

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

METEOROLOGIA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

HELIENE FERREIRA DE MORAIS

**INVESTIGAÇÃO DE TENDÊNCIA DE ÍNDICES DE
PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO AR NO NORDESTE
DO BRASIL**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG

CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS – CTRN

UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS – UACA

COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

DISSERTAÇÃO

**INVESTIGAÇÃO DE TENDÊNCIA DE ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO E
TEMPERATURA DO AR NO NORDESTE DO BRASIL**

ALUNA:

HELIENE FERREIRA DE MORAIS

ORIENTADOR:

JOSÉ IVALDO BARBOSA DE BRITO

Campina Grande - PB

Agosto de 2014

HELIENE FERREIRA DE MORAIS

**INVESTIGAÇÃO DE TENDÊNCIA DE ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO E
TEMPERATURA DO AR NO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências para obtenção do grau de mestre.

Área de concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escalas

Sub-área: Climatologia

Orientador: JoséIVALDO BARBOSA DE BRITO

Campina Grande - PB

Agosto de 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M827i Morais, Heliene Ferreira.
 Investigação de tendência de índices de precipitação e temperatura do ar
 no nordeste do Brasil / Heliene Ferreira Morais. – Campina Grande, 2014.
 92 f. : il. color.

 Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2014.

 "Orientação: Prof. Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito".
 Referências.

 1. Temperatura do Ar. 2. Clima. 3. Chuva. 4. Nordeste. I. Brito, José
Ivaldo Barbosa de. II. Título.

CDU 551.524(043)

HELIENE FERREIRA DE MORAIS

INVESTIGAÇÃO DE TENDÊNCIA DE ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO E
TEMPERATURA DO AR NO NORDESTE DO BRASIL

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/08/2014

BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. CARLOS ANTONIO COSTA DOS SANTOS
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. BERGSON GUEDES BEZERRA
Centro de Ciências Exatas e da Terra
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à DEUS, pois sem o seu imenso amor e concessão nada teria sentido.

Aos meus queridos familiares: Helimano Coutinho de Morais (pai), Iara Ferreira de Morais (mãe), Helinaldo Ferreira de Morais (irmão), Heliara Ferreira de Morais (irmã), Maria Helena Nunes de Morais (sobrinha), Saulo Pereira de Sousa (noivo), Luzinete Rodrigues (Lora), ofereço.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pelo dom da vida, por sempre ter me abençoado e nunca ter desistido de mim.

A minha família, ao meu noivo, e meus amigos pelo apoio, compreensão, dedicação e amor durante todos os momentos de minha vida.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito pelo imenso apoio, atenção e dedicação no desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu professor e também amigo Prof. Dr. Carlos Antonio Costa dos Santos pelo incentivo e amizade.

Em especial a minha querida amiga Silvia Cristina de Pádua Andrade, que em todo o momento esteve ao meu lado me ajudando, incentivando, orando, dividindo minhas alegrias e tristezas, de todo o meu coração meu muito obrigada.

As minhas amigas Maria Isabelle Silva, Ana Maria Correia e Marileuza Monteiro que confiaram em mim, desde sempre, e que nunca me deixaram desistir.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

A Carlos Herriot pela disponibilidade dos dados.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia que ministraram aulas, pela dedicação e ensinamentos transmitidos.

À todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia que de alguma forma contribuíram durante o decorrer do curso.

À todos os colegas de curso por todas as experiências vividas.

À todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Abraço de Pai
Walmir Alencar

Quanto eu esperei!
Ansioso queria te ver
E te falar o que há em mim
Já não podia me conter

Me decidi, Senhor
Hoje quero rasgar meu viver
E te mostrar meu coração
Tudo que tenho e sou

E por mais que me falem, não vou desistir!
Eu sei que nada sou, por isso estou aqui
Mas eu sei que o amor que o Senhor tem por mim
É muito mais que o meu, sou gota derramada no mar

Quanto tempo também o Senhor me esperou
Nas tardes encontrou saudade em meu lugar
Mas ao me ver na estrada ao longe voltar
Num salto se alegrou e foi correndo me encontrar

E não me perguntou nem por onde eu andei
Dos bens que eu gastei, mais nada me restou
Mas olhando em meus olhos somente me amou
E ao me beijar, me acolheu num abraço de pai

Sumário

1. Introdução.....	14
2. Objetivos	18
2.1. Objetivo geral.....	18
2.2. Objetivos específicos.....	18
3. Revisão Bibliográfica.....	22
3.1. Climatologia sazonal das regiões Norte e Nordeste.....	22
3.2. Variabilidade e Mudanças Climáticas.....	22
3.3. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas	29
4. Material e Métodos.....	31
4.1. Material	31
4.2. Metodologia	32
4.2.1. Índices de Extremos Climáticos	32
4.2.2. Teste de Mann-Kendall	34
4.2.3. Método dos Mínimos Quadrados	36
5. Resultados e Discussão	37
5.1. Análise dos Índices Referentes a Precipitação.....	37
5.2. Análise dos Índices Referentes a Temperatura do Ar.....	45
5.3. Considerações Finais das Análises dos Índices de Extremos Climáticos	78
6. Conclusões.....	84
Referências Bibliográficas	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (a) Seca no Nordeste, 2013. Fonte: jornalgggn.com.br. (b) Cheia no Ceará, 2012.

Fonte: Jornal Regional, Diário do Nordeste.....22

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo: Nordeste 30

Figura 3 - Distribuição de células sobre a Região Nordeste.....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tendências mensal e anual do índice RX1day.....	39
Tabela 2 - Tendências sazonais do índice RX1day.....	41
Tabela 3 - Tendências mensal e anual do índice RX5day.....	43
Tabela 4 - Tendências sazonais do índice RX5day	45
Tabela 5 - Tendências mensal e anual do índice TXx	47
Tabela 6 - Tendências sazonais do índice TXx	49
Tabela 7 - Tendências mensal e anual do índice TNx.....	51
Tabela 8 - Tendências sazonais do índice TNx.....	53
Tabela 9 - Tendências mensal e anual do índice TXn.....	55
Tabela 10 - Tendências sazonais do índice TXn.....	57
Tabela 11 - Tendências mensal e anual do índice TNn.....	59
Tabela 12 - Tendências sazonais do índice TNn	61
Tabela 13 - Tendências mensal e anual do índice TX10p.....	63
Tabela 14 - Tendências sazonais do índice TX10p	65
Tabela 15 - Tendências mensal e anual do índice TN10p.....	67
Tabela 16 - Tendências sazonais do índice TN10p.....	69
Tabela 17 - Tendências mensal e anual do índice TX90p.....	71
Tabela 18 - Tendências sazonais do índice TX90p	73
Tabela 19 - Tendências mensal e anual do índice TN90p.....	75
Tabela 20 - Tendências sazonais do índice TN90p	77

Tabela 21 - Número de célula por índice com tendência estatisticamente significativa.....80

Tabela 22 - Número de célula por índice sazonal com tendência estatisticamente significativa.....81

LISTAS DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

SIGLAS

AR4	The Fourth Assessment Report
ASAN	Anticiclone Subtropical do Oceano Atlântico Norte
ASAS	Anticiclone Subtropical do Oceano Atlântico Sul
CMIP3	Coupled Model Intercomparison Project phase 3
ETCCDMI	International Research Programme on Climate Variability Predictability (Equipe de Especialistas em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas)
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ERA40/ECMWF	European Centre for Medium Range Weather Forecasts
GEE	Gases do Efeito Estufa
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernmental de Mudanças Climáticas)
NCS95%	Número de células com significância estatística de 95%
NCS99%	Número de células com significância estatística de 99%
NCTN	Número de células com tendência negativa
NCTNS	Número de células com tendência negativa com significância
NCTP	Número de células com tendência positiva
NCTPS	Número de células com tendência positiva com significância
NEB	Nordeste do Brasil
OMM	Organização Meteorológica Mundial
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
RX1day	Quantidade Máxima de Precipitação em 1 dia
RX5day	Quantidade Máxima de Precipitação em 5 dia
TCS	Total de células com significância estatística
TN_x	Máxima Temperatura Mínima
TN_n	Mínima Temperatura Mínima
TN10p	Noites Frias
TN90p	Noites Quentes
TX_n	Mínima Temperatura Máxima

TXx	Máxima Temperatura Máxima
TX10p	Dias Frios
TX90p	Dias Quentes
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
WCRP	World Climate Research Programmer
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SÍMBOLOS

CO₂	Dióxido de Carbono
°C	Graus Celsius
°S	Graus Sul
m	Metro
mm/ano	Milímetro por ano
%	Uma divisão por cem, ou percentual

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar possíveis tendências de índices extremos climáticos, dependentes da precipitação e temperatura do ar, em escala de tempo mensal, sazonal e anual, no Nordeste do Brasil, utilizando o teste de Mann-Kendall. Foram utilizados dez índices de extremos climáticos, dois oriundos da precipitação diária e oito das temperaturas máximas e mínimas diárias de vinte e oito células de grade cobrindo todo Nordeste, no período de primeiro de janeiro de 1971 a trinta e um de dezembro de 2001. No cálculo das tendências, empregou-se a técnica de regressão linear dos mínimos quadrados aplicada diretamente nas séries dos índices, denominada de regressão direta, e nos valores mensais, sazonais e anuais obtidos no teste de Mann-Kendall, chamada de Mann-Kendall. Observou-se que os coeficientes de regressão usando os dois caminhos foram muito próximos, com exceção dos meses de agosto e setembro, possivelmente por serem meses de estação seca com pouca chuva na maior parte do Nordeste. Com relação às tendências dos índices verificou-se diminuição em aproximadamente 20% da área do Nordeste das chuvas máximas de um dia e de cinco dias consecutivos. Também foram observadas tendências positivas, ou seja, de aumento das temperaturas máximas e mínimas e do número de dias e de noites quentes. Outra observação importante foi da diminuição do número de dias e noites frias. Conclui-se que a diminuição das chuvas máximas de um dia e de cinco dias consecutivos, o aumento de temperaturas máximas e mínimas, a diminuição do número de dias e noites frias e o aumento no número de dias e noites quentes foram decorrentes de fatores naturais e antrópicos locais e globais.

Palavras-chave: Clima, Chuva, Temperatura do ar, Nordeste

ABSTRACT

This study aimed to determine possible trends of climate extreme indices, dependent on precipitation and air temperature in range of monthly, seasonal and annual time, in northeastern Brazil, using the Mann-Kendall test. Ten indices of climate extremes, two daily precipitation and eight daily maximum and minimum temperatures out of twenty-eight grid cells covering the entire Northeast were used in the period from January 1, 1971 to December 31, 2001. In calculating the trends, we used the technique of linear least squares regression applied directly in the series of indices, called direct regression, and monthly, seasonal and annual values obtained in the Mann-Kendall test, called the Mann-Kendall. It was observed that the regression coefficients using the two paths were very close, except for the months of August and September, possibly because they were months of dry season with little rain in most part of the Northeast. It was found a 20% decrease, approximately, with the trends of the indices the maximum rainfall a day and five days in a row area. Positive trends were also observed, i.e., the increase in maximum and minimum temperatures and the number of hot days and nights. Another important observation was the decrease in the number of cold days and nights. We conclude that the reduction of maximum rains of one day and five consecutive days, the increase in maximum and minimum temperatures, the decrease in the number of cold days and nights and an increase in the number of days and warm nights were due to natural and anthropogenic local and global factors.

Keywords: Climate, Rainfall, air temperature, Northeast

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as discussões sobre as questões ambientais e em particular as mudanças climáticas tem sido umas das mais importantes na comunidade científica, isto se deve ao fato de que transformações na temperatura, pressão, umidade do ar e precipitação, provenientes dessas mudanças no clima afetam diretamente e indiretamente na vida da população comprometendo as relações socioeconômicas, culturais e ambientais.

Atualmente, existe uma grande gama de estudos que analisam as mudanças climáticas no globo terrestre. Parte destes estudos investigam as mudanças causadas por fatores naturais, tais como: mudanças dos parâmetros orbitais da Terra, intensidade de radiação solar, taxa de rotação da Terra, partículas de erupções vulcânicas e aspectos geográficos como a distribuição de terras e mares. Enquanto, outros indagam as causas antrópicas como, desflorestamento, modificação na composição química da atmosfera e a liberação de calor devido às atividades antrópicas (ARAÚJO, 2011). Também tem os estudos que analisam as combinações dos efeitos naturais e antrópicos (SOLOMON, 2007).

Conforme Sentelhas *et al.* (2000) é difícil a constatação de mudanças climáticas por vários motivos: dificuldade em ponderar o efeito da variabilidade natural, dificuldades com relação às mudanças nas técnicas de medida da temperatura ao longo do tempo, distribuição inadequada de pontos de medida e dificuldades para se modelar o clima. Entretanto, uma série de evidências reforça o aquecimento global como consequência da ação do homem. Os autores ainda prevêem que a taxa de aumento de CO₂ de 1% ao ano, promoveria um aquecimento de 0,3 °C por década.

Quando se fala em mudança climática e em aquecimento global, refere-se ao incremento, além do nível normal, da capacidade da atmosfera em reter calor. Isto vem acontecendo devido a um progressivo aumento na concentração dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera nos últimos 100 anos. Tal aumento tem sido provocado pelas atividades

humanas que produzem emissões destes gases (SOLOMON, 2007). Este aumento no efeito estufa poderá ter consequências para a vida na Terra. Entre os GEE que estão aumentando de concentração, o dióxido de carbono (CO₂), é o que tem maior contribuição para o aquecimento global. Suas emissões representam aproximadamente 55% do total das emissões mundiais de GEE (SOLOMON, 2007). O tempo de permanência do gás carbono na atmosfera é, no mínimo, de cem anos. Isto significa que as emissões de hoje têm efeitos de longa duração, podendo resultar em impactos no regime climático ao longo de séculos. Por sua vez, a quantidade de metano emitida para atmosfera é bem menor, mas seu poder estufa (potencial de aquecimento) é vinte vezes superior ao do CO₂ (MOREIRA, 2003).

Segundo Santos (2006), de forma geral, as mudanças climáticas locais, são analisadas sob a ótica das tendências temporais das séries históricas de variáveis meteorológicas, como, por exemplo, temperatura do ar e precipitação. Com a finalidade de padronizar tais análises, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criou um grupo de trabalho denominado “Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI)”, que elaborou 27 índices de detecção de mudanças climáticas, dos quais 11 estão relacionados com a precipitação e 16 referem-se à temperatura do ar (ZHANG e YANG, 2004).

Como o objetivo de facilitar as análises dos 27 índices propostos pelo ETCCDMI foi elaborado o soft RClindex, que tornou-se uma ferramenta importante na elaboração de índices climáticos, alguns trabalhos científicos utilizaram o RClindex para análise de tendência e monitoramento do clima no Brasil, como por exemplo, Santos e Brito (2007), Dufek (2008), Santos *et al.* (2012), Almeida (2012), entre outros.

Por outro lado, estudos de tendências climáticas para a América do Sul, utilizando o RClindex, foram elaborados por Vincent *et al.* (2005) e Haylock *et al.* (2006). Estes pesquisadores fizeram trabalho de grande escala, não sendo possível detectar eventos regionais, pois, para a Região Nordeste do Brasil foram usadas três estações meteorológicas para a precipitação e apenas uma para a temperatura do ar. Objetivando refinar a distribuição

espacial, as investigações realizadas por Vincent *et al.* (2005) e Haylock *et al.* (2006) para o Nordeste do Brasil. Alguns pesquisadores como Silva e Azevedo (2008), Paula (2009), Santos *et al.*, (2009), Souza (2011), Souza e Azevedo (2012), tem utilizado a ferramenta para investigar possíveis as tendências climáticas em Estados da região Nordeste do Brasil.

Sendo o Nordeste brasileiro, um dos lugares mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, como apontou o IPCC (2007), o estudo do clima é essencial para o planejamento e gestão do uso da água, assim como dos demais recursos naturais renováveis (SILVA e FERREIRA, 2011), fazendo-se necessário compreender os problemas decorrentes das mudanças do clima e seus possíveis impactos e, então empreender ações de adaptação e mitigação.

Investigações sobre tendências climáticas no Nordeste brasileiro tem sido o objetivo de inúmeros estudos (HASTENRATH,1993). Varias pesquisas tem sido de cunho regional e outras local. Entretanto, nas últimas décadas, devido às controvérsias sobre aquecimento global, estudos de caráter regional sobre tendências climáticas têm se intensificado. Santos e Brito (2007) mostraram tendência de aumento no total da precipitação anual nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Por outro lado, Haylock *et al.* (2006), identificaram tendência de diminuição das chuvas anuais em duas localidades, no Ceará, ratificando, ainda que com uma amostragem menor, o fato de que as tendências de diminuição estão prevalecendo.

Kousky *et al.* (1984) e Ropelewski e Halpert (1987) mostraram que a precipitação no Nordeste do Brasil muda significativamente dependendo da fase do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). Haja vista que as temperaturas da superfície do mar (TSMs) são importantes para a manutenção do clima global, especialmente nos trópicos devido à atmosfera ser sensível às condições das superfícies oceânicas e continentais, que influencia a variabilidade do clima (YOON e ZENG, 2010).

Diante do exposto essa pesquisa busca estudar a detecção de mudanças climáticas analisando os índices provenientes da precipitação pluviométrica, utilizando o software

Rclimdex. No presente trabalho será utilizado o teste de Mann-Kendall para estimativa de tendências nos índices de precipitação e temperatura do ar de índices propostos pelo ETCCDMI e obtidos por Silva Junior (2010) para o Nordeste do Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é verificar possíveis tendências de índices extremos climáticos, dependentes da precipitação (RX1day, RX5day) e temperatura do ar (TNn, TNx, TN10p, TN90p, TX10p, TX90p, TXn, TXx) em escala de tempo mensal, sazonal e anual para o Nordeste do Brasil.

2.2. Objetivos Específicos

Para concretizar os objetivos gerais, têm-se como objetivos específicos:

- Estimar as tendências anuais, sazonais e mensais das maiores chuvas diárias e de cinco dias consecutivos;
- Computar as tendências anuais, sazonais e mensais das máximas temperaturas máximas e das mínimas temperaturas máximas;
- Calcular as tendências anuais, sazonais e mensais das máximas temperaturas mínimas e das mínimas temperaturas mínimas;
- Determinar as tendências anuais, sazonais e mensais do número de dias quentes e de noites quentes;
- Estimar as tendências anuais, sazonais e mensais do número de dias frios e de noites frias;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CLIMATOLOGIA SAZONAL DA REGIÃO NORDESTE

O Brasil possui diferentes regimes de precipitação em sua vasta extensão territorial, desde a região equatorial até latitudes subtropicais, e de sua complexidade topográfica. De norte a sul e de leste a oeste encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais.

Segundo Cavalcanti *et al.* (2009), a região tropical, na faixa longitudinal que engloba as regiões Amazônica e Nordeste do Brasil, apresentam características marcantes, pois estas regiões mesmo estando muito próximas apresentam clima chuvoso e semiárido, respectivamente. O Nordeste mesmo com a proximidade do oceano e com os úmidos ventos alísios soprando o ano inteiro do mar para a terra, as chuvas são escassas. Na Amazônia, mesmo com grandes áreas mais distantes do oceano que o Nordeste, ocorre chuvas abundantes em quase todas as estações do ano. A razão para a configuração da precipitação na Amazônia e no Nordeste é o padrão de circulação de grande escala. Em vários anos o ramo descendente da célula de Hadley produz subsidência sobre a região Nordeste, o que inibe a formação de nuvens e conseqüentemente de precipitação.

Os principais fatores climáticos que influenciam o clima e a variabilidade sazonal de uma região são o relevo, posição geográfica, a natureza de sua superfície e os sistemas de pressão atuantes, em relação a este último fator climático, o Nordeste do Brasil (NEB) está sob a influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), dos Vórtices Ciclônicos dos Altos Níveis Troposféricos (VCANs), de sistemas ondulatórios de leste (ondas de leste) e de remanescentes de sistemas frontais austrais. As variações sazonais de intensidade e posicionamento destes sistemas determinam o clima e a variabilidade climática da região.

O ASAS apresenta certa regularidade, em termo de posição no oceano atlântico subtropical sul, porém a sua intensidade, em média, apresenta um máximo em julho e um mínimo em janeiro. Por outro lado, o Anticiclone Subtropical do Atlântico Norte (ASAN) tem comportamento mais irregular, quando comparado com o ASAS, é mais intenso em outubro/novembro e mais fraco em março/abril. Entre os dois anticiclones (ASAS e ASAN), na faixa equatorial, estar o cavado equatorial, e no seu eixo está a ZCIT, cujas variações em posição e intensidade estão diretamente relacionadas as variabilidade interanual do clima no Nordeste do Brasil (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Além da variabilidade interanual, no NEB observa-se uma grande variedade climática, pois observa-se clima semiárido, como já mencionado, no interior da Região, com precipitação média total anual inferior a 400 mm/ano, até o clima tropical, observado principalmente na costa leste da Região, com precipitação acumulada anual superior a 2000 mm/ano (KOUSKY e CHU, 1978). De acordo com Hastenrath e Lamb (1977), a parte norte da Região recebe entre 1000 e 1200 mm/ano. Grande parte do Nordeste possui uma grande homogeneidade sazonal e espacial da temperatura. Somente, no sul da Bahia é verificada uma maior variabilidade sazonal da temperatura, em função da penetração das massas relativamente frias nos meses de inverno.

Os regimes de precipitação observado no Nordeste são os seguintes: no norte da Região a estação chuvosa principal é de março a maio; no sul e sudeste as chuvas ocorrem principalmente durante o período de dezembro a fevereiro e no leste a estação chuvosa é de maio a julho. A principal estação chuvosa do NEB, incluindo o norte e leste da região, que explica 60% da chuva anual é de abril a julho e a estação seca, para a maior parte da região, ocorre de setembro a dezembro (Rao et al, 1993).

Strang (1972) mostrou que no Nordeste do Brasil uma alta porcentagem de precipitação anual ocorre em apenas três meses no ano: 60% de novembro a janeiro para o alto e médio São Francisco; mais de 60% de fevereiro a abril na área que inclui o Maranhão,

Piauí, Ceará, toda região semiárida a oeste do Planalto da Borborema até o extremo da Bahia; e 50% de maio a julho na costa leste do NEB.

O máximo de precipitação no norte do Nordeste, que é uma região que tem período chuvoso de fevereiro a maio, deve-se ao deslocamento anual da ZCIT para latitudes mais ao sul, o que afeta o NEB, principalmente nos meses de abril e maio (HASTENRATH e LAMB, 1977; UVO *et al.*, 1998). O máximo de precipitação no sul da região está associado à penetração de frentes frias vindas do sul que alcançam latitudes mais baixas nos meses de novembro a fevereiro (ALVES e KAYANO, 1991). Já na região costeira, o máximo de maio a julho está ligado à maior atividade de circulação de brisa que advectiona bandas de nebulosidade média para o continente e à ação das frentes frias remanescentes que se propagam ao longo da costa, e em alguns casos com as ondas de leste (KOUSKY, 1979; MARKHAN e MCLAIN, 1977; ALVES e KAYANO, 1991).

No que se refere à temperatura, o NEB apresenta valores elevados cuja média anual varia de 19,5 °C a 27,1 °C. Nas áreas situadas acima de 200m, abaixo de 500 m e no litoral leste, as temperaturas variam de 24 °C a 26 °C. As médias anuais inferiores a 20 °C encontram-se nas áreas mais elevadas da Chapada Diamantina e Planalto da Borborema, em geral, a amplitude térmica anual de temperatura do ar no Nordeste apresenta pequena variabilidade.

Nos anos de ENOS há um aumento da seca no Nordeste graças ao enfraquecimento dos ventos alísios subtropicais que normalmente ajudam a distribuir a umidade e, conseqüentemente, a diminuição das chuvas. Outro componente que altera o ciclo das chuvas está relacionado à circulação atmosférica. Com o maior aquecimento no Pacífico Leste, há a formação de um centro de baixa pressão. A ascensão do ar aquecido e úmido provoca chuvas no litoral do Peru e do Equador. Após alcançar maiores altitudes, esse ar vai se resfriando e ficando mais seco, formando uma zona de alta pressão e subsidência. A descida

desse ar frio seco ocorre exatamente na porção oriental da Amazônia, dificultando a formação de nuvens e das chuvas para essa região e para o Nordeste.

3.2. VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Estudos e investigações sobre mudanças climáticas tem sido o grande desafio das ciências ambientais no final do século XX e início do XXI. Um dos enigmas é em relação ao planejamento das cidades, uma vez que ações devem ser tomadas para evitar ou minimizar os impactos decorrentes das possíveis mudanças no clima e da sua variabilidade. É de conhecimento público que o clima exerce uma influência significativa sobre as atividades humanas, pois podem oscilar quanto à temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos como: secas e chuvas intensas, resultando em impactos na agricultura, nos recursos hídricos, na saúde tanto em escala local, regional ou global (SOUZA e AZEVEDO, 2012).

Em áreas vulneráveis com ecossistemas frágeis, tais como o semiárido do NEB (KOUSKY, 1980), os impactos de possíveis mudanças no clima devem ser mais intensos, principalmente devido à soma das ações antrópicas tais como desmatamento do bioma e mau uso do solo nos ecossistemas locais (SANTOS e BRITO, 2007). De acordo com Paiva & Cavalcanti (2011) a caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro e ocupa em torno de 11% do território brasileiro. Dessa forma, o cenário fauno-florístico do semiárido do Nordeste do Brasil é uma descrição da Caatinga, que apresenta índices pluviométricos abaixo de 1.000 mm anuais e possui temperaturas médias geralmente superior a 24 °C durante o ano.

Historicamente o Semiárido brasileiro sempre foi afetado por grandes secas ou grandes cheias, como por exemplo, o ano 2004, quando diversas cidades sofreram com as cheias dos rios e alagamentos. Relatos de secas na região podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à Região. Segundo Marengo e Uvo (1996), estatisticamente, acontecem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos no NEB. Ressalta-se que a enchente em 2004 e a seca de 2012 foram uma das maiores dos últimos 50 anos.

Kane (1989) mencionou que para o Nordeste, de 29 eventos de El Niño, durante 137 anos, no período 1849-1985, só 12 foram associados com secas na região. Ressalta-se que a grande variabilidade climática da região Nordeste tem sido objeto de preocupação da sociedade e organismos do governo ao longo dos anos. A prova cabal dessa preocupação é o projeto e construção dos primeiros reservatórios hídricos no semiárido nordestino que datam do final do Século XIX, durante o período imperial, a exemplo da construção do açude do Cedro em Quixadá-CE.

Segundo Marengo (2014), dados das análises dos modelos do IPCC AR4 e do relatório de Clima do INPE para os cenários de altas e baixas emissões, a projeção do clima futuro para altas emissões é de 2 °C a 4 °C mais quente, 15% a 20% mais seco, para baixas emissões é de 1 °C a 3 °C mais quente, com redução de até 15% no volume da chuva, em ambos os casos haverá diminuição do nível dos açudes. Diante disso, os possíveis impactos serão o aumento das secas, especialmente no semiárido, na agricultura de subsistência e na saúde, perda da biodiversidade da caatinga, risco de desertificação, podendo aumentar a migração para outras regiões. As chuvas intensas podem aumentar o risco de deslizamento podendo afetar as populações que moram em morros desmatados.

