



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza  
Instituto de Geociências  
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia

# **MUDANÇAS OBSERVADAS NOS EXTREMOS DE TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO SOBRE O BRASIL**

Pedro Regoto de Souza

Rio de Janeiro, RJ  
Janeiro, 2020

MUDANÇAS OBSERVADAS NOS EXTREMOS DE TEMPERATURA DO AR E  
PRECIPITAÇÃO SOBRE O BRASIL

PEDRO REGOTO DE SOUZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Meteorologia do Instituto de Geociências do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGM-IGEO-CCMN-UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências (área: Meteorologia).

Orientadores: D. Sc. Claudine Pereira  
Dereczynski e PhD. Sin Chan Chou

Rio de Janeiro

Janeiro de 2020

MUDANÇAS OBSERVADAS NOS EXTREMOS DE TEMPERATURA DO AR E  
PRECIPITAÇÃO SOBRE O BRASIL

PEDRO REGOTO DE SOUZA


DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DO CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (PPGM-IGEO-CCMN-UFRJ) COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (ÁREA: METEOROLOGIA).

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Claudine Pereira Dereczynski

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Sin Chan Chou – Participação por  
videoconferência

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Wanderson Luiz Silva

  
\_\_\_\_\_  
Dr. André de Arruda Lyra - Participação por  
videoconferência

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Hugo Abi Karam

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

**REGOTO, PEDRO**

**MUDANÇAS OBSERVADAS NOS EXTREMOS DE  
TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO SOBRE O  
BRASIL**

Rio de Janeiro: UFRJ/PPGM/IGEO/CCMN, 2020, 126p.

Orientadora: D.Sc. Claudine Pereira Dereczynski

Co-orientadora: PhD. Sin Chan Chou

Dissertação (Mestrado) - UFRJ/PPGM/IGEO/CCMN

Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, 2020.

Referências Bibliográficas: pp. 97-108.

1. Tendências Observadas
2. Indicadores de Extremos Climáticos
3. Escala Sazonal
4. Mudanças Climáticas

*“Toda vitória oculta uma abdicação”*

(Simone de Beauvoir)

## **Agradecimento**

Agradeço,

Primeiramente à Deus por todas as oportunidades que obtive durante a minha caminhada ao longo do mestrado, pelas pessoas que conheci e que me ajudaram muito, por toda a força, determinação, foco, alegrias e tristezas que marcaram essa jornada da minha vida.

Muito aos meus pais e irmão, e familiares, por sempre me apoiarem e todas as minhas decisões envolvendo minha carreira profissional, por estarem sempre presentes nos momentos mais felizes e, principalmente, nos mais difíceis.

Um obrigado muito especial para a minha orientadora Claudine que marcou a minha vida de uma maneira extremamente impactante. Além de executar seu papel de orientadora, tanto aconselhando na minha vida acadêmica, mas também, muitas vezes, na minha vida pessoal, foi uma verdadeira “mãe acadêmica”.

Gostaria, também, de agradecer muito à minha co-orientadora, Chou, por sempre estar disposta a me aconselhar, ensinar e disponibilizar seu tempo, casa, para que eu pudesse ir ao CPTEC.

Um grande obrigado aos meus amigos verdadeiros que me acompanharam durante essa trajetória do mestrado, como a Ana Clara, Marcely, Luizinho, Renan e Italo por me apoiarem e criticarem sempre que fosse necessário.

Agradeço também a todos os que participaram de alguma forma de toda a minha caminhada até aqui, contribuindo com conhecimento, amizade, alegria, tristeza, sonhos...

## RESUMO

### MUDANÇAS OBSERVADAS NOS EXTREMOS DE TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO SOBRE O BRASIL

Orientadores: Claudine Pereira Dereczynski e Sin Chan Chou

Programa: Meteorologia

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGM/IGEO/CCMN/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

Análises das tendências sazonal e anual de diversos indicadores de extremos de temperatura do ar e precipitação são realizadas neste trabalho para todo o Brasil. O objetivo principal é investigar se existem alterações nos extremos climáticos nos últimos anos e se há alguma sazonalidade bem marcada em tais mudanças. Os conjuntos de dados diários observados de temperaturas máxima e mínima, e precipitação, são provenientes de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia e postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas para o período de 1961 a 2018 (58 anos). Os testes estatísticos Curvatura de Sen e Mann-Kendall são usados para computar as magnitudes e avaliar a significância estatística das tendências dos extremos climáticos, respectivamente. Os resultados mostram que a frequência de ocorrência e a magnitude dos extremos quentes estão aumentando significativamente enquanto o contrário ocorre para os extremos frios, ou seja, há um aquecimento bem consistente e generalizado no país. Nos meses da primavera e verão ocorrem os maiores aumentos dos extremos quentes, enquanto para os extremos frios, a maior redução se encontra no inverno. Diferentemente dos extremos de temperatura, os extremos de precipitação apresentam sinais muito heterogêneos para a maior parte do país. Na Região Nordeste, nota-se mudanças em direção a um clima com menos chuva e prolongamento dos períodos de estiagens, principalmente no verão e outono. Na Região Sul o clima está se tornando mais chuvoso, com redução nos dias secos consecutivos, principalmente na primavera.

## **ABSTRACT**

### **OBSERVED CHANGES IN AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION EXTREMES OVER BRAZIL**

Advisors: Claudine Pereira Dereczynski and Sin Chan Chou

Department: Meteorology

Dissertation abstract presented to PPGM/IGEO/UFRJ as a partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

We analyze seasonal and annual trends of several extreme indices of air temperature and precipitation over Brazil. The main goal is to investigate whether there are changes in climate extremes in recent years and whether there is any marked seasonality in such changes. The daily observed datasets of maximum and minimum temperatures, and precipitation, are provided by the National Institute of Meteorology and by the National Water Agency for the period 1961-2018 (58 years). The Sen Curvature and Mann-Kendall statistical tests are used to compute the magnitudes and to evaluate the statistical significance of climate extremes trends, respectively. The results show that the frequency of occurrence and magnitude of warm extremes are increasing significantly while the opposite occurs for cold extremes, that is, there is very consistent and widespread warming over Brazil. The highest increases in warm extremes occur during austral spring and summer while for the cold extremes the greatest increases are observed during winter. Unlike temperature extremes, precipitation extremes show very heterogeneous signals for most of the country. In the Northeast Region, there are changes towards a drier climate, especially in summer and autumn. In the South Region, the climate is becoming wetter, with a reduction in consecutive dry days, especially in spring.



# Sumário

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>Lista de Tabela</b> .....	xi
<b>Lista de Figuras</b> .....	xiii
<b>Lista de Siglas e Abreviaturas</b> .....	19
<b>1 Introdução</b> .....	21
<b>1.1 Objetivos</b> .....	23
<b>2 Revisão Bibliográfica</b> .....	25
<b>2.1 Extremos de Temperatura do Ar</b> .....	29
<b>2.2 Extremos de Precipitação</b> .....	45
<b>3 Metodologia</b> .....	61
<b>3.1 Dados Observacionais de Temperatura e Precipitação</b> .....	61
<b>3.2 Critérios para Exclusão das Séries Diárias Observacionais</b> .....	61
<b>3.2.1 Séries 20 Anos Completos</b> .....	62
<b>3.2.2 Verificação Anual e Taxa de Excedência (TEX): 25% de Falhas (RClimDex)</b> .....	62
<b>3.2.3 Falhas Anuais Consecutivas</b> .....	63
<b>3.3 Tratamento de Dados</b> .....	63
<b>3.3.1 Controle de Qualidade</b> .....	63
<b>3.4 Indicadores de Extremos Climáticos</b> .....	64
<b>3.5 Testes Estatísticos</b> .....	68
<b>3.6 Climatologia, Tendências Pontuais e Regionais</b> .....	70
<b>4 Resultados</b> .....	71
<b>4.1 Tendências dos Extremos Anuais de Temperatura</b> .....	71
<b>4.2 Tendências Regionais dos Extremos Anuais de Temperatura</b> .....	77
<b>4.3 Tendências Sazonais dos Extremos de Temperatura</b> .....	79

4.4	Síntese sobre os Extremos de Temperatura .....	82
4.5	Tendências dos Extremos Anuais de Precipitação.....	83
4.6	Tendências Regionais Anuais dos Extremos de Precipitação.....	88
4.7	Tendências Anuais Sazonais dos Extremos de Precipitação.....	91
4.8	Síntese sobre os Extremos de Precipitação.....	93
5	Conclusões.....	96
6	Referências Bibliográficas .....	98
<b>Apêndice I – Informações referentes às estações meteorológicas do INMET e postos pluviométricos da ANA utilizadas para o cálculo dos indicadores de extremos climáticos neste trabalho, como: numeração (coluna 1), região (coluna 2), estado (coluna 3), nome (coluna 4), latitude (coluna 5), longitude (coluna 6), variável descartada (coluna 7 – em itálico) e período total de dados (coluna 8). .....</b>		
		114
<b>Apêndice II – Climatologia dos indicadores de extremos de temperatura do ar baseados em percentis e valores absolutos, considerando o período 1981-2010, para todas as estações meteorológicas do INMET no Brasil. ....</b>		
		131
<b>Apêndice III – Climatologia dos indicadores de extremos de temperatura do ar baseados em limiares pré-definidos e sem critério estabelecido (outros), considerando o período 1981-2010, para todas as estações meteorológicas do INMET no Brasil.....</b>		
		141
<b>Apêndice IV – Climatologia dos indicadores de extremos de precipitação, considerando o período 1981-2010, para todas as estações meteorológicas do INMET no Brasil, e para os postos pluviométricos da ANA utilizados neste trabalho.....</b>		
		151

## **Lista de Tabela**

Tabela 3.1 – Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em percentis: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5)..... 66

Tabela 3.2 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em valores absolutos: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5)..... 66

Tabela 3.3 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em limiares pré-definidos: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5)..... 67

Tabela 3.4 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em duração definida: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5)..... 67

Tabela 3.5 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados sem critério estabelecido (outros): identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5)..... 68

Tabela 4.1 – Tendências médias para cada região do Brasil associado ao erro padrão da média (EPM) para todos os extremos de temperatura utilizados neste trabalho. O período máximo considerado para o cálculo é o mesmo das tendências pontuais, 1961-2017... 78

Tabela 4.2 – Tendências médias para cada região do Brasil associadas ao erro padrão da média (EPM) para todos os extremos de precipitação utilizados neste trabalho. O período máximo considerado para o cálculo é o mesmo das tendências pontuais, 1961-2018. Os

valores em verde (marrom) indicam mudanças para um clima mais chuvoso (seco),  
somente se o EPM não superar o valor médio. .... 89

## Lista de Figuras

Figura 2.1 - Exemplos de como as avaliações dos extremos frios mudaram ao longo dos relatórios do IPCC. Mapa superior: utilizando a mudança no percentual de frost days ( $TN < 0^{\circ}\text{C}$ ) no período 1946-1999 no TAR (Frich et al., 2002). Mapa central: tendências de noites frias (dias/década) no período 1951-2003 no AR4 (Alexander et al., 2006). Mapa inferior: tendências de noites frias (dias/década) no período 1951-2010 no AR5 (Donat et al., 2013b). Fonte: Alexander (2016). ..... 27

Figura 2.2 – Tendências [dias/10 anos] para séries anuais de: a) TX90p (Dias Quentes) e b) TN10p (Noites Frias), considerando o período 1961-2018 e o conjunto de dados HadEX3. As tendências são calculadas para as caixas de grade com dados suficientes (pelo menos 66% de anos com dados e o último ano da série deve ser maior que 2009). O período de referência é 1961-1990, com resolução horizontal de  $1,875^{\circ} \times 1,25^{\circ}$ . Fonte: Dunn et al. (2019). ..... 31

Figura 2.3 - Tendências [dias/10 anos] para séries sazonais de: a) TX90p (Dias Quentes) e b) TN10p (Noites Frias), considerando o período 1961-2018 e o conjunto de dados HadEX3. A coluna 1 (extrema esquerda) se refere ao verão (DJF), a coluna 2 aos meses de outono (MAM), a coluna 3 ao inverno (JJA), e por fim, a coluna 4 se refere à primavera (SON). Fonte: Dunn et al., (2019). ..... 32

Figura 2.4 - Mudanças globais (dias) em a) Dias Quentes (TX90p) e b) Noites Frias (TN10p). Ambas se apresentam como diferenças entre a média dos períodos 1991-2010 e 1951-1970. Os mapas são mostrados para as bases de dados HadEX2, 20CR, ERA-20C e ERA-20CM. As áreas hachuradas indicam onde as mudanças locais são significativamente diferentes de zero (teste t-Student,  $p \leq 0,05$ ). S indica a correlação espacial não-centrada dos padrões das mudanças em 20CR, ERA-20C e ERA-20CM com os padrões das mudanças em HadEX2, somente utilizando as grades nas quais as mudanças em HadEX2 puderam ser calculadas. Fonte: Donat et al. (2016). ..... 33

Figura 2.5 - Tendências (%dias/41 anos) para a) Noites Frias, b) Dias Frios, c) Noites Quentes e d) Dias Quentes no período 1960-2000. Os triângulos para cima (cinza) e para baixo (preto) indicam tendências positiva e negativa, respectivamente. Os triângulos

preenchidos correspondem a tendências estatisticamente significativas no nível de 5%. O tamanho do triângulo é proporcional à magnitude da tendência. Fonte: Vincent et al. (2005). ..... 34

Figura 2.6 - Tendências (%dias/41 anos) de Noites Quentes (TN90p) para a) Verão, b) Outono, c) Inverno e d) Primavera no período 1960-2000. Os triângulos para cima (cinza) e para baixo (preto) indicam tendências positiva e negativa, respectivamente. Os triângulos preenchidos correspondem a tendências estatisticamente significativas no nível de 5%. O tamanho do triângulo é proporcional à magnitude da tendência. Fonte: Vincent et al. (2005). ..... 35

Figura 2.7 - Tendências locais anuais estimadas para o período 1969-2009 para noites frias (a), dias frios (b), noites quentes (c) e dias quentes (d). Círculos cheios representam séries onde as tendências são estatisticamente significativas. Fonte: Skansi et al. (2013). ..... 37

Figura 2.8 – Distribuição espacial anual (a, b) e sazonal (c, d para estação chuvosa, e, f para estação seca) das magnitudes das tendências para as temperaturas mínima e máxima. Fonte: Almeida et al. (2017). ..... 41

Figura 2.9 – Tendências (dias/ano) dos índices a) Tmax95p, b) Tmin95p, c) Tmax5p e d) Tmin5p. Fonte: Salvador e de Brito (2018). ..... 42

Figura 2.10 – Magnitudes das tendências observadas (%dias/ano) em a) TN10p, b) TX10p, c) TN90p e d) TX90p, no estado do Rio de Janeiro, calculadas através da Curvatura de Sem aplicada aos dados do INMET. Pontos vermelhos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de 95%. Fonte: Luiz Silva e Dereczynski (2014). ..... 43

Figura 2.11 – Tendências anômalas anuais e sazonais (verão DJF; inverno JJA) para temperaturas máxima e mínima e DTR no Sul do Brasil durante 1960-2002. Sinais positivo e negativo são indicadores da direção da tendência, e o tamanho indica a magnitude da tendência. As anomalias foram calculadas relativas ao período base 1961-1990. Sinais que aparecem cheios/vazios indicam tendências que são/não são

estatisticamente significativas ao nível de 5% do teste t. As unidades estão em °C/década. Fonte: Marengo e Camargo (2008). ..... 44

Figura 2.12 - Tendências para séries anuais de a) R10mm (dias de precipitação forte – dias/10 anos) e b) R95pTOT (contribuição dos dias muito úmidos - %/10 anos), considerando o período 1961-2018 e o conjunto de dados HadEX3. As tendências são calculadas para as caixas de grade com dados suficientes (pelo menos 66% de anos com dados e o último ano da série deve ser maior que 2009). O período de referência é 1961-1990, com resolução horizontal de 1,875° x 1,25°. Fonte: Dunn et al. (2019). ..... 47

Figura 2.13 - Mudanças globais de a) R10mm (número de dias com pelo menos 10 mm - dias) e b) R95p (dias muito úmidos - mm) Ambas se apresentam como diferenças entre a média do período 1991-2010 e do período 1951-1970. Os mapas são mostrados para (da esquerda para direita) as bases de dados HadEX2, 20CR, ERA-20C e ERA-20CM. As áreas hachuradas indicam onde as mudanças locais são significativamente diferentes de zero (teste t-Student,  $p \leq 0,05$ ). S indica a correlação espacial não-centrada dos padrões das mudanças em 20CR, ERA-20C e ERA-20CM com os padrões das mudanças em HadEX2, somente utilizando as grades nas quais as mudanças em HadEX2 puderam ser calculadas. Fonte: Donat et al. (2016). ..... 48

Figura 2.14 - Sinal da tendência linear nos índices de precipitação avaliado pelo método Kendall's Tau, para a) R95p (dias muito úmidos), b) R99p (dias extremamente úmidos), c) RX5day (máxima precipitação total em 5 dias consecutivos) e d) (dias de precipitação muito forte). Um aumento é apresentado pelo símbolo de soma e decréscimo por um círculo. Valores em negrito indicam significância em  $p < 0,05$ . Fonte: Haylock et al. (2006). ..... 50

Figura 2.15 - Tendências locais anuais estimadas para o período 1969-2009 para a) PRCPTOT (total pluviométrico anual – mm/década), b) R95p (dias muito úmidos - mm/década), c) R99p (dias extremamente úmidos - mm/década), d) RX5day (máxima precipitação em 5 dias consecutivos - mm/década) e e) RX1day (máxima precipitação em 1 dia - mm/década). Fonte: Skansi et al. (2013). ..... 51

Figura 2.16 – Distribuição espacial das tendências (mm/ano) de a) precipitação anual, b) variação anual (variação anual de precipitação entre as estações úmida e seca) e, c) e d)

precipitação sazonal. Fonte: Almeida et al. (2017). ..... 53

Figura 2.17 – Distribuição espacial das tendências dos índices de extremos de precipitação a) PRCPTOT (mm/ano), b) RX1day (mm/ano), c) RX5day (mm/ano), d) R95p (mm/ano), e) R99p (mm/ano) e f) SDII (mm/dia.ano) sobre a Bacia do Rio São Francisco. O maior triângulo fechado azul (vermelho) indica tendências de aumento (diminuição) no nível de significância de 5%, o menor triângulo fechado azul (vermelho) indica tendências de aumento (diminuição) no nível de significância de 10%. O menor triângulo aberto azul (vermelho) indica tendências de aumento (diminuição) sem significância. Fonte: Bezerra et al. (2018). ..... 55

Figura 2.18 – Campos de tendências dos indicadores de extremos de precipitação: (a) PRCPTOT (mm/ano), (b) R95p (mm/ano), (c) R30mm (dias/ano) e (d) RX5day (mm/ano). Os postos pluviométricos marcados com círculo vermelho indicam séries com tendências estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança. Fonte: Regoto et al. (2018). ..... 57

Figura 2.19 – Tendências nos dados de estações para a estação úmida: a) TotPR (precipitação total), b) DayPR (média diária de precipitação), c) %PRDay (porcentagem de dias chuvosos), d) NumbLightPR (número de dias de chuva fraca), e) MaxPR (precipitação máxima), f) 95% (valor do percentil 95 de precipitação), g) NumbEx (frequência de eventos extremos), e h) IntEx (intensidade dos eventos extremos). ‘+’ (‘-’): tendências positivas (negativas); símbolos maiores azuis (vermelhos): tendências positivas (negativas) significativas ( $p < 0,1$ ); sombreados: topografia local; linha tracejada: área de estudo. Fonte: Zilli et al. (2016). ..... 58

Figura 3.1 - Localização das estações meteorológicas do INMET e postos pluviométricos da ANA utilizados neste trabalho, distribuídos sobre as cinco regiões do Brasil, juntamente com a topografia (m). ..... 65

Figura 4.1 - Tendências observadas [%dias/década] dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) Frequência de Dias Quentes (TX90p), b) Frequência de Noites Quentes (TN90p), c) Frequência de Dias Frios (TX10p) e d) Frequência de Noites Frias (TN10p). Os triângulos para cima (vermelho) e



para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos quentes (a, b). De modo oposto, os triângulos para cima (azul) e para baixo (vermelho) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos frios (c, d). Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%..... 73

Figura 4.2 – Tendências observadas [ $^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ] dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) Maior TX anual (TXx), b) Maior TN anual (TNx), c) Menor TX anual (TXn) e d) Menor TN anual (TNn). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%..... 74

Figura 4.3 – Tendências observadas dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) Frequência de ocorrência de Dias de Verão (SU30 – dias/década), b) Frequência de ocorrência de Noites Tropicais (TR20 – dias/década) e c) Magnitude da Amplitude Térmica Diurna (DTR -  $^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%..... 76

Figura 4.4 – Tendências observadas dos indicadores relacionados a médias das temperaturas máxima e mínima [ $^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ] sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) magnitude de TMAXmean e b) Magnitude de TMINmean. Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%..... 77

Figura 4.5 - Tendências observadas [% dias/década] sazonais dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET, no período 1961-2017: a) Frequência de ocorrência Dias Quentes (TX90p), b) Frequência de ocorrência Noites Quentes (TN90p), c) Frequência de ocorrência Dias Frios (TX10p) e d) Frequência de ocorrência Noites Frios (TN10p). A coluna 1, da esquerda para a direita, refere-se aos meses de verão (DJF), a coluna 2 ao outono (MAM), a coluna 3 ao inverno (JJA) e a

coluna 4 à primavera (SON). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos quentes (a, b). De modo oposto, os triângulos para cima (azul) e para baixo (vermelho) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos frios (c, d). Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%..... 82

Figura 4.6 - Tendências observadas anuais dos extremos de precipitação sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018: (a) PRCPTOT [mm/década], (b) R95p [mm/década], (c) R99p [mm/década], (d) RX1day [mm/década], (e) RX5day [mm/década] e (f) R30mm [dias/década]. Os triângulos para cima (verde) e para baixo (marrom) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança. .... 86

Figura 4.7 - Tendências observadas anuais dos extremos de precipitação sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018: (a) SDII [mm/dia.década], (b) CWD [dias/década] e (c) CDD [dias/década]. Os triângulos para cima (verde) e para baixo (marrom) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, exceto para CDD, no qual ocorre o oposto. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança. .... 87

Figura 4.8 - Tendências observadas sazonais dos extremos de precipitação sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018: a) PRCPTOT [mm/década], b) R95p [mm/década], c) R30mm [dias/década] e d) CDD [dias/década]. A coluna 1, da esquerda para a direita, refere-se aos meses de verão (DJF), a coluna 2 ao outono (MAM), a coluna 3 ao inverno (JJA) e a coluna 4 à primavera (SON). Os triângulos para cima (verde) e para baixo (marrom) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para PRCPTOT, R95p e R30mm. De modo oposto, os triângulos para cima (marrom) e para baixo (verde) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para CDD. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%. .... 93

## Lista de Siglas e Abreviaturas

20CR	<i>20th Century Reanalysis</i>
ANA	Agência Nacional de Águas
AS	América do Sul
AR4	<i>Fourth Assessment Report</i>
AR5	<i>Fifth Assessment Report</i>
AR6	<i>Sixth Assessment Report</i>
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos Para Ensino e Pesquisa
CAM5	<i>Community Atmosphere Model version 5</i>
CCA	Correlação Canônica
CESM	<i>Community Earth System Model</i>
CQ	Controle de Qualidade
CRU	<i>Climatic Research Unit</i>
ENOS	El Niño Oscilação Sul
EPM	Erro Padrão da Média
ETCCDI	<i>Expert Team on Climate Change Detection and Indices</i>
ERA-20C	<i>European Centre`s for Medium-Range Weather Forecasts Atmospheric Reanalysis of the 20th Century</i>
FAR	<i>First Assessment Report</i>
GISTEMP	<i>Goddard Institute for Space Studies Surface Temperature Analysis</i>
GPCC	<i>Global Precipitation Climatology Centre</i>
GPCP	<i>Global Precipitation Climatology Project</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

IOS	Índice de Oscilação Sul
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
LE	<i>Large Ensemble</i>
PREC	Precipitação
SAR	<i>Second Assessment Report</i>
SESA	Sudeste da América do Sul
SR15	<i>Special Report on 1.5°C global warming</i>
SREX	<i>Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation</i>
TAR	<i>Third Assessment Report</i>
TEX	Taxa de Excedência
TN	Temperatura Mínima
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
TX	Temperatura Máxima
UDEL	<i>University of Delaware</i>
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

## 1 Introdução

O Brasil, um país de dimensões continentais estendendo-se meridionalmente de 33°S até 5°N, numa área de aproximadamente 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, é considerado o maior da América do Sul e o quinto do mundo. Sua vasta área litorânea é banhada pelo Oceano Atlântico. No Norte do país, a floresta amazônica, com um dos climas mais úmidos do mundo, ocupa 39% do território nacional. Contudo, no Nordeste encontra-se uma região semiárida que abrange aproximadamente 11% do território. Além disso, o país apresenta alta complexidade orográfica, diversas bacias hidrográficas, vários tipos de vegetação, que acarretam diferentes tipos climáticos, como apresentados em ALVARES et al. (2013).

A maior parte da população brasileira (56%) está concentrada nas regiões Sudeste e Sul, onde o crescimento desordenado e o adensamento das áreas urbanizadas em suas respectivas capitais expõem a população mais vulnerável que reside em áreas suscetíveis a fatalidades, como deslizamentos, inundações e enchentes. Tais eventos ocasionados por chuvas intensas, são considerados desastres quando alteram o funcionamento normal de uma comunidade, ocasionando adversidades generalizadas, com perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais (LAVELL et al., 2012). Eventos extremos de tempo e clima interagindo com sistemas naturais e humanos expostos e vulneráveis, podem contribuir para a ocorrência de desastres. Nas últimas décadas observa-se um aumento considerável não só na frequência e intensidade, mas também nos impactos gerados pelos desastres naturais sobre o país, com danos e prejuízos cada vez mais acentuados (CEPED, 2013).

Um extremo climático é caracterizado como um evento raro num local particular e num certo período do ano (CUBASCH et al., 2013). Alguns extremos climáticos (como secas e inundações) podem ser o resultado de um acumulado de eventos que não são individualmente excepcionais, apesar de seu acumulado ser extremo. Eventos climáticos, mesmo que não sejam extremos num sentido estatístico, podem ainda acarretar condições severas ou impactos, seja por ultrapassar um limiar crítico nos sistemas social, ecológico ou físico, ou por ocorrer simultaneamente com outros eventos. Por exemplo, um ciclone tropical pode ocasionar um impacto extremo dependendo de onde e quando ele toca o solo, mesmo que ele não seja relativamente a outros ciclones tropicais, considerado como

um evento extremo. Por outro lado, nem todos os eventos extremos necessariamente acarretam sérios impactos (SENEVIRATNE et al., 2012).

Tendo em vista as características econômicas e geográficas do Brasil, analisar como o clima em cada região, de uma forma geral, está se modificando é fundamental para que os tomadores de decisão em diversos setores da sociedade possam se preparar de forma adequada para minimizar grandes prejuízos e perdas. De modo particular, os extremos climáticos, tais como ondas de calor e frio, chuvas muito fortes, geadas intensas e secas severas podem afetar o cotidiano das pessoas em qualquer localidade, principalmente na parcela da população mais vulnerável.

No Brasil existem diversos estudos já publicados sobre detecção da mudança climática utilizando dados observacionais, alguns com foco no comportamento dos extremos climáticos. Entretanto, grande parte das pesquisas dedica-se a regiões específicas, como cidades (SILVA DIAS et al., 2013; PEDRON et al., 2017), mesorregiões (SILVA, 2004; LIEBMANN et al., 2004; MARENGO e CAMARGO, 2008; SANTOS et al., 2010; TEIXEIRA e SATYAMURTY, 2011; LEE et al., 2011; ALMEIDA, 2012; PINHEIRO et al., 2013; ZANDONADI et al., 2015; LACERDA et al., 2015; AVILA et al., 2016; ZILLI et al., 2016; CASAVECCHIA et al., 2016; ALMEIDA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017; LUIZ SILVA et al., 2018; MELO et al., 2018; SÁ et al., 2018; SALVADOR e DE BRITO, 2018; BEZERRA et al., 2018; GORI MAIA et al., 2018) e estados (SILVA e AZEVEDO, 2008; LUIZ SILVA e DERECHYNSKI, 2014; LUIZ SILVA et al., 2015; LITRE et al., 2016; NATIVIDADE et al., 2017; REGOTO et al., 2018; VÁSQUEZ et al., 2018). Os poucos estudos que elaboram análises para todo o país não utilizam somente dados observacionais de estações meteorológicas, mas sim dados gerados numericamente, interpolados sobre o Brasil (SALVIANO et al., 2016). Além disso, um grande problema ao se comparar os resultados de tais estudos, é a utilização de distintos métodos de cálculos e análises, além de períodos e escalas temporais distintos. Dessa forma, existe a necessidade de aplicar uma metodologia única para todo o país, promovendo uma maior confiabilidade e facilidade de visualização do comportamento das tendências dos extremos climáticos.

A pesquisa mais completa que se encontra na literatura científica atualmente sobre tendências observadas dos extremos climáticos na América do Sul (AS) é a de SKANSI et al. (2013). Nesse estudo são utilizados dados observacionais coletados em estações

meteorológicas, mas apesar disso, pouquíssimas estações no Brasil são utilizadas para os cálculos, resultando assim em sinais com baixa confiabilidade em praticamente todo o país. Os resultados encontrados são de um aquecimento significativo generalizado em toda a AS com resfriamentos bem pontuais, concordando com VINCENT et al. (2005), DONAT et al. (2013), DONAT et al. (2016), de BARROS SOARES et al. (2017) e DUNN et al., (2019). As tendências dos extremos de precipitação não são tão homogêneas quanto às observadas nos extremos de temperatura. Observa-se tendências opostas em localidades próximas, por exemplo tendência de aumento na frequência de ocorrência de chuvas intensas em uma estação meteorológica e redução em outra. Em geral os resultados de SKANSI et al. (2013) indicam que, principalmente na Amazônia e na região Sudeste da América do Sul (SESA), o clima está se tornando mais chuvoso, sinal este encontrado também por diversos outros estudos (GROISMAN et al., 2004; HAYLOCK et al., 2006; RE e BARROS, 2009; MARENGO et al., 2010; DONAT et al., 2013; SKANSI et al., 2013; VERA e DÍAZ, 2015; DONAT et al., 2016; de BARROS SOARES et al., 2017; WU e POLVANI, 2017; DUNN et al., 2019). Entretanto, em parte do SESA (majoritariamente na Argentina) e no oeste da AS todos os indicadores de extremos de precipitação evidenciam sinais de secamento, exceto para o total pluviométrico acumulado nos dias extremamente chuvosos (R99p).

## 1.1 Objetivos

Neste trabalho, elabora-se análises das tendências sazonal e anual de diversos indicadores de extremos de precipitação e temperatura do ar, propostos pelo *Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI), baseando-se em dados diários observados de estações meteorológicas sobre o Brasil, para o período de 1961 a 2018 (58 anos). O objetivo principal é investigar se há mudanças nos extremos climáticos nas últimas décadas e responder as seguintes questões: i) O clima no Brasil está se alterando? ii) Realmente há um aquecimento em todo o país, já que se vivencia o aquecimento global? iii) Os extremos de precipitação estão ficando mais frequentes e mais intensos? iv) Existe alguma sazonalidade bem definida em relação às mudanças nos extremos climáticos? v) A escassez e falha nos dados sobre o Brasil podem afetar significativamente os resultados desta pesquisa?

No Capítulo 2 deste trabalho, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre os extremos climáticos relacionados à precipitação e à temperatura em escala global e

regional. A metodologia e os dados utilizados nesta pesquisa são abordados no Capítulo 3. No Capítulo 4, discute-se as tendências observadas anuais e sazonais dos indicadores de extremos climáticos sobre o Brasil. Por fim, as conclusões são apresentadas no Capítulo 5.



## 2 Revisão Bibliográfica

Nos relatórios de Avaliação da Mudança Climática (*Assessment Reports*) produzidos pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) a cada 5 ou 6 anos, encontra-se uma compilação dos principais trabalhos publicados pela comunidade científica sobre o assunto. No *First Assessment Report* (FAR - IPCC, 1990) e no *Second Assessment Report* (SAR - IPCC, 1995), ainda havia pouca informação sobre as mudanças no comportamento dos extremos climáticos. A partir do *Third Assessment Report* (TAR - IPCC, 2001), o assunto começou a ser mais explorado. Um relatório especial sobre riscos de eventos extremos e desastres (*Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (SREX – IPCC, 2012) foi publicado entre o *Fourth Assessment Report* (AR4 - IPCC, 2007) e o *Fifth Assessment Report* (AR5 - IPCC, 2013).

O Capítulo 3 do SREX (SENEVIRATNE et al., 2012) trata das mudanças nos extremos climáticos e seus impactos no meio físico natural. Para o próximo relatório do IPCC (*Sixth Assessment Report* - AR6), a ser publicado em 2021, um capítulo exclusivo sobre extremos climáticos (Capítulo 11 - *Weather and climate extreme events in a changing climate*) está sendo elaborado. Um dos últimos relatórios a serem publicados foi o *IPCC Special Report on 1.5°C global warming* (IPCC SR15: IPCC 2018) que apresenta uma nova literatura para avaliações das mudanças nos extremos climáticos, considerando cenários de baixas emissões (por exemplo, aquecimento global de 1,5 e 2,0°C).

O Capítulo 3 do SR15 (HOEGH-GULDBERG et al., 2018) analisa mudanças, atribuições e possíveis impactos observados das mudanças climáticas, além de outras informações, considerando um aquecimento global de até 1,5°C. Segundo o Capítulo 1 do SR15 (ALLEN et al., 2018), as anomalias da temperatura global média de superfície eram em torno de +0,87°C (variação provável de  $\pm 0,10^\circ\text{C}$ ) acima dos valores pré-industriais (1850-1900) na década de 2006-2015, com um aquecimento recente de aproximadamente 0,2°C ( $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ) por década. O aquecimento global induzido pelo homem alcançou aproximadamente 1°C (variação provável de  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ ) em 2017. Devido a limitações da cobertura espacial e temporal das observações, os estudos de atribuição tipicamente referem-se às mudanças climáticas desde a década de 1950 em diante, o que

corresponde a somente um pouco mais de 0,5°C de aumento da temperatura global média de superfície. A influência antropogênica contribui substancialmente para os aumentos da temperatura de superfície em regiões continentais e subcontinentais desde metade do século 20, como relatado no Capítulo 10 do AR5 (BINDOFF et al., 2013) e em estudos mais recentes (SUN et al., 2016; WAN et al., 2019).

Um excelente histórico sobre a avaliação dos extremos de temperatura do ar e precipitação nos relatórios do IPCC é apresentado em ALEXANDER (2016). De acordo com a autora, somente a partir do TAR (IPCC, 2001) é que as mudanças nos extremos climáticos começaram a ser melhor avaliadas, devido à dificuldade para reunir séries completas de dados diários em todo o globo. Três estudos analisaram dados observacionais diários de temperatura e precipitação a nível global: FRICH et al. (2002), ALEXANDER et al. (2006) e DONAT et al. (2013). Tais trabalhos contribuíram substancialmente para as conclusões do TAR, AR4 e AR5, representando um grande esforço global em coletar os dados, controlar a qualidade das informações e avaliar os extremos globais de temperatura e precipitação (PETERSON e MANTON, 2008; ZHANG et al., 2011). A cada avaliação, a quantidade de dados observados disponíveis aumentou e mais áreas continentais no planeta puderam ser preenchidas, a fim de se obter uma visão global dos extremos climáticos. O número de estações analisadas entre FRICH et al. (2002) e DONAT et al. (2013b) aumentou de 300 para 7000 em relação à temperatura, e de 300 para 11000 com respeito à precipitação. A Figura 2.1 mostra o aumento na densidade espacial das estações para as análises de extremos frios desde FRICH et al. (2002) até DONAT et al. (2013b). Inicialmente, continentes como a América do Sul e a África praticamente não contavam com dados suficientes para as análises (FRICH et al., 2002). Ao longo dos anos, a disponibilidade de dados observacionais aumentou nessas áreas, porém ainda apresentam a menor cobertura espacial de estações meteorológicas, o que dificulta a interpretação de resultados nesses locais.

