreas naturais e na saúde são alguns exemplos de áreas que terão impactos decorrentes das mudanças climáticas (Santos e Brito, 2007). O NCDsC ou veranico é um fator limitante na produção agrícola, pois afeta diretamente o desenvolvimento das culturas que depende diretamente da precipitação pluvial.

A Tabela 1 exhibe as médias do NCDsC nos períodos anual, chuvoso e seco para os 9 Estados do Nordeste do Brasil. Neste estudo, os maiores valores do NCDsC são encontrados entre os Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, entre 104,87 e 116,49 dias, ficando acima da média da região NEB que é de 83,36 dias no período de 50

anos. Por outro lado, Estados de Alagoas, Sergipe e Maranhão apresentaram os menores valores, entre 38,29 e 67,62 dias no mesmo período, ficando abaixo da média do NEB.

Tabela 1. Médias do Número consecutivo de dias sem chuvas (NCDsC) nos períodos anual (PA), chuvoso (PC) e seco (PS) para os 9 Estados do Nordeste

Estados/dias	NCDsC- PA	NCDsC-PC	NCDsC-PS
Maranhão	67,62	19,11	60,99
Piauí	111,63	19,74	96,50
Ceará	104,87	22,79	93,83
R.G.Norte	116,49	25,53	97,90
Paraíba	88,91	26,96	80,81
Pernambuco	84,37	28,59	76,08
Alagoas	40,71	26,14	37,40
Sergipe	38,29	26,73	34,33
Bahia	97,34	29,07	81,30
NEB	83,36	24,91	73,24

A análise do NCDsC-PC indica que os menores valores encontram no Estado da Bahia, nesse período com apenas 29,07 dias sem chuvas. A razão disso está associada à frequência da entrada de frentes frias no sul do país que provoca precipitação mais regular nessa parte do NEB. Os menores valores do NCDsC-PC são encontrados no norte NEB, nos Estados do Maranhão e Piauí; permanecendo abaixo da média da região NEB que é de 24,91 dias em 50 anos. No período seco, NCDsC-PS exibe valores entre 34,33 e 97,90 dias no período estudado, entre os Estados de Sergipe e Rio Grande do Norte. Os menores valores de NCDsC-OS são encontrados nos Estados de Sergipe, Alagoas e Maranhão; e já os maiores valores são encontrados entre os Estados da Paraíba e Piauí, os quais variaram entre 80,81 e 97,90 dias no período de 50 anos. As localizações geográficas de todas as estações pluviométricas do Nordeste do Brasil utilizadas neste estudo constam no Anexo I.

5. CONCLUSÕES

A abordagem principal deste trabalho foi analisar as possíveis tendências climáticas de precipitação pluvial na região nordeste do Brasil e, assim, obtêm-se as seguintes conclusões:

- (i) A parte semiárida do NEB, assim como, o sul dos Estados do Maranhão e Piauí se apresenta mais susceptível ao surgimento de núcleos de desertificação do que a parte litorânea e o norte da região;
- (ii) Os períodos secos do semiárido nordestino ficarão mais extensos ao longo dos anos, e os totais de chuvas diminuirão acentuadamente principalmente no período seco;
- (iii) Os veranicos no período chuvoso do semiárido nordestino ficarão mais marcantes ao longo dos anos, diminuindo o número de dias com chuvas neste período;
- (iv) A frequência do número de dias consecutivos sem chuvas aumentarão nos períodos anual, chuvoso e seco ao longo dos anos em parte da região do NEB;
- (v) A precipitação pluvial no período anual do semiárido da região Nordeste do Brasil diminuirá ao longo dos anos, aumentando os números de dias sem chuvas ao longo dos anos;
- (vi) Os Estados do Pernambuco e Bahia apresentam os veranicos mais longos do NEB, de quase um mês sem chuvas na estação chuvosa; enquanto que Maranhão e Piauí são os Estados que apresentam o menor número de dias consecutivos sem chuvas de toda região estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEITUNO, P. (1989). On the Functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector. Parte II: Upper-air Circulation. **Journal of Climate**, v.4, n.2, p. 341-355.

ALEXANDER, L. V.; ZHANG, X.; PETERSON, TC; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN T. A.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; AMBENJE, P.; RUPA, K. K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VINCENT, L.; STEPHERSON, D.; BURN, J.; AGUILAR, E.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, JL. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.*, n. 111. D05109, DOI 10.1029/2005JD006290. 2006.

ALDRIAN, E., SUSANTO, R.D., (2005). Identification of three domain rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface. **Climatology** 23, 1435–1452.

ALVES, G.S; ROCHA J.G. A desertificação no município de Picuí-pb: O geoprocessamento aplicado a um diagnóstico ambiental. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2., João Pessoa, 2007. Anais... João Pessoa: 2007.

AMARAL, J.A.B., SILVA, T.M., BELTRÃO, N.E.M., MEDEIROS, A.M.T., GUIMARÃES, C.L., (2004). Zoneamento e Riscos Climáticos. **Comunicado técnico Embrapa - algodão**. 223.

ANJOS, B. L.; FERREIRA, G. de L.. Veranicos nos municípios de Patos e São Gonçalo no Sertão Paraibano. Congresso Brasileiro de Meteorologia, XVI, Belém/PA, 2010. **Anais.** Belém/PA: SBMET, 2010. Em: http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/718_28529.pdf. Acesso em Março de 2014.

ARAUJO, L.E., SOUZA, F. A. S., RIBEIRO, M.A.F.M., SANTOS, A. S., MEDEIROS, P.C., (2008) Análise Estatística de Chuvas Intensas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, 162-169.

ARAÚJO, Alexandre José do Rego Pereira et al. Desertificação e seca: contribuição da ciência e tecnologia para a sustentabilidade do semi-árido do Nordeste do Brasil. Recife: Nordeste, 2002.

ARNAUD, P., BOUVIER, C., CISNEROS, L., DOMINGUEZ, R., (2002). Influence of Rainfall spatial variability on flood prediction. **Journal of hidrology**, 297, p. 109-123.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. 9ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, n.5. p.717-726, 2006.

BALME, M., VISCHEL, T., LEBEL, T., PEUGEOT, C., GALLE, S., (2006). Assessing the water balance in the Sahel: Impact of small scale rainfall variability on runoff part 1: Rainfall variability Analysis. **Journal of hidrology**. 33, p. 336-348.

BARBOSA, T. F.; CORREIA, M. F.,(2004) Sistemas convectivos de mesoescala e precipitação intensa no semi-árido brasileiro. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2004. Fortaleza: CE, 1 CD Rom, 2004.

BARBOSA, J.V.A.,(1986) Efeito do veranico sobre a produção de cultivares de milho In:*Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1980-1984*. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1986, p.80-82.

BARNSTON, A.G.; SMITH, T.M. (2005). Specification and prediction of global surface temperature and precipitation from global SST using CCA. **Journal of Climate**, v.9, n. 11, p. 2660- 2697.

BERLATO, M. A.; FARENZENA,H.; FONTANA,D.C. **Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul**.Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40,n.5, maio/2005, p. 423-432.

BLAIN, G. C. Séries anuais de temperatura máxima média do ar no estado de São Paulo: Variações e tendências climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n.1, 114 - 124 2010.

BRATH, A. (2006). Hydrometeorological aspect of the 2005 flooding in the upper Po river basin: frequency characteristics and real-time predictability. University of Bologna. U.S. – Italy. Workshop on the Hydrometeorology, Impacts and Management of Extreme Floods. Disponível em: <http://www.engr.colostate.edu/~jsalas/us-italy/papers/14brath.pdf>. Acesso em: 10/12/2014.

BRITO J.B. DE BRAGA, C.C.,(2005) Chuvas no Estado da Paraíba em 2004. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v.29.

BRUNETTI, M.; MAUGERIB, M.; NANNIA, T. (2006) Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy. **International Journal of Climatology**, v. 21, n.1, p.861–871.

BUYTAERT, W., CELLERI, R., WILLENS, P., BIÈVRE, B., WYSENRE, G., (2006). Spatial and temporal rainfall variability in mountainous áreas: A case from the south Ecuadorian Andes. **Journal of hidrology**. 329, p., 413-421.

BUZZI, A. et al. (2005). Preliminary meteorological analysis of the Piedmont fold of November. Mesoscale Alpine Programme Newsletter. 2006. Disponível em: <http://www.mao.meteoswiss.ch/map-doc/newsletter1.htm>. Acesso em: 05/12/2014. Canadian International Development Agency, RClimdex (0.9) User Manual, 25p, 2004.

CALBETE, N. O.; GAN, M.; SATYAMURTY, P. (2005). Vórtices ciclônicos da alta troposfera que atuam *sobre a Região Nordeste do Brasil*. Climanálise Especial – Edição comemorativa de 10 anos. MCT/INPE/CPTEC. Cap. 21.