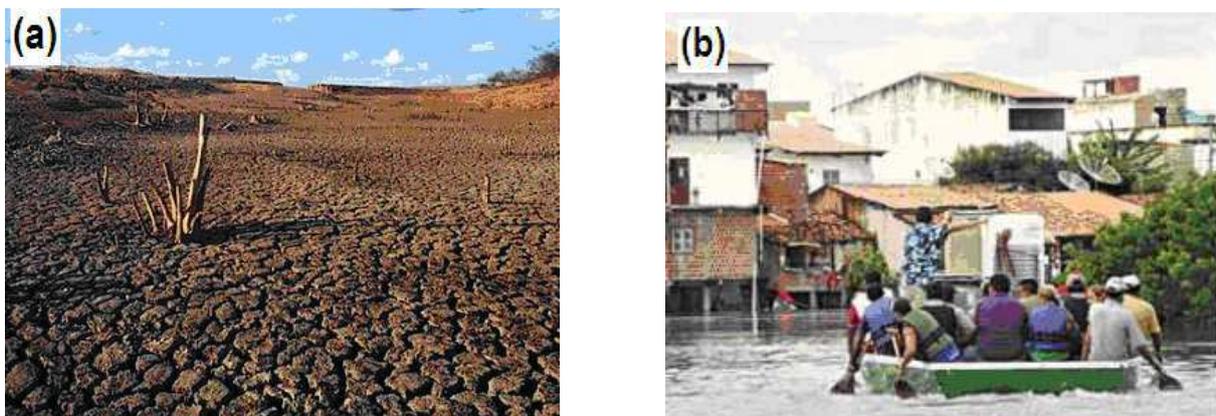


Figura – 1 (a) Seca no Nordeste, 2013, afetou mais de 1400 municípios (Fonte:jornalggm.com.br/blog/seca_no_nordeste,2013). (b) Cheia em Limoeiro do Norte – CE no ano de 2009 (Fonte: Diário Vale do Jaguaribe. Diário do Nordeste, 2011).

De acordo com o IPCC (2012) algumas consequências das mudanças climáticas afetarão as sociedades mais pobres do mundo, que são mais dependentes dos recursos hídricos, dos implementos agrícolas e são desprovidas de tecnologia e capital para mitigar os efeitos desta desestabilização climática.

O IPCC (2001) ao anunciar oficialmente em 21 de janeiro de 2001 o seu Terceiro Relatório de Avaliação, afirmou que há novas e mais fortes evidências de que a maior causa do aquecimento global observado nos últimos 50 anos é atribuível a atividades humanas. Os cenários para os próximos 100 anos (até 2100) são o aumento da temperatura média global entre 1,4 a 5,8 °C e aumento no nível dos mares causado pela expansão térmica dos oceanos e o derretimento das calotas polares entre 0,09 e 0,88 metros. Se as previsões se confirmarem, espera-se um aumento na incidência de ondas de calor, inundações e secas. Por isto, o IPCC procura estabelecer normas internacionais de controle de emissões dos GEE, como o Protocolo de Kyoto, acordo assinado em 1997 que entrou em vigor a partir de 14 de fevereiro de 2005. Ressalta-se que o Quarto Relatório de Avaliação publicado em 2007 reforçou as observações do relatório anterior (IPCC, 2007). No seu quinto relatório publicado em janeiro de 2014 o IPCC (2014) escreveu “O aquecimento global é inequívoco, a influência humana tem sido sua causa dominante desde a metade do século XX, e as concentrações de gases do efeito estufa, já em níveis nunca vistos nos últimos 800 mil anos, vão persistir por muitos séculos”.

De acordo com Guetter (2002) o clima global do século XXI dependerá das mudanças naturais e da resposta do sistema climático às atividades humanas, pois, os modelos climáticos globais projetam impactos para várias variáveis climáticas, tais como, o aumento na temperatura da superfície do globo e do nível do mar, as quais, em geral, são variáveis responsáveis por inúmeros eventos climáticos (PHILANDER, 1990). Portanto, modificação destas variáveis produzirá mudanças no clima global.

Segundo Nobre *et al.* (2010), o aquecimento global (aumento da temperatura do ar de quase todo globo terrestre) é causado principalmente pela intensificação do efeito estufa. A origem do aquecimento global de procedência antropogênica está relacionada com o aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, dos quais o dióxido de carbono – CO₂ é o mais abundante, gerado, principalmente, por atividades humanas.

É importante ressaltar que as previsões de mudanças climáticas, associadas às ações antrópicas, não se referem propriamente ao efeito estufa que é uma propriedade natural da atmosfera, mas sim à intensificação deste efeito, quando, pelas atividades antrópicas, gases estufa são lançados na atmosfera, reforçando o bloqueio à saída da radiação infravermelha para o espaço. A questão é se a injeção destes gases na atmosfera, pela ação do homem, promoveria o aquecimento do planeta (STEINKE, 2004).

Segundo Alves (2001) a adição de CO₂ na atmosfera, pela ação humana, corresponde apenas a um mecanismo forçante do aquecimento do Planeta, o que não significa que o aquecimento terá de ocorrer. O homem não só queima biomassa e combustíveis fósseis como também altera a superfície do planeta através, por exemplo, das atividades de urbanização. Tais atividades contribuem para um aumento da reflectância (albedo) do Planeta, o que reduz a entrada de energia solar no Sistema Terra-Atmosfera, estabelecendo, assim, um mecanismo climático forçante ao resfriamento. Se estes dois mecanismos forçantes tiverem a mesma intensidade, sendo de sentidos opostos, a temperatura do Planeta não se alteraria. Se as intensidades forem diferentes, poderia haver aquecimento ou resfriamento, se todas as demais condições se mantivessem constantes. Portanto, de acordo com Alves (2001) a adição de CO₂ na atmosfera pelo homem não implica, necessariamente, em aquecimento do Planeta.

Para evidenciar estas alterações, especialmente no âmbito regional, a maioria dos estudos utilizam com parâmetro norteador as tendências temporais das séries históricas de variáveis meteorológicas, como, por exemplo, precipitação pluvial e temperatura do ar. No

caso específico da temperatura do ar, espera-se que esta responda às alterações sofridas na forçante radiativa associadas aos GEE e ao desmatamento (SANTOS, 2006).

Segundo Braganza *et al.* (2004), a temperatura média global da superfície é um dos índices mais simples utilizados para indicar variabilidade e mudanças no clima global. Já os índices derivados da temperatura, como por exemplo, os gradientes térmicos meridionais e oceano-superfície, estão associados à dinâmica da circulação atmosférica e, com isto, pressupõe-se que estes contenham informações independentes da temperatura média global para variações internas do clima.

Outro ponto relevante para os estudos sobre as possíveis mudanças no clima é a maior ocorrência de eventos climáticos extremos. Denominados assim, pois quando estes ocorrem, são registrados valores raros, tais como temperatura e precipitação, ou seja, aonde a probabilidade de ocorrência é extremamente pequena. Tais eventos produzem enormes perdas, inclusive à vida humana, e transtornos socioeconômicos. Atualmente, um dos fatores preocupantes é o possível aumento na probabilidade de ocorrência de eventos extremos.

Extremos de temperatura e precipitação têm sido estudados em escala global, regional, nacional e local. Em escala global, análises mais compreensivas dos extremos climáticos são discutidas no Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 2007). Na escala nacional e regional, têm sido desenvolvidos estudos das mudanças e seus impactos na Ásia, Pacífico Sul, Caribe, África, América do Sul e América do Norte. Existem marcantes consistências entre os resultados obtidos por estes estudos em termos de temperatura, mas menos coerência espacial nos extremos de precipitação (YOON *et al.* 2010)

3.3. ÍNDICES DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A análise dos extremos climáticos desperta um grande interesse, entre outras razões, porque causam perdas e transtornos econômicos e sociais. Os extremos climáticos podem ser

definidos pela ocorrência de valores de variáveis meteorológicas que ultrapassam um determinado nível, correspondendo a uma pequena probabilidade (SANTOS, 2006).

Nos últimos anos tem havido um interesse crescente em compreender a evolução dos eventos climáticos extremos. Para fazer isso, é necessário estudar os principais modos de variabilidade climática em que os eventos extremos estão inseridos. Um grande obstáculo para alcançar este objetivo é a falta de conjuntos de dados de boa qualidade e bem distribuído no tempo e no espaço. Além disso, as diferentes metodologias empregadas para definir eventos extremos também dificultam as comparações e análises dos resultados obtidos pelos diferentes pesquisadores (RENON, 2011).

Durante a década de 1990 e mais recentemente, vários Seminários Internacionais foram realizados para desenvolver índices para análises de extremos climáticos (FOLLAND *et al.*, 1999; NICHOLLS e MURRAY, 1999). O objetivo era criar uma quantidade de índices que poderiam ser calculados para uma variedade de climas e habilitado para a comparação entre regiões.

Havia também um desejo de realizar análises mais regionais, com uma necessidade maior de incluir resultados de regiões que faltam estudos publicados. Em particular, países em desenvolvimento por terem recursos insuficientes para empreender tais análises, acesso limitado de dados, menos registros digitalizados e qualidade reduzida de dados para as análises de extremos que são muito sensíveis. O Sudeste da Ásia e o Pacífico foram identificados como uma região fundamental (MANTON e NICHOLLS, 1999), em particular devido a sua vulnerabilidade com respeito à alta densidade populacional, variabilidade de chuva devido ao ENOS e a exposição aos ciclones tropicais. Procurando solucionar este problema a OMM criou um grupo de trabalho denominado Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI), que inicialmente instituíram 27 índices de extremos climáticos baseados em dados diários de precipitação e temperatura do ar (FRICH *et*

al., 2002). A seguir serão comentados alguns trabalhos que tiveram como base os índices do ETCCDMI.

Vincent *et al.* (2005), Alexander *et al.* (2006) e Haylock *et al.* (2006) demonstraram aspectos observacionais de alguns índices extremos climáticos. Enquanto, Tebaldi *et al.* (2006) realizaram um estudo numérico e mostraram as diferenças entre o clima atual e o do futuro, simulado com modelos WCRP CMIP3¹. Ressalta-se que ainda não se sabe o quão bem os modelos representam os valores médios observados e se há desvios sistemáticos. Existe ainda uma necessidade de analisar se os modelos são capazes de simular bem os valores médios observados e sua variabilidade.

No caso específico da América do Sul, Vincent *et al.* (2005) desenvolveram um estudo observacional dos índices climáticos extremos de temperatura para o período de 1961 a 2000. Os resultados encontrados por estes autores indicam que não há mudança consistente nos índices baseados na temperatura máxima diária, enquanto que para os índices baseados na temperatura mínima diária foram encontradas tendência de aumento. Tendências de aumento na temperatura mínima diária também foram identificadas sobre o norte da Argentina (RUSTICUCCI e BARRUCAND, 2004, Apud DUFEK, 2008), Colômbia e Venezuela (QUINTANA-GOMEZ, 1999, Apud DUFEK, 2008).

Haylock *et al.* (2006) analisaram tendências nos totais diários de extremo de precipitação para a América do Sul - particularmente ao sul de 12°S - no período de 1960 a 2000. De acordo com estes autores, a maioria das estações estudadas apresentou tendência de aumento, principalmente nos índices anuais de extremos de chuva. Além disso, ficou evidente a tendência de aumento das condições de umidade no Equador, no norte do Peru, na região sul do Brasil, no Paraguai, no Uruguai, região central e norte da Argentina. Enquanto que, no sul do Peru e do Chile, foram observadas tendências de diminuição tanto nos totais de chuva

¹ World Climate Research Programmer – WCRP.
Coupled Model Intercomparison Project phase 3 – CMIP3.

quanto nos seus extremos. As tendências positivas de chuva no sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina concordam com os resultados de Barros *et al.* (2000), Apud DUFEK, (2008). Para algumas estações localizadas no sul da América do Sul, Minetti (1998) e Minetti *et al.* (2003, Apud SANTOS, 2006), identificaram uma diminuição da chuva anual em uma grande área a oeste dos Andes e um aumento no leste da Argentina central no período de 1931-1999. Já no norte da Argentina, foi observado um aumento da chuva anual até a década de 1980 seguido por um declínio causado por eventos fortes de El Niño.

Para o Brasil, especificamente, diversos estudos utilizando índices climáticos - derivados da temperatura e da precipitação - para identificar possíveis mudanças climáticas têm sido desenvolvidos a partir do ano 2000. Liebmann *et al.* (2004) analisaram as tendências sazonais de chuva sobre a região central e sul do Brasil em dois períodos: 1948 a 1975 e 1975 a 1999. No primeiro período os autores identificaram fortes tendências positivas ao sul de 20°S nos meses de janeiro a março. Situação similar também foi observada no período de 1948 a 1975, entretanto as tendências foram de menores intensidades. Tal resultado pode estar relacionado às tendências positivas de TSM no Oceano Atlântico e ao aumento no percentual de dias chuvosos. Já os estudos regionais realizados por Santos (2006), Dufek (2008), Costa (2008), Araújo (2009) e Silva Jr. (2010) mostram resultados semelhantes aos obtidos do Haylock *et al.* (2006) para as temperaturas máximas e mínimas, enquanto para a precipitação não observaram nenhuma consistência em relação ao aumento ou diminuição dos índices.

Segundo Braganza *et al.* (2004), a temperatura média global da superfície é um dos índices mais simples utilizados para indicar variabilidade e mudanças no clima global. Já os índices derivados da temperatura, como por exemplo, os gradientes térmicos meridionais e oceano-superfície, estão associados à dinâmica da circulação atmosférica e, com isto, pressupõe-se que estes contenham informações independentes da temperatura média global para variações internas do clima.

Eventos de temperaturas extremas, através da ocorrência de períodos quentes ou frios prolongados, podem ter sérios impactos sobre o meio ambiente e a sociedade. Análises de temperatura observada em muitas regiões do mundo têm mostrado algumas mudanças importantes nos extremos. A mudança climática global pode ser intensificada localmente pelas mudanças regionais. Por exemplo, a construção de um grande reservatório gera um microclima em seu entorno. As grandes metrópoles geram ilhas de calor que modificam o seu clima, práticas agrícolas inadequadas podem gerar degradações de vastas áreas podendo vir a modificar o clima local (AYOADE, 1996). Portanto, se faz necessário apresentar uma seção sobre as observações regionais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica e temperatura do ar da região Nordeste do Brasil (Figura 2) provenientes da reanálise do ERA40, projeto que contém dados meteorológicos que usa uma grade imaginária composta de células de 2,5° de latitude por 2,5° de longitude e 19 níveis na vertical para varrer o globo terrestre inteiro, que foram usados por Silva Junior (2010) para as estimativas dos índices de extremo climático. No presente trabalho foram analisados os seguintes índices: precipitação máxima diária na escala de tempo analisada (RX1day); a precipitação máxima em cinco dias consecutivos na escala de tempo analisada (RX5day); dependentes da precipitação, máxima temperatura máxima (TXx); máxima temperatura mínima (TNx); mínima temperatura máxima (TXn); mínima temperatura mínima (TNn); dias frios (TX10p); noites frias (TN10p); dias quentes (TX90p); e noites quentes (TN90p), dependente da temperatura do ar. Para o período de primeiro de janeiro de 1971 a 31 de dezembro de 2001.

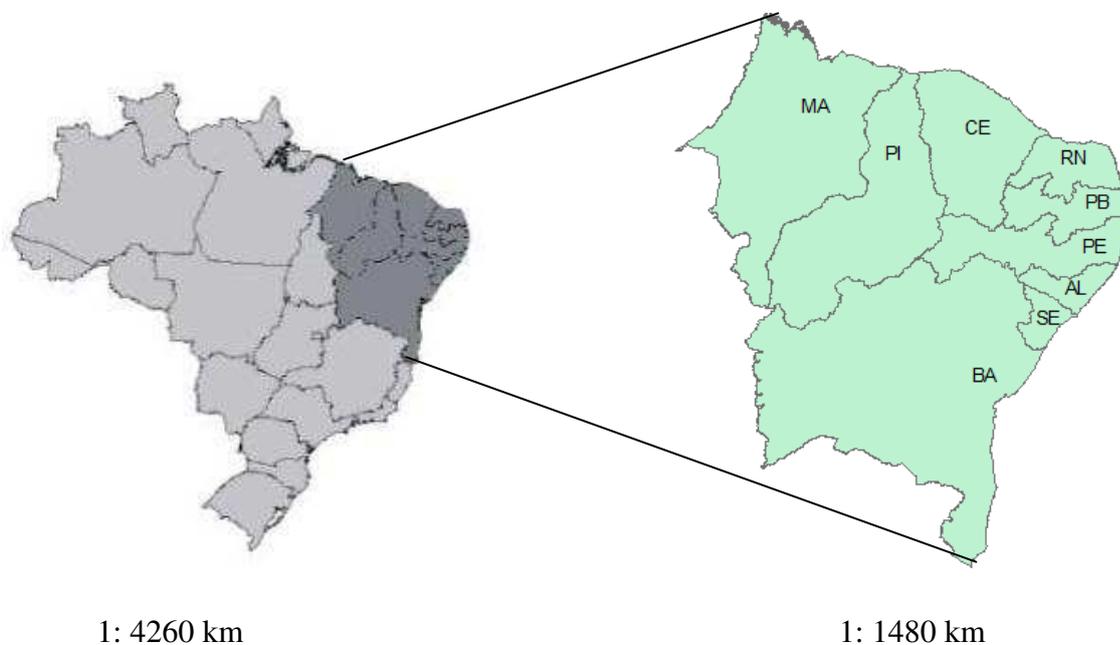


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo: Nordeste do Brasil.

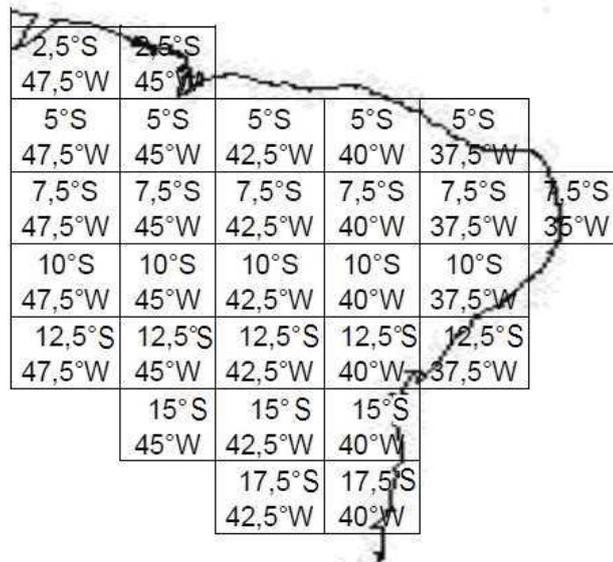


Figura 3: Distribuição de células sobre a Região Nordeste. Adaptado de Silva Júnior (2010)

4.2. METODOLOGIA

Como já mencionado nos objetivos, nesta pesquisa foram verificadas possíveis tendências em escala de tempo mensal, sazonal e anual dos índices de extremos climáticos listados na seção 3.1. As tendências foram verificadas pelo teste de Mann-Kendall.

4.2.1. Índices de Extremos Climáticos

A seguir são mostrados os conceitos dos índices que foram analisados no presente trabalho:

- Índices referentes à Precipitação

1 – Precipitação máxima diária durante o período analisado (RX1day)

Este índice fornece a maior precipitação observada em um único dia durante o período de um mês, uma estação do ano e um ano.

2 – A precipitação máxima em cinco dias consecutivos durante o período analisado (RX5day)

Este índice fornece a maior precipitação observada em cinco dias consecutivos durante o período de um mês, uma estação do ano e um ano.

- Índices referentes à temperatura.

1 – Máxima Temperatura Máxima (TXx)

O índice climático TXx fornece informações sobre os maiores valores mensais, sazonais e anuais da máxima temperatura máxima diária (i) num período j.

2 – Máxima Temperatura Mínima (TNx)

O índice climático TNx fornece informações sobre os maiores valores mensais, sazonais e anuais da temperatura mínima diária (i) num período j.

3 – Mínima Temperatura Máxima (TXn)

O índice climático TXn fornece informações sobre os menores valores mensais, sazonais e anuais da temperatura máxima diária (i) num período j.

4 – Mínima Temperatura Mínima (TNn)

O índice climático TNn fornece informações sobre os menores valores mensais, sazonais e anuais da temperatura mínima diária (i) num período j.

5 – Dias Frios (TX10p)

Informa o percentual de dias (i) no período mensal, sazonal e anual (j) em que a temperatura máxima diária (i) ficou abaixo do 10º percentil.

6 – Noites Frias (TN10p)

Informa o percentual de dias (i) no período mensal, sazonal e anual (j) em que a temperatura mínima diária (i) ficou abaixo do 10º percentil.

7– Dias Quentes (TX90p)

Informa o percentual de dias (i) no período mensal, sazonal e anual (j) em que a temperatura máxima diária (i) ficou acima do 90º percentil.

8 - Noites Quentes (TN90p)

Informa o percentual de dias (i) no período mensal sazonal e anual (j) em que a temperatura mínima diária (i) ficou acima do 90º percentil.

4.2.2. Teste de Mann-Kendall

O teste Man-Kendall é uma ferramenta estatística mais sensível à identificação de tendência e é utilizado para verificar se realmente uma série de dados possui tendência, ou se a mesma está mascarada pela eventual flutuação da base de dados.

O teste de Mann-Kendall, proposto inicialmente por Sneyers (1975), é o método mais apropriado para analisar tendência de mudanças climáticas e, segundo Goossens e Berger (1986), ele permite detectar e localizar de forma aproximada o ponto inicial de uma tendência. Neste teste, considera que, na hipótese de uma série de dados estacionária, a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples).

Moraes *et al.* (1995) e Back (2001) descrevem o teste de Mann-Kendall considerando uma série temporal de Y_i de N termos a ser analisada ($1 \leq i \leq N$). Segundo esses autores, esse teste consiste na soma t_n do número de termos m_i da série, relativo ao valor Y_i cujos termos precedentes ($j < i$) são inferiores ao mesmo ($Y_j < Y_i$). Assim, utilizou-se uma série com grandes números de termos (N), hipótese nula (H_0) de ausência de tendência. Dessa forma, t_n apresentará uma distribuição normal com média e variância dadas, respectivamente, por (BACK, 2001; MORTATTI *et al.*, 2003; GROPPPO *et al.*, 2005):

$$t_n = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k}^n (y_j - y_k) \quad (1)$$

em que

$$(y_j - y_k) = \begin{cases} 1 & \text{se } y_i > y_k \\ 0 & \text{se } y_i = y_k \\ -1 & \text{se } y_i < y_k \end{cases}$$

e

$$E(t_n) = \frac{N(N-1)}{4} \quad (2)$$

e

$$\text{var}(t_n) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{72} \quad (3)$$

Testando a significância estatística de t_n para a hipótese nula, usando um teste bilateral, esta pode ser rejeitada para grandes valores da série estatística $U(t_n)$ por meio da equação dada por:

$$U(t_n) = \frac{[t_n - E(t_n)]}{\sqrt{\text{var}(t_n)}} \quad (4)$$

Após a determinação dos valores de $U(t_n)$, foi necessário verificar o valor da probabilidade α_1 , para que $\alpha_1 = \text{prob}(|U| > |U(t_n)|)$, calculada por meio de uma tabela da normal reduzida. Nesse momento, verifica-se a necessidade de explicar e mostrar aos estudantes a importância da determinação do nível de significância do teste estatístico empregado (OLIVO; BATANERO, 2007). Assim, admitindo que se α é o nível de significância do teste aplicado ($\alpha_0 = 0,05$ e $0,10$) para significativo e levemente significativo, respectivamente, a hipótese nula será aceita se $\alpha_1 > \alpha_0$. Caso a hipótese nula seja rejeitada, implicará a existência de tendência significativa, sendo que o sinal da estatística $U(t_n)$ indica se a tendência é crescente ($U(t_n) > 0$) ou decrescente ($U(t_n) < 0$). O ponto de início de uma mudança na série $U(t_n)$ pode ser determinado aplicando-se o mesmo princípio à série inversa (BACK, 2001). Neste caso, em sua versão sequencial, a eq. [4] é calculada no sentido direto da série, partindo do valor $i = 1$ até $i = N$, gerando a estatística $-1,96 < U(t_n) < 1,96$ (sendo que $1,96$ corresponde a $\alpha_0 = 0,05$), e, no sentido inverso da série, partindo do valor $i = N$ até $i = 1$, gerando a estatística $U^*(t_n)$. A intersecção das duas curvas $U(t_n)$ e $U^*(t_n)$ é onde se localiza o ponto aproximado de mudança de tendência, se esse ponto ocorre dentro do intervalo de confiança $-1,96 < U(t_n) < 1,96$.

4.2.3. Método dos Mínimos Quadrados

O método dos mínimos quadrados é o mais usado para ajustar curvas ou reta a um conjunto de pontos e é facilmente na maioria dos livros de estatística, como, por exemplo, Stevenson (1981). Portanto, no presente estudo, as estimativas das tendências, para todos os índices de extremos climáticos em todas as escalas de tempo, foram realizadas por meio do método dos mínimos quadrados. O valor da tendência é o coeficiente de regressão da reta estimada.

Na técnica dos mínimos quadrados a reta resultante estimada tem duas características básicas, a saber: (1) a soma dos desvios das menores distâncias do ponto com relação à reta tende para zero; (2) e a soma dos quadrados desses desvios é mínima. Maiores detalhes sobre este método podem ser obtidos por Spiegel (1982).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estimadas as tendências dos 10 índices de extremos climáticos, sendo que 8 são índices relacionados à temperatura do ar (máxima e mínima) e 2 à precipitação. Os valores obtidos para cada índice estão dispostos em Tabelas, que mostram as tendências dos índices em escala mensal, anual e sazonal.

Usos das tabelas: na primeira coluna, à esquerda, é a indicação do ponto central da célula de grade, da segunda até a décima terceira estão os valores das tendências, na escala mensal, de janeiro a dezembro, e na décima quarta está o valor anual da tendência. Interpretação semelhante para as tabelas dos índices sazonais. No final de cada tabela é apresentado um resumo numérico, em que: (a) N.C.S. 99% - Número de célula com significância estatística de 99%; (b) N.C.S. 95% - Número de célula com significância estatística de 95%; (c) T.C.S. – Total de célula com significância estatística (d); N.C.T.P.S. – Número de célula com tendência positiva e estatisticamente significativa; (e) N.C.T.N.S – Número de célula com tendência negativa e estatisticamente significativa; (f) N.C.T.P. – Número de célula com tendência positiva; (g) N.C.T.N. – Número de célula com tendência negativa. Em cada linha da tabela observam-se dois números, o número superior é a tendência obtida da regressão com os números de Mann-Kandall e o número inferior é a tendência obtida da regressão direta dos dados (índices de extremos climáticos) originais. O valor em vermelho indica tendência com significância estatística de 99%, enquanto, valor em azul indica tendência com significância estatística de 95%.

5.1. ANÁLISE DOS ÍNDICES REFERENTES À PRECIPITAÇÃO

Os índices que correspondem a máxima precipitação diária em um dia, RX1day, estimados nas escalas de tempo mensal/anual e sazonal estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Analisando RX1day, mensal e anual dispostos na Tabela 1, verificou-se que mensalmente poucas células de grade apresentaram tendências com significância estatística, sendo que os expressivos os meses de janeiro, março, abril e agosto que apresentaram aproximadamente 18% das células de grade com tendência significativa, negativa em janeiro e positiva em março, abril e agosto. Para os valores anuais observou-se cerca de 32% das células com tendência estatisticamente significantes. Destas 45% foram de tendência positiva e 55% negativa. Os valores da tendência não anual um padrão homogêneo, ou seja, as tendências negativas encontradas não ficaram restritas a uma região da área estudo, assim como as positivas.

Conforme mostra a Tabela 2, o comportamento sazonal do índice RX1day demonstrou um predomínio de tendência negativa em todas as estações do ano, sendo mais marcante no verão e outono. No verão, do total de sete células que apresentaram significância estatística, observou-se que cinco demonstraram tendência negativa, localizadas na porção leste do NEB e duas com tendência positiva na região noroeste da área de estudo. No outono, o número de células com tendência negativa subiu para seis e estão mais concentradas na região sul da área de estudo, o comportamento para a tendência positiva foi similar ao apresentado no verão (duas células com tendência positiva no noroeste da área de estudo). Ressalta-se que na maior parte do NEB a estação chuvosa ocorre no verão e outono. Já no inverno e na primavera, a tendência negativa significativa diminuiu para apenas duas e uma células, respectivamente. Climatologicamente, o inverno e primavera fazem parte da a estação seca no Nordeste, exceto a costa leste que apresenta inverno chuvoso.