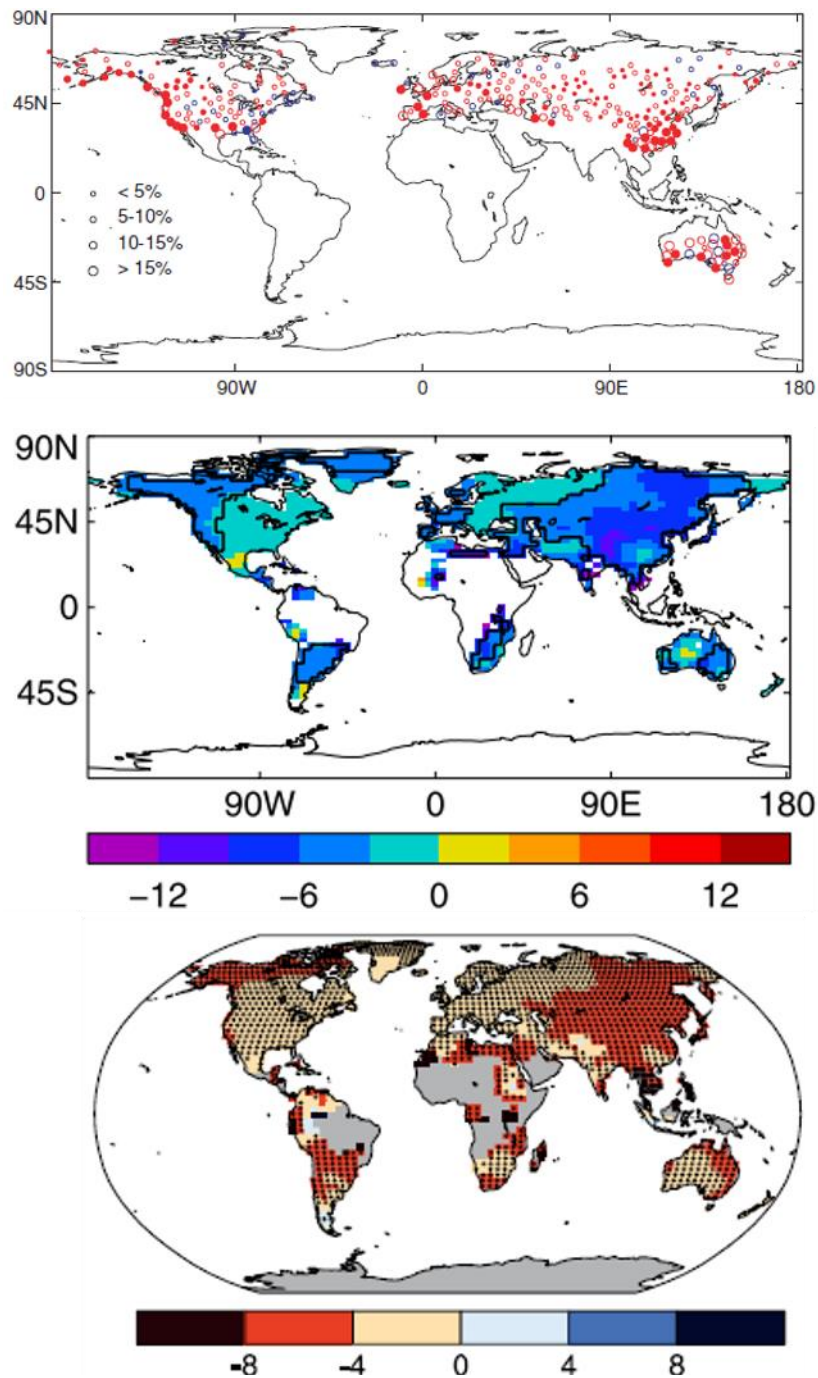


Figura 2.1 - Exemplos de como as avaliações dos extremos frios mudaram ao longo dos relatórios do IPCC. Mapa superior: utilizando a mudança no percentual de frost days ( $TN < 0^{\circ}\text{C}$ ) no período 1946-1999 no TAR (Frich et al., 2002). Mapa central: tendências de noites frias (dias/década) no período 1951-2003 no AR4 (Alexander et al., 2006). Mapa inferior: tendências de noites frias (dias/década) no período 1951-2010 no AR5 (Donat et al., 2013b). Fonte: Alexander (2016).

Um evento extremo de tempo ou de clima é geralmente definido como a ocorrência de um valor de uma variável acima (abaixo) de um determinado limiar próximo à extremidade superior (inferior) do intervalo de seus valores observados

(SENEVIRATNE et al., 2012). Por simplicidade, eventos extremos de tempo e eventos extremos de clima são denominados “extremos climáticos” (IPCC, 2012).

A investigação do comportamento de extremos climáticos no âmbito das mudanças climáticas começou a ser desenvolvida no final da década de 1990. Até então, as análises eram feitas com base nas mudanças dos valores médios, devido a maior disponibilidade de tais dados na maior parte do globo (ALEXANDER et al., 2006).

A maior parte das pesquisas relacionadas com extremos climáticos se baseia na utilização dos indicadores de extremos climáticos criados pelo ETCCDI. Tais índices são fundamentados pela probabilidade de ocorrência de quantidades pré-determinadas ou na excedência de limiares de algumas variáveis climáticas. Os indicadores mais comuns incluem o número, porcentagem, ou fração de dias em que a temperatura máxima (TX) ou temperatura mínima (TN) esteja abaixo dos percentis 1, 5 e 10, ou acima dos percentis 90, 95 e 99, definidos numa certa escala temporal (diária, mensal, sazonal e anual). Outras definições relacionam-se, por exemplo, ao número de dias acima de limiares absolutos de temperatura ou precipitação, ou definições mais complexas que consideram a duração/persistência de extremos climáticos. A vantagem de utilizar indicadores de extremos predefinidos é que eles possibilitam comparações em estudos que envolvem modelagem e dados observados e, também, em diferentes regiões do mundo (SENEVIRATNE et al., 2012).

A seguir são apresentados resultados de trabalhos que tratam da detecção da mudança nos extremos de temperatura do ar e precipitação (chuvas intensas e secas), com foco na América do Sul, assim como alguns estudos que focam em atribuição à mudança climática, ou seja, analisam possíveis causas para tais mudanças.

## 2.1 Extremos de Temperatura do Ar

A temperatura do ar é frequentemente associada com ondas de calor e de frio e seus impactos relacionados, por exemplo, à saúde humana e ao consumo de energia. Os extremos de temperatura normalmente ocorrem em escalas de tempo que requerem dados de resolução temporal diária ou maior, para que as possíveis mudanças possam ser avaliadas de forma mais detalhada. De acordo com SENEVIRATNE et al. (2012) é de suma importância distinguir entre as temperaturas média, máxima e mínima diárias, assim como entre os extremos quentes (associados à cauda superior da distribuição da temperatura) e frios (associados à cauda inferior da distribuição da temperatura), devido aos seus diferentes impactos.

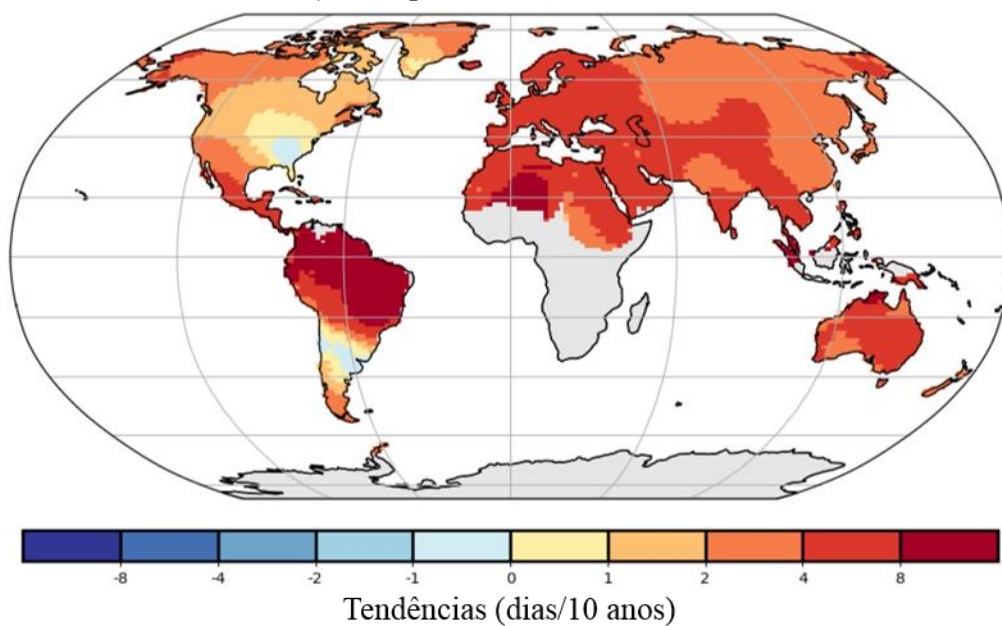
No Capítulo 2 do AR5, HARTMANN et al. (2013) apresentam evidências que corroboram com um significativo aquecimento nos extremos de TX e TN na maior parte das áreas continentais globais desde 1950 (DONAT et al., 2013b). As mudanças na ocorrência de noites quentes e frias (baseados em TN) são, geralmente, mais expressivas do que nos extremos baseados em TX. O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) influencia a variabilidade tanto de TX quanto de TN, especialmente na área do Círculo de Fogo do Pacífico (KENYON e HEGERL, 2008; ALEXANDER et al., 2009), mas afetando os extremos quentes e frios diferentemente. As mudanças na distribuição das temperaturas noturnas parecem maiores do que as temperaturas durante o dia, mesmo que a distribuição das mudanças seja simplesmente relacionada à elevação na média ou na área de estudo (BALLESTER et al., 2010; SIMOLO et al., 2011; DONAT e ALEXANDER, 2012; HANSEN et al., 2012). De fato, todos os dados analisados indicam um aumento mais rápido nos extremos de TN em comparação com TX, ocorrendo assim um declínio na amplitude térmica diária (DTR).

Tendo em vista o SR15, SCHLEUSSNER et al. (2017) realizam um estudo sobre as consequências do aquecimento global de 0,5°C baseado em registros observados. Esse estudo avalia os índices de extremos climáticos para o período 1991-2010 *versus* o período 1960-1979, correspondendo à diferença de 0,5°C da temperatura global média de superfície, considerando a base de dados GISTEMP (*Goddard Institute for Space Studies Surface Temperature Analysis* - HANSEN et al., 2010). Mudanças substanciais devido ao aquecimento de 0,5°C são aparentes para os indicadores relacionados aos extremos

quente e frio, assim como para a duração das ondas de calor (WSDI). Apesar de todos os indicadores apresentarem declínio muito pontualmente, as mudanças no geral exibem um aumento que é substancialmente maior do que as alterações esperadas. A intensificação dos extremos quentes em mais de 1°C e a redução da intensidade dos extremos frios em até 2,5°C ocorreram em 25% da área continental global. Metade da área continental global sofreu aumento na duração das ondas de calor que, usualmente, são definidas com duração de pelo menos 6 dias consecutivos de temperaturas máximas extremas.

Um dos estudos mais recentes sobre análises de extremos climáticos globais é o de DUNN et al. (2019), no qual se desenvolve um novo conjunto de dados global de extremos de temperatura e precipitação, baseado em estações sobre o continente, chamado de HadEX3, com resolução horizontal de 1,875° x 1,25° no período 1950-2018. O período de referência para calcular os percentis que são utilizados para gerar determinados índices de extremos de temperatura é 1961-1990. Os resultados obtidos em relação aos extremos de temperatura (TX90p e TN10p – Figura 2.2) mostram que as mudanças anuais nos extremos de temperatura são consistentes com um mundo mais aquecido, e que os indicadores relacionados à TN sofrem mudanças mais rápidas do que os baseados em TX. Nas regiões tropicais da América do Sul, norte da África e da Ásia, o número de Noites Quentes (TN90p) aumentou em até 8 dias/década, tendo dobrado desde o final da década de 1970 até o final do período. Especialmente sobre os índices relacionados à TX, afirma-se que a taxa de elevação da frequência dos Dias Quentes (TX90p) é superior à taxa de redução dos Dias Frios (TX10p). Os autores ressaltam a presença de uma região com tendências de resfriamento tanto nos Dias Quentes, mas principalmente nos Dias Frios, localizada no centro-sul dos Estados Unidos, denominada como *warming hole* (PAN et al., 2004; PORTMANN et al., 2009; MISRA et al., 2012)

a) TX90p – Anual, 1961-2018



b) TN10p – Anual, 1961-2018

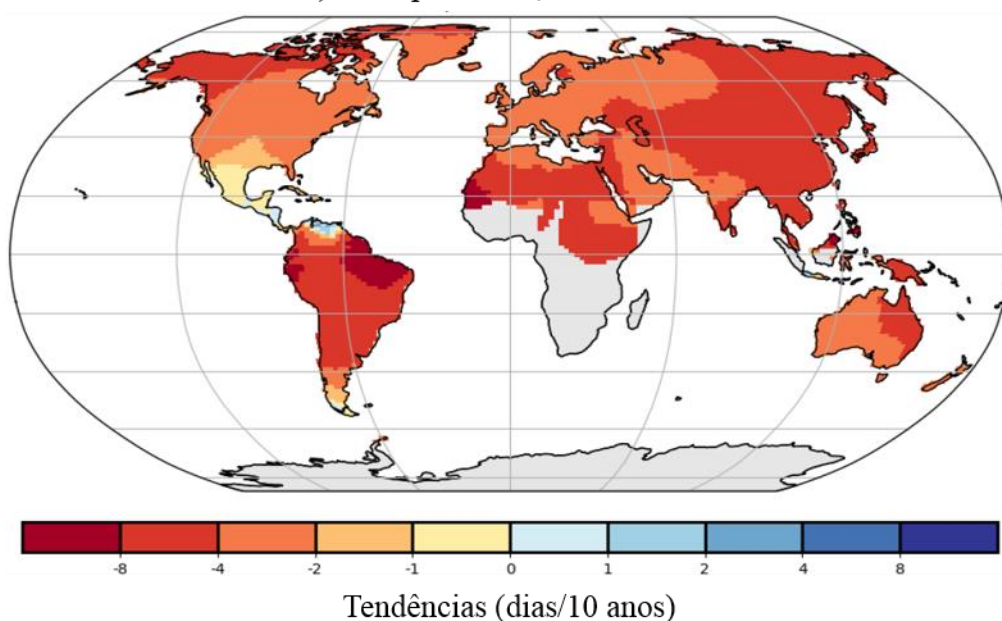


Figura 2.2 – Tendências [dias/10 anos] para séries anuais de: a) TX90p (Dias Quentes) e b) TN10p (Noites Frias), considerando o período 1961-2018 e o conjunto de dados HadEX3. As tendências são calculadas para as caixas de grade com dados suficientes (pelo menos 66% de anos com dados e o último ano da série deve ser maior que 2009). O período de referência é 1961-1990, com resolução horizontal de  $1,875^\circ \times 1,25^\circ$ . Fonte: Dunn et al. (2019).

Além das mudanças em escala anual, DUNN et al. (2019) também calculam tendências sazonais dos índices de extremos climáticos. Para TX90p (Figura 2.3a), as mudanças mais fortes são nos trópicos do continente sul-americano em todas as estações do ano, mas principalmente, durante os meses de inverno e primavera austrais (JJA e

SON). Em contrapartida, as tendências sazonais do indicador TN10p (Figura 2.3b) apresentam variações menores sobre as regiões do globo. Mesmo assim, ainda se observa na América do Sul as maiores mudanças em todas as estações do ano, atingindo um decréscimo de até 3 dias/década.

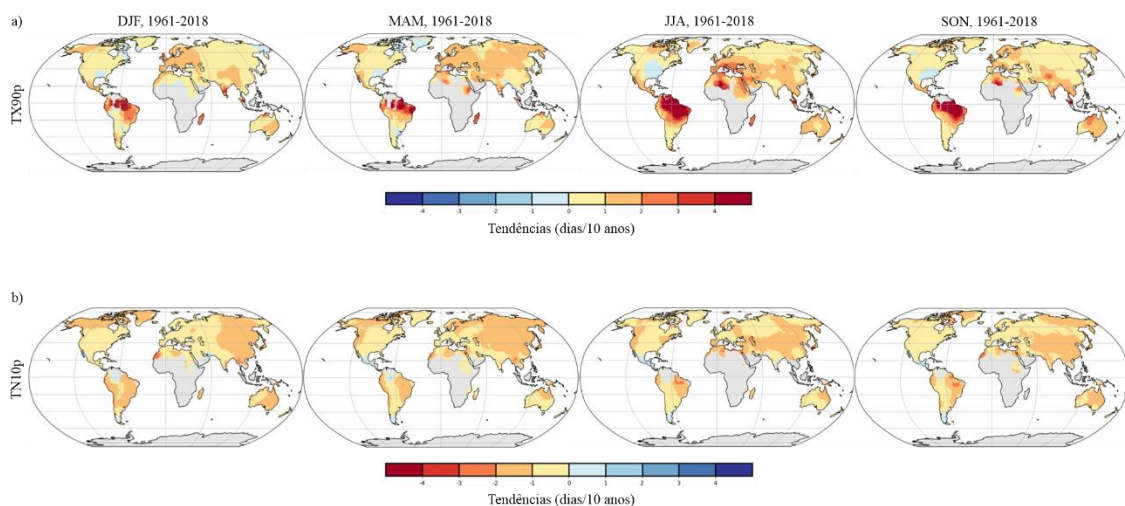


Figura 2.3 - Tendências [dias/10 anos] para séries sazonais de: a) TX90p (Dias Quentes) e b) TN10p (Noites Frias), considerando o período 1961-2018 e o conjunto de dados HadEX3. A coluna 1 (extrema esquerda) se refere ao verão (DJF), a coluna 2 aos meses de outono (MAM), a coluna 3 ao inverno (JJA), e por fim, a coluna 4 se refere à primavera (SON). Fonte: Dunn et al., (2019).

Anteriormente, DONAT et al. (2016) também investigaram as possíveis mudanças nos extremos climáticos em todo o globo. Os pesquisadores utilizam diversas bases de dados como o conjunto de dados observados interpolados HadEX2 (DONAT et al., 2013b), as reanálises 20CR (*20th Century Reanalysis – National Oceanic and Atmospheric Administration* - COMPO et al., 2011), ERA-20C (*European Centre's for Medium-Range Weather Forecasts atmospheric reanalysis of the 20th century* - POLI et al., 2016) e ERA-20CM (HERSBACH et al., 2015), considerando o período de 1901 a 2010. Nesse estudo, todos os conjuntos de dados exibem aumentos na intensidade e na frequência dos indicadores relacionados com extremos quentes (Figura 2.4a), com exceção da região centro-sul dos Estados Unidos, e do sul e oeste da AS (SKANSI et al., 2013; WU E POLVANI, 2017). Para os extremos frios há diminuição na frequência e intensidade na maior parte do globo durante o século 20 (Figura 2.4b). A partir da década de 1980, para a maioria dos índices, as tendências de aquecimento são mais



pronunciadas, em média. Seus resultados indicam que as mudanças em direção a um clima mais quente em escala global possuem alta confiança, mas as séries temporais se tornam muito perturbadas em escala regional, ou seja, apresentam mudanças menos significativas e sem predominância de sinais.

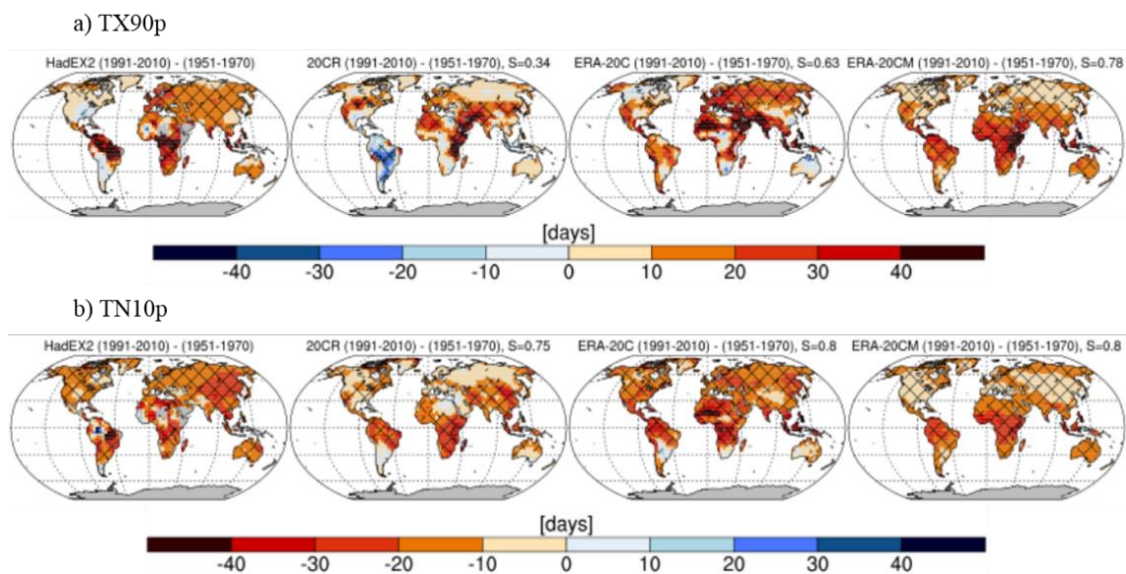


Figura 2.4 - Mudanças globais (dias) em a) Dias Quentes (TX90p) e b) Noites Frias (TN10p). Ambas se apresentam como diferenças entre a média dos períodos 1991-2010 e 1951-1970. Os mapas são mostrados para as bases de dados HadEX2, 20CR, ERA-20C e ERA-20CM. As áreas hachuradas indicam onde as mudanças locais são significativamente diferentes de zero (teste t-Student,  $p \leq 0,05$ ). S indica a correlação espacial não-centrada dos padrões das mudanças em 20CR, ERA-20C e ERA-20CM com os padrões das mudanças em HadEX2, somente utilizando as grades nas quais as mudanças em HadEX2 puderam ser calculadas. Fonte: Donat et al. (2016).

Diversas pesquisas sobre extremos de temperatura do ar na AS têm sido desenvolvidas nos últimos anos. Em particular, um dos trabalhos pioneiros sobre o assunto, realizado por VINCENT et al. (2005), analisou de forma mais detalhada o continente sul-americano. Os pesquisadores mostram que as mudanças nos índices baseados em TX (Figura 2.5b e Figura 2.5d) não são tão acentuadas, quanto às mudanças em TN (Figura 2.5a e Figura 2.5c), nas quais se observa tendências significativas, principalmente na região do SESA. A noite mais fria do ano está se tornando mais quente e as noites tropicais, nas quais TN é superior a 20°C (TR20), estão se tornando mais frequentes. A porcentagem de noites frias (Figura 2.5a) está reduzindo enquanto que a das noites quentes (Figura 2.5c) está se elevando. A Figura 2.6 apresenta as mudanças sazonais nas noites quentes. Nota-se que tais mudanças são mais pronunciadas durante o verão (Figura 2.6a) e outono (Figura 2.6b) do que durante o inverno (Figura 2.6c) e primavera (Figura 2.6d). Conforme os resultados de VINCENT et al. (2005), o

aquecimento no período noturno sendo superior ao aquecimento no período diurno, corresponde a um decréscimo significativo em DTR sobre o continente.

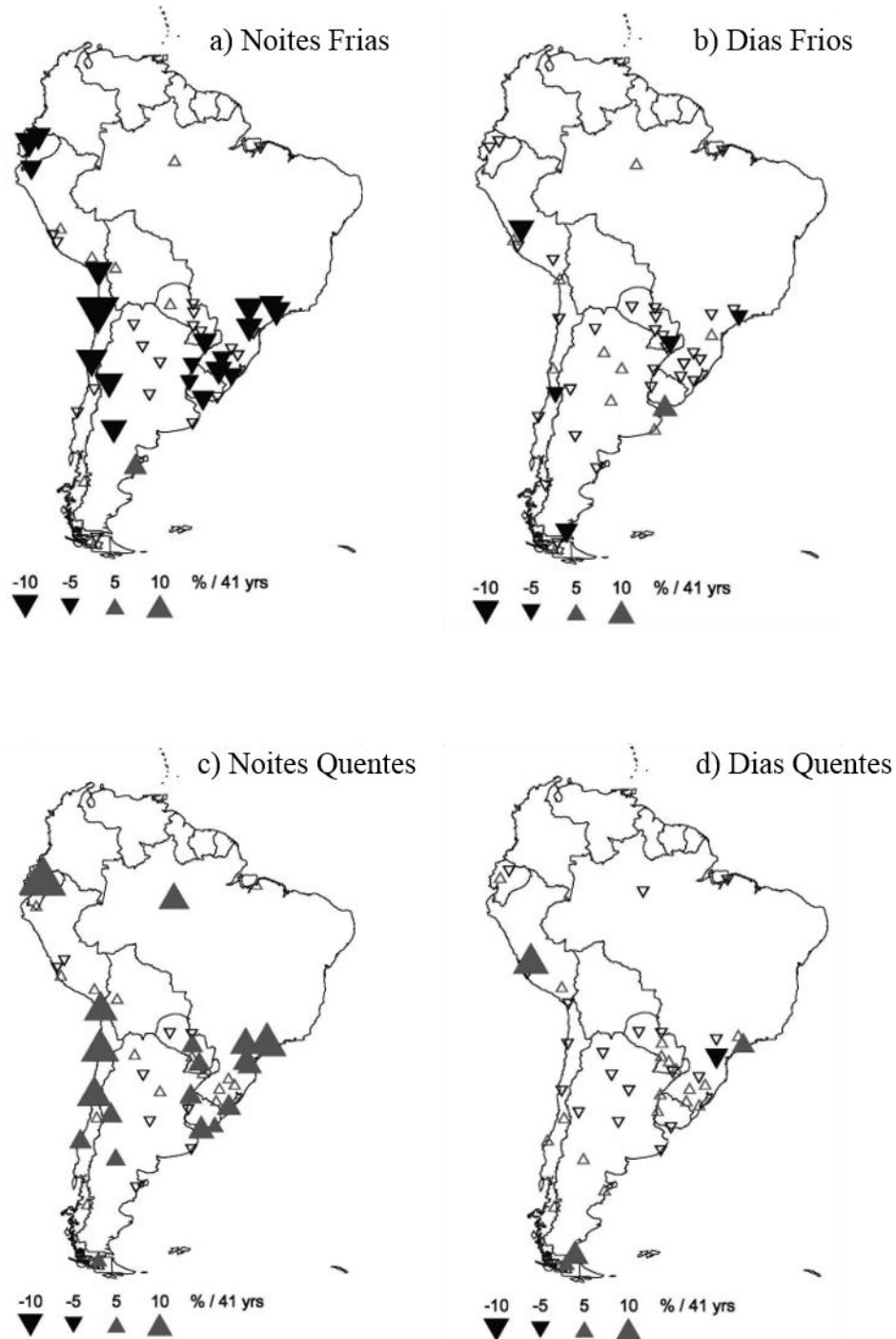


Figura 2.5 - Tendências (%dias/41 anos) para a) Noites Frias, b) Dias Frios, c) Noites Quentes e d) Dias Quentes no período 1960-2000. Os triângulos para cima (cinza) e para baixo (preto) indicam tendências positiva e negativa, respectivamente. Os triângulos preenchidos correspondem a tendências estatisticamente significativas no nível de 5%. O tamanho do triângulo é proporcional à magnitude da tendência. Fonte: Vincent et al. (2005).

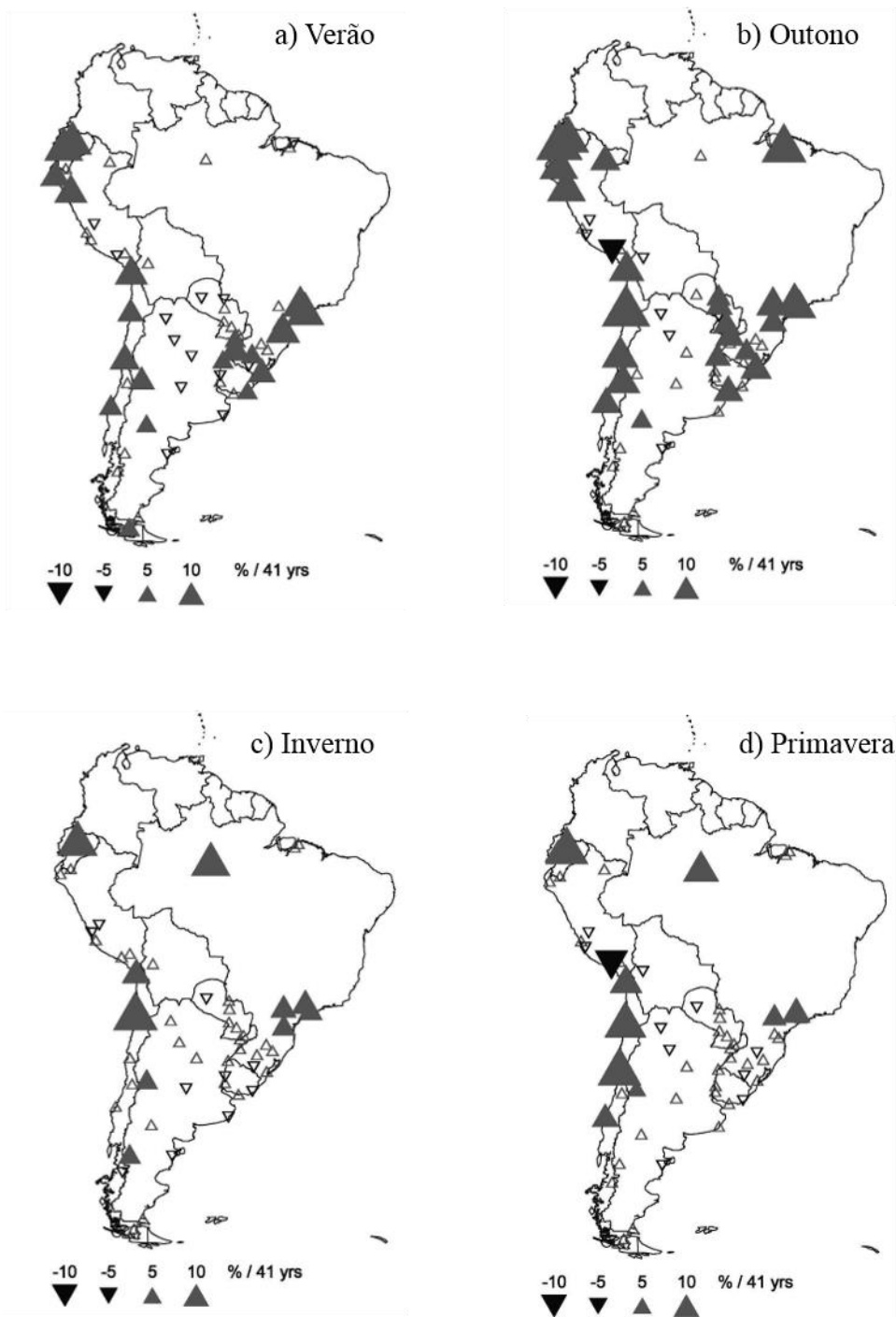


Figura 2.6 - Tendências (%dias/41 anos) de Noites Quentes (TN90p) para a) Verão, b) Outono, c) Inverno e d) Primavera no período 1960-2000. Os triângulos para cima (cinza) e para baixo (preto) indicam tendências positiva e negativa, respectivamente. Os triângulos preenchidos correspondem a tendências estatisticamente significativas no nível de 5%. O tamanho do triângulo é proporcional à magnitude da tendência. Fonte: Vincent et al. (2005).

SKANSI et al. (2013) apresentam uma das análises de mudanças nos extremos climáticos mais completas usando dados observacionais sobre a AS, até então. Alguns de seus resultados são apresentados na Figura 2.7 para as tendências em: noites frias (Figura 2.7a), dias frios (Figura 2.7b), noites quentes (Figura 2.7c) e dias quentes (Figura 2.7d). Os autores reforçam as evidências de um aquecimento generalizado em todo o continente, ou seja, aumento (redução) de dias e noites quentes (frios) (Figura 2.7), assim como aumento das ondas de calor, porém com algumas áreas de resfriamento, também destacadas por ALEXANDER et al. (2006), RUSTICUCCI e RENOM (2008), MESEGUER-RUIZ et al. (2018) e VICENTE-SERRANO et al. (2018). DONAT et al. (2013b) associam esses pontos de resfriamento às mudanças especialmente em TX em parte da Argentina. A tendência de resfriamento sobre o SESA é bem destacada nos campos de dias frios (Figura 2.7b) e quentes (Figura 2.7d) e também, com menor intensidade, no campo de noites quentes (Figura 2.7c). Entretanto, sobre o Brasil apenas 22 séries de temperatura estão disponíveis neste trabalho.

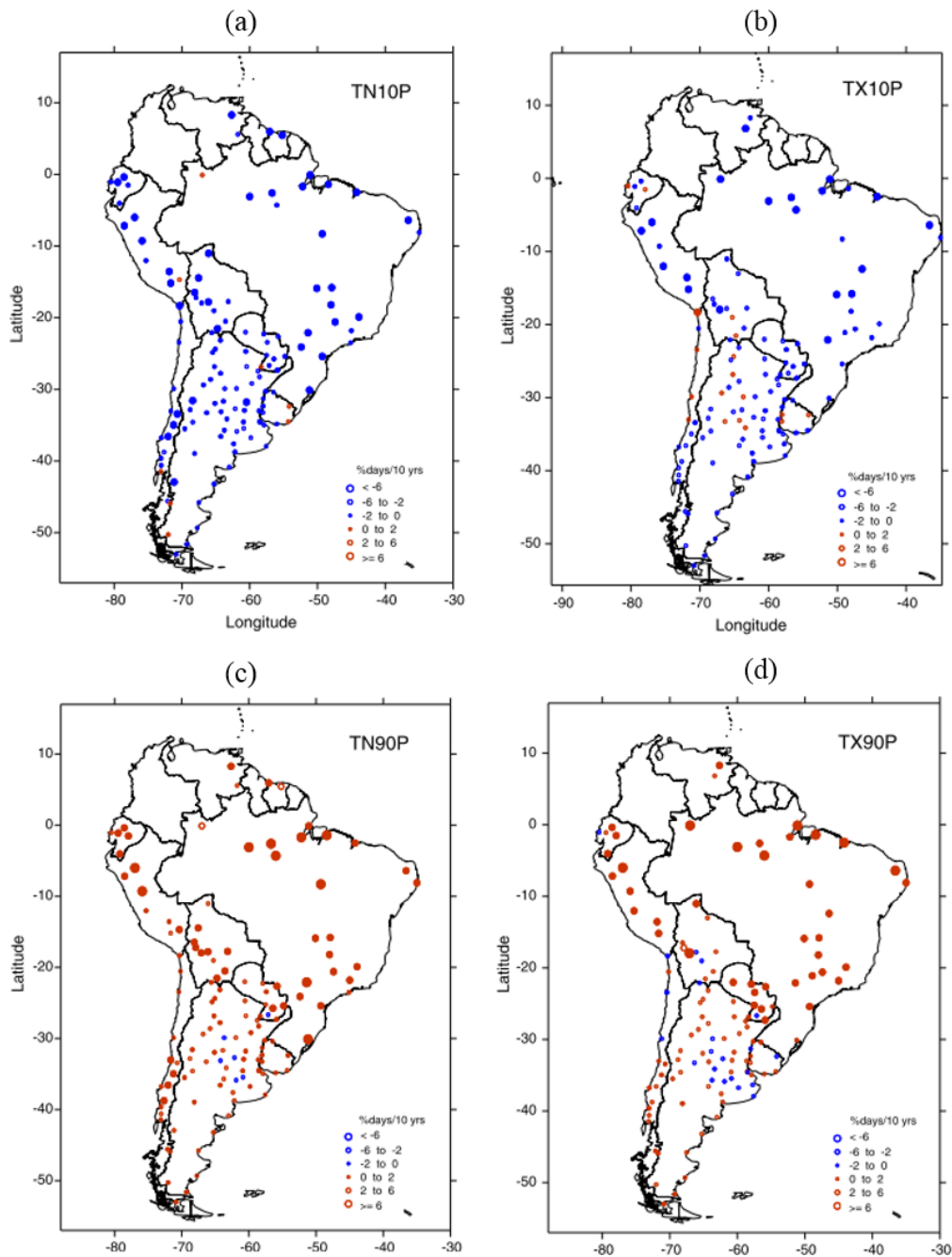


Figura 2.7 - Tendências locais anuais estimadas para o período 1969-2009 para noites frias (a), dias frios (b), noites quentes (c) e dias quentes (d). Círculos cheios representam séries onde as tendências são estatisticamente significativas. Fonte: Skansi et al. (2013).

Com objetivo de investigar o resfriamento sobre o SESA, WU E POLVANI (2017) realizaram um estudo sobre o papel da depleção de ozônio estratosférico nos extremos de temperatura. Para os experimentos numéricos, utiliza-se o *Community Earth System Model (CESM) Large Ensemble (LE) Project* (KAY et al., 2015), acoplado-se a um único modelo climático, a versão 1 do CESM com o *Community Atmosphere Model*

versão 5 (CAM5), focando no período 1955-2005, o qual corresponde à formação do buraco de ozônio sobre o Polo Sul. Os autores analisaram 12 integrações históricas e 12 integrações com uma forçante única que são praticamente idênticas às rodadas históricas, exceto para as concentrações de ozônio que são fixadas nos níveis de 1955. Tais integrações possuem como forçante externa dominante o aumento dos gases do efeito estufa. Os experimentos numéricos do CESM-LE demonstraram que a depleção de ozônio estratosférico causou uma redução nos extremos de temperatura sobre o SESA na segunda metade do século 20. O mecanismo funciona como mudanças na circulação atmosférica de grande escala: como resultado do resfriamento da baixa estratosfera que acompanha o buraco de ozônio e o deslocamento para sul do jato troposférico, induz-se um escoamento anômalo para leste e mais ciclones intensos sobre o SESA, sendo favorável para temperaturas extremas mais baixas.

De BARROS SOARES et al. (2017) calculam a tendência da temperatura do ar à superfície sobre toda a AS para o período 1975-2004, baseado nos conjuntos de dados da CRU (*Climate Research Unit* – HARRIS et al., 2014) e da UDEL (*University of Delaware* – MATSUURA E WILLMOTT, 2009). Os autores destacam um aquecimento significativo em praticamente toda a AS, principalmente sobre o Brasil, por ambas as bases de dados, exceto, principalmente, nas porções sul e noroeste da AS, onde não há uma tendência clara de aquecimento nem de resfriamento. O aquecimento na AS é mais pronunciado no inverno, enquanto que o resfriamento na região do SESA destaca-se durante o verão e no oeste da AS durante o inverno.