CALHEIROS, A.J., MOLION, L.C.B., VAZ, J.C.M. TENÓRIO, R.S.,(2006). Um Evento De Precipitação Extrema Sobre a Costa Leste Do Nordeste Do Brasil, XIV – Florianópolis, 2006

CARVALHO, D. F.; FARIA, R. A.; SOUSA, S. A. V.; BORGES, H. Q.,(2006). 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*, v.4, n.2, p.172-176.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, M. A. A.; SOUSA, S. A. V.; CARVALHO, P. O. L.,(2006) Estimativas de ocorrência de veranicos em Seropédica, Vassouras e Pirai (RJ), e suas influências no rendimento da cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris L.*). *Ciência e Agrotecnologia*, v.23, n.2, p.323-330.

CATALUNHA, M.J.; SEDIYAMA, G.C.; LEAL, B.G.; SOARES, C.P.B.; RIBEIRO, A. (2002). Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, p.153-162.

CHUNG, J. C.,(1982). Correlations between the tropical Atlantic trade winds and precipitation in Northeastern Brazil. **Journal of climatology**, v.2, p. 35-46.

CHU, P. S.,(1983). Diagnostic studies of rainfall anomalies in Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v.111, p. 1655-1664.

CLARKE, R. T.; SILVA, B. C. (2004). Análise estatística de chuvas intensas na bacia do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.3, p. 265-272.

CUTRIM, E.M. C, MOLION, L.B.; NECHET, D. (2006). Chuvas na Amazônia Durante o Século XX. *Anais: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Rio de Janeiro. 1327-1333.

DESPACHO, Y., FAKHERI-FARD, A., MOGHADDAN, M., JAHANBAKHS, S., MIRNIA, M., (2004). Selection of Variables for the purpose of regionalization of Iran's Precipitation Climate using Multivariate methods. **Journal of hidrology**. 297, p. 109-123.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Rome: FAO, 1979. 193p. (**Irrigation and Drainage Paper**, 33).

DUFEK, A. S., AMBRIZZI, T. Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 93, p. 167-178, 2008.

EHRENDORFER, M., (2006). A regionalizaion of Austria's precipitation climate using principal component analysis. **J. Climatol.** 7, p. 71-89.

EMBRAPA – (2006). Centro de pesquisa agropecuária do oeste. milho. informações técnicas. Embrapa cpaq-currículo técnico, 5, dourados, 22p.

FARIAS, C. H. DE A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M. DE; DANTAS NETO, J.,(2008). Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.356-362.

FIDELIS FILHO, J.; RAO, T.V.R.; NOBREGA, J.Q. 2006. Probabilidade de ocorrência de veranicos no período chuvoso na região de Lagoa Seca. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia - CD ROM. Rio de Janeiro : Sociedade Brasileira de Meteorologia.

FISCHER, G. R.; DINIZ, G.B.; MARQUES, J.R.Q. (2008). Previsão do Número de Dias de Chuva para a Metade Sul do Rio Grande do Sul Utilizando a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, 143 – 151.

FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. (2006). Uma Revisão Geral sobre o Clima da Amazônia. **Acta Amazonica**, 28(2): 101-126.

FONTANA, D.C; ALMEIDA, T.S. (2002). Climatologia do número de dias de chuva com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria – RS, v.10, n.1, p.135-145.

GÖPFERT, H.; ROSSETTI, L.A.; SOUZA, J. (2006). Eventos generalizados e seguridade agrícola. Brasília: IPEA, 65p.

GRAEF, F., HAIGIS, J., (2006). Spatial and Temporal Rainfall Variability in the Sahel and it's effects on formen management strategies. **Journal of arid Environments**. 48, p.221-231.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R.G. (2004). Influência de eventos el niño e la niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. 2004. Fortaleza: CE, 1 CD ROM.

GUTTMAN, N.B., HOSKING, J.R.M., WALLIS, J.R., (2006). Regional Precipitation quantile values for the continental United States Computed Fron L-Momentes. **J. Climatol**. 6, p. 2336-2340.

KANE, R.P., (2006). Rainfall characteristics in different parts of Northeast Brazil. **Rev. Bras. Geof.** vol.11 (1): 7-22.

KENDALL, M.G., (1975). Rank Correlation Methods. Griffin, London.

KODAMA, Y. (2006). Large-scale common features of subtropical precipitation zones, (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and SCAZ) Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs. **Journal Meteorological Society Japan**, v.71,n.5, p.581-610, Out.

GERSHUNOV, A., (2006). Enso influence on intraseasonal extreme rainfall and temperature frequencies in the contiguous United States: implications for long-range predictability. **Journal Climate**, v.11, p. 3192-3203.

HAMED, K. H.; RAO, A.R A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. **Journal of Hydrology**, 204:182-196, 2006.

HASTENRATH, S. AND HELLER, L.,(1977). Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. *Quartely Journal Royal Meteorological Society*, 103: 77-92.

HASTENRATH, S.; GREISCHAR, L.,(2006). Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal of Geophysical Research**, 98(D3): 5093-5102.

HASTENRATH, S.. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review **Climatic Change**. V. 112, N.2, P. 243-251, 2012.

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V. DE; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A.,(2005). Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'oeste, estado de São Paulo. *Jaboticabal, Engenharia Agrícola*, v.23, n.1, P.21-30.

HESS, T.M.; STEPHENS, W.; MARYAH, U.M. (2006). Rainfall trends in the North East Arid Zone of Nigeria 1961-2005. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.74, n.1, p.87-97. 2006.

HAYLOCK, M., PETERSON, T., ALVES, L., AMBRIZZI, T., ANUNCIACÃO, M., BAEZ, J., BARROS, V., BERLATO, M., BIDEGAIN, M., CORONEL, G., CORRADI, V., GARCIA, V., GRIMM, A., KAROLY, D., MARENGO J. A., MARINO, M., MONCUNILL, D., NECHET, D., QUITANA, J., REBELLO, E., RUSTICUCCI, M., SANTOS, J., TREBEJO, I., VINCENT, L., *Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2006 and Links with Sea Surface Temperature*, **Journal of Climate** Volume 19, Issue 8 (April 2006) pp. 1490-1512.

IBGE. Diretoria Técnica., (2006). Geografia do Brasil. SERGRAF-IBGE. Rio de Janeiro.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. 2007. “Climate Change – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC”. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

KARL, T. R. KNIGHT, R. W. Temporal changes in the intensity and frequency of precipitation and variability of temperatures over the U.S.A. and Asia. *Amer. Meteor. Soc. Sixth Symposium on Global Change Studies*, Dallas, TX. 2006.

KUNDZEWICZ, Z. W.; ROBSON, A. Detecting trend and Other Changes in Hydrological Data, World Climate Programme- Water, World Climate Programme Date and Monitoring, WCDMP-45, WMO/TD n. 1013, Geneva, 158p., 2006.

KOUSKY, V. E. Atmospheric Circulation Changes associated with Rainfall Anomalies over Tropical Brazil. **Monthly Weather Review**. V. 113, N. 11, P. 1951-1957, 1985.

LIMA, C. M. E RAO, B.V., (2005): Estudo de Casos Extremos (secas/enchentes) no leste da Região Nordeste do Brasil. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Vol.II, pp. 46-48.

MACHADO, M.A.DE M.; SEDIYAMA, G.C.; COSTA, J.M.N.DA; COSTA, M.H. (2005). Duração da estação chuvosa em função das datas de início do período chuvoso para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.4, n.2, p.73-79.

MANN, H.B., (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, Volume 13, 245-259.

MODARRES, R; SILVA, V.P.R. (2007). Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. **Journal of Arid Environments**, Londres, *In Press*.

MCBRIDE, J.L., HAYLOCK, M.R., NICHOLLS, N., (2005). Relationships between the maritime continent heat source and the El Niño southern oscillation phenomenon. *American Meteorological Society* 16, 2905–2914.

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

MENEZES, H. E. A.; SILVA, R. M.; ALVES, L. M.; CAMARGO JÚNIOR, H. (2005). Análise Subjetiva da Simulação de Precipitação do Modelo Eta Climático para o Nordeste do Brasil no Período entre Janeiro e Março de 2005. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, Santa Maria-RS. Anais: Santa Maria-RS: SBA, p. 811-12.

MENEZES, H.E.A.; BRITO, J.I.B.; SANTOS, C.A.C.; SILVA, L.L. 2008. A Relação entre a Temperatura da Superfície dos Oceanos Tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 2, p. 152-161.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J.,(1981). On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, 38(7): 2653-2675.

MOURA, A. D., KAGANO, M. T. (1982). Escala Espacial da Precipitação para os Anos de Secas Severas no Nordeste do Brasil. São José dos Campos, INPE, 18 p., INPE-2585-PRE/233).

NOBRE, P., 2006. On the genesis of anomalous SST and rainfall patterns over the Tropical Atlantic Basin. (Ph.D. Thesis) - University of Maryland at College Park, Maryland, 151p.

