



TENDÊNCIAS DE ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS PARA A COSTA LESTE DO NORDESTE DO BRASIL

EDWARD DAVID RODRIGUES DA SILVA¹, CARLOS ANTONIO COSTA DOS SANTOS¹²

RESUMO

O objetivo desse estudo é analisar as tendências dos índices de extremos climáticos, dependentes da precipitação pluvial diária, definidos pela Organização Meteorológica Mundial, para a Costa Leste da Região Nordeste do Brasil (CLNEB), assim como, analisar os dados de temperatura diários para a mesma área. Esse trabalho é de grande importância para a população da região de estudo, uma vez que alterações no clima poderão influenciar os setores socioeconômicos e causar impactos ambientais. Serão feitas análises de tendências nas séries de dias consecutivos secos e úmidos, precipitação total anual, número de dias anuais em que a precipitação foi superior a 50 mm, precipitação máxima mensal em 1 e 5 dias consecutivos, e a análise anual e sazonal dos extremos de temperatura. O uso de índices extremos de precipitação e suas tendências temporais podem auxiliar os municípios nas ações de gestão de risco a deslizamento, períodos de seca e na elaboração de Planos de Contingência e Sistemas de Alerta.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Sazonalidade, Rclimdex

¹Graduando do curso de Meteorologia, Departamento de Ciências Atmosféricas, UFCA, Campina Grande, PB, e-mail: edward.david.rs@gmail.com

¹²Doutor em Meteorologia, Departamento de Ciências Atmosféricas, UFCA, Campina Grande, PB, e-mail: carlosstorm@gmail.com, carlos@dca.ufca.edu.br

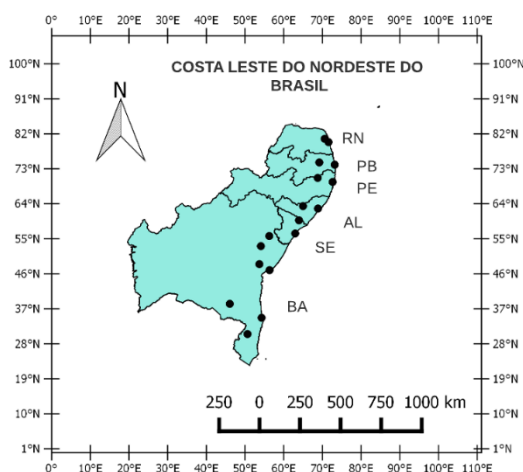
ABSTRATC

The objective of this study is to analyze the trends of climatic extremes, dependent on daily rainfall, defined by the World Meteorological Organization, for the East Coast of the Northeast Region of Brazil (CLNEB), as well as to analyze the daily temperature data for the same area. This work is of great importance for the population of the study region, since changes in the climate may influence socioeconomic sectors and cause environmental impacts. Trend analyzes will be carried out in the series of consecutive dry and wet days, total annual precipitation, number of annual days in which precipitation was greater than 50 mm, maximum monthly precipitation in 1 and 5 consecutive days, and the annual and seasonal analysis of extremes of temperature. The use of extreme precipitation indices and their temporal trends can help municipalities in risk management actions for landslides, drought periods and in the preparation of Contingency Plans and Warning Systems.

Keywords: Climate change, Seasonality, Rclimdex

1 INTRODUÇÃO

Estudos recentes apontam que o aquecimento global trará impactos potencialmente catastróficos para a Amazônia e a Região Nordeste do Brasil (NEB), ao passo que a manutenção da floresta amazônica oferece uma das opções mais valiosas e de baixo custo para mitigar as mudanças climáticas (Fearnside, 2009). Sabe-se que o fenômeno de El Niño - Oscilação Sul (ENOS), causado por oscilações da temperatura da superfície da água no Oceano Pacífico, assim como, as oscilações da temperatura no Oceano Atlântico podem trazer impactos sobre essas regiões, tais como secas e incêndios florestais, chuvas e secas intensas. Tem sido observado também que as vegetações dessas regiões são sensíveis à ação do fogo e de estresse hídrico sob condições quentes e secas. Ademais, a água reciclada pelos biomas localizados nessas regiões fornece parte da chuva que mantém as condições climáticas apropriadas para floresta tropical, especialmente durante a estação seca (Fearnside, 2009; Yoon e Zeng, 2010).



Fonte: Silva, E.D.R

O aquecimento global tem o potencial de causar altas taxas de evaporação e intensificar o transporte de grandes quantidades de vapor de água na atmosfera, provavelmente acelerando o ciclo hidrológico global (Zhang et al., 2010). Uma das mais significativas consequências do aquecimento global poderá ser um aumento na magnitude e frequência dos extremos de precipitação através do acréscimo dos níveis de umidade na atmosfera e/ou atividades convectivas de grande escala (Shouraseni e Robert, 2004).

Nas últimas décadas, as mudanças nos extremos climáticos têm atraído a atenção mundial porque os eventos climáticos extremos impactam os sistemas naturais e humanos mais que seus valores médios (Aguilar et al., 2009). A infraestrutura social (abastecimento de água, por exemplo) é mais sensível aos eventos extremos. De acordo com o IPCC (2007), as mudanças na distribuição de plantas e animais selvagens, extinções induzidas pelo clima, mudanças na fenologia e na diversidade de espécies têm apresentado taxas de aumento.

Extremos de temperatura e precipitação têm sido estudados em escala global, nacional e regional. 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 (You et al., 2010; Santos et al., 2011). No final da década de 1990 vários workshops desenvolveram índices para analisar extremos climáticos. Com o objetivo de criar um conjunto de índices que poderiam ser calculados para uma variedade de climas e possibilitar a comparação entre regiões. Como resultados, 27 índices de mudanças climáticas, derivados de dados diários de temperatura e precipitação, foram identificados (Zin et al. 2010).

O objetivo desse estudo é analisar as tendências dos índices de extremos climáticos, dependentes da precipitação pluvial diária, definidos pela Organização Meteorológica Mundial (Zhang e Yang, 2004), para a Costa Leste do NEB, assim como, analisar suas relações com as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos Oceanos Pacífico (ENOS) e Atlântico (Dipolo do Atlântico). Esse trabalho é de grande importância para a população da região de estudo, uma vez que alterações no clima poderão influenciar os setores socioeconômicos e causar impactos ambientais.

2 OBJETIVOS GERAIS

A presente pesquisa objetiva analisar as tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas, dependentes da precipitação pluvial diária, definidos pela OMM, para a CLNEB; objetiva também, a análise dos dados de temperatura por meio da sazonalidade.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- estimativa das séries de dias consecutivos secos e úmidos;
- análise da tendência da precipitação total anual;
- construção de uma série histórica com o número de dias anuais em que a precipitação foi superior a 50 mm;
- análise da tendência da precipitação máxima mensal em 1 e 5 dias consecutivos;
- análise dos extremos da temperatura diária;
- análise sazonal dos extremos de temperatura;
- verificação da relação entre as tendências anuais de longo prazo da precipitação pluvial com anomalias da TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico.

3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA E RELEVÂNCIA DO PROJETO

Os desastres naturais observados no Brasil nas últimas décadas têm sido motivo de preocupação devido aos danos causados à população. As inundações nos estados de Alagoas e Pernambuco em 2010, bem como os deslizamentos que atingiram as regiões serranas dos estados do Rio de Janeiro e Paraná em 2011, foram determinantes para o Governo Federal adotar ações de prevenção e mitigação de desastres. As principais ações foram destinadas às melhorias na capacidade de monitoramento e elaboração de alertas, tendo em vista a modernização do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC).

O Centro Nacional de Monitoramento e Desastres Naturais (CEMADEN), criado em 2011, tem elaborado atividades de monitoramento e emissão de alertas de deslizamentos, enxurradas e inundações. Além disso, o CEMADEN estimula no desenvolvimento de pesquisas que contribuem na melhoria do sistema de alerta e monitoramento, bem como para informações necessárias para na redução de riscos. Como parte dessa iniciativa, o CEMADEN firmou parceria e cooperação com universidades e institutos de pesquisa para a realização de projetos na área de desastres naturais. Segundo o CEMADEN, o número de registros de desastres naturais no Brasil teve um aumento significativo a partir da década de 2000.

Na CLNEB, não há registro de um grande número de mortes em um único evento de chuva nos últimos anos, porém é comum receber informações pelos meios de comunicação referentes à pequenos deslizamentos e inundações, em sua grande maioria devido a ocupação irregular de espaços para fins residenciais, que causam diversos prejuízos à população, especialmente, no período chuvoso. De acordo com as análises do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (BERTONE e MARINHO, 2013), diversos municípios

localizados na parte litorânea do NEB apresentam setores de alto e muito alto risco relacionados aos movimentos de massa e inundações dentro da área urbana.

O uso de índices extremos de precipitação temperatura e suas tendências temporais podem auxiliar os municípios nas ações de gestão de risco a deslizamento e na elaboração de Planos de Contingência e Sistemas de Alerta.

4 ESTADO DA ARTE

4.1 Mudanças Climáticas

As mudanças no clima podem acarretar significativos impactos nos setores naturais, social e econômico. Os extremos climáticos associados à temperatura e precipitação podem também afetar consumo de energia, conforto humano e turismo (Subak et al., 2000; Qian e Lin, 2005). O aumento nas perdas econômicas devido a extremos de tempo e, especialmente, o aumento nas perdas de vidas, tem sido regularmente notícias de jornais, despertando o interesse da comunidade científica em estudar tais fenômenos (Kostopoulo e Jones, 2005).

Mudanças na precipitação têm implicações no ciclo hidrológico e recursos hídricos. Espera-se que as mudanças climáticas alterem a temperatura média e os valores da precipitação e que aumentem a variabilidade dos eventos de precipitação, que poderão causar inundações e secas mais intensas e frequentes. Qian e Lin (2005) afirmam que a frequência e a persistência das secas deverá ser uma das consequências do aquecimento global. Walsh e Pittock (1998) sugeriram que as potenciais mudanças nas tempestades tropicais, furacões e eventos extremos de chuva são um resultado das mudanças climáticas. Em geral, muitas atividades econômicas e processos ambientais são altamente dependentes da precipitação.

De forma geral, a atmosfera é constituída por vários gases, sendo que os principais são o Nitrogênio (N_2) e o Oxigênio (O_2) que, juntos compõem cerca de 99% da proporção em volume. Outros gases encontram-se presentes em pequenas quantidades, dentre estes, citam-se os gases de efeito estufa (GEE) tais como o dióxido de carbono (CO_2). São assim denominados por ter a capacidade natural de reter o calor na atmosfera, permitindo que as ondas eletromagnéticas provenientes do Sol atravessem a atmosfera e aqueçam a superfície terrestre, mas dificultando a saída da radiação infravermelha emitida pela Terra, mantendo, assim, a Terra aquecida.

Nos últimos 100 anos vêm acontecendo um progressivo aumento na concentração dos GEE na atmosfera, sendo provocado, principalmente pelas atividades antrópicas (IPCC, 2007). Segundo o Relatório do IPCC (2007), para as próximas duas décadas, projeta-se um

aquecimento de cerca de 0,2 °C por década para uma faixa de cenários de emissões do RECE (Relatório Especial sobre Cenários de Emissões). Mesmo que as concentrações de todos os gases de efeito estufa e aerossóis se mantivessem constantes nos níveis do ano 2000, seria esperado um aquecimento adicional de cerca de 0,1 °C por década. Até meados do século XXI, projeta-se que a vegetação semiárida tenderá a ser substituída por vegetação de terras áridas. Nas áreas mais secas, prevê-se que a mudança do clima acarrete a salinização e a desertificação das terras agrícolas. Projeta-se que as mudanças nos padrões de precipitação e o desaparecimento das geleiras afetem de forma significativa a disponibilidade de água para o consumo humano, a agricultura e a geração de energia (IPCC, 2007).

3.2 – Índices de Detecção de Mudanças Climáticas

Recentemente o interesse dos cientistas pelo estudo da variabilidade e mudança do clima vem aumentando, principalmente, devido ao possível papel de atividade humana na observada mudança climática. Muitos dos estudos de variabilidade e mudança do clima consideram as variações de precipitação pluvial como um índice de detecção de mudanças climáticas porque tem um registro observacional razoavelmente longo e de qualidade. A análise dos extremos climáticos desperta um grande interesse, entre outras razões, porque causam enormes perdas e transtornos econômicos. Os extremos climáticos podem ser definidos pela ocorrência de valores de variáveis meteorológicas que ultrapassam um determinado nível, correspondendo a uma pequena probabilidade.