Em um dos poucos estudos sobre ondas de calor e frio na AS, CECCHERINI et al. (2016) mostram que durante o período analisado (1980-2014) há aumento da intensidade e frequência de ondas de calor na AS, principalmente a partir de 1995 com máximo durante 2010-2014. No verão de 1982-1983, durante um dos eventos mais fortes de El Niño do século 20 (CANE, 1983), os maiores valores de HWMI (*Heat Wave Magnitude Index*) no Peru foram comparáveis com o pico de HWMI para o evento de onda de calor na Europa em 2003 que ocasionou a morte de mais de 70.000 pessoas (ROBINE et al., 2008; RUSSO et al., 2014). Em relação às ondas de frio, o estudo não identifica tendências nem de aumento e nem de redução no período analisado.

Como já mencionado anteriormente, o panorama geral para todo o continente sul-americano é de aquecimento, mas com algumas peculiaridades. VICENTE-SERRANO

et al. (2018) analisam as mudanças durante os doze meses do ano na temperatura máxima do ar sobre o Peru no período 1964-2014, relatando que em sua maioria, há evidências de elevações de TX, principalmente nos meses de agosto e setembro, ao contrário do que é visto para TN, com redução principalmente nessa mesma época do ano.

Para o norte do Chile, MESEGUER-RUIZ et al. (2018) mostram também aumento (diminuição) de TX (TN), ou seja, ambos resultados apresentam tendência positiva para DTR, contrariando as evidências anteriores já discutidas. WU E POLVANI (2017) encontram um sinal de resfriamento considerando a maior TX anual para a região do SESA ao longo de todo o século 20, concordando com SKANSI et al. (2013) e DONAT et al. (2016).

LOVINO et al. (2018) revelam que, no noroeste da Argentina, o clima está se tornando mais quente, aumentando (diminuindo) significativamente os dias e noites quentes (frios), no período de 1963 a 2013. Apesar da frequência das noites frias estarem em decréscimo seguindo o padrão de aquecimento da região de estudo, a partir de 1980 a frequência não se modificou significativamente. As ondas de calor e frio também refletem esse clima mais quente no noroeste da Argentina. Primeiramente, as ondas de calor quase dobraram em frequência e duração em relação às ondas de frio. Segundo, durante as décadas mais recentes as ondas de calor tiveram uma tendência de aumentar sua duração e as ondas de frio de serem menos persistentes ao longo do tempo. A ocorrência de longas ondas de calor também está relacionada às mudanças no regime de precipitação, ou seja, tendências de redução das chuvas.

No Brasil, vários estudos focados em tendências nos extremos de temperatura têm sido realizados, como por exemplo: Brasil (SALVIANO et al., 2016); Região Norte (ALMEIDA et al., 2017); Região Nordeste (SILVA, 2004; SILVA e AZEVEDO, 2008; SANTOS et al., 2010; LACERDA et al., 2015; GORI MAIA et al., 2018; MELO et al., 2018; SALVADOR e DE BRITO, 2018); Região Sudeste (LUIZ SILVA e DEREZYNSKI, 2014; NATIVIDADE et al., 2017); Região Sul (MARENGO e CAMARGO, 2008; LUIZ SILVA et al., 2015). No geral, os estudos mostram que o Brasil está se aquecendo ao longo dos anos, com tendências mais pronunciadas em TN do que em TX (DTR em diminuição), assim como no resto do globo.

SALVIANO et al. (2016) utilizam temperaturas médias mensais do CRU para analisar as mudanças na temperatura média mensal no período de 1961 a 2011 em todo o

Brasil. Nos meses de março e abril, os autores mostram que as tendências de aumento são mais significativas num sentido estatístico, sem apresentar nenhuma área de resfriamento significativo.

ALMEIDA et al. (2017) discutem possíveis mudanças em TX e TN no período de 1973-2013, na região da Amazônia Legal (BRASIL, 1953), considerando anualmente (Figura 2.8a e Figura 2.8b), estação chuvosa (Figura 2.8c e Figura 2.8d) e estação seca (Figura 2.8e e Figura 2.8f) da área de estudo. Os resultados são de aumento em ambas as variáveis climáticas ao longo de todo o ano, mas apresentando sinais mais fortes para TX. Além disso, verifica-se que o aquecimento é mais pronunciado na estação seca. De acordo ALMEIDA et al. (2017), para a maioria das estações localizadas em latitudes acima de 5°S, a estação seca ocorre entre os meses de junho e setembro e a estação chuvosa ocorre entre dezembro e março. Entretanto, para as estações situadas em latitudes mais baixas, as estações seca e chuvosa ocorrem com um atraso de 1 a 3 meses.



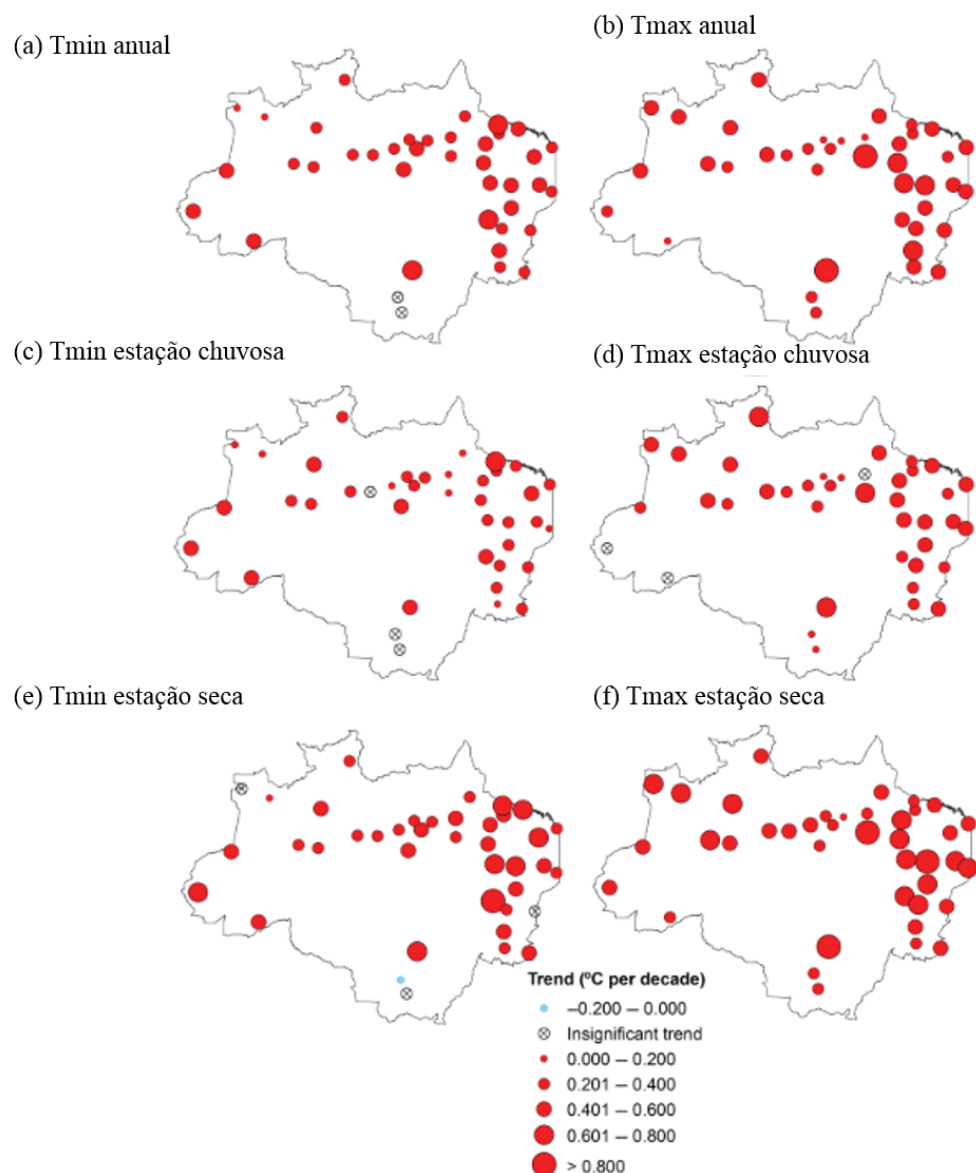


Figura 2.8 – Distribuição espacial anual (a, b) e sazonal (c, d para estação chuvosa, e, f para estação seca) das magnitudes das tendências para as temperaturas mínima e máxima. Fonte: Almeida et al. (2017).

De acordo com SALVADOR E DE BRITO (2018), na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), os extremos de temperatura tanto considerando TX quanto TN estão em elevação estatisticamente significativa. Os indicadores Tmax95p e Tmin95p, relacionados aos extremos quentes, apresentam tendências positivas estatisticamente significativas (Figura 2.9a e Figura 2.9b), enquanto que se observa diminuição significativa nos indicadores Tmax5p e Tmin5p, relacionados aos extremos mais frios (Figura 2.9c e Figura 2.9d).

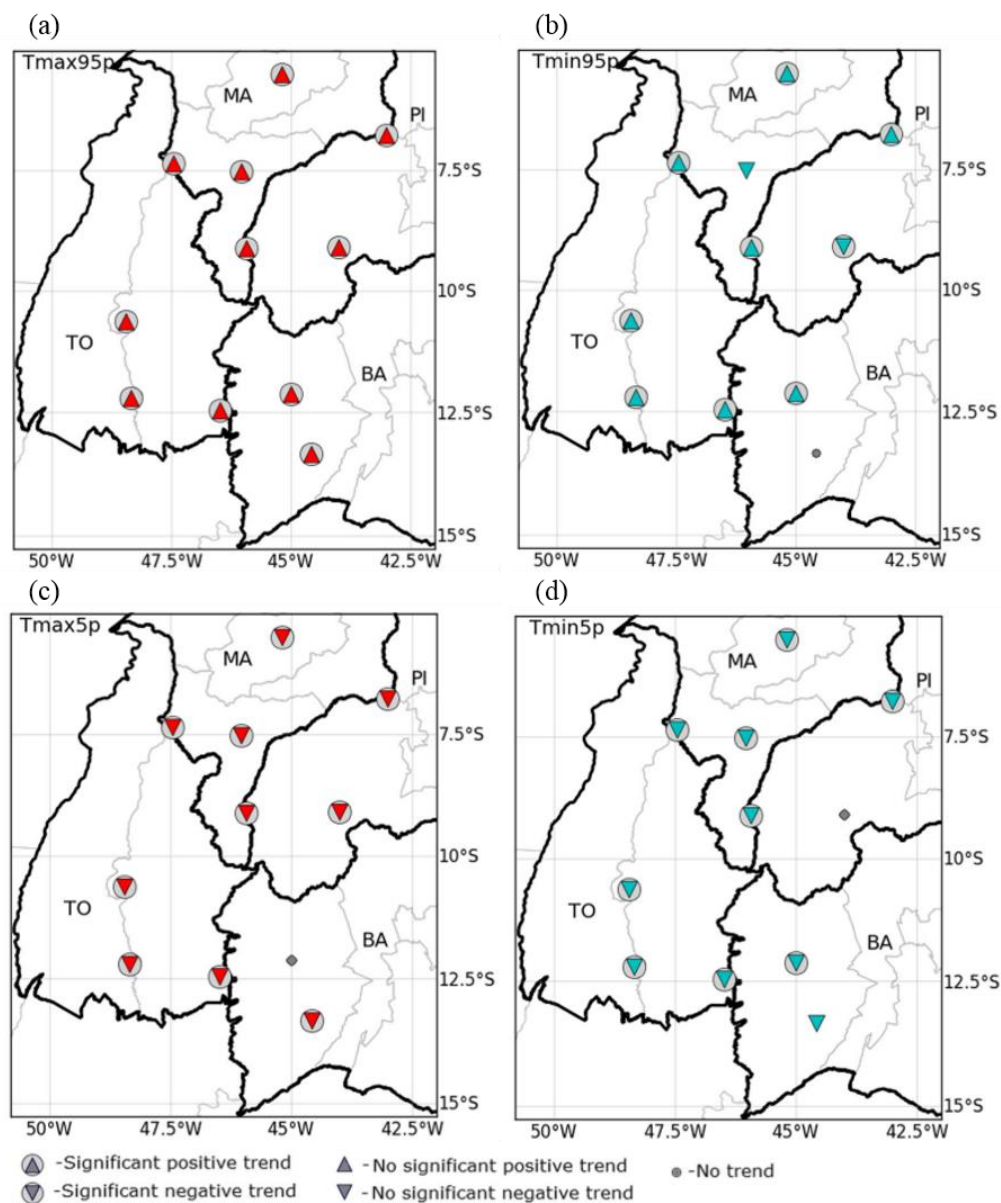


Figura 2.9 – Tendências (dias/ano) dos índices a) Tmax95p, b) Tmin95p, c) Tmax5p e d) Tmin5p. Fonte: Salvador e de Brito (2018).

O estudo de LUIZ SILVA E DERECZYNSKI (2014) apresenta tendências de extremos de temperatura para todo o estado do Rio de Janeiro, no período de 1961-2012. Os autores relatam que os sinais são de aumento significativo das noites e dias frios em algumas localidades (Figura 2.10a e Figura 2.10b) assim como aumentos das noites e dias quentes no geral (Figura 2.10c e Figura 2.10d), ou seja, elevação tanto nos extremos quentes quanto extremos frios.

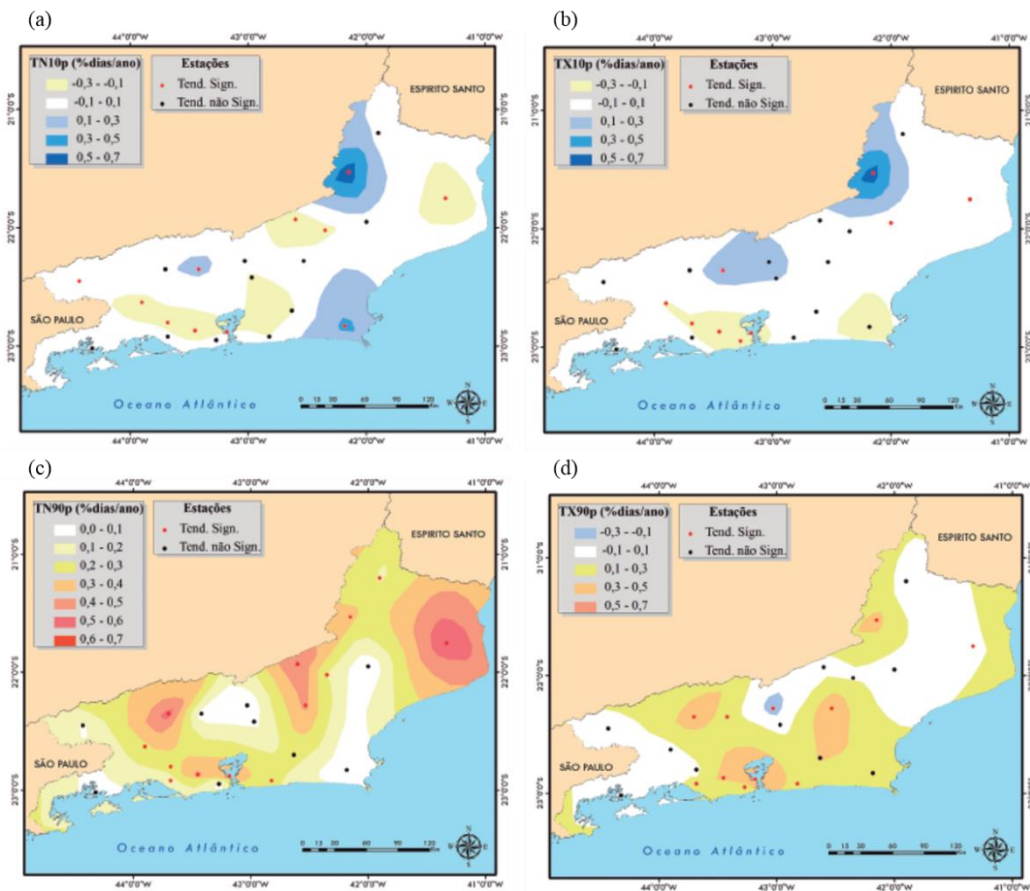


Figura 2.10 – Magnitudes das tendências observadas (%dias/ano) em a) TN10p, b) TX10p, c) TN90p e d) TX90p, no estado do Rio de Janeiro, calculadas através da Curvatura de Sem aplicada aos dados do INMET. Pontos vermelhos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de 95%. Fonte: Luiz Silva e Dereczynski (2014).

Na Região Sul do Brasil, MARENGO E CAMARGO (2008), e LUIZ SILVA et al. (2015) com uma análise especificamente sobre o estado do Paraná, realizam estudos sobre as mudanças nos extremos em TX e TN. O primeiro estudo encontra, principalmente, aumentos em TN (Figura 2.11a, Figura 2.11b e Figura 2.11c) e TX (Figura 2.11d, Figura 2.11e, e Figura 2.11f) anualmente, mas com decréscimos mais acentuados para TX durante o verão (Figura 2.11d), provocando diminuição de DTR, principalmente nessa época do ano (Figura 2.11g). LUIZ SILVA et al. (2015) observam sinais estatisticamente significativos de aquecimento para noites e dias quentes, com magnitudes mais elevadas para os dias quentes, em praticamente todo o Paraná.

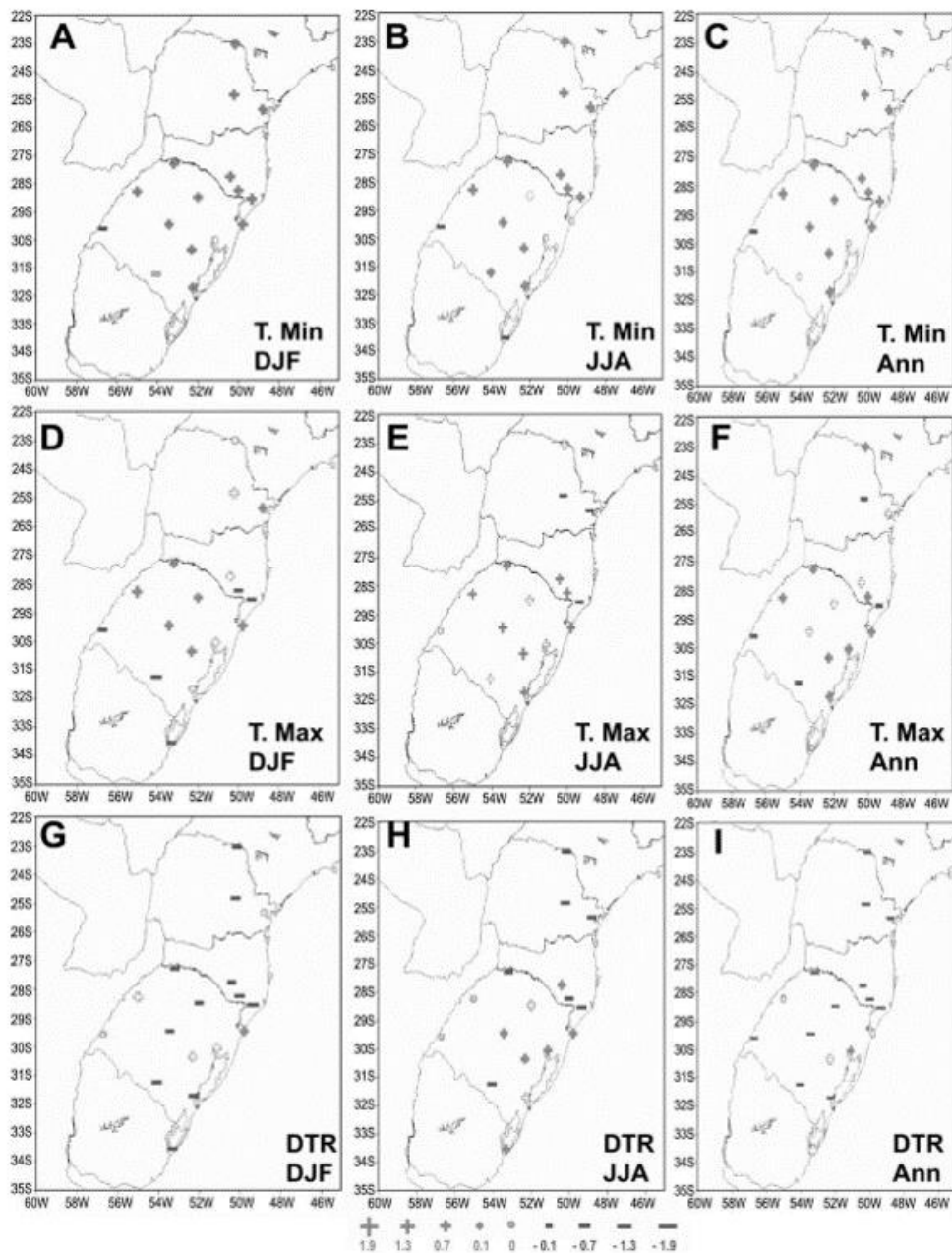


Figura 2.11 – Tendências anômalas anuais e sazonais (verão DJF; inverno JJA) para temperaturas máxima e mínima e DTR no Sul do Brasil durante 1960-2002. Sinais positivo e negativo são indicadores da direção da tendência, e o tamanho indica a magnitude da tendência. As anomalias foram calculadas relativas ao período base 1961-1990. Sinais que aparecem cheios/vazios indicam tendências que são/não são estatisticamente significativas ao nível de 5% do teste t. As unidades estão em °C/década. Fonte: Marengo e Camargo (2008).

Alguns estudos no Brasil indicam resfriamentos pontuais, como em MELO et al. (2018), o qual os autores mostram que em Mandacaru (Bahia) ocorrem aumentos de TX, mas reduções de TN. LACERDA et al. (2015) relatam que em Araripina (Pernambuco), ocorre um forte aumento estatisticamente significativo em TXn (menor TX do ano),

porém diminuição de TNx (maior TN do ano), que associados a uma tendência negativa estatisticamente significativa de precipitação sugere um intenso processo de aridificação.

A partir do levantamento bibliográfico realizado pode-se afirmar que, de forma geral, predomina aquecimento sobre a maior parte do Brasil ao longo das últimas décadas. As tendências de aquecimento obtidas a partir de indicadores de extremos relacionados à TN são mais pronunciadas do que à TX. Alguns pontos isolados de resfriamento estatisticamente significativos também são observados.

Apesar das pesquisas sobre extremos de temperatura no Brasil terem aumentado nos últimos anos, nota-se ainda grande falta de informação principalmente sobre a Região Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país. Ademais, a maior parte das pesquisas limita-se a uma determinada região, a um ou outro estado ou até mesmo cidades específicas, impossibilitando uma visão geral das mudanças observadas em todo o país. Além disso, a utilização de metodologias diferentes (testes estatísticos, períodos, base de dados, variáveis climáticas, entre outros) dificulta a análise integrada do padrão dos extremos de temperatura de forma mais consistente e confiável.

## **2.2 Extremos de Precipitação**

Um dos mais importantes impactos do aquecimento global sobre a sociedade é o aumento na frequência de ocorrência de eventos de chuvas intensas (MULLER et al., 2011). Tal aumento está associado a uma taxa maior de vapor d'água numa atmosfera mais aquecida (TRENBERTH, 1999; PALL et al., 2007). Mudanças na intensidade da precipitação diária podem afetar a frequência das enchentes e das secas, e consequentemente, o desenvolvimento das culturas agrícolas, os recursos hídricos e outros sistemas humanos e naturais sensíveis à água.

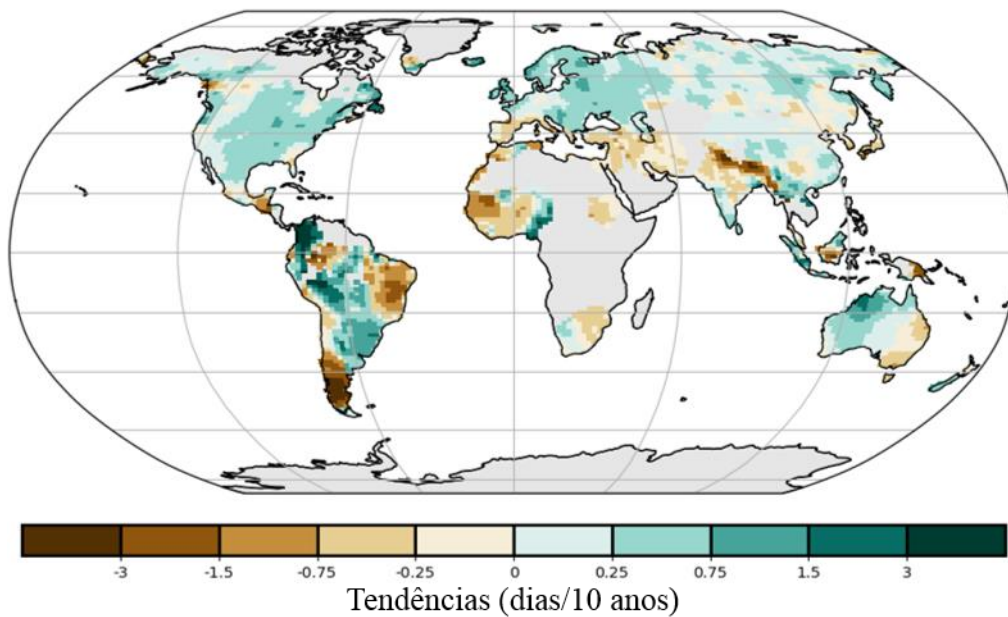
De acordo com ALLEN e INGRAM (2002), HELD e SODEN (2006), e O'GORMAN e SCHNEIDER (2008), a precipitação média global parece ser limitada energeticamente e aumenta a uma modesta taxa de aproximadamente 2%/K. Contudo, eventos de precipitação extrema não são limitados pelo balanço energético global e poderiam aumentar a uma taxa maior sob cenários de aquecimento global.

Segundo o Capítulo 3 do AR4 (TRENBERTH et al., 2007), muitas análises indicam que a evolução das estatísticas de precipitação durante a segunda metade do século 20 é dominada pelas variações numa escala temporal interanual a interdecadal e que as estimativas das tendências são espacialmente heterogêneas (MANTON et al., 2001; PETERSON et al., 2002; GRIFFITHS et al., 2003; HERATH e RATNAYAKE, 2004). O Capítulo 2 do AR5 (HARTMANN et al., 2013) apresenta testes estatísticos que indicam mudanças dos extremos de precipitação consistentes com um clima mais úmido, corroborando com os resultados obtidos nos relatórios passados. Entretanto, os padrões espaciais são menos homogêneos quando comparados às mudanças nos extremos de temperatura, onde em muitas áreas se observa aumentos e diminuições dos extremos de precipitação, além de apresentarem níveis de significância estatística inferiores em relação aos das mudanças de temperatura (ALEXANDER et al., 2006; DONAT et al., 2013a, 2013b).

O estudo de SCHLEUSSNER et al. (2017) também analisa as mudanças para indicadores de extremos de precipitação considerando um aumento da temperatura média global de superfície em 0,5°C. Os resultados mostram que há uma elevação robusta para as chuvas intensas analisadas, onde 25% da área continental global apresenta um aumento de pelo menos 9%.

DUNN et al. (2019) analisam as mudanças anuais dos extremos de precipitação, assim como realizaram para os extremos de temperatura. Os autores relatam que há indicações de aumentos a nível global da máxima intensidade diária de precipitação (RX1day) e, também, aumentos na fração de precipitação dos eventos fortes de chuva (R95pTOT – Figura 2.12b). Tais aumentos podem estar relacionados com as mudanças climáticas antrópicas (MIN et al., 2011). Além disso, nota-se que para o indicador de dias de precipitação forte (R10mm – Figura 2.12a) as mudanças são mais pronunciadas na América do Sul, onde há reduções sobre o sul do continente sul-americano e leste da Amazônia/Nordeste do Brasil, enquanto há aumentos do norte da Argentina (região do SESA) até a costa do Caribe.

a) R10mm – Anual, 1961-2018



b) R95pTOT – Anual, 1961-2018

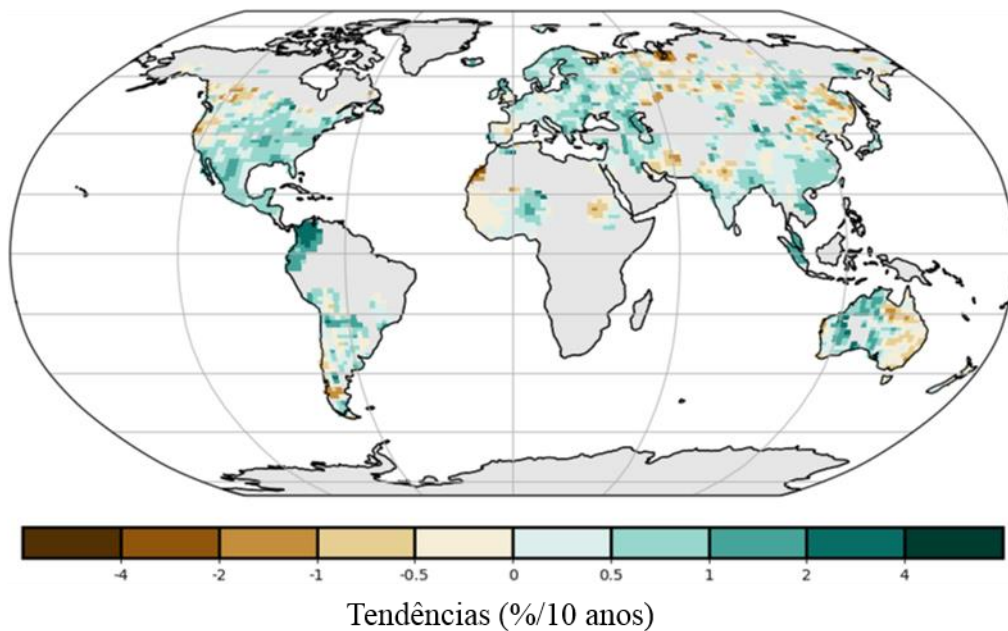


Figura 2.12 - Tendências para séries anuais de a) R10mm (dias de precipitação forte – dias/10 anos) e b) R95pTOT (contribuição dos dias muito úmidos - %/10 anos), considerando o período 1961-2018 e o conjunto de dados HadEX3. As tendências são calculadas para as caixas de grade com dados suficientes (pelo menos 66% de anos com dados e o último ano da série deve ser maior que 2009). O período de referência é 1961-1990, com resolução horizontal de  $1,875^\circ \times 1,25^\circ$ . Fonte: Dunn et al. (2019).

DONAT et al. (2016) avaliam também as mudanças nos extremos de precipitação. Na Figura 2.13, observa-se que todos os conjuntos de dados utilizados concordam que os extremos de precipitação se intensificaram numa média global durante o século passado, sugerindo fortemente que a conclusão é de aumento nos extremos de precipitação em

escala planetária durante o século 20. Entretanto, as diferentes bases de dados utilizadas possuem baixa concordância em relação a regiões mais específicas onde os extremos de precipitação têm aumentado ou diminuído. Portanto, em escala regional, em geral, as mudanças durante o século 20 não são confiáveis, exceto no norte da Europa e algumas partes centrais da Eurásia, onde todos os conjuntos de dados apresentam tendências de intensificação nos extremos de precipitação. Em particular, no sudeste da AS, considerando o conjunto observacional HadEX2 utilizado por DONAT et al. (2016), os extremos de precipitação têm se intensificado. Ao analisar as reanálises 20CR e ERA-20C, nota-se que os sinais de aumento nos extremos de precipitação (chuvas intensas) são maiores na região tropical, principalmente sobre o centro-norte da AS.

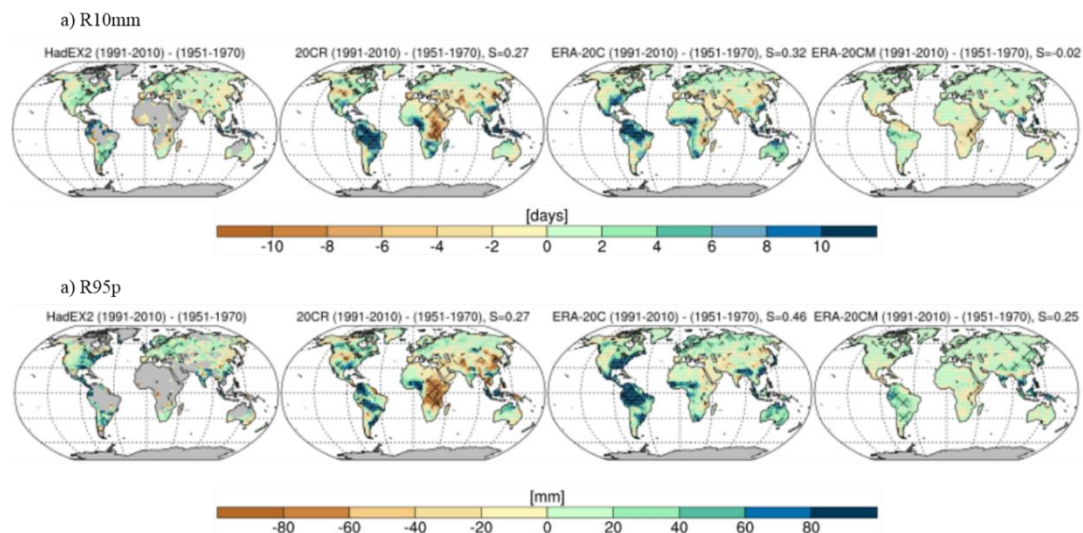


Figura 2.13 - Mudanças globais de a) R10mm (número de dias com pelo menos 10 mm - dias) e b) R95p (dias muito úmidos - mm) Ambas se apresentam como diferenças entre a média do período 1991-2010 e do período 1951-1970. Os mapas são mostrados para (da esquerda para direita) as bases de dados HadEX2, 20CR, ERA-20C e ERA-20CM. As áreas hachuradas indicam onde as mudanças locais são significativamente diferentes de zero (teste t-Student,  $p \leq 0,05$ ). S indica a correlação espacial não-centrada dos padrões das mudanças em 20CR, ERA-20C e ERA-20CM com os padrões das mudanças em HadEX2, somente utilizando as grades nas quais as mudanças em HadEX2 puderam ser calculadas. Fonte: Donat et al. (2016).

Diversos estudos regionais foram realizados para o continente sul-americano, principalmente a partir da década de 2000. A maioria dos estudos indica que os extremos de precipitação estão aumentando significativamente em frequência e intensidade sobre a AS e, principalmente, na sua porção sudeste (GROISMAN et al., 2004; HAYLOCK et al., 2006; MARENGO et al., 2009; RE e BARROS, 2009; DONAT et al., 2013b;



SKANSI et al., 2013; VERA e DÍAZ, 2015; DONAT et al., 2016; de BARROS SOARES et al., 2017; WU e POLVANI, 2017; DUNN et al., 2019).

HAYLOCK et al. (2006) foram os pioneiros em identificar mudanças nos extremos de precipitação exclusivamente sobre o continente sul-americano. A Figura 2.14 apresenta tendências de alguns indicadores de extremos de precipitação utilizados, mostrando que na maior parte da AS o clima está se tornando com chuvas mais intensas com decréscimo mais concentrado na parte oeste do continente. Além disso, HAYLOCK et al. (2006) investigam possíveis causas para esse padrão espacial das tendências, realizando uma análise de correlação canônica (CCA) de cada indicador com a média anual da temperatura da superfície do mar (TSM) observada. Isto revelou dois padrões acoplados de grande escala que possivelmente contribuíram com as mudanças no regime de precipitação. O primeiro foi uma mudança durante o período para mais condições dominantes de El Niño com o IOS (Índice de Oscilação Sul) geralmente mais baixo. O segundo foi o aumento da subsidência e um deslocamento para norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Nordeste do Brasil e a Bacia Amazônica, e um deslocamento para sudeste da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Vale ressaltar que as mudanças no ENOS (El Niño Oscilação Sul) não podem ser consideradas para a diminuição significativa da precipitação no sul do Chile. Um modo separado de CCA, não correlacionado com o ENOS, sugeriu que a redução foi causada por um enfraquecimento do cavado continental em altas latitudes, proporcionando um deslocamento para sul das tempestades durante seu período.

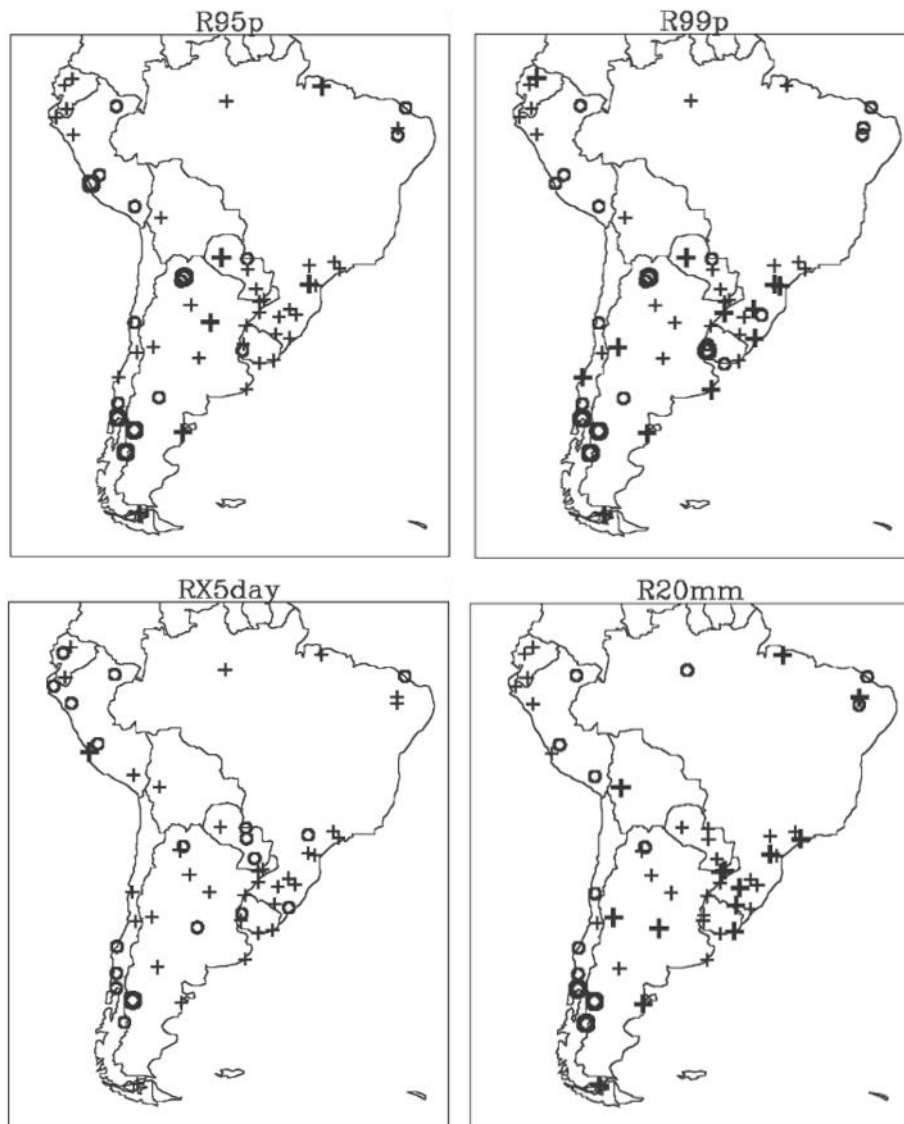


Figura 2.14 - Sinal da tendência linear nos índices de precipitação avaliado pelo método Kendall's Tau, para a) R95p (dias muito úmidos), b) R99p (dias extremamente úmidos), c) RX5day (máxima precipitação total em 5 dias consecutivos) e d) (dias de precipitação muito forte). Um aumento é apresentado pelo símbolo de soma e decréscimo por um círculo. Valores em negrito indicam significância em  $p < 0,05$ . Fonte: Haylock et al. (2006).