NOBRE, C. A., 2006. Mudanças Climáticas Globais: Possíveis Impactos nos Ecossistemas Brasileiros, *Parcerias Estratégicas*, n. 12, setembro, 2006.

NOBRE, P. MELO, A.B.C., BEZERRA, P. C. (2006). Oscilações Intrasazonais nos Trópicos e variações Pluviométricas Sobre o Nordeste do Brasil em 2006, XI Congresso Brasileiro de Meteorologia.

NOBRE, C. A. (2006). Ainda sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul: A importância do Oceano Atlântico. *Climanálise*, v.3, n.3, p. 30-31, Abril.

OMM (Organization Meteorologique Mondiale), (1966). Technic Note, 79, Genève. Disponível em: <<http://www.prossiga.com.br>>. Acesso em: 19/01/2013.

PARK, J. S.; JUNG, H. S. (2002). Modeling Korean extreme rainfall using a Kappa distribution and maximum likelihood estimate. *Theoretical and Applied Climatology*. v.72, p. 55-64.

PHILIPS, I.D., MCGREGOR, G.R., (2006). The relationship between synoptic scale airflow direction and daily rainfall: a methodology applied to Devon and Cornwall, South West England. *Theoretical and Applied Climatology* 69, 179–198.

PHILANDER, S.G. (2005) El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation. Academic Press. San Diego. 311p.

PICCININI, M.R.D., (2006). Distribuições de probabilidade de precipitação de intensidade máxima para Piracicaba, SP. 81f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIPPUS, M. M.,(2006). A Precipitação No Nordeste Brasileiro e a Sua Relação Com o Deslocamento Meridional Da Zcit. XIV – Florianópolis, 2006.

QIAN, W., LIN, X.,(2005). Regional trends in recent precipitation indices in China. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 90, p. 193-207.

QUERMER, E.; JONKER, R.; PADOVANI, C.; SORIANO, B. & GALDINO, S. (2005). Impact of climate changed and agricultural developments in the Taquari river basin, Brazil. In: Wagener, T.; Franks, S.; Gupta, H.V.; Bgh, E.; Bastidas, L.; Nobre, C. & Galvão, C.O., eds. Regional hydrological impacts of climate change - impact assessment and decision-making. Wallingford, IAHS. p.11-18.

RATISBONA, C. R. (1976). The climate of Brazil. In: *Climates of Central and South America*. World Survey of Climatology, **Elsevier**, v.12, p. 219-293.

REIS, R. J.; et al. (2004) Determinação das áreas de potencial de riscos de precipitações intensas em belo horizonte. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2004. Fortaleza: CE. 1 CR ROM.

REPELLI, C. A.; ALVES, J.M.B., (2005). Variabilidade interanual da estação chuvosa no estado do Ceará e a probabilidade de ocorrência de veranicos. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, p.pi-pf.

RUSTICUCCI M., BARRUCAND M. Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. **Journal of Climate**, v. 17:4099-4107, 2004.

SANSIGOLO, C. A.; KAYANO, M. T. Tendências nas temperaturas máximas e mínimas e nas precipitações sazonais do Rio Grande do Sul (1913-2006), Anais do CBMET, Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.

SANTOS, C. A. C. (2006). Estimativas e Tendências de Índices de Detecção de Mudanças Climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte na Paraíba, 2006, 98 p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SATYAMURTY, P., CASTRO, A. A., TOTA, J., GULARTE, L.E.S., AND MANZI, A. O., Rainfall trends in the Brazilian Amazon Basin in the past eight decades, *Theor. Appl. Climatol.* (2010)

SELESHI, Y.; ZANKE, U. (2004) Recent changes in rainfall and rainy days in Ethiopia. *International Journal of Climatology*, v.24, n.8, p.973-983.

SENTELHAS, P. C., PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R. *Meteorologia agrícola*, 3ª edição, Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

SALVADOR, M. A. (2004). Chuvas extremas em alagoas durante janeiro de 2004. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Fortaleza: CE. 1 CR ROM.

SHAW, A.B., (2006). Na analysis of the rainfall regimes on the coastal region of Guyana. *Int. J. Climatol.* 7, 291-302.

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

SILVEIRA, V.P; MENEZES, D.C; COSTA, R.S. 2004. Estudo Climatológico de Casos de Veranicos para as Cidades de São Miguel dos Campos e Penedo no Estado de Alagoas. In: Anais... Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13. Santa Maria-RS. pp. 971-972.

SILVA, V.P.R., AZEVEDO, P.V., (2005). Comportamento do Índice de Seca no Estado da Paraíba, Durante a Estação Chuvosa de 2006. In: VII Congresso Argentino de Meteorologia e VII Congresso Latino Americano e Ibérico de Meteorologia, 2005, Buenos Aires. Impacto de Las Variaciones Climáticas Em El Desarrollo Regional: Un Analisis Interdisciplinario. Buenos Aires - Argentina: Centro Argentino de Meteorologia/ Federación Latinoamericana e Ibérica de Sociedade de Meteorologia. v.1. p. 151-152.

SILVA, V.P.R., DANTAS R.T., CAVALCANTE, E.P., (2006). Influência do Fenômeno El nino no Rendimento da Cultura do Algodão no Estado da Paraíba. In: X Congresso

Brasileiro de Meteorologia, 2006, Brasília-DF. X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia. v. CD.

SILVA, V.P.R., AZEVEDO, P.V., (2005). Comportamento da Umidade do Solo no Estado da Paraíba, Durante a Estação Chuvosa de 2006. In: VII Congresso Argentino de Meteorologia e VII Congresso Latino Americano e Ibérico de Meteorologia, 2005, Buenos Aires. Impacto de Las Variaciones Climáticas Em El Desarrollo Regional: Un Analisis Interdisciplinario. Buenos Aires - Argentina: Centro Argentino de Meteorologia/Federación Latinoamericana e Ibérica de Sociedade de Meteorologia. v.1. p. 149-150.

SILVA, V.P.R., SOUSA, F.A.S., (2006). Métodos de Duplas Massas Aplicado à Microrregião do Litoral do Estado da Paraíba, In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Brasília-DF. X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Meteorologia. v. CD.

SILVA, F. A. S.; RAO, T. V. R., (2005). Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.453-459, 2005.

SILVA, V.P.R. (2004). On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, Londres, v.58, n.1, p.574-596.

SILVEIRA, V. P.; GAN, M. A. Estudo de tendência das temperaturas mínimas na Região sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14. Florianópolis – SC, 2006.

SNEYERS, R. Sur l'analyse statistique des series d'observations. Genève : Organisation Météorologique Mondiale, 1975. 192 p. (OMM Note Technique, 143).

SOARES, E. M. (2007). Análise da distribuição mensal de probabilidade de precipitação na região de Cidade Gaúcha – Paraná. XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola Bonito – MS.

SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S.. Detecção de Tendências na Ocorrência de Veranicos na Microrregião do Pajeú– PE. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n. 3, set/dez. 2009. Em: www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/.../216. Acesso em Março de 2014.

SOUSA, S.A.V.; PERES, F.C.,(2005. Programa computacional para a simulação da ocorrência de veranicos e queda de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 2005, Bauru. CD Rom... FET-UNESP/SBEA.

SOUZA, E.B., 2006. Um estudo observacional sobre o Padrão de Dipolo de anomalias de TSMno Oceano Atlântico Tropical. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. INPE, São José dos Campos -SP, 2006. 138p. (INPE-6392-TDI/608).

STERN, R.D., COE, R. (1982). The use of rainfall models in agricultural planning. **Agricultural Meteorology**. 26(1): 35-50.

STEWART, J. I. (2005). Effective rainfall analysis to guide farm and predict yields. In: Annual General Meeting of the Soil Science Society of East Africa, 1980, Arusha. Proceedings... Arusha, p.247.

STRANG, D. M. G. D. (1972). Análise Climatológica das normais pluviométricas do Nordeste do Brasil. São José dos Campos, CTA, 29p.

TAVARES, A. S; ELLIZ, J. (1980). Chuva máxima em um dia no Nordeste do Brasil. Boletim Técnico Nº 8. Instituto Nacional de Meteorologia.

UVO, C. R. B., NOBRE, C. A., (1989). Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Precipitação no Norte do Nordeste do Brasil. CPTEC/INPE, v:4, n.7.

VALIATI, M. I. (2006). Variação da precipitação pluviométrica na fazenda Beckhauser localizada em São Cristóbal no Paraguai. XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia - João Pessoa – PB.

VAREJÃO SILVA, M. A.; BRAGA, C. C., AGUIAR, M. J., SILVA, B. B; NITZCHE, M. H. (2006). Atlas climatológico do estado da Paraíba. Convênio UFPB / FINEP. 132.

VON STORCH, V.H. Misuses of statistical analysis in climate research. In HV von Storch and A Navarra (eds), Analysis of Climate Variability: Applications of Statistical Techniques, Springer-Verlag, Berlin, 2006.