Tabela 1 – Tendências mensal e anual do índice RX1day – maior precipitação diária em um mês ou no ano – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	1,138	1,367	2,372	1,403	-0,258	0,346	0,238	-0,063	-0,063	-0,028	0,170	-0,138	1,328
	1,138	1,367	2,372	2,558	-0,258	0,346	0,238	-0,063	-0,153	-0,028	0,170	-0,138	1,328
2,5°S;47,5°W	1,340	0,030	0,448	0,746	-0,306	0,671	0,166	-0,269	-0,269	-0,214	0,409	0,028	1,520
	1,340	0,031	0,448	0,746	-0,307	0,671	0,166	-0,269	-0,331	-0,214	0,409	0,029	1,520
5°S;37,5°W	-1,028	-2,319	-1,571	-1,087	-0,432	-0,288	-0,452	0,027	0,027	-0,073	0,006	-0,179	-3,047
	-1,028	-2,319	-1,571	-1,087	-0,432	-0,288	-0,452	0,027	0,029	-0,073	0,006	-0,179	-3,047
5°S;40°W	-0,129	-2,230	-0,286	-0,206	-0,322	0,047	-0,175	0,036	0,036	-0,132	-0,085	-0,094	-0,821
	0,129	-2,230	-0,286	-0,206	-0,322	0,047	-0,175	0,036	0,007	-0,132	-0,085	-0,094	-0,821
5°S;42,5°W	2,077	1,374	0,451	1,524	1,636	0,597	0,272	0,083	0,083	-0,165	1,390	-0,435	0,855
	2,077	1,375	0,451	1,524	1,636	0,597	0,272	0,083	0,577	-0,165	1,390	-0,435	0,855
5°S;45°W	2,950	1,178	0,777	-0,568	3,058	0,102	0,506	-0,275	-0,275	0,331	0,723	0,918	2,093
	2,950	1,178	0,777	-0,568	3,058	0,102	0,506	-0,275	0,724	0,331	0,723	0,918	2,093
5°S;47,5°W	1,053	0,328	1,508	1,015	1,034	-0,120	0,636	-1,008	-1,008	0,444	0,207	-0,947	1,612
	1,053	0,328	1,508	1,015	1,034	-0,120	0,636	-1,008	0,436	0,444	0,207	-0,947	1,612
7,5°S;35°W	-0,051	-0,190	-0,383	-0,484	-0,394	-0,080	0,062	0,000	0,000	-0,033	-0,039	-0,131	-0,879
	-0,051	-0,190	-0,383	-0,484	-0,394	-0,080	0,062	0,000	-0,048	-0,033	-0,039	-0,131	-0,879
7,5°S;37,5°W	-0,018	-0,407	-0,823	-0,061	0,116	0,055	-0,052	0,019	0,019	-0,104	0,225	-0,037	-0,662
	-0,018	-0,407	-0,823	-0,062	0,116	0,055	-0,052	0,019	0,012	-0,104	0,225	-0,037	-0,663
7,5°S;40°W	0,351	-0,600	-0,412	-0,338	0,981	0,121	-0,040	0,049	0,049	0,347	0,496	-0,293	-0,589
	0,351	-0,600	-0,412	-0,338	0,981	0,122	-0,040	0,049	0,299	0,347	0,496	-0,293	-0,589
7,5°S;42,5°W	0,072	-0,694	0,915	-0,759	0,555	0,199	-0,589	-0,119	-0,119	0,058	0,816	1,205	-0,210
	0,072	-0,694	0,915	-0,759	0,555	0,199	-0,589	-0,119	0,624	0,058	0,816	1,205	-0,211
7,5°S;45°W	1,437	-0,188	-0,028	0,296	0,451	0,219	-0,171	-0,360	-0,360	-0,416	-0,216	0,325	0,347
	1,437	-0,188	-0,028	0,296	0,451	0,219	-0,171	-0,360	-0,378	-0,417	-0,216	0,325	0,347
7,5°S;47,5°W	1,286	-0,006	0,103	-0,209	0,145	0,213	0,030	-0,556	-0,556	-1,408	-1,028	-0,198	-0,499
	1,286	-0,006	0,103	-0,209	0,145	0,213	0,030	-0,556	-0,524	-1,408	-1,028	-0,198	-0,499
10°S;37,5°W	0,234	-0,274	-0,315	0,067	0,085	0,348	0,125	0,091	0,091	-0,021	0,712	0,144	0,261
	0,234	-0,274	-0,315	0,067	0,085	0,348	0,125	0,092	0,083	-0,022	0,712	0,145	0,261
10°S;40°W	0,284	-0,515	-0,224	-0,013	0,180	0,075	-0,130	-0,004	-0,004	0,176	0,557	0,070	-0,336
	0,284	-0,515	-0,224	-0,013	0,180	0,075	-0,130	-0,004	0,058	0,176	0,557	0,070	-0,336

10°S;42,5°W	-0,056	-0,148	-0,248	-0,545	-0,684	0,069	-0,378	-0,077	-0,077	-0,327	0,026	-1,484	-1,655
	-0,056	-0,148	-0,248	-0,545	-0,684	0,069	-0,378	-0,077	-0,099	-0,327	0,026	-1,484	-1,655
10°S;45°W	-0,727	-0,598	-0,836	-0,089	-0,247	0,011	-0,047	-0,201	-0,201	-0,503	-0,257	-0,823	-0,927
	-0,727	-0,598	-0,836	-0,089	-0,247	0,011	-0,047	-0,201	-0,609	-0,503	-0,257	-0,823	-0,927
10°S;47,5°W	0,090	-0,583	-2,029	-0,619	-0,132	0,102	-0,148	-0,312	-0,312	-0,937	-0,730	-0,653	-1,320
	0,090	-0,583	-2,029	-0,619	-0,132	0,102	-0,148	-0,312	-0,472	-0,937	-0,730	-0,653	-1,320
12,5°S;37,5°W	0,085	-0,128	-0,007	0,011	0,129	0,296	0,143	0,104	0,104	-0,064	0,341	0,167	0,251
	0,085	-0,128	-0,007	0,012	0,129	0,296	0,143	0,104	0,181	-0,064	0,341	0,167	0,251
12,5°S;40°W	-0,742	-0,229	-0,622	-0,426	-0,553	-0,062	-0,155	-0,083	-0,083	-0,020	0,194	0,671	-0,350
	-0,742	-0,229	-0,622	-0,426	-0,553	-0,062	-0,155	-0,083	-0,068	-0,020	0,194	0,671	-0,350
12,5°S;42,5°W	-0,774	0,106	-1,100	-0,921	-0,341	-0,143	-0,066	-0,099	-0,142	-0,152	-0,661	-1,493	-1,738
	-0,774	0,106	-1,100	-0,921	-0,341	-0,143	-0,066	-0,099	-0,142	-0,152	-0,662	-1,493	-1,738
12,5°S;45°W	-0,106	-0,707	-1,160	-1,089	0,056	0,002	-0,073	-0,264	-0,264	-0,320	0,212	-1,113	-0,730
	-0,106	-0,707	-1,160	-1,090	0,056	0,003	-0,073	-0,264	-0,419	-0,320	0,212	-1,113	-0,730
12,5°S;47,5°W	-0,792	-0,313	-1,152	-0,914	-0,425	-0,052	-0,075	-0,248	-0,248	-0,590	-0,373	-1,077	-1,724
	-0,792	-0,313	-1,152	-0,914	-0,425	-0,052	-0,075	-0,248	-0,483	-0,590	-0,373	-1,077	-1,724
15°S;40°W	-0,612	-0,663	-0,160	-0,692	-0,266	-0,140	-0,197	-0,010	-0,010	-0,119	0,353	-0,291	-0,739
	-0,613	-0,663	-0,160	-0,692	-0,266	-0,140	-0,197	-0,010	-0,340	-0,119	0,354	-0,292	-0,739
15°S;42,5°W	-0,612	-0,149	0,232	-0,641	-0,270	0,067	-0,042	-0,111	-0,111	-0,705	0,149	-0,131	-0,394
	-0,612	-0,149	0,232	-0,641	-0,270	0,067	-0,042	-0,111	0,250	-0,705	0,149	-0,131	-0,394
15°S;45°W	-0,511	0,017	-0,005	-0,496	-0,199	-0,047	-0,068	-0,024	-0,024	0,019	-0,087	-0,184	-0,247
	-0,511	0,017	-0,005	-0,496	-0,199	-0,047	-0,068	-0,024	-0,042	0,019	-0,087	-0,185	-0,247
17,5°S;40°W	-0,129	-0,362	-0,115	-0,031	-0,064	0,006	-0,072	-0,189	-0,189	0,048	0,909	-0,068	0,226
	-0,129	-0,362	-0,115	-0,031	-0,064	0,006	-0,072	-0,189	0,071	0,048	0,909	-0,068	0,226
17,5°S;42,5°W	-0,153	0,000	-0,224	-0,014	0,014	0,078	-0,091	0,029	0,029	0,285	0,342	0,268	0,071
	-0,153	0,000	-0,224	-0,014	0,014	0,078	-0,091	0,030	-0,125	0,285	0,342	0,268	0,072
N.C.S. 99%	2	0	2	2	0	1	0	3	0	0	0	0	1
N.C.S. 95%	3	4	3	3	2	2	1	2	3	1	1	1	8
T.C.S.	5	4	5	5	2	3	1	5	3	1	1	1	9
	17,90%	14,32%	17,90%	17,90%	7,16%	10,74%	3,58%	17,90%	10,74%	3,58%	3,58%	3,58%	32,20%
N.C.T.P.S.	4	0	1	0	1	3	0	1	2	0	1	0	4
N.C.T.N.S	1	4	4	5	1	0	1	4	1	1	0	1	5
N.C.T.P.	13	7	8	7	13	20	9	8	8	8	19	9	10
N.C.T.N.	15	21	20	21	15	8	19	20	20	20	9	19	18

Tabela 2 – Tendências sazonais do índice RX1day – maior precipitação sazonal – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera					
					10°S;45°W	-0,651	-0,391	-0,079	-0,456
2,5°S;45°W	0,797	1,172	0,174	-0,004		-1,246	-0,391	-0,079	-0,456
	0,087	1,172	0,174	-0,004	10°S;47,5°W	-0,312	-0,927	-0,119	-0,713
2,5°S;47,5°W	0,439	0,296	0,189	-0,045		-0,897	-0,927	-0,119	-0,713
	-0,319	0,296	0,189	-0,045	12,5°S;37,5°W	0,043	0,044	0,181	0,153
5°S;37,5°W	-1,194	-1,030	-0,238	-0,013		-0,437	0,045	0,181	0,153
	-1,596	-1,030	-0,238	-0,013	12,5°S;40°W	-0,146	-0,534	-0,100	0,035
5°S;40°W	-0,880	-0,271	-0,031	-0,070		-0,635	-0,534	-0,100	0,035
	-1,395	-0,271	-0,031	-0,070	12,5°S;42,5°W	-0,649	-0,787	-0,102	-0,318
5°S;42,5°W	1,013	1,204	0,318	0,600		-1,211	-0,787	-0,102	-0,318
	0,176	1,204	0,318	0,600	12,5°S;45°W	-0,688	-0,731	-0,111	-0,175
5°S;45°W	1,812	1,089	0,111	0,593		-1,254	-0,731	-0,111	-0,176
	0,797	1,089	0,111	0,593	12,5°S;47,5°W	-0,581	-0,830	-0,125	-0,482
5°S;47,5°W	0,069	1,186	-0,164	0,362		-1,169	-0,830	-0,125	-0,482
	-0,795	1,186	-0,164	0,362	15°S;40°W	-0,529	-0,373	-0,116	-0,035
7,5°S;35°W	-0,214	-0,420	-0,006	-0,040		-0,979	-0,373	-0,116	-0,035
	-0,647	-0,420	-0,006	-0,040	15°S;42,5°W	-0,287	-0,226	-0,029	-0,102
7,5°S;37,5°W	-0,216	-0,256	0,007	0,044		-0,824	-0,226	-0,029	-0,102
	-0,654	-0,256	0,007	0,045	15°S;45°W	-0,134	-0,233	-0,046	-0,037
7,5°S;40°W	-0,302	0,077	0,043	0,381		-0,735	-0,233	-0,046	-0,037
	-0,898	0,077	0,043	0,381	17,5°S;40°W	-0,332	-0,070	-0,085	0,343
7,5°S;42,5°W	0,315	0,237	-0,170	0,499		-0,836	-0,070	-0,085	0,343
	-0,560	0,237	-0,170	0,499	17,5°S;42,5°W	0,013	-0,075	0,005	0,167
7,5°S;45°W	0,639	0,240	-0,104	-0,337		-0,577	-0,075	0,006	0,167
	-0,215	0,240	-0,104	-0,337	N.C.S. 99%	3	1	3	0
7,5°S;47,5°W	0,524	0,013	-0,104	-0,987	N.C.S. 95%	4	7	1	1
	-0,261	0,013	-0,104	-0,987	T.C.S.	7	8	4	1
10°S;37,5°W	0,027	-0,054	0,188	0,258		25,06%	28,64%	14,32%	3,58%
	-0,436	-0,054	0,188	0,258	N.C.T.P.S.	2	2	2	0
10°S;40°W	-0,059	-0,019	-0,020	0,263	N.C.T.N.S	5	6	2	1
	-0,627	-0,019	-0,020	0,264	N.C.T.P.	11	10	9	12
10°S;42,5°W	-0,500	-0,492	-0,129	-0,133	N.C.T.N.	17	18	19	16
	-1,188	-0,492	-0,129	-0,133					

As Tabela 3 e 4 mostram as tendências do índice RX5day para as escala de tempo mensal/anual e sazonal, respectivamente. Ao analisar, o índice RX5day, observa-se que poucas células de grade apresentaram tendência estatisticamente significativa, exceto o mês de abril em que aproximadamente 36% das células apresentaram tendência com significância estatística, sendo que 90% desta foram negativas e 10% positiva. O segundo mês com o maior número de célula de grade com tendência significância estatística foi agosto (Tabela 3). Abril

é o segundo mês mais chuvoso em todo Nordeste, principalmente devido à atuação da ZCIT. Portanto, este resultado mostra um decaimento da atividade da ZCIT na Região Nordeste, de 1971 para 2001, decorrente do maior número de eventos El Niño na segunda metade do período analisado. Anualmente (Tabela 3) o índice RX5day apresentou oito células de grade com tendência estatisticamente significativa (aproximadamente de 29%), sendo que somente duas (em torno de 25%) estão relacionadas a tendências positivas e foram encontradas na porção noroeste da área de estudo, região que abrange o estado do Maranhão, e seis células (aproximadamente 75%) referentes às tendências negativas, distribuídas na parte sul da região nordeste do Brasil, como mostra a figura 3.

Pode-se constatar da Tabela 4 que sazonalmente, o RX5day apresentou comportamento similar ao RX1day, no qual há predominância de tendência negativa, principalmente nas estações do ano: verão, outono e inverno. Nestas estações, as tendências negativas encontram-se distribuídas espacialmente no extremo leste da região nordeste e em parte do estado da Bahia (figura 3). Com relação a tendências positivas, não houve um padrão de homogeneidade em sua distribuição. Este tipo de configuração de certa forma reflete uma diminuição da atuação da ZCIT na estação chuvosa da Região Nordeste. Na primavera, só foi possível identificar apenas uma célula com tendência estatisticamente significativa, localizada no estado do Piauí e com tendência positiva (figura 3). Essa semelhança no comportamento do RX5day com o RX1day é atribuído ao fato de que o RX1day é um subconjunto do RX5day, conforme explica Silva Júnior (2010).

Tabela 3 – Tendências mensal e anual do índice RX5day – maior precipitação observada em cinco dias consecutivos em um mês ou no ano – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	1,982	4,504	4,245	4,777	2,115	2,132	0,316	0,348	0,348	-0,010	0,242	-0,013	5,347
	1,982	4,504	4,245	4,777	2,115	2,132	0,316	0,348	-0,184	-0,010	0,242	-0,013	5,347
2,5°S;47,5°W	1,500	1,750	0,173	1,880	-0,293	0,707	0,459	-0,394	-0,394	-0,161	1,128	0,901	2,506
	1,500	1,750	0,173	1,880	-0,293	0,707	0,459	-0,394	-0,307	-0,161	1,128	0,901	2,506
5°S;37,5°W	-1,444	-4,363	-3,200	-1,675	-1,653	-0,718	-0,661	0,072	0,072	-0,102	-0,054	-0,625	-5,628
	-1,444	-4,363	-3,200	-1,675	-1,653	-0,718	-0,661	0,072	0,027	-0,102	-0,054	-0,625	-5,628
5°S;40°W	-0,697	-4,622	-0,922	1,967	1,072	0,128	-0,179	0,062	0,062	-0,313	0,147	-0,185	-0,885
	-0,697	-4,622	-0,922	1,967	1,072	0,128	-0,179	0,062	-0,018	-0,313	0,147	-0,185	-0,885
5°S;42,5°W	3,327	1,203	0,326	2,893	2,745	0,975	0,467	-0,068	-0,068	0,245	3,489	0,874	2,041
	3,327	1,203	0,326	2,893	2,745	0,975	0,467	-0,068	1,300	0,245	3,489	0,874	2,041
5°S;45°W	6,122	2,274	2,161	1,018	5,928	0,208	1,022	-0,551	-0,551	0,480	2,068	1,332	4,120
	6,122	2,274	2,161	1,018	5,928	0,208	1,022	-0,551	0,422	0,480	2,068	1,332	4,120
5°S;47,5°W	1,556	1,018	1,258	0,877	1,423	0,061	0,714	-2,095	-2,095	0,318	1,473	-0,963	1,245
	1,556	1,018	1,258	0,877	1,423	0,061	0,714	-2,095	0,343	0,318	1,473	-0,963	1,245
7,5°S;35°W	-0,218	-0,690	-0,966	-1,053	-0,751	-0,118	-0,030	0,038	0,038	-0,150	-0,122	-0,489	-2,089
	-0,218	-0,690	-0,966	-1,053	-0,751	-0,118	-0,030	0,038	-0,296	-0,150	-0,122	-0,489	-2,089
7,5°S;37,5°W	0,014	-0,614	-1,223	-1,028	0,080	0,050	-0,011	0,009	0,009	-0,164	0,165	-0,126	-0,971
	0,014	-0,614	-1,223	-1,029	0,080	0,050	-0,011	0,009	0,030	-0,165	0,165	-0,126	-0,126
7,5°S;40°W	0,834	-1,437	1,169	-0,679	1,837	0,156	-0,127	0,054	0,054	0,780	0,888	-0,515	1,244
	0,834	-1,437	1,169	-0,679	1,837	0,156	-0,127	0,054	0,567	0,780	0,888	-0,515	1,244
7,5°S;42,5°W	1,605	-0,663	1,709	-0,377	1,151	0,383	-0,744	-0,200	-0,200	0,307	0,743	2,634	1,231
	1,605	-0,663	1,709	-0,377	1,151	0,383	-0,744	-0,200	0,867	0,307	0,743	2,634	1,231
7,5°S;45°W	2,147	-1,576	-0,900	0,384	1,096	-0,024	-0,128	-0,864	-0,864	-1,435	-0,240	1,505	0,697
	2,147	-1,576	-0,900	0,384	1,096	-0,024	-0,128	-0,864	-0,674	-1,435	-0,240	1,505	0,697
7,5°S;47,5°W	1,702	0,110	-0,461	-0,676	0,179	-0,402	-0,087	-1,447	-1,447	-1,881	-2,198	-2,588	-1,670
	1,702	0,110	-0,461	-0,676	0,179	-0,402	-0,087	-1,447	-1,175	-1,881	-2,198	-2,588	-1,670
10°S;37,5°W	0,266	-0,421	-0,815	0,063	0,442	0,975	0,172	0,272	0,272	-0,151	1,142	0,350	0,132
	0,266	-0,421	-0,815	0,063	0,442	0,975	0,172	0,272	0,388	-0,151	1,142	0,350	0,132
10°S;40°W	-0,098	-0,598	-0,709	-0,889	-0,003	0,114	-0,285	-0,004	-0,004	0,110	1,091	-0,047	-1,305
	-0,098	-0,598	-0,709	-0,889	-0,003	0,114	-0,285	-0,004	0,075	0,110	1,091	-0,048	-1,305

10°S;42,5°W	-1,404	-1,122	-1,232	-1,676	-1,818	0,038	-0,370	-0,100	-0,100	-0,697	0,226	-3,054	-4,250
	-1,404	-1,122	-1,233	-1,676	-1,818	0,038	-0,370	-0,100	-0,189	-0,697	0,226	-3,054	-4,250
10°S;45°W	-0,722	-2,352	-1,486	-1,119	-0,277	0,075	-0,082	-0,286	-0,286	-1,964	-0,846	-1,959	-1,803
	-0,722	-2,352	-1,486	-1,119	-0,277	0,075	-0,082	-0,286	-1,131	-1,964	-0,846	-1,959	-1,803
10°S;47,5°W	-0,128	-1,731	-3,290	-2,454	-0,338	0,050	-0,235	-0,567	-0,567	-1,990	-1,432	-1,719	-3,298
	-0,128	-1,731	-3,290	-2,454	-0,338	0,050	-0,235	-0,567	-0,667	-1,990	-1,432	-1,719	-3,298
12,5°S;37,5°W	0,062	-0,201	-0,146	-0,184	0,533	1,213	-0,036	0,130	0,130	-0,324	0,300	0,260	0,189
	0,062	-0,201	-0,146	-0,184	0,533	1,213	-0,036	0,130	0,273	-0,324	0,300	0,260	0,189
12,5°S;40°W	-0,893	-0,945	-0,631	-1,126	-0,870	-0,179	-0,311	-0,210	-0,210	-0,472	0,955	1,247	0,098
	-0,893	-0,945	-0,631	-1,126	-0,870	-0,179	-0,311	-0,210	-0,384	-0,472	0,955	1,247	0,098
12,5°S;42,5°W	-1,726	-0,423	-2,130	-2,036	-1,090	-0,361	-0,114	-0,123	-0,277	-0,661	-1,251	-1,221	-2,673
	-1,726	-0,423	-2,130	-2,036	-1,090	-0,361	-0,114	-0,123	-0,277	-0,661	-1,251	-1,221	-2,673
12,5°S;45°W	-0,489	-2,628	-1,986	-2,900	0,109	-0,089	-0,122	-0,343	-0,343	-1,544	-0,012	-2,160	-1,673
	-0,489	-2,628	-1,986	-2,900	0,109	-0,089	-0,122	-0,343	-0,536	-1,544	-0,012	-2,160	-1,673
12,5°S;47,5°W	-1,446	-1,718	-2,011	-1,875	-0,964	-0,228	-0,161	-0,465	-0,465	-1,442	-1,082	-1,750	-3,061
	-1,446	-1,718	-2,011	-1,875	-0,964	-0,228	-0,161	-0,465	-0,671	-1,442	-1,082	-1,750	-3,061
15°S;40°W	-1,243	-1,094	-0,119	-1,321	-0,150	-0,242	-0,343	-0,106	-0,106	-0,226	0,505	-0,331	-0,974
	-1,244	-1,094	-0,119	-1,321	-0,150	-0,242	-0,343	-0,106	-0,805	-0,226	0,505	-0,331	-0,974
15°S;42,5°W	-0,814	-1,371	0,466	-1,804	-0,202	0,019	0,037	-0,119	-0,119	-1,422	0,348	0,159	-0,591
	-0,814	-1,371	0,467	-1,804	-0,202	0,019	0,037	-0,119	0,168	-1,422	0,348	0,159	-0,591
15°S;45°W	-0,867	-0,281	-0,154	-1,789	-0,119	-0,378	-0,121	0,048	0,048	0,061	-0,210	-1,194	-0,666
	-0,867	-0,281	-0,154	-1,789	-0,119	-0,378	-0,121	0,048	-0,001	0,061	-0,210	-1,194	-0,666
17,5°S;40°W	-0,386	-0,801	-0,033	-0,868	0,675	-0,215	-0,125	-0,198	-0,198	-0,323	1,320	-0,347	0,452
	-0,386	-0,801	-0,033	-0,868	0,675	-0,215	-0,125	-0,198	-0,174	-0,323	1,320	-0,348	0,452
17,5°S;42,5°W	-0,405	-0,437	0,546	-1,159	0,285	-0,109	-0,182	-0,063	-0,063	-0,178	0,739	0,050	-0,074
	-0,405	-0,437	0,546	-1,159	0,285	-0,109	-0,182	-0,182	-0,063	-0,178	0,739	0,050	-0,074
N.C.S. 99%	1	1	2	3	1	0	0	3	0	0	1	0	5
N.C.S. 95%	0	5	3	7	1	3	4	3	2	1	1	0	3
T.C.S.	1	6	5	10	2	3	4	6	2	1	2	0	8
	3,58%	21,48%	17,90%	35,80%	7,16%	10,74%	14,32%	21,48%	7,16%	3,58%	7,16%	0%	28,64%
N.C.T.P.S.	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	2	0	2
N.C.T.N.S	0	5	4	9	0	0	3	5	1	1	0	0	6
N.C.T.P.	12	6	9	8	15	16	7	9	9	7	18	10	12
N.C.T.N.	16	22	19	20	13	12	21	19	19	21	10	18	16

Tabela 4 – Tendências sazonais do índice RX5day – maior precipitação observada em cinco dias consecutivos – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e em azul 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10°S;45°W	-1,499	-0,961	-0,098	-1,314
2,5°S;45°W	2,057	3,713	0,932	0,016		-2,364	-0,961	-0,098	-1,314
	0,933	3,713	0,932	0,016	10°S;47,5°W	-1,181	-2,027	-0,251	-1,363
2,5°S;47,5°W	1,347	0,587	0,257	0,220		-1,838	-2,027	-0,251	-1,363
	0,163	0,587	0,257	0,220	12,5°S;37,5°W	0,005	0,068	0,436	0,083
5°S;37,5°W	-2,214	-2,176	-0,435	-0,043		-0,608	0,068	0,436	0,083
	-2,652	-2,176	-0,436	-0,043	12,5°S;40°W	-0,302	-0,876	-0,233	0,033
5°S;40°W	-2,038	0,706	0,003	-0,061		-0,939	-0,876	-0,233	0,033
	-2,693	0,706	0,003	-0,061	12,5°S;42,5°W	-1,089	-1,752	-0,199	-0,730
5°S;42,5°W	1,744	1,988	0,458	1,678		-1,886	-1,752	-0,199	-0,730
	0,375	1,988	0,458	1,678	12,5°S;45°W	-1,701	-1,592	-0,185	-0,697
5°S;45°W	3,476	3,036	0,226	0,990		-2,531	-1,592	-0,185	-0,697
	1,896	3,036	0,226	0,990	12,5°S;47,5°W	-1,467	-1,617	-0,284	-1,065
5°S;47,5°W	0,498	1,186	-0,440	0,711		-2,195	-1,617	-0,284	-1,065
	-0,809	1,186	-0,440	0,711	15°S;40°W	-0,888	-0,530	-0,230	-0,175
7,5°S;35°W	-0,602	-0,923	-0,037	-0,189		-1,469	-0,530	-0,230	-0,175
	-1,072	-0,923	-0,037	-0,189	15°S;42,5°W	-0,612	-0,513	-0,021	-0,302
7,5°S;37,5°W	-0,326	-0,724	0,016	0,010		-1,325	-0,513	-0,021	-0,302
	-0,838	-0,724	0,016	0,010	15°S;45°W	-0,502	-0,687	-0,150	-0,050
7,5°S;40°W	-0,464	0,775	0,028	0,745		-1,370	-0,687	-0,150	-0,050
	-1,294	0,775	0,028	0,745	17,5°S;40°W	-0,818	-0,075	-0,179	0,274
7,5°S;42,5°W	1,495	0,828	-0,187	0,639		-1,489	-0,075	-0,179	0,274
	0,010	0,828	-0,187	0,639	17,5°S;42,5°W	-0,355	-0,110	-0,118	0,157
7,5°S;45°W	1,006	0,193	-0,338	-0,783		-1,157	-0,110	-0,118	0,157
	-0,330	0,193	-0,338	-0,783	N.C.S. 99%	3	1	2	1
7,5°S;47,5°W	0,034	-0,319	-0,645	-1,751	N.C.S. 95%	5	6	5	0
	-1,070	-0,319	-0,645	-1,751	T.C.S.	8	7	7	1
10°S;37,5°W	0,002	-0,103	0,473	0,460		28,64%	25,06%	25,06%	3,58%
	-0,522	-0,103	0,473	0,460	N.C.T.P.S.	2	2	2	1
10°S;40°W	-0,234	-0,533	-0,058	0,425	N.C.T.N.S	6	5	5	0
	-0,999	-0,533	-0,058	0,425	N.C.T.P.	10	10	9	14
10°S;42,5°W	-1,915	-1,576	-0,144	-0,220	N.C.T.N.	18	18	19	14
	-2,826	-1,576	-0,144	-0,220					

5.2. ANÁLISE DOS ÍNDICES REFERENTES À TEMPERATURA DO AR

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentadas as tendências do índice TXx nas escala de tempo mensal/anual e sazonal, respectivamente. Na Tabela 5, observa-se que todas as células com tendência estatisticamente significativa mostram inclinação positiva, ou seja, aumento de

TXx. O mês que apresentou o menor número de célula com tendência com significância estatística foi março com aproximadamente 18% das células, enquanto agosto e setembro foram os meses com maior número de células com tendências estatisticamente significativas aproximadamente em torno de 68% das células. Março é o mês mais chuvoso no Nordeste do Brasil e agosto e setembro é período seco na maior parte do Nordeste. Portanto, pode ser conjecturado que a umidade do ar seja um fator importante no aumento ou diminuição das temperaturas máximas diárias. Anualmente 17 células apresentaram significância estatística (aproximadamente 61%). O número de células com tendências positivas anuais foram 26 no total, das quais 17 foram estatisticamente significativas, quanto às células de grade com tendências negativas foram duas, mas não apresentaram significância estatística. O comportamento anual do índice TXx demonstrou uma tendência positiva, ou seja, um aumento significativo do máximo valor mensal das temperaturas máximas diárias ao longo dos anos observados.