SKANSI et al. (2013) relatam que para a segunda metade do século 20 os extremos de precipitação se elevaram principalmente na Amazônia e no sudeste da AS, sendo que essa intensificação parece estar mais relacionada ao aumento dos eventos de precipitação intensa do que no aumento da duração ou frequência dos dias chuvosos consecutivos. Ao considerar todos os indicadores de extremos de precipitação, exceto o R99p (indicador relacionado a chuvas muito extremas), um sinal em direção a um clima menos chuvoso se configura no oeste da AS, ratificando os resultados de HAYLOCK et al. (2006). (Figura 2.15).

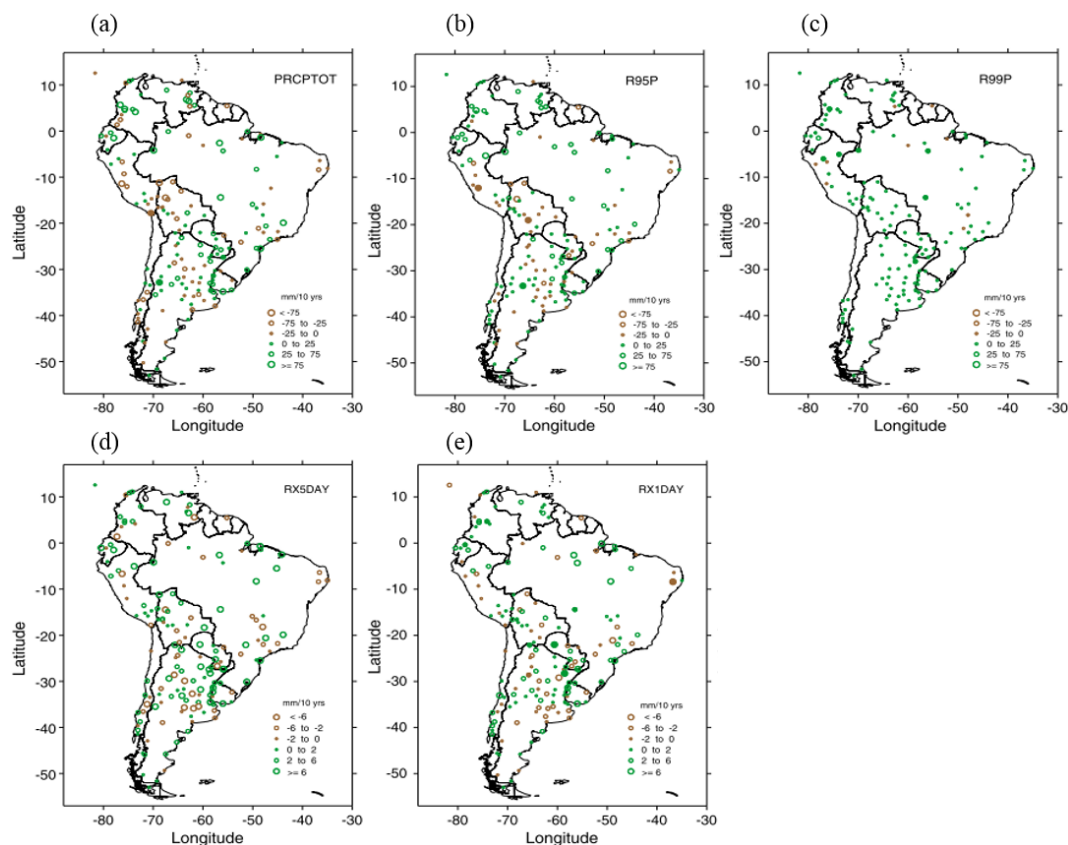


Figura 2.15 - Tendências locais anuais estimadas para o período 1969-2009 para a) PRCPTOT (total pluviométrico anual – mm/década), b) R95p (dias muito úmidos - mm/década), c) R99p (dias extremamente úmidos - mm/década), d) RX5day (máxima precipitação em 5 dias consecutivos - mm/década) e e) RX1day (máxima precipitação em 1 dia - mm/década). Fonte: Skansi et al. (2013).

De acordo com de BARROS SOARES et al. (2017), além das bases de dados CRU e UDEL (para extremos de temperatura), o conjunto do GPCC (*Global Precipitation Climatology Centre* – SCHNEIDER et al., 2011; SCHNEIDER et al., 2014) foi utilizado para analisar as tendências mensais de precipitação para toda a AS, na qual encontra-se intensificação do total pluviométrico mensal, principalmente na parte sudeste do continente. Considerando as três bases de dados, todas concordam com um decréscimo na precipitação no extremo sul da AS (majoritariamente no sul do Chile), mas somente as bases de dados UDEL e GPCC apresentam tendências negativas no centro e norte do Brasil. Além da análise anual, de BARROS SOARES et al. (2017) também identificam mudanças sazonais utilizando somente o GPCC, relatando que os sinais tanto de aumento quanto de diminuição para toda a AS são mais fortes no verão. Para a Região Amazônica, a primavera é a estação do ano em que os sinais negativos são mais pronunciados, e para o Sul do Brasil e parte do SESA, no outono e primavera as tendências positivas são mais enfáticas. Assim como encontrado por diversos outros estudos (como os citados

anteriormente), SAURRAL et al. (2017) mostram, mais uma vez, que no sudeste da AS os extremos de precipitação se intensificaram, principalmente no verão austral. Vera e Díaz (2015) analisam as tendências da precipitação no verão, encontrando sinais similares na região do sudeste da AS, além de se observar também sinais de diminuição no sul da cordilheira dos Andes.

Considerando uma análise ainda mais regional, estudos relatam que no Peru a precipitação intensa está, de forma geral, em elevação, com pontos de redução (ZUBIETA et al., 2017) também em sua costa (HEIDINGER et al., 2018). BARROS et al. (2015) relatam que na região subtropical da Argentina há aumento significativo da precipitação intensa, como os máximos anuais acumulados em um ou dois dias, principalmente desde a década de 1960, assim como aumento na frequência dos eventos de precipitação intensa superiores a limiares de 50 a 150 mm. Outro estudo envolvendo a Argentina é o de LOVINO et al. (2018) que analisam as tendências dos extremos de precipitação na sua porção nordeste, evidenciando aumentos principalmente a partir de 1970, porém nos anos mais recentes parece que esses aumentos estão se estabilizando.

Assim como foi realizado o experimento de atribuição às mudanças climáticas de Wu e Polvani (2017) para os extremos de temperatura, os pesquisadores também associaram a depleção do ozônio estratosférico às tendências observadas de extremos de precipitação sobre o SESA. Constatou-se que, pelo mesmo mecanismo explicado na seção anterior, há elevação das chuvas extremas no SESA.

No Brasil, várias pesquisas foram produzidas em prol de um melhor entendimento das mudanças dos extremos de precipitação. Diferentemente das tendências de temperatura, os sinais das tendências dos extremos de precipitação são muito heterogêneos espacialmente, principalmente num país de dimensão continental, padrão este também observado em muitas outras regiões do globo.

Na Região Norte do Brasil, de maneira geral, observa-se aumento dos extremos de precipitação (SKANSI et al., 2013) com redução somente no extremo oeste (SALVIANO et al., 2016). Na área da Amazônia Legal (BRASIL, 1953), Almeida et al. (2017) encontram tendências positivas na precipitação anual, mas sinais negativos na parte leste, principalmente na estação seca. A estação seca (chuvosa) é definida em Almeida et al. (2017) nos meses de junho a setembro (dezembro a março) para a maioria das estações que se localizam acima de 5°S. Para as estações situadas em latitudes

inferiores, a estação tanto seca quanto chuvosa é definida com uma defasagem de 1 a 3 meses depois. Além disso, Almeida et al. (2017) mostram que na estação seca a precipitação tende a diminuir em toda a Amazônia Legal, enquanto na estação chuvosa, o sinal é inverso, exceto no leste. Mais especificamente, na área da usina hidrelétrica de Belo Monte, a precipitação está reduzindo (LUIZ SILVA et al., 2018).

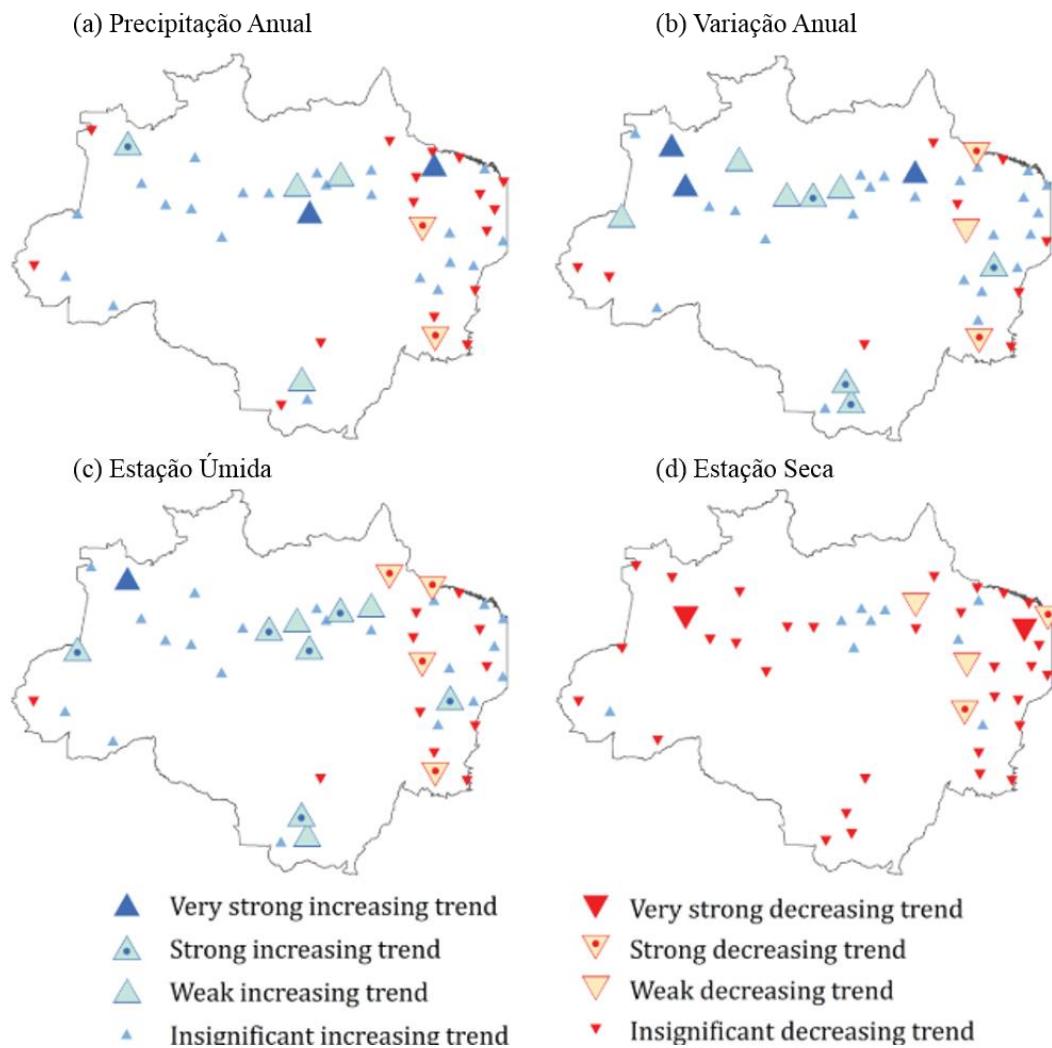


Figura 2.16 – Distribuição espacial das tendências (mm/ano) de a) precipitação anual, b) variação anual (variação anual de precipitação entre as estações úmida e seca) e, c) e d) precipitação sazonal. Fonte: Almeida et al. (2017).

Para a Região Nordeste brasileira as tendências dos extremos de precipitação são, no geral, de redução das chuvas, exceto ao se considerar os valores muito extremos (SKANSI et al., 2013; e LACERDA et al., 2015) e a parte oeste (SALVIANO et al., 2016). OLIVEIRA et al. (2017) relata, para o Nordeste do Brasil, aumentos da frequência

dos eventos de chuvas fracas, principalmente no outono, e da intensidade que é mais pronunciada no verão e outono, enquanto que não há um sinal claro para os eventos de chuvas fortes ao longo de todo o ano. O estudo de SILVA (2004) investiga possíveis mudanças no regime de precipitação para todo o Nordeste do Brasil para um período de pelo menos 30 anos, encontrando que, de forma geral, há redução estatisticamente significativa da precipitação. Contudo, para a estação de Petrolina (Pernambuco), observa-se um sinal oposto, ou seja, tendência de aumento da precipitação. No sertão nordestino, área que climatologicamente já apresenta baixos índices pluviométricos, a precipitação está diminuindo (GORI MAIA et al., 2018). Estudos ainda mais detalhados mostram que na maior parte do estado da Bahia a intensidade da precipitação está em redução, exceto na região central, onde as chuvas mais fortes aumentam, mas a precipitação total se reduz (SILVA E AZEVEDO, 2008), e ainda nesse mesmo estado, na estação meteorológica de Mandacaru, as chuvas intensas estão em decréscimo, assim como na estação de Bebedouro, no estado de Pernambuco (MELO et al., 2018). BEZERRA et al. (2018) realizam análises de diversos indicadores de extremos de precipitação (RX1day, R95p, R50mm, entre outros) na região da bacia do Rio São Francisco, encontrando na maior parte da área de estudo tendências negativas significativas com alguns poucos pontos positivos significativos, principalmente no sul da bacia (pertencente ao estado de Minas Gerais) (Figura 2.17).

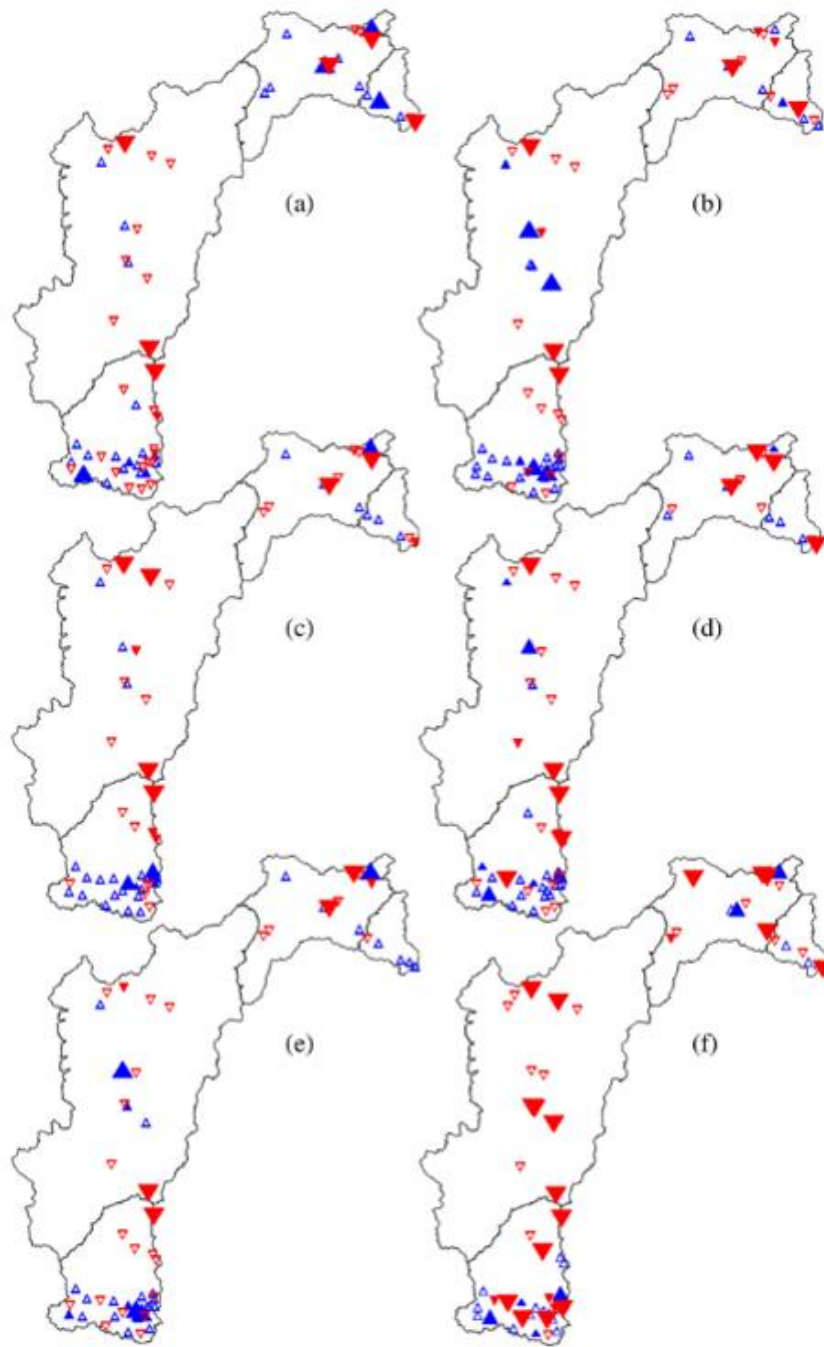


Figura 2.17 – Distribuição espacial das tendências dos índices de extremos de precipitação a) PRCPTOT (mm/ano), b) RX1day (mm/ano), c) RX5day (mm/ano), d) R95p (mm/ano), e) R99p (mm/ano) e f) SDII (mm/dia.ano) sobre a Bacia do Rio São Francisco. O maior triângulo fechado azul (vermelho) indica tendências de aumento (diminuição) no nível de significância de 5%, o menor triângulo fechado azul (vermelho) indica tendências de aumento (diminuição) no nível de significância de 10%. O menor triângulo aberto azul (vermelho) indica tendências de aumento (diminuição) sem significância. Fonte: Bezerra et al. (2018).

Diversas pesquisas foram realizadas para a Região Sudeste brasileira, e todos mostram um sinal estatisticamente significativo predominante de aumentos da precipitação muito intensa, como por exemplo: considerando toda a Região Sudeste

(TEIXEIRA E SATYAMURTY, 2011), mas com aumentos significativos para os eventos de precipitação muito extremas (SKANSI et al., 2013); Região Serrana do Rio de Janeiro com reduções de dias úmidos (ÁVILA et al., 2016); Estado do Espírito Santo (REGOTO et al., 2018); Estado do Rio de Janeiro (LUIZ SILVA E DEREZYNSKI, 2014); Região costeira (ZILLI et al., 2016); Estado de São Paulo (SILVA DIAS et al., 2013; e VÁSQUEZ et al., 2018).

REGOTO et al. (2018) observam que no estado do Espírito Santo o clima está se tornando mais chuvoso, com aumentos estatisticamente significativos de R95p (dias muito chuvosos) e RX5day (máxima precipitação em 5 dias consecutivos). Além disso, notam-se aumentos significativos na frequência de chuvas muito fortes (R30mm) em várias localidades do estado, principalmente em regiões que, climatologicamente, já são as mais chuvosas do Espírito Santo (Figura 2.18).



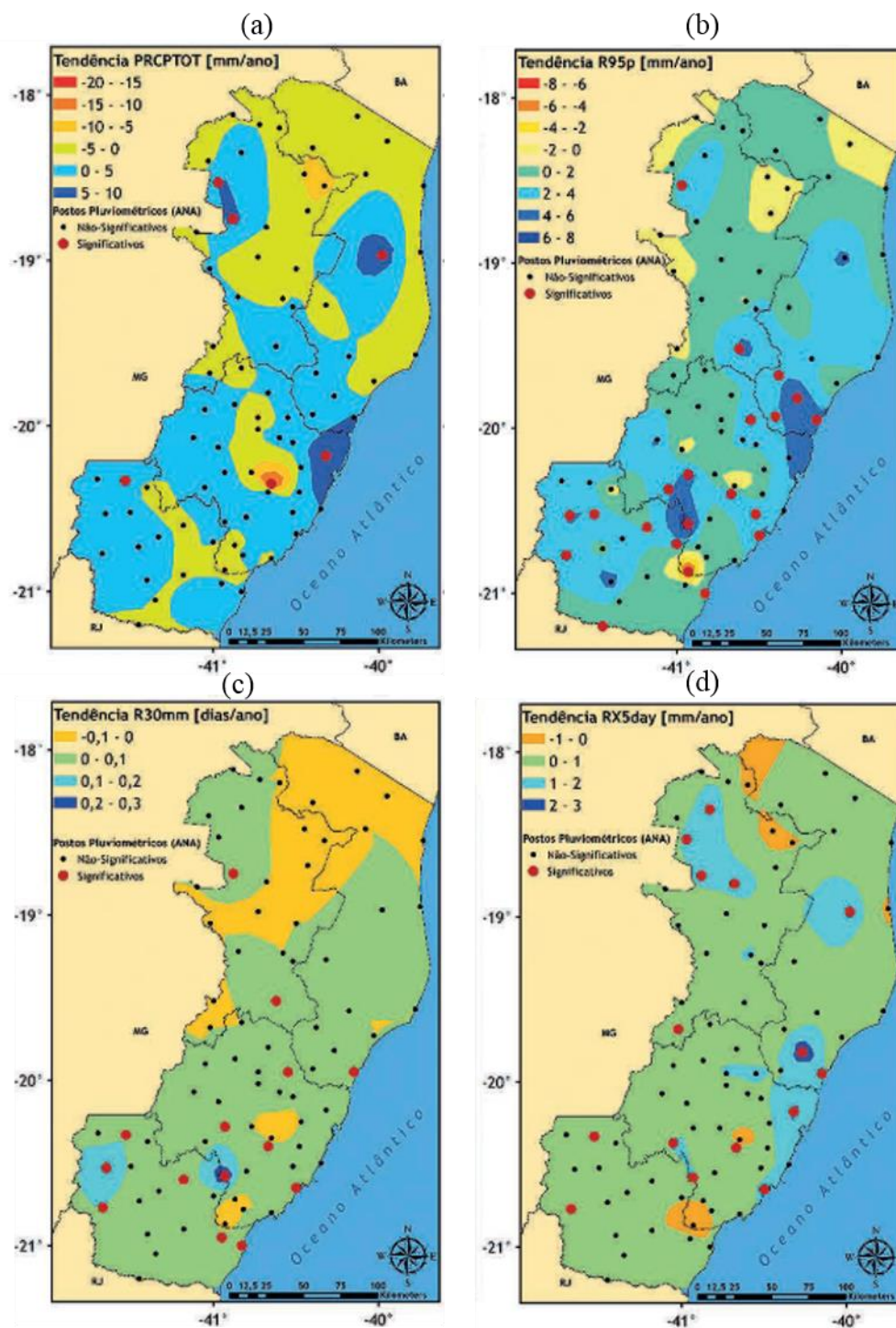


Figura 2.18 – Campos de tendências dos indicadores de extremos de precipitação: (a) PRCPTOT (mm/ano), (b) R95p (mm/ano), (c) R30mm (dias/ano) e (d) RX5day (mm/ano). Os postos pluviométricos marcados com círculo vermelho indicam séries com tendências estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança. Fonte: Regoto et al. (2018).

ZILLI et al. (2016) analisam mudanças na estação chuvosa (outubro a março) para diversos indicadores de extremos de precipitação para basicamente a região costeira do sudeste brasileiro. Aumentos estatisticamente significativos dos extremos de precipitação são observados em quase todas as estações meteorológicas consideradas, mas se relata que a porcentagem de dias úmidos está em redução (Figura 2.19).

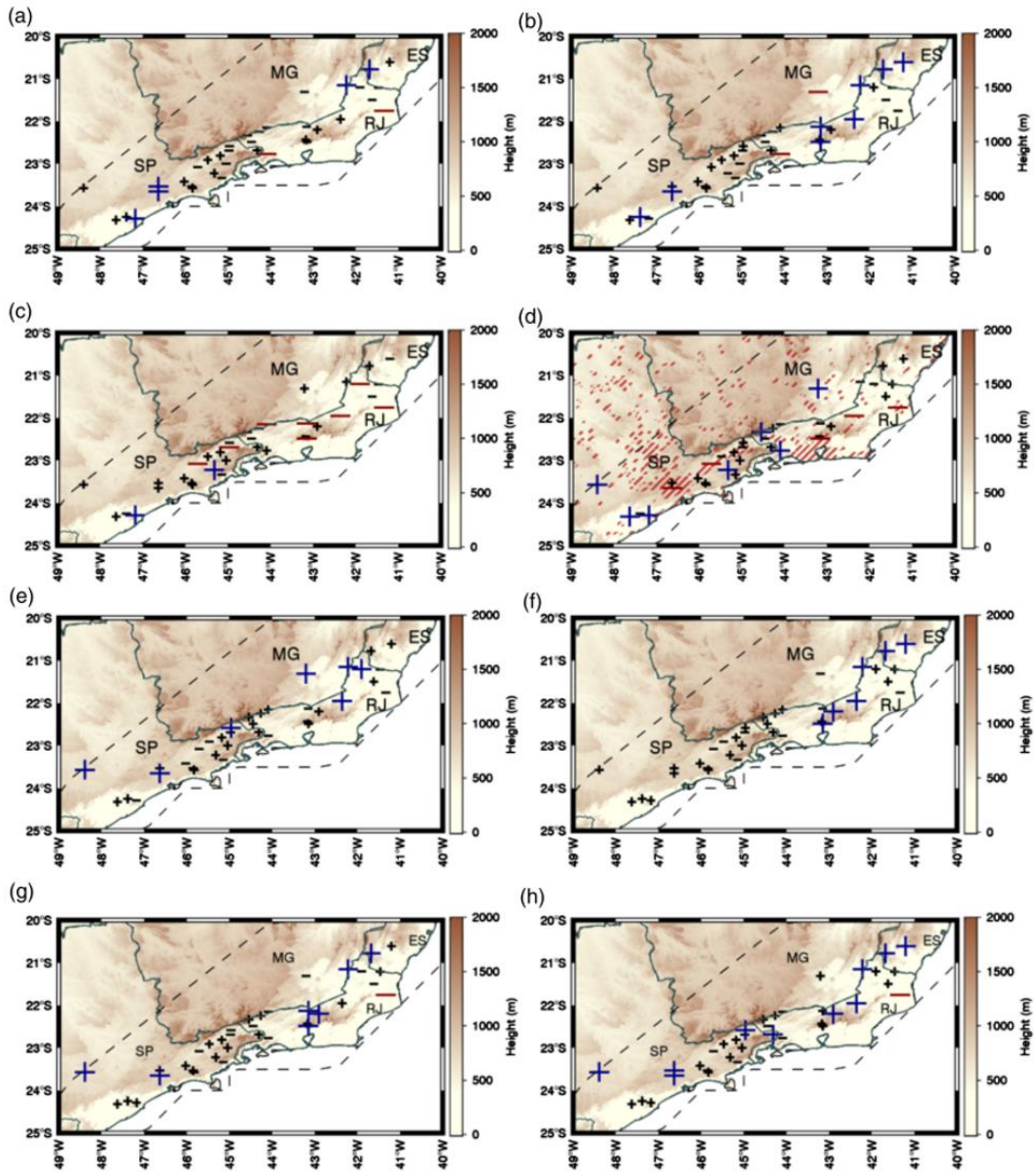


Figura 2.19 – Tendências nos dados de estações para a estação úmida: a) TotPR (precipitação total), b) DayPR (média diária de precipitação), c) %PRDay (porcentagem de dias chuvosos), d) NumbLightPR (número de dias de chuva fraca), e) MaxPR (precipitação máxima), f) 95% (valor do percentil 95 de precipitação), g) NumbEx (frequência de eventos extremos), e h) IntEx (intensidade dos evento extremos). '+' ('-'): tendências positivas (negativas); símbolos maiores azuis (vermelhos): tendências positivas (negativas) significativas ( $p < 0,1$ ); sombreados: topografia local; linha tracejada: área de estudo. Fonte: Zilli et al. (2016).

Assim como para o sudeste brasileiro, a Região Sul apresenta padrões muito similares em relação às mudanças dos extremos de precipitação, ou seja, tendências significativas de aumento (LIEBMANN et al., 2004; TEIXEIRA e SATYAMURTY, 2011; PINHEIRO et al., 2013; SALVIANO et al., 2016). Contudo, análises mais detalhadas foram realizadas indicando algumas variações sazonais e espaciais. LUIZ SILVA et al. (2018) relata que na região em torno da usina hidrelétrica de Itaipu, localizada no estado do Paraná, a precipitação total anual está em elevação. PEDRON et al. (2017) mostra que na cidade de Curitiba a precipitação total anual, a superior ao percentil 95 e superior a 10, 20 e 40 mm estão em elevação, enquanto que os dias úmidos e a precipitação inferior a 10 mm se reduzem. Na Região Serrana de Santa Catarina, encontra-se tendências positivas significativas dos extremos de precipitação, mas com redução significativa dos dias úmidos consecutivos (ÁVILA et al., 2016), e aumentos mais pronunciados na primavera (SÁ et al., 2018). Por outro lado, LUIZ SILVA et al. (2015) relata que no norte do estado do Paraná há redução significativa das chuvas acima do percentil 95.

ZANDONADI et al. (2015) realizaram um estudo de mudanças nos indicadores de extremos de precipitação especificamente sobre a bacia do rio Paraná, englobando parte das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Os resultados indicam que, no geral, há aumentos significativos dos extremos de precipitação sobre a maior parte da área de estudo. As magnitudes dos aumentos e diminuições são claramente diferentes, uma vez que os valores para cada indicador indicam a ocorrência de maiores acumulados de precipitação. Somente no extremo norte da bacia que os decréscimos são mais pronunciados, porém sem significância estatística.

Por último, na Região Centro-Oeste do Brasil, SKANSI et al. (2013) e SALVIANO et al. (2016), pesquisas que englobam pelo menos todo o Brasil, mostram que há tendências de aumento dos extremos de precipitação nessa região. CASAVECCHIA et al. (2016) não encontram sinal claro das tendências em todos os postos pluviométricos utilizados, exceto para um posto, para o período de 1983 a 2013. ALMEIDA (2012) analisou especificamente a região do cerrado brasileiro e verificou tanto aumentos quanto reduções significativas nas séries históricas de precipitação. LEE et al. (2011) também analisou a região do cerrado, porém no estudo utilizou-se dados do GPCP (*Global Precipitation Climatology Project* - ADLER et al., 2003), reportando

redução da precipitação. LITRE et al. (2016), estudo mais localizado no estado do Mato Grosso, observam um comportamento estável da precipitação entre 1980 e 2010.

Em suma, é evidente que os padrões das tendências dos extremos de precipitação são muito distintos dos extremos de temperatura, estes apresentando padrões muito mais homogêneos em todo o globo e em escalas regionais. O aumento dos eventos de precipitação intensa é consistente com um clima mais quente, cenário climático atual mundial, e com os aumentos observados na quantidade de vapor d'água na atmosfera (SENEVIRATNE et al., 2012).

### **3 Metodologia**

Neste capítulo são apresentadas as informações referentes aos dados diários de temperaturas máxima e mínima, e precipitação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e apenas da precipitação diária da Agência Nacional de Águas (ANA). Ademais, apresenta-se a metodologia utilizada para o tratamento desses registros, incluindo o controle de qualidade e os critérios considerados para identificação das séries a serem excluídas das análises. As definições e cálculo dos indicadores de extremos climáticos, suas respectivas climatologias, os testes de significância estatística e a descrição do cálculo das tendências pontuais e regionais também são descritos neste capítulo.

#### **3.1 Dados Observacionais de Temperatura e Precipitação**

Os dados observacionais de temperatura máxima diária (TX), temperatura mínima diária (TN) e total pluviométrico diário (PREC) utilizados neste trabalho são obtidos do INMET e, somente de PREC, da ANA. O INMET disponibiliza séries diárias que se estendem desde 1961 até os dias atuais para 265 estações meteorológicas, através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP - <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>). Um total de 242 séries de PREC da ANA são obtidas através do Portal HidroWeb (<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>) e utilizadas a fim de aumentar a cobertura espacial das áreas em que há maior falta de dados no Brasil. As séries de dados mais longas para as estações do INMET e da ANA estendem-se de 1961 a 2017 e de 1961 a 2018, respectivamente. Os totais pluviométricos diários do INMET (ANA) são acumulados entre 1200 (1000) UTC do dia anterior até 1200 (1000) UTC do dia em questão.

#### **3.2 Critérios para Exclusão das Séries Diárias Observacionais**

Neste trabalho são adotados três critérios relacionados à exclusão das séries diárias observacionais (INMET e ANA), os quais são fundamentais para melhorar a confiabilidade dos resultados desta pesquisa. Tais critérios são baseados em verificar as falhas de todas as séries diárias de TX, TN e PREC e excluir/descartar os registros que não satisfazem o mínimo determinado. Esses métodos são empregados para ambas as análises: anual e sazonal. No caso da análise em escala sazonal, cada estação do ano é

utilizada de forma independente, ou seja, para uma mesma estação meteorológica, pode-se considerar apenas uma ou as quatro estações do ano. Os três critérios são chamados de: Séries 20 Anos Completos; Verificação Anual e Taxa de Excedência (TEX): 25% de Falhas (RClimDex); e Falhas Anuais Consecutivas.

### **3.2.1 Séries 20 Anos Completos**

Esse critério se fundamenta em considerar somente as séries que apresentem pelo menos 20 anos de dados. Assim por exemplo, para uma mesma estação meteorológica, no caso de uma série histórica apresentar menos de 20 anos para PREC, os indicadores de extremos relacionados à PREC não são calculados, porém isso não impossibilita que os indicadores de extremos de TX e/ou TN sejam computados. Da mesma forma, para as análises em escala sazonal, as séries diárias devem ter pelo menos 20 anos para cada estação do ano.

### **3.2.2 Verificação Anual e Taxa de Excedência (TEX): 25% de Falhas (RClimDex)**

O RClimDex (Zhang e Yang, 2004) é um programa sem licença/gratuito que se fundamenta em calcular os indicadores de extremos climáticos tanto de temperaturas máxima e mínima do ar, quanto de precipitação, baseando-se em dados diários. Esses indicadores foram definidos pelo ETCCDI a fim de se obter análises comparativas em relação aos extremos climáticos em diferentes regiões do globo.

O primeiro critério que o RClimDex utiliza é a verificação de mais de 25% de dados faltosos em cada ano das séries históricas para cada variável climática. Para a escala anual, os anos que apresentam mais de ~ 91 dias de falhas nas séries diárias são desconsiderados para o cálculo dos indicadores daquela determinada variável climática. Já para a escala sazonal, o mesmo critério é estabelecido, porém nesse caso, verifica-se as falhas em cada estação do ano (~ 23 dias). Além disso, o RClimDex utiliza um critério específico para os indicadores de extremos de temperatura baseados em percentis, computando-se tais indicadores apenas se o percentual de falhas do total de anos for inferior a 25%.

### 3.2.3 Falhas Anuais Consecutivas

A função básica desse teste é verificar a quantidade de anos consecutivos falhos nas séries temporais dos indicadores de extremos climáticos, utilizando o limiar de 10 anos consecutivos como um alerta para uma verificação manual. Caso exista na série mais de dez anos consecutivos sem dados, analisa-se a série temporal em questão para saber se os anos mais recentes (década de 2000 em diante) estão presentes (sem falhas), para determinar sua exclusão ou não. Esse método é fundamental, pois considerar valores consecutivos, mas com uma diferença de mais de 10 anos entre eles, para o cálculo das tendências, implica numa inconsistência temporal grande e num resultado pouco confiável das tendências.

### 3.3 Tratamento de Dados

Nesta seção são apresentados os métodos utilizados para tratar TX, TN e PREC. A metodologia empregada consiste no Controle de Qualidade (CQ) do programa RClimDex (ZHANG e YANG, 2004), desenvolvido pelo ETCCDI, disponível no sítio eletrônico <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>.