Groisman et al. (1999), desenvolveram o primeiro estudo de chuvas extremas para diversos países do globo. Eles examinaram os extremos, para oito países: Canadá, Estados Unidos, México, Antiga União Soviética, China, Austrália, Noruega, e Polônia, usando a distribuição e modelagem estatística “gama”. Mais recentemente, foram publicados os trabalhos de Klein Tank e Konnen (2003) e Haylock e Goodess (2004) examinando as tendências e a variabilidade dos índices extremos para quase toda Europa.

Durante a década de 1990 e mais recentemente, vários Seminários Internacionais desenvolveram índices para extremos de clima (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, devido, 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 o ENOS e a exposição aos ciclones tropicais. Frich et al. (2002), analisaram tendências lineares com dez índices de clima para uma grande parte da América do Norte, Europa, Ásia e o Pacífico.

A Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Índices - ETCCDMI) foi estabelecida em conjunto com o CCI/CLIVAR conselho que monitora índices climáticos. Seguindo a publicação de Frich et al. (2002), o ETCCDMI identificou regiões fundamentais para promover estudos sobre mudanças climáticas: o Caribe, América do Sul e Central, África e Ásia Central e Oeste. Eles decidiram que o melhor modo de estabelecer pesquisas nestas regiões era através de seminários regionais (Manton et al., 2001). Em 2001 foram organizados dois dos tais seminários: em Marrocos para cobrir os países africanos do norte (Easterling et al., 2003); e na Jamaica para cobrir o Caribe (Peterson et al., 2002).

Até recentemente, poucos trabalhos têm sido publicados sobre extremos de chuva e temperatura na América do Sul. Devido à implementação de vários projetos na Bacia do Rio La Plata-Paraná no sudeste da América do Sul, vários documentos recentes estudaram os extremos de chuva nesta bacia e os uniram à circulação regional. Estudos como os de Santos e Brito (2007), Santos et al. (2009) e Santos e Manzi (2011) têm analisado índices de extremos de precipitação para a Região Nordeste do Brasil, no entanto, ainda não tem sido desenvolvidos estudos específicos para a CLNEB com essa temática.

5 METODOLOGIA E VIABILIDADE

5.1 Material

Neste trabalho serão utilizados dados diários de precipitação pluvial e temperatura, para o período de 1971 a 2019, obtidos nas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET distribuídas espacialmente na CLNEB.

5.2 Metodologia

Os 17 índices de eventos climáticos extremos derivados de dados de precipitação e temperatura utilizados nessa pesquisa, juntamente com suas definições conforme o *Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI)*, estão mostrados na Tabela 1. Na avaliação da homogeneização dos dados e no cálculo dos índices será utilizada a metodologia de Zhang et al. (2005) implementada no software RClindex, desenvolvido e mantido pelos pesquisadores Xuebin Zhang e Feng Yang do Serviço de Meteorologia do Canadá.

O controle de qualidade será identificar erros nos dados, conforme proposto por Alexander et al. (2006), e implementado por Viney e Bates (2004). O controle de qualidade dos dados é um pré-requisito para o cálculo dos índices. No RClindex obedece aos seguintes procedimentos: 1) substitui todos os dados faltosos (codificados como -99.9) em um formato interno reconhecido pelo R e 2) substitui todos os valores não aceitáveis por -99.9. Estes valores incluem, por exemplo, quantidades de precipitação diárias menores que zero e, b) temperatura máxima diária menor que a temperatura mínima diária. Adicionalmente, o controle de qualidade também identifica valores extremos nas temperaturas diárias máximas e mínimas. Os valores extremos são valores diários que se encontram fora de um intervalo definido pelo usuário. Atualmente, este intervalo se define como n vezes o desvio padrão do valor do dia, isto é, (média - $n \cdot \text{std}$, média + $n \cdot \text{std}$). Onde std representa o desvio padrão para o dia e n é uma entrada do usuário, nesse estudo foi aplicado $n = 4$, que é o padrão adotado mundialmente (Zhang et al. 2005), sendo também executado o controle de qualidade referente aos dados de temperatura.

O software fornece, para todos os índices, dados estatísticos, tais como: tendência linear anual calculada pelo método de mínimos quadrados; nível de significância estatística da tendência (valor p); coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão de estimativa; assim como os gráficos das séries anuais. Nesse estudo só serão consideradas significativas as tendências, que apresentarem nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

Tabela 1. Definição dos índices de extremos utilizados nesse estudo.

Índices	Definição	Unidades
Rx1day	Máxima precipitação em 1 dia	mm
Rx5day	Máxima precipitação em 5 dias consecutivos	mm
SDII	Média anual da precipitação quando $PRCP \geq 1,0\text{mm}$	mm
R10mm	Número de dias em um ano quando $PRCP \geq 10\text{mm}$	dias
R20mm	Número de dias em um ano quando $PRCP \geq 20\text{mm}$	dias
R50mm	Número de dias em um ano quando $PRCP \geq 50\text{mm}$	dias
DCS	Máximo número de dias consecutivos secos com $PRCP < 1\text{mm}$	dias
DCU	Máximo número de dias consecutivos úmidos com $PRCP \geq 1\text{mm}$	dias
PRCPTOT	Precipitação Total Anual quando ($PRCP \geq 1\text{mm}$)	mm
TMAXmean	Valor médio da temperatura máxima diária	°C
TMINmean	Valor médio da temperatura mínima diária	°C
TXx	Valor Máximo da Temperatura Máxima	°C
TNx	Valor Máximo da Temperatura Mínima	°C
TXn	Valor Mínimo da Temperatura Máxima	°C

TNn	Valor Mínimo da Temperatura Mínima	°C
DTR	Amplitude Térmica Diária	°C
GSL	Comprimento da Estação de Cultivo	Dia

6 RESULTADOS FINAIS

Devido à pandemia da COVID-19 instalada no mundo desde março de 2020, e, com atenção especial para o Brasil, tivemos as atividades de ensino, pesquisa e extensão prejudicadas nas Instituições de Ensino Superior. As atividades presenciais foram suspensas e o acompanhamento das pesquisas de Iniciação Científica bastante comprometidas, sendo possível apenas na modalidade remota. Seguimos o cronograma de execução, mas um dos objetivos específicos não foi atendido, a “verificação da relação entre as tendências anuais de longo prazo da precipitação pluvial com anomalias da TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico, que por sua vez ficará para uma pesquisa posterior visando a expansão do projeto, tanto para a análise de mais tendências para a CLNEBR como para todo o nordeste brasileiro. Os resultados a seguir apresentam um estudo sobre as tendências dos índices de precipitação e temperatura presentes na Tabela 1, sendo nove deles de precipitação e oito de temperatura.

Tabela 2: Tendências dos índices de extremos climáticos para Natal -RN

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.018	0.005	0.001
TMINmean	1971	2019	0.053	0.023	0.026
GSL	1971	2019	0.078	0.025	0.005
TXx	1971	2019	0.053	0.029	0.074
TXn	1971	2019	0.006	0.018	0.736
TNx	1971	2019	0.03	0.021	0.166
TNn	1971	2019	0.07	0.032	0.039
DRT	1971	2019	-0.03	0.023	0.212
RX1day	1971	2019	-0.426	0.91	0.644
RX5day	1971	2019	-0.561	1.556	0.721
SDII	1971	2019	0.046	0.04	0.26
R10mm	1971	2019	-0.148	0.183	0.424
R20mm	1971	2019	0.07	0.136	0.611
R50mm	1971	2019	0.069	0.057	0.236
DCS	1971	2019	0.082	0.261	0.756
DSU	1971	2019	-0.043	0.069	0.542
PRCPTOT	1971	2019	1.291	8.202	0.876

Tabela 3: Tendências dos índices de extremos climáticos para Ceará Mirim - RN.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.027	0.005	0
TMINmean	1971	2019	0.024	0.004	0
gsl	1971	2019	0.052	0.032	0.115
txx	1971	2019	0.033	0.009	0.001
txn	1971	2019	0.023	0.013	0.086
tnx	1971	2019	0.031	0.007	0
tnn	1971	2019	0.062	0.043	0.158
dtr	1971	2019	0.006	0.005	0.288
rx1day	1971	2019	0.436	0.648	0.506
rx5day	1971	2019	0.764	0.774	0.331
sdi	1971	2019	0.089	0.023	0
r10mm	1971	2019	0.057	0.124	0.646
r20mm	1971	2019	0.085	0.083	0.317
R50mm	1971	2019	0.052	0.032	0.112
cdd	1971	2019	0.347	0.202	0.095
cwd	1971	2019	-0.014	0.032	0.668
prcptot	1971	2019	3.706	4.613	0.427

Tabela 4: Tendências dos índices de extremos climáticos para João Pessoa – PB.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.042	0.004	0
TMINmean	1971	2019	0.02	0.007	0.005
GSL	1971	2019	0.008	0.017	0.657
TXx	1971	2019	0.049	0.006	0
TXn	1971	2019	0.007	0.011	0.537
TNx	1971	2019	0.023	0.007	0.002
TNn	1971	2019	0.007	0.013	0.593
DTR	1971	2019	0.02	0.009	0.04
RX1day	1971	2019	0.173	0.449	0.702
RX5day	1971	2019	0.712	0.867	0.417
SDII	1971	2019	-0.019	0.031	0.546
R10mm	1971	2019	-0.252	0.135	0.069
R20mm	1971	2019	-0.151	0.099	0.133
R50mm	1971	2019	-0.011	0.052	0.836
DCS	1971	2019	0.175	0.09	0.059
DCU	1971	2019	-0.019	0.065	0.772
PRCPTOT	1971	2019	-5.373	5.867	0.366

Tabela 5: Tendências dos índices de extremos climáticos para Areia – PB.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.008	0.013	0.552
TMINmean	1971	2019	0.049	0.012	0.001
gsl	1971	2019	0	0.016	1
txx	1971	2019	-0.02	0.046	0.676
txn	1971	2019	0.027	0.036	0.468
tnx	1971	2019	-0.002	0.015	0.886
tnn	1971	2019	0.191	0.061	0.005
dtr	1971	2019	-0.042	0.01	0.001
rx1day	1971	2019	0.071	0.8	0.931
rx5day	1971	2019	1.494	1.263	0.251
sdi	1971	2019	-0.02	0.039	0.621
r10mm	1971	2019	-0.182	0.284	0.528
r20mm	1971	2019	0.049	0.213	0.82
R50mm	1971	2019	-0.042	0.05	0.405
cdd	1971	2019	0.026	0.327	0.938
cwd	1971	2019	0.024	0.068	0.729
prcptot	1971	2019	-1.563	9.185	0.867

Tabela 6: Tendências dos índices de extremos climáticos para Recife – PE.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.024	0.003	0
TMINmean	1971	2019	0.007	0.003	0.044
GSL	1971	2019	0	0.006	0.931
TXx	1971	2019	0.03	0.008	0.001
TXn	1971	2019	0.012	0.006	0.082
TNx	1971	2019	0.005	0.006	0.395
TNn	1971	2019	0.005	0.009	0.558
DRT	1971	2019	0.017	0.004	0
RX1day	1971	2019	0.206	0.356	0.564
RX5day	1971	2019	0.198	0.723	0.785
SDII	1971	2019	-0.025	0.021	0.249
R10mm	1971	2019	-0.109	0.125	0.386
R20mm	1971	2019	-0.066	0.088	0.454
R50mm	1971	2019	-0.029	0.036	0.417
DCS	1971	2019	0.01	0.062	0.867
DSU	1971	2019	-0.006	0.059	0.923
PRCPTOT	1971	2019	-4.293	4.717	0.367

Tabela 7: Tendências dos índices de extremos climáticos para Surubim -PE.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
---------	--------	-----	-------	--------------	---------