A Tabela 6 mostra o comportamento sazonal do índice TXx, no qual observou-se que em todas as estações do ano houve predomínio de células de grade com tendência positiva. Tanto no verão como no outono, a distribuição espacial destes índices estendeu-se desde o norte do Maranhão até o norte da Bahia, e num ponto no extremo leste do nordeste, como mostra figura 3. No inverno, este padrão de distribuição sofreu pouca alteração, já na primavera, grande parte da área de estudo apresentou um aumento das temperaturas máximas diárias na região de estudo. O inverno foi a estação do ano com o menor número de célula com tendência positiva estatisticamente significativa e a primavera foi a que apresentou o maior número. O inverno é a estação do ano mais fria no Nordeste, até mesmo no Semiárido e Meio Norte. Enquanto, a primavera é a estação mais quente em grandes áreas do Nordeste e nas demais é a segunda mais quente.

Tabela 5 – Tendências mensal e anual do índice TXx – maiores valores mensais e anuais da temperatura máxima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	0,032	0,052	0,034	0,019	0,070	0,023	0,015	0,037	0,037	0,062	0,056	0,067	0,052
	0,032	0,052	0,034	0,019	0,070	0,023	0,015	0,037	0,077	0,062	0,056	0,067	0,052
2,5°S;47,5°W	0,023	0,061	0,058	0,053	0,056	0,027	0,034	0,047	0,047	0,026	0,019	0,048	0,031
	0,023	0,061	0,058	0,053	0,056	0,027	0,034	0,047	0,055	0,026	0,019	0,048	0,032
5°S;37,5°W	0,023	0,063	0,070	0,033	0,072	0,075	0,060	0,035	0,033	0,041	0,031	0,045	0,029
	0,023	0,063	0,071	0,033	0,072	0,075	0,060	0,035	0,033	0,041	0,031	0,045	0,029
5°S;40°W	0,028	0,076	0,059	-0,006	0,059	0,067	0,076	0,056	0,075	0,065	0,034	0,082	0,044
	0,028	0,076	0,059	-0,006	0,059	0,067	0,076	0,056	0,075	0,065	0,034	0,082	0,044
5°S;42,5°W	-0,015	0,053	0,020	0,006	0,036	0,017	0,035	0,040	0,040	0,038	0,001	0,035	0,022
	-0,015	0,053	0,020	0,006	0,036	0,017	0,035	0,040	0,029	0,038	0,001	0,036	0,023
5°S;45°W	0,045	0,049	0,022	0,035	0,051	0,026	0,057	0,081	0,023	0,078	0,070	0,089	0,056
	0,045	0,049	0,022	0,035	0,051	0,026	0,057	0,081	0,023	0,078	0,070	0,089	0,056
5°S;47,5°W	0,057	0,055	0,034	0,054	0,050	0,045	0,061	0,084	0,112	0,098	0,083	0,060	0,085
	0,057	0,055	0,034	0,054	0,050	0,045	0,061	0,084	0,112	0,098	0,083	0,060	0,085
7,5°S;35°W	0,046	0,051	0,034	-0,001	0,004	0,016	-0,003	0,004	0,043	0,025	0,022	0,025	0,038
	0,046	0,051	0,034	-0,001	0,004	0,016	-0,003	0,004	0,043	0,025	0,022	0,025	0,038
7,5°S;37,5°W	0,050	0,087	0,068	0,026	0,068	0,039	0,038	0,035	0,062	0,065	0,033	0,040	0,026
	0,050	0,087	0,068	0,026	0,068	0,039	0,038	0,035	0,062	0,065	0,033	0,040	0,026
7,5°S;40°W	-0,010	0,021	0,023	0,040	0,061	0,012	0,042	0,035	0,052	0,068	0,030	0,042	0,044
	-0,010	0,021	0,023	0,040	0,061	0,012	0,042	0,035	0,052	0,068	0,030	0,042	0,044
7,5°S;42,5°W	0,009	0,031	0,016	0,040	0,028	0,003	0,019	0,032	0,032	0,020	0,019	0,037	0,015
	0,009	0,031	0,016	0,040	0,028	0,003	0,019	0,032	0,019	0,020	0,019	0,037	0,015
7,5°S;45°W	0,049	0,041	0,009	0,013	0,021	0,029	0,020	0,018	0,055	0,084	0,075	0,032	0,044
	0,050	0,041	0,009	0,013	0,021	0,029	0,020	0,018	0,055	0,084	0,075	0,032	0,044
7,5°S;47,5°W	0,042	0,047	0,032	0,011	0,032	0,045	0,047	0,069	0,076	0,081	0,069	0,048	0,058
	0,042	0,047	0,032	0,011	0,033	0,045	0,047	0,069	0,076	0,081	0,069	0,048	0,058
10°S;37,5°W	0,023	0,049	0,026	0,025	0,055	0,004	-0,005	-0,023	-0,023	0,046	0,020	-0,005	-0,002
	0,023	0,049	0,026	0,025	0,055	0,004	-0,005	-0,023	0,000	0,046	0,020	-0,005	-0,002
10°S;40°W	0,027	0,083	0,035	0,085	0,109	0,016	0,025	0,001	0,001	0,078	0,037	0,015	0,045
	0,027	0,083	0,035	0,085	0,109	0,016	0,025	0,001	0,038	0,078	0,037	0,015	0,045

10°S;42,5°W	0,018	0,071	0,043	0,085	0,086	0,026	0,008	0,007	0,007	0,044	0,033	0,016	0,029
	0,018	0,071	0,043	0,085	0,086	0,026	0,008	0,007	0,024	0,044	0,033	0,016	0,029
10°S;45°W	0,033	0,059	0,026	0,041	0,053	0,026	-0,001	-0,008	-0,008	0,055	0,063	0,018	0,040
	0,033	0,059	0,026	0,041	0,053	0,026	-0,001	-0,008	0,028	0,055	0,063	0,018	0,040
10°S;47,5°W	0,054	0,042	0,057	0,034	0,027	0,026	0,015	0,006	0,006	0,059	0,069	0,061	0,028
	0,054	0,042	0,057	0,034	0,027	0,026	0,015	0,006	0,039	0,059	0,069	0,061	0,028
12,5°S;37,5°W	0,008	0,006	0,002	0,002	0,026	0,006	0,003	-0,010	-0,010	-0,008	-0,003	-0,016	-0,004
	0,008	0,006	0,002	0,002	0,026	0,006	0,003	-0,010	0,007	-0,008	-0,003	-0,016	-0,004
12,5°S;40°W	0,052	0,107	0,032	0,072	0,102	0,037	0,041	0,018	0,018	0,095	0,035	-0,012	0,038
	0,052	0,107	0,032	0,072	0,102	0,037	0,041	0,018	0,079	0,095	0,035	-0,012	0,038
12,5°S;42,5°W	0,073	0,146	0,048	0,106	0,117	0,065	0,050	0,033	0,033	0,144	0,074	0,029	0,100
	0,073	0,146	0,048	0,106	0,117	0,065	0,050	0,033	0,087	0,144	0,074	0,029	0,100
12,5°S;45°W	0,060	0,092	0,078	0,106	0,102	0,057	0,044	0,022	0,022	0,080	0,086	0,026	0,042
	0,060	0,092	0,078	0,106	0,102	0,057	0,044	0,022	0,045	0,080	0,086	0,026	0,042
12,5°S;47,5°W	0,037	0,040	0,085	0,078	0,080	0,067	0,058	0,017	0,017	0,098	0,084	0,058	0,066
	0,037	0,040	0,085	0,079	0,080	0,067	0,058	0,018	0,072	0,098	0,084	0,058	0,066
15°S;40°W	0,038	0,097	0,018	0,047	0,092	0,033	0,019	0,020	0,020	0,095	0,095	0,011	0,049
	0,038	0,097	0,018	0,047	0,092	0,034	0,019	0,020	0,069	0,095	0,095	0,011	0,049
15°S;42,5°W	0,049	0,141	0,038	0,094	0,122	0,048	0,064	0,036	0,036	0,137	0,089	0,026	0,096
	0,049	0,141	0,038	0,094	0,122	0,048	0,064	0,036	0,114	0,137	0,089	0,026	0,096
15°S;45°W	0,089	0,132	0,050	0,129	0,122	0,061	0,072	0,018	0,092	0,098	0,118	0,048	0,084
	0,089	0,132	0,050	0,129	0,122	0,061	0,072	0,018	0,092	0,098	0,118	0,048	0,084
17,5°S;40°W	0,044	0,111	0,040	0,065	0,088	0,081	0,050	0,026	0,026	0,085	0,049	0,020	0,062
	0,044	0,111	0,040	0,065	0,088	0,081	0,050	0,026	0,098	0,085	0,049	0,020	0,062
17,5°S;42,5°W	0,079	0,125	0,056	0,088	0,132	0,084	0,088	0,044	0,044	0,128	0,073	0,007	0,119
	0,079	0,126	0,057	0,088	0,132	0,084	0,088	0,044	0,142	0,128	0,073	0,007	0,119
N.C.S. 99%	3	8	3	8	13	7	6	5	11	15	4	7	14
N.C.S. 95%	4	9	2	5	5	5	6	4	8	4	9	3	3
T.C.S.	7	17	5	13	18	12	12	9	19	19	13	10	17
	25,06%	60,86%	17,90%	46,54%	64,44%	42,96%	42,96%	32,20%	68,02%	68,02%	46,54%	35,80%	60,86%
N.C.T.P.S.	7	17	5	13	18	12	12	9	19	15	13	10	17
N.C.T.N.S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.T.P.	26	28	28	26	28	28	25	25	25	27	27	25	26
N.C.T.N.	2	0	0	2	0	0	3	3	3	1	1	3	2

Tabela 6 – Tendências sazonais do índice TXx, maiores valores sazonais da temperatura máxima – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10°S;45°W	0,028	0,040	0,006	0,049
2,5°S;45°W	0,051	0,041	0,025	0,065		-0,508	0,040	0,006	0,049
	-0,484	0,041	0,025	0,065	10°S;47,5°W	0,045	0,039	0,016	0,055
2,5°S;47,5°W	0,041	0,055	0,039	0,033		-0,491	0,039	0,016	0,055
	-0,488	0,055	0,039	0,033	12,5°S;37,5°W	-0,003	0,010	0,000	-0,001
5°S;37,5°W	0,037	0,058	0,056	0,035		-0,526	0,010	0,000	-0,001
	-0,509	0,058	0,057	0,035	12,5°S;40°W	0,046	0,069	0,032	0,070
5°S;40°W	0,060	0,037	0,066	0,058		-0,487	0,069	0,032	0,070
	-0,485	0,037	0,066	0,058	12,5°S;42,5°W	0,081	0,090	0,049	0,102
5°S;42,5°W	0,018	0,021	0,031	0,023		-0,458	0,090	0,049	0,102
	-0,518	0,021	0,031	0,023	12,5°S;45°W	0,052	0,095	0,041	0,070
5°S;45°W	0,060	0,036	0,055	0,057		-0,485	0,095	0,041	0,070
	-0,472	0,036	0,055	0,057	12,5°S;47,5°W	0,035	0,081	0,047	0,085
5°S;47,5°W	0,053	0,046	0,063	0,097		-0,499	0,081	0,047	0,085
	-0,477	0,046	0,063	0,097	15°S;40°W	0,045	0,052	0,024	0,067
7,5°S;35°W	0,038	0,012	0,006	0,030		-0,488	0,052	0,024	0,067
	-0,496	0,013	0,006	0,030	15°S;42,5°W	0,064	0,085	0,049	0,113
7,5°S;37,5°W	0,059	0,054	0,038	0,053		-0,471	0,085	0,049	0,113
	-0,485	0,054	0,038	0,053	15°S;45°W	0,084	0,100	0,050	0,102
7,5°S;40°W	0,016	0,041	0,030	0,050		-0,458	0,100	0,050	0,102
	-0,524	0,041	0,030	0,050	17,5°S;40°W	0,056	0,065	0,052	0,078
7,5°S;42,5°W	0,013	0,028	0,018	0,019		-0,488	0,065	0,052	0,078
	-0,519	0,028	0,018	0,019	17,5°S;42,5°W	0,068	0,092	0,072	0,114
7,5°S;45°W	0,028	0,014	0,022	0,071		-0,471	0,092	0,072	0,114
	-0,503	0,014	0,022	0,071	N.C.S. 99%	8	13	6	20
7,5°S;47,5°W	0,040	0,025	0,054	0,075					
	-0,495	0,025	0,054	0,075	N.C.S. 95%	9	4	8	2
10°S;37,5°W	0,021	0,035	-0,008	0,022					
	-0,519	0,035	-0,008	0,022	T.C.S.	17	17	14	22
10°S;40°W	0,037	0,076	0,014	0,051		60,86%	60,86%	50,12%	75,76%
	-0,501	0,076	0,014	0,051	N.C.T.P.S.	17	17	14	22
10°S;42,5°W	0,027	0,071	0,013	0,034					
	-0,508	0,071	0,013	0,034	N.C.T.N.S	0	0	0	0
					N.C.T.P.	27	28	26	27
					N.C.T.N.	1	0	2	1

As Tabelas 7 e 8 mostram as tendências em escala de tempo mensal/anual e sazonal do índice TNx, respectivamente. Da Tabela 7 observa-se que todas as células com inclinação estatisticamente significativa apresentaram tendências positivas. O mês que apresentou o menor número de célula com tendências significativas foi julho, apenas cinco células

(aproximadamente 18%), seguido de março com oito células (~29%). Enquanto, o mês com o maior número de células com tendência com significância estatística foi maio, 23 células (~82%), seguindo por dezembro com 20 células (~72%). Julho é o mês com menores temperaturas mínimas mensais no Nordeste e dezembro é o mês com as maiores. Maio é o mês que a temperatura mínima registra a segunda maior queda em relação ao mês anterior (abril), a maior queda é do próprio mês de maio para junho, ou seja, maio é o mês de transição entre o grande período quente (de outubro a abril) e o curto período menos quente de junho a agosto. Verificou-se que anualmente predominou a tendência positiva (aumento) com 14 células significantes estatisticamente, de um total de 26 que apresentaram tendência positiva. Quanto às tendências negativas, estas foram observadas em apenas duas células, mas sem significância estatística.

Da Tabela 8, que apresenta as tendências sazonal o índice TNx, verifica-se que todas as células com tendências estatisticamente significativa apresentaram inclinação positiva. No verão todas as células de grade apresentaram tendências positivas (Tabela 8), até mesmo as que não indicaram significância estatística, as que foram estatisticamente significativas localizaram-se em maior número no estado da Bahia (figura 3). No outono observou-se o mesmo comportamento apresentado no verão, com apenas uma célula com tendência negativa, mas sem significância estatística. No inverno e na primavera a maioria das células apresentaram tendências positivas com exceção de duas, no inverno e quatro na primavera, mas sem significância estatística. De modo geral, constatou-se que anualmente e sazonalmente o índice TNx apresentou tendências positivas (aumento), indicando um padrão de elevação das máximas temperaturas mínimas sobre a Região Nordeste do Brasil.

Tabela 7 – Tendências mensal e anual do índice TNx – maiores valores mensais e anuais da temperatura mínima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	0,029	0,017	0,020	0,010	0,030	0,015	0,030	0,026	0,026	0,046	0,048	0,051	0,045
	0,029	0,017	0,020	0,010	0,031	0,015	0,030	0,026	0,033	0,046	0,048	0,051	0,045
2,5°S;47,5°W	0,021	0,016	0,021	0,011	0,021	0,029	0,033	0,021	0,020	0,021	0,016	0,021	0,021
	0,021	0,016	0,021	0,011	0,021	0,029	0,033	0,021	0,020	0,021	0,016	0,021	0,021
5°S;37,5°W	0,017	0,043	0,044	0,035	0,051	0,054	0,043	0,022	0,022	0,009	0,018	0,031	0,026
	0,017	0,043	0,044	0,035	0,051	0,054	0,043	0,022	0,008	0,010	0,018	0,031	0,026
5°S;40°W	0,025	0,031	0,017	0,000	0,035	0,053	0,061	0,051	0,052	0,062	0,049	0,079	0,057
	0,025	0,031	0,017	0,000	0,035	0,053	0,061	0,051	0,052	0,062	0,049	0,079	0,057
5°S;42,5°W	0,006	0,019	0,009	0,009	0,028	0,015	0,024	0,040	0,040	-0,004	0,003	0,022	0,008
	0,006	0,019	0,009	0,009	0,028	0,015	0,024	0,040	-0,001	-0,005	0,003	0,022	0,008
5°S;45°W	0,027	0,025	0,026	0,018	0,032	0,018	0,014	0,053	0,023	0,021	0,035	0,040	0,028
	0,027	0,025	0,026	0,018	0,032	0,018	0,014	0,053	0,023	0,021	0,035	0,040	0,028
5°S;47,5°W	0,015	0,017	0,007	0,014	0,023	0,015	0,011	0,035	0,035	0,012	0,025	0,031	0,029
	0,015	0,017	0,007	0,014	0,023	0,015	0,011	0,035	0,023	0,012	0,025	0,031	0,029
7,5°S;35°W	0,014	0,022	0,009	0,010	0,022	0,013	0,014	0,015	0,017	-0,003	0,014	0,016	0,009
	0,014	0,022	0,009	0,010	0,022	0,013	0,014	0,015	0,017	-0,003	0,014	0,016	0,009
7,5°S;37,5°W	0,024	0,052	0,050	0,021	0,040	0,017	0,036	-0,001	-0,001	0,012	0,029	0,043	0,033
	0,024	0,052	0,050	0,021	0,040	0,017	0,036	-0,001	0,018	0,012	0,029	0,043	0,033
7,5°S;40°W	-0,017	0,018	0,018	0,029	0,043	0,014	0,048	0,000	0,007	0,045	0,021	0,051	0,048
	-0,017	0,018	0,018	0,029	0,043	0,014	0,048	0,000	0,007	0,045	0,021	0,051	0,048
7,5°S;42,5°W	0,015	0,019	0,012	0,029	0,018	0,033	0,038	0,041	0,041	0,008	0,021	0,052	0,011
	0,015	0,019	0,012	0,029	0,018	0,033	0,038	0,041	0,023	0,008	0,021	0,052	0,011
7,5°S;45°W	0,026	0,015	0,009	0,016	0,012	0,016	0,022	0,030	0,030	0,015	0,032	0,039	0,022
	0,027	0,015	0,009	0,016	0,012	0,016	0,022	0,030	0,035	0,015	0,032	0,039	0,022
7,5°S;47,5°W	0,019	0,015	0,001	0,016	0,007	0,026	0,011	0,078	0,071	0,020	0,027	0,026	0,064
	0,019	0,015	0,001	0,016	0,007	0,026	0,011	0,078	0,071	0,020	0,027	0,026	0,064
10°S;37,5°W	-0,010	0,015	0,021	0,012	0,021	0,011	0,002	0,002	0,002	-0,009	0,008	0,033	0,007
	-0,010	0,015	0,021	0,012	0,021	0,011	0,002	0,002	-0,012	-0,009	0,008	0,033	0,007
10°S;40°W	-0,020	0,049	0,022	0,042	0,048	0,020	0,008	-0,014	-0,014	0,016	-0,008	-0,001	-0,001
	-0,020	0,049	0,022	0,042	0,048	0,020	0,008	-0,014	0,001	0,016	-0,009	-0,001	-0,001

10°S;42,5°W	0,004	0,053	0,026	0,070	0,053	0,039	0,030	-0,007	-0,007	-0,002	0,018	0,032	0,005
	0,004	0,053	0,026	0,070	0,053	0,039	0,030	-0,007	0,012	-0,002	0,018	0,032	0,005
10°S;45°W	0,009	0,020	0,010	0,044	0,033	0,038	0,013	-0,026	-0,026	0,000	0,012	0,038	0,002
	0,009	0,020	0,010	0,044	0,033	0,038	0,013	-0,027	-0,002	0,000	0,012	0,038	0,002
10°S;47,5°W	0,004	0,011	-0,010	-0,003	-0,001	-0,009	-0,050	-0,002	-0,002	-0,008	0,025	0,039	-0,010
	0,004	0,011	-0,010	-0,003	-0,001	-0,009	-0,050	-0,002	-0,022	-0,008	0,025	0,039	-0,010
12,5°S;37,5°W	0,007	0,009	0,017	0,013	0,027	0,019	0,013	0,011	0,011	-0,011	0,003	0,006	0,011
	0,007	0,010	0,017	0,013	0,027	0,019	0,013	0,011	0,000	-0,011	0,003	0,006	0,011
12,5°S;40°W	0,018	0,031	0,011	0,013	0,016	0,003	-0,009	0,007	0,007	0,019	0,015	0,005	0,009
	0,018	0,031	0,011	0,013	0,016	0,003	-0,010	0,007	-0,001	0,019	0,015	0,005	0,009
12,5°S;42,5°W	0,067	0,080	0,043	0,072	0,076	0,040	0,013	0,011	0,011	0,075	0,062	0,033	0,074
	0,068	0,080	0,043	0,072	0,076	0,040	0,013	0,011	0,009	0,075	0,062	0,033	0,074
12,5°S;45°W	0,032	0,049	0,056	0,072	0,078	0,062	0,037	0,024	0,024	0,057	0,060	0,045	0,033
	0,032	0,050	0,056	0,072	0,078	0,062	0,037	0,024	0,065	0,057	0,060	0,045	0,033
12,5°S;47,5°W	0,032	0,034	0,012	0,044	0,047	0,020	0,001	-0,001	-0,001	0,034	0,024	0,050	0,000
	0,033	0,034	0,012	0,044	0,047	0,020	0,001	-0,001	0,003	0,034	0,024	0,050	0,000
15°S;40°W	0,018	0,038	0,022	0,021	0,036	0,001	-0,004	-0,003	-0,003	0,014	0,017	0,028	0,029
	0,018	0,038	0,022	0,021	0,036	0,001	-0,004	-0,003	0,007	0,014	0,018	0,028	0,029
15°S;42,5°W	0,062	0,105	0,035	0,068	0,060	0,023	0,014	0,029	0,029	0,071	0,052	0,048	0,082
	0,062	0,105	0,035	0,068	0,060	0,023	0,014	0,029	0,040	0,071	0,052	0,048	0,082
15°S;45°W	0,057	0,094	0,049	0,080	0,072	0,047	0,051	0,062	0,082	0,094	0,054	0,047	0,079
	0,057	0,094	0,049	0,080	0,072	0,047	0,051	0,062	0,082	0,094	0,054	0,047	0,079
17,5°S;40°W	0,024	0,062	0,021	0,040	0,059	0,034	0,018	0,022	0,031	0,030	0,012	0,042	0,061
	0,024	0,062	0,021	0,040	0,059	0,034	0,018	0,022	0,031	0,030	0,012	0,042	0,061
17,5°S;42,5°W	0,054	0,083	0,025	0,051	0,076	0,045	0,051	0,053	0,067	0,070	0,048	0,034	0,054
	0,054	0,083	0,025	0,051	0,076	0,045	0,051	0,053	0,067	0,070	0,048	0,034	0,054
N.C.S. 99%	6	6	3	9	11	5	3	5	6	5	5	9	9
N.C.S. 95%	4	7	5	4	12	6	2	6	4	5	7	11	5
T.C.S.	10	13	8	13	23	11	5	11	10	10	12	20	14
	35,80%	46,54%	28,64%	46,54%	82,34%	39,38%	17,90%	39,38%	35,80%	35,80%	42,96%	71,60%	50,12%
N.C.T.P.S.	10	13	8	13	23	11	5	11	10	10	12	20	14
N.C.T.N.S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.T.P.	25	28	27	27	27	27	25	20	21	21	27	27	26
N.C.T.N.	3	0	1	1	1	1	3	8	7	7	1	1	2

Tabela 8 – Tendências sazonais do índice TNx – maiores valores sazonais da temperatura mínima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera					
					10°S;45°W	0,010	0,029	0,008	0,003
2,5°S;45°W	0,030	0,020	0,024	0,042		-0,485	0,029	0,008	0,003
	-0,475	0,020	0,024	0,042	10°S;47,5°W	0,011	-0,005	-0,020	-0,002
2,5°S;47,5°W	0,017	0,017	0,027	0,019		-0,487	-0,005	-0,020	-0,002
	-0,484	0,018	0,027	0,019	12,5°S;37,5°W	0,005	0,019	0,014	-0,003
5°S;37,5°W	0,027	0,043	0,040	0,012		-0,508	0,019	0,014	-0,003
	-0,483	0,043	0,040	0,012	12,5°S;40°W	0,018	0,013	0,000	0,011
5°S;40°W	0,039	0,018	0,055	0,054		-0,481	0,013	0,000	0,011
	-0,463	0,018	0,055	0,054	12,5°S;42,5°W	0,055	0,063	0,021	0,049
5°S;42,5°W	0,012	0,015	0,026	-0,001		-0,445	0,064	0,021	0,049
	-0,490	0,016	0,026	-0,001	12,5°S;45°W	0,034	0,069	0,041	0,061
5°S;45°W	0,030	0,025	0,029	0,026		-0,460	0,069	0,041	0,061
	-0,474	0,025	0,029	0,026	12,5°S;47,5°W	0,032	0,034	0,007	0,020
5°S;47,5°W	0,020	0,015	0,020	0,020		-0,468	0,034	0,007	0,020
	-0,481	0,015	0,020	0,020	15°S;40°W	0,029	0,026	-0,002	0,013
7,5°S;35°W	0,014	0,014	0,014	0,009		-0,472	0,026	-0,002	0,013
	-0,490	0,014	0,014	0,009	15°S;42,5°W	0,066	0,054	0,022	0,054
7,5°S;37,5°W	0,038	0,037	0,017	0,019		-0,433	0,054	0,022	0,054
	-0,468	0,037	0,017	0,019	15°S;45°W	0,057	0,067	0,053	0,077
7,5°S;40°W	0,012	0,030	0,021	0,024		-0,441	0,067	0,053	0,077
	-0,490	0,030	0,021	0,024	17,5°S;40°W	0,041	0,040	0,025	0,024
7,5°S;42,5°W	0,015	0,020	0,037	0,017		-0,464	0,040	0,025	0,024
	-0,484	0,020	0,038	0,017	17,5°S;42,5°W	0,053	0,051	0,050	0,062
7,5°S;45°W	0,016	0,012	0,022	0,027		-0,445	0,051	0,050	0,062
	-0,483	0,012	0,022	0,027	N.C.S. 99%	6	13	7	11
7,5°S;47,5°W	0,017	0,008	0,038	0,039	N.C.S. 95%	7	5	5	0
	-0,482	0,008	0,038	0,039	T.C.S.	13	18	12	11
10°S;37,5°W	0,010	0,018	0,005	-0,004		46,54%	64,44%	42,96%	39,38%
	-0,495	0,018	0,005	-0,004	N.C.T.P.S.	13	18	12	11
10°S;40°W	0,005	0,037	0,00479	0,003	N.C.T.N.S	0	0	0	0
	-0,495	0,037	0,0048	0,003	N.C.T.P.	28	27	26	24
10°S;42,5°W	0,019	0,049	0,020	0,009	N.C.T.N.	0	1	2	4
	-0,479	0,049	0,020	0,009					

A Tabela 9 apresenta as tendências mensais e anuais do índice TXn, menor temperatura máxima em um mês ou no ano, conforme a escala de tempo. De um modo geral, poucas células apresentaram tendências estatisticamente significativas quase todas com inclinação positiva, apenas uma célula no mês de agosto tendência negativa estatisticamente

significativa. O mês com o maior número de célula com tendência com significância estatística foi fevereiro, 13 células (~47%), e o menor foi novembro, com apenas uma. Para os valores anuais observou-se apenas duas células com tendência estatisticamente significativa (Tabela 9), ambas com inclinação positiva. Do total de 28 células 25 apresentaram tendências positivas e apenas três negativas sem significância estatística. Isto mostra um discreto aumento da menor temperatura máxima anual, mas mesmo assim não é possível afirmar categoricamente que ocorreu um aumento, pois apenas 7% das células de grade analisadas apresentaram tendência de aumento com confiabilidade estatística.