VOS, F.; RODRIGUEZ, J; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, G. **Annual Disaster Statistical Review 2008: The numbers and trends**. CRED: Brussels, 2009, 46p.

WALSH, K., PITTOCK, A. B., 2006. Potential changes in tropical storms, hurricanes, and extreme rainfall events as a result of climate change. *Climatic Change*, v. 39, p. 199-213.

XAVIER, T. MA. B. S., XAVIER, A. F. S. (2006B). Previsão Regional das Chuvas no Estado do Ceará (1964 – 2006) e a questão do “El Niño” 97/98. In CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2006, CONGRESSO DA FLISMET, 8., Brasília, Anais...(CD ROM).

YEVJEVICH, V. Probability and statistics in hydrology. Fort Collins : Water Resources Publication, 1972. 276 p.

ZANETTI, S.S.; OLIVEIRA, V.P.S.; PRUSKI, F.F. (2006). Validação do modelo Clima BR em relação ao número de dias chuvosos e à precipitação total diária. *Engenharia Agrícola*, v.26, n.1, p.

ZHANG, X., HEGERL, G., ZWIERS, F. W., KENYON, J., 2005. Avoiding inhomogeneity in percentile-based indices of temperature extremes. **Journal of Climate**, 18, 1641-1651.

ZIN, W. Z. W., JAMALUDIN, S., DENI, S. M., JEMAIN, A. A. Recent changes in extreme rainfall events in Peninsular Malaysia: 1971 – 2005. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 99, p. 303-314, 2010.

Anexo I. Localização geográfica das estações pluviométricas do Nordeste do Brasil

utilizadas nesse Estudo.

MARANHÃO

Número	Postos	Latitude (graus, Sul)	Longitude (graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	A.SARDINHA	-5,73	-45,33	150	1965 - 2006
2	ALDEIAS ALTAS	-4,62	-43,47	80	1970 - 2006
3	ALTO PARNAIBA	-9.12	-45.93	220	1962 - 2005
4	ALTO TURI	-2.92	-45.65	60	1970 - 2005
5	AMARO LEITE	-8.97	-46.87	630	1966 - 2006
6	ANGICOS	-7.75	-46.88	190	1969 - 2006
7	B do GRAJAU	-6,60	-43,40	322	1970 - 2006
8	BACABAL	-4.23	-44.78	40	1968 - 2006
9	BALSAS	-7.53	-46.03	235	1970 - 2005
10	B. do CORDA	-5.52	-45.25	81	1970 - 2006
11	BOM JARDIM	-3.57	-45.63	70	1969 - 2005
12	BREJO	-3.68	-42.80	50	1966 - 2006
13	BURITI BRAVO	-5.85	-43.85	70	1970 - 2006
14	B. CORTADO	-5.18	-43.10	230	1966 - 2006
15	CAJARI	-3,40	-45,00	0	1970 - 2006
16	C .MENDES	-1.47	-45.72	10	1968 - 2005
17	CANTANHEDE	-3.63	-44.40	20	1968 - 2006
18	CAROLINA	-7,32	-47,45	0	1969 - 2005
19	CODO	-4.45	-43.87	0	1966 - 2006
20	CODO I	-4.48	-43.88	48	1970 - 2005
21	COLINAS	-6.03	-44.25	70	1968 - 2005
22	COROATA	-4.13	-44.13	34	1965 - 2006
23	FAZ. COQUEIRO	-7,67	-46,47	320	1965 - 2006
24	FAZ. PEDREIRAS	-4,40	-46,73	0	1970 - 2006
25	GUIMARÃES	-2,12	-44,60	0	1960 - 2006
26	LAGO DA PEDRA	-4.33	-45.17	120	1970 - 2006
27	MATA ROMA	-3,62	-43,10	0	1970 - 2006
28	MIRADOR	-6.38	-44.37	140	1969 - 2005
29	MONÇÃO	-3,42	-45,67	0	1970 - 2006
30	NINA RODRIGUES	-3.48	-43.93	90	1970 - 2006
31	PARNARAMA	-5,48	-43,35	80	1969 - 2005
32	PEDREIRAS	-4.58	-44.67	60	1968 - 2005
33	PINDARE MIRIM	-3.62	-45.35	55	1970 - 2005
34	PINHEIRO	-2.52	-45.08	60	1970 - 2005
35	PIRAPEMAS	-3,72	-44,23	0	1970 - 2005
36	PONTE BR-222	-4,30	-46,48	54	1970 - 2006
37	PORTO FRANCO	-6.33	-47.40	130	1970 - 2005
38	PRES. DUTRA	-5.25	-44.52	150	1969 - 2006
39	RIACHAO	-7.37	-46.62	354	1965 - 2006
40	S. BENTO	-2.70	-44.83	70	1969 - 2006
41	SAMBAIBA	-7,13	-45,33	230	1970 - 2006
42	S. F. DE BALSAS	-7.05	-44.98	180	1965 - 2006
43	S. LUIS	-2.53	-44.30	30	1965 - 2006
44	STA. HELENA	-2.23	-45.30	40	1970 - 2005
45	STA. LUZIA	-4,02	-45,27	0	1970 - 2005

46	T. FRAGOSO	-8.47	-45.77	191	1970 - 2006
47	TUTOIA	-2.77	-42.28	10	1970 - 2006
48	VARGEM GRANDE	-3.55	-43.95	90	1970 - 2006
49	V. DO MEARIM	-3,77	-44,83	0	1969 - 2005
50	IMPERATRIZ	-4,82	-47,27	0	1969 - 2004
51	FAZ. FORMOSA	-6,33	-49,05	250	1967 - 2006
52	MADAIL	-4.92	-45.62	0	1969 - 2005
53	MARACACUME	-2.05	-45.95	0	1966 - 2006
54	MARAJA	-3.35	-45.45	80	1970 - 2005
55	MATOES	-5.70	-43.23	180	1966 - 2006
56	MENDES	-5.72	-43.60	0	1970 - 2006
57	NOVA IORQUE	-6.77	-44.05	113	1968 - 2005
58	OURO	-8.17	-46.23	300	1968 - 2006
59	PAIOL	-5.32	-43.52	80	1969 - 2005
60	PARAIBANO	-6.50	-44.02	270	1966 - 2006
61	PARAISO	-2.80	-45.32	70	1970 - 2005
62	PASTOS BONS	-6.60	-44.08	285	1968 - 2005
63	PATOS	-5.28	-46.37	250	1965 - 2006

PIAUI

Número	Postos	Latitude (graus, Sul)	Longitude (graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	AMARANTE	-6,25	-42,85	72	1968 - 2006
2	BARRAS	-4,25	-42,3	75	1912 - 2006
3	BATALHA	-4,03	-42,08	80	1912 - 2006
4	CAMPO MAIOR	-4,82	-42,18	125	1966 - 2006
5	CASTELO DO PIAUI	-5,05	-41,57	250	1913 - 2006
6	FLORIANO	-6,78	-43,02	85	1912 - 2006
7	JAICOS	-7,37	-41,13	255	1912 - 2006
8	JOSE DE FREITAS	-4,75	-42,58	130	1913 - 2006
9	LUIZ CORREIA	-2,88	-41,67	10	1912 - 2006
10	OEIRAS	-7,02	-42,13	170	1969 - 2006
11	PAULISTANA	-8,13	-41,15	350	1913 - 2006
12	PEDRO II	-4,42	-41,47	580	1950 - 2006
13	PICOS	-7,08	-41,47	195	1910 - 2006
14	PIO IX	-6,83	-41,02	550	1910 - 2006
15	PIRACURUCA	-3,93	-41,72	70	1912 - 2006
16	PIRIPIRI	-4,28	-41,78	160	1969 - 2005
17	PORTO	-3,9	-42,72	32	1931 - 2006
18	S. R. NONATO	-9,02	-42,68	386	1910 - 2006
19	S. MENDES	-7,85	-41,92	319	1914 - 2006
20	S. J. DO PIAUI	-8,37	-42,25	244	1910 - 2006
21	TERESINA	-5,08	-42,82	72	1970 - 2006
22	UNIAO	-4,58	-42,87	50	1914 - 2006
23	VAL. DO PIAUI	-6,4	-41,75	295	1938 - 2006
24	VENEZA	-5,58	-43,03	70	1962 - 2006
25	BENEDITINOS	-5,45	-42,37	80	1969 - 2006
26	STA. C.MILAGRES	-5,82	-41,97	80	1968 - 2006
27	S. M. DO TAPUIO	-5,5	-41,33	440	1962 - 2006
28	ASSUNCAO	-5,87	-41,05	480	1964 - 2006
29	BOM PRÍNCIPIO	-3,25	-41,63	50	1969 - 2006
30	URUCUI	-7,23	-44,55	124	1970 - 2006