TMAXmean	1971	2019	0.027	0.005	0
TMINmean	1971	2019	0.016	0.004	0
gsl	1971	2019	0.001	0.005	0.828
txx	1971	2019	0.018	0.01	0.083
txn	1971	2019	0.01	0.008	0.255
tnx	1971	2019	0.027	0.007	0.001
tnn	1971	2019	0.007	0.029	0.811
dtr	1971	2019	0.01	0.005	0.042
rx1day	1971	2019	-0.902	0.31	0.006
rx5day	1971	2019	-1.393	0.494	0.008
sdii	1971	2019	-0.032	0.016	0.057
r10mm	1971	2019	-0.093	0.065	0.16
r20mm	1971	2019	-0.071	0.038	0.07
R50mm	1971	2019	-0.018	0.013	0.185
cdd	1971	2019	0.194	0.218	0.379
cwd	1971	2019	-0.033	0.027	0.233
prcptot	1971	2019	-4.114	1.964	0.044

Tabela 8: Tendências dos índices de extremos climáticos para Maceió – AL.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.038	0.005	0
TMINmean	1971	2019	0.029	0.013	0.04
gsl	1971	2019	0.008	0.017	0.639
txx	1971	2019	0.051	0.016	0.002
txn	1971	2019	0.032	0.009	0.002
tnx	1971	2019	0.011	0.016	0.503
tnn	1971	2019	0.037	0.016	0.034
dtr	1971	2019	0.009	0.014	0.519
rx1day	1971	2019	-	0.569	0.744
			0.188		
rx5day	1971	2019	-	1.146	0.176
			1.587		
sdii	1971	2019	-	0.029	0.144
			0.043		
r10mm	1971	2019	-0.14	0.165	0.402
r20mm	1971	2019	-	0.11	0.225
			0.136		
R50mm	1971	2019	-	0.041	0.014
			0.107		
cdd	1971	2019	-	0.131	0.446
			0.101		
cwd	1971	2019	-	0.051	0.58
			0.029		

prcptot	1971	2019	-	6.637	0.166
			9.383		

Tabela 9: Tendências dos índices de extremos climáticos para Palmeira dos Índios – AL

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.022	0.008	0.012
TMINmean	1971	2019	0.034	0.009	0.001
gsl	1971	2019	0.01	0.011	0.356
txx	1971	2019	0.034	0.014	0.021
txn	1971	2019	0.029	0.009	0.004
tnx	1971	2019	0.007	0.015	0.665
tnn	1971	2019	0.056	0.014	0.001
dtr	1971	2019	-0.01	0.013	0.459
rx1day	1971	2019	-1.164	0.335	0.002
rx5day	1971	2019	-1.54	0.56	0.01
sdi	1971	2019	-0.056	0.024	0.026
r10mm	1971	2019	-0.12	0.153	0.437
r20mm	1971	2019	-0.113	0.081	0.174
R50mm	1971	2019	-0.04	0.02	0.056
cdd	1971	2019	0.051	0.293	0.865
cwd	1971	2019	-0.079	0.059	0.189
prcptot	1971	2019	-5.738	4.542	0.216

Tabela 10: Tendências dos índices de extremos climáticos para Aracaju – SE.

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.037	0.004	0
TMINmean	1971	2019	0.006	0.006	0.296
gsl	1971	2019	-0.006	0.009	0.479
txx	1971	2019	0.014	0.014	0.32
txn	1971	2019	0.016	0.009	0.072
tnx	1971	2019	-0.011	0.011	0.323
tnn	1971	2019	0.043	0.02	0.035
dtr	1971	2019	0.029	0.006	0
rx1day	1971	2019	-0.521	0.349	0.143
rx5day	1971	2019	-0.214	0.612	0.729
sdi	1971	2019	-0.038	0.016	0.023
r10mm	1971	2019	-0.325	0.085	0
r20mm	1971	2019	-0.172	0.062	0.008
R50mm	1971	2019	-0.045	0.024	0.063
cdd	1971	2019	0.112	0.101	0.274

cwd	1971	2019	-0.032	0.036	0.377
prcptot	1971	2019	-9.751	3.186	0.004

Tabela 11: Tendências dos índices de extremos climáticos para Própria - SE

Índices	início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.029	0.005	0
TMINmean	1971	2019	0.021	0.004	0
gsl	1971	2019	-0.017	0.013	0.195
txx	1971	2019	0.007	0.013	0.586
txn	1971	2019	0.032	0.015	0.038
tnx	1971	2019	0.006	0.009	0.508
tnn	1971	2019	-0.008	0.062	0.902
dtr	1971	2019	0.01	0.005	0.043
rx1day	1971	2019	-0.084	0.28	0.765
rx5day	1971	2019	-0.555	0.583	0.347
sdi	1971	2019	-0.008	0.018	0.659
r10mm	1971	2019	-0.134	0.101	0.192
r20mm	1971	2019	-0.046	0.054	0.4
R50mm	1971	2019	-0.01	0.021	0.634
cdd	1971	2019	0.369	0.157	0.024
cwd	1971	2019	0.032	0.032	0.332
prcptot	1971	2019	-3.864	3.044	0.212

Tabela 12: Tendências dos índices de extremos climáticos para Salvador - BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.029	0.005	0
TMINmean	1971	2019	0.021	0.004	0
gsl	1971	2019	0.002	0.012	0.874
txx	1971	2019	0.052	0.009	0
txn	1971	2019	0.004	0.009	0.668
tnx	1971	2019	-0.014	0.009	0.125
tnn	1971	2019	-0.016	0.012	0.201
dtr	1971	2019	0.044	0.008	0
rx1day	1971	2019	-0.37	0.456	0.422
rx5day	1971	2019	-0.19	0.842	0.823
sdi	1971	2019	-0.02	0.026	0.462
r10mm	1971	2019	-0.271	0.133	0.048
r20mm	1971	2019	-0.148	0.082	0.078
R50mm	1971	2019	-0.02	0.04	0.619
cdd	1971	2019	0.076	0.072	0.295

cwd	1971	2019	-0.001	0.044	0.981
prcptot	1971	2019	-9.591	4.675	0.047

Tabela 13: Tendências dos índices de extremos climáticos para Canavieiras – BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.025	0.004	0
TMINmean	1971	2019	-0.013	0.008	0.11
gsl	1971	2019	0.002	0.012	0.874
txx	1971	2019	0.043	0.012	0.001
txn	1971	2019	0.005	0.007	0.481
tnx	1971	2019	-0.009	0.009	0.361
tnn	1971	2019	-0.021	0.011	0.056
dtr	1971	2019	0.043	0.007	0
rx1day	1971	2019	-0.18	0.375	0.634
rx5day	1971	2019	-0.824	0.845	0.335
sdi	1971	2019	-0.024	0.024	0.316
r10mm	1971	2019	-0.307	0.124	0.017
r20mm	1971	2019	-0.199	0.08	0.016
R50mm	1971	2019	-0.017	0.035	0.624
cdd	1971	2019	0.073	0.063	0.255
cwd	1971	2019	-0.005	0.038	0.892
prcptot	1971	2019	-10.419	4.437	0.023

Tabela 14: Tendências dos índices de extremos climáticos para Cipó – BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.037	0.006	0
TMINmean	1971	2019	-0.021	0.009	0.029
gsl	1971	2019	0.051	0.036	0.171
txx	1971	2019	0.038	0.014	0.008
txn	1971	2019	0.03	0.011	0.012
tnx	1971	2019	-0.015	0.016	0.348
tnn	1971	2019	-0.024	0.013	0.073
dtr	1971	2019	0.053	0.012	0
rx1day	1971	2019	-0.383	0.317	0.234
rx5day	1971	2019	-1.117	0.441	0.015
sdi	1971	2019	-0.031	0.012	0.013
r10mm	1971	2019	-0.142	0.064	0.032
r20mm	1971	2019	-0.089	0.032	0.007
R50mm	1971	2019	-0.014	0.011	0.206
cdd	1971	2019	0.006	0.172	0.974

cwd	1971	2019	0.018	0.036	0.613
prcptot	1971	2019	-3.232	1.829	0.085

Tabela 15: Tendências dos índices de extremos climáticos para Cruz das Almas – BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.031	0.011	0.009
TMINmean	1971	2019	0.021	0.005	0
gsl	1971	2019	-0.009	0.057	0.874
txx	1971	2019	0.092	0.031	0.007
txn	1971	2019	0.023	0.02	0.267
tnx	1971	2019	0.044	0.014	0.003
tnn	1971	2019	0.014	0.016	0.398
dtr	1971	2019	0.009	0.016	0.57
rx1day	1971	2019	-0.08	0.244	0.746
rx5day	1971	2019	-0.523	0.394	0.192
sdii	1971	2019	0.005	0.014	0.717
r10mm	1971	2019	-0.009	0.103	0.928
r20mm	1971	2019	-0.035	0.044	0.433
R50mm	1971	2019	0.001	0.018	0.938
cdd	1971	2019	-0.061	0.107	0.574
cwd	1971	2019	0.017	0.043	0.691
prcptot	1971	2019	-0.508	2.503	0.84

Tabela 16: Tendências dos índices de extremos climáticos para Guaratinga – BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1973	2019	0.02	0.008	0.014
TMINmean	1973	2019	0.029	0.005	0
gsl	1973	2019	-0.005	0.009	0.552
txx	1973	2019	0.026	0.018	0.156
txn	1973	2019	0.013	0.01	0.221
tnx	1973	2019	0.014	0.008	0.1
tnn	1973	2019	0.042	0.023	0.077
dtr	1973	2019	-0.015	0.007	0.057
rx1day	1973	2019	-0.415	0.351	0.245
rx5day	1973	2019	-0.951	0.627	0.139
sdii	1973	2019	-0.023	0.018	0.196
r10mm	1973	2019	-0.236	0.106	0.032
r20mm	1973	2019	-0.079	0.063	0.219
R50mm	1973	2019	-0.014	0.02	0.481
cdd	1973	2019	0.233	0.104	0.031

cwd	1973	2019	-0.062	0.033	0.074
prcptot	1973	2019	-6.07	2.96	0.048

Tabela 17: Tendências dos índices de extremos climáticos para Serrinha – BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.053	0.009	0
TMINmean	1971	2019	0.017	0.011	0.136
gsl	1971	2019	-0.001	0.008	0.951
txx	1971	2019	0.025	0.018	0.181
txn	1971	2019	0.022	0.013	0.1
tnx	1971	2019	0.025	0.013	0.073
tnn	1971	2019	0.011	0.019	0.586
dtr	1971	2019	0.051	0.017	0.008
rx1day	1971	2019	-0.638	0.449	0.164
rx5day	1971	2019	-1.081	0.632	0.096
sdii	1971	2019	-0.032	0.019	0.111
r10mm	1971	2019	-0.178	0.094	0.066
r20mm	1971	2019	-0.097	0.058	0.099
R50mm	1971	2019	-0.019	0.019	0.316
cdd	1971	2019	0.496	0.168	0.005
cwd	1971	2019	0.046	0.028	0.116
prcptot	1971	2019	-5.55	2.854	0.06

Tabela 18: Tendências dos índices de extremos climáticos para Vitória da Conquista – BA

Índices	Início	Fim	Slope	STD_of_Slope	P_Value
TMAXmean	1971	2019	0.041	0.007	0
TMINmean	1971	2019	-0.017	0.012	0.177
gsl	1971	2019	0.001	0.008	0.929
txx	1971	2019	0.045	0.016	0.006
txn	1971	2019	0.034	0.013	0.012
tnx	1971	2019	0.02	0.023	0.39
tnn	1971	2019	-0.051	0.02	0.018
dtr	1971	2019	0.069	0.013	0
rx1day	1971	2019	0.4	0.262	0.135
rx5day	1971	2019	0.091	0.489	0.853
sdii	1971	2019	-0.035	0.018	0.062
r10mm	1971	2019	-0.148	0.075	0.054
r20mm	1971	2019	-0.048	0.046	0.303
R50mm	1971	2019	0.012	0.015	0.447
cdd	1971	2019	0.068	0.13	0.606
cwd	1971	2019	0.007	0.038	0.859
prcptot	1971	2019	-2.044	2.472	0.413

Recife (PE)								
Surubim (PE)	X	X						X
Maceió (AL)						X		
Palmeira dos Índios (AL)	X	X	X					
Aracajú (SE)			X		X			X
Própria (SE)							X	
Salvador (BA)					X			X
Canavieiras (BA)					X	X		X
Cipó (BA)		X	X	X	X			
Cruz das Almas (BA)								
Guaratinga (BA)							X	X
Serrinha (BA)							X	
Vitória da Conquista (BA)								

A partir disso, foi feita uma relação dos valores do 'P_Value' com o 'Slope', e foi obtido os **Quadros 1 e 2**, que trazem em negrito quais valores do Slope possuem um P_Value significativo associado.