Ao analisar o comportamento sazonal do índice TXn (Tabela 10), observou-se que, diferentemente das tendências mensais e anual, as sazonais, com exceção da primavera, apresentaram um número relativamente elevado de tendências positivas com significância estatística. O verão, outono e inverno apresentaram tendências positivas (aumento) principalmente na porção sul da Região Nordeste, pois pode ser notado que nessas estações do ano há um padrão homogêneo de elevação das mínimas temperaturas máximas.

Tabela 9 – Tendências mensal e anual do índice TXn – menores valores mensais e anuais da temperatura máxima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	0,012	-0,009	-0,013	0,000	0,045	0,032	0,006	0,029	0,029	0,042	-0,006	0,014	-0,018
	0,0124	-0,0092	-0,0129	-0,0004	0,0446	0,0321	0,0058	0,0287	0,0534	0,0418	-0,0059	0,0142	-0,0182
2,5°S;47,5°W	0,050	0,030	0,018	0,019	0,058	0,072	0,041	0,041	0,041	0,056	0,028	0,066	0,022
	0,050	0,030	0,018	0,020	0,058	0,072	0,041	0,041	0,050	0,056	0,028	0,066	0,022
5°S;37,5°W	-0,019	0,086	0,033	0,040	0,062	0,053	0,097	0,049	0,049	0,077	0,022	0,084	0,053
	-0,0187	0,0862	0,0331	0,0401	0,0623	0,0533	0,0968	0,0493	0,069	0,0773	0,0223	0,0839	0,0527
5°S;40°W	0,040	0,075	0,003	0,026	0,054	0,060	0,116	0,055	0,055	0,060	0,042	0,091	0,040
	0,0398	0,0748	0,0031	0,0256	0,0545	0,0601	0,1164	0,0551	0,1051	0,06	0,0425	0,0425	0,0405
5°S;42,5°W	0,016	0,028	0,001	0,023	0,015	0,018	0,039	0,047	0,047	0,009	-0,043	-0,033	0,011
	0,0155	0,0282	0,0008	0,0232	0,0155	0,0181	0,0385	0,0472	0,0206	0,0093	-0,0431	-0,0331	0,0115
5°S;45°W	-0,009	0,017	0,026	0,043	-0,013	0,035	0,003	0,086	0,086	0,021	0,036	0,012	0,007
	-0,009	0,0166	0,0264	0,042	-0,0127	0,0345	0,0031	0,0858	0,0204	0,0208	0,036	0,0123	0,0068
5°S;47,5°W	0,027	0,072	0,050	0,044	0,039	0,057	0,043	0,135	0,135	0,049	0,047	0,061	0,043
	0,0272	0,0716	0,0504	0,0436	0,0394	0,0571	0,0431	0,1354	0,0549	0,0488	0,0469	0,0612	0,0435
7,5°S;35°W	0,005	0,019	0,016	-0,021	0,015	0,011	0,013	0,013	0,013	0,018	0,021	0,035	0,013
	0,005	0,019	0,016	-0,021	0,015	0,011	0,013	0,013	0,047	0,018	0,021	0,035	0,013
7,5°S;37,5°W	-0,007	0,099	0,065	0,072	0,065	0,052	0,066	0,019	0,019	0,074	0,020	0,029	0,031
	-0,007	0,099	0,066	0,072	0,065	0,052	0,066	0,019	0,079	0,074	0,020	0,029	0,031
7,5°S;40°W	0,038	0,093	0,039	0,097	0,041	0,037	0,064	0,017	0,017	0,114	-0,021	-0,011	0,046
	0,038	0,093	0,039	0,097	0,041	0,037	0,064	0,017	0,038	0,114	-0,021	-0,011	0,046
7,5°S;42,5°W	0,018	0,047	0,008	0,082	-0,019	0,025	0,063	0,052	0,052	0,044	-0,004	0,036	0,009
	0,018	0,047	0,008	0,082	-0,019	0,025	0,063	0,052	-0,003	0,044	0,036	0,036	0,009
7,5°S;45°W	-0,009	0,037	0,015	0,018	0,004	-0,007	0,081	0,110	0,110	0,038	0,019	0,016	0,018
	-0,009	0,037	0,015	0,018	0,004	-0,007	0,081	0,110	0,005	0,038	0,019	0,016	0,018
7,5°S;47,5°W	0,036	0,037	0,030	0,040	0,036	0,038	0,093	0,158	0,158	0,039	0,031	0,021	0,025
	0,036	0,030	0,040	0,036	0,038	0,093	0,158	0,033	0,039	0,031	0,031	0,021	0,025
10°S;37,5°W	0,001	0,080	0,052	0,024	-0,010	-0,009	-0,001	-0,025	-0,025	-0,001	-0,033	0,002	-0,016
	0,001	0,080	0,052	0,024	-0,010	-0,009	-0,001	-0,025	-0,008	-0,001	-0,033	0,002	-0,016
10°S;40°W	0,037	0,104	0,071	0,065	0,044	0,026	0,010	0,020	0,020	0,086	-0,038	-0,039	0,021
	0,037	0,105	0,071	0,065	0,044	0,026	0,010	0,020	0,015	0,086	-0,038	-0,039	0,021

10°S;42,5°W	0,054	0,087	0,025	0,106	0,074	0,045	0,033	0,011	0,011	0,078	-0,015	0,044	0,021
	0,054	0,087	0,025	0,107	0,074	0,045	0,033	0,011	0,040	0,078	-0,015	0,044	0,021
10°S;45°W	0,022	0,059	0,046	0,049	0,055	0,065	0,051	0,058	0,058	0,079	0,021	0,048	0,044
	0,022	0,060	0,046	0,050	0,055	0,065	0,051	0,058	-0,004	0,079	0,021	0,048	0,044
10°S;47,5°W	0,014	0,043	0,026	0,068	0,054	0,048	0,053	0,151	0,151	0,056	0,022	0,013	0,002
	0,014	0,043	0,026	0,068	0,054	0,048	0,053	0,151	0,009	0,056	0,022	0,014	0,002
12,5°S;37,5°W	0,013	0,022	0,006	0,022	0,008	0,007	0,000	-0,023	-0,023	0,007	0,000	0,004	-0,017
	0,013	0,022	0,006	0,023	0,008	0,007	0,000	-0,023	0,002	0,007	0,000	0,004	-0,017
12,5°S;40°W	0,036	0,085	0,049	0,070	0,033	0,004	0,007	0,002	0,002	0,071	0,022	0,027	-0,001
	0,036	0,085	0,049	0,070	0,033	0,004	0,007	0,002	0,021	0,071	0,022	0,027	-0,001
12,5°S;42,5°W	0,108	0,114	0,068	0,144	0,105	0,068	0,066	0,030	0,030	0,113	0,008	0,077	0,034
	0,108	0,115	0,068	0,105	0,068	0,065	0,030	0,042	0,042	0,113	0,008	0,077	0,034
12,5°S;45°W	0,043	0,085	0,080	0,159	0,112	0,099	0,087	0,078	0,078	0,117	0,039	0,054	0,049
	0,043	0,085	0,081	0,159	0,112	0,099	0,087	0,078	0,033	0,117	0,039	0,054	0,049
12,5°S;47,5°W	0,036	0,062	0,040	0,083	0,085	0,060	0,079	0,100	0,100	0,073	0,038	0,037	0,024
	0,036	0,062	0,040	0,083	0,085	0,060	0,079	0,100	0,041	0,073	0,038	0,037	0,024
15°S;40°W	0,064	0,054	0,029	0,054	0,023	-0,002	0,009	-0,014	-0,014	0,028	0,057	0,045	-0,001
	0,064	0,054	0,030	0,054	0,023	-0,002	0,009	-0,014	-0,054	0,028	0,057	0,045	-0,001
15°S;42,5°W	0,080	0,075	0,036	0,091	0,045	0,029	0,028	-0,003	-0,003	0,033	0,045	0,044	0,009
	0,080	0,075	0,036	0,091	0,045	0,029	0,028	-0,003	-0,017	0,033	0,045	0,044	0,009
15°S;45°W	0,049	0,040	0,039	0,113	0,072	0,052	0,056	0,042	0,042	0,037	0,029	0,047	0,055
	0,049	0,040	0,039	0,113	0,072	0,052	0,056	0,042	0,001	0,038	0,029	0,047	0,056
17,5°S;40°W	0,087	0,086	0,013	0,040	0,035	0,014	0,017	0,011	0,011	0,026	0,042	0,058	0,015
	0,088	0,086	0,013	0,041	0,036	0,014	0,017	0,011	-0,010	0,026	0,042	0,058	0,015
17,5°S;42,5°W	0,065	0,033	-0,002	0,024	0,009	-0,005	-0,003	-0,010	-0,010	0,006	0,013	0,073	0,009
	0,065	0,033	-0,002	0,024	0,009	-0,005	-0,003	-0,010	-0,015	0,006	0,013	0,073	0,009
N.C.S. 99%	1	8	1	4	2	3	2	4	4	3	1	1	1
N.C.S. 95%	5	5	1	8	3	3	5	5	2	6	0	6	1
T.C.S.	6	13	2	12	5	6	7	9	6	9	1	7	2
	21,48%	46,54%	7,16%	42,96%	17,90%	21,48%	25,06%	32,20%	21,48%	32,20%	3,58%	25,06%	7,16%
N.C.T.P.S.	6	13	2	12	5	6	7	8	6	9	1	7	2
N.C.T.N.S	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
N.C.T.P.	24	27	26	26	25	24	25	23	24	27	21	25	25
N.C.T.N.	4	1	2	2	3	4	3	5	4	1	7	3	3

Tabela 10 – Tendências sazonais do índice TXn – maiores valores sazonais da temperatura mínima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10°S;45°W	0,041	0,050	0,058	0,032
2,5°S;45°W	0,009	0,010	0,022	0,030	10°S;45°W	-0,458	0,050	0,058	0,032
	-0,368	0,010	0,022	0,030	10°S;47,5°W	0,023	0,049	0,084	0,029
2,5°S;47,5°W	0,047	0,032	0,052	0,045	12,5°S;37,5°W	-0,477	0,049	0,084	0,029
	-0,457	0,032	0,052	0,045	12,5°S;40°W	0,018	0,012	-0,005	0,003
5°S;37,5°W	0,052	0,045	0,066	0,056	12,5°S;42,5°W	-0,495	0,012	-0,006	0,003
	-0,463	0,045	0,067	0,056	12,5°S;45°W	0,057	0,051	0,004	0,038
5°S;40°W	0,071	0,028	0,077	0,069	12,5°S;47,5°W	-0,450	0,051	0,004	0,038
	-0,436	0,028	0,077	0,069	15°S;40°W	0,101	0,106	0,055	0,054
5°S;42,5°W	0,010	0,013	0,035	-0,004	15°S;42,5°W	-0,406	0,106	0,055	0,054
	-0,498	0,013	0,035	-0,004	15°S;45°W	0,064	0,117	0,088	0,063
5°S;45°W	0,012	0,019	0,041	0,026	15°S;47,5°W	-0,437	0,117	0,088	0,063
	-0,493	0,019	0,041	0,026	17,5°S;40°W	0,043	0,069	0,080	0,051
5°S;47,5°W	0,049	0,044	0,079	0,050	17,5°S;42,5°W	-0,458	0,069	0,080	0,051
	-0,451	0,045	0,079	0,050	17,5°S;45°W	0,062	0,036	-0,002	0,010
7,5°S;35°W	0,026	0,003	0,012	0,029	17,5°S;47,5°W	-0,447	0,036	-0,002	0,010
	-0,488	0,003	0,013	0,029	N.C.S. 99%	0,072	0,057	0,018	0,020
7,5°S;37,5°W	0,049	0,068	0,046	0,058	17,5°S;42,5°W	-0,436	0,057	0,018	0,020
	-0,467	0,068	0,046	0,058	17,5°S;45°W	0,046	0,075	0,050	0,022
7,5°S;40°W	0,050	0,059	0,039	0,044	17,5°S;47,5°W	-0,454	0,075	0,050	0,022
	-0,462	0,059	0,039	0,044	N.C.S. 95%	0,083	0,030	0,014	0,020
7,5°S;42,5°W	0,033	0,024	0,047	0,012	T.C.S.	-0,429	0,030	0,014	0,020
	-0,469	0,024	0,047	0,012	N.C.T.P.S.	0,066	0,011	-0,006	0,001
7,5°S;45°W	0,010	0,012	0,061	0,020	N.C.T.N.S	-0,438	0,011	-0,006	0,001
	-0,484	0,012	0,061	0,020	N.C.T.P.	15	11	13	4
7,5°S;47,5°W	0,029	0,035	0,096	0,034	N.C.T.N.	53,70%	39,38%	46,54%	14,32%
	-0,471	0,035	0,096	0,034		15	11	13	4
10°S;37,5°W	0,039	0,022	-0,011	-0,014		28	28	24	26
	-0,481	0,022	-0,011	-0,014		0	0	0	0
10°S;40°W	0,040	0,060	0,019	0,021		0	0	0	0
	-0,474	0,060	0,019	0,021		0	0	4	2
10°S;42,5°W	0,064	0,068	0,030	0,034		0	0	4	2
	-0,442	0,068	0,030	0,034					

A Tabela 11 mostra as tendências mensais e anual do índice TNn, menor temperatura mínima diária no mês ou no ano. Observa-se um aumento gradativo de TNn em quase todos os meses, sendo mais em abril, mês em que aproximadamente 61% das células de grade apresentaram tendências positivas com significância estatística. Os meses com menores números de células de grade, aproximadamente 18%, com tendência estatisticamente

significativa forma março e novembro. Este resultado é interessante, uma vez que de novembro a março, em média, a temperatura mínima do Nordeste varia muito pouco. Os meses de inverno também apresentaram um número relativamente elevado de células com tendência positiva e estatisticamente significativa, variando de 36% a 46% das células dependendo do mês (Tabela 11). Anualmente, na maioria das células ocorreram tendências positivas (aumento), com 10 células estatisticamente significantes de um total de 25. O número de células com tendência negativa foi apenas três, mas estas não apresentaram nenhum valor estatisticamente significativo. Portanto, é possível afirmar que as temperaturas mínimas das mínimas sobre o Nordeste como um todo aumentaram de 1971 para 2001.

Quanto à sazonalidade do índice TNn (Tabela 12) no verão, todas as 28 células apresentaram tendência positiva (aumento), mas somente em 12 obteve-se significância estatística, das quais 9 são tendências com significância estatística de 99% e 3 de 95%. No outono, o índice TNn apresentou um comportamento similar ao do verão (aumento) porém com uma exceção, em uma célula houve tendência negativa mas sem significância estatística. Assim como no outono, no inverno predominou as tendências positivas e apenas uma célula apresentou tendência negativa, mas também sem significância estatística. Já na primavera, a tendência positiva foi marcante em 23 células, sendo que apenas nove possuíam significância estatística. Em cinco células foi possível observar tendência negativa, mas sem significância estatística, ou seja, todas as células com significância estatística apresentaram tendência de aumento. Portanto, é possível afirmar que a temperatura mínima das mínimas aumentou no Nordeste, como um todo, de 1971 para 2001.

Tabela 11 – Tendências mensal e anual do índice TNn – menores valores mensais e anuais da temperatura mínima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	-0,002	-0,008	-0,013	0,018	0,017	0,031	0,025	0,025	0,025	0,033	0,022	0,010	0,010
	-0,002	-0,008	-0,008	0,018	0,017	0,031	0,025	0,025	0,030	0,033	0,022	0,010	0,010
2,5°S;47,5°W	0,009	0,001	0,027	0,034	0,028	0,033	0,026	0,024	0,024	0,012	0,012	0,019	0,022
	0,009	0,001	0,027	0,034	0,028	0,033	0,026	0,024	0,026	0,012	0,012	0,019	0,022
5°S;37,5°W	0,008	0,038	0,030	0,052	0,047	0,069	0,087	0,075	0,075	0,032	0,025	0,040	0,069
	0,008	0,038	0,030	0,052	0,047	0,069	0,087	0,076	0,049	0,032	0,025	0,040	0,069
5°S;40°W	0,021	0,020	0,019	0,026	0,045	0,059	0,078	0,082	0,082	0,051	0,035	0,046	0,059
	0,021	0,020	0,019	0,026	0,046	0,059	0,078	0,082	0,048	0,051	0,035	0,046	0,059
5°S;42,5°W	0,019	0,011	-0,006	0,018	0,037	0,029	0,026	0,057	0,057	-0,004	-0,028	-0,004	0,009
	0,019	0,011	-0,006	0,018	0,037	0,029	0,026	0,057	0,019	-0,004	-0,029	-0,004	0,009
5°S;45°W	0,020	0,012	0,013	0,015	0,018	0,059	0,030	0,054	0,054	0,005	0,036	0,012	0,027
	0,020	0,012	0,013	0,015	0,018	0,059	0,030	0,054	0,033	0,005	0,036	0,012	0,027
5°S;47,5°W	0,011	-0,003	0,009	0,014	0,018	0,046	0,010	0,070	0,070	0,010	0,016	0,042	0,024
	0,011	-0,003	0,009	0,014	0,018	0,046	0,010	0,070	0,034	0,010	0,016	0,042	0,024
7,5°S;35°W	0,040	0,025	0,027	0,040	0,033	0,027	0,048	0,041	0,036	0,018	0,024	0,021	0,044
	0,040	0,025	0,027	0,040	0,033	0,027	0,048	0,041	0,036	0,018	0,024	0,021	0,044
7,5°S;37,5°W	0,022	0,041	0,041	0,055	0,053	0,052	0,068	0,056	0,056	0,021	0,021	0,023	0,065
	0,022	0,042	0,041	0,055	0,053	0,052	0,068	0,056	0,049	0,021	0,021	0,023	0,065
7,5°S;40°W	0,018	0,031	0,018	0,049	0,033	0,028	0,047	0,032	0,032	0,021	0,002	-0,004	0,046
	0,018	0,031	0,018	0,049	0,033	0,028	0,047	0,032	0,041	0,021	0,002	-0,004	0,046
7,5°S;42,5°W	0,004	0,011	0,019	0,040	0,003	0,019	0,039	0,035	0,035	0,029	0,020	0,034	0,011
	0,004	0,011	0,019	0,040	0,003	0,019	0,039	0,035	-0,008	0,029	0,020	0,034	0,011
7,5°S;45°W	0,023	-0,005	0,010	0,029	-0,006	0,011	0,025	0,058	0,058	0,013	0,032	0,037	0,024
	0,023	-0,005	0,010	0,029	-0,006	0,011	0,025	0,058	0,012	0,013	0,032	0,037	0,024
7,5°S;47,5°W	0,026	-0,014	-0,003	-0,003	0,007	0,023	0,027	0,091	0,091	-0,005	0,020	0,024	0,034
	0,026	-0,014	-0,003	-0,003	0,007	0,023	0,027	0,091	0,038	-0,005	0,020	0,024	0,034
10°S;37,5°W	0,011	0,034	0,038	0,036	0,020	0,015	0,017	0,045	0,045	-0,020	-0,001	-0,001	0,028
	0,011	0,034	0,038	0,036	0,020	0,015	0,017	0,045	-0,018	-0,020	-0,001	-0,001	0,028
10°S;40°W	0,017	0,035	0,030	0,039	0,036	0,017	0,033	0,027	0,027	0,007	-0,014	0,003	0,028
	0,017	0,035	0,031	0,039	0,036	0,017	0,033	0,027	0,009	0,007	-0,014	0,003	0,028

10°S;42,5°W	0,036	0,034	0,015	0,070	0,074	0,029	0,044	0,015	0,015	0,039	-0,012	0,003	0,035
	0,036	0,034	0,015	0,070	0,074	0,030	0,044	0,015	0,011	0,040	-0,012	0,003	0,035
10°S;45°W	0,002	0,004	0,007	0,039	0,010	0,017	0,037	0,018	0,018	0,037	0,029	0,030	0,031
	0,002	0,004	0,007	0,039	0,010	0,017	0,037	0,018	0,015	0,037	0,029	0,030	0,031
10°S;47,5°W	0,030	-0,010	0,006	-0,006	-0,025	-0,039	-0,035	-0,007	-0,007	-0,025	-0,004	-0,005	-0,035
	0,030	-0,010	0,006	-0,006	-0,025	-0,039	-0,035	-0,007	0,026	-0,025	-0,004	-0,005	-0,035
12,5°S;37,5°W	0,024	0,045	0,020	0,024	0,012	0,017	0,029	0,013	0,013	0,009	0,003	0,006	0,011
	0,024	0,045	0,020	0,024	0,012	0,017	0,029	0,013	0,002	0,009	0,003	0,006	0,011
12,5°S;40°W	0,027	0,030	0,021	0,028	0,010	-0,015	0,016	-0,008	-0,008	-0,013	-0,007	0,029	0,009
	0,027	0,031	0,021	0,028	0,010	-0,015	0,016	-0,008	-0,004	-0,013	-0,007	0,029	0,009
12,5°S;42,5°W	0,048	0,029	0,016	0,076	0,056	0,025	0,059	0,016	0,016	0,039	0,014	0,036	0,034
	0,048	0,030	0,016	0,076	0,056	0,025	0,059	0,016	0,020	0,040	0,014	0,036	0,035
12,5°S;45°W	0,031	0,032	0,033	0,076	0,053	0,073	0,049	0,039	0,039	0,060	0,004	0,022	0,059
	0,031	0,033	0,033	0,076	0,053	0,073	0,049	0,039	0,016	0,060	0,004	0,022	0,059
12,5°S;47,5°W	0,024	0,013	0,012	0,020	-0,001	-0,008	-0,042	-0,030	-0,030	0,031	0,004	0,013	-0,026
	0,024	0,013	0,012	0,020	-0,001	-0,008	-0,042	-0,030	-0,025	0,031	0,004	0,013	-0,026
15°S;40°W	0,016	0,023	0,017	0,038	-0,007	0,003	0,020	-0,006	-0,006	-0,003	-0,006	0,023	0,023
	0,016	0,023	0,017	0,038	-0,007	0,004	0,020	-0,006	-0,023	-0,004	-0,006	0,023	0,023
15°S;42,5°W	0,048	0,043	0,033	0,078	0,031	0,021	0,043	-0,009	-0,009	0,018	0,021	0,030	0,032
	0,048	0,043	0,033	0,078	0,031	0,021	0,044	-0,009	-0,001	0,018	0,021	0,030	0,032
15°S;45°W	0,061	0,053	0,047	0,095	0,048	0,063	0,048	0,013	0,013	0,019	0,037	0,043	0,057
	0,061	0,053	0,047	0,095	0,048	0,063	0,048	0,013	0,022	0,019	0,037	0,043	0,057
17,5°S;40°W	0,055	0,042	0,019	0,056	0,013	0,017	0,014	-0,011	-0,011	0,007	0,019	0,057	-0,001
	0,055	0,042	0,019	0,056	0,013	0,017	0,014	-0,011	-0,011	0,007	0,019	0,057	-0,001
17,5°S;42,5°W	0,073	0,035	0,029	0,075	0,027	0,027	0,024	-0,005	-0,005	0,021	0,012	0,065	0,008
	0,073	0,035	0,029	0,075	0,027	0,027	0,024	-0,005	0,023	0,021	0,012	0,065	0,008
N.C.S. 99%	5	4	2	9	4	6	4	8	8	3	1	5	4
N.C.S. 95%	3	4	3	8	5	4	6	4	2	3	4	5	6
T.C.S.	8	8	5	17	9	10	10	12	10	6	5	10	10
	28,64%	28,64%	17,90%	60,86%	32,20%	35,80%	35,80%	42,96%	35,80%	21,48%	17,90%	35,80%	35,80%
N.C.T.P.S.	8	8	5	17	9	10	10	12	10	6	5	10	10
N.C.T.N.S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.T.P.	27	23	25	26	24	25	26	21	21	22	21	24	25
N.C.T.N.	1	5	3	2	4	3	2	7	7	6	7	4	3

Tabela 12 – Tendências sazonais do índice TNn – menores valores sazonais da temperatura mínima diária – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10°S;45°W	0,011	0,019	0,024	0,027
2,5°S;45°W	0,004	0,007	0,027	0,028		-0,470	0,019	0,024	0,027
	-0,490	0,007	0,027	0,029	10°S;47,5°W	0,014	-0,008	-0,027	-0,001
2,5°S;47,5°W	0,011	0,030	0,028	0,016		-0,471	-0,008	-0,027	-0,001
	-0,481	0,030	0,028	0,017	12,5°S;37,5°W	0,029	0,019	0,019	0,005
5°S;37,5°W	0,029	0,043	0,077	0,035		-0,477	0,019	0,020	0,005
	-0,469	0,043	0,077	0,035	12,5°S;40°W	0,038	0,020	-0,003	-0,008
5°S;40°W	0,029	0,030	0,073	0,045		-0,451	0,020	-0,003	-0,008
	-0,461	0,030	0,073	0,045	12,5°S;42,5°W	0,046	0,049	0,033	0,024
5°S;42,5°W	0,013	0,016	0,037	-0,005		-0,439	0,049	0,034	0,024
	-0,478	-0,120	-0,099	-0,145	12,5°S;45°W	0,032	0,054	0,054	0,027
5°S;45°W	0,019	0,015	0,048	0,025		-0,448	0,054	0,054	0,027
	-0,471	0,015	0,048	0,025	12,5°S;47,5°W	0,024	0,010	-0,027	0,003
5°S;47,5°W	0,020	0,013	0,042	0,020		-0,459	0,010	-0,027	0,003
	-0,467	0,013	0,042	0,020	15°S;40°W	0,034	0,016	0,006	-0,011
7,5°S;35°W	0,032	0,033	0,039	0,026		-0,455	0,016	0,006	-0,011
	-0,465	0,033	0,039	0,026	15°S;42,5°W	0,048	0,048	0,019	0,013
7,5°S;37,5°W	0,036	0,050	0,059	0,030		-0,435	0,048	0,019	0,013
	-0,456	0,050	0,059	0,030	15°S;45°W	0,056	0,063	0,041	0,026
7,5°S;40°W	0,020	0,033	0,036	0,021		-0,425	0,063	0,041	0,026
	-0,469	0,033	0,036	0,021	17,5°S;40°W	0,064	0,029	0,007	0,005
7,5°S;42,5°W	0,016	0,021	0,031	0,014		-0,432	0,029	0,007	0,005
	-0,471	0,021	0,031	0,014	17,5°S;42,5°W	0,069	0,043	0,015	0,019
7,5°S;45°W	0,021	0,011	0,031	0,01883		-0,415	0,043	0,015	0,019
	-0,464	0,011	0,031	0,0188	N.C.S. 99%	9	9	9	5
7,5°S;47,5°W	0,016	0,000	0,047	0,018					
	-0,471	0,000	0,047	0,018	N.C.S. 95%	3	6	4	4
10°S;37,5°W	0,026	0,031	0,026	-0,013					
	-0,471	0,031	0,026	-0,013	T.C.S.	12	15	13	9
10°S;40°W	0,027	0,035	0,026	0,001					
	-0,464	0,035	0,026	0,001	N.C.T.P.S.	42,96%	53,70%	46,54%	32,20%
10°S;42,5°W	0,024	0,029	0,013	0,013					
	-0,461	0,029	0,013	0,013	N.C.T.N.S	12	15	13	9
					N.C.T.P.	0	0	0	0
					N.C.T.N.	28	27	25	23
						0	1	3	5

A Tabela 13 mostra as tendências mensais e anual do índice TX10p, referente ao percentual de dias nos períodos mensais e anual em que a temperatura máxima diária ficou abaixo do 10º percentil (Dias frios - TX10p). Observa-se que em todos os meses do ano verificou-se uma diminuição no número de dias com temperatura máxima inferior ao 10º

percentil. Anualmente, observou-se que há tendência negativa (diminuição) da percentagem dos dias com temperatura máxima inferior ao 10º percentil em todo Nordeste, ou seja, estão cada vez mais frequentes dias com temperatura máxima mais elevada nesta região. Quanto ao nível de significância, anualmente foram observadas 28 células com tendência negativa, das quais 18 possuíam significância estatística e nenhuma célula com tendência positiva. Isto mostra que o número de dias considerados frios no Nordeste diminuiu durante o período analisado de 1971 a 2001.