#### 3.3.1 Controle de Qualidade

Os procedimentos de CQ são aplicados a fim de detectar e identificar possíveis erros ocorridos durante o registro, a manipulação, formatação, transmissão e armazenamento dos dados (<http://etccdi.pacificclimate.org/homogenization.shtml>). O tratamento dos dados via CQ neste trabalho foi baseado no programa RClimDex (ZHANG e YANG, 2004), o qual busca identificar dados espúrios, principalmente dentre os valores *outliers*, que podem aparecer nas séries de dados devido a fenômenos extremos de tempo, mas também como resultado de erros de registros aleatórios. O programa possibilita determinar os parâmetros para se considerar valores *outliers* de TX, TN e PREC.

No caso de PREC, valores negativos são considerados como espúrios e, neste trabalho, o valor de 200 mm foi considerado como *outlier*, ou seja, todo registro acima de 200 mm/dia é identificado como candidato à dado espúrio. No caso desse tipo de

*outlier* em que não tenha ocorrido chuva nos dias anterior e posterior, e também não tenha ocorrido precipitação em nenhuma estação próxima, o valor em questão é considerado como espúrio.

Para as séries de TX e TN, valores de TX menores do que TN são considerados como erros. Valores *outliers* são identificados e descartados quando a variável se encontra fora de um intervalo estabelecido em um determinado dia. Tal intervalo (*int*) é definido pela média climatológica diária de TX ou TN ( $\bar{x}$ ) somada e diminuída a quatro vezes o seu desvio padrão ( $\sigma$ ), tal como recomendado pelo ETCCDI (ZHANG e YANG, 2004):

$$int = \bar{x} \pm 4\sigma \quad (3.1)$$

### 3.4 Indicadores de Extremos Climáticos

Neste trabalho, após aplicar todos os critérios de exclusão e de qualidade das séries de dados nas 265 estações meteorológicas do INMET disponíveis no BDMEP, somente 252 séries de dados observacionais são apropriadas para o cálculo das tendências dos indicadores de extremos climáticos. Entretanto, dessas 252 séries totais, 250 (247) estações são selecionadas para o cálculo das tendências dos indicadores relacionados a TX (TN), e 250 para PREC. Para os índices baseados em percentis de temperatura (TX90p, TN90p, TX10p e TN10p), a quantidade de séries disponíveis ao final é de 232 (234) para os extremos relacionados à TX (TN). Os dados pluviométricos da ANA também passam pelo critério de exclusão de séries de dados, fazendo com que das 242 séries utilizadas inicialmente, somente 216 sejam consideradas para o cálculo das tendências dos extremos de PREC. A Figura 3.1 apresenta a distribuição espacial das 252 estações do INMET e 216 postos pluviométricos da ANA nos 26 estados e Distrito Federal (DF) da seguinte forma: 257 (41 do INMET + 140 da ANA) no Norte, 91 no Nordeste, 24 (24 do INMET + 76 da ANA) no Centro-Oeste, 66 no Sudeste e 30 no Sul.



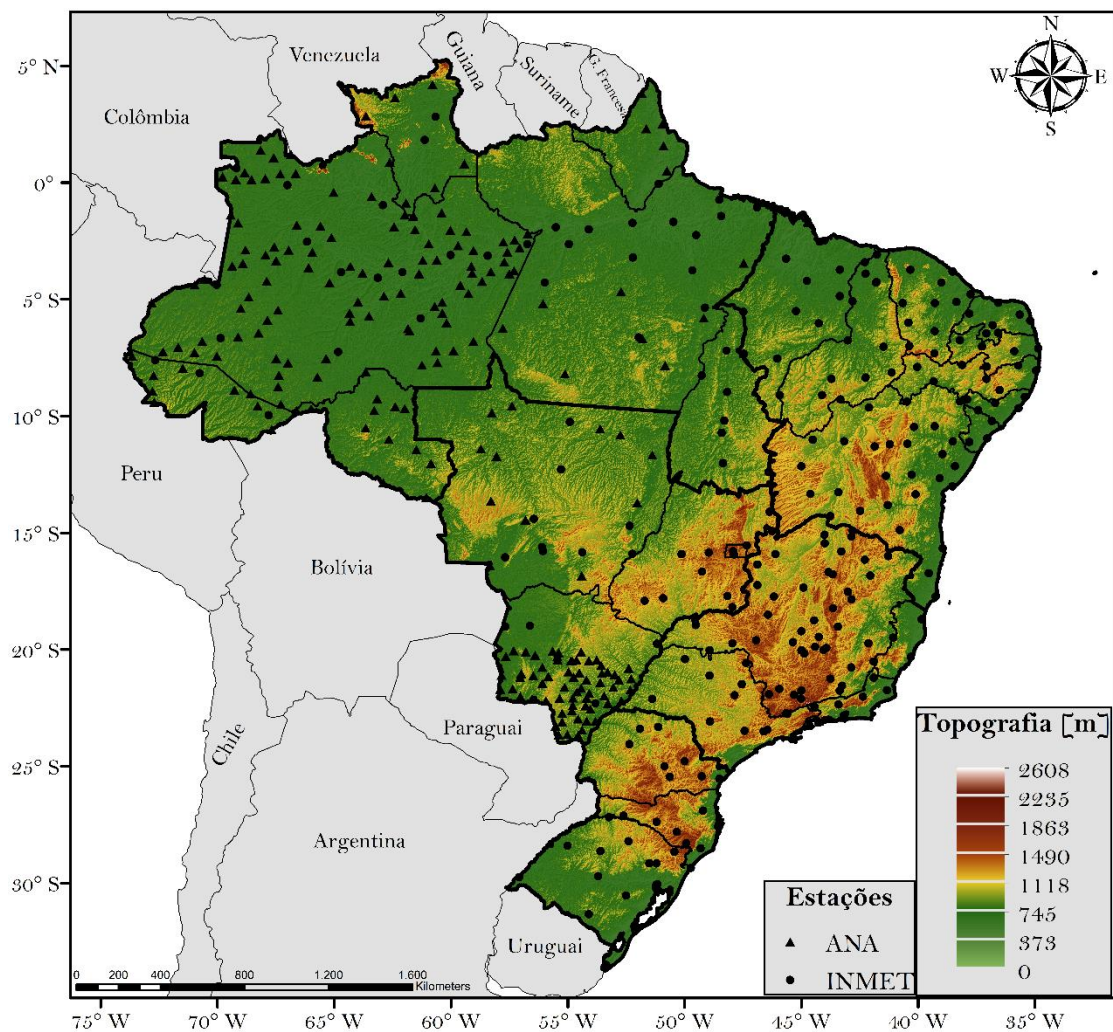


Figura 3.1 - Localização das estações meteorológicas do INMET e postos pluviométricos da ANA utilizados neste trabalho, distribuídos sobre as cinco regiões do Brasil, juntamente com a topografia (m).

Os indicadores de extremos de temperatura do ar e precipitação recomendados pelo ETCCDI podem ser subdivididos em 5 categorias, baseando-se em: percentis (Tabela 3.2); valores absolutos (Tabela 3.3); limiares pré-estabelecidos (Tabela 3.4); duração definida (Tabela 3.5); outros (Tabela 3.6). Tais indicadores são calculados através do software RClmDex. Os indicadores relacionados à TX (TN) estão destacados em vermelho (azul) e à precipitação em verde.

Tabela 3.1 – Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em percentis: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5).

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade	Nº Estações
<b>Temperatura</b>				
TX90p	Dias Quentes	Porcentagem de dias quando TX > percentil 90	% dias	232
TN90p	Noites Quentes	Porcentagem de dias quando TN > percentil 90	% dias	234
TX10p	Dias Frios	Porcentagem de dias quando TX < percentil 10	% dias	232
TN10p	Noites Frias	Porcentagem de dias quando TN < percentil 10	% dias	234
<b>Precipitação</b>				
R95p	Dias Muito Chuvosos	PREC total anual quando PREC diária > percentil 95	mm	466
R99p	Dias Extremamente Chuvosos	PREC total anual quando PREC diária > percentil 99	mm	466

Tabela 3.2 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em valores absolutos: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5).

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade	Nº Estações
<b>Temperatura</b>				
TXx	Máxima TX	Máxima TX diária do ano	°C	250
TNx	Máxima TN	Máxima TN diária do ano	°C	247
TXn	Mínima TX	Mínima TX diária do ano	°C	250
TNn	Mínima TN	Mínima TN diária do ano	°C	247
<b>Precipitação</b>				
RX1day	Máxima Precipitação Total em 1 dia	Máxima PREC no ano	mm	466

RX5day	Máxima Precipitação Total em 5 dias	Máxima PREC em 5 dias consecutivos no ano	mm	466
--------	-------------------------------------	---	----	-----

Tabela 3.3 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em limiares pré-definidos: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5).

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade	Nº Estações
<b>Temperatura</b>				
SU30	Dias de Verão	Número de dias no ano quando TX > 30°C	Dias	250
TR20	Noites Tropicais	Número de dias no ano quando TN > 20 °C	Dias	247
<b>Precipitação</b>				
R30mm	Dias de Precipitação Muito Forte	Número de dias quando PREC diária ≥ 30 mm	Dias	466

Tabela 3.4 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados, baseados em duração definida: identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5).

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade	Nº Estações
<b>Precipitação</b>				
CWD	Dias Chuvosos Consecutivos	Número máximo de dias úmidos consecutivos no ano (PREC diária ≥ 1 mm)	dias	466
CDD	Dias Secos Consecutivos	Número máximo de dias secos consecutivos no ano (PREC diária < 1 mm)	dias	466

Tabela 3.5 - Informações referentes aos indicadores de extremos climáticos utilizados sem critério estabelecido (outros): identificador (coluna 1), nome do índice (coluna 2), definição (coluna 3), unidade (coluna 4) e o número de estações referentes a cada indicador (coluna 5).

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade	Nº Estações
<b>Temperatura</b>				
DTR	Amplitude Térmica Diária	Diferença média anual entre TX e TN	°C	245
TMAXmean	Temperatura Máxima Média	Média anual de TX	°C	250
TMINmean	Temperatura Mínima Média	Média anual de TN	°C	247
<b>Precipitação</b>				
PRCPTOT	Precipitação Total Anual dos Dias Úmidos	PREC total anual dos dias úmidos (PREC diária $\geq 1$ mm)	mm	466
SDII	Índice Diário de Intensidade Simples	PREC total anual dividida pelo número de dias úmidos no ano (PREC diária $\geq 1$ mm)	mm/dia	466

As informações referentes a cada série histórica - utilizadas para a análise anual - tanto do INMET quanto da ANA são apresentadas no Apêndice I, no qual se encontra a numeração, região, estado, nome, latitude (°), longitude (°), variável descartada e período (colunas 1 a 8). O termo TEX presente na coluna 7 é utilizado para designar os indicadores de temperatura baseados em taxas de excedência (TX90p, TN90p, TX10p e TN10p), cujos limiares dos percentis poderiam ser afetados devido à ausência de dados.

### 3.5 Testes Estatísticos

Para cada uma das séries de indicadores de extremos climáticos, aplica-se o teste de Mann-Kendall (MANN, 1945 e KENDALL, 1975), com objetivo de investigar a existência ou não de tendência estatisticamente significativa de aumento ou redução na série de dados. Adicionalmente, a Curvatura de Sen (SEN, 1968) é aplicada para estimar a magnitude dessa tendência linear.

A estatística  $S$  de Mann-Kendall, método mais apropriado para analisar a significância de possíveis mudanças climáticas em séries climatológicas (GOOSSENS e BERGER, 1986), é calculada da seguinte forma:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{ sinal}(x_j - x_i) \quad (3.2)$$

Onde  $n$  é o número total de dados na série;  $x$  é cada um dos valores do indicador a cada passo de tempo distinto  $i$  e  $j$ , com  $i \neq j$ ; e “sinal” é definido como:

$$\text{ sinal} = \begin{cases} 1, & \text{se } (x_j - x_i) > 0 \\ 0, & \text{se } (x_j - x_i) = 0 \\ -1, & \text{se } (x_j - x_i) < 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

O teste de Mann-Kendall testa a hipótese nula de não haver tendência na série contra a hipótese alternativa de presença de uma tendência. Valores positivos de  $S$  indicam uma tendência de aumento e valores negativos de  $S$  indicam uma tendência de redução. Se  $n > 10$ , a estatística  $S$  segue uma distribuição Gaussiana com média nula e variância (Var) dada por:

$$\text{Var}[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3.4)$$

Onde  $m$  é o número de grupos de valores repetidos (diferença nula entre os valores comparados) e  $t_i$  é o número de dados em cada grupo repetido. A significância dessa tendência pode ser encontrada usando o  $z$  score, estimado como:

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & \text{se } S > 0 \\ 0, & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (3.5)$$

Se  $|z| > z_{\alpha/2}$ , a hipótese nula pode ser rejeitada ao nível de significância  $\alpha$  num teste bi-lateral, o que significa que há tendência estatisticamente significativa na série de dados.

O teste de estimativa de inclinação de Sen, que considera a inclinação entre todos os pares em séries temporais é dado por:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \text{ para } i = 1, 2, \dots, N \quad (3.6)$$

Onde  $N$  é o número de pares distintos de observações, de forma que:

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (3.7)$$

$x_j$  e  $x_k$  são valores dos dados nos tempos  $j$  e  $k$ , respectivamente, com  $j > k$ . O estimador inclinação é computado considerando o valor da mediana de todos os  $Q_{(i)}$  ranqueados:

$$Q_{med} = \begin{cases} Q_{[(N+1)/2]}, & \text{se } N \text{ é ímpar} \\ \frac{Q_{(N/2)} + Q_{[(N+2)/2]}}{2}, & \text{se } N \text{ é par} \end{cases} \quad (3.8)$$

Onde  $Q_{med}$  representa a inclinação da tendência, com valores positivos representando tendências positivas e valores negativos representando tendências negativas. O intervalo de confiança para este teste é estimado por:

$$C_{\alpha=Z_{1-\alpha/2}\sqrt{Var[S]}} \quad (3.9)$$

Onde  $Var[S]$  é estimado pela equação 2.4, e  $Z_{1-\alpha/2}$  é definida a partir de uma distribuição padrão normal. O intervalo de confiança é:

$$Q_{min} = Q_{(M_1)} \text{ e } Q_{max} = Q_{(M_2+1)} \quad (3.10)$$

$$M_1 = \frac{N-C_\alpha}{2} \text{ e } M_2 = \frac{N+C_\alpha}{2} \quad (3.11)$$

Onde  $Q_{min}$  e  $Q_{max}$  são os limites inferior e superior do intervalo de confiança. A inclinação  $Q_{med}$  é estatisticamente diferente de zero se os dois limites ( $Q_{min}$  e  $Q_{max}$ ) apresentam sinais similares.

O nível de significância considerado para o cálculo das tendências dos indicadores de extremos climáticos é de 5% (nível de confiança de 95%), sendo baseado na estatística  $S$  de Mann-Kendall (Equação 3.2).

### 3.6 Climatologia, Tendências Pontuais e Regionais

Neste trabalho, considera-se como período de referência (climatológico) o período de 1981 a 2010. Realiza-se a climatologia anual de todos os indicadores de extremos climáticos para os dados observados tanto do INMET quanto da ANA, mas somente os que são considerados para os cálculos das tendências anuais. Ressalta-se que determinadas estações meteorológicas/postos pluviométricos não apresentam valores

climatológicos, pois não possuem pelo menos 20 anos dentro do período climatológico. Nesse caso, os valores são considerados como “NaN”. A climatologia para todos os índices usados na escala anual é apresentada nos Apêndices II ao IV.

Para gerar as tendências dos indicadores de extremos climáticos anual e sazonal (Verão – dezembro, janeiro e fevereiro, Outono – março, abril e maio, Inverno – junho, julho e agosto e Primavera – setembro, outubro e novembro), considera-se o período total de dados disponível de cada série histórica. As tendências pontuais são utilizadas para ter uma melhor análise espacial de todo o Brasil. Por outro lado, as tendências regionais servem para analisar o comportamento médio das tendências dos extremos climáticos em cada região do Brasil. Para calcular as tendências regionais, considera-se a média das tendências pontuais por região, isto é, de cada estação/posto pluviométrico pertencente a cada região. Além disso, o erro padrão da média (EPM – Equação 3.12), é utilizado para avaliar a confiabilidade das séries (desvio padrão -  $\sigma$ ) de uma determinada variável considerando a quantidade de amostras disponíveis ( $n$ ) para o cálculo da média da variável, que neste trabalho, são as tendências. Como nesta pesquisa o número de amostras por região é desigual, o peso dado por esse parâmetro é diferente por região, o qual é inversamente proporcional ao EPM.

$$EPM = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3.12)$$

## **4 Resultados**

Neste capítulo são apresentadas as tendências pontuais observadas pelo Brasil dos extremos de temperatura e de precipitação tanto em escala anual quanto sazonal. Ademais, as tendências médias regionais são apresentadas em escala anual.

### **4.1 Tendências dos Extremos Anuais de Temperatura**

Nesta seção são apresentadas as tendências observadas dos extremos anuais de temperatura do ar: TX90p, TN90p, TX10p e TN10p na Figura 4.1; TXx, TNx, TXn e TNn na Figura 4.2; SU30, TR20 e DTR na Figura 4.3 e TMAXmean e TMINmean na Figura 4.4 com base nos dados do INMET, no período 1961-2017.

Observa-se na Figura 4.1 que no Brasil, como um todo, a tendência da frequência de ocorrência dos extremos quentes (TX90p e TN90p) indica aumento estatisticamente significativo, enquanto dos extremos frios (TX10p e TN10p) indica redução estatisticamente significativa, ou seja, uma tendência significativa e consistente de aquecimento. Em relação às magnitudes dessas tendências, nota-se que os extremos frios apresentam uma taxa de aquecimento mais pronunciada do que os extremos quentes, principalmente nas Regiões Nordeste e Norte. A estação Palmas (TO) é a que apresenta o maior aumento na frequência de ocorrência dos Dias Quentes (TX90p) do país, alcançando +13,6% dias/década (climatologia de 9,3% dias no ano). Em Nova Xavantina (MT) ocorre o maior aumento de Noites Quentes (TN90p), com aumento significativo de +11,5% dias/década (climatologia de 10,1% dias no ano). Em relação aos extremos frios, nota-se que para os Dias Frios (TX10p), encontra-se em Altamira (PA) a maior redução, com taxa de -13,6% dias/década (climatologia de 21,4% dias no ano) e para as Noites Frias (TN10p), a maior redução ocorre em Macau (RN), atingindo -26,6% dias/década (climatologia de 11,5% dias no ano). No Sul do Brasil, ocorrem as menores magnitudes dos quatro indicadores (TX90p, TN90p, TX10p e TN10p) e também a menor ocorrência de estações com valores estatisticamente significativos. Destaca-se que existem apenas três estações - Nhumirim (MS), Bom Despacho (MG) e Esperantina (PI) - que apresentam resfriamento estatisticamente significativo para ambos os índices baseados em TN (redução na frequência de noites quentes e aumento na frequência de noites frias), provavelmente em função de efeitos locais.



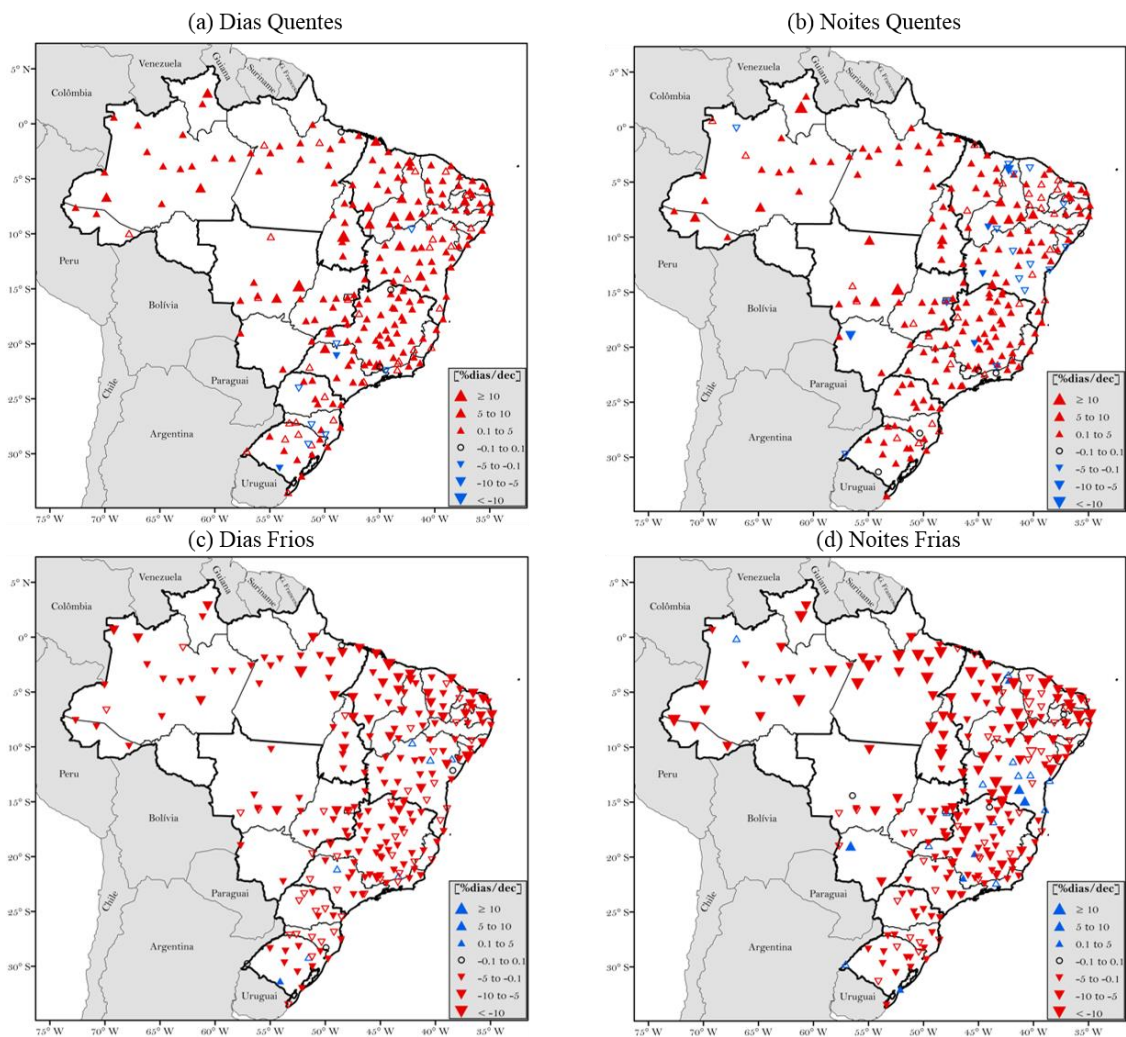


Figura 4.1 - Tendências observadas [%dias/década] dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) Frequência de Dias Quentes (TX90p), b) Frequência de Noites Quentes (TN90p), c) Frequência de Dias Frios (TX10p) e d) Frequência de Noites Frias (TN10p). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos quentes (a, b). De modo oposto, os triângulos para cima (azul) e para baixo (vermelho) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos frios (c, d). Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%.

Analisando a Figura 4.2, observa-se que, de modo geral, o padrão encontrado para os indicadores TXx, TNx, TXn e TNn também é de aquecimento, com aumento estatisticamente significativo em suas magnitudes em toda a área de estudo, e reduções bem pontuais espalhadas pelas regiões do Brasil. Para TXx, a maior taxa de aumento ocorre na estação Gleba Celeste (MT), com aumento estatisticamente significativo de +1,8 °C/década (climatologia de 38,7 °C no ano). Para TNx, nota-se que Palmas (TO) lidera a máxima magnitude no Brasil (+2 °C/década). Considerando os dias extremamente frios, como TXn por exemplo, percebe-se que Votuporanga (SP) é a estação de máximo

aumento significativo observado, atingindo +1,9 °C/década (climatologia de 17,7 °C no ano). Para TNn, Gleba Celeste (MT) também exibe o sinal mais forte e significativo com +2,2 °C/década (climatologia de 10,9 °C no ano).

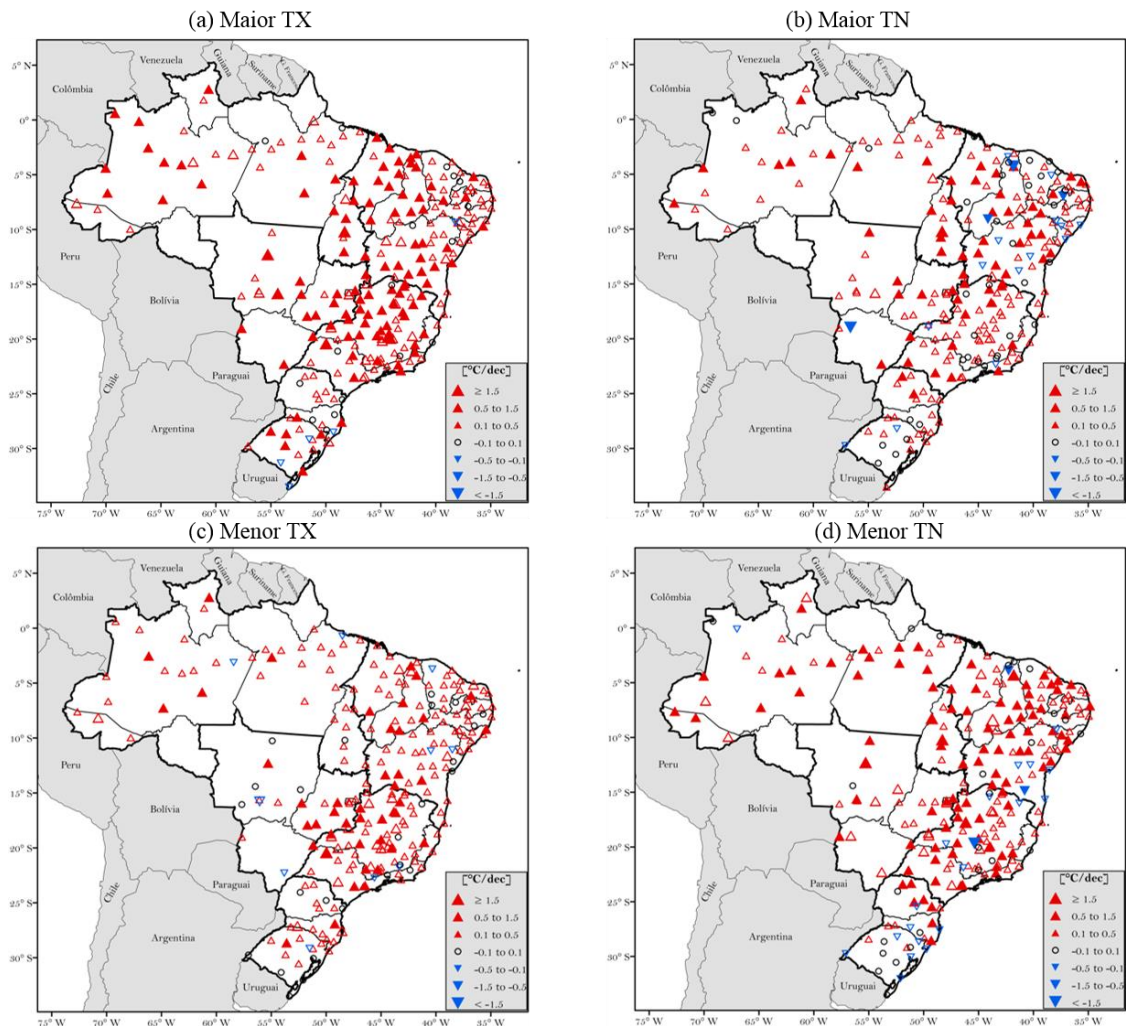


Figura 4.2 – Tendências observadas [°C/década] dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) Maior TX anual (TXx), b) Maior TN anual (TNx), c) Menor TX anual (TXn) e d) Menor TN anual (TNn). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%.

A Figura 4.3 exibe as tendências nos indicadores SU30 (Frequência de dias no ano com  $TX > 30^{\circ}\text{C}$ ), TR20 (Frequência de dias no ano com  $TN > 20^{\circ}\text{C}$ ) e DTR (magnitude da amplitude térmica diária). Nota-se para todo o Brasil uma predominância de sinais positivos e estatisticamente significativos de SU30 (Figura 4.3a) e de TR20 (Figura 4.3b), salvo em alguns locais da Região Nordeste, especialmente para o indicador TR20. As magnitudes mais acentuadas de SU30 se encontram em Pirenópolis (GO) e Catanduva

(SP), alcançando valores de até +46,5 dias/década (climatologia de 211,15 dias no ano). Com relação a TR20, a estação Matupa (MT) apresenta a maior magnitude, com taxa de +80,8 dias/década. Essas altas taxas de SU30 e TR20 podem estar associadas a, na verdade, pequenas mudanças nos valores das temperaturas máxima e mínima, respectivamente. Por exemplo, se numa determinada localidade os valores de temperatura máxima (mínima), no geral, eram menores, mas próximos de 30°C (20°C), uma pequena taxa de aumento nessas variáveis acarreta em uma frequência muito maior de SU30 (TR20). O índice DTR (Figura 4.3c) evidencia um sinal menos consistente em relação a todos os outros indicadores de temperatura, ou seja, há uma maior heterogeneidade espacial de sinais positivos e negativos. Entretanto, de forma geral, na maioria das regiões do Brasil, principalmente no Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, as tendências das magnitudes de DTR são de aumento estatisticamente significativo, indicando que a diferença diária entre TX e TN está aumentando ao longo dos anos, ou seja, TX está aumentando mais do que TN nessas regiões. No Sul do Brasil o sinal de DTR é de redução e mais pronunciado, o que indica que nessa região TN aumenta mais do que TX ao longo dos anos. Para esse indicador (DTR), nota-se que em Luzilândia (PI) se encontra a maior tendência positiva (+1,4 °C/década), e em Porto de Pedras (AL) se localiza a magnitude mais negativa, porém sem significância estatística (-1,4 °C/década).

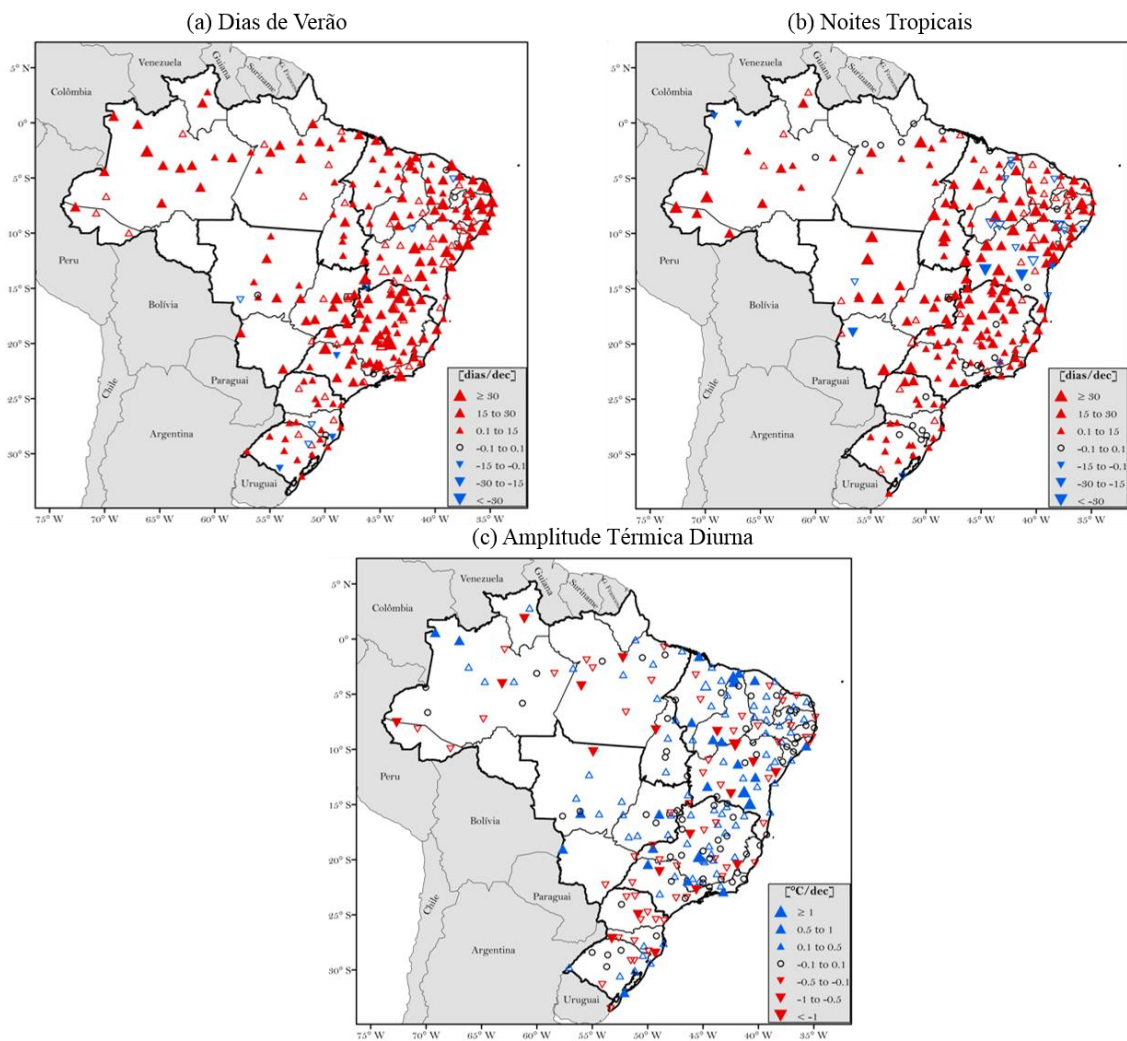


Figura 4.3 – Tendências observadas dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) Frequência de ocorrência de Dias de Verão (SU30 – dias/década), b) Frequência de ocorrência de Noites Tropicais (TR20 – dias/década) e c) Magnitude da Amplitude Térmica Diurna (DTR - °C/década). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%.

A Figura 4.4 mostra as tendências das magnitudes de TMAXmean e TMINmean que representam as temperaturas médias anuais de TX e de TN, respectivamente. Assim como para todos os índices de extremos de temperatura já analisados, o Brasil está se aquecendo ao longo dos anos também em relação às suas médias anuais de TX (Figura 4.4a) e de TN (Figura 4.4b). Novamente, nota-se que a Região Sul é a que apresenta as menores magnitudes das tendências de TMAXmean e TMINmean no país, e também, a menor quantidade de estações com tendências estatisticamente significativas. Conseqüentemente, o sinal da tendência não é muito nítido nessa região, visto que a

maioria dos pontos apresetam tendências sem significância estatística. A magnitude máxima positiva de TMAXmean se encontra na estação Luzilândia (PI), atingindo +1,3 °C/década. Para TMINmean, nota-se que em Macau (RN) ocorre a maior tendência de aquecimento significativo (+1,3 °C/década).

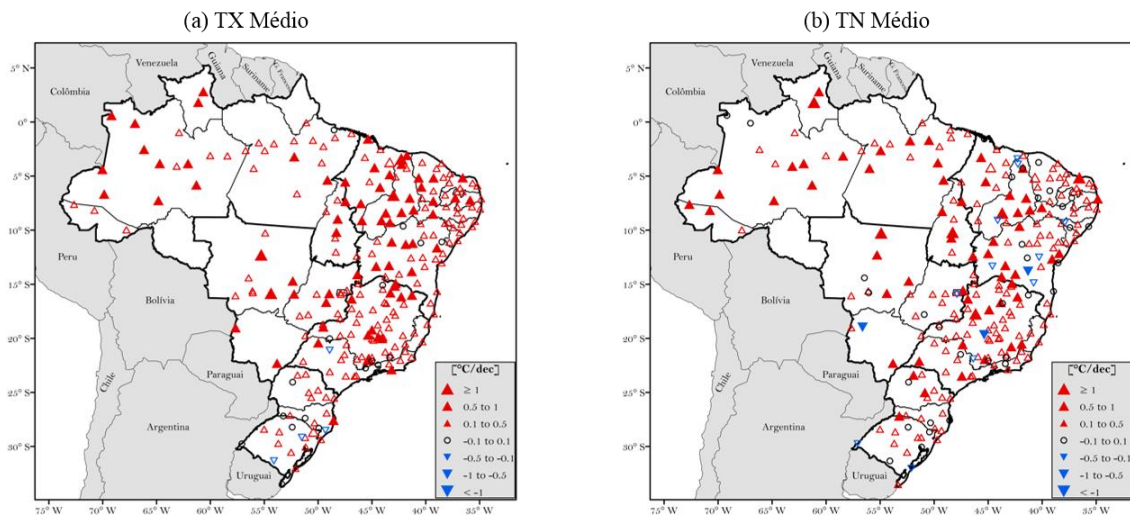


Figura 4.4 – Tendências observadas dos indicadores relacionados a médias das temperaturas máxima e mínima [°C/década] sobre o Brasil, considerando os dados do INMET no período 1961-2017: a) magnitude de TMAXmean e b) Magnitude de TMINmean. Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%.

## 4.2 Tendências Regionais dos Extremos Anuais de Temperatura

A Tabela 4.1 apresenta as tendências médias regionais no Brasil associadas ao erro padrão da média para todos os extremos de temperatura definidos no trabalho.

Tabela 4.1 – Tendências médias para cada região do Brasil associado ao erro padrão da média (EPM) para todos os extremos de temperatura utilizados neste trabalho. O período máximo considerado para o cálculo é o mesmo das tendências pontuais, 1961-2017.