Quadro 1: Slope com P_Value com significância para os índices de Temperatura.

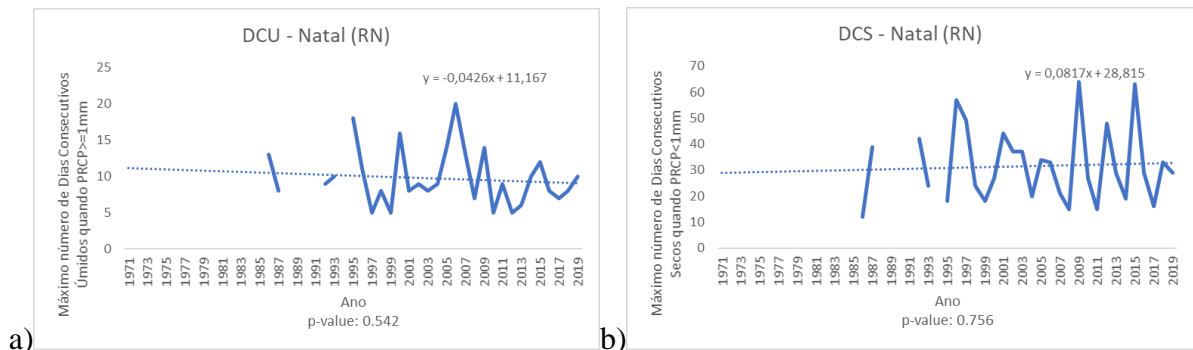
Cidade / Índices	MAXmeal	MINmear	gsl	txx	txn	tnx	tnn	dtr
Natal (RN)	0.018	0.053	0.078	0.053	0.006	0.03	0.07	-0.03
Ceará Mirim (RN)	0.027	0.024	0.052	0.033	0.023	0.031	0.062	0.006
João Pessoa (PB)	0.042	0.02	0.008	0.049	0.007	0.023	0.007	0.02
Areia (PB)	0.008	0.049	0	-0.02	0.027	-0.002	0.191	-0.042
Recife (PE)	0.024	0.007	0	0.03	0.012	0.005	0.005	0.017
Surubim (PE)	0.027	0.016	0.001	0.018	0.01	0.027	0.007	0.01
Maceió (AL)	0.038	0.029	0.008	0.051	0.032	0.011	0.037	0.009
Palmeira dos Índios (AL)	0.022	0.034	0.01	0.034	0.029	0.007	0.056	-0.01
Aracajú (SE)	0.037	0.006	-0.006	0.014	0.016	-0.011	0.043	0.029
Própria (SE)	0.029	0.021	-0.017	0.007	0.032	0.006	-0.008	0.01
Salvador (BA)	0.029	0.021	0.002	0.052	0.004	-0.014	-0.016	0.044
Canavieiras (BA)	0.025	-0.013	0.002	0.043	0.005	-0.009	-0.021	0.043
Cipó (BA)	0.037	-0.021	0.051	0.038	0.03	-0.015	-0.024	0.053
Cruz das Almas (BA)	0.031	0.021	-0.009	0.092	0.023	0.044	0.014	0.009
Guaratinga (BA)	0.02	0.029	-0.005	0.026	0.013	0.014	0.042	-0.015
Serrinha (BA)	0.053	0.017	-0.001	0.025	0.022	0.025	0.011	0.051
Vitória da Conquista (BA)	0.041	-0.017	0.001	0.045	0.034	0.02	-0.051	0.069

Quadro 2: Slope com P_Value com significância para os índices de Precipitação.

Cidade / Índices	rx1day	rx5day	sdi	r10mm	r20mm	R50mm	cdd	cwd	prcptot
Natal (RN)	-0.426	-0.561	0.046	-0.148	0.07	0.069	0.082	-0.043	1.291
Ceará Mirim (RN)	0.436	0.764	0.089	0.057	0.085	0.052	0.347	-0.014	3.706
João Pessoa (PB)	0.173	0.712	-0.019	-0.252	-0.151	-0.011	0.175	-0.019	-5.373
Areia (PB)	0.071	1.494	-0.02	-0.182	0.049	-0.042	0.026	0.024	-1.563
Recife (PE)	0.206	0.198	-0.025	-0.109	-0.066	-0.029	0.01	-0.006	-4.293
Surubim (PE)	-0.902	-1.393	-0.032	-0.093	-0.071	-0.018	0.194	-0.033	-4.114
Maceió (AL)	-0.188	-1.587	-0.043	-0.14	-0.136	-0.107	-0.101	-0.029	-9.383
Palmeira dos Índios (AL)	-1.164	-1.54	-0.056	-0.12	-0.113	-0.04	0.051	-0.079	-5.738
Aracajú (SE)	-0.521	-0.214	-0.038	-0.325	-0.172	-0.045	0.112	-0.032	-9.751
Própria (SE)	-0.084	-0.555	-0.008	-0.134	-0.046	-0.01	0.369	0.032	-3.864
Salvador (BA)	-0.37	-0.19	-0.02	-0.271	-0.148	-0.02	0.076	-0.001	-9.591
Canavieiras (BA)	-0.18	-0.824	-0.024	-0.307	-0.199	-0.017	0.073	-0.005	-10.419
Cipó (BA)	-0.383	-1.117	-0.031	-0.142	-0.089	-0.014	0.006	0.018	-3.232
Cruz das Almas (BA)	-0.08	-0.523	0.005	-0.009	-0.035	0.001	-0.061	0.017	-0.508
Guaratinga (BA)	-0.415	-0.951	-0.023	-0.236	-0.079	-0.014	0.233	-0.062	-6.07
Serrinha (BA)	-0.638	-1.081	-0.032	-0.178	-0.097	-0.019	0.496	0.046	-5.55
Vitória da Conquista (BA)	0.4	0.091	-0.035	-0.148	-0.048	0.012	0.068	0.007	-2.044

Nos dados (Figuras de 1 a 6) é possível concluir que, enquanto os Dias Consecutivos Úmidos diminuem, os Dias Consecutivos Secos aumentam, podendo estar diretamente ligado ao aumento da temperatura. Aumentos esses que indicam que os eventos extremos de precipitação tendem a ser cada vez mais isolados, pois mesmo havendo grandes períodos de seca a PRCPTOT E Rx5day e R50mm continuam aumentando, mas ocorrendo em períodos curtos e isolados, podendo acarretar em inundações.

Comportamento temporal dos índices de extremos climáticos baseados em dados de precipitação para Natal (RN):



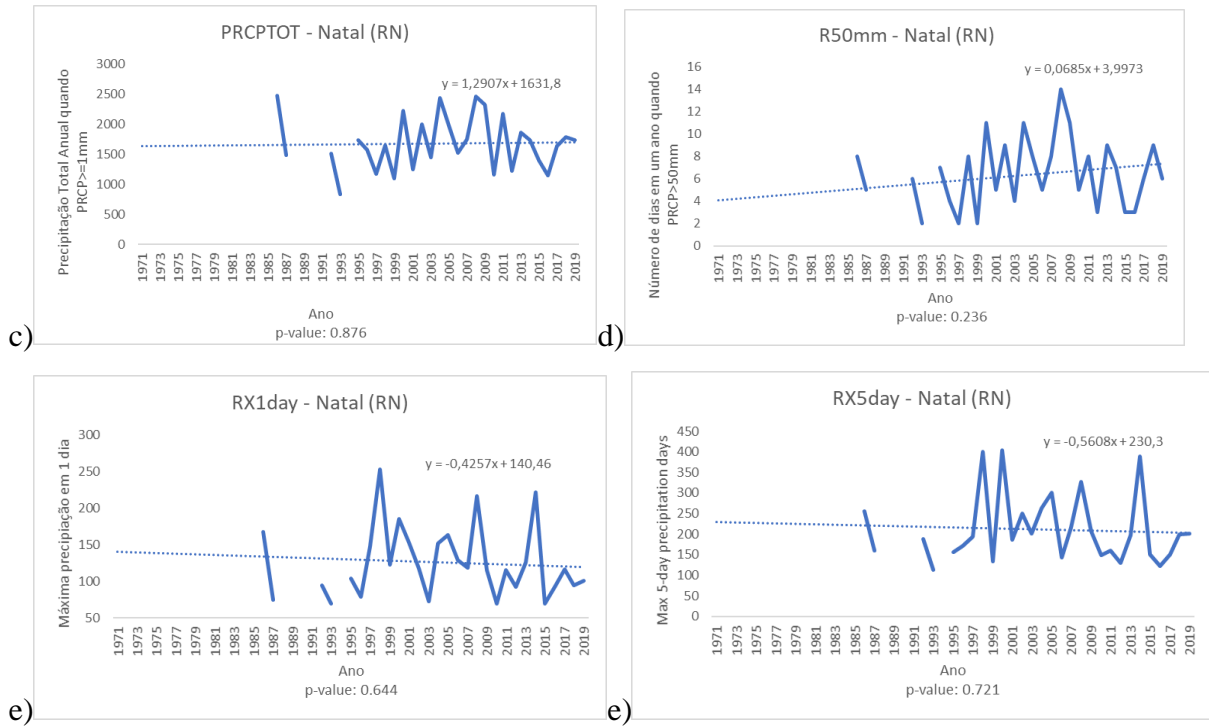
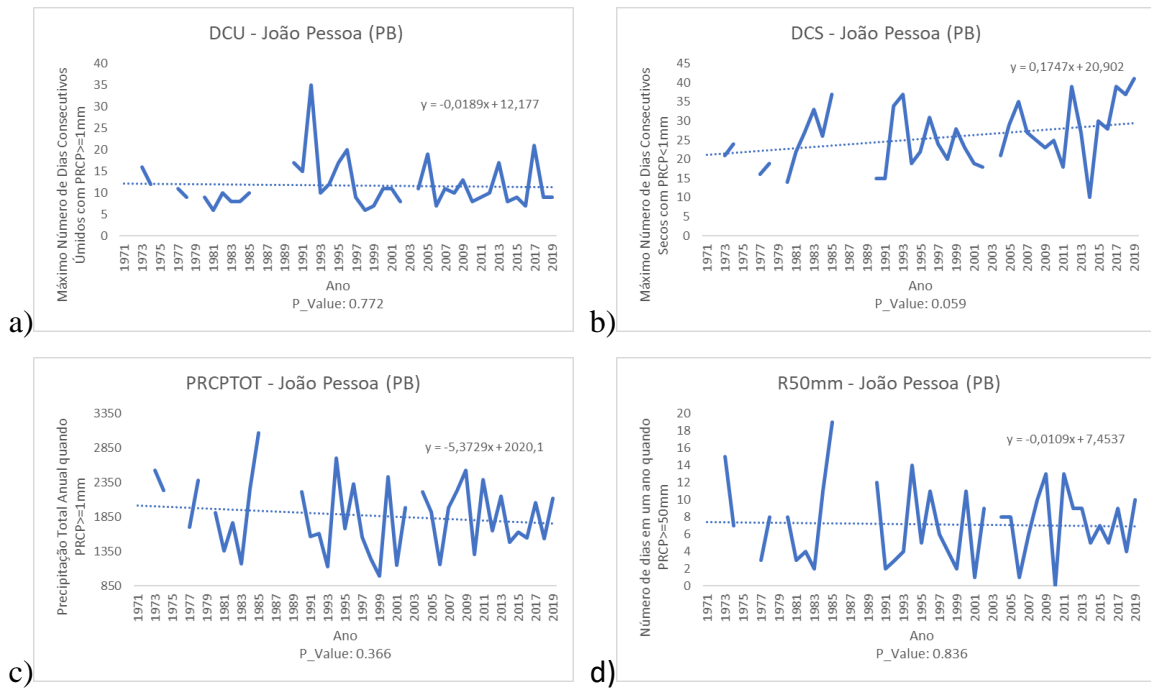


Figura 1: a)DCU, b)DCS, c)PRCPTPT, d)R50mm, e)RX1day e f)RX5day.