31	R. GONCALVES	-7,53	-45,23	150	1970 - 2006
32	TRANQUEIRAS	-8,27	-45,67	180	1962 - 2006
33	B. DOS FELIPE	-9,75	-45,67	580	1969 - 2006
34	CRIS. DO PIAU	-10,58	-45,28	600	1962 - 2006
35	C DO BURITI	-8,12	-42,95	280	1969 - 2006
36	CURIMATA	-9,8	-44,28	350	1962 - 2006
37	BOM JESUS	-9,07	-44	220	1962 - 2006
38	ITAUEIRA	-7,6	-43,03	230	1962 - 2006
39	NAZ. DO PIAUI	-6,97	-42,67	180	1962 - 2006
40	STA. C. DO PIAUI	-7,15	-41,8	170	1970 - 2006
41	R. DO MENDES	-7,63	-43,67	170	1962 - 2006
42	GILBUES	-9,83	-45,35	500	1964 - 2006
44	MELANCIA	-8,95	-45,25	380	1962 - 2006
45	B.DO PRATA	-8,05	-44,47	270	1969 - 2006
46	GADO BRAVO	-6,93	-43,83	180	1968 - 2006
47	A. DE ABREU	-9,15	-42,98	460	1938 - 2006
48	A. SALES	-5,05	-42,80	70	1962 - 2006
49	AROASES	-6,12	-41,78	400	1969 - 2005
50	BUGIU	-8,20	-41,97	250	1968 - 2005
51	B. DOS LOPES	-3,18	-41,87	23	1962 - 2006
52	CACHOEIRA	-9,25	-45,72	380	1964 - 2006
53	CALDEIRAO	-4,33	-41,73	170	1969 - 2005
54	C. ALEGRE	-8,45	-44,07	270	1970 - 2006

CEARÁ

Número	Postos	Latitude (graus, Sul)	Longitude (graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	ACARAPE	-4,22	-38,72	76	1965 - 2006
2	ALMOFADA	-3,03	-39,88	15	1969 - 2006
3	ALTANEIRA	-6,88	-39,63	500	1965 - 2006
4	ARAQUEM	-3,62	-40,82	200	1969 - 2006
5	B .ESPERANCA	-4,7	-40,28	410	1969 - 2006
6	BONITO	-4,35	-40,6	170	1969 - 2006
7	BREJO SANTOS	-7,48	-38,98	490	1967 - 2006
8	CAIPU	-6,63	-39,32	310	1962 - 2006
9	CAMPOS SALES	-7,08	-40,38	551	1960 - 2006
10	CARIRE	-3,95	-40,47	157	1961 - 2006
11	CARIRIACU	-7,03	-39,28	710	1969 - 2006
12	CASCADEL	-4,13	-38,23	30	1970 - 2005
13	CATITA	-5,33	-38,52	120	1960 - 2006
14	CAUCAIA	-3,73	-38,65	32	1970 - 2006
15	COCOCI	-6,42	-40,5	360	1960 - 2006
16	CRATEUS	-5,18	-40,67	275	1962 - 2006
17	CRATO	-7,22	-39,38	421	1953 - 2006
18	CROATA	-4,42	-40,88	600	1962 - 2005
19	CUNCAS	-7,1	-38,73	480	1969 - 2006
20	CANINDE	-4,35	-39,33	130	1969 - 2006
21	DOM QUINTINO	-7,03	-39,48	450	1969 - 2006
22	EMA	-5,77	-38,35	210	1960 - 2005
23	FARIAS BRITO	-6,92	-39,57	320	1970 - 2006
24	FORQUILHA	-5,57	-40,08	400	1970 - 2006
25	FORTALEZA	-3,7	-38,52	26	1962 - 2006

26	GEN. SAMPAIO	-4,03	-39,48	100	1964 - 2004
27	GRANJA	-3,12	-40,83	9	1969 - 2006
28	G. DO NORTE	-4,18	-40,75	380	1970 - 2006
29	HIDROLANDIA	-4,38	-40,35	200	1970 - 2006
30	IBIAPABA	-5,07	-40,93	257	1965 - 2006
31	IBIAPINA	-3,92	-40,88	885	1960 - 2006
32	IBICUITINGA	-4,97	-38,65	230	1969 - 2006
33	ICARAI	-3,07	-39,62	5	1970 - 2006
34	ICOZINHO	-6,5	-38,63	490	1970 - 2006
35	IGUATU	-6,37	-39,3	213	1969 - 2006
36	IPAGUASSU	-3,5	-40,27	75	1950 - 2006
37	IRATINGA	-3,73	-39,53	180	1970 - 2006
38	ITABATINGA	-5,57	-39,17	170	1970 - 2006
39	ITAPAGE	-3,7	-39,58	0	1970 - 2006
40	ITAPEIM	-4,33	-38,12	20	1969 - 2006
41	JACAMPARI	-4,72	-39,93	480	1966 - 2006
42	JARDIM	-5,2	-39,03	200	1937 - 2006
43	JUBAIA	-4,05	-38,7	100	1970 - 2006
44	MARTINOPOLE	-3,23	-40,68	85	1962 - 2006
45	MILAGRES	-7,32	-38,95	371	1966 - 2006
46	MIRAIMA	-3,58	-39,97	70	1960 - 2006
47	MOCAMBO	-3,9	-40,73	150	1969 - 2006
48	MONS. TABOSA	-4,78	-40,07	410	1950 - 2006
49	OLHO D AGUA	-4,75	-38,85	150	1969 - 2006
50	PARAMBU	-6,23	-40,72	470	1969 - 2006
51	P. BRANCAS	-5,17	-38,87	200	1970 - 2006
52	S. BENEDITO	-4,05	-40,87	903	1958 - 2006
53	S. GONCALO	-6,02	-40,5	500	1970 - 2006
54	S. G. DO AMARA	-3,6	-38,97	84	1968 - 2006
55	S. DO CARIRI	-7,18	-39,73	480	1970 - 2006
56	SEM. POMPEU	-5,58	-39,37	173	1958 - 2006
57	SOBRAL	-3,67	-40,37	110	1969 - 2006
58	SOLONOPOLE	-5,73	-39,02	170	1970 - 2006
59	STA. QUITERIA	-4,33	-40,17	190	1953 - 2006
60	SUCCESSO	-4,93	-40,53	323	1960 - 2006
61	TAB. DO MEIO	-6,18	-39,67	270	1968 - 2006
62	TAMBORIL	-4,83	-40,33	360	1955 - 2006
63	TEJUCUOCA	-4,02	-39,52	170	1970 - 2006
64	TIANGUA	-3,73	-40,98	795	1968 - 2006
65	TRES IRMAOS	-5,58	-40,85	430	1962 - 2006
66	TUCUNDUBA	-3,17	-40,43	800	1969 - 2006
67	UBAJARA	-3,85	-40,93	870	1962 - 2006
68	UBIRACU	-4,4	-39,65	300	1945 - 2006
69	UMARI	-6,65	-38,7	350	1957 - 2006
70	VARZEA	-6,47	-39,12	224	1969 - 2006
71	V. ALEGRE	-6,78	-39,3	345	1970 - 2006
72	V. DA VOLTA	-3,52	-40,62	85	1969 - 2006
73	V. DO CEARA	-3,57	-41,08	685	1942 - 2006