<b>Indicador</b>	<b>Tendências Médias ± Erro Padrão</b>						<b>Unidades</b>
	<b>Norte</b>	<b>Centro-Oeste</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Brasil</b>	
TX90p	(2,8 ± 0,35)	(3,43 ± 0,48)	(3,1 ± 0,18)	(2,29 ± 0,19)	(1,04 ± 0,2)	(2,61 ± 0,12)	% dias/década
TX10p	(-4,08 ± 0,42)	(-2,36 ± 0,38)	(-4,12 ± 0,29)	(-1,99 ± 0,18)	(-1,09 ± 0,21)	(-3,01 ± 0,16)	% dias/década
TN90p	(3,04 ± 0,31)	(2,66 ± 0,74)	(2,06 ± 0,29)	(2,15 ± 0,18)	(1,65 ± 0,2)	(2,26 ± 0,15)	% dias/década
TN10p	(-7,86 ± 0,82)	(-2,81 ± 0,67)	(-5,03 ± 0,6)	(-3,05 ± 0,39)	(-1,52 ± 0,25)	(-4,34 ± 0,31)	% dias/década
TXx	(0,54 ± 0,05)	(0,83 ± 0,09)	(0,47 ± 0,03)	(0,56 ± 0,04)	(0,25 ± 0,06)	(0,51 ± 0,02)	°C/década
TXn	(0,32 ± 0,03)	(0,35 ± 0,11)	(0,35 ± 0,03)	(0,44 ± 0,04)	(0,26 ± 0,05)	(0,36 ± 0,02)	°C/década
TNx	(0,45 ± 0,05)	(0,4 ± 0,1)	(0,25 ± 0,05)	(0,34 ± 0,04)	(0,2 ± 0,04)	(0,31 ± 0,03)	°C/década
TNn	(0,69 ± 0,08)	(0,67 ± 0,11)	(0,49 ± 0,05)	(0,44 ± 0,06)	(0,16 ± 0,08)	(0,49 ± 0,03)	°C/década
DTR	(-0,07 ± 0,06)	(0,13 ± 0,07)	(0,14 ± 0,05)	(0,06 ± 0,05)	(-0,07 ± 0,06)	(0,06 ± 0,02)	°C/década
TR20	(12,65 ± 2,28)	(16,93 ± 4,22)	(11,6 ± 1,92)	(11,93 ± 1,2)	(5,12 ± 1,03)	(11,59 ± 0,96)	dias/década
SU30	(13,78 ± 1,32)	(16,11 ± 2,52)	(15,61 ± 1,14)	(15,65 ± 1,3)	(4,45 ± 0,91)	(14,03 ± 0,67)	dias/década

Nota-se na Tabela 4.1 que, em média, em todas as regiões e considerando todo o Brasil (coluna 7), a maior parte dos extremos apresentam sinais positivos, exceto os indicadores TX10p e TN10p que apresentam redução, significando aquecimento. Ao analisar o indicador DTR, observa-se que para o Brasil, em média, o sinal é positivo, o que resulta em um padrão médio de maiores taxas de aumento de TX do que de TN. Regionalmente, nota-se que somente no Norte e no Sul, a tendência média de DTR é negativa, mostrando que nessas regiões o comportamento é o inverso em relação à maioria das regiões e do Brasil como um todo, ou seja, maiores aumentos de TN do que de TX. Os erros padrões associados às tendências médias, no geral, não são muito elevados, indicando que os resultados obtidos são confiáveis.

### **4.3 Tendências Sazonais dos Extremos de Temperatura**

Nesta seção são apresentadas as tendências sazonais observadas dos extremos de temperatura do ar (Figura 4.5 – TX90p, TN90p, TX10p, TN10p) sobre todo o Brasil, considerando a base de dados do INMET, no período 1961-2017.

Na Figura 4.5 se observa um aquecimento generalizado tanto para os extremos quentes (TX90p e TN90p) quanto para os extremos frios (TX10p e TN10p) em todas as estações do ano, mas também, há a presença de resfriamento pontuais. No geral, o sul brasileiro apresenta as menores magnitudes e menos pontos estatisticamente significativos em relação às demais regiões do país para todas as estações do ano.

Especialmente para o indicador TX90p, nota-se que na primavera, o sinal de aquecimento significativo é mais pronunciado. Os sinais de redução da frequência de ocorrência de Noites Quentes (TN90p) são um pouco mais evidentes, e a tendência de aquecimento significativo é mais pronunciada nos meses do verão. Em relação aos extremos frios, como TX10p, nota-se no outono um sinal de resfriamento um pouco mais amplo, o qual ocorre de forma mais significativa no sul da Região Sudeste e no Sul do Brasil. As maiores magnitudes negativas de TN10p (aquecimento) se encontram no Nordeste e Norte, ao longo de todo o ano, com ênfase no inverno. Vale ressaltar que,

assim como para as tendências anuais, as taxas de aquecimento dos indicadores baseados em TX são superiores aos baseados em TN.





Figura 4.5 - Tendências observadas [%dias/década] sazonais dos extremos de temperatura sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET, no período 1961-2017: a) Frequência de ocorrência Dias Quentes (TX90p), b) Frequência de ocorrência Noites Quentes (TN90p), c) Frequência de ocorrência Dias Frios (TX10p) e d) Frequência de ocorrência Noites Frias (TN10p). A coluna 1, da esquerda para a direita, refere-se aos meses de verão (DJF), a coluna 2 ao outono (MAM), a coluna 3 ao inverno (JJA) e a coluna 4 à primavera (SON). Os triângulos para cima (vermelho) e para baixo (azul) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos quentes (a, b). De modo oposto, os triângulos para cima (azul) e para baixo (vermelho) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para os extremos frios (c, d). Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%.

#### 4.4 Síntese sobre os Extremos de Temperatura

Os resultados obtidos das tendências observadas pontuais anuais e regionais dos extremos de temperatura (Figuras 4.1 a 4.5 e Tabela 4.1), como já discutido acima, apresentam um sinal claro de aquecimento estatisticamente significativo no Brasil. Tal sinal mais homogêneo e consistente também é observado em diversas outras regiões do globo, concordando com estudos que realizam uma análise global (ALEXANDER et al., 2006; DONAT et al., 2013b; DONAT et al., 2016; DUNN et al., 2020), regional considerando toda a AS (VINCENT et al., 2005; SKANSI et al., 2013; SOARES et al., 2017; e LOVINO et al., 2018) e considerando o Brasil (MARENGO e CAMARGO, 2008; LUIZ SILVA e DERECHYNSKI, 2014; LUIZ SILVA et al., 2015; ALMEIDA et al., 2017; e SALVADOR e DE BRITO, 2018). Grande parte dos estudos já mencionados relata que o sinal de aquecimento é mais consistente ao considerar os extremos baseados em TN, porém isso não é observado de forma abrangente no Brasil. A Região Sul, principalmente, é a que apresenta de forma mais clara esse sinal (redução de DTR), enquanto no Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, encontram-se o padrão inverso, ou seja, maior aquecimento em TX do que em TN (elevação de DTR). Esse padrão de sinal (redução de DTR) no Sul corrobora com os resultados obtidos por MARENGO e CAMARGO (2008).

MARENGO e CAMARGO (2008) sugerem que possíveis variações em DTR, especificamente no Sul do Brasil, podem estar relacionadas às mudanças no uso da terra devido ao desmatamento e urbanização na região. Além disso, GRIMM (1988) relata que a construção do reservatório de Itaipu no estado do Paraná, durante a década de 1980, acarretou em tendências negativas de DTR na região adjacente ao reservatório,

principalmente por causa dos aumentos na taxa de evaporação e nebulosidade. Tais aumentos favorecem que as elevações em TN sejam mais pronunciadas do que em TX, ou até mesmo que haja diminuição em TX. Neste trabalho fica demonstrado também que a Região Sul é a que apresenta as menores magnitudes das tendências de aquecimento, o que pode estar relacionado com o aumento da precipitação nessa região, como será visto na próxima subseção.

Os resultados sobre as tendências sazonais dos extremos de temperatura (Figura 4.5) concordam parcialmente com os estudos que analisaram por estação do ano as mudanças de extremos de temperatura que englobam todo o Brasil ou parte dele (VINCENT et al., 2005; MARENCO e CAMARGO, 2008; e DUNN et al., 2019). O sinal mais evidente o qual todas as pesquisas concordam entre si é de um aquecimento significativo ao longo de todas as estações do ano para o Brasil. Em relação aos extremos quentes, pode-se dizer que o aquecimento mais significativo dos Dias Quentes ocorre nos meses da primavera, enquanto para as Noites Quentes ocorre no verão, concordando com VINCENT et al. (2005). Para os extremos frios, as maiores mudanças negativas significativas são observadas nos trópicos (DUNN et al., 2019), porém no inverno, e não na primavera como relatado em DUNN et al. (2019) ao considerar as Noites Frias. Vale ressaltar que os pontos de resfriamento encontrados sobre o Brasil apresentam magnitudes bem inferiores às tendências de aquecimento.

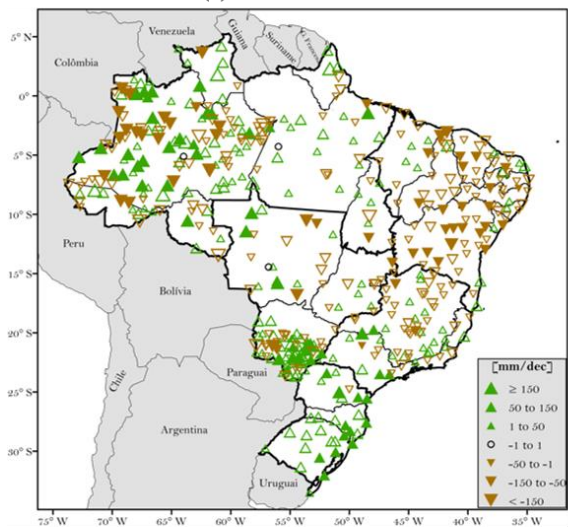
#### **4.5 Tendências dos Extremos Anuais de Precipitação**

Nesta seção são apresentadas as tendências anuais observadas dos extremos de precipitação: PRCPTOT, R95p, R99p, RX1day, RX5day e R30mm na Figura 4.6; e de SDII, CWD e CDD na Figura 4.7, com base nos dados do INMET e ANA, considerando o período 1961-2018.

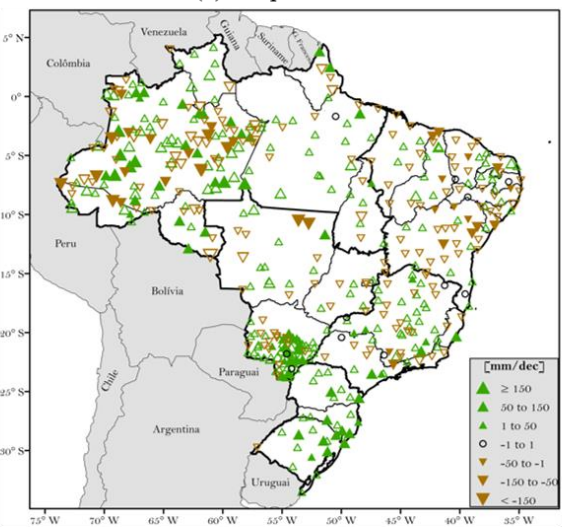
Na Figura 4.6 se observa que, diferentemente do padrão mais homogêneo dos sinais evidenciados nos extremos de temperatura, não há um sinal claro e consistente em relação aos extremos de precipitação sobre todo o Brasil. Entretanto, regionalmente, nota-se que no Nordeste do Brasil há um sinal mais consistente e robusto estatisticamente significativo de redução da precipitação média e extrema, indicando um clima menos

chuvoso. Em contrapartida, na Região Sul, e no sul do Centro-Oeste (estado do Mato Grosso, principalmente), encontram-se evidências de elevação robusta e significativa da média e dos extremos de precipitação, mostrando um clima mais chuvoso. Nas outras regiões, como no Sudeste, parte do Centro-Oeste e, principalmente, no Norte, os sinais são mais heterogêneos espacialmente, não apresentando nenhuma predominância. Para o Sudeste, mais especificamente, nota-se para os dias muito chuvosos (R95p), para o maior total pluviométrico acumulado em um dia (RX1day) e em 5 dias (RX5day) que os sinais são um pouco mais pronunciados do que os demais indicadores, para um clima com mais extremos de precipitação. Vale ressaltar que para os dias extremamente chuvosos (R99p), a maioria dos pontos no Brasil não apresentam sinais de tendência, ou seja, sem mudança ao longo do tempo. As maiores magnitudes tanto positivas quanto negativas se encontram, principalmente, na Região Norte. Destaca-se o posto pluviométrico Marimari (AM), onde se observa os máximos extremos positivos significativos do total pluviométrico anual (PRCPTOT) e de R95p, atingindo +591,2 e 305,9 mm/década, respectivamente. Em Nova Esperança (AM), encontra-se a maior tendência de redução de PRCPTOT, atingindo -738,4 mm/década (climatologia de 2067,4 mm no ano).

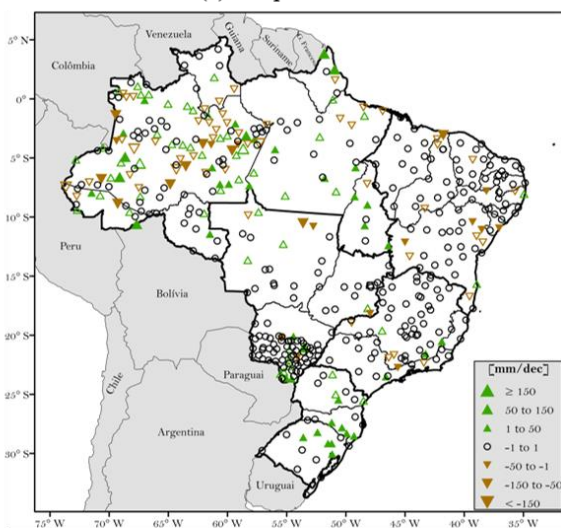
(a) PRCPTOT



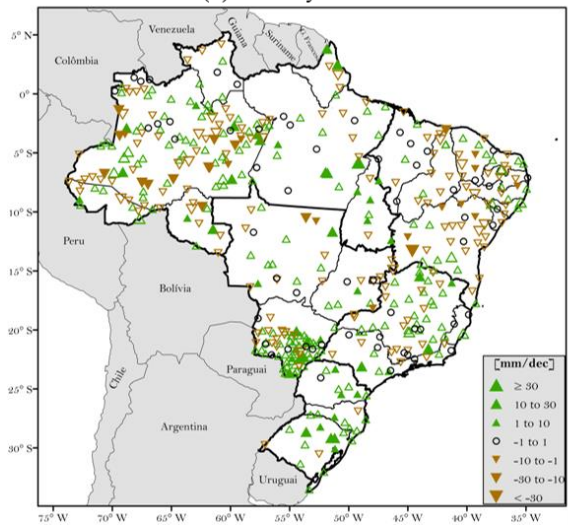
(b) R95p



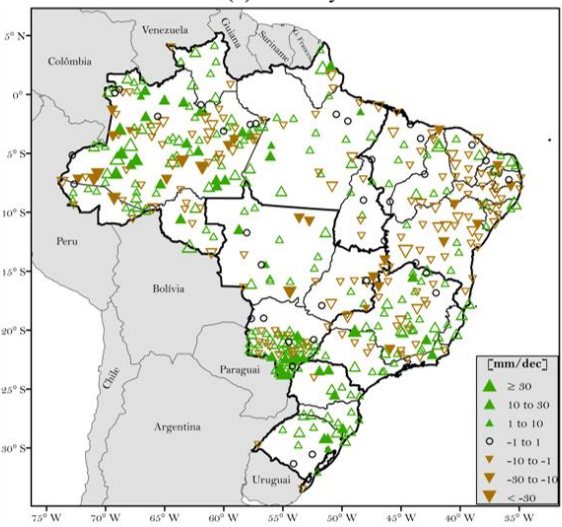
(c) R99p



(d) RX1day



(e) RX5day



(f) R30mm

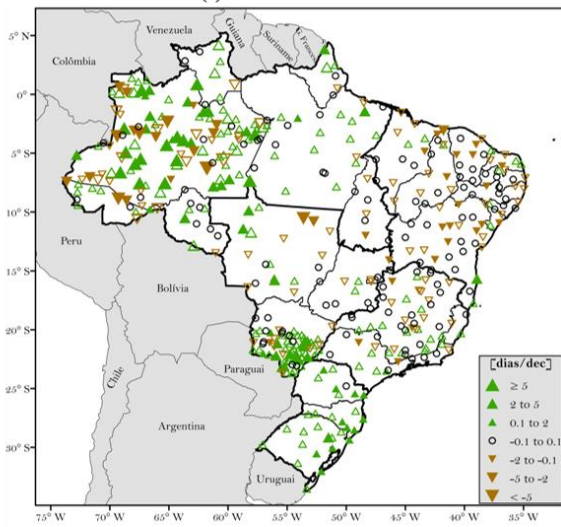


Figura 4.6 - Tendências observadas anuais dos extremos de precipitação sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018: (a) PRCPTOT [mm/década], (b) R95p [mm/década], (c) R99p [mm/década], (d) RX1day [mm/década], (e) RX5day [mm/década] e (f) R30mm [dias/década]. Os triângulos para cima (verde) e para baixo (marrom) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança.

As mudanças observadas de SDII (intensidade da precipitação), que mostra o total pluviométrico anual dividido pelo número de dias úmidos no ano (Figura 4.7a), são bem diferentes em relação aos padrões analisados para os outros extremos de precipitação, predominando no Brasil como um todo, mudanças positivas e estatisticamente significativas. Isso significa que a intensidade média da precipitação está aumentando. Ainda assim, existem tendências pontuais significativas de redução de SDII, principalmente no Nordeste e em parte da Região Norte.

Os extremos dias úmidos consecutivos (CWD - Figura 4.7b) e dias secos consecutivos (CDD - Figura 4.7c) apresentam padrões bem distintos entre si. Os sinais da tendência de CWD não são muito claros sobre o Brasil, predominando na maior parte do país tendências pontuais consideradas nulas. Entretanto, regionalmente, o Norte é a região que mais se observa mudanças de CWD, com sinais mais pronunciados para um clima com períodos de dias úmidos consecutivos menos prolongados.

Em relação aos períodos secos (CDD), nota-se que em praticamente todo o Brasil, os sinais positivos e significativos são mais evidentes. O Nordeste brasileiro, o centro-norte do Sudeste e o sul do Centro-Oeste são as áreas de maior predominância de aumento dos períodos secos, ou seja, um maior prolongamento dos períodos de estiagens ao longo dos anos. O sinal das tendências de CDD na Região Sul não é nítido, apresentando redução estatisticamente significativa dos períodos secos para somente duas estações, Encruzilhada do Sul (RS) e Torres (RS). A Região Norte, por sua vez, apresenta-se como uma área heterogênea em relação aos sinais de CDD.

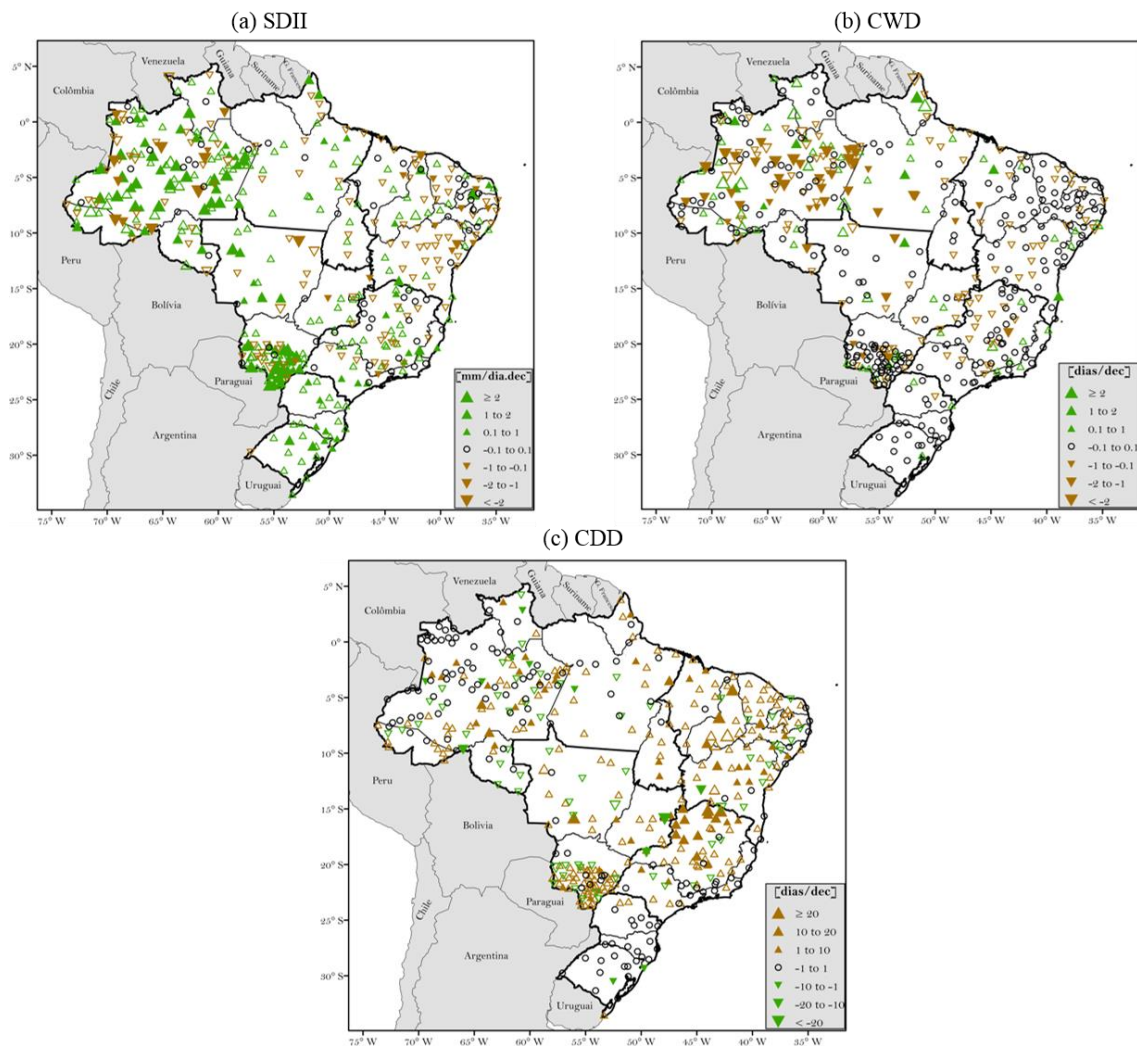


Figura 4.7 - Tendências observadas anuais dos extremos de precipitação sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018: (a) SDII [mm/dia.década], (b) CWD [dias/década] e (c) CDD [dias/década]. Os triângulos para cima (verde) e para baixo (marrom) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, exceto para CDD, no qual ocorre o oposto. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança.

#### **4.6 Tendências Regionais Anuais dos Extremos de Precipitação**

A Tabela 4.2 apresenta as tendências médias regionais no Brasil para todos os extremos de precipitação definidos no trabalho.



Tabela 4.2 – Tendências médias para cada região do Brasil associadas ao erro padrão da média (EPM) para todos os extremos de precipitação utilizados neste trabalho. O período máximo considerado para o cálculo é o mesmo das tendências pontuais, 1961-2018. Os valores em verde (marrom) indicam mudanças para um clima mais chuvoso (seco), somente se o EPM não superar o valor médio.

<b>Tendências Médias ± Erro Padrão</b>							
<b>Indicador</b>	<b>Norte</b>	<b>Centro-Oeste</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Brasil</b>	<b>Unidades</b>
PRCPTOT	(6,06 ± 11,05)	(6,77 ± 14,91)	(-44,3 ± 6,34)	(-3,22 ± 6,58)	(90,1 ± 8,01)	(0,38 ± 6,5)	mm/década
R95p	(11,01 ± 5,33)	(10,02 ± 7)	(-8,49 ± 3,95)	(4,89 ± 3,23)	(40,26 ± 4,77)	(8,18 ± 3,14)	mm/década
R99p	(-0,21 ± 1,58)	(0,99 ± 1,59)	(-2,56 ± 0,94)	(-1 ± 1,02)	(5,54 ± 1,78)	(-0,35 ± 0,91)	mm/década
RX1day	(0,98 ± 0,5)	(1,76 ± 1,06)	(-1,84 ± 0,78)	(1,58 ± 0,72)	(4,66 ± 0,96)	(0,79 ± 0,35)	mm/década
RX5day	(2,79 ± 0,91)	(-0,19 ± 1,91)	(-4,48 ± 1,52)	(3,29 ± 1,55)	(9,51 ± 1,46)	(1,72 ± 0,66)	mm/década
R30mm	(0,72 ± 0,18)	(0,11 ± 0,18)	(-0,35 ± 0,08)	(0,02 ± 0,08)	(1,21 ± 0,1)	(0,41 ± 0,1)	dias/década
SDII	(0,52 ± 0,09)	(0,29 ± 0,11)	(-0,09 ± 0,06)	(0,12 ± 0,05)	(0,42 ± 0,06)	(0,33 ± 0,05)	mm/dia.década
CDD	(1,27 ± 0,2)	(1,54 ± 2,2)	(3,89 ± 0,66)	(4,01 ± 0,89)	(-0,15 ± 0,13)	(2,08 ± 0,24)	dias/década
CWD	(-0,16 ± 0,08)	(-0,16 ± 0,09)	(-0,07 ± 0,04)	(-0,06 ± 0,04)	(0,02 ± 0,02)	(-0,12 ± 0,05)	dias/década

A partir da Tabela 4.2, é possível analisar as mudanças dos extremos de precipitação regionalmente e considerando todo o Brasil, em relação às suas médias. A primeira característica importante que se nota é que o EPM tende a ser maior para os extremos de precipitação do que para os extremos de temperatura (Tabela 4.1). As razões para isso são que as magnitudes das tendências dos extremos de precipitação são mais variáveis, os sinais não são tão homogêneos regionalmente, muito menos, considerando todo o país. A própria variável precipitação, por si só, já apresenta uma variabilidade espacial e temporal muito maior do que a temperatura, o que favorece um maior EPM, por exemplo.

As mudanças dos extremos de precipitação apresentam comportamentos similares para todos os índices, porém para PRCPTOT, principalmente, se difere dos demais. Primeiramente, nota-se que para todo o Brasil as tendências médias estão na faixa de -6,12 a +6,88 mm/década, evidenciando a grande variação das mudanças de PRCPTOT no país. Nesse caso, a precipitação anual acumulada nos dias extremamente chuvosos (R99p) também não apresentam um único sinal predominante, mas com variações muito menores (-1,26 a +0,56 mm/década). Para os outros índices, ainda considerando todo o Brasil, a maioria indica sinais de um clima mais úmido/com chuvas mais intensas ao longo dos anos, exceto para CDD e CWD, os quais evidenciam períodos secos mais prolongados e períodos úmidos mais curtos, respectivamente.

A Região Nordeste é a que mais se destaca em relação à predominância de sinais de um clima mais seco ao longo dos anos, ou seja, tendências negativas para todos os índices e positiva para CDD, apresentando alta consistência para essas mudanças. Por outro lado, o Sul do Brasil também é uma região onde o clima tende a ser mais úmido/com chuvas mais intensas, pois a maioria dos indicadores apontam para mudanças positivas, e negativas para CDD. As outras regiões, como a Sudeste, Centro-Oeste e Norte, não apresentam sinais muito pronunciados para o clima em uma determinada direção. Para essas três regiões, nota-se que R95p, RX1day e SDII apresentam sinais positivos, e CWD apresenta sinal negativo. Especialmente sobre o Centro-Oeste, observa-se que a maioria dos índices não mostram sinais claros de mudanças, ou seja, devido ao EPM pode ser tanto mudanças de aumento quanto redução.

#### **4.7 Tendências Anuais Sazonais dos Extremos de Precipitação**

Nesta seção são apresentadas as tendências sazonais observadas dos extremos de precipitação (Figura 4.8 – PRCPTOT, R95p, R30mm e CDD) considerando os conjuntos de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018.

A partir da Figura 4.8, nota-se que, de forma geral, os sinais significativos para os indicadores PRCPTOT (Figura 4.8a), R95p (Figura 4.8b) e R30mm (Figura 4.8c) são mais pronunciados para os meses de verão e outono. Por outro lado, o inverno é marcado pela presença de sinais mais fracos e mais estações sem tendências, sem apresentar um sinal nítido. A Região Nordeste é bem marcada por um sinal significativo e robusto de redução desses três extremos de precipitação ao longo do ano, principalmente no verão e outono. Em contrapartida, o Sul do Brasil apresenta sinais opostos ao Nordeste, ou seja, tendências estatisticamente significativas de aumento desses extremos em quase todas as estações do ano, com ênfase na primavera. Na área do sul do Centro-Oeste para PRCPTOT, R95p e R30mm se evidencia sinais positivos significativos no verão. A Região Norte, por sua vez, apresenta sinais mais heterogêneos em quase todo o ano, mas o sinal de maior redução ocorre na primavera, e de aumento no verão e outono. Por último, o Sudeste brasileiro não apresenta um padrão espacial bem definido no decorrer das estações do ano para esses índices. Especificamente para PRCPTOT, nota-se que no verão, no centro-norte do Sudeste se observa tendências negativas, enquanto na parte sul, tendências positivas. No outono (primavera), ainda para PRCPTOT, evidencia-se sinais bem marcados de aumento (diminuição) significativo. Em relação aos dias muito chuvosos (R95p), observa-se aumentos significativos no verão.

O padrão de mudanças espaciais dos períodos secos (Figura 4.8d) se diferem em relação aos demais índices. As mudanças significativas são mais pronunciadas nos meses de inverno, quando predominam sinais de períodos secos mais longos (curtos) no Sudeste (sul do Centro-Oeste). Nota-se que o Nordeste apresenta tendências positivas de CDD em todas as estações do ano, enquanto que, de maneira oposta, observam-se, no Sul, sinais em direção a um clima com períodos de estiagens mais curtos, sendo que as magnitudes mais fracas são encontradas nessa região. Tais sinais, no Sul, podem estar associados a uma diminuição dos veranicos. No Norte, o outono é a estação na qual os sinais significativos de CDD são negativos.

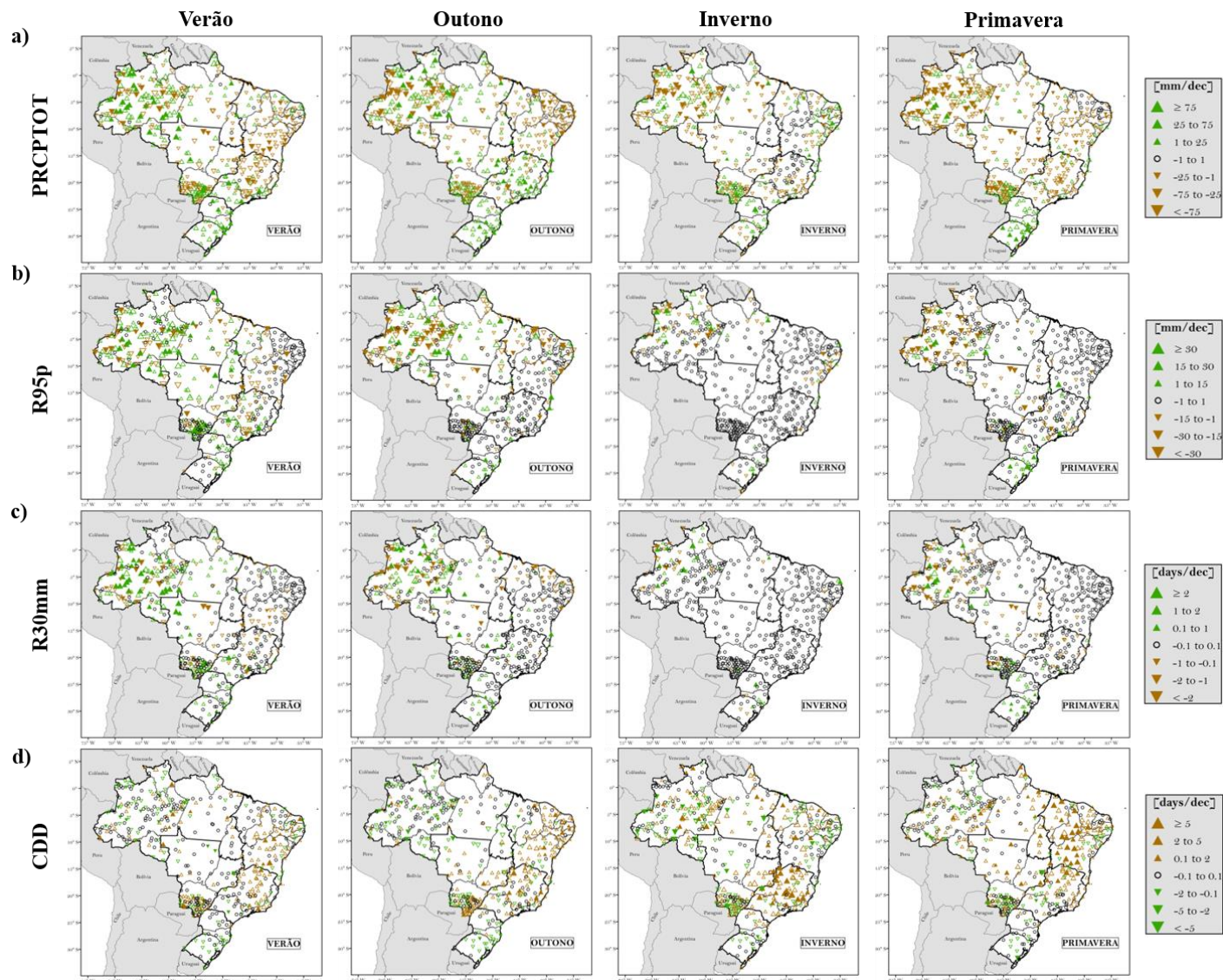


Figura 4.8 - Tendências observadas sazonais dos extremos de precipitação sobre o Brasil, considerando a base de dados do INMET e ANA, no período 1961-2018: a) PRCPTOT [mm/década], b) R95p [mm/década], c) R30mm [dias/década] e d) CDD [dias/década]. A coluna 1, da esquerda para a direita, refere-se aos meses de verão (DJF), a coluna 2 ao outono (MAM), a coluna 3 ao inverno (JJA) e a coluna 4 à primavera (SON). Os triângulos para cima (verde) e para baixo (marrom) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para PRCPTOT, R95p e R30mm. De modo oposto, os triângulos para cima (marrom) e para baixo (verde) indicam tendências positivas e negativas, respectivamente, para CDD. Os triângulos preenchidos indicam tendências estatisticamente significativas ao nível de confiança de 95%.

#### 4.8 Síntese sobre os Extremos de Precipitação

O comportamento dos extremos de precipitação é muito distinto do comportamento dos extremos de temperatura do ar. Enquanto as tendências dos extremos de temperatura (quentes e frios) são, no geral, bem consistentes e mais homogêneas espacialmente sobre o Brasil e no globo, como outras pesquisas relatam, as tendências observadas nos extremos de precipitação são mais ruidosas, menos robustas e consistentes, e mais heterogêneas no espaço. Isso porque a precipitação é afetada mais facilmente por aspectos fisiográficos de cada local, como montanhas, grandes corpos d'água, tipos de vegetação, entre outros.

Os resultados obtidos para as tendências observadas anuais e sazonais (Figuras 4.6 a 4.8 e Tabela 4.2) mostram que não se pode afirmar sobre um sinal claro predominante de precipitação no Brasil como um todo, exceto ao considerar os índices CDD e SDII que, em geral, estão se elevando anualmente em quase todo o país. Por isso, necessita-se analisar as tendências observadas nos extremos de precipitação de forma regionalizada.

A Região Norte exhibe para praticamente todos os extremos de precipitação analisados pontualmente sinais muito heterogêneos, exceto para CWD que apresenta mudanças negativas mais pronunciadas. Entretanto, ressalta-se que as maiores magnitudes tanto positivas quanto negativas da maioria dos índices sobre o Brasil são encontradas nessa região, mesmo não apresentando sinais bem marcados. Ao analisar as tendências regionais médias, observa-se que, no geral, a maioria dos extremos de precipitação (R95p, RX1day, RX5day, R30mm, SDII) apontam para um aumento da precipitação intensa/eventos de chuva muito forte e maior distribuição anual da chuva, ao passo que os períodos secos se prolongam e os úmidos se tornam mais curtos. Os meses da primavera são quando os extremos de precipitação analisados sazonalmente

apresentam sinais em direção a um clima mais seco, mas para CDD, o outono é a estação do ano quando os períodos secos se tornam mais curtos. Em SALVIANO et al. (2016), mostra-se que o mês de setembro se caracteriza pela maior redução de precipitação, o que corrobora parcialmente com os resultados encontrados neste trabalho.

Na Região Centro-Oeste, a parte sul exhibe mudanças significativas em direção a um clima mais úmido/com chuvas mais fortes ao longo do ano, enquanto a parte norte, mostra sinais de um clima mais seco. De forma geral, para CDD, nota-se que os períodos secos se prolongam cada vez mais em todo o Centro-Oeste. Ao analisar as tendências médias regionais, a maioria dos índices não apresenta tendências que indiquem sinais consistentes de aumento ou redução. No verão, destaca-se a área do sul do Centro-Oeste onde fica evidente as mudanças positivas e significativas de PRCPTOT, R95p e R30mm, enquanto para CDD, observam-se aumentos mais pronunciados no inverno.

A Região Nordeste do Brasil se diferencia de forma mais clara em relação a todas as outras, pois um sinal consistente e confiável de um clima mais seco é observado para todos os indicadores de extremos de precipitação, tanto para as análises pontuais anuais e sazonais, quanto para as médias regionais. Diversos estudos como SILVA et al. (2004), SKANSI et al. (2013), BEZERRA et al. (2018), GORI MAIA et al. (2018) e DUNN et al. (2020) relatam esse mesmo sinal de um clima mais seco no Nordeste. Ressalta-se, somente, que os meses de verão e outono exibem um secamento mais pronunciado.