Comportamento temporal dos índices de extremos climáticos baseados em dados de precipitação para João Pessoa (PB):



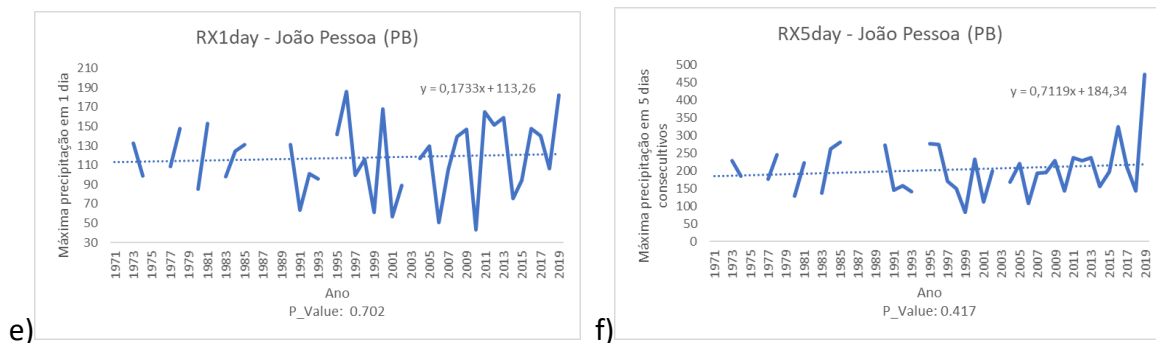
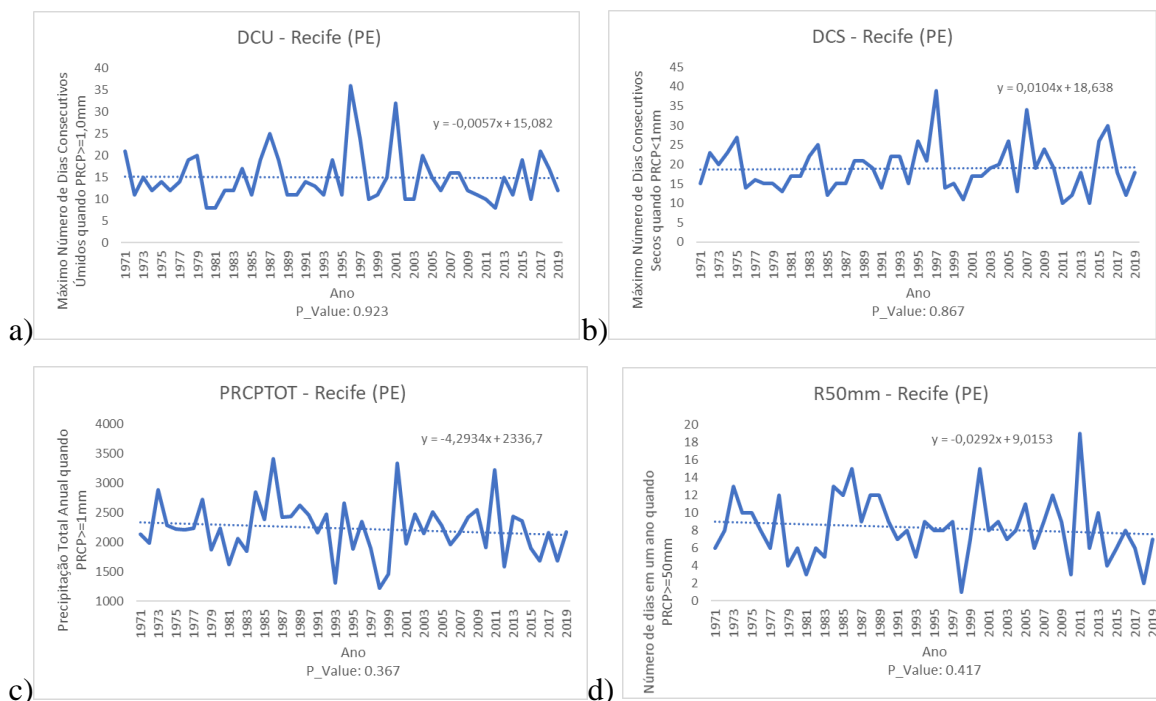


Figura 2: a)DCU, b)DCS, c)PRCPTPT, d)R50mm, e)RX1day e f)RX5day.

Comportamento temporal dos índices de extremos climáticos baseados em dados de precipitação para Recife – PE:



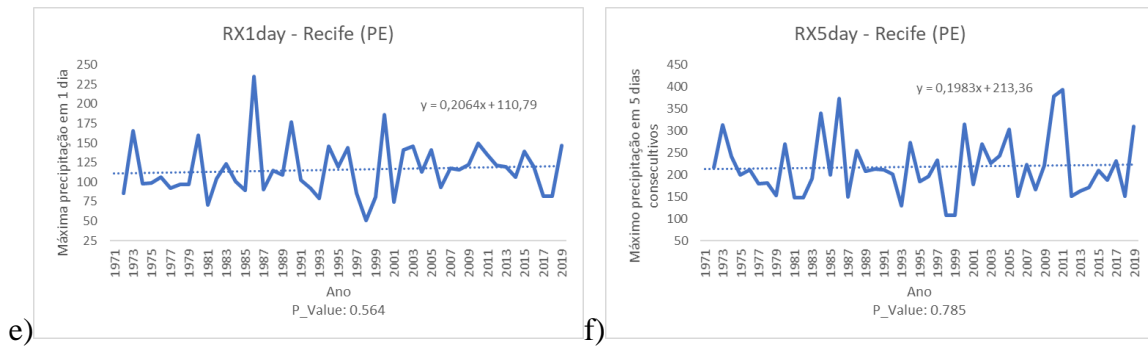


Figura 3: a)DCU, b)DCS, c)PRCPTPT, d)R50mm, e)RX1day e f)RX5day.

Comportamento temporal dos índices de extremos climáticos baseados em dados de precipitação para Maceió – AL:

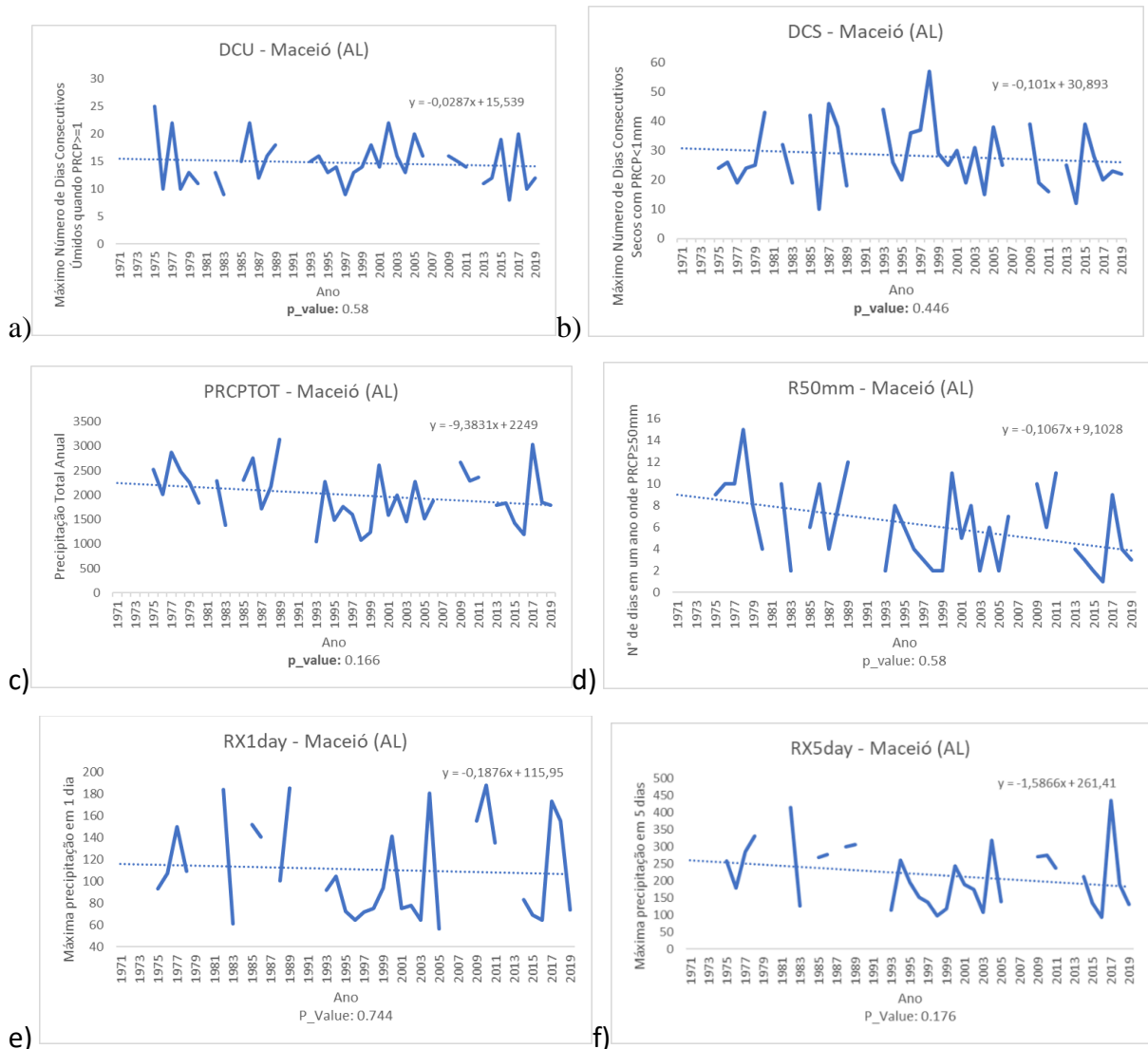


Figura 4: a)DCU, b)DCS, c)PRCPTPT, d)R50mm, e)RX1day e f)RX5day.

Comportamento temporal dos índices de extremos climáticos baseados em dados de precipitação para Aracajú-SE:

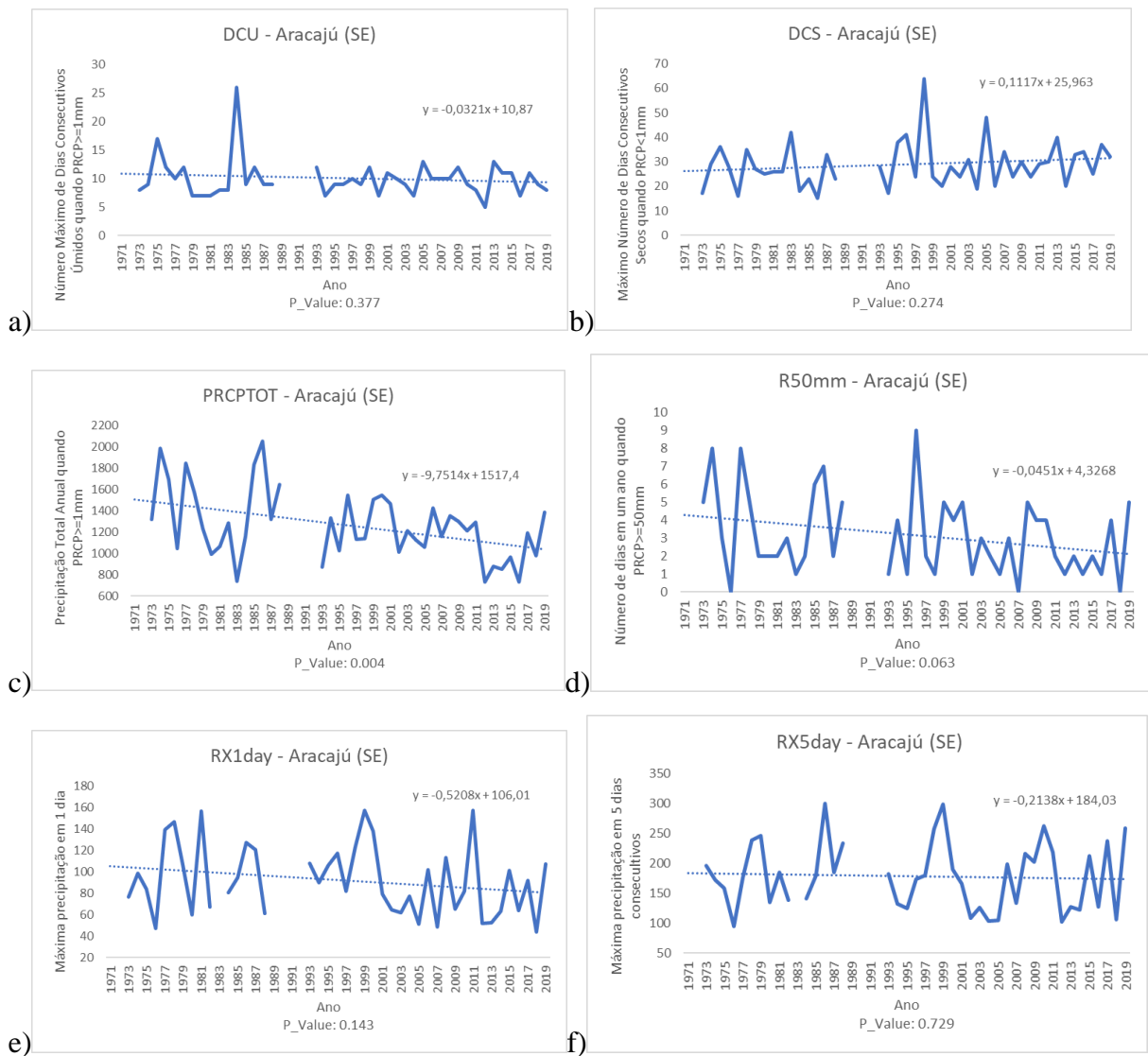


Figura 5: a)DCU, b)DCS, c)PRCPTPT, d)R50mm, e)RX1day e f)RX5day.

Comportamento temporal dos índices de extremos climáticos baseados em dados de precipitação para Salvador-BA:

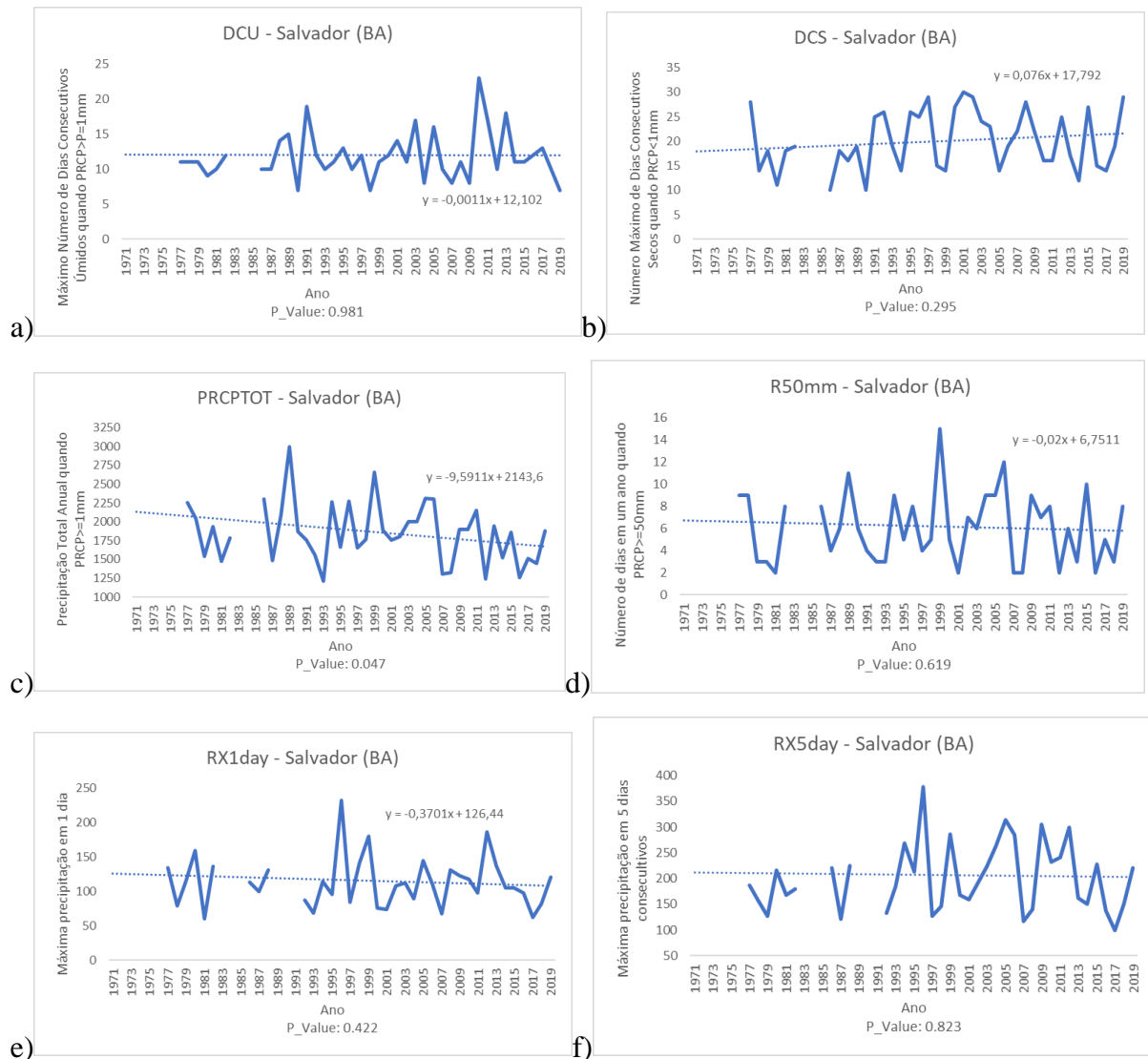


Figura 6: Aracaju-SE, onde: a)DCU, b)DCS, c)PRCPTPT, d)R50mm, e)RX1day e f)RX5day.

Com tamanha variação de temperatura, os dados da mesma não poderiam ser ignorados, então, visando evidenciar os extremos presentes nos índices, foi feita uma análise anual e sazonal dos extremos de temperatura, presentes nas figuras de 8 a 12 para as capitais dos estados que fazem parte da costa leste do nordeste do Brasil, sendo elas Natal (RN), João Pessoa (PB), Recife (PE), Aracaju (SE), Maceió (AL) e Salvador (BA).

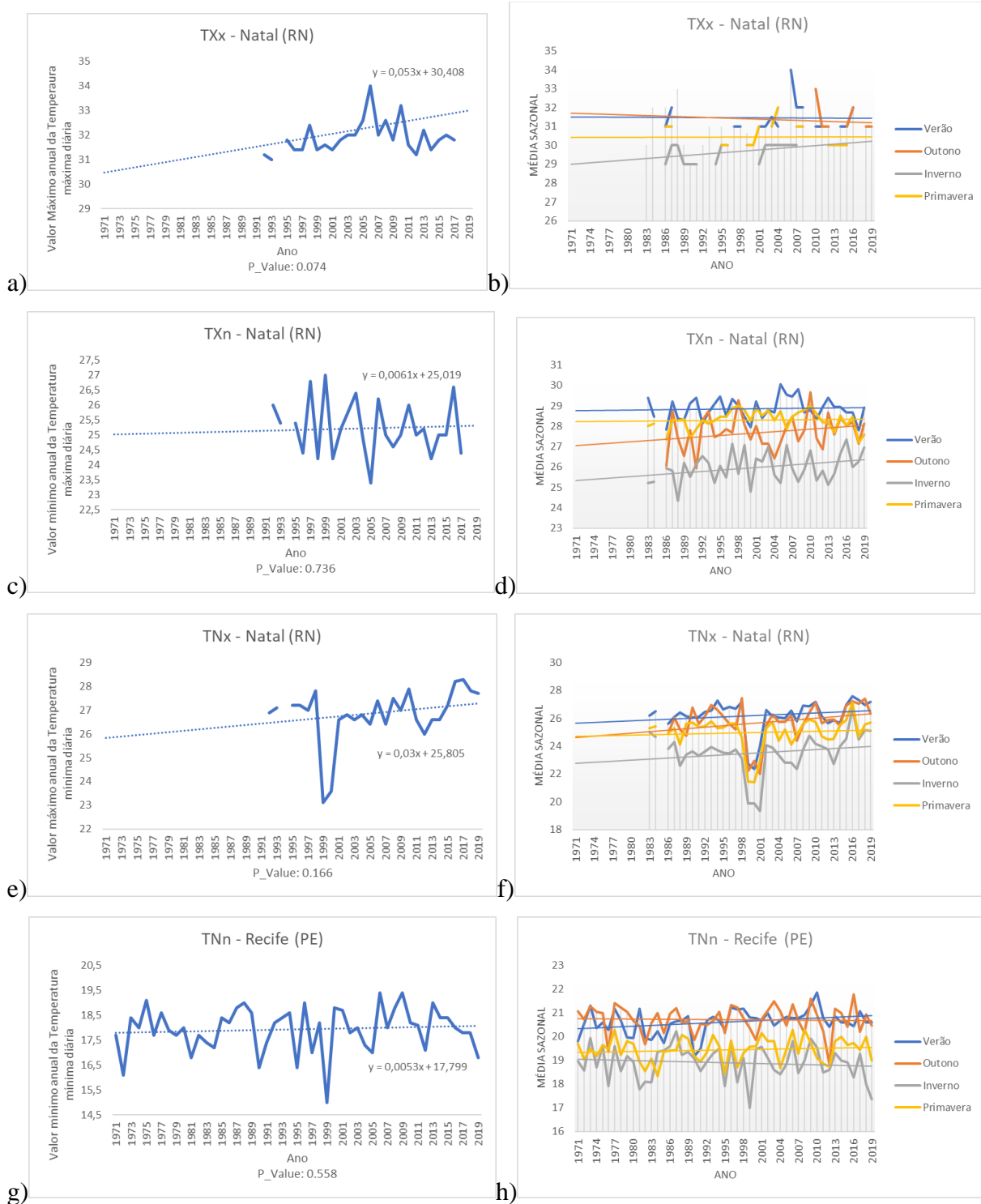


Figura 8: Natal-RN, a)TXx(anual), b)TXx(sazonal), c)TXn(anual), d)TXn(sazonal), e)TNx(anual), f)TNx(sazonal), g)TNn(anual), h)TNn(sazonal).