RIO GRANDE DO NORTE

Número	Postos	Latitude (graus, Sul)	Longitude (graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	A. SEVERO	-5,85	-37,32	65	1963 - 2006
2	A. BEZERRA	-5,5	-36,5	80	1953 - 2006
3	ALEXANDRIA	-6,42	-38,02	315	1961 - 2006
4	ANGICOS	-5,67	-36,6	109	1948 - 2006
5	ACU	-5,58	-36,9	68	1954 - 2006
6	APODI	-5,67	-37,8	305	1940 - 2006
7	A. BRANCA	-4,95	-37,13	5	1921 - 2006
8	B. S. BRANCA	-5,98	-36,85	305	1970 - 2006
9	BARAUNAS	-5,08	-37,63	110	1969 - 2006
10	BARCELONA	-5,95	-35,93	149	1962 - 2006
11	BELDROEGAS	-5,77	-37,07	50	1970 - 2006
12	CABO S. ROQUE	-5,48	-35,27	5	1911 - 2006
13	CANA BRAVA	-5,3	-35,57	90	1970 - 2006
14	CARAUBAS	-5,78	-37,57	146	1910 - 2006
15	CARNAUBAIS	-5,33	-36,83	40	1969 - 2006
16	CERRO CORA	-6,05	-36,35	590	1943 - 2006
17	CORREDOR	-6,18	-37,97	270	1962 - 2006
18	CORREGOS	-5,28	-36,28	60	1970 - 2006
19	G. D. S. ROSADO	-5,47	-37,52	36	1910 - 2006
20	GUAMARE	-5,12	-36,32	5	1968 - 2006
21	HIPOLITO	-5,45	-37,22	230	1944 - 2006
22	ITAU	-5,83	-37,98	130	1960 - 2006
23	JANDAIRA	-5,42	-36,07	235	1970 - 2006
24	JAPI	-6,47	-35,93	400	1962 - 2006
25	JAPI II	-6,28	-35,67	190	1965 - 2006
26	J. DO SERIDO	-6,58	-36,78	220	1939 - 2006
27	JUCURUTU	-6,03	-37,02	75	1947 - 2006
28	LUIZ GOMES	-6,42	-38,4	640	1967 - 2006
29	MACAU	-5,12	-36,63	2	1928 - 2006
30	M. VERMELHA	-5,78	-37,92	72	1922 - 2006
31	MONS. HONORIO	-5,35	-36,53	65	1962 - 2006
32	MOSSORO	-5,2	-37,35	15	1917 - 2006
33	NATAL	-5,8	-35,22	8	1926 - 2006
34	O D AGUA B.	-5,97	-37,7	159	1963 - 2006
35	PARAU	-5,78	-37,1	38	1933 - 2006
36	PARELHAS	-6,68	-36,67	325	1930 - 2006
37	P DOS FERROS	-6,12	-38,22	175	1921 - 2006
38	P. DE ABELHAS	-5,58	-37,7	70	1930 - 2006
39	PENDENCIAS	-5,25	-36,72	20	1934 - 2006
40	PIX. DE BAIXO	-5,78	-36,6	122	1969 - 2006
41	QUEIMADAS	-5,37	-35,88	180	1957 - 2006
42	R. DA CRUZ	-5,93	-37,97	240	1969 - 2006
43	S. B. DO NORTE	-5,07	-36,03	3	1969 - 2006
44	S. FRANCISCO	-5,32	-37,58	20	1970 - 2006
45	S. RAFAEL	-5,8	-36,92	70	1970 - 2006
46	S. DO MATOS	-5,97	-36,65	140	1970 - 2006
47	S. DE S. BENTO	-6,42	-35,63	600	1962 - 2006
48	SITIO DOS GOIS	-5,45	-37,8	80	1961 - 2006

49	SANTANA	-5,33	-37,3	115	1963 - 2006
50	TAB. GRANDE	-5,93	-38,07	180	1943 - 2006
51	TEN. A. GOMES	-6,47	-38,18	380	1963 - 2006
52	TIBAU	-4,83	-37,25	4	1963 - 2006
53	TOUROS	-5,2	-35,47	4	1910 - 2006
54	TRAPIA	-5,33	-37,07	120	1970 - 2006
55	UMARIZAL	-5,98	-37,82	210	1970 - 2006
56	UPANEMA	-5,63	-37,27	45	1931 - 2005
57	VENEZA	-5,22	-37,67	105	1970 - 2006
58	VOLTA	-5,5	-37,18	235	1969 - 2005

PARAÍBA

Número	Postos	Latitude (graus, Sul)	Longitude (graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	B.B.CRUZ	6°11'	37°32'	190	1935 - 2006
2	C.DO ROCHA	6°21'	37°45'	250	1931 - 2006
3	ARARUNA	6°31'	35°44'	580	1911 - 2005
4	PICUI	6°31'	36°22'	450	1910 - 2005
5	JERICÓ	6°33'	37°49'	215	1962 - 2006
6	MATARACA	6°36'	35°3'	35	1962 - 2006
7	B.S.ROSA	6°43'	36°4'	440	1930 - 2006
8	A.NAVARRO	6°44'	38°27'	240	1913 - 2005
9	POMBAL	6°46'	37°49'	178	1910 - 2005
10	SALGADO	6°47'	35°53'	400	1962 - 2006
11	MAMANG	6°50'	35°7'	54	1910 - 2006
12	ARAÇAGI	6°51'	35°22'	170	1962 - 2005
13	CAJAZ	6°53'	38°34'	291	1910 - 2006
14	CONDADO	6°54'	37°37'	260	1941 - 2006
15	NAZAREZI	6°55'	38°20'	265	1935 - 2006
16	E.AVIDOS	6°58'	38°28'	250	1936 - 2006
17	AREIA	6°58'	35°42'	445	1911 - 2006
18	OLIVED	6°59'	36°15'	545	1933 - 2006
19	A.GRANDE	7°3'	35°38'	180	1910 - 2005
20	SALGADIN	7°6'	36°51'	410	1935 - 2006
21	J.PESSOA	7°8'	34°53'	5	1912 - 2006
22	SAPÉ	7°6'	35°14'	125	1924 - 2006
23	PATOS	7°1'	37°17'	250	1911 - 2006
24	COREMAS	7°1'	37°58'	220	1919 - 2006
25	STA.RITA	7°8'	34°59'	16	1910 - 2006
26	TAPEROA	7°12'	36°50'	500	1910 - 2006
27	OLHO D'ÁGUA	7°13'	37°46'	275	1933 - 2006
28	C.GRANDE	7°12'	35°51'	508	1910 - 2006
29	GURJÃO	7°16'	36°29'	480	1962 - 2006
30	PILAR	7°16'	35°17'	35	1922 - 2005
31	DESTERRO	7°17'	37°6'	590	1923 - 2006
32	INGÁ	7°17'	35°37'	144	1910 - 2005
33	ITAPORAN	7°18'	38°10'	230	1910 - 2006
34	IMACUL	7°23'	37°30'	750	1933 - 2006
35	ALHANDRA	7°26'	34°55'	49	1936 - 2005
36	CABACEIRAS	7°30'	36°17'	390	1926 - 2005
37	ÁGUABRANCA	7°31'	37°39'	710	1931 - 2006
38	AROEIRAS	7°31'	35°41'	340	1962 - 2005

39	CONCEIÇÃO	7°33'	38°31'	370	1910 - 2006
40	SUMÉ	7°39'	36°56'	510	1931 - 2005
41	UMBUZ.	7°42'	35°40'	553	1910 - 2005
42	MANAIRA	7°42'	38°10'	605	1933 - 2006
43	B.S.MIGUEL	7°45'	36°20'	520	1962 - 2006
44	CONGO	7°48'	36°40'	500	1962 - 2005
45	MONTEIRO	7°53'	37°7'	596	1911 - 2006
46	CAMALAU	7°55'	36°52'	561	1962 - 2005

PERNAMBUCO

Número	Postos	Latitude (graus, Sul)	Longitude (graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	ALAGOINHA	-8,48	-36,82	762	1963 - 2006
2	ALG. DO MANSO	-7,97	-35,88	380	1966 - 2006
3	ALGODOES	-8,32	-37,35	507	1935 - 2005
4	ALIANCA	-7,58	-35,2	60	1963 - 2006
5	BEZERROS	-8,23	-35,75	471	1962 - 2006
6	BOA VISTA	-8,1	-38,98	490	1963 - 2002
7	BOM JARDIM	-7,8	-35,58	325	1963 - 2002
8	CABROBO	-8,5	-39,32	350	1935 - 2006
9	CACHOEIRINHA	-8,48	-36,23	780	1965 - 2005
10	C. DO ROBERTO	-8,63	-41,15	630	1967 - 2005
11	CAICARA	-7,85	-38,57	550	1963 - 2006
12	CARNAIBA	-7,8	-37,82	450	1965 - 2006
13	CARUARU	-8,28	-35,97	545	1935 - 2005
14	CORTES	-8,47	-35,55	340	1966 - 2006
15	CUMARU	-8,02	-35,7	395	1963 - 2005
16	ICAICARA	-8,08	-39,78	372	1963 - 2006
17	IPUEIRA	-7,82	-39,48	440	1963 - 2006
18	ITAIBA	-8,95	-37,43	470	1963 - 2006
19	J. DOS CANDIDOS	-8,78	-37,98	420	1963 - 2006
20	JUCATI	-8,7	-36,45	821	1962 - 2006
21	MACHADOS	-7,68	-35,52	320	1968 - 2006
22	MARAIAL	-8,8	-35,83	360	1963 - 2006
23	OURICURI	-7,88	-40,07	432	1928 - 2006
24	PALMARES	-8,68	-35,6	109	1936 - 2006
25	P. DA VARGEM	-8,58	-37,32	680	1963 - 2006
26	QUATI	-9,12	-36,77	487	1968 - 2006
27	QUIXABA	-7,72	-37,87	500	1960 - 2006
28	RIO FORMOSO	-8,67	-35,15	39	1937 - 2006
29	S. BENTO	-8,05	-35,18	90	1968 - 2006
30	S. BENTO DO UNA	-8,52	-36,37	645	1921 - 2006
31	S. J. DO BELMONTE	-7,87	-38,78	460	1963 - 2006
32	S. J. DO EGITO	-7,47	-37,28	575	1920 - 2006
33	SALGUEIRO	-8,07	-39,12	415	1912 - 2006
34	SALOA	-8,95	-36,67	850	1963 - 2006
35	SOARES	-8,88	-38,22	375	1963 - 2006
36	TACARATU	-9,1	-38,15	550	1960 - 2005
37	TAUAPIRANGA	-8,17	-38,22	465	1963 - 2006
38	TIMBAUBA	-7,53	-35,32	190	1911 - 2006
39	V DE STO. ANTAO	-8,12	-35,3	137	1935 - 2006
40	XILILI	-8,4	-37,22	630	1960 - 2005