O Sudeste brasileiro exhibe sinais heterogêneos para os extremos de precipitação. Ao analisar os indicadores como R95p, RX1day, RX5day e SDII, nota-se que as tendências são um pouco mais pronunciadas para um sinal positivo significativo, ao passo que os períodos secos (chuvosos) estão em elevação (diminuição), padrão que se encontra também ao considerar as tendências médias regionais. O sinal de um clima com chuvas mais intensas também é evidenciado em outros estudos como em TEIXEIRA e SATYAMURTI (2011), ZILLI et al. (2016), REGOTO et al. (2018) DUNN et al. (2019).

Por último, destaca-se a Região Sul como a única a apresentar para todos os indicadores um sinal bem robusto e consistente de aumento dos extremos de precipitação (PRCPTOT, R95p, R99p, RX1day, RX5day, R30mm e SDII). Em relação à duração dos períodos de estiagem e chuvosos, nota-se que não há um sinal muito bem definido, pois, de forma geral, as tendências são nulas. Esses resultados obtidos concordam com diversos estudos anteriores para a região, como LIEBMANN et al. (2004), TEIXEIRA e

SATYAMURTY, (2011), PINHEIRO et al. (2013), SALVIANO et al. (2016), PEDRON et al. (2017) e DUNN et al. (2019).

Determinar as possíveis causas para as mudanças climáticas, principalmente para os extremos de precipitação, são um desafio para a comunidade científica. Apesar deste trabalho não focar nesta questão, é válido realizar essa discussão, baseando-se em estudos anteriores que abordam esse tema. HAYLOCK et al. (2006) propõe algumas correlações entre padrões de grande escala e as tendências dos indicadores de extremos de precipitação para boa parte da AS, incluindo grande parte do Brasil. Mecanismos como o fortalecimento da subsidência sobre o Nordeste do Brasil e sobre a Bacia Amazônica devido ao deslocamento da ZCIT para norte, e também um deslocamento da ZCAS para sudeste, explicam parcialmente as tendências observadas nos índices de extremos de precipitação. Esses dois fatores corroboram com os resultados obtidos neste trabalho, os quais mostram que tanto o total pluviométrico anual quanto os eventos de precipitação intensa estão reduzindo (aumentando) no Nordeste (Sul) brasileiro, relacionando-se aos deslocamentos da ZCIT para norte e ZCAS para sudeste, respectivamente.

HAYLOCK et al. (2006) ainda realizam uma correlação canônica com a TSM sobre o Oceano Atlântico ao redor da parte leste do Brasil, na tentativa de encontrar relações mais localizadas entre TSM e precipitação. Os resultados mostram padrões acoplados que explicam uma menor variância na precipitação do que as maiores regiões de TSM com menores correlações canônicas, implicando numa fraca relação entre a TSM e a precipitação. A confirmação é de que o Pacífico, a partir de um evento de ENOS, é importante na modulação da precipitação no leste brasileiro. Além disso, observa-se também a presença de eventos El Niño mais dominantes, o que corrobora com a ideia desse fenômeno ser uma forçante fundamental na precipitação no Brasil, principalmente nas Regiões Nordeste e Sul, onde as tendências observadas evidenciam um clima em direção a condições menos e mais chuvosas, respectivamente.

## 5 Conclusões

Séries diárias de temperaturas máxima e mínima e precipitação provenientes de estações meteorológicas do INMET e dos postos pluviométricos da ANA são utilizadas para identificar tendências em diversos indicadores de extremos climáticos, considerando o período 1961-2018 sobre todo o Brasil. O objetivo principal é detectar possíveis mudanças nos extremos climáticos no Brasil no clima presente tanto em escala anual quanto sazonal.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a maior parte do Brasil está passando por mudanças no clima considerando um nível de confiança estatística, tanto em relação à temperatura quanto em relação à precipitação. A frequência de ocorrência e a magnitude dos extremos quentes estão aumentando significativamente enquanto o contrário ocorre para os extremos frios, ou seja, há um aquecimento bem consistente e generalizado no país. O padrão global de um clima mais quente com sinais mais pronunciados para TN do que TX, já relatado por muitos autores, não é encontrado de forma tão abrangente no Brasil, mas sim o oposto, ou seja, maiores elevações de TX do que de TN em grande parte do território. A Região Sul é a única que apresenta esse padrão mundial, corroborando com a ideia global de que as tendências da amplitude térmica diurna são de redução, pois a taxa de aumento de TN seria superior à de TX. Nos meses da primavera e verão ocorrem os maiores aumentos dos extremos quentes no Brasil, enquanto para os extremos frios, a maior redução se encontra no inverno.

Diferentemente dos extremos de temperatura, os extremos de precipitação apresentam sinais muito heterogêneos na maior parte do país, não indicando um padrão característico em todas as regiões. As Regiões Nordeste e Sul apresentam sinais mais marcados do que as demais regiões do país. Na Região Nordeste, nota-se redução dos extremos de precipitação em direção a um clima mais seco, com aumento dos períodos de estiagens, principalmente no verão e outono. Na Região Sul ocorre aumento dos extremos de precipitação, exibindo um clima mais chuvoso, com diminuição dos períodos de estiagens, principalmente na primavera.



Diante desse cenário de mudanças nos extremos climáticos que as diferentes regiões do Brasil estão vivenciando, reafirma-se a importância de monitorar a intensidade e frequência de desastres naturais relacionados à precipitação extrema ou à falta dela, como já mencionado em CEPED (2013). Relacionando os resultados obtidos a essa problemática inerente às áreas com alta densidade demográfica, pode-se dizer que a Região Nordeste sofre com maior intensidade e frequência de secas severas, afetando diretamente o armazenamento e a distribuição hídrica. Ressalta-se que a redução da precipitação ocorre, de forma mais pronunciada, justamente em períodos chuvosos de parte do Nordeste, o que potencializa ainda mais os problemas hídricos. As populações das Regiões Sul e Sudeste que já sofrem cotidianamente com alagamentos e deslizamentos de terra, vivenciam cada vez mais esses tipos de desastres naturais, justamente pelo aumento da precipitação intensa, principalmente nos meses que, normalmente, já ocorrem altas taxas pluviométricas.

O continente sul americano, no geral, apresenta muitos problemas em relação a falhas nos dados observacionais e à escassez de estações meteorológicas, como já relatado em SKANSI et al. (2013), o que implica em um cuidado redobrado ao analisar tendências em tais séries de dados. Diante de tais problemas, neste trabalho é feito um grande esforço para reunir o maior número possível de dados observacionais e exclusão de dados visivelmente espúrios. Entretanto, faz-se necessário que haja investimentos em novas instalações de estações meteorológicas que contemplem, pelo menos, as duas variáveis climáticas mais básicas (temperatura do ar e precipitação), principalmente nas Regiões Centro-Oeste e Norte, onde a lacuna de falta de dados observados é mais evidente. Esse fator é de extrema importância tanto para o monitoramento das tendências climáticas ao longo dos anos, quanto para o aprimoramento das previsões de tempo e clima, as quais utilizam esses dados observados como condições iniciais nos modelos numéricos.

## 6 Referências Bibliográficas

ADLER, R. F.; HUFFMAN, G. J.; CHANG, A.; FERRARO, R.; XIE, P.-P.; JANOWIAK, J.; RUDOLF, B.; SCHNEIDER, U.; CURTIS, S.; BOLVIN, D.; GRUBER, A.; SUSSKIND, J.; ARKIN, P.; NELKIN, E. The Version-2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979–Present). **Journal of Hydrometeorology**, v. 4, n. 6, p. 1147–1167, 2003. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1525-7541%282003%29004%3C1147%3ATVGPCP%3E2.0.CO%3B2>>.

ALEXANDER, L. V. Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. **Weather and Climate Extremes**, v. 11, p. 4–16, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007>>.

ALEXANDER, L. V.; UOTILA, P.; NICHOLLS, N. Influence of sea surface temperature variability on global temperature and precipitation extremes. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 114, n. 18, 2009.

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. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 111, n. 5, p. 1–22, 2006.

ALLEN, M. R.; INGRAM, W. J. Constraints on future changes in climate and the

hydrologic cycle. **Nature**, v. 419, p. 224–232, 2002.

ALLEN, M.R.; DUBE, O.P.; SOLECKI, W.; ARAGÓN-DURAND, F.; CRAMER, W.; HUMPHREYS, S.; KAINUMA, M.; KALA, J.; MAHOWALD, N.; MULUGETTA, Y.; PEREZ, R.; WAIRIU, M.; ZICKFELD, K.: Framing and Context. In: **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways**, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pörtner, H.O.; Roberts, D.; Skea, J.; Shukla, P.R.; Pirani, A.; Moufouma-Okia, W.; Péan, C.; Pidcock, R.; Connors, S.; Matthews, J.B.R.; Chen, Y.; Zhou, X.; Gomis, M.I.; Lonnoy, E.; Maycock, T.; Tignor, M.; Waterfield, T. (eds)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2018.

ALMEIDA, C. T.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; DELGADO, R. C.; CUBO, P.; RAMOS, M. C. Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973-2013. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 4, p. 2013–2026, mar. 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.4831>>

ALMEIDA, J. M. . Índices de Monitoramento e Detecção de Mudanças Climáticas na Região Centro-Oeste do Brasil. v. 5, 2012.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AVILA, A.; JUSTINO, F.; WILSON, A.; BROMWICH, D.; AMORIM, M. Recent precipitation trends, flash floods and landslides in southern Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 11, 2016.

BALLESTER, J.; GIORGI, F.; RODÓ, X. Changes in European temperature extremes can be predicted from changes in PDF central statistics. **Climatic Change**, v. 98, n. 1–2, p. 277–284, 2010.

BEZERRA, B. G.; SILVA, L. L.; SANTOS E SILVA, C. M.; DE CARVALHO, G. G. Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin, Brazil from 1947 to 2012. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 135, n. 1–2, p. 565–576, 2019.

Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00704-018-2396-6>>.

BINDOFF, N.L.; STOTT, P.A.; ACHUTARAO, K.M.; ALLEN, M.R.; GILLET, N.; GUTZLER, D.; HANSINGO, K.; HEGERL, G.; HU, Y.; JAIN, S.; MOKHOV, I.I.; OVERLAND, J.; PERLWITZ, J.; SEBBARI, R.; ZHANG, X.: Detection and Attribution of Climate Change: from Global to Regional. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the **Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

BRASIL. Lei nº 1.806, de 06 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, pp. 276, 1953.

CANE, M. A. Oceanographic Events During El Niño. **Science**, v. 222, n. 4629, p. 1189–1195, 1983.

CASAVECCHIA, B. H.; ULIANA, E. M.; SOUZA, A. P. De; LISBOA, L.; JUNIOR, M. F. de S. Tendências em séries históricas de precipitação na região amazônica de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 2, p. 58–66, 2016.

CECCHERINI, G.; RUSSO, S.; AMEZTOY, I.; PATRICIA ROMERO, C.; CARMONA-MORENO, C. Magnitude and frequency of heat and cold waves in recent decades: The case of South America. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 16, n. 3, p. 821–831, 2016.

CEPED. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. **Secretaria Nacional de Defesa Civil**, p. 126, 2013.

COMPO, G. P.; WHITAKER, J. S.; SARDESHMUKH, P. D.; MATSUI, N.; ALLAN, R. J.; YIN, X.; GLEASON, B. E.; VOSE, R. S.; RUTLEDGE, G.; BESSEMOULIN, P.; BRONNIMANN, S.; BRUNET, M.; CROUTHAMEL, R. I.; GRANT, A. N.; GROISMAN, P. Y.; JONES, P. D.; KRUK, M. C.; KRUGER, A. C.; MARSHALL, G. J.; MAUGERI, M.; MOK, H. Y.; NORDLI, O.; ROSS, T. F.; TRIGO, R. M.; WANG, X.

L.; WOODRUFF, S. D.; WORLEY, S. J. The Twentieth Century Reanalysis Project. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 137, n. 654, p. 1–28, 2011.

DE BARROS SOARES, D.; LEE, H.; LOIKITH, P. C.; BARKHORDARIAN, A.; MECHOSO, C. R. Can significant trends be detected in surface air temperature and precipitation over South America in recent decades? **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 3, p. 1483–1493, mar. 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.4792>>.

DONAT, M. G.; ALEXANDER, L. V. The shifting probability distribution of global daytime and night-time temperatures. **Geophysical Research Letters**, v. 39, n. 14, 2012. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1029/2012GL052459>>.

DONAT, M. G.; ALEXANDER, L. V.; YANG, H.; DURRE, I.; VOSE, R.; CAESAR, J. Global land-based datasets for monitoring climatic extremes. **Bulletin of the American Meteorological Society**, p. 130125093450003, 2013a. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/BAMS-D-12-00109>>.

DONAT, M. G.; ALEXANDER, L. V.; YANG, H.; DURRE, I.; VOSE, R.; DUNN, R. J. H.; WILLET, K. M.; AGUILAR, E.; BRUNET, M.; CAESAR, J.; HEWITSON, B.; JACK, C.; KLEIN TANK, A. M. G.; KRUGER, A. C.; MARENGO, J.; PETERSON, T. C.; RENOM, M.; ORIA ROJAS, C.; RUSTICUCCI, M.; SALINGER, J.; ELRAYAH, A. S.; SEKELE, S. S.; SRIVASTAVA, A. K.; TREWIN, B.; VILLARROEL, C.; VINCENT, L. A.; ZHAI, P.; ZHANG, X.; KITCHING, S. Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 118, n. 5, p. 2098–2118, 2013b. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jgrd.50150>>.

DONAT, M. G.; ALEXANDER, L. V.; HEROLD, N.; DITTUS, A. J. Temperature and precipitation extremes in century-long gridded observations, reanalyses, and atmospheric model simulations. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 121, n. 19, p. 11,174–11,189, 2016. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/2016JD025480>>.

DUNN, R.; ALEXANDER, L.; DONAT, M.; ZHANG, X.; HEROLD, N.; LIPPMANN, T.; ALLAN, R.; AGUILAR, E.; BARRY, A. A.; BRUNET, M.; CAESAR, J.; PABON, J. D.; CHAGNAUD, G.; CHENG, V.; CINCO, T.; GUZMAN, R. De; HTAY, T. M.; IBADULLAH, W. M. W.; IBRAHIM, M. K. I. Bin; KHOSHKAM, M.; KRUGER, A.;

KUBOTA, H.; LIM, G.; LI-SHA, L.; MARENGO, J.; MBATHA, S.; MCGREE, S.; MENNE, M.; SKANSI, M. de los M.; NGWENYA, S.; NKRUMAH, F.; OONARIYA, C.; PANTHOU, G.; PHAM, C.; RAHIMZADEH, F.; RAMOS, A.; SALGADO, E.; SALINGER, J.; SANÉ, Y.; SOPAHELWAKAN, A.; SRIVASTAVA, A.; SUN, Y.; TRACHOW, N.; TIMBAL, B.; TREWIN, B.; SCHRIER, G. van der; VAZQUEZ-AGUIRRE, J.; VASQUEZ, R.; VILLARROEL, C.; VINCENT, L.; VISCHER, T.; VOSE, R.; YUSSOF, M. N. B. H. Development of an updated global land in-situ-based dataset of temperature and precipitation extremes: p. 1–39, Submetido para **JR:Atmospheres** em dezembro/2019.

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

GOOSSENS, C., BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. IN: **Annales Geophysicae**, v. 4, n. 4, p. 385, 1986.

GORI MAIA, A.; CESANO, D.; MIYAMOTO, B. C. B.; EUSEBIO, G. S.; SILVA, P. A. de O. Climate change and farm-level adaptation: the Brazilian Sertão. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, 2018.

GRIFFITHS, G. M.; SALINGER, M. J.; LELEU, I. Trends in extreme daily rainfall across the South Pacific and relationship to the South Pacific convergence zone. **International Journal of Climatology**, v. 23, n. 8, p. 847–869, 2003.

GRIMM, A. Verificação de Variações Climáticas na área do Lago de Itaipu. **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Universidade Federal do Paraná. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 1988.

GROISMAN, P. Y.; KNIGHT, R. W.; EASTERLING, D. R.; KARL, T. R.; HEGERL, G. C.; RAZUVAEV, V. N. Trends in Intense Precipitation in the Climate Record. **Journal of Climate**, v. 18, 2004.

HANSEN, J.; RUEDY, R.; SATO, M.; LO, K. Global surface temperature change.

**Global Surface Temperature Change**, v. 5, n. 2, p. 1–29, 2010.

HANSEN, J.; SATO, M.; RUEDY, R. Perception of climate change. **PNAS**, v. 109, n. 37, p. 14726, 2012.

HARRIS, I.; JONES, P. D.; OSBORN, T. J.; LISTER, D. H. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations - the CRU TS3.10 Dataset. **International Journal of Climatology**, v. 34, n. 3, p. 623–642, 2014.

HARTMANN, D.L.; KLEIN TANK, A.M.G.; RUSTICUCCI, M.; ALEXANDER, L.V.; BRONNIMANN, S.; CHARABI, Y.; DENTENER, F.J.; DLUGOKENCKY, E.J.; EASTERLING, D.R.; KAPLAN, A.; SODEN, B.J.; THORNE, P.W.; WILD, M.; ZHAI, P.M.: Observations: Atmosphere and Surface. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V; Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T. C.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T. Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with.pdf. **Journal of Climate**, v. 19, p. 1490–1512, 2006.

HEIDINGER, H.; CARVALHO, L.; JONES, C.; POSADAS, A.; QUIROZ, R. A new assessment in total and extreme rainfall trends over central and southern Peruvian Andes during 1965-2010. **International Journal of Climatology**, v. 38, p. e998–e1015, 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.5427>>.

HELD, I. M.; SODEN, B. J. Robust Responses of the hydrological cycle to global warming. **Journal of Climate**, v. 19, p. 5686–5699, 2006.

HERATH, S.; RATNAYAKE, U. Monitoring rainfall trends to predict adverse impacts - A case study from Sri Lanka (1964-1993). **Global Environmental Change**, v. 14, p. 71–79, 2004.

HERSBACH, H.; PEUBEY, C.; SIMMONS, A.; BERRISFORD, P.; POLI, P.; DEE, D. ERA-20CM: A twentieth-century atmospheric model ensemble. **Quarterly Journal of**

**the Royal Meteorological Society**, v. 141, n. 691, p. 2350–2375, 2015.

HOEGH-GULDBERG, O.; JACOB, D.; TAYLOR, M.; BINDI, M.; BROWN, S.; CAMILLONI, I.; DIEDHIU, A.; DJALANTE, R.; EBI, K.L.; ENGELBRECHT, F.; GUIOT, J.; HIJIOKA, Y.; MEHROTRA, S.; PAYNE, A.; SENEVIRATNE, S.I.; THOMAS, A.; WARREN, R.; ZHOU, G.: Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In: **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty** [Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pörtner, H.O.; Roberts, D.; Skea, J.; Shukla, P.R.; Pirani, A.; Moufouma-Okia, W.; Péan, C.; Pidcock, R.; Connors, S.; Matthews, J.B.R.; Chen, Y.; Zhou, X.; Gomis, M.I.; Lonnoy, E.; Maycock, T.; Tignor, M.; Waterfield, T. (eds)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), Climate Change, In: Houghton J. T.; Jenkins G.J.; Ephraums J.J. (eds.). **First Assessment Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I**, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia pp. 410, 1990.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). The Science of Climate Change. In: Houghton, J.T.; Meira Filho, L.G.; Callander, B.A. (Eds.), Contribution of Working Group I to the **Second Assessment Report of IPCC**. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

IPCC: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the **Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Houghton, J.T.; Ding, Y.; Griggs, D.J.; Noguer, M.; van der Linden, P.J.; Dai, X.; Maskell, K.; Johnson, C.A. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 881, 2001.

IPCC: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the **Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate**



**Change** [Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 996, 2007.

IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the **Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535, 2013.

IPCC: Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. **An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty** [Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pörtner, H.O.; Roberts, D.; Skea, J.; Shukla, P.R.; Pirani, A.; Moufouma-Okia, W.; Péan, C.; Pidcock, R.; Connors, S.; Matthews, J.B.R.; Chen, Y.; Zhou, X.; Gomis, M.I.; Lonnoy, E.; Maycock, T.; Tignor, M.; Waterfield, T. (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, pp. 32, 2018.

KAY, J. E.; DESER, C.; PHILLIPS, A.; MAI, A.; HANNAY, C.; STRAND, G.; ARBLASTER, J. M.; BATES, S. C.; DANABASOGLU, G.; EDWARDS, J.; HOLLAND, M.; KUSHNER, P.; LAMARQUE, J.-F.; LAWRENCE, D.; LINDSAY, K.; MIDDLETON, A.; MUNOZ, E.; NEALE, R.; OLESON, K.; POLVANI, L.; VERTENSTEIN, M. The Community Earth System Model (CESM) Large Ensemble Project: A Community Resource for Studying Climate Change in the Presence of Internal Climate Variability. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 96, p. 1333–1349, 2015.

KENDALL, M.G. **Rank Correlation Methods**. 4th Edition, Charles Griffin, London, 1975.

KENYON, J.; HEGERL, G. C. Influence of modes of climate variability on global temperature extremes. **Journal of Climate**, v. 21, n. 15, p. 3872–3889, 2008.

LACERDA, F.; NOBRE, P.; ... M. S.-J. of E.; 2015, U. Long-term temperature and rainfall trends over Northeast Brazil and Cape Verde. **ainfo.cnptia.embrapa.br**, v. 6, n. 8, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134702/1/longterm-Lacerda.pdf>>.

LEE, J. E.; LINTNER, B. R.; BOYCE, C. K.; LAWRENCE, P. J. Land use change exacerbates tropical South American drought by sea surface temperature variability. **Geophysical Research Letters**, v. 38, p. 1–6, 2011.

LIEBMANN, B.; VERA, C. S.; CARVALHO, L. M. V.; CAMILLONI, I. A.; HOERLING, M. P.; ALLURED, D.; BARROS, V. R.; BÁEZ, J.; BIDEGAIN, M. An observed trend in central South American precipitation. **Journal of Climate**, v. 17, n. 22, p. 4357–4367, 2004.

LITRE, G.; SILVA, C.J.; SIMONI, J.; NOGUEIRA, P.; FAÇANHA, C.L.; SAITO, C.H.; FETTER, R.; FREITAS, S.; NAPOLIS. Estudos de caso – Cerrado. In: BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO, S. (Orgs.). **O Clima em transe: vulnerabilidade da agricultura familiar**. Brasília, DF: IABS & Garamond, p. 356, 2016.

LOVINO, M. A.; MÜLLER, O. V.; BERBERY, E. H.; MÜLLER, G. V. How have daily climate extremes changed in the recent past over northeastern Argentina? **Global and Planetary Change**, v. 168, p. 78–97, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.06.008>>.

LUIZ SILVA, W.; DEREZYNSKI, C. P. Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 123–138, 2014.

LUIZ SILVA, W.; DEREZYNSKI, C.; CHANG, M.; FREITAS, M.; MACHADO, B. J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI, J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 2, p. 181–194, 2015.

LUIZ SILVA, W.; XAVIER, L. N. R.; MACEIRA, M. E. P.; ROTUNNO, O. C. Climatological and hydrological patterns and verified trends in precipitation and streamflow in the basins of Brazilian hydroelectric plants. **Theoretical and Applied Climatology**, p. 1–19, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00704->

018-2600-8>.

MANN, H.B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v. 13, pp. 245–259, 1945.

MANTON, M. J.; HAYLOCK, M. R.; HENNESSY, K. J.; NICHOLLS, N.; CHAMBERS, L. E.; COLLINS, D. A.; DAW, G.; FINET, A.; GUNAWAN, D.; INAPE, K.; ISOBE, H.; KESTIN, T. S.; LEFALE, P.; LEYU, C. H.; LWIN, T.; MAITREPIERRE, L.; OUPRASITWONG, N.; PAGE, C. M.; PAHALAD, J.; PLUMMER, N.; SALINGER, M. J.; SUPPIAH, R.; TRAN, V. L.; TREWIN, B.; TIBIG, I.; YEE, D. Trends in Extreme Daily Rainfall and Temperature in Southeast Asia and the South Pacific : 1961 – 1998. **International Journal of Climatology**, v. 21, p. 269–284, 2001.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. **International Journal of Climatology**, v. 28, p. 893–904, 2008.

MARENGO, J. A.; JONES, R.; ALVES, L. M.; VALVERDE, M. C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 3, p. 317–319, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/joc.1861>>.

MARENGO, J. A.; RUSTICUCCI, M.; PENALBA, O.; RENOM, M. An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: Part 2: Historical trends. **Climatic Change**, v. 98, n. 3, p. 509–529, 2010.

MATSUURA, K.; WILLMOTT, C. Terrestrial air temperature and precipitation: 1900-2008 gridded monthly time series (V2.01). **Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware**, 2009. [http://climate.geog.udel.edu/~climate/html\\_pages/archive.html](http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/archive.html).

MELO, M. M. M. S.; DOS SANTOS, C. A. C.; DE OLINDA, R. A.; SILVA, M. T.; ABRAHÃO, R.; RUIZ-ALVAREZ, O. Trends in temperature and rainfall extremes near the artificial Sobradinho lake, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 3, p. 426–440, 2018.

- MESEGUER-RUIZ, O.; PONCE-PHILIMON, P. I.; QUISPE-JOFRÉ, A. S.; GUIJARRO, J. A.; SARRICOLEA, P. Spatial behaviour of daily observed extreme temperatures in Northern Chile (1966–2015): data quality, warming trends, and its orographic and latitudinal effects. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, p. 1–21, 2018.
- MIN, S. K.; ZHANG, X.; ZWIERS, F. W.; HEGERL, G. C. Human contribution to more-intense precipitation extremes. **Nature**, v. 470, n. 7334, p. 378–381, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nature09763>>.
- MISRA, V.; MICHAEL, J. P.; BOYLES, R.; CHASSIGNET, E. P.; GRIFFIN, M.; O'BRIEN, J. J. Reconciling the spatial distribution of the surface temperature trends in the Southeastern United States. **Journal of Climate**, v. 25, n. 10, p. 3610–3618, 2012.
- MULLER, C. J.; O'GORMAN, P. A.; BACK, L. E. Intensification of precipitation extremes with warming in a cloud-resolving model. **Journal of Climate**, v. 24, n. 11, p. 2784–2800, 2011.
- NATIVIDADE, U. A.; GARCIA, S. R.; TORRES, R. R. Tendência dos índices de extremos climáticos observados e projetados no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 4, p. 600–614, 2017.
- O'GORMAN, P. A.; SCHNEIDER, T. The hydrological cycle over a wide range of climates simulated with an idealized GCM. **Journal of Climate**, v. 21, n. 15, p. 3815–3832, 2008.
- OLIVEIRA, P. T.; SANTOS E SILVA, C. M.; LIMA, K. C. Climatology and trend analysis of extreme precipitation in subregions of Northeast Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 130, n. 1–2, p. 77–90, 2017. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00704-016-1865-z>>
- PALL, P.; ALLEN, M. R.; STONE, D. A. Testing the Clausius-Clapeyron constraint on changes in extreme precipitation under CO<sub>2</sub> warming. **Climate Dynamics**, v. 28, n. 4, p. 351–363, 2007.
- PAN, Z.; ARRITT, R. W.; TAKLE, E. S.; GUTOWSKI, W. J.; ANDERSON, C. J.; SEGAL, M. Altered hydrologic feedback in a warming climate introduces a “warming hole”. **Geophysical Research Letters**, v. 31, n. 17, p. 2–5, 2004.

PEDRON, I. T.; SILVA DIAS, M. A. F.; DE PAULA DIAS, S.; CARVALHO, L. M. V.; FREITAS, E. D. Trends and variability in extremes of precipitation in Curitiba - Southern Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 3, p. 1250–1264, 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.4773>>

PETERSON, T. C.; TAYLOR, M. A.; DEMERITTE, R.; DUNCOMBE, D. L.; BURTON, S.; THOMPSON, F.; PORTER, A.; MERCEDES, M.; VILLEGAS, E.; FILS, R. S.; TANK, A. K.; MARTIS, A.; WARNER, R.; JOYETTE, A.; MILLS, W.; ALEXANDER, L.; GLEASON, B. Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 107, n. 21, p. 1–9, 2002.

PETERSON, T. C.; MANTON, M. J. Monitoring Changes in Climate Extremes: A Tale of International Collaboration. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 89, n. 9, p. 1266–1271, 2008.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. Tendência das séries temporais de precipitação da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 3, p. 281–290, 2013.

POLI, P.; HERBACH, H.; DEE, D. P.; BERRISFORD, P.; SIMMONS, A. J.; VITART, F.; LALOYAUX, P.; TAN, D. G. H.; PEUBEY, C.; THÉPAUT, J. N.; TRÉMOLET, Y.; HÓLM, E. V.; BONAVIDA, M.; ISAKSEN, L.; FISHER, M. ERA-20C: An atmospheric reanalysis of the twentieth century. **Journal of Climate**, v. 29, n. 11, p. 4083–4097, 2016.

PORTMANN, R. W.; SOLOMON, S.; HEGERL, G. C. Spatial and seasonal patterns in climate change, temperatures, and precipitation across the United States. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 18, p. 7324–7329, 2009.

RE, M.; BARROS, V. R. Extreme rainfalls in SE South America. **Climatic Change**, v. 96, n. 1, p. 119–136, 2009.

REGOTO, P.; DEREZYNSKI, C.; SILVA, W. L.; SANTOS, R.; CONFALONIERI, U. Trends in Extreme Precipitation over Espírito Santo State - Southeast Brazil. v. 41, p. 365–381, 2018.

ROBINE, J. M.; CHEUNG, S. L. K.; LE ROY, S.; VAN OYEN, H.; GRIFFITHS, C.; MICHEL, J. P.; HERRMANN, F. R. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. **Comptes Rendus - Biologies**, v. 331, n. 2, p. 171–178, 2008.

RUSSO, S.; DOSIO, A.; BARBOSA, P.; VOGT, J. Extreme heat waves in present climate and their projection in a warming Mediterranean region. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 16, p. 2014, 2014.

RUSTICUCCI, M.; RENOM, M. Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay. **Int. J. Climatol**, v. 28, p. 1083–1095, 2008. Disponível em: <[http://precisrcm.com/multimodel/fowler08\\_submitted.pdf](http://precisrcm.com/multimodel/fowler08_submitted.pdf)>.

SÁ, E. A. S.; MOURA, C. N.; PADILHA, V. L.; CAMPOS, C. G. C. Trends in daily precipitation in highlands region of Santa Catarina southern Brazil. **Ambiente e Água**, 2018.

SALVADOR, M. de A.; DE BRITO, J. I. B. Trend of annual temperature and frequency of extreme events in the MATOPIBA region of Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 133, n. 1–2, p. 253–261, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00704-017-2179-5>>

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64–73, 2016.

SANTOS, D. N.; SILVA, V. D. P. R.; SOUSA, F. D. A. S.; SILVA, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 83, p. 492–500, 2010.

SAURRAL, R. I.; CAMILLONI, I. A.; BARROS, V. R. Low-frequency variability and trends in centennial precipitation stations in southern South America. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 4, p. 1774–1793, 2017.

SCHLEUSSNER, C.; PFLEIDERER, P.; FISCHER, E. M. Half a degree makes a difference in the observational record. **Nature Publishing Group**, v. 7, n. 7, p. 1–5, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nclimate3320>>.

SCHNEIDER, U.; BECKER, A.; FINGER, P.; MEYER-CHRISTOFFER, A.; ZIESE, M.; RUDOLF, B. GPCP's new land surface precipitation climatology based on quality-controlled in situ data and its role in quantifying the global water cycle. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 115, n. 1–2, p. 15–40, 2014.

SEN, P.K. Estimates of the Regression Coefficient based on Kendall's Tau. **Journal of American Statistics Association**, v. 63, pp. 1379-1389, 1968.

SENEVIRATNE, S.I.; NICHOLLS, N.; EASTERLING, D.; GOODESS, C.M.; KANAE, S.; KOSSIN, J.; LUO, Y.; MARENGO, J.; MCINNES, K.; RAHIMI, M.; REICHSTEIN, M.; SORTEBERG, A.; VERA, C.; ZHANG, X.: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B.; Barros, V.; Stocker, T.F.; Qin, D.; Dokken, D.J.; Ebi, K.L.; Mastrandrea, M.D.; Mach, K.J.; Plattner, G.-K.; Allen, S.K.; Tignor, M.; Midgley, P.M. (eds.)]. **A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230, 2012.

SILVA DIAS, M. A. F.; DIAS, J.; CARVALHO, L. M. V.; FREITAS, E. D.; SILVA DIAS, P. L. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, v. 116, n. 3-4, p. 705-722, 2013.

SILVA, G. B.; AZEVEDO, P. V. Índices de Tendências de mudanças climáticas no estado da Bahia. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 5, n. 3, p. 141-151, 2008.

SILVA, V. D. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 58, n. 4, p. 575-596, 2004.

SIMOLO, C.; BRUNETTI, M.; MAUGERI, M.; NANNI, T. Evolution of extreme temperatures in a warming climate. **Geophysical Research Letters**, v. 38, n. 16, 2011.

SKANSI, M. de los M.; BRUNET, M.; SIGRÓ, J.; AGUILAR, E.; AREVALO GROENING, J. A.; BENTANCUR, O. J.; CASTELLÓN GEIER, Y. R.; CORREA AMAYA, R. L.; JÁCOME, H.; MALHEIROS RAMOS, A.; ORIA ROJAS, C.; PASTEN, A. M.; SALLONS MITRO, S.; VILLAROEL JIMÉNEZ, C.; MARTÍNEZ, R.; ALEXANDER, L. V.; JONES, P. D. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. **Global and Planetary Change**, v. 100, p. 295-307, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.11.004>>.

SUN, Y.; ZHANG, X.; REN, G.; ZWIERS, F. W.; HU, T. Contribution of urbanization to warming in China. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 7, p. 706–709, 2016.

TEIXEIRA, M. da S.; SATYAMURTY, P. Trends in the frequency of intense precipitation events in southern and southeastern Brazil during 1960-2004. **Journal of Climate**, v. 24, n. 7, p. 1913–1921, 2011.

TRENBERTH, K. E. Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change. **Climatic Change**, v. 42, p. 327–339, 1999.

TRENBERTH, K.E.; JONES, P.D.; AMBENJE, P.; BOJARIU, R.; EASTERLING, D.; KLEIN TANK, A.; PARKER, D.; RAHIMZADEH, F.; RENWICK, J.A.; RUSTICUCCI, M.; SODEN, B.; ZHAI, P.: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

VÁSQUEZ P., I. L.; DE ARAUJO, L. M. N.; MOLION, L. C. B.; DE ARAUJO ABDALAD, M.; MOREIRA, D. M.; SANCHEZ, A.; BARBOSA, H. A.; ROTUNNO FILHO, O. C. Historical analysis of interannual rainfall variability and trends in southeastern Brazil based on observational and remotely sensed data. **Climate Dynamics**, v. 50, n. 3–4, p. 801–824, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00382-017-3642-9>>

VERA, C. S.; DÍAZ, L. Anthropogenic influence on summer precipitation trends over South America in CMIP5 models. **International Journal of Climatology**, v. 35, n. 10, p. 3172–3177, 2015.

VICENTE-SERRANO, S. M.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; CORREA, K.; AVALOS, G.; BAZO, J.; AZORIN-MOLINA, C.; DOMÍNGUEZ-CASTRO, F.; KENAWY, A. El; GIMENO, L.; NIETO, R. Recent changes in monthly surface air temperature over Peru, 1964-2014. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 1, p. 283–306, 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.5176>>

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.; ANUNCIACÃO, Y. M. T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J. L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, J.; TREBEJO, I.; BIDEGAIN, M.; HAYLOCK, M. R.; KAROLY, D. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. **Journal of Climate**, v. 18, n. 23, p. 5011–5023, 2005. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/JCLI3589.1>>.

WAN, H.; ZHANG, X.; ZWIERS, F. Human influence on Canadian temperatures. **Climate Dynamics**, v. 52, n. 1–2, p. 479–494, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00382-018-4145-z>>.

WU, Y.; POLVANI, L. M. Recent trends in extreme precipitation and temperature over Southeastern South America: The dominant role of stratospheric ozone depletion in the CESM large ensemble. **Journal of Climate**, v. 30, n. 16, p. 6433–6441, 2017.

ZANDONADI, L.; ACQUAOTTA, F.; FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. Changes in precipitation extremes in Brazil (Paraná River Basin). **Theoretical and Applied Climatology**, n. 2000, 2015.

ZHANG, X.; YANG, F. RClimDex (1.0) – User Manual. Climate Research Branch Environment. Canada Downsview, 2004.

ZHANG, X.; ALEXANDER, L.; HEGERL, G. C.; JONES, P.; TANK, A. K.; PETERSON, T. C.; TREWIN, B.; ZWIERS, F. W. Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 2, n. 6, p. 851–870, 2011.

ZILLI, M. T.; CARVALHO, L. M. V.; LIEBMANN, B.; SILVA DIAS, M. A. A comprehensive analysis of trends in extreme precipitation over southeastern coast of Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 5, p. 2269–2279, 2016.

ZUBIETA, R.; SAAVEDRA, M.; SILVA, Y.; GIRÁLDEZ, L. Spatial analysis and temporal trends of daily precipitation concentration in the Mantaro River basin: central Andes of Peru. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 31, n. 6, p. 1305–1318, 2017. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00477-016-1235-5>>

Apêndice I – Informações referentes às estações meteorológicas do INMET e postos pluviométricos da ANA utilizadas para o cálculo dos indicadores de extremos climáticos neste trabalho, como: numeração (coluna 1), região (coluna 2), estado (coluna 3), nome (coluna 4), latitude (coluna 5), longitude (coluna 6), variável descartada (coluna 7 – em itálico) e período total de dados (coluna 8).