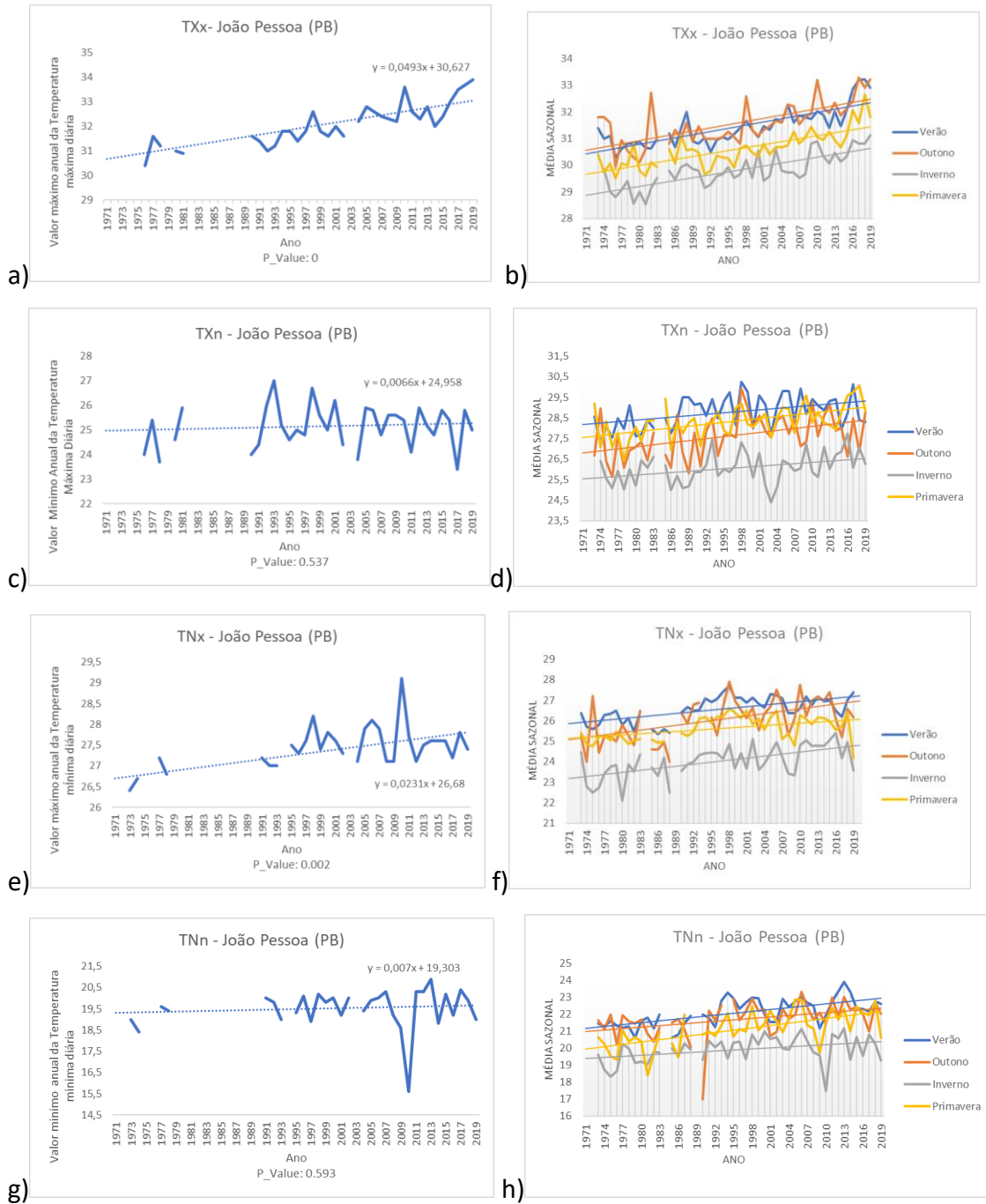


Figura 8: João Pessoa – PB, a)TXx(anual), b)TXx(sazonal), c)TXn(anual), d)TXn(sazonal), e)TNx(anual), f)TNx(sazonal), g)TNn(anual), h)TNn(sazonal).

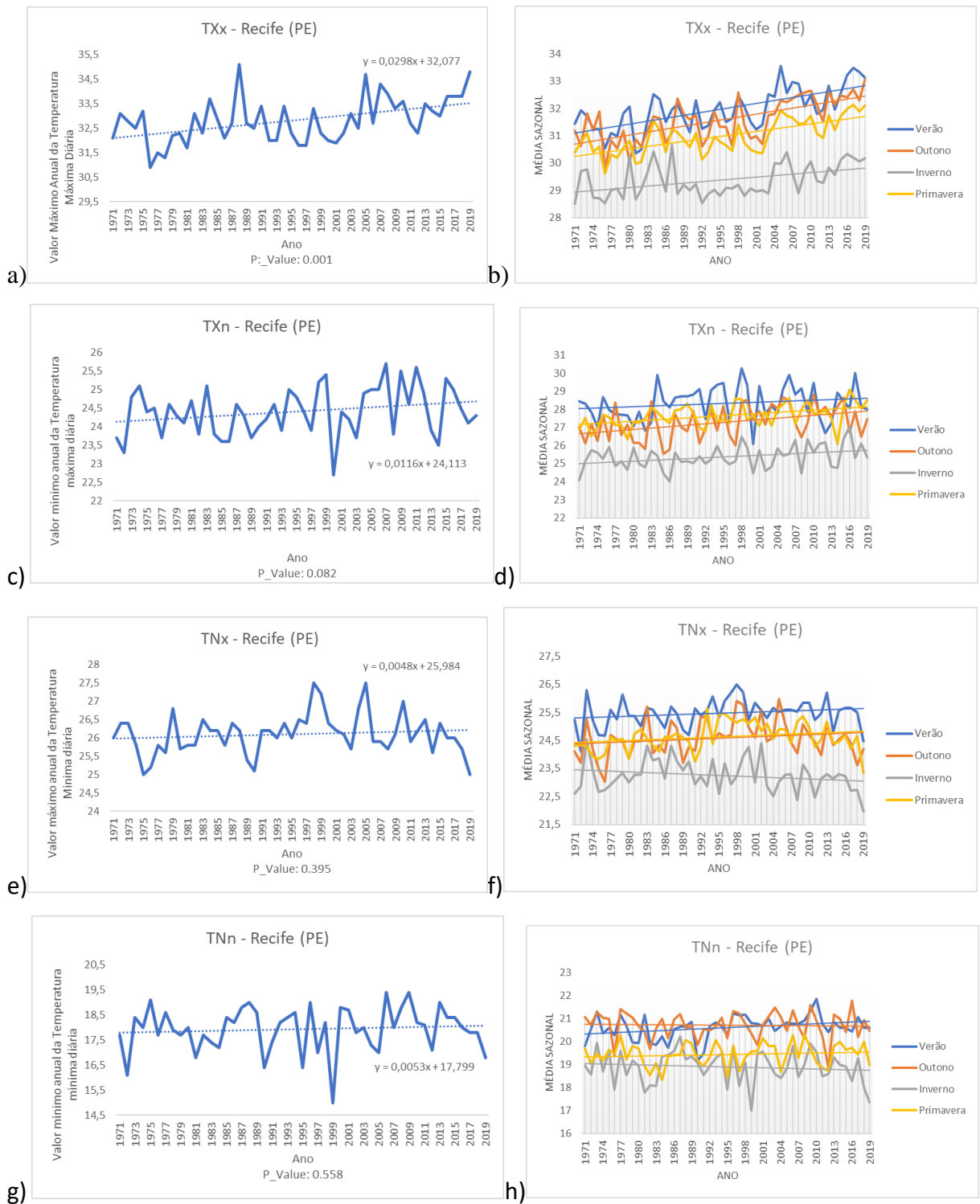


Figura 9: Recife – PE, a)TXx(anual), b)TXx(sazonal), c)TXn(anual), d)TXn(sazonal), e)TNx(anual), f)TNx(sazonal), g)TNn(anual), h)TNn(sazonal).

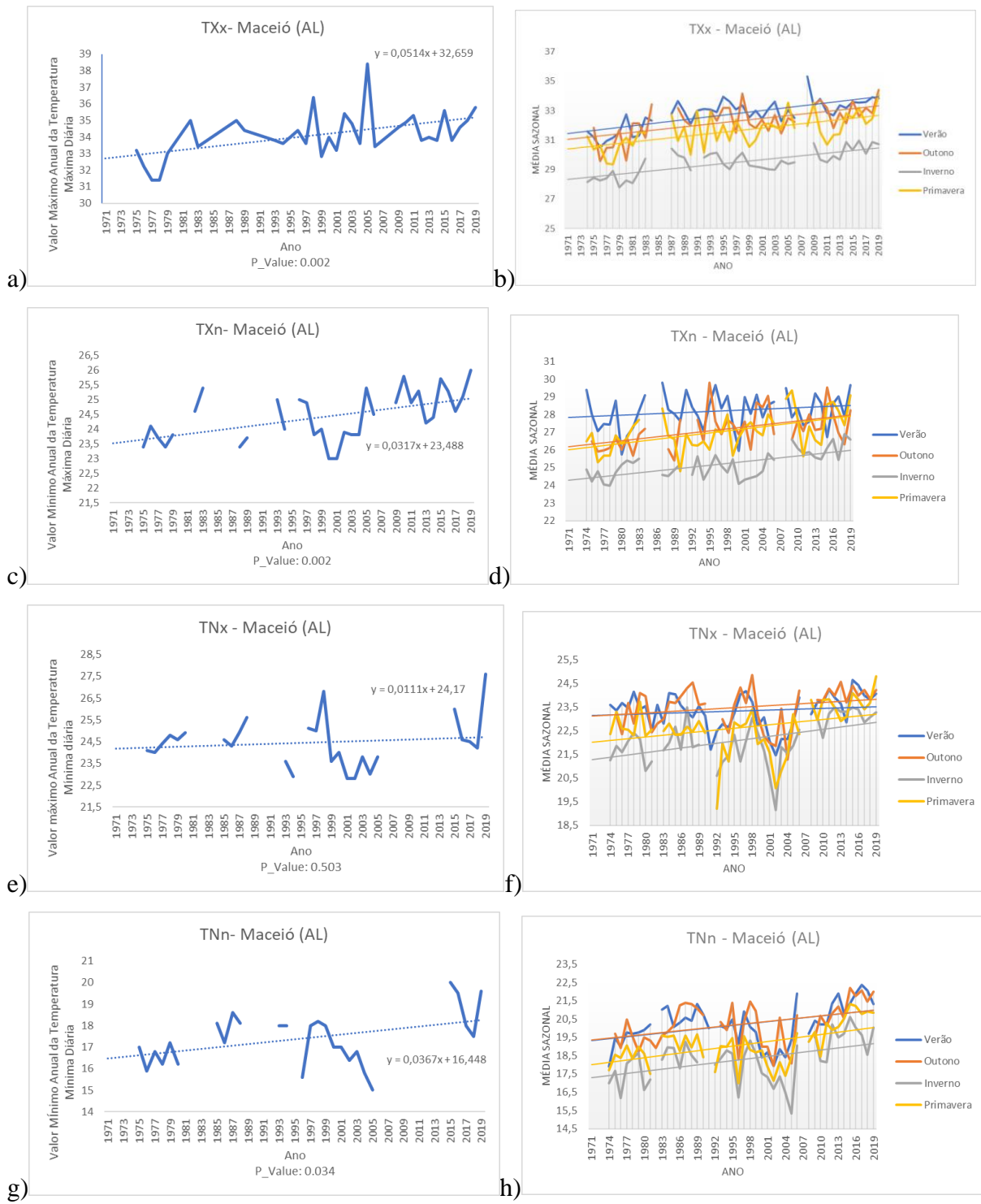


Figura 10: Maceió - AL, a)TXx(anual), b)TXx(sazonal), c)TXn(anual), d)TXn(sazonal), e)TNx(anual), f)TNx(sazonal), g)TNn(anual), h)TNn(sazonal).