Similarmente ao comportamento anual, sazonalmente o índice TX10p (Tabela 14) apresentou tendência negativa em todas as estações do ano, com um padrão homogêneo de distribuição das tendências por todo nordeste. Não foi observada nenhuma ocorrência de tendência positiva significativa. Quanto às tendências negativas significativas, estas foram mais encontradas durante o outono (15 células) seguidas pelo inverno (14 células), primavera (12 células) e verão (11 células).

Tabela 13 – Tendências mensal e anual do índice TX10p – percentual de dias nos períodos mensais e anual em que a temperatura máxima diária ficou abaixo do 10º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	-0,101	0,220	-0,071	-0,098	-0,279	-0,382	-0,163	-0,664	-0,664	-1,076	-0,576	-0,747	-0,419
	-0,101	0,220	-0,071	-0,098	-0,279	-0,382	-0,163	-0,664	-1,046	-1,076	-0,576	-0,747	-0,419
2,5°S;47,5°W	-0,631	-0,741	-0,978	-0,601	-0,816	-0,571	-0,731	-0,704	-0,704	-0,309	0,072	-0,740	-0,631
	-0,631	-0,741	-0,978	-0,601	-0,816	-0,571	-0,731	-0,704	-0,808	-0,309	0,072	-0,740	-0,631
5°S;37,5°W	-0,156	-0,523	-0,551	-0,546	-1,017	-0,967	-1,423	-1,250	-1,250	-1,956	-1,211	-1,397	-1,056
	-0,156	-0,523	-0,551	-0,546	-1,017	-0,967	-1,423	-1,250	-1,619	-1,956	-1,211	-1,397	-1,056
5°S;40°W	-0,228	-0,550	-0,248	-0,387	-0,697	-1,100	-1,308	-1,087	-1,087	-1,331	-0,409	-0,992	-0,812
	-0,228	-0,550	-0,248	-0,387	-0,697	-1,100	-1,308	-1,087	-1,365	-1,331	-0,409	-0,992	-0,812
5°S;42,5°W	0,043	-0,354	-0,255	-0,108	-0,014	-0,205	-0,710	-0,909	-0,909	-0,273	0,286	-0,103	-0,258
	0,0432	-0,354	-0,2549	-0,1082	-0,0137	-0,2045	-0,710	-0,908	0,479	-0,272	0,286	-0,1028	-0,257
5°S;45°W	-0,133	-0,504	-0,417	-0,160	0,079	-0,075	-0,632	-1,053	-1,053	-0,046	-0,264	-0,464	-0,339
	-0,133	-0,504	-0,416	-0,160	0,079	-0,075	-0,319	-1,053	-0,397	-0,046	-0,263	-0,464	-0,339
5°S;47,5°W	-0,577	-0,942	-0,857	-0,717	-0,464	-0,235	-0,968	-1,240	-0,719	-0,446	-0,469	-0,890	-0,712
	-0,577	-0,942	-0,857	-0,717	-0,464	-0,235	-0,968	-1,240	-0,719	-0,446	-0,469	-0,890	-0,712
7,5°S;35°W	-0,770	-0,345	-0,621	-0,123	-0,550	-0,330	-0,608	-0,623	-0,623	-1,028	-0,790	-1,274	-0,718
	-0,770	-0,345	-0,621	-0,123	-0,550	-0,330	-0,608	-0,623	-1,509	-1,028	-0,790	-1,274	-0,718
7,5°S;37,5°W	-0,270	-0,677	-0,920	-0,759	-1,056	-0,775	-0,972	-0,540	-1,377	-1,158	-0,620	-0,730	-0,822
	-0,270	-0,677	-0,920	-0,759	-1,056	-0,775	-0,972	-0,540	-1,377	-1,158	-0,620	-0,730	-0,822
7,5°S;40°W	0,006	-0,593	-0,478	-0,613	-0,745	-0,791	-1,010	-0,266	-0,828	-0,928	0,049	-0,212	-0,534
	0,006	-0,593	-0,478	-0,613	-0,745	-0,791	-1,010	-0,266	-0,828	-0,928	0,049	-0,212	-0,534
7,5°S;42,5°W	-0,166	-0,521	-0,246	-0,372	-0,217	-0,402	-0,942	-0,592	-0,592	-0,286	0,003	-0,191	-0,335
	-0,166	-0,521	-0,246	-0,372	-0,217	-0,402	-0,942	-0,592	-0,084	-0,286	0,003	-0,191	-0,335
7,5°S;45°W	-0,143	-0,579	-0,181	0,038	-0,112	0,145	-0,679	-0,570	-0,570	-0,476	-0,438	-0,606	-0,313
	-0,143	-0,579	-0,181	0,038	-0,112	0,145	-0,679	-0,570	-0,148	-0,476	-0,438	-0,606	-0,313
7,5°S;47,5°W	-0,400	-0,816	-0,461	-0,149	-0,134	-0,244	-1,058	-0,948	-0,948	-0,455	-0,509	-0,713	-0,542
	-0,400	-0,816	-0,461	-0,149	-0,134	-0,245	-1,058	-0,948	-0,616	-0,455	-0,509	-0,713	-0,542
10°S;37,5°W	-0,249	-0,408	-0,564	-0,240	-0,122	-0,091	-0,132	0,474	0,474	-0,011	0,473	-0,041	-0,081
	-0,249	-0,408	-0,564	-0,240	-0,122	-0,091	-0,132	0,474	-0,081	-0,011	0,473	-0,041	-0,081
10°S;40°W	-0,316	-0,505	-0,553	-0,586	-0,694	-0,414	-0,455	-0,046	-0,046	-0,642	0,053	0,063	-0,361
	-0,316	-0,505	-0,553	-0,586	-0,694	-0,414	-0,455	-0,046	-0,236	-0,642	0,053	0,063	-0,361

10°S;42,5°W	-0,383	-0,674	-0,307	-0,503	-0,806	-0,873	-0,556	-0,243	-0,243	-0,450	-0,005	-0,112	-0,439
	-0,383	-0,674	-0,307	-0,503	-0,806	-0,873	-0,556	-0,243	-0,373	-0,450	-0,005	-0,113	-0,439
10°S;45°W	-0,287	-0,588	-0,343	-0,367	-0,504	-0,755	-0,543	-0,285	-0,285	-0,724	-0,148	-0,385	-0,432
	-0,287	-0,588	-0,344	-0,367	-0,504	-0,755	-0,543	-0,285	-0,249	-0,724	-0,148	-0,385	-0,432
10°S;47,5°W	-0,230	-0,845	-0,399	-0,537	-0,569	-0,641	-0,677	-0,602	-0,602	-0,937	-0,343	-0,418	-0,539
	-0,230	-0,845	-0,399	-0,537	-0,569	-0,641	-0,677	-0,602	-0,282	-0,937	-0,343	-0,418	-0,539
12,5°S;37,5°W	-0,228	-0,300	-0,271	-0,188	0,154	-0,168	-0,130	0,235	0,235	0,024	0,098	-0,145	-0,071
	-0,228	-0,300	-0,271	-0,188	0,154	-0,168	-0,130	0,235	0,044	0,024	0,098	-0,145	-0,071
12,5°S;40°W	-0,484	-0,878	-0,400	-0,895	-0,486	-0,291	-0,601	-0,107	-0,107	-0,746	-0,115	-0,156	-0,470
	-0,484	-0,878	-0,400	-0,895	-0,486	-0,291	-0,601	-0,107	-0,503	-0,746	-0,115	-0,156	-0,470
12,5°S;42,5°W	-0,593	-0,906	-0,281	-1,006	-0,855	-0,839	-0,760	-0,346	-0,346	-0,727	-0,146	-0,254	-0,576
	-0,594	-0,906	-0,281	-1,006	-0,855	-0,839	-0,760	-0,346	-0,213	-0,727	-0,146	-0,254	-0,576
12,5°S;45°W	-0,466	-0,591	-0,517	-0,871	-1,014	-1,072	-0,751	-0,441	-0,441	-0,876	-0,293	-0,115	-0,607
	-0,466	-0,591	-0,517	-0,871	-1,014	-1,072	-0,751	-0,441	-0,267	-0,267	-0,293	-0,115	-0,607
12,5°S;47,5°W	-0,194	-0,732	-0,346	-0,819	-0,829	-0,637	-0,558	-0,374	-0,374	-0,562	-0,406	-0,149	-0,490
	-0,194	-0,732	-0,346	-0,819	-0,829	-0,637	-0,558	-0,374	-0,294	-0,562	-0,406	-0,149	-0,490
15°S;40°W	-0,827	-0,768	-0,277	-0,610	-0,301	-0,170	-0,531	0,064	0,064	-0,252	-0,520	-0,168	-0,401
	-0,827	-0,768	-0,277	-0,610	-0,301	-0,170	-0,531	0,064	-0,488	-0,252	-0,520	-0,168	-0,401
15°S;42,5°W	-0,749	-0,697	-0,020	-0,928	-0,592	-0,361	-0,544	0,050	0,050	-0,340	-0,081	-0,237	-0,392
	-0,749	-0,697	-0,020	-0,928	-0,592	-0,361	-0,544	0,050	-0,225	-0,340	-0,081	-0,237	-0,392
15°S;45°W	-0,585	-0,428	-0,365	-0,739	-0,482	-0,715	-0,577	-0,043	-0,043	-0,348	-0,040	-0,203	-0,384
	-0,585	-0,429	-0,365	-0,739	-0,482	-0,715	-0,577	-0,043	-0,080	-0,348	-0,040	-0,203	-0,384
17,5°S;40°W	-0,857	-0,706	-0,345	-0,667	-0,224	-0,215	-0,315	-0,031	-0,031	-0,283	-0,026	-0,467	-0,383
	-0,857	-0,706	-0,345	-0,667	-0,224	-0,216	-0,315	-0,031	-0,490	-0,283	-0,026	-0,467	-0,383
17,5°S;42,5°W	-0,585	-0,302	0,052	-0,440	-0,325	-0,068	-0,226	0,025	0,025	-0,298	0,254	-0,184	-0,188
	-0,585	-0,302	0,052	-0,440	-0,325	-0,068	-0,226	0,025	-0,158	-0,299	0,254	-0,184	-0,188
N.C.S. 99%	2	6	2	8	5	1	2	6	7	6	0	2	13
N.C.S. 95%	4	8	3	3	4	5	7	6	2	4	2	4	5
T.C.S.	6	14	5	11	9	6	9	12	9	10	2	6	18
	21,48%	50,12%	17,90%	39,38%	32,20%	21,48%	32,20%	42,96%	32,20%	35,80%	7,16%	21,48%	64,44%
N.C.T.P.S.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
N.C.T.N.S	6	14	5	11	9	6	9	11	9	10	2	6	18
N.C.T.P.	2	1	1	1	2	1	0	5	5	1	8	1	0
N.C.T.N.	26	27	27	27	26	27	28	23	23	27	20	27	28

Tabela 14 – Tendências sazonais do índice TX10p – percentual de dias no período sazonal em que a temperatura máxima diária ficou abaixo do 10º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10ºS;45ºW	-0,373	-0,405	-0,527	-0,374
2,5ºS;45ºW	-0,218	-0,149	-0,403	-0,899	10ºS;47,5ºW	-0,847	-0,405	-0,527	-0,374
	-0,668	-0,149	-0,403	-0,899		-0,453	-0,502	-0,640	-0,521
2,5ºS;47,5ºW	-0,690	-0,798	-0,669	-0,348	12,5ºS;37,5ºW	-0,923	-0,502	-0,640	-0,521
	1,109	-0,799	-0,669	-0,348		-0,214	-0,101	-0,021	0,055
5ºS;37,5ºW	-0,623	-0,705	-1,214	-1,595	12,5ºS;40ºW	-0,644	-0,102	-0,021	0,055
	-1,052	-0,705	-1,214	-1,595		-0,484	-0,594	-0,333	-0,455
5ºS;40ºW	-0,535	-0,444	-1,165	-1,035	12,5ºS;42,5ºW	-0,930	-0,594	-0,333	-0,455
	-0,966	-0,444	-1,165	-1,035		-0,567	-0,714	-0,648	-0,362
5ºS;42,5ºW	-0,127	-0,126	-0,608	-0,156	12,5ºS;45ºW	-1,015	-0,714	-0,648	-0,362
	-0,579	-0,126	-0,608	-0,156		-0,369	-0,801	-0,755	-0,479
5ºS;45ºW	-0,396	-0,165	-0,587	-0,236	12,5ºS;47,5ºW	-0,835	-0,801	-0,755	-0,479
	-0,837	-0,166	-0,587	0,236		-0,302	-0,665	-0,523	-0,421
5ºS;47,5ºW	-0,791	-0,680	-0,815	-0,545	15ºS;40ºW	-0,786	-0,665	-0,523	-0,421
	-1,219	-0,680	-0,815	-0,545		-0,608	-0,396	-0,212	-0,420
7,5ºS;35ºW	-0,801	-0,431	-0,520	-1,109	15ºS;42,5ºW	-1,013	-0,396	-0,212	-0,420
	-1,164	-0,431	-0,520	-1,109		-0,534	-0,513	-0,285	-0,215
7,5ºS;37,5ºW	-0,527	-0,911	-0,762	-1,051	15ºS;45ºW	-0,977	-0,513	-0,285	-0,215
	-0,956	-0,911	-0,762	-1,051		-0,370	-0,529	-0,445	-0,156
7,5ºS;40ºW	-0,239	-0,612	-0,689	-0,569	17,5ºS;40ºW	-0,831	-0,529	-0,445	-0,156
	-0,682	-0,612	-0,689	-0,569		-0,672	-0,412	-0,187	-0,266
7,5ºS;42,5ºW	-0,262	-0,278	-0,645	-0,122	17,5ºS;42,5ºW	-1,098	-0,412	-0,187	-0,266
	-0,710	-0,278	-0,645	-0,122		-0,354	-0,238	-0,090	-0,067
7,5ºS;45ºW	-0,401	-0,085	-0,367	-0,354	N.C.S. 99%	-0,788	-0,238	-0,090	-0,068
	-0,864	-0,085	-0,368	-0,354		5	8	6	5
7,5ºS;47,5ºW	-0,591	-0,248	-0,750	-0,527	N.C.S. 95%	6	7	8	7
	-1,045	-0,248	-0,750	-0,527		T.C.S.	11	15	14
10ºS;37,5ºW	-0,226	-0,309	0,084	0,127	N.C.T.P.S.	39,38%	53,70%	50,12%	42,96%
	-0,656	-0,309	0,084	0,127		0	0	0	0
10ºS;40ºW	-0,225	-0,611	-0,305	-0,275	N.C.T.N.S	11	15	14	12
	-0,689	-0,611	-0,305	-0,275		0	0	1	2
10ºS;42,5ºW	-0,356	-0,539	-0,557	-0,276	N.C.T.N.	28	28	27	26
	-0,815	-0,539	-0,557	-0,276					

A Tabela 15 apresenta o comportamento da tendência do percentual de dias em que a temperatura mínima diária ficou abaixo do 10º percentil (Noites Frias-TN10p). Verificou-se que em todos os meses do ano ocorreu uma diminuição no número de dias no mês com noites frias, ou seja, as noites tornaram-se mais quente, no Nordeste como um todo. Anualmente

observou-se tendência negativa diminuição do número de dias no ano com temperaturas mínimas diárias abaixo do 10º percentil. O que pode ser um indicativo de que há uma diminuição significativa do número de noites frias na Região Nordeste como um todo. Esta diminuição do número de noites fria pode ser decorrente de fatores naturais e antrópicos.

Analisando sazonalmente o índice TN10p (Tabela 16) também observou-se que em todas as células de grade com tendências estatisticamente significativa apresentaram diminuição do número de noites frias em todas as estações do ano, sendo mais intenso no verão e outono. No verão e no outono o comportamento das tendências é de diminuição (tendência negativa), distribuídas principalmente no estado da Bahia, Rio Grande do Norte, Paraíba e Maranhão, como mostra figura 3. No inverno e primavera, a tendência passa a ser positiva (aumento), com células com significância estatística entre 99 e 95%.

Tabela 15 – Tendências mensal e anual do índice TN10p – percentual de dias nos períodos mensais e anual em que a temperatura mínima diária ficou abaixo do 10º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e em azul 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5ºS;45ºW	-0,270	0,127	-0,067	-0,129	-0,190	-0,463	-0,617	-0,523	-0,523	-0,867	-0,897	-0,714	-0,475
	-0,270	0,127	-0,067	-0,129	-0,190	-0,463	-0,617	-0,523	-1,051	-0,867	-0,897	0,714	-0,475
2,5ºS;47,5ºW	-0,743	-0,315	-0,838	-0,472	-0,353	-0,360	-0,528	-0,633	-0,633	-0,174	-0,273	-0,513	-0,495
	-0,743	-0,315	-0,838	-0,472	-0,353	-0,360	-0,528	-0,633	-0,708	-0,174	-0,273	-0,513	-0,495
5ºS;37,5ºW	-0,270	-0,645	-0,613	-0,436	-1,202	-1,442	-2,213	-2,063	-2,063	-0,641	-0,763	-1,303	-1,108
	-0,270	-0,645	-0,613	-0,436	-1,202	-1,442	-2,213	-2,063	-1,648	-0,641	-0,763	-1,303	-1,108
5ºS;40ºW	-0,363	-0,327	-0,267	-0,284	-0,767	-1,289	-1,722	-1,973	-1,973	-1,234	-0,804	-1,442	-0,965
	-0,363	-0,327	-0,267	-0,284	-0,767	-1,289	-1,722	-1,973	-1,035	-1,234	-0,804	-1,442	-0,965
5ºS;42,5ºW	-0,243	-0,311	-0,152	-0,308	-0,339	-0,355	-0,658	-1,148	-1,148	-0,296	-0,053	-0,094	-0,390
	-0,243	-0,311	-0,152	-0,308	-0,339	-0,356	-0,658	-1,148	-0,711	-0,296	-0,053	-0,094	-0,390
5ºS;45ºW	-0,507	-0,279	-0,357	-0,146	-0,219	-0,825	-0,760	-1,215	-1,215	-0,647	-0,454	-0,555	-0,593
	-0,507	-0,279	-0,357	-0,146	-0,219	-0,825	-0,760	-1,215	-1,120	-0,648	-0,454	-0,555	-0,593
5ºS;47,5ºW	-0,634	-0,124	-0,677	-0,278	-0,246	-0,809	-0,581	-1,376	-1,376	-0,366	-0,370	-0,687	-0,596
	-0,634	-0,124	-0,677	-0,278	-0,246	-0,809	-0,581	-1,376	-0,957	-0,366	-0,370	-0,687	-0,596
7,5ºS;35ºW	-0,897	-0,831	-0,986	-0,943	-0,838	-0,818	-1,086	-1,300	-1,300	-0,504	-0,669	-0,645	-0,876
	-0,897	-0,831	-0,986	-0,943	-0,838	-0,818	-1,086	-1,300	-0,978	-0,504	-0,669	-0,645	-0,876
7,5ºS;37,5ºW	-0,672	-0,730	-0,919	-0,913	-1,018	-0,850	-1,267	-1,168	-1,168	-0,495	-0,573	-0,923	-0,895
	-0,672	-0,730	-0,919	-0,913	-1,018	-0,850	-1,267	-1,168	-1,186	-0,495	-0,574	-0,923	-0,895
7,5ºS;40ºW	-0,081	-0,310	-0,322	-0,431	-0,812	-0,617	-0,886	-0,502	-0,502	-0,726	-0,190	-0,505	-0,501
	-0,081	-0,310	-0,322	-0,431	-0,812	-0,617	-0,886	-0,502	-0,601	-0,727	-0,190	-0,505	-0,501
7,5ºS;42,5ºW	-0,069	-0,087	-0,172	-0,240	-0,167	-0,458	-1,071	-0,340	-0,340	-0,325	-0,237	-0,220	-0,275
	-0,069	-0,087	-0,172	-0,240	-0,167	-0,458	-1,071	-0,340	0,117	-0,325	-0,237	-0,220	-0,275
7,5ºS;45ºW	-0,335	0,097	-0,077	-0,159	0,128	-0,299	-0,659	-0,589	-0,589	-0,051	-0,480	-0,653	-0,281
	-0,335	0,097	-0,077	-0,159	0,128	-0,299	-0,659	-0,589	-0,258	-0,051	-0,480	-0,653	-0,281
7,5ºS;47,5ºW	-0,650	-0,074	-0,178	0,153	0,069	-0,138	-0,304	-0,874	-0,874	-0,045	-0,345	-0,738	-0,359
	-0,650	-0,074	-0,178	0,153	0,069	-0,138	-0,304	-0,874	-1,151	-0,045	-0,345	-0,738	-0,359
10ºS;37,5ºW	0,168	-0,156	-0,796	-0,438	-0,370	-0,078	-0,336	-0,510	-0,510	0,386	0,325	0,090	-0,134
	0,169	-0,156	-0,796	-0,438	-0,371	-0,078	-0,336	-0,511	0,113	0,386	0,325	0,090	-0,134
10ºS;40ºW	-0,143	-0,393	-0,862	-0,825	-0,428	-0,310	-0,429	-0,387	-0,387	0,362	-0,097	-0,071	-0,323
	-0,143	-0,393	-0,862	-0,825	-0,429	-0,310	-0,429	-0,387	-0,306	0,362	-0,097	-0,071	-0,323

10°S;42,5°W	-0,384	-0,050	-0,151	-0,613	-0,862	-0,610	-1,025	-0,506	-0,506	-0,278	-0,141	-0,061	-0,440
	-0,384	-0,050	-0,151	-0,613	-0,862	-0,610	-1,025	-0,506	-0,568	-0,278	-0,141	-0,062	-0,440
10°S;45°W	-0,302	-0,238	0,059	-0,276	-0,198	-0,455	-0,735	-0,285	-0,285	-0,737	-0,029	-0,413	-0,321
	-0,302	-0,238	0,059	-0,276	-0,198	-0,455	-0,735	-0,285	-0,217	-0,737	-0,029	-0,413	-0,321
10°S;47,5°W	-0,685	-0,254	-0,149	0,162	0,243	0,225	0,636	0,511	0,511	0,605	-0,231	-0,397	0,035
	-0,685	-0,254	-0,149	0,162	0,243	0,225	0,636	0,512	-0,277	0,605	-0,231	-0,397	0,035
12,5°S;37,5°W	-0,614	-0,762	-0,956	-0,769	-0,593	-0,482	-0,692	-0,216	-0,216	0,129	0,059	-0,257	-0,444
	-0,614	-0,762	-0,956	-0,769	-0,593	-0,482	-0,692	-0,216	-0,184	0,129	0,059	-0,257	-0,444
12,5°S;40°W	-0,517	-0,540	-0,343	-0,576	-0,052	-0,110	-0,235	0,129	0,129	0,104	0,159	-0,480	-0,213
	-0,517	-0,540	-0,343	-0,576	-0,052	-0,110	-0,235	0,129	-0,112	0,104	0,159	-0,480	-0,213
12,5°S;42,5°W	-0,731	-0,336	-0,219	-0,951	-0,487	-0,511	-0,926	-0,291	-0,291	-0,471	-0,102	-0,115	-0,471
	-0,731	-0,336	-0,219	-0,951	-0,487	-0,511	-0,926	-0,291	-0,503	-0,471	-0,102	-0,115	-0,471
12,5°S;45°W	-0,492	-0,536	-0,417	-0,978	-0,499	-0,616	-0,781	-0,465	-0,465	-0,899	-0,123	-0,357	-0,551
	-0,492	-0,536	-0,417	-0,978	-0,499	-0,616	-0,781	-0,465	-0,438	-0,900	-0,123	-0,357	-0,551
12,5°S;47,5°W	-0,599	-0,215	-0,201	-0,171	-0,010	0,020	0,411	0,591	0,591	-0,428	-0,137	-0,524	-0,119
	-0,599	-0,215	-0,201	-0,171	-0,010	0,020	0,411	0,591	-0,167	-0,428	-0,137	-0,524	-0,119
15°S;40°W	-0,411	-0,534	-0,077	-0,643	-0,293	0,010	-0,112	0,145	0,145	0,091	-0,099	-0,331	-0,171
	-0,411	-0,534	-0,077	-0,643	-0,293	0,011	-0,112	0,145	0,172	0,091	-0,099	-0,331	-0,171
15°S;42,5°W	-0,906	-0,889	-0,613	-0,859	-0,488	-0,248	-0,542	-0,059	-0,059	-0,127	-0,120	-0,323	-0,465
	-0,906	-0,889	-0,613	-0,859	-0,488	-0,248	-0,542	-0,059	-0,431	-0,127	-0,120	-0,324	-0,465
15°S;45°W	-1,068	-1,031	-1,045	-1,042	-0,581	-0,479	-0,495	-0,199	-0,199	-0,492	-0,238	-0,512	-0,631
	-1,068	-1,031	-1,045	-1,042	-0,581	-0,479	-0,495	-0,199	-0,414	-0,492	-0,238	-0,512	-0,631
17,5°S;40°W	-0,893	-0,658	-0,415	-0,511	-0,244	-0,354	-0,233	-0,017	-0,017	0,019	-0,171	-0,739	-0,348
	-0,893	-0,658	-0,415	-0,511	-0,244	-0,354	-0,233	-0,017	0,029	0,019	-0,171	-0,739	-0,348
17,5°S;42,5°W	-1,348	-1,043	-0,704	-0,660	-0,560	-0,261	-0,415	-0,023	-0,023	-0,218	0,073	-0,651	-0,501
	-1,348	-1,043	-0,705	-0,660	-0,560	-0,261	-0,415	-0,023	-0,214	-0,218	0,073	-0,651	-0,501
N.C.S. 99%	5	4	3	7	5	5	3	8	9	3	0	7	12
N.C.S. 95%	7	4	4	7	3	4	8	4	1	5	6	6	9
T.C.S.	12	8	7	14	8	9	11	12	10	8	6	13	21
	42,96%	28,64%	25,06%	50,12%	28,64%	32,20%	39,38%	42,96%	35,80%	28,64%	21,48%	46,54%	75,18%
N.C.T.P.S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
N.C.T.N.S	12	8	7	14	8	9	11	12	10	7	6	13	21
N.C.T.P.	1	2	1	2	3	3	2	4	4	7	4	1	1
N.C.T.N.	27	26	27	26	25	25	26	24	24	21	24	27	27