41	ANGICOS	-8,67	-38,77	365	1962 - 2006
43	POCO DA CRUZ	-8,5	-37,73	450	1958 - 2006
44	RECIFE /IBURA/	-8,12	-34,93	10	1967 - 2006
45	B. DA FORQUILHA	-8,48	-38,47	320	1960 - 2006
47	VIRACAO	-7,5	-39,83	650	1962 - 2006
48	TRINDADE	-7,75	-40,25	450	1962 - 2006
49	SERRA BRANCA	-7,57	-40,2	605	1962 - 2006
50	MORAIS	-7,65	-40,4	570	1962 - 2006
51	IPUBI	-7,65	-40,13	560	1962 - 2006
52	FEITORIA	-7,53	-40,1	605	1934 - 2006
53	ENG. CAMACHO	-7,87	-40,15	440	1959 - 2006
54	URUAS	-8,95	-40,5	390	1962 - 2006
55	RAJADA	-8,78	-40,83	437	1962 - 2006
56	STA. M. DA B. VISTA	-8,8	-39,83	452	1911 - 2006
57	PAU D ARCO	-9,23	-40,4	380	1962 - 2006
58	MALHADA REAL	-9,03	-40,02	345	1934 - 2006
59	ICO	-9,1	-40,58	430	1960 - 2006
60	BOM SOSSEGO	-9,42	-40,72	380	1962 - 2006
61	STA. CRUZ	-8,27	-40,25	489	1935 - 2006
62	STA. FE	-8,65	-40,47	380	1946 - 2006
63	S. BENTO	-8,65	-40,08	350	1968 - 2006
64	POCO DA PEDRA	-8,53	-40,65	470	1962 - 2006
65	PAU FERRO	-8,95	-40,73	385	1934 - 2006

ALAGOAS

Número	Estação	Latitude (Graus, Sul)	Longitude (Graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	ANADIA	-9,68	-36,32	105	1970 - 2002
2	ATALAIA	-9,52	-36,02	54	1940 - 2006
3	L. DE ANADIA	-9,75	-36,5	150	1946 - 2006
4	MACEIO	-9,65	-35,72	30	1938 - 2006
5	PENEDO	-10,27	-36,57	28	1960 - 2006
6	S. M. DOS CAMPOS	-9,78	-36,1	12	1962 - 2006
7	S. L. DO QUITUNDE	-9,33	-35,55	4	1937 - 2006
8	S. DO IPANEMA	-9,37	-37,25	250	1923 - 2006
9	TRAIPU	-9,97	-36,98	40	1938 - 2004
10	VICOSA	-9,38	-36,25	300	1913 - 2006
11	BOA ESCOLHA	-9,13	-35,73	198	1963 - 2006
12	C DA IGREJINHA	-9,18	-37,43	280	1970 - 2006
13	COL. LEOPOLDINA	-8,92	-35,72	166	1964 - 2006
14	MARAGOGI	-9,02	-35,23	5	1968 - 2006
15	MUNGUBA	-9,07	-36,2	404	1963 - 2006
16	M. DE CAMARAGIBE	-9,17	-35,52	16	1963 - 2006
17	L. DA CANOA	-9,83	-36,73	235	1940 - 2002
18	PAO DE ACUCAR	-9,73	-37,43	45	1912 - 2005
19	ARAPIRACA	-9,75	-36,65	264	1964 - 2006
20	P. R. DO COLEGIO	-10,18	-36,83	30	1929 - 2006
21	COL. PINDORAMA	-10,12	-36,4	110	1964 - 2006
22	CORURIBE	-10,12	-36,17	10	1946 - 2006
23	C. DO SINIMBUS	-9,87	-36,15	20	1963 - 2006
24	MATA GRANDE	-9,13	-37,73	633	1970 - 2006
25	PINDOBA	-9,45	-36,2	190	1963 - 2006

26	PIASSABUSSU	-10,43	-36,42	10	1944 - 2006
27	RIACHO GRANDE	-9,47	-37,47	210	1963 - 2006
28	O D AGUA DO CASADO	-9,52	-37,85	209	1963 - 2006
29	QUEBRANGULO	-9,33	-36,48	411	1911 - 2006
30	MINADOR DO NEGRAO	-9,32	-36,87	395	1963 - 2006
31	DELMIRO GOUVEIA	-9,38	-37,98	256	1960 - 2006
32	MAJOR ISIDORO	-9,53	-36,98	217	1940 - 2006
33	AGUA BRANCA	-9,28	-37,93	510	1937 - 2006
34	IBATEGUARA	-8,98	-35,93	505	1963 - 2006
35	MAR VERMELHO	-9,45	-36,38	620	1969 - 2006
36	PALMEIRA DOS INDIOS	-9,40	-36,65	342	1930 - 2006
37	P DAS TRINCHEIRAS	-9,30	-37,28	255	1945 - 2006
38	PORTO DE PEDRAS	-9,17	-35,30	22	1970 - 2006
39	UNIAO DOS PALMARES	-9,17	-36,05	155	1944 - 2006

SERGIPE

Número	Estações	Latitude (Graus, Sul)	Longitude (Graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	AQUIDABA	-10,27	-37,03	217	1927 - 2006
2	ARACAJU	-10,9	-37,05	3	1912 - 2006
3	BONFIM	-11,05	-37,85	230	1919 - 2006
4	C DO BRITO	-10,75	-37,5	180	1963 - 2006
5	CAPELA	-10,5	-37,07	148	1964 - 2006
6	CARIRA	-10,35	-37,7	351	1963 - 2005
7	CRUZ DAS GRACAS	-10,45	-37,48	259	1963 - 2006
8	CURRAL DO MEIO	-10,72	-36,92	30	1963 - 2006
9	CURRALINHO	-9,7	-37,67	80	1937 - 2006
10	ESTANCIA	-11,25	-37,43	53	1933 - 2006
11	ESTANCIA-1	-11,28	-37,45	53	1968 - 2006
12	ILHA DO OURO	-9,9	-37,25	40	1952 - 2006
13	ITABAIANINHA	-11,27	-37,78	225	1933 - 2006
14	ITABAIANA	-10,68	-37,42	186	1933 - 2006
15	ITAPORANGA D AJUDA	-10,97	-37,3	10	1935 - 2006
16	JAPARATUBA	-10,6	-36,95	79	1944 - 2006
17	JAPARATUBA-1	-10,63	-36,95	79	1969 - 2006
18	JAPOATA	-10,35	-36,8	89	1963 - 2006
19	JENIPAPO	-10,87	-37,48	100	1963 - 2006
20	LAGARTO	-10,92	-37,67	183	1938 - 2006
21	L. DA SERRADINHA	-10,12	-37,67	80	1968 - 2006
22	LARANJEIRAS	-10,8	-37,17	9	1936 - 2006
23	MOCAMBO	-10,55	-37,63	204	1933 - 2006
24	N. SrA DA GLORIA	-10,22	-37,42	290	1916 - 2006
25	N. SRA DAS DORES	-10,5	-37,22	200	1913 - 2006
26	PACATUBA	-10,45	-36,65	20	1956 - 2006
27	PEDRINHAS	-11,2	-37,67	170	1963 - 2006
28	PEDRINHAS-1	-11,22	-37,67	170	1967 - 2006
29	P DA FOLHA	-9,92	-37,27	45	1933 - 2006
30	PROPRIA	-10,2	-36,82	17	1946 - 2006
31	PROPRIA-1	-10,22	-36,82	0	1950 - 2006
32	RIBEIROPOLIS	-10,53	-37,43	350	1963 - 2005
33	S. CRISTOVAO	-11,02	-37,2	20	1942 - 2006
34	SALGADO	-11	-37,45	102	1969 - 2006

35	SAMAMBAIA		-10,92	-38,05	250	1963 - 2006
36	SIMAO DIAS		-10,7	-37,78	283	1932 - 2006
37	SIMAO DIAS-1		-10,73	-37,8	283	1953 - 2006
38	T BARRETO		-11,18	-38	157	1933 - 2006
39	VILA ISABEL	FZ	-10,97	-37,97	400	1963 - 2006
40	ESTANCIA		-11,28	-37,45	53	1937 - 2006
41	FREI PAULO		-10,55	-37,53	272	1933 - 2006
42	G CARDOSO		-10,23	-37,20	200	1968 - 2006
43	IBURA		-10,85	-37,15	7	1952 - 2006
44	ILHA DO OURO		-9,90	-37,25	40	1933 - 2006
45	INDIAROBA		-11,52	-37,52	21	1933 - 2006
46	ITABAIANA		-10,65	-37,40	136	1935 - 2006
47	ITABAIANA		-10,68	-37,42	186	1944 - 2006
48	ITABAIANINHA		-11,27	-37,78	225	1969 - 2006
49	ITABI		-10,12	-37,10	187	1963 - 2006