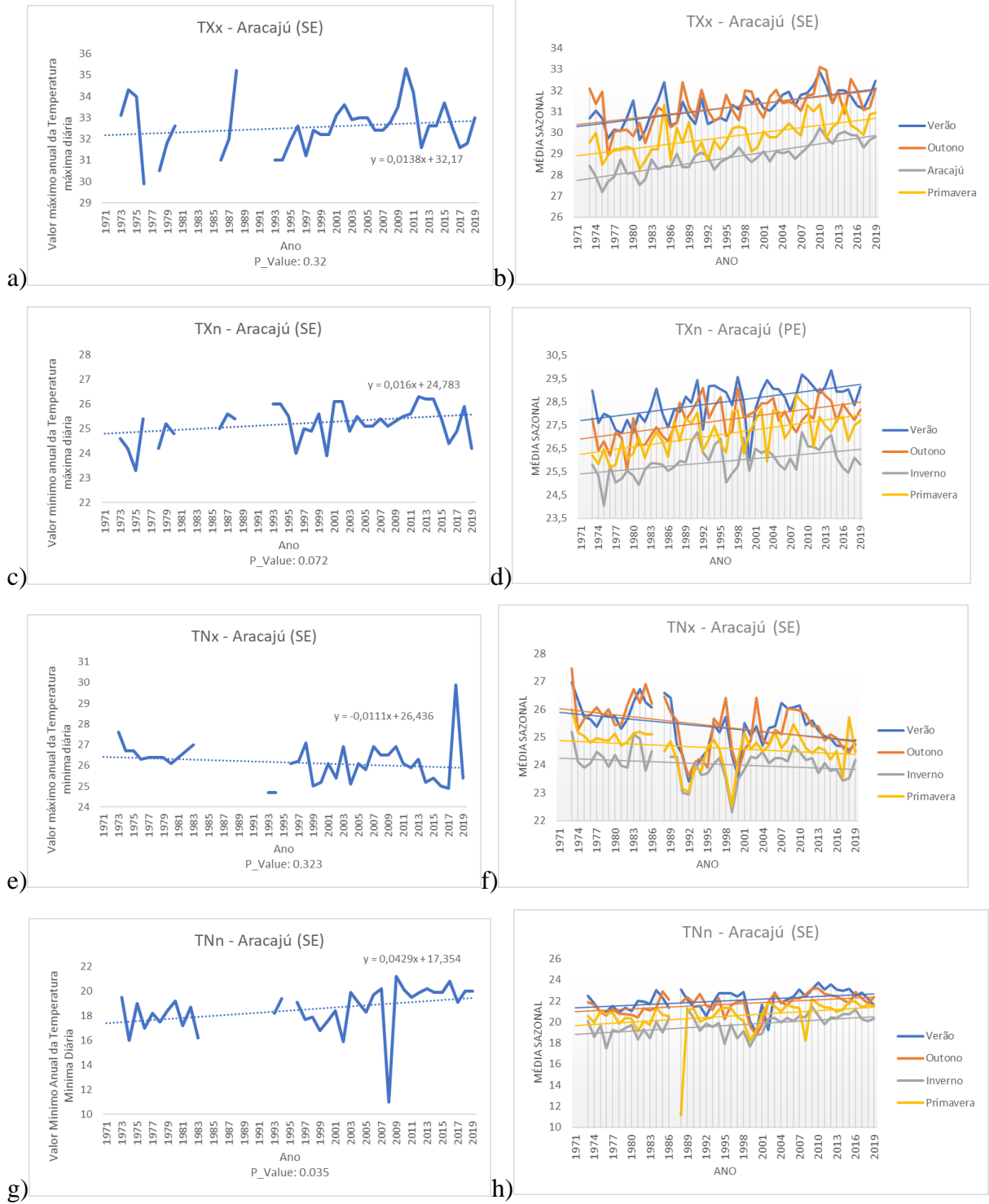


Figura 11: Aracajú-SE, a)TXx(anual), b)TXx(sazonal), c)TXn(anual), d)TXn(sazonal), e)TNx(anual), f)TNx(sazonal), g)TNn(anual), h)TNn(sazonal).

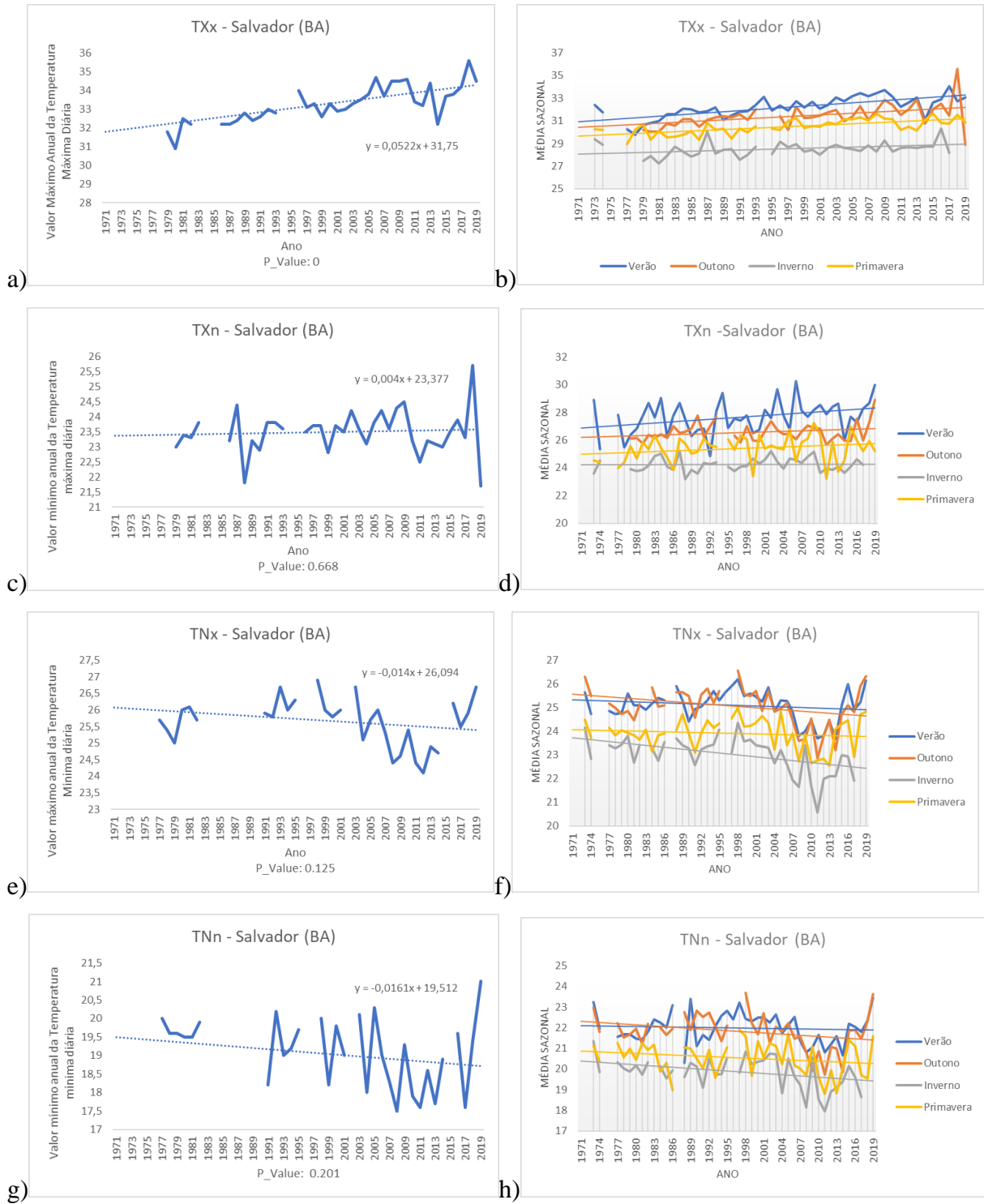


Figura 12: Salvador-BA, a)TXx(anual), b)TXx(sazonal), c)TXn(anual), d)TXn(sazonal), e)TNx(anual), f)TNx(sazonal), g)TNn(anual), h)TNn(sazonal).

Conclusões

A análise das tendências de extremos climáticas é fundamental para compreender o clima e suas mudanças, que podem acarretar em problemas para a vida humana, como secas e/ou inundações. Para entender melhor o que têm acontecido na CLNEBR, esse estudo foi desenvolvido e a partir dele depreende-se que: 1) O número de dias consecutivos secos está aumentando gradativamente e simultaneamente com a temperatura e o passar dos anos, mas o crescimento é quase que inversamente proporcional a diminuição dos dias consecutivos úmidos nas últimas décadas; 2) A amplitude térmica apresentou valores significativos com recorrência, houve uma tendência de aumento das temperaturas máxima e mínima, com foco em TXx , TXn e TNn ; 3) Mesmo alguns índices apresentando poucas tendências com valores significativos, sabe-se que as chuvas intensas podem vir a aumentar e passarem a ocorrer eventos isolados em um menor intervalo de tempo.

O aumento da temperatura resulta no aumento de vapor d'água na atmosfera, interferindo diretamente na precipitação, ocasionando longos períodos de secas, ou até mesmo inundações.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil. O autor agradece a oportunidade poder participar do Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

7 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

1. Coleta e organização dos dados;
2. Revisão de literatura científica;
3. Processamento e análises estatísticas;
4. Discussão dos resultados;
5. Redação do relatório final e publicação científica.

Ano	2020					2021						
Mês	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	X	X										
2			X	X	X	X						
3							X	X				
4									X	X	X	
5												X

Referências

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. 2009. Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe, 1955–2006. **Journal of Geophysical Research**, 114, d02115.

Alexander, L.V.; Zhang, X.; Peterson, T.C.; Caesar, J.; Gleason, B.; Klein Tank, A.M.G.; Haylock, M.; Collins, D.; Trewin, B.; Rahimzadeh, F.; Tagipour, A.; Rupa Kumar, K.; Revadekar, J.; Griffiths, G.; Vincent, L.; Stephenson, D.B.; Burn, J.; Aguilar, E.; Brunet, M.; Taylor, M.; New, M.; Zhai, P.; Rusticucci, M.; Vazquez-Aguirre, J.L. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**, doi: 10.1029=2005JD006290.

Correia, F.W.S.; Alvala, R.C.S.; Manzi, A. 2007. O. Modeling the Impacts of Land Cover Change in Amazonia: A Regional Climate Model (RCM) simulation study. **Theoretical and Applied Climatology**, 11: 2217-2237.

Fearnside, P.M. 2009. Global warming in Amazonia: Impacts and Mitigation. **Acta Amazonica**, 39: 1003 – 1012.

Haylock, M.R.; Peterson, T.C.; Alves, L.M.; Ambrizzi, T.; Anunciação, Y.M.T.; Baez, J.; Barros, V.R.; Berlato, M.A.; Bidegain, M.; Coronel, G.; Garcia, V.J.; Grimm, A.M.; Karoly, D.; Marengo, J.A.; Marino, M.B.; Moncunill, D.F.; Nechet, D.; Quintana, J.; Rebello, E.;

- Rusticucci, M.; Santos, J.L.; Trebejo, I.; Vincent, L.A. 2006. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, 19: 1490-1512.
- IBGE, 2009. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao). Acesso em 12/12/2009.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. **Climate Change 2007 – The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
- Kousky, V.E.; Cavalcanti, I.F.A.; Kayano, M.T. 1984. A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus A**, 36: 490–504.
- Marengo, J.A.; Nobre, C.A.; Tomasella, J.; Cardoso, M.F.; Oyama, M.D. 2008. Hydro-climatic and ecological behaviour of the drought of Amazonia in 2005. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, 363: 1773–1778.
- Menezes, H.E.A.; Brito, J.I.B.; Santos, C.A.C.; Silva, L.L. 2008. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 23: 152-161.
- Ropelewski, C.; Halpert, M.S. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño-Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115: 1606–1626.
- Santos, C.A.C.; Neale, C.M.U.; Rao, T.V.R.; Silva, B.B. 2011. Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation over Utah, USA. **International Journal of Climatology**, DOI: 10.1002/joc.2205, 2011.
- Satyamurty, P.; Castro, A.A.; Tota, J.; Gularte, L.E.S.; Manzi, A.O. 2010. Rainfall trends in the Brazilian Amazon Basin in the past eight decades. **Theoretical and Applied Climatology**, 99: 139–148.
- Shouraseni, S.R.; Robert, C.B.J.R. 2004. Trends in extreme daily precipitation indices in India. **International Journal of Climatology**, 24: 457–466.
- Viney, N.R.; Bates, B.C. 2004. It never rains on Sunday: The prevalence and implications of untagged multi-day rainfall accumulations in the Australian high quality data set. **International Journal of Climatology**, 24: 1171-1192.
- Yoon, J.H.; Zeng, N. 2010. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Climate Dynamics**, 34: 249 – 264.
- You, Q.; Kang, S.; Aguilar, E.; Pepin, N.; Flugel, W.; Yan, Y.; Xu, Y.; Zhang, Y.; Huang, J. 2010. Changes in daily climate extremes in China and their connection to the large scale

atmospheric circulation during 1961–2003. **Climate Dynamics**, DOI: 10.1007/s00382-009-0735-0.

Zhang, Q.; Xu, C.Y.; Zhang, Z.; Chen, X.; Han, Z. 2010. Precipitation extremes in a karst region: a case study in the Guizhou province, southwest China. **Theoretical and Applied Climatology**, 101: 53 – 65.

Zhang, X.; Hegerl, G.; Zwiers, F.; Kenyon, J. 2005. Avoiding inhomogeneity in percentile-based indices of temperature extremes. **Journal of Climate**, 18: 1641–1651.

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

Zin, W.Z.W.; Jamaludin, S.; Deni, S.M.; Jemain, A.A. 2010. Recent changes in extreme rainfall events in Peninsular Malaysia: 1971–2005. **Theoretical and Applied Climatology**, 99: 303–314.