Tabela 16 – Tendências sazonais do índice TN10p – percentual de dias no período sazonal em que a temperatura mínima diária ficou abaixo do 10º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho representam tendências com significância estatística de 99% e em azul 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10ºS;45ºW	-0,305	-0,138	-0,492	-0,328
2,5ºS;45ºW	-0,313	-0,129	-0,534	-0,938	10ºS;47,5ºW	-0,759	-0,138	-0,492	-0,328
	-0,747	-0,129	-0,534	-0,938		-0,489	0,085	0,457	0,032
2,5ºS;47,5ºW	-0,556	-0,554	-0,507	-0,385	12,5ºS;37,5ºW	-0,906	0,086	0,457	0,033
	-0,983	-0,554	-0,507	-0,385		-0,540	-0,773	-0,463	0,001
5ºS;37,5ºW	-0,703	-0,750	-1,906	-1,017	12,5ºS;40ºW	-0,968	-0,773	-0,463	0,001
	-1,106	-0,750	-1,906	-1,017		-0,522	-0,324	-0,072	0,050
5ºS;40ºW	-0,674	-0,439	-1,661	-1,025	12,5ºS;42,5ºW	-0,940	-0,324	-0,072	0,050
	-1,073	-0,439	-1,661	-1,025		-0,398	-0,552	-0,576	-0,359
5ºS;42,5ºW	-0,258	-0,266	-0,721	-0,353	12,5ºS;45ºW	-0,835	-0,552	-0,576	-0,359
	-0,671	-0,266	-0,721	-0,353		-0,462	-0,632	-0,621	-0,487
5ºS;45ºW	-0,509	-0,241	-0,933	-0,741	12,5ºS;47,5ºW	-0,911	-0,632	-0,621	-0,487
	-0,907	-0,241	-0,933	-0,741		-0,455	-0,127	0,341	-0,244
5ºS;47,5ºW	-0,527	-0,401	-0,922	-0,564	15ºS;40ºW	-0,907	-0,127	0,341	-0,244
	-0,939	-0,401	-0,922	-0,564		-0,439	-0,338	0,014	0,055
7,5ºS;35ºW	-0,777	-0,922	-1,068	-0,717	15ºS;42,5ºW	-0,865	-0,338	0,014	0,055
	-1,183	-0,922	-1,068	-0,717		-0,681	-0,653	-0,283	-0,226
7,5ºS;37,5ºW	-0,746	-0,950	-1,095	-0,751	15ºS;45ºW	-1,107	-0,653	-0,283	-0,226
	-1,153	-0,950	-1,095	-0,751		-0,843	-0,889	-0,391	-0,381
7,5ºS;40ºW	-0,258	-0,522	-0,668	-0,506	17,5ºS;40ºW	-1,264	-0,889	-0,391	-0,381
	-0,700	-0,522	-0,668	-0,506		-0,758	-0,390	-0,201	-0,041
7,5ºS;42,5ºW	-0,144	-0,193	-0,623	-0,149	17,5ºS;42,5ºW	-1,166	-0,390	-0,201	-0,041
	-0,578	-0,193	-0,623	-0,149		-0,988	-0,641	-0,233	-0,120
7,5ºS;45ºW	-0,299	-0,036	-0,516	-0,263	N.C.S. 99%	-1,386	-0,641	-0,233	-0,120
	-0,735	-0,036	-0,516	-0,263		9	12	9	7
7,5ºS;47,5ºW	-0,500	0,015	-0,439	-0,514	N.C.S. 95%	8	4	5	5
	-0,929	0,015	-0,439	-0,514		T.C.S.	17	16	14
10ºS;37,5ºW	-0,001	-0,535	-0,308	0,275	N.C.T.P.S.	60,68%	57,28%	50,12%	42,96%
	-0,420	-0,535	-0,308	0,275		0	0	0	0
10ºS;40ºW	-0,183	-0,705	-0,375	-0,013	N.C.T.N.S	17	16	14	12
	-0,629	-0,705	-0,375	-0,013		N.C.T.P.	0	2	3
10ºS;42,5ºW	-0,133	-0,542	-0,714	-0,329	N.C.T.N.	28	26	25	23
	-0,594	-0,542	-0,714	-0,329					

A Tabela 17 mostra os comportamentos anuais e mensais da tendência do índice TX90p, número de dias no mês ou no ano com temperatura máxima acima do 90º percentil (Dias Quentes – TX90p). Observa-se que em todos os meses do ano ocorreu um aumento no número de dias com temperatura máxima diária superior ao 90º percentil, ou seja, verificou-se um aumento dos dias quentes. Anualmente, verificou-se um aumento dos dias do ano com

temperatura máxima acima do 90º percentil, ou seja, houve tendência positiva (aumento) em grande parte do Nordeste de dias quentes. Foram encontradas tendências positivas num total de 28 células sendo apenas 17 significativas estatisticamente, e não foi registrada tendência negativa significativa no período.

Com relação às tendências sazonais (Tabela 18), observou-se que em todas as estações do ano predominou a tendência positiva, com um padrão homogêneo nas distribuições espaciais das tendências positivas. Notou-se que no inverno e primavera, ocorreram tendências negativas em três células, mas sem significância estatística, ou seja, independente da escala de tempo utilizada mensal, sazonal ou anual verificou-se um aumento dos dias quentes em todo Nordeste do Brasil.

Tabela 17 – Tendências mensal e anual do índice TX90p – percentual de dias nos períodos mensais e anual em que a temperatura máxima diária ficou acima do 90º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	0,318	0,718	0,351	0,359	1,034	0,712	0,524	0,266	0,266	0,316	0,246	0,419	0,467
	0,318	0,718	0,351	0,3591	1,034	0,712	0,523	0,266	0,359	0,315	0,246	0,418	0,467
2,5°S;47,5°W	0,358	0,925	0,670	0,686	1,136	1,040	0,678	0,157	0,018	0,0183	0,074	0,600	0,527
	0,358	0,925	0,670	0,686	1,136	1,040	0,678	0,157	0,018	0,0183	0,074	0,600	0,527
5°S;37,5°W	0,107	0,658	0,296	0,322	0,744	1,035	1,063	0,799	0,799	0,418	0,195	0,385	0,582
	0,107	0,657	0,296	0,322	0,743	1,035	1,062	0,799	0,970	0,417	0,194	0,385	0,581
5°S;40°W	0,494	0,559	0,180	0,108	0,577	0,960	1,357	1,608	1,608	1,370	0,776	1,144	0,893
	0,493	0,558	0,180	0,108	0,577	0,9601	1,357	1,608	1,550	1,369	0,7758	1,144	0,893
5°S;42,5°W	0,093	0,557	0,337	0,186	0,640	0,526	0,683	0,991	0,991	0,108	-0,284	0,316	0,407
	0,093	0,557	0,336	0,186	0,640	0,5262	0,682	0,990	0,736	0,1077	-0,287	0,316	0,407
5°S;45°W	0,807	1,186	0,840	0,240	1,26	0,899	0,654	0,519	0,519	0,079	0,220	1,106	0,642
	0,806	1,186	0,839	0,239	1,26	0,898	0,653	0,518	-0,106	0,0788	0,219	1,106	0,642
5°S;47,5°W	1,122	0,989	1,002	0,797	1,434	1,188	0,309	0,293	0,293	0,568	1,216	1,356	0,860
	1,122	0,989	1,002	0,796	1,433	1,187	0,309	0,293	0,054	0,567	1,215	1,355	0,860
7,5°S;35°W	0,276	0,157	0,153	-0,053	0,486	0,800	0,339	0,133	0,133	0,284	0,146	0,141	0,292
	0,276	0,157	0,153	-0,053	0,486	0,800	0,339	0,133	0,649	0,284	0,146	0,141	0,292
7,5°S;37,5°W	0,681	0,639	0,784	0,614	0,954	0,832	0,380	0,568	0,568	0,668	0,513	0,924	0,706
	0,681	0,639	0,784	0,614	0,954	0,832	0,380	0,568	0,917	0,668	0,513	0,924	0,706
7,5°S;40°W	0,148	0,029	0,512	0,590	0,993	0,158	0,275	0,331	0,331	1,000	0,439	0,828	0,513
	0,148	0,029	0,512	0,590	0,994	0,158	0,275	0,331	0,814	1,000	0,439	0,828	0,513
7,5°S;42,5°W	0,050	0,171	0,347	0,827	0,649	0,223	0,559	0,359	0,359	0,543	-0,070	0,532	0,404
	0,050	0,171	0,347	0,827	0,649	0,223	0,559	0,359	0,637	0,543	-0,070	0,532	0,404
7,5°S;45°W	0,821	0,434	0,160	0,142	0,446	0,724	0,581	0,381	0,381	0,804	0,544	0,653	0,589
	0,821	0,434	0,160	0,142	0,446	0,724	0,581	0,381	1,378	0,804	0,544	0,653	0,589
7,5°S;47,5°W	0,707	0,780	0,453	0,359	0,452	0,889	1,158	1,427	1,427	0,712	0,546	0,657	0,737
	0,707	0,780	0,453	0,359	0,452	0,889	1,158	1,427	0,694	0,712	0,546	0,657	0,737
10°S;37,5°W	0,198	0,157	0,253	0,668	0,782	-0,417	-0,235	-0,567	-0,567	0,239	0,137	-0,061	0,097
	0,198	0,157	0,253	0,668	0,782	-0,417	-0,235	-0,567	0,015	0,239	0,137	-0,061	0,097
10°S;40°W	-0,015	0,669	0,688	1,187	1,132	0,164	0,160	-0,001	-0,001	0,541	0,110	0,097	0,421
	-0,015	0,669	0,688	1,187	1,132	0,164	0,160	-0,001	0,352	0,541	0,110	0,097	0,421

10°S;42,5°W	0,760	1,000	0,690	1,625	1,421	0,813	0,232	-0,124	-0,124	0,376	0,462	0,327	0,647
	0,760	1,000	0,690	1,625	1,421	0,813	0,232	-0,124	0,240	0,376	0,462	0,327	0,647
10°S;45°W	0,421	0,693	0,563	1,200	1,047	0,573	0,318	0,078	0,078	0,930	0,478	0,510	0,612
	0,421	0,693	0,563	1,200	1,047	0,573	0,318	0,078	0,551	0,930	0,478	0,510	0,612
10°S;47,5°W	0,596	0,452	0,683	0,640	0,835	0,407	0,469	0,634	0,634	0,543	0,608	0,706	0,608
	0,596	0,452	0,683	0,640	0,835	0,407	0,469	0,634	0,703	0,543	0,608	0,706	0,609
12,5°S;37,5°W	0,582	0,778	0,475	0,468	0,562	-0,001	0,035	-0,217	-0,217	-0,393	-0,220	0,158	0,176
	0,582	0,778	0,475	0,468	0,562	-0,001	0,035	-0,217	-0,086	-0,393	-0,220	0,159	0,176
12,5°S;40°W	0,348	0,334	0,413	0,731	1,192	0,560	0,486	0,353	0,353	0,358	0,255	0,017	0,462
	0,348	0,334	0,413	0,731	1,192	0,560	0,486	0,353	0,482	0,358	0,255	0,018	0,462
12,5°S;42,5°W	0,851	1,642	1,107	1,234	1,628	0,932	0,885	0,772	0,772	1,034	0,816	0,586	1,022
	0,851	1,642	1,107	1,234	1,628	0,932	0,885	0,772	0,825	1,034	0,816	0,587	1,023
12,5°S;45°W	0,560	1,544	1,380	1,670	1,721	1,209	1,135	0,633	0,633	1,068	0,758	0,600	1,120
	0,560	1,544	1,380	1,670	1,721	1,209	1,135	0,633	1,203	1,068	0,758	0,600	1,120
12,5°S;47,5°W	0,638	0,849	1,092	1,445	1,955	1,322	1,291	0,648	0,648	1,080	0,595	0,726	1,057
	0,638	0,849	1,092	1,445	1,955	1,322	1,291	0,648	1,021	1,080	0,595	0,726	1,057
15°S;40°W	0,342	0,702	0,368	0,694	0,911	0,689	0,324	0,265	0,265	0,365	0,144	0,165	0,456
	0,342	0,702	0,368	0,694	0,911	0,689	0,324	0,265	0,525	0,365	0,144	0,165	0,456
15°S;42,5°W	0,636	1,538	0,884	1,171	1,313	0,641	0,557	0,556	0,556	0,925	0,662	0,537	0,864
	0,636	1,538	0,884	1,171	1,313	0,641	0,557	0,556	1,010	0,925	0,662	0,537	0,864
15°S;45°W	0,762	1,389	1,207	1,417	1,864	1,256	0,975	0,388	0,388	1,070	0,687	0,474	1,057
	0,762	1,389	1,207	1,417	1,864	1,256	0,975	0,388	1,233	1,070	0,687	0,474	1,057
17,5°S;40°W	0,789	1,109	0,766	0,579	1,165	0,847	0,588	0,381	0,381	0,449	0,432	0,260	0,667
	0,789	1,109	0,766	0,579	1,165	0,847	0,588	0,381	0,678	0,449	0,432	0,260	0,668
17,5°S;42,5°W	0,985	1,724	1,188	1,108	1,193	0,912	0,805	0,343	0,343	0,766	0,774	0,386	0,922
	0,985	1,724	1,188	1,108	1,193	0,912	0,805	0,343	0,954	0,766	0,774	0,386	0,922
N.C.S. 99%	5	8	3	4	12	5	2	2	10	10	4	7	17
N.C.S. 95%	5	5	5	7	4	9	9	8	5	8	5	3	4
T.C.S.	10	13	8	11	16	14	11	10	15	18	9	10	21
	35,80%	46,54%	28,64%	39,38	57,28%	50,12%	39,38%	35,80%	53,70%	64,44%	32,20%	35,80%	75,18%
N.C.T.P.S.	10	13	8	11	16	14	11	9	15	18	9	10	17
N.C.T.N.S	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
N.C.T.P.	27	28	28	27	28	26	27	24	24	27	25	27	28
N.C.T.N.	1	0	0	1	0	2	1	4	4	1	3	1	0

Tabela 18 – Tendências sazonais do índice TX90p – percentual de dias no período sazonal em que a temperatura máxima diária ficou acima do 90º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera	10ºS;45ºW	0,502	0,937	0,323	0,653
2,5ºS;45ºW	0,473	0,581	0,501	0,307	10ºS;47,5ºW	0,041	0,937	0,323	0,653
	0,006	0,581	0,501	0,307		0,622	0,719	0,503	0,457
2,5ºS;47,5ºW	0,527	0,831	0,625	0,031	12,5ºS;37,5ºW	0,083	0,719	0,503	0,457
	0,125	0,831	0,625	0,031		0,532	0,502	-0,061	-0,233
5ºS;37,5ºW	0,387	0,454	0,966	0,528	12,5ºS;40ºW	0,008	0,502	-0,061	-0,233
	-0,101	0,454	0,966	0,528		0,247	0,779	0,466	0,365
5ºS;40ºW	0,742	0,289	1,308	1,232	12,5ºS;42,5ºW	-0,213	0,779	0,466	0,365
	0,229	0,289	1,309	1,232		1,037	1,323	0,863	0,892
5ºS;42,5ºW	0,248	0,388	0,733	0,187	12,5ºS;45ºW	0,480	1,323	0,863	0,892
	-0,155	0,388	0,733	0,187		0,860	1,591	0,992	1,009
5ºS;45ºW	0,912	0,782	0,690	0,064	12,5ºS;47,5ºW	0,362	1,591	0,992	1,010
	0,486	0,782	0,690	0,064		0,734	1,497	1,087	0,899
5ºS;47,5ºW	0,996	1,078	0,597	0,613	15ºS;40ºW	0,213	1,497	1,087	0,899
	0,593	1,078	0,597	0,613		0,411	0,658	0,426	0,345
7,5ºS;35ºW	0,208	0,195	0,424	0,360	15ºS;42,5ºW	-0,061	0,658	0,426	0,345
	-0,251	0,196	0,424	0,360		0,897	1,122	0,585	0,865
7,5ºS;37,5ºW	0,784	0,784	0,593	0,699	15ºS;45ºW	0,366	1,123	0,585	0,865
	0,228	0,784	0,593	0,699		0,847	1,496	0,873	0,996
7,5ºS;40ºW	0,265	0,699	0,254	0,751	17,5ºS;40ºW	0,330	1,496	0,873	0,996
	-0,146	0,699	0,254	0,751		0,760	0,837	0,605	0,519
7,5ºS;42,5ºW	0,132	0,608	0,380	0,370	17,5ºS;42,5ºW	0,216	0,837	0,605	0,519
	-0,224	0,608	0,380	0,370		1,069	1,163	0,687	0,831
7,5ºS;45ºW	0,499	0,249	0,562	0,908	N.C.S. 99%	0,480	1,163	0,687	0,831
	0,134	0,249	0,562	0,908		12	11	9	14
7,5ºS;47,5ºW	0,693	0,421	1,158	0,650	N.C.S. 95%	7	6	8	3
	0,194	0,421	1,158	0,650		T.C.S.	19	17	17
10ºS;37,5ºW	0,082	0,568	-0,406	0,130	N.C.T.P.S.	68,02%	60,86%	60,86%	60,86%
	-0,354	0,568	-0,406	0,130		19	17	17	17
10ºS;40ºW	0,210	1,002	0,108	0,334	N.C.T.N.S	0	0	0	0
	-0,219	1,002	0,108	0,334		N.C.T.P.	28	28	26
10ºS;42,5ºW	0,613	1,246	0,307	0,359	N.C.T.N.	0	0	2	1
	0,172	1,246	0,307	0,359					

A Tabela 19 apresenta as tendências do índice TN90p, número de dias no ano com temperatura mínima diária acima do 90º percentil, denominado de Noites Quente. Verificou-se que em todos dos meses do ano ocorreu um aumento das noites quentes, no Nordeste como um todo, sendo mais intenso em dezembro. Para o período anual verificou-se um aumento

bastante homogêneo em quase todo Nordeste. Portanto, é possível deduzir que este aumento no número de noites quentes tem influência da grande escala, mas não pode descartar os efeitos locais. Outra informação que pode ser extraída dos resultados obtidos que os fatores antrópicos e naturais também de suas parcelas de contribuição para o aumento das temperaturas mínimas das mínimas.

Sazonalmente o índice TN90p (Tabela 20) apresentou comportamento similar ao anual, com tendências positivas predominantes em todas as estações, seguindo um padrão homogêneo de distribuição espacial destas tendências. Com exceção do outono, as demais estações do ano apresentaram tendências negativas, porém sem significância estatística.

Tabela 19 – Tendências mensal e anual do índice TN90p – percentual de dias nos períodos mensais e anual em que a temperatura mínima diária ficou acima do 90º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2,5°S;45°W	0,395	0,693	0,819	0,561	1,277	1,247	1,254	0,723	0,723	1,286	1,083	1,095	0,960
	0,395	0,693	0,819	0,561	1,278	1,247	1,254	0,723	1,062	1,286	1,083	1,095	0,960
2,5°S;47,5°W	0,329	0,612	0,646	0,844	1,257	1,529	1,412	0,679	0,679	0,000	0,007	0,434	0,649
	0,329	0,612	0,646	0,844	1,257	1,530	1,412	0,679	0,018	0,000	0,007	0,434	0,649
5°S;37,5°W	0,415	0,912	0,927	1,032	1,033	1,151	0,897	0,637	0,637	0,806	0,886	0,858	0,856
	0,415	0,912	0,927	1,032	1,033	1,151	0,897	0,637	0,730	0,806	0,886	0,858	0,856
5°S;40°W	0,698	0,456	0,418	0,428	0,616	0,921	0,742	1,285	1,285	1,509	1,486	1,807	0,994
	0,698	0,456	0,418	0,428	0,616	0,921	0,742	1,285	1,535	1,509	1,486	1,807	0,995
5°S;42,5°W	0,005	0,471	0,207	0,435	0,916	0,503	0,487	0,531	-0,063	-0,286	-0,376	0,321	0,263
	0,006	0,471	0,207	0,435	0,916	0,503	0,487	0,531	-0,063	-0,286	-0,376	0,321	0,263
5°S;45°W	0,408	0,510	0,751	0,722	1,143	0,958	0,360	0,574	0,574	-0,011	0,492	1,115	0,587
	0,408	0,510	0,751	0,722	1,143	0,958	0,360	0,574	0,009	-0,011	0,492	1,115	0,587
5°S;47,5°W	0,317	0,379	0,528	0,600	1,008	0,673	0,123	0,284	0,284	0,126	0,685	0,868	0,467
	0,317	0,379	0,528	0,600	1,008	0,673	0,123	0,284	0,000	0,126	0,685	0,868	0,467
7,5°S;35°W	0,752	0,766	0,793	0,874	1,515	1,194	1,161	0,799	0,799	0,401	0,869	0,730	0,905
	0,752	0,766	0,793	0,874	1,515	1,194	1,161	0,799	0,999	0,401	0,869	0,730	0,905
7,5°S;37,5°W	0,247	0,795	0,778	0,715	1,370	0,848	0,876	0,138	0,138	0,410	0,564	0,800	0,687
	0,247	0,795	0,778	0,715	1,370	0,848	0,876	0,138	0,721	0,410	0,564	0,800	0,687
7,5°S;40°W	-0,037	0,028	0,357	0,393	0,848	-0,077	0,020	-0,126	-0,126	0,444	0,097	0,841	0,275
	-0,037	0,028	0,357	0,393	0,848	-0,078	0,020	-0,126	0,498	0,444	0,097	0,841	0,275
7,5°S;42,5°W	0,207	0,249	0,188	0,701	0,373	0,189	0,617	0,920	0,920	0,354	0,147	0,992	0,479
	0,207	0,249	0,189	0,701	0,373	0,189	0,617	0,920	0,777	0,354	0,147	0,992	0,479
7,5°S;45°W	0,606	0,271	0,415	0,263	-0,233	0,291	0,495	0,806	0,806	0,254	0,347	1,260	0,463
	0,606	0,271	0,415	0,263	-0,233	0,291	0,495	0,806	0,750	0,254	0,348	1,261	0,463
7,5°S;47,5°W	0,558	0,328	0,325	0,320	0,260	0,381	0,696	1,553	1,553	0,320	0,817	1,089	0,595
	0,558	0,328	0,325	0,320	0,260	0,381	0,696	1,553	0,444	0,320	0,817	1,089	0,595
10°S;37,5°W	0,357	0,339	0,823	0,887	1,134	0,733	1,009	0,388	0,388	0,004	-0,062	0,600	0,522
	0,357	0,339	0,823	0,887	1,134	0,734	1,009	0,388	0,013	0,004	-0,062	0,600	0,522
10°S;40°W	-0,276	0,267	0,341	0,989	1,264	0,478	0,661	0,488	0,488	-0,105	-0,453	-0,230	0,305
	-0,276	0,267	0,341	0,989	1,264	0,478	0,661	0,488	0,241	-0,105	-0,453	-0,230	0,305

10°S;42,5°W	0,781	1,225	0,613	1,719	1,462	0,802	0,605	0,453	0,453	0,223	0,349	0,780	0,763
	0,781	1,225	0,613	1,719	1,462	0,802	0,605	0,453	0,190	0,223	0,349	0,780	0,763
10°S;45°W	-0,007	0,280	0,712	1,083	0,769	0,360	-0,134	0,100	0,100	0,042	0,285	0,816	0,359
	-0,007	0,280	0,712	1,083	0,769	0,360	-0,134	0,100	0,007	0,042	0,285	0,816	0,359
10°S;47,5°W	0,265	0,247	0,023	0,036	0,118	-0,522	-0,749	0,334	0,334	0,090	0,451	0,444	0,064
	0,265	0,247	0,023	0,036	0,118	-0,522	-0,750	0,335	0,042	0,090	0,451	0,444	0,065
12,5°S;37,5°W	0,409	0,782	0,765	0,850	1,098	0,616	0,352	0,177	0,177	-0,078	0,061	0,197	0,462
	0,409	0,782	0,765	0,850	1,098	0,616	0,352	0,177	0,340	-0,078	0,061	0,197	0,462
12,5°S;40°W	0,518	0,737	0,340	0,565	0,846	-0,447	-0,040	0,079	0,079	0,154	0,432	0,343	0,315
	0,518	0,737	0,340	0,565	0,846	-0,448	-0,040	0,079	0,283	0,154	0,433	0,343	0,315
12,5°S;42,5°W	1,534	1,872	1,287	1,060	1,231	0,75	0,632	0,638	0,638	1,129	0,997	1,213	1,084
	1,534	1,872	1,287	1,061	1,231	0,7558	0,632	0,638	0,707	1,129	0,997	1,213	1,084
12,5°S;45°W	0,860	1,559	1,466	1,502	1,351	0,915	0,652	0,647	0,647	0,740	0,748	1,256	1,022
	0,860	1,559	1,466	1,502	1,351	0,915	0,652	0,647	0,605	0,740	0,748	1,256	1,022
12,5°S;47,5°W	0,698	0,559	0,562	0,669	1,287	0,247	-0,409	0,100	0,100	0,653	0,510	1,034	0,506
	0,698	0,559	0,562	0,669	1,287	0,247	-0,409	0,100	0,141	0,653	0,510	1,034	0,506
15°S;40°W	0,771	0,943	0,452	0,786	1,135	-0,160	0,200	0,210	0,210	0,103	0,391	1,074	0,520
	0,771	0,943	0,452	0,786	1,135	-0,160	0,200	0,210	0,349	0,103	0,392	1,074	0,520
15°S;42,5°W	1,418	1,791	0,790	0,990	1,066	0,288	0,183	0,627	0,627	0,854	0,743	1,155	0,875
	1,418	1,791	0,790	0,990	1,066	0,288	0,183	0,627	0,652	0,854	0,743	1,155	0,875
15°S;45°W	1,172	1,741	1,343	1,077	1,193	0,861	0,838	0,855	0,855	0,773	0,639	1,177	1,075
	1,172	1,741	1,343	1,077	1,193	0,861	0,838	0,855	1,273	0,773	0,639	1,177	1,075
17,5°S;40°W	0,918	1,447	0,529	0,996	1,069	0,770	0,551	0,893	0,810	0,471	0,579	1,187	0,848
	0,918	1,447	0,529	0,996	1,069	0,770	0,551	0,893	0,810	0,471	0,579	1,187	0,848
17,5°S;42,5°W	1,405	1,811	0,936	1,038	1,123	0,749	0,699	0,764	0,764	1,028	0,787	1,057	1,035
	1,405	1,811	0,936	1,038	1,123	0,749	0,699	0,764	1,075	1,028	0,787	1,057	1,035
N.C.S. 99%	4	6	3	6	14	7	4	3	5	8	5	12	14
N.C.S. 95%	5	4	4	4	6	4	2	6	3	1	3	6	6
T.C.S.	9	10	7	10	20	11	6	9	8	9	8	18	20
	32,20%	35,80%	25,06%	35,80%	71,60%	39,38%	21,48%	32,20%	28,64%	32,20%	28,64%	64,44%	71,60%
N.C.T.P.S.	9	10	7	10	20	11	6	9	9	9	8	18	20
N.C.T.N.S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.T.P.	25	28	28	28	27	24	24	27	27	24	25	27	28
N.C.T.N.	3	0	0	0	1	4	4	1	1	4	3	1	0

Tabela 20 – Tendências sazonais do índice TN90p – percentual de dias no período sazonal em que a temperatura mínima diária ficou acima do 90º percentil – primeiro valor Mann-Kendall e segundo regressão direta. Os valores em vermelho apresentam tendências com significância estatística de 99% e os em azuis 95%. Os demais valores não apresentam tendências estatisticamente significativas.