BAHIA

Número	Estação	Latitude (Graus, Sul)	Longitude (Graus, Oeste)	Altitude (metros)	Período
1	AMANIU	-10,33	-41,82	380	1964 - 2006
2	BARRA	-11,08	-43,15	410	1942 - 2005
3	B. DO MENDES	-11,82	-42,07	706	1969 - 2006
4	BARREIRAS	-12,18	-44,98	435	1970 - 2006
5	BARRINHA	-9,97	-40,23	500	1963 - 2006
6	BOM SUCESSO	-10,43	-42,32	350	1969 - 2006
7	BONITO	-11,97	-41,27	967	1969 - 2006
8	B. DE MACAUBAS	-12	-42,63	1151	1969 - 2006
9	C. ITAPARICA	-9,1	-38,33	280	1969 - 2006
10	CAMPO LARGO	-10,38	-41,42	950	1945 - 2006
11	CANUDOS	-9,9	-39,12	350	1970 - 2006
12	CASA NOVA	-9,4	-41,13	380	1934 - 2006
13	CHORROCHO	-8,98	-39,1	317	1964 - 2006
14	COTEGIPE	-12,03	-44,27	484	1970 - 2006
15	CURACA	-8,98	-39,9	341	1955 - 2006
16	F. DO RIO PRETO	-11,07	-45,2	491	1970 - 2006
17	GLORIA	-9,2	-38,3	247	1943 - 2006
18	GONCALO	-11,18	-40,27	350	1963 - 2006
19	IBOTIRAMA	-12,18	-43,2	450	1940 - 2006
20	IUPIARA	-11,82	-42,62	732	1947 - 2006
21	IRECE	-11,3	-41,87	722	1964 - 2006
22	JACOBINA	-11,18	-40,52	460	1969 - 2006
23	JAGUARARI	-10,25	-40,18	660	1966 - 2006
24	JUAZEIRO	-9,42	-40,5	371	1964 - 2006
25	JUREMAL	-9,72	-40,35	425	1966 - 2006
26	MACURURE	-9,15	-39,05	357	1969 - 2006
27	MANSIDAO	-10,72	-44,03	536	1967 - 2006
28	MARIQUITA	-12,4	-44,25	750	1966 - 2006
29	M. DO CHAPEU	-11,53	-41,13	1012	1968 - 2002
30	MUNDO NOVO	-11,87	-40,47	480	1970 - 2006
31	PARATINGA	-12,7	-43,17	420	1950 - 2006
32	PAULISTA	-12,5	-43,1	500	1938 - 2006
33	PAULO AFONSO	-9,35	-38,25	250	1968 - 2006

34	PICADA	-10,7	-41,73	412	1970 - 2006
35	PINDOBACU	-10,7	-40,33	600	1947 - 2006
36	PIRAGIBA	-12,2	-43,83	686	1967 - 2006
37	RIO DO PEIXE	-11,1	-39,5	300	1969 - 2006
38	S. PEDRO	-9,68	-41,05	590	1950 - 2006
39	S. TOME	-10,6	-40,95	550	1949 - 2006
40	SANTANA	-12,98	-44,05	580	1946 - 2006
41	SAUDE	-10,93	-40,4	535	1950 - 2006
42	SENTO SE	-9,67	-41,3	380	1969 - 2006
43	S. DOURADA	-12,77	-43,95	497	1965 - 2006
44	STA. BRIGIDA	-9,73	-38,12	285	1960 - 2006
45	STO. INACIO	-11,12	-42,73	520	1951 - 2006
46	SURUBIM	-12,6	-42,52	460	1965 - 2006
47	TANQUE NOVO	-13,55	-42,52	835	1969 - 2006
48	UAUA	-9,8	-39,47	439	1942 - 2006
49	VARZEA DA EMA	-9,5	-38,98	380	1937 - 2005
50	WAGNER	-12,28	-41,17	466	1940 - 2006
51	XIQUE XIQUE	-10,83	-42,72	403	1940 - 2006
52	GUIRAPA	-14,4	-42,63	800	1940 - 2006
53	CAETITE	-14,07	-42,48	826	1969 - 2202
54	BRUMADO	-14,2	-41,67	457	1970 - 2006
55	M. DA PEDRA	-14,38	-41,9	470	1969 - 2006
56	MACARANI	-15,57	-40,42	528	1964 - 2006
57	IBIRAPUA	-17,65	-40,13	110	1967 - 2006
58	R. DE SANTANA	-13,6	-42,93	627	1965 - 2006
59	S. TIMOTEO	-13,85	-42,2	700	1940 - 2006
60	RIO DE CONTAS	-13,57	-41,82	1002	1970 - 2006
61	C. DO SINCORA	-13,77	-41,03	286	1968 - 2005
62	ITUACU	-13,82	-41,3	527	1956 - 2006
63	PORTO ALEGRE	-13,85	-40,67	220	1966 - 2006
64	P DE MONTE ALTO	-14,27	-43,17	600	1936 - 2006
65	L. DOS COCHOS	-14,07	-42,9	500	1969 - 2006
66	CRISTALANDIA	-14,02	-41,45	400	1970 - 2006
67	ARACATU	-14,42	-41,47	800	1970 - 2006
68	POCOES	-14,53	-40,37	759	1970 - 2006
69	ROSARIO	-10,1	-38,98	400	1962 - 2006
70	P. ALEXANDRE	-10	-37,9	320	1968 - 2006
71	IPIAU	-14,12	-39,72	135	1970 - 2006
72	UBAIRA	-13,27	-39,65	316	1943 - 2006
73	STO. A DE JESUS	-12,98	-39,25	215	1944 - 2006
74	N. SRA DOS MILAGRES	-12,9	-39,85	395	1970 - 2006
75	FEIRA DE SANTANA	-12,27	-38,97	257	1970 - 2006
76	IRARA	-12	-38,73	283	1970 - 2006
77	MONTE PASCOAL	-16,75	-39,53	100	1970 - 2006
78	PORTO SEGURO	-16,45	-39,07	4	1966 - 2006
79	CORRENTINA	-13,33	-44,63	579	1937 - 2006
80	LENCOIS	-12,58	-41,38	394	1946 - 2006
81	MUCUGE	-12,98	-41,37	870	1964 - 2006
82	STA. M DA VITORIA	-13,42	-44,2	431	1940 - 2006
83	SALVADOR	-13,03	-38,48	13	1947 - 2006
84	CANSANCAO	-10,67	-39,5	359	1960 - 2006
85	MIRANDELA	-10,67	-38,62	253	1960 - 2006
86	QUEIMADAS	-10,97	-39,63	273	1942 - 2006

87	MONTE ALEGRE	-11,33	-44,93	580	1970 - 2006
88	MACAMBIRA	-11,58	-44,17	430	1964 - 2006
89	MORPARA	-11,57	-43,28	415	1950 - 2006
90	BOQUEIRAO	-11,33	-43,85	450	1945 - 2006
91	SALININHA	-9,5	-41,55	410	1964 - 2006
92	FAVELA	-9,87	-41,97	520	1965 - 2006
93	CAMPESTRE	-9,73	-42,8	480	1911 - 2005
94	PILAO ARCADEO	-10,18	-42,43	358	1968 - 2006
95	SITIO DO MEIO	-9,78	-42,37	450	1963 - 2006
96	LAGOA DO ALEGRE	-9,1	-41,67	540	1963 - 2006
97	OURICURI	-8,93	-41,4	500	1963 - 2006
98	NOVA HOLANDA	-10,05	-43,43	450	1963 - 2006
99	MASCOTE	-15,57	-39,28	50	1964 - 2006
100	POTIRAGUA	-15,6	-39,87	206	1963 - 2006
101	ENCRUZILHADA	-15,53	-40,93	605	1970 - 2006
102	LAGOA PRETA	-15,18	-41,6	895	1963 - 2006
103	MORTUGABA	-14,98	-42,32	780	1963 - 2006
104	VARZEA DA MANGA	-14,7	-43,4	450	1964 - 2006
105	ITANAGRA	-12,28	-38,07	32	1963 - 2006
106	CONDE	-11,82	-37,6	20	1960 - 2005
107	PARIPIRANGA	-10,68	-37,85	430	1912 - 2006
108	IPIRA	-12,17	-39,73	299	1969 - 2006
109	RIACHAO DO JACUIPE	-11,8	-39,37	217	1939 - 2006
110	VELHA	-14,22	-44,62	500	1962 - 2006
111	VENDA	-14,2	-43,63	480	1964 - 2006
112	PASSAGEM DA AREIA	-13,73	-43,48	450	1963 - 2006
113	NILO PECANHA	-13,6	-39,07	4	1967 - 2006
114	ILHEUS	-14,8	-39,03	45	1966 - 2006