Pontos	Verão	Outono	Inverno	Primavera					
					10ºS;45ºW	0,212	0,854	0,109	0,112
2,5ºS;45ºW	0,621	0,886	1,075	1,143		-0,120	0,854	0,109	0,112
	0,224	0,886	1,075	1,143	10ºS;47,5ºW	0,321	0,059	-0,312	0,194
2,5ºS;47,5ºW	0,341	0,916	1,207	0,008		-0,150	0,059	-0,312	0,194
	-0,031	0,916	1,207	0,008	12,5ºS;37,5ºW	0,456	0,904	0,382	0,108
5ºS;37,5ºW	0,614	0,997	0,895	0,807		-0,032	0,904	0,382	0,108
	0,213	0,997	0,895	0,807	12,5ºS;40ºW	0,525	0,584	-0,136	0,290
5ºS;40ºW	0,773	0,488	0,983	1,510		0,052	0,584	-0,136	0,290
	0,460	0,488	0,983	1,510	12,5ºS;42,5ºW	1,498	1,193	0,675	0,944
5ºS;42,5ºW	0,208	0,519	0,507	-0,242		0,948	1,193	0,675	0,944
	-0,204	0,519	0,507	-0,242	12,5ºS;45ºW	1,091	1,440	0,738	0,698
5ºS;45ºW	0,607	0,872	0,631	0,163		0,670	1,440	0,738	0,698
	0,162	0,872	0,631	0,164	12,5ºS;47,5ºW	0,750	0,839	-0,021	0,435
5ºS;47,5ºW	0,467	0,712	0,360	0,270		0,249	0,839	-0,021	0,435
	0,023	0,712	0,360	0,270	15ºS;40ºW	0,889	0,791	0,083	0,281
7,5ºS;35ºW	0,763	1,061	1,051	0,756		0,410	0,791	0,083	0,281
	0,241	1,061	1,051	0,756	15ºS;42,5ºW	1,362	0,949	0,366	0,750
7,5ºS;37,5ºW	0,630	0,954	0,620	0,565		0,864	0,949	0,366	0,750
	0,112	0,954	0,620	0,565	15ºS;45ºW	1,258	1,204	0,851	0,895
7,5ºS;40ºW	0,201	0,533	-0,061	0,346		0,778	1,204	0,851	0,895
	-0,212	0,533	-0,061	0,346	17,5ºS;40ºW	1,122	0,865	0,738	0,620
7,5ºS;42,5ºW	0,288	0,421	0,576	0,426		0,635	0,865	0,738	0,620
	-0,010	0,421	0,576	0,426	17,5ºS;42,5ºW	1,396	1,032	0,737	0,963
7,5ºS;45ºW	0,631	0,148	0,531	0,450		0,832	1,032	0,737	0,963
	0,206	0,148	0,531	0,451	N.C.S. 99%	10	15	9	9
7,5ºS;47,5ºW	0,620	0,302	0,877	0,527	N.C.S. 95%	8	4	6	4
	0,156	0,302	0,877	0,527	T.C.S.	18	19	15	13
10ºS;37,5ºW	0,461	0,948	0,710	-0,015		64,44%	68,02%	53,70%	46,54%
	-0,062	0,948	0,710	-0,015	N.C.T.P.S.	18	19	15	13
10ºS;40ºW	-0,101	0,864	0,542	-0,106	N.C.T.N.S	0	0	0	0
	-0,519	0,865	0,542	-0,106	N.C.T.P.	27	28	24	25
10ºS;42,5ºW	0,790	1,265	0,620	0,254	N.C.T.N.	1	0	4	3
	0,382	1,265	0,620	0,254					

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DAS ANÁLISES DOS ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS

A partir da análise de todas as tabelas é possível verificar que os coeficientes de regressão (tendência ou inclinação da reta de regressão) obtidos com os dados (índices) diretos e os obtidos por meio dos números do teste de Mann-Kendall foram muito próximos, exceto nos meses mais seco, para os índices dependentes da precipitação, ou nos meses de transição entre os períodos quentes e frios, para os índices dependentes da temperatura do ar.

A Tabela 21 mostra o número total de células de grade com tendência estatisticamente significativa para cada índice, sendo o primeiro valor tendência positiva e o segundo negativa. Observa-se que para os índices referentes à precipitação não se verificou uma tendência dominante na análise anual. Entretanto, nas análises mensais verificou-se tendência positiva em janeiro para o índice RX1day e negativa de fevereiro a abril tanto para RX1day como RX5day. Este valor para janeiro está relacionado com a atuação de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs). Enquanto, as precipitações de fevereiro a abril são devidas a atuação da ZCIT.

A Tabela 21 também mostra que as temperaturas máximas e mínimas no Nordeste, como um todo, aumentaram em todos os meses do ano, assim como o número de dias e noites quentes. Por outro lado, observou-se uma diminuição dos dias frios e das noites frias. Aparentemente o período mais chuvoso do ano tem uma contribuição mais forte sobre as tendências de temperatura que o período mais seco, exceto para as temperaturas máximas das máximas.

Os números de célula por índice sazonal com tendência estatisticamente significativa são mostrados na Tabela 22. Observa-se que durante o verão e o outono ocorreu uma diminuição do valor total das chuvas máximas diárias em um ano e das chuvas máximas de cinco dias consecutivos no ano em aproximadamente 20% da área do Nordeste, enquanto o

aumento ocorreu em apenas 7% da área. No período mais seco, primavera, não observou nenhuma alteração estatisticamente significativa nos índices RX1day e RX5day. Em relação às temperaturas verifica-se que as máximas das máximas aumentaram em todas as estações do ano, porém foram mais abrangentes na primavera. Enquanto, as temperaturas mínimas das mínimas também aumentaram em todas as estações do ano, mas foram mais restritas na primavera.

Tabela 21 - Número de célula por índice com tendência estatisticamente significativa. Valor superior tendência positiva e inferior negativa.

Índices	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Rx1day	4	0	1	0	1	3	0	1	2	0	1	0	4
	1	4	4	5	1	0	1	4	1	1	0	1	5
Rx5day	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	2	0	2
	0	5	4	9	0	0	3	5	1	1	0	0	6
TXx	7	17	5	13	18	12	12	9	19	15	13	10	17
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TNx	10	13	8	13	23	11	5	11	10	10	12	20	14
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TXn	6	13	2	12	5	6	7	8	6	9	1	7	2
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
TNn	8	8	5	17	9	10	10	12	10	6	5	10	10
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TX10p	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	6	14	5	11	9	6	9	11	9	10	2	6	18
TN10p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	12	8	7	14	8	9	11	12	10	7	6	13	21
TX90p	10	13	8	11	16	14	11	9	15	18	9	10	17
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
TN90p	9	10	7	10	20	11	6	9	9	9	8	18	20
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 22 - Número de célula por índice sazonal com tendência estatisticamente significativa. Valor superior tendência positiva e inferior negativa.

Índices	Verão	Outono	Inverno	Primavera
RX1day	2	2	2	0
	5	6	2	1
TXx	17	17	14	22
	0	0	0	0
TNx	13	18	12	11
	0	0	0	0
TX10p	0	0	0	0
	11	15	14	12
TX90p	19	17	17	17
	0	0	0	0

Índices	Verão	Outono	Inverno	Primavera
RX5day	2	2	2	1
	6	5	5	0
TXn	15	11	13	4
	0	0	0	0
TNn	12	15	13	9
	0	0	0	0
TN10p	0	0	0	0
	17	16	14	12
TN90p	18	19	15	13
	0	0	0	0

Estudos de análises de índices de extremos climáticos observados em outras partes do mundo também obtiveram resultados estatisticamente significativos.

Foram analisados dados anuais e diários de temperatura do ar dos Estados Unidos, Europa e Austrália no período de 1950 a 2012, onde houve um aumento estatisticamente significativo. As três regiões mostram cada vez mais a temperatura quente anual difundida de escala mínima diária e extremos de temperatura máxima, uma diminuição na extensão espacial de frio anual e o mínimo de escala diária e os extremos de temperatura máxima, e áreas onde o aumento da proporção de precipitação total anual cai em dias de chuva pesada. Não houve tendência estatisticamente significativas (GALLANT, KAROLY e GLEASON, 2013).

GALLANT e KAROLY (2010) também investigaram mudanças de temperatura e precipitação na Austrália no período de 1957 a 2008, através de dois índices combinados. Os resultados mostraram um aumento no grau de extremos quentes e úmidos e uma diminuição no grau de extremos frios e secos por ano durante todas as estações do período analisado. Estas tendências decorrem principalmente de mudanças nas regiões tropicais durante o verão e primavera. Há relação entre o grau de temperaturas máximas extremas, precipitação e umidade do solo em escalas de tempo interanual e decenal que são semelhantes às relações exibidas por variações dos meios.

Estudos sobre mudanças no clima dos Estados Unidos analisaram extremos de temperatura média mensal da superfície e precipitação diária no período de 1910 até o presente momento, calculada para oito períodos separados. A máxima temperatura mínima nos últimos anos vem aumentando, com ocorrência freqüente abaixo do normal. As médias temperaturas máximas e mínimas sendo normais. Por outro lado, os extremos ocorrem em média muito abaixo do normal, temperaturas máximas e mínimas indicam um declínio, no período de 1910 a 1930. Um período com um número muito maior do que o normal de dias

sem precipitação também é observado a partir de 1910 a meados de 1930. Extremos quentes da média temperatura máxima e mínima observada durante o verão e estações quentes mostram uma tendência mais acentuada a aumentar desde meados da década 1970. Os resultados da temporada de inverno mostram grande variabilidade em condições extremas e pouca evidência de uma tendência à estação fria (GLEASON, LAWRIKORE, LEVINSON, KARL, 2007).

As análises dos índices calculados a partir de diferentes partes do mundo mostram claras mudanças em extremos, especialmente em temperaturas extremas. Além disso, recentes estudos de detecção e atribuição das mudanças observadas em uma gama de índices demonstram que as mudanças induzidas pelo homem nas concentrações de gases de efeito estufa parece ser um fator nas mudanças observadas nos extremos. Apesar de suas muitas vantagens, a experiência que foi observada através da aplicação e análise de índices também revelou alguns pontos fracos. Por exemplo, em alguns casos, tem sido difícil definir índices que forneçam informações úteis em toda ampla gama de clima que existem dentro do sistema da Terra, e que continuaria a fornecer futuras informações úteis. Mesmo onde os índices são robustamente definidos, os detalhes de seus cálculos, ou as características particulares dos dados que são utilizados para os seus cálculos, podem inadvertidamente introduzir heterogeneidades temporais ou espaciais (ZHANG, ALEXANDER, HEGERL, JONES, TANK, PETERSON, TREWIN, ZWIERS, 2011).

6. CONCLUSÕES

1) Sobre os índices relacionados as precipitações máximas de um dia e de cinco dias consecutivos constatou-se que houve uma diminuição deste tipo de chuvas em aproximadamente 20% da área do Nordeste. Pois, tanto anualmente quanto sazonalmente, os índices RX1day e RX5day apresentaram tendência negativa, com a diminuição, principalmente, na porção norte do estado da Bahia, o que leva a crer que esta área é suscetível a redução de chuvas em um cenário de mudanças climáticas. A razão para esta diminuição possivelmente está relacionada com os eventos El Niños de 1991/93 e 1997/98, com a fase quente da Oscilação Decenal do Pacífico e com feitos antrópicos locais.

2) Com relação aos índices relacionados às temperaturas máximas (TXx e TXn) e mínimas (TNx e TNn) verificou-se que os valores anual, sazonal e mensal apresentaram tendências de aumento, ou seja, ocorreu aumento nas temperaturas máximas e mínima em todos os meses e estações do ano. Entretanto, as temperaturas mínimas das mínimas apresentaram aumento mais abrangente, mais de 50% da área do Nordeste, no período chuvoso ou mais frio, enquanto, para as temperaturas máximas da máximas a maior abrangência ocorreu no período seco cobrindo aproximadamente 76% da área do Nordeste, seguido do período mais quente, afetando 61% da área do Nordeste. Este aumento da temperatura está relacionado com os efeitos naturais (El Niño e Oscilação Decenal do Pacífico, e possivelmente, a Oscilação Multidecenal do Atlântico), antrópicos locais (desmatamento) e, provavelmente, com os antrópicos remotos (gases de efeito estufa).

3) Os índices referentes ao número de dias em que a temperatura máxima e mínima estiveram abaixo do 10º percentil (Dias Frios - TX10p e Noites Frias – TN10p) apresentaram anualmente, sazonalmente e mensalmente tendências negativas, mostrando uma redução, ao longo do período analisado, no número de dias frios e de noites frias. As causas para esta diminuição às apresentadas para o aumento das temperaturas máximas e mínimas.

4) Os índices anuais, sazonais e mensais referentes ao número de dias em que as temperaturas máximas e mínimas ficaram acima do 90º percentil (Dias Quentes – TX90p e Noites Quentes – TN90) mostraram uma predominância de tendência positiva (aumento), ou seja, ocorreu aumento no número de dias quentes e de noites quentes. Este aumento do número de noites e dias quentes foi decorrente das mesmas causas apontadas para o aumento das temperaturas máximas e mínimas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, E.; AZIZ BARRY, A.; BRUNET, M.; EKANG, L.; FERNANDES, A.; MASSOUKINA, M.; MBAH, J.; MHANDA, A.; DO NASCIMENTO, D.J.; PETERSON, T.C.; THAMBA UMBA, O.; TOMOU, M.; ZHANG, X. Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe, 1955–2006. **Journal of Geophysical Research**, v.114, p. d02115, 2009.

ALEXANDER, L. V., ZHANG, X., PETERSON, T. C., CAESAR, J., GLEASON, B., KLEIN TANK, A., HAYLOCK, M., COLLINS, D., TREWIN, B., RAHIMZADEH, F., TAGIPOUR, A., AMBENJE, P., KUMAR, K. R., REVADEKAR, J., GRIFFITHS, G., VINCENT, L., STEPHENSON, D., BURN, J., AGUILAR, E., BRUNET, M., TAYLOR, M., NEW, M., ZHAI, P., RUSTICUCCI, M., VAZQUEZ-AGUIRRE, J. L. **Global observed in daily climate extremes of temperature and precipitation. Global Extremes Indices**, British Crown Copyright, 2005. 65p.

ALMEIDA, J. M. V. **Índices de Monitoramento e Detecção de Mudanças Climáticas Na Região Centro-Oeste do Brasil**. 2008, 243p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

ALVES, J. M. D., KAYANO, M. T. Estudos Preliminares da Precipitação no Sul do Ceará durante a Pré-Estação das Chuvas. **Climanálise**, v. 6, p. 42-50, 1991.

ALVES, A. R. Efeito estufa e mudanças climáticas. **Ação Ambiental**, v. IV; n. 18, p. 7-15, 2001.

ARAÚJO, W. S. **Detecção de Tendências de Mudanças Climáticas para os Estados da Bahia e Sergipe por Meio de Índices Pluviométricos Diários**. 2009, 127 p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

ARAÚJO, W. S.; BRITO, J.I.B. Índices de tendências de mudanças climáticas para os estados da bahia e sergipe por meio de índices pluviométricos diários e sua relação com tsm do pacífico e atlântico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.4, p. 541 - 554, 2011.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 4 ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 332 p., 1996.

BACK, A. J. A percepção de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.5, p.717-726, 2001.

BARROS, V. R.; CASTEÑEDA, M. E.; DOYLE, M. Recent precipitation trends in South South American east of the Andes: An indication of climatic variability. In: **Southern Hemispherere paleo and neo-climates**, SMOLKA, P. P.; VOLHEIMER, W. (Eds.). Nova Iorque: Springer-Verlag, 2000.

BATISTELLA, M.; ALVES, D.; ARTAXO, P.; BUSTAMANTE, M.; KELLER, M.; LUIZÃO, F.; MARENGO, J. A.; MARTINELLI, L.; NOBRE, C. A. **Plano Científico LBA2 – Programa de Pesquisas sobre interações biosfera-atmosfera na Amazônia**, 2007.

BRAGANZA, K.; KAROLY, D.J.; HIRST, A.C.; MANN, M.E.; STOTT, P.; STOUFFER, R.J.; TETT, S.F.B. Simple indices of global climate variability and change – Part II: attribution of climate during the twentieth century. **Climate Dynamics**, v. 22, n.8, p.823-838, 2004.

COSTA, C. P. W. da. **Análise espacial e temporal de índices climáticos derivados das temperaturas máximas e mínimas para o Rio Grande do Sul**, 2008, 98 p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2008.

DUFEK, A. S. **Índices de extremos climáticos de temperatura e chuva na América do Sul: clima presente e validação do modelo RegCM3**. 2008, 120 p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FOLLAND, C. K.; MILLER, C.; BADER, D.; CROWE, M.; JONES, P.; PLUMMER, N.; RICHMAN, M.; PARKER, D. E.; ROGERS, J. e SCHOLEFIELD, P.: Workshop on indices and indicator for climate extremes, Asheville, NC, USA. Breakout Group C: Temperature indices for climate extremes. **Climate Change**, v. 42, p. 31-43, 1999.

FOLLAND, C. K. **Observed climate variability and change**. *Climate Change: The Scientific Basis*, J. T. Houghton *et al.*, Eds., Cambridge University Press, 99–181 pp, 2001.

FRICH, P., ALEXANDER, L. V., DELLA-MARTA, P., GLEASON, B., HAYLOCK, M., TANK, A. M. G. K., PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, v. 19, p. 193-212, 2002.

GALLANT, A. J. E.; KAROLY, D. J. A Combined Climate Extremes Index for the Australian Region. **Journal of Climate**, v. 23, p. 6153 – 6167, 2010.

GALLANT, A. J. E.; KAROLY, D. J.; GLEASON, K. L. Consistent Trends in a Modified Climate Extremes Index in the United States, Europe, and Australia. **Journal of Climate**, v.27, p. 1379 – 1394, 2014.

GLEASON, K. L.; LAWRIK, J. H.; LEVINSON, D. H.; KARL, T. R. A Revised U.S. Climate Extremes Index. **Journal of Climate**, v. 21, p. 2124 – 2138, 2008.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, v.4, n.B4, 1986.

GROPPO, J. D.; MORAES, J. M.; BEDUSCHI, C. E.; MARTINELLI, L. A. **Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas**, *Geociências*, v. 24, n. 2, p. 181-193, 2005.

GUETTER, A. K., PRATES, E. **Degrau climático nas séries de vazões das bacias brasileiras**. In: CBMET, 12., 2002, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, PR, 2002.

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

HASTENRATH, S., GREISCHAR, L. Further Work on the Prediction of Northeast Brazil Rainfall Anomalies. **Journal of Climate**, v. 6, p. 743-758, 1993.

HAYLOCK, M. R. PETERSON, T. C. ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T; ANUNCIACÃO Y. M. T, BAEZ, J.,V. R. BARROS, M. A. BERLATO, M. BIDEGAIN, G. CORONEL, V. CORRADI, GARCIA, V. J.; GRIMM, A. M.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M. B. MONCUNILL, D. F. NECHET, D. **Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature**. **Journal of Climate**, v. 19, n.4, p. 1490-1512, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2007: the physical science basis summary for policymakers**. [S.I.]. **Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Geneva: IPCC Secretariat-WMO, 2007, 18p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012, 582 p.

KANE, R. P.: **Relationship between the southern oscillation/El Niño andrain fall in some tropical and mid latitude regions**. 1989. Proc. Indian Academy Science. (Earth Planet Sci.), 3, 223-235p.

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

KOUSKY, V. E. Frontal influences on northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 107, p.1142-1153, 1979.

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

KOUSKY, V.E.; Cavalcanti, I.F.A.; Kayano, M.T. A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes related rainfall anomalies. **Tellus A**, v. 36: p. 490–504, 1984.

LIEBMANN, B., VERA, C. S., CARVALHO, L. M. V., CAMILLONI, I., OERLING, M. P., BARROS, V. R., BÁEZ, J., BIDEGAIN, M. An observed trend in central South American Precipitation. **Journal of Climate**, v. 17, p. 4357-4367, 2004.

- MANTON, M. J., NICHOLLS, N. Monitoring trends in extreme climate events. **APN Newsletter**, v.5, n.1, p.1-3, 1999.
- MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas: Consequências no Brasil**. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/147>> . Acessado em 11/ 08/ 2014.
- MARENGO, J., UVO, C. Long-term stream flow and rainfall fluctuations in tropical South America: Amazonia, Eastern Brazil and Northwest Peru. **International Journal of Climatology**, v. 28, n. 7, p.893 - 904, 1996.
- MARKHAM, C. G. E MCLAIN, D. R. Sea Surface Temperature Related to Tain in Ceará Northeastern Brazil. **Nature**, n.265, p.320-323, 1977.
- MINETTI, J. L. Trend and jumps in the anual precipitation in South American, South of the 15 degrees. **S. Atmosfera**, v. 11, p. 205-221, 1998.
- MINETTI, J. L.; VARGAS, W. M.; POBLETE, A. G.; ACUNA, L. R.; CASAGRANDE, G. Non-linear trends and low frequency oscillations in anual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. **Atmosfera**, v. 16, p. 119-135, 2003.
- MORAES, J. M. *et al.* Estudo preliminar da evolução temporal dos componentes do ciclo hidrológico da bacia do Rio Piracicaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de recursos Hídricos, 1995. p.27-32.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003, 307 p.
- MORTATTI, J. *et al.* Hidrologia dos rios Tietê e Piracicaba: séries temporais de vazão e hidrogramas de cheia. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v.12, n.23, p.55-67, 2003.
- NICHOLLS, N., MURRAY, W. Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes, Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997 - Breakout Group B: Precipitation. **Climatic Change**, v. 42, p. 23-29, 1999.
- NOBRE, C., SELLERS, P., SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, n. 4, p. 957-988, 1991.
- NOBRE, P.; LACERDA, F.F. Aquecimento global: conceituação e repercussões sobre o Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**,v. 3, p. 14-17, 2010.
- OLIVO, E.; BATANERO, C. Un estudio exploratorio de difi cultades de comprensión del intervalo de confianza. **UNIÓN – Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n.12, p.37-51, 2007.
- PAIVA, S. C.; CAVALCANTI, E. P. Fluxos de calor latente e sensível a superfície em Caatinga: estudo observacional e de simulacao com o BRAMS no inicio do periodo de secas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 677-691, 2011.

PAULA, R. K. **Índices de Mudanças Climáticas, Vegetação da Superfície, Seca e desertificação: Um Estudo de Caso para o Estado de Pernambuco**, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso – TCC (Bacharel em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

PHILANDER, S. G. **El Niño, La Niña, and Southern Oscillation**. San Diego: Academic Press. 1990. 293p. (International Geophysics Series, 46).

QUINTANA-GOMEZ, R.A. Trend in maximum and minimum temperatures in northern South America. **Journal of Climate**, v.12, p.2104-2112, 1999.

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

RENON, M; RUSTICUCCI, M.; BARREIRO, M. Multidecadal changes in the relationship between extreme events in Uruguay and the general atmospheric circulation, **Climate Dynamics**, v. 37, n. 11-12, p. 3-12, 2011.

ROPELEWSKI, C.; HALPERT, M.S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño-Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, v.115, p.1606–1626, 1987.

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

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

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

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

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B.; RAMANA, R.; T.V.; Menezes, H. E. A. Tendências dos índices de precipitação no Estado do Ceara. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, p.39-47, 2009.

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

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

SOUZA, W. M; AZEVEDO, P. V. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 143 – 159, 2012.

SOUZA, W. M. **Impactos socioeconômicos e ambientais dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE**. 2011, 121f. Tese (Doutorado Recursos Naturais). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2011.

SILVA, G.B.; Azevedo, P.V. Índices de tendências de mudanças climáticas no Estado da Bahia. **Revista de Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, p. 141-151, 2008.

SILVA-JÚNIOR, C. H. F da. **Índices de monitoramento e detecção de mudanças climáticas na parte norte do Brasil**. 2010, 95p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

SILVA, M.M.; FERREIRA, V.O. Estação chuvosa e ocorrência de veranicos em Aracuaí, Itamarandiba e Pedra Azul, na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, p.1068-1081, 2011.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. Rio de Janeiro: Editora McGraw Hill do Brasil, 1982, p. 265-369.

STRANG, D.M.G.D. **Análise climatológica das normais pluviométricas do Nordeste do Brasil**. São José dos Campos: CTA-IAE, 1972, 29p.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. Brasília: ECO/IB/UnB. Tese de Doutorado em Ecologia Universidade de Brasília. Instituto de Biologia. Departamento de Ecologia, 2004, 201 p.

TEBALDI, C.; HAYHOE, K.; ARBLASTER, J.M.; MEEHL, G.A. Going to the extremes; An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. **Climatic Change**, v.79, n. sf, p. 185-211, 2006.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981, p. 347-348.

UVO, C. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIAK, S. E. E KUSHNIR, Y. The relationship Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. **Journal of Climate**, v. 11, n. 4, p. 551–562, 1998.

VINCENT, L. A.; PETERSON, T. C.; BARROS, V. R. MARINO, M. B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E. ALVES, L. M. AMBRIZZI, T; BERLATO, M. A.; GRIMM, A. M.; MARENGO, J. A; MOLION, L. MONCUNILL; D. F.; REBELLO, E.; ANUNCIAÇÃO, Y. M. T. QUINTANA, J.; SANTOS, J. L.; BAEZ, J. CORONEL, J. GARCIA, I. TREBEJO, M. BIDEGAIN, HAYLOCK, M. R.; KAROLY; D. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. **Journal of Climate**, v. 18, n. 12, p. 5011-5023, 2005.

YOON, J.H.; ZENG, N. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Climate Dynamics**, v.34, p. 249–264, 2010.

ZHANG, X.; ALEXANDER, L; HEGERL, G. C., JONES , P.; TANK, A. K.; PETERSON, T. C. ; TREWIN, B.; ZWIERS, F. W. **Índices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, Ltd, 2011, 20p. (WIREs Clim Change, 2011). (doi: 10.1002/wcc.147).

ZHANG, X.; YANG, F. **RCLimDex (1.0) User Guide**. Climate Research Branch Environment Canada, Downsview, Ontario, Canada. 2004, 22p.