Nº	Região	Estado	Nome	Lat [°]	Lon [°]	Var Descartada	Período
INMET							
1	Sudeste	ES	Sao Mateus	-18,7	-39,85		1970-2017
2	Sudeste	ES	Vitoria	-20,31	-40,31		1961-2017
3	Sudeste	RJ	Avelar	-22,35	-43,41		1985-2017
4	Sudeste	RJ	Campos	-21,74	-41,33		1961-2017
5	Sudeste	RJ	Cordeiro	-22,02	-42,36		1971-2017
6	Sudeste	RJ	Itaperuna	-21,2	-41,9		1961-2017
7	Sudeste	RJ	Resende	-22,45	-44,44		1961-2017
8	<i>Sudeste</i>	<i>RJ</i>	<i>Rio de Janeiro</i>	-22,89	-43,18	<i>TEX</i>	<i>1961-2017</i>
9	Sudeste	SP	Avare	-23,08	-48,91		1968-2014
10	<i>Sudeste</i>	<i>SP</i>	<i>Campos do Jordao</i>	-22,75	-45,6	<i>TEX</i>	<i>1961-2017</i>
11	Sudeste	SP	Catanduva	-21,11	-48,93		1961-2017
12	Sudeste	SP	Franca	-20,58	-47,36		1961-2017
13	Sudeste	SP	Guarulhos	-23,43	-46,46		1983-2014
14	Sudeste	SP	Presidente Prudente	-22,11	-51,38		1961-2012
15	Sudeste	SP	Sao Carlos	-21,96	-47,86		1961-2017
16	Sudeste	SP	Sao Paulo Mir de Santana	-23,5	-46,61		1961-2017
17	Sudeste	SP	Sao Simao	-21,48	-47,55		1961-2017
18	Sudeste	SP	Sorocaba	-23,48	-47,43		1961-2017
19	Sudeste	SP	Votuporanga	-20,41	-49,98		1976-2017
20	Sudeste	MG	Aimores	-19,49	-41,07		1972-2014
21	Sudeste	MG	Aracuai	-16,83	-42,05		1961-2017
22	Sudeste	MG	Araxa	-19,6	-46,94		1971-2017
23	Sudeste	MG	Arinos	-15,91	-46,1		1976-2017

24	Sudeste	MG	Bambui	-20,03	-45		1961-2017
25	Sudeste	MG	Barbacena	-21,25	-43,76		1961-2017
26	Sudeste	MG	Belo Horizonte	-19,93	-43,93		1961-2017
27	Sudeste	MG	Bom Despacho	-19,68	-45,36		1981-2017
28	Sudeste	MG	C do Mato Dentro	-19,02	-43,43		1961-2017
29	Sudeste	MG	Caldas	-21,91	-46,38		1961-2015
30	Sudeste	MG	Caparaó	-20,51	-41,9		1973-2017
31	Sudeste	MG	Capinópolis	-18,71	-49,55		1970-2017
32	Sudeste	MG	Caratinga	-19,73	-42,13		1961-2017
33	Sudeste	MG	Carbonita	-17,53	-43		1981-2017
34	Sudeste	MG	Coronel Pacheco	-21,55	-43,26		1966-2009
35	Sudeste	MG	Curvelo	-18,75	-44,45		1961-2017
36	Sudeste	MG	Diamantina	-18,23	-43,64		1961-2017
37	Sudeste	MG	Divinópolis	-20,17	-44,87		1996-2017
38	Sudeste	MG	Espinosa	-14,91	-42,8		1974-2017
39	<i>Sudeste</i>	<i>MG</i>	<i>Florestal</i>	<i>-19,88</i>	<i>-44,41</i>	<i>TEX</i>	<i>1961-2017</i>
40	<i>Sudeste</i>	<i>MG</i>	<i>Formoso</i>	<i>-14,93</i>	<i>-46,25</i>	<i>TEX</i>	<i>1976-2017</i>
41	Sudeste	MG	Frutal	-20,03	-48,93		1961-2013
42	<i>Sudeste</i>	<i>MG</i>	<i>Ibirite</i>	<i>-20,01</i>	<i>-44,05</i>	<i>TEX</i>	<i>1962-2017</i>
43	Sudeste	MG	Itamarandiba	-17,85	-42,85		1961-2017
44	Sudeste	MG	Ituiutaba	-18,95	-49,52		1980-2014
45	Sudeste	MG	Janauba	-15,8	-43,29		1977-2016
46	Sudeste	MG	Januária	-15,45	-44		1961-2017
47	Sudeste	MG	João Pinheiro	-17,73	-46,17		1961-2017
48	Sudeste	MG	Juiz de Fora	-21,76	-43,36		1961-2017
49	Sudeste	MG	Juramento	-16,77	-43,66		1987-2017
50	Sudeste	MG	Lambari	-21,94	-45,31		1977-2010
51	Sudeste	MG	Lavras	-21,75	-45		1961-2017

52	Sudeste	MG	Machado	-21,68	-45,94	1961-2017
53	Sudeste	MG	Mocambinho	-15,08	-44,01	1976-2012
54	Sudeste	MG	Monte Azul	-15,16	-42,86	1974-2015
55	Sudeste	MG	Montes Claros	-16,68	-43,84	1961-2017
56	Sudeste	MG	Paracatu	-17,24	-46,88	1973-2017
57	Sudeste	MG	Patos de Minas	-18,51	-46,43	1961-2017
58	Sudeste	MG	Pedra Azul	-16	-41,28	1972-2017
59	Sudeste	MG	Pirapora	-17,35	-44,91	1961-2017
60	Sudeste	MG	Pompeu	-19,21	-45	1973-2015
61	Sudeste	MG	Salinas	-16,15	-42,28	1961-2017
62	Sudeste	MG	Sao Lourenco	-22,1	-45,01	1961-2017
63	Sudeste	MG	Sete Lagoas	-19,46	-44,25	1961-2016
64	Sudeste	MG	Uberaba	-19,73	-47,95	1961-2017
65	Sudeste	MG	Unai	-16,36	-46,88	1978-2017
66	Sudeste	MG	Vicosa	-20,76	-42,86	1961-2017
67	Sul	PR	Campo Mourao	-24,05	-52,36	1961-2016
68	Sul	PR	Castro	-24,78	-50	1961-2017
69	Sul	PR	Curitiba	-25,43	-49,26	1961-2017
70	Sul	PR	Irati	-25,46	-50,63	1966-2017
71	Sul	PR	Ivai	-25	-50,86	1961-2017
72	Sul	PR	Londrina	-23,31	-51,13	1961-2017
73	Sul	PR	Maringa	-23,4	-51,91	1961-2017
74	Sul	PR	Paranagua	-25,53	-48,51	1961-2017
75	Sul	RS	Bage	-31,33	-54,1	1961-2017
76	Sul	RS	Bento Goncalves	-29,15	-51,51	1961-2017
77	Sul	RS	Bom Jesus	-28,66	-50,43	1961-2017
78	Sul	RS	Caxias do Sul	-29,16	-51,2	1961-2017
79	Sul	RS	Cruz Alta	-28,63	-53,6	1961-2017

80	Sul	RS	Encruzilhada do Sul	-30,53	-52,51		1961-2017
81	Sul	RS	Irai	-27,18	-53,23		1961-2017
82	Sul	RS	Passo Fundo	-28,21	-52,4		1961-2017
83	Sul	RS	Porto Alegre	-30,05	-51,16		1961-2017
84	Sul	RS	Rio Grande	-32,03	-52,11		1961-2015
85	Sul	RS	Santa Maria	-29,7	-53,7		1961-2017
86	Sul	RS	Santa Vitoria do Palmar	-33,51	-53,35		1961-2017
87	Sul	RS	Sao Luiz Gonzaga	-28,4	-55,01		1961-2017
88	Sul	RS	Torres	-29,35	-49,73		1961-2017
89	Sul	RS	Uruguaiana	-29,75	-57,08		1961-2017
90	Sul	SC	Campos Novos	-27,38	-51,2		1961-2016
91	Sul	SC	Chapeco	-27,11	-52,61		1973-2017
92	Sul	SC	Florianopolis	-27,58	-48,56		1961-2017
93	Sul	SC	Indaial	-26,9	-49,21		1970-2017
94	Sul	SC	Lages	-27,81	-50,33		1961-2017
95	Sul	SC	Sao Joaquim	-28,3	-49,93		1961-2017
96	<i>Sul</i>	<i>SC</i>	<i>Urussanga</i>	<i>-28,51</i>	<i>-49,31</i>	<i>TEX</i>	<i>1961-2017</i>
97	Centro-Oeste	DF	Brasilia	-15,78	-47,92		1961-2017
98	Centro-Oeste	DF	Roncador	-15,93	-47,88		1995-2016
99	Centro-Oeste	GO	Aragarcas	-15,9	-52,23		1970-2017
100	Centro-Oeste	GO	Catalao	-18,18	-47,95		1961-2017
101	Centro-Oeste	GO	Formosa	-15,54	-47,33		1961-2017
102	Centro-Oeste	GO	Goiania	-16,66	-49,25		1961-2017
103	Centro-Oeste	GO	Goiias	-15,91	-50,13		1961-2017
104	Centro-Oeste	GO	Ipameri	-17,71	-48,16		1977-2017
105	Centro-Oeste	GO	Jatai	-17,91	-51,71		1978-2017
106	Centro-Oeste	GO	Pirenopolis	-15,85	-48,96		1977-2017
107	Centro-Oeste	GO	Posse	-14,1	-46,36		1967-2017

108	Centro-Oeste	GO	Rio Verde	-17,8	-50,91		1971-2017
109	Centro-Oeste	MS	Corumba	-19,02	-57,67		1961-2014
110	Centro-Oeste	MS	Ivinhema	-22,3	-53,81		1966-2014
111	<i>Centro-Oeste</i>	<i>MS</i>	<i>Nhumirim</i>	<i>-18,98</i>	<i>-56,62</i>	<i>TX</i>	<i>1993-2017</i>
112	Centro-Oeste	MS	Paranaiba	-19,75	-51,18		1971-2017
113	Centro-Oeste	MT	Caceres	-16,05	-57,68		1961-2014
114	Centro-Oeste	MT	Cuiaba	-15,61	-56,1		1961-2017
115	Centro-Oeste	MT	Diamantino	-14,4	-56,45		1961-2017
116	<i>Centro-Oeste</i>	<i>MT</i>	<i>Gleba Celeste</i>	<i>-12,28</i>	<i>-55,29</i>	<i>TEX</i>	<i>1972-2014</i>
117	<i>Centro-Oeste</i>	<i>MT</i>	<i>Matupa</i>	<i>-10,25</i>	<i>-54,91</i>	<i>PREC</i>	<i>1987-2017</i>
118	Centro-Oeste	MT	Nova Xavantina	-14,7	-52,35		1987-2017
119	Centro-Oeste	MT	Padre Ricardo Remetter	-15,78	-56,06		1987-2017
120	Centro-Oeste	MT	Poxoreo	-15,83	-54,38		1976-2017
121	Norte	AC	Cruzeiro do Sul	-7,6	-72,66		1961-2016
122	Norte	AC	Rio Branco	-9,96	-67,8		1969-2017
123	Norte	AC	Tarauaca	-8,16	-70,76		1969-2017
124	Norte	AM	Barcelos	-0,96	-62,91		1961-2017
125	Norte	AM	Benjamin Constant	-4,38	-70,03		1961-2017
126	Norte	AM	Coari	-4,08	-63,13		1961-2016
127	Norte	AM	Codajas	-3,83	-62,08		1976-2017
128	Norte	AM	Eirunepe	-6,66	-69,86		1974-2017
129	Norte	AM	Fonte Boa	-2,53	-66,16		1961-2017
130	Norte	AM	Iauarete	0,61	-69,18		1961-2016
131	Norte	AM	Itacoatiara	-3,13	-58,43		1961-2017
132	Norte	AM	Labrea	-7,25	-64,83		1973-2017
133	Norte	AM	Manaus	-3,1	-60,01		1961-2017
134	Norte	AM	Manicore	-5,81	-61,3		1967-2017
135	Norte	AM	Parintins	-2,63	-56,73		1961-2016

136	Norte	AM	S G da Cachoeira	-0,11	-67		1961-2017
137	Norte	AM	Tefe	-3,83	-64,7		1969-2017
138	Norte	AP	Macapa	-0,05	-51,11		1967-2017
139	Norte	PA	Altamira	-3,21	-52,21		1961-2017
140	Norte	PA	Belem	-1,43	-48,43		1961-2017
141	Norte	PA	Belterra	-2,63	-54,95		1971-2017
142	Norte	PA	Breves	-1,68	-50,48		1968-2017
143	Norte	PA	Cameta	-2,25	-49,5		1970-2017
144	Norte	PA	Conceicao do Araguaia	-8,26	-49,26		1961-2017
145	Norte	PA	Itaituba	-4,28	-55,98		1961-2017
146	Norte	PA	Maraba	-5,36	-49,13		1973-2017
147	Norte	PA	Monte Alegre	-2	-54,1		1974-2017
148	Norte	PA	Obidos	-1,91	-55,51		1970-2017
149	Norte	PA	Porto de Moz	-1,73	-52,23		1963-2017
150	Norte	PA	Sao Felix do Xingu	-6,63	-51,96	TN,TEX	1972-2017
151	Norte	PA	Soure	-0,73	-48,51		1961-2017
152	Norte	PA	Tracuateua	-1,06	-46,9		1972-2017
153	Norte	PA	Tucuruí	-3,76	-49,66		1970-2017
154	Norte	RR	Boa Vista	2,82	-60,66		1961-2017
155	Norte	RR	Caracarai	1,83	-61,12		1970-2017
156	Norte	TO	Araguaina	-7,2	-48,2		1980-2017
157	Norte	TO	Palmas	-10,19	-48,3		1994-2017
158	Norte	TO	Pedro Afonso	-8,96	-48,18		1977-2017
159	Norte	TO	Peixe	-12,01	-48,35		1975-2017
160	Norte	TO	Porto Nacional	-10,71	-48,41		1961-2017
161	Norte	TO	Taguatinga	-12,4	-46,41		1961-2017
162	Nordeste	AL	Agua Branca	-9,28	-37,9	TEX	1977-2017
163	Nordeste	AL	Maceio	-9,66	-35,7		1961-2017

164	Nordeste	AL	Palmeira dos Indios	-9,44	-36,7		1961-2017
165	<i>Nordeste</i>	<i>AL</i>	<i>Pao de Acucar</i>	-9,75	-37,43	<i>TEX</i>	1977-2017
166	<i>Nordeste</i>	<i>AL</i>	<i>Porto de Pedras</i>	-9,18	-35,43	<i>TN,TEX</i>	1961-2017
167	Nordeste	BA	Alagoinhas	-12,14	-38,42		1961-2017
168	Nordeste	BA	Barra	-11,08	-43,16		1977-2017
169	Nordeste	BA	Barreiras	-12,15	-45		1961-2017
170	Nordeste	BA	Bom Jesus da Lapa	-13,26	-43,41		1969-2017
171	Nordeste	BA	Caetite	-14,06	-42,48		1961-2017
172	Nordeste	BA	Canavieiras	-15,66	-38,95		1977-2017
173	Nordeste	BA	Caravelas	-17,73	-39,25		1961-2017
174	Nordeste	BA	Carinhanha	-14,28	-43,76		1977-2017
175	Nordeste	BA	Cipo	-11,08	-38,51		1961-2017
176	Nordeste	BA	Correntina	-13,33	-44,61		1977-2017
177	<i>Nordeste</i>	<i>BA</i>	<i>Cruz das Almas</i>	-12,66	-39,08	<i>TEX</i>	1961-2017
178	Nordeste	BA	Guaratinga	-16,73	-39,54		1977-2017
179	Nordeste	BA	Irece	-11,3	-41,86		1973-2017
180	Nordeste	BA	Itaberaba	-12,51	-40,28		1961-2017
181	Nordeste	BA	Itirucu	-13,35	-40,11		1961-2016
182	Nordeste	BA	Ituacu	-13,81	-41,3		1977-2017
183	Nordeste	BA	Jacobina	-11,18	-40,46		1961-2017
184	Nordeste	BA	Lencois	-12,56	-41,38		1961-2017
185	Nordeste	BA	Monte Santo	-10,43	-39,29		1961-2017
186	Nordeste	BA	Morro do Chapéu	-11,21	-41,21		1961-2017
187	Nordeste	BA	Paulo Afonso	-9,36	-38,21		1962-2015
188	Nordeste	BA	Remanso	-9,63	-42,1		1961-2017
189	Nordeste	BA	Salvador	-13,01	-38,53		1963-2017
190	Nordeste	BA	Santa Rita de Cassia	-11,01	-44,51		1961-2017
191	Nordeste	BA	Senhor do Bonfim	-10,46	-40,18		1961-2017



192	Nordeste	BA	Serrinha	-11,63	-38,96		1961-2017
193	Nordeste	BA	Vitoria da Conquista	-14,88	-40,79		1975-2017
194	Nordeste	CE	Barbalha	-7,31	-39,3		1973-2017
195	Nordeste	CE	Campos Sales	-7	-40,38		1962-2017
196	Nordeste	CE	Crateus	-5,16	-40,66		1962-2017
197	Nordeste	CE	Fortaleza	-3,81	-38,53		1961-2017
198	Nordeste	CE	Guaramiranga	-4,28	-39		1961-2017
199	Nordeste	CE	Iguatu	-6,36	-39,29		1961-2017
200	Nordeste	CE	Jaguaruana	-4,78	-37,76		1969-2017
201	<i>Nordeste</i>	<i>CE</i>	<i>Morada Nova</i>	<i>-5,11</i>	<i>-38,36</i>	<i>TEX</i>	<i>1962-2017</i>
202	Nordeste	CE	Quixeramobim	-5,16	-39,28		1961-2017
203	Nordeste	CE	Sobral	-3,73	-40,33		1961-2017
204	Nordeste	CE	Taua	-6	-40,41		1964-2017
205	Nordeste	MA	Alto Parnaiba	-9,1	-45,93		1976-2017
206	Nordeste	MA	Bacabal	-4,21	-44,76		1976-2017
207	Nordeste	MA	Balsas	-7,53	-46,03		1976-2017
208	Nordeste	MA	Barra do Corda	-5,5	-45,23		1961-2017
209	Nordeste	MA	Carolina	-7,33	-47,46		1961-2017
210	Nordeste	MA	Caxias	-4,86	-43,35		1961-2017
211	Nordeste	MA	Chapadinha	-3,73	-43,35		1976-2017
212	Nordeste	MA	Colinas	-6,03	-44,25		1976-2017
213	Nordeste	MA	Imperatriz	-5,53	-47,48		1961-2017
214	Nordeste	MA	Sao Luis	-2,53	-44,21		1961-2017
215	Nordeste	MA	Turacu	-1,56	-45,36		1961-2017
216	Nordeste	MA	Ze Doca	-3,26	-45,65		1975-2017
217	Nordeste	PB	Campina Grande	-7,22	-35,88		1963-2017
218	Nordeste	PB	Joao Pessoa	-7,1	-34,86		1961-2017
219	Nordeste	PB	Monteiro	-7,88	-37,06		1962-2017

220	Nordeste	PB	Patos	-7,01	-37,26		1975-2017
221	<i>Nordeste</i>	<i>PB</i>	<i>Sao Goncalo</i>	-6,75	-38,21	<i>TEX</i>	<i>1961-2017</i>
222	Nordeste	PI	Bom Jesus do Piaui	-9,1	-44,11		1971-2017
223	<i>Nordeste</i>	<i>PI</i>	<i>Caldeirao</i>	-4,28	-41,8	<i>TX</i>	<i>1979-2014</i>
224	Nordeste	PI	Caracol	-9,28	-43,33		1976-2017
225	Nordeste	PI	Esperantina	-3,9	-42,25		1979-2016
226	Nordeste	PI	Floriano	-6,76	-43,01		1970-2017
227	Nordeste	PI	Luzilandia	-3,41	-42,28		1979-2016
228	<i>Nordeste</i>	<i>PI</i>	<i>Parnaiba</i>	-3,08	-41,76	<i>TEX</i>	<i>1971-2017</i>
229	Nordeste	PI	Paulistana	-8,13	-41,13		1976-2017
230	Nordeste	PI	Picos	-7,03	-41,48		1965-2017
231	Nordeste	PI	Piripiri	-4,26	-41,78		1976-2017
232	Nordeste	PI	Sao Joao do Piaui	-8,35	-42,25		1976-2017
233	Nordeste	PI	Teresina	-5,08	-42,81		1961-2017
234	Nordeste	PI	Vale do Gurgueia	-8,41	-43,71		1979-2016
235	Nordeste	RN	Apodi	-5,61	-37,81		1962-2017
236	Nordeste	RN	Ceara Mirim	-5,65	-35,65		1971-2017
237	Nordeste	RN	Cruzeta	-6,43	-36,58		1962-2017
238	Nordeste	RN	Florania	-6,11	-36,81		1963-2017
239	Nordeste	RN	Macau	-5,15	-36,57		1961-2017
240	Nordeste	RN	Natal	-5,91	-35,2		1961-2017
241	Nordeste	RN	Serido	-6,46	-37,08		1991-2017
242	Nordeste	SE	Aracaju	-10,95	-37,04		1961-2017
243	Nordeste	SE	Itabaianinha	-11,11	-37,81		1963-2017
244	Nordeste	SE	Propria	-10,21	-36,84		1963-2017
245	<i>Nordeste</i>	<i>PE</i>	<i>Arcoverde</i>	-8,41	-37,08	<i>TEX</i>	<i>1973-2017</i>
246	<i>Nordeste</i>	<i>PE</i>	<i>Cabrobo</i>	-8,51	-39,33	<i>TEX</i>	<i>1961-2017</i>
247	<i>Nordeste</i>	<i>PE</i>	<i>Garanhuns</i>	-8,88	-36,51	<i>TEX</i>	<i>1963-2017</i>

248	Nordeste	PE	Ouricuri	-7,9	-40,04	1975-2017
249	Nordeste	PE	Petrolina	-9,38	-40,48	1962-2017
250	Nordeste	PE	Recife	-8,05	-34,95	1961-2017
251	Nordeste	PE	Surubim	-7,83	-35,71	1961-2017
252	Nordeste	PE	Triunfo	-7,81	-38,11	1961-2017
ANA						
1	Norte	RR	Fazenda Sao Lucas	-0,23	-60,69	1989-2018
2	Norte	RR	Terra Preta	-0,87	-61,93	1989-2018
3	Norte	RR	Sitio Santa Maria	0,81	-59,43	1989-2018
4	Norte	RR	Missao Surucucu	2,84	-63,64	1984-2018
5	Norte	RR	Maloca do Erico	3,63	-62,4	1992-2018
6	Norte	RR	Vila Surumu	4,2	-60,79	1984-2018
7	Norte	RR	Missao Auaris Jusante	4	-64,44	1995-2018
8	Norte	AM	Cumaru	-0,6	-63,4	1977-2018
9	Norte	AM	Tapuruquara	-0,42	-65,02	1982-2018
10	Norte	AM	Posto Abonari	-1,3	-60,4	1977-2018
11	Norte	AM	Moura	-1,46	-61,63	1979-2018
12	Norte	AM	Carvoeiro	-1,39	-61,98	1977-2018
13	Norte	AM	Umanapana	-1,89	-62,44	1982-2018
14	Norte	AM	Maraa	-1,86	-65,59	1977-2018
15	Norte	AM	Acanaui	-1,82	-66,6	1973-2018
16	Norte	AM	Vila Bittencourt	-1,39	-69,43	1977-2018
17	Norte	AM	Mangueira	-1,73	-69,12	1989-2018
18	Norte	AM	Nhamunda	-2,19	-56,71	1982-2018
19	Norte	AM	Urucara	-2,54	-57,76	1977-2018
20	Norte	AM	Barreirinha	-2,79	-57,06	1982-2018
21	Norte	AM	Boa Vista do Ramos	-2,97	-57,59	1989-2018
22	Norte	AM	Mocambo	-2,46	-57,28	1989-2018

23	Norte	AM	Cachoeira Morena	-2,1	-59,34	1974-2018
24	Norte	AM	Rio Preto da Eva	-2,7	-59,7	1994-2018
25	Norte	AM	Novo Airao	-2,62	-60,95	1982-2018
26	Norte	AM	Presidente Figueiredo	-2,04	-60,03	1985-2018
27	Norte	AM	Baruri	-2,02	-61,54	1982-2018
28	Norte	AM	Sao Pedro	-2,35	-65,12	1982-2018
29	Norte	AM	Porto Antunes	-2,89	-66,95	1979-2018
30	Norte	AM	Espirito Santo	-2,75	-67,57	1992-2018
31	Norte	AM	Boa Uniao	-2,88	-68,8	1982-2018
32	Norte	AM	Maues	-3,4	-57,72	1980-2018
33	Norte	AM	Mucaja	-3,9	-57,5	1989-2018
34	Norte	AM	Menino Deus	-3,77	-57,3	1995-2018
35	Norte	AM	Balsa do Rio Urubu	-2,91	-59,04	1977-2018
36	Norte	AM	Osorio Fonseca	-3,82	-58,29	1982-2018
37	Norte	AM	Nova Olinda do Norte	-3,88	-59,09	1980-2018
38	Norte	AM	Autazes	-3,58	-59,13	1995-2018
39	Norte	AM	Manacapuru	-3,31	-60,61	1972-2018
40	Norte	AM	Beruri	-3,9	-61,37	1980-2018
41	Norte	AM	Caapiranga	-3,33	-61,21	1982-2018
42	Norte	AM	Badajos	-3,42	-62,68	1982-2018
43	Norte	AM	Barro Alto	-3,88	-63,79	1980-2018
44	Norte	AM	Jutica	-3,59	-64,31	1992-2018
45	Norte	AM	Forte das Gracas	-3,64	-66,1	1977-2018
46	Norte	AM	Martirio	-2,98	-65,94	1992-2018
47	Norte	AM	Santo Antonio do Ica	-3,1	-67,94	1972-2018
48	Norte	AM	Porto Seguro	-3,34	-67,49	1992-2018
49	Norte	AM	Sao Paulo de Olivenca	-3,46	-68,91	1972-2018
50	Norte	AM	Santa Rita do Weil	-3,57	-69,37	1982-2018

51	Norte	AM	Caramuri	-4,23	-58,67	1992-2018
52	Norte	AM	Borba	-4,39	-59,6	1982-2018
53	Norte	AM	Niteroi	-4,75	-59,25	1992-2018
54	Norte	AM	Aruma Jusante	-4,74	-62,15	1982-2018
55	Norte	AM	Beaba	-4,86	-62,87	1988-2018
56	Norte	AM	Estirao da Santa Cruz	-4,29	-65,2	1981-2018
57	Norte	AM	Barreira Alta	-4,22	-67,89	1980-2013
58	Norte	AM	Conceicao Ilha da Nova Sorte	-4,9	-68,66	1991-2018
59	Norte	AM	Estirao do Repouso	-4,38	-70,97	1980-2018
60	Norte	AM	Santa Teresa Nova	-4,13	-70,55	1993-2018
61	Norte	AM	Novo Aripuana	-5,12	-60,38	1972-2013
62	Norte	AM	Recreio Pedreiras	-5,3	-60,7	1992-2018
63	Norte	AM	Monte Alegre	-5,59	-60,37	1992-2018
64	Norte	AM	Seringal Moreira	-5,11	-63,98	1980-2018
65	Norte	AM	Baturite	-5,72	-63,51	1992-2018
66	Norte	AM	Nova Olinda	-5,58	-64,34	1992-2018
67	Norte	AM	Seringal Saudade	-5,95	-64,32	1992-2018
68	Norte	AM	Xibaua	-5,89	-67,86	1978-2018
69	Norte	AM	Marimari	-5,46	-67,41	1992-2018
70	Norte	AM	Nova Colocacao Caxias	-5,38	-69	1982-2018
71	Norte	AM	Palmeiras do Javari	-5,14	-72,81	1982-2018
72	Norte	AM	Santarem Sucunduri	-6,8	-59,04	1975-2018
73	Norte	AM	Seringal Jenipapo	-6	-60,19	1977-2018
74	Norte	AM	Sao Rafael	-6,25	-61,84	1977-2013
75	Norte	AM	Nova Esperanca	-6,36	-61,77	1982-2018
76	Norte	AM	Santos Dumont	-6,44	-68,24	1977-2018
77	Norte	AM	Soledade	-6,61	-69,12	1982-2018
78	Norte	AM	Foz do Gregorio	-6,8	-70,65	1982-2018

79	Norte	AM	Barra do Sao Manuel	-7,34	-58,16	1975-2018
80	Norte	AM	Vila do Apui	-7,2	-59,89	1982-2018
81	Norte	AM	Prainha Velha	-7,21	-60,64	1974-2018
82	Norte	AM	Boca do Guariba	-7,71	-60,58	1977-2018
83	Norte	AM	Fazenda Agua Azul	-7,82	-61,24	1990-2013
84	Norte	AM	Sao Bento	-7,53	-65,35	1982-2018
85	Norte	AM	Seringal Fortaleza	-7,72	-66,98	1975-2018
86	Norte	AM	Fazenda Borangaba	-7,54	-67,48	1984-2018
87	Norte	AM	Envira	-7,43	-70,02	1978-2018
88	Norte	AM	Seringal Santo Amaro	-7,27	-70,98	1989-2018
89	Norte	AM	Ipixuna	-7,05	-71,68	1981-2018
90	Norte	AM	Seringal Boa Fe	-7,24	-72,33	1982-2018
91	Norte	AM	Sitio Vista Alegre	-8,1	-63,65	1980-2016
92	Norte	AM	Fazenda Sheffer	-8,33	-65,72	1982-2018
93	Norte	AM	Boca do Acre	-8,74	-67,4	1972-2018
94	Norte	AM	Sao Romao (Tabocal)	-8,25	-67,37	1989-2018
95	Norte	AM	Restaurante Porteira do Amazonas	-9,5	-67,28	1980-2018
96	Norte	AM	Seringal da Caridade	-9,04	-68,58	1972-2018
97	Norte	AM	Posto Ajuricaba	0,88	-62,62	1982-2018
98	Norte	AM	Balaio	0,39	-66,65	1989-2018
99	Norte	AM	Sao Felipe	0,37	-67,31	1977-2018
100	Norte	AM	Maloca Sao Tome	0,18	-67,95	1982-2018
101	Norte	AM	Taraqua	0,13	-68,54	1961-2018
102	Norte	AM	Marabitana	0,43	-68,83	1992-2014
103	Norte	AM	Pari Cachoeira	0,25	-69,78	1980-2018
104	Norte	AM	Pirarara Poco	0,14	-69,21	1992-2018
105	Norte	AM	Cucui	1,21	-66,85	1980-2018

106	Norte	AM	Missao Icana	1,07	-67,59	1980-2018
107	Norte	AM	Tunui	1,39	-68,15	1980-2018
108	Norte	PA	Fazenda Planalto	-3,45	-47,47	1982-2018
109	Norte	PA	Monte Alegre do Xingu	-4,67	-52,72	1976-2018
110	Norte	PA	Km 60	-5,8	-49,18	1988-2016
111	Norte	PA	Km 1326 BR 163	-5,18	-56,06	1980-2018
112	Norte	PA	Boa Esperanca	-6,7	-51,8	1976-2018
113	Norte	PA	Jacareacanga	-6,24	-57,78	1982-2018
114	Norte	PA	Fazenda Cumarú do Norte	-7,83	-50,83	1989-2018
115	Norte	PA	Km 947 BR 163	-8,19	-55,12	1977-2018
116	Norte	AC	Fazenda Paranacre	-7,95	-71,48	1982-2018
117	Norte	AC	Serra do Moa	-7,44	-73,65	1976-2018
118	Norte	AC	Manoel Urbano	-8,88	-69,27	1981-2018
119	Norte	AC	Thaumaturgo	-8,94	-72,78	1980-2018
120	Norte	AC	Porto Walter	-8,27	-72,73	1982-2018
121	Norte	AC	Vila Capixaba	-10,58	-67,68	1992-2018
122	Norte	AC	Fazenda Canari	-9,57	-68,28	1993-2018
123	Norte	AC	Foz do Breu	-9,4	-72,7	1982-2018
124	Norte	RO	Fabio	-9,68	-61,98	1987-2018
125	Norte	RO	Mineracao Oriente Novo	-9,59	-62,39	1978-2018
126	Norte	RO	Santo Antonio BR 364	-9,26	-63,16	1977-2018
127	Norte	RO	Nova California	-9,76	-66,61	1977-2018
128	Norte	RO	Pedreiras	-9,69	-65,99	1982-2018
129	Norte	RO	Mirante da Serra	-11	-62,66	1983-2018
130	Norte	RO	Escola Caramuru	-10,51	-63,65	1978-2018
131	Norte	RO	Mineracao Ponte Massangana	-9,76	-63,29	1980-2018
132	Norte	RO	Marco Rondon	-12,02	-60,86	1977-2018
133	Norte	RO	Vista Alegre	-11,44	-61,48	1977-2018

134	Norte	RO	Pedras Negras	-12,85	-62,9	1980-2018
135	Norte	RO	Pimenteiras	-13,48	-61,05	1983-2018
136	Norte	MT	Novo Planeta	-9,57	-57,39	1982-2018
137	Norte	MT	Vila Sao Jose do Xingu	-10,81	-52,75	1976-2018
138	Norte	MT	Fazenda Santa Emilia	-10,54	-53,61	1976-2018
139	Norte	MT	Nucleo Ariel	-9,86	-58,25	1982-2018
140	Norte	MT	Bate Papo	-11,67	-51,38	1983-2018
141	Norte	MT	Juina	-11,41	-58,72	1984-2018
142	Norte	MT	Fazenda Tombador	-11,72	-58,05	1984-2018
143	Norte	MT	Serra Dourada	-13,71	-52,03	1985-2018
144	Norte	MT	Bacaval	-13,64	-58,29	1983-2018
145	Norte	MT	Nortelandia	-14,45	-56,81	1971-2018
146	Norte	MT	Santa Escolastica	-16,84	-54,41	1977-2018
147	Norte	MT	Destacamento da Corixa	-16,39	-58,34	1968-2018
148	Norte	MS	Ribas do Rio Pardo	-20,44	-53,76	1972-2018
149	Norte	MS	Usina Mimoso	-20,68	-53,57	1983-2018
150	Norte	MS	Campos Elisios	-20,96	-53,29	1984-2018
151	Norte	MS	Jaragua	-20,49	-54,81	1963-2018
152	Norte	MS	Santa Elisa	-20,49	-54,87	1978-2018
153	Norte	MS	DNOS 8 DRS	-20,45	-54,63	1976-2018
154	Norte	MS	Jaraguari	-20,1	-54,43	1983-2018
155	Norte	MS	Alegre	-20,47	-54,1	1983-2018
156	Norte	MS	Sidrolandia	-20,95	-54,97	1984-2018
157	Norte	MS	Cipolandia	-20,13	-55,39	1969-2018
158	Norte	MS	Palmeiras	-20,45	-55,43	1971-2018
159	Norte	MS	Fazenda Lajeado	-20,29	-55,45	1977-2018
160	Norte	MS	Taboco	-20,07	-55,65	1973-2018
161	Norte	MS	Miranda	-20,24	-56,4	1965-2018



162	Norte	MS	Estrada MT 738	-20,76	-56,09	1969-2018
163	Norte	MS	Guaicurus	-20,1	-56,8	1926-2018
164	Norte	MS	Santa Rosa	-21,03	-56,99	1982-2018
165	Norte	MS	Taruma	-20,29	-57,65	1971-2017
166	Norte	MS	Sao Simao	-20,05	-57,32	1977-2018
167	Norte	MS	Porto Velho	-20,8	-52,39	1972-2018
168	Norte	MS	Porto Uere	-21,73	-52,33	1972-2018
169	Norte	MS	Xavantina do Sul	-21,3	-52,81	1976-2018
170	Norte	MS	Fazenda Boa Esperanca	-21,25	-52,29	1984-2018
171	Norte	MS	Fazenda Mimosinho	-21,07	-52,99	1984-2018
172	Norte	MS	Porto Pindaiba	-21,62	-53,05	1972-2018
173	Norte	MS	Passagem Ribeirao Lontra	-21,41	-53,61	1984-2018
174	Norte	MS	Xavante	-21,98	-53,44	1984-2018
175	Norte	MS	Lanceiro	-21,02	-53,54	1984-2018
176	Norte	MS	Aroeira	-21,65	-54,43	1972-2018
177	Norte	MS	Porto Rio Brilhante	-21,81	-54,6	1972-2018
178	Norte	MS	Vau do Balsamo	-20,99	-54,51	1973-2018
179	Norte	MS	Retiro Guaruja	-21,87	-54,08	1984-2018
180	Norte	MS	Capao Bonito	-21,18	-54,75	1984-2018
181	Norte	MS	Fazenda Ponte	-21,3	-54,2	1984-2018
182	Norte	MS	Maracaju	-21,62	-55,14	1972-2018
183	Norte	MS	Nioaque	-21,15	-55,83	1968-2018
184	Norte	MS	Bonito	-21,12	-56,48	1968-2018
185	Norte	MS	Jardim	-21,44	-56,09	1968-2018
186	Norte	MS	Santa Otilia	-21,19	-57,04	1970-2018
187	Norte	MS	Porto Murtinho	-21,7	-57,89	1966-2018
188	Norte	MS	Maraba	-21,69	-57,36	1976-2018
189	Norte	MS	Barranco Branco	-21,1	-57,84	1980-2018

190	Norte	MS	Anaurilandia	-22,19	-52,71	1972-2018
191	Norte	MS	Bataipora	-22,3	-53,28	1984-2018
192	Norte	MS	Fazenda Jangada	-22,55	-54,03	1984-2018
193	Norte	MS	Caarapo	-22,62	-54,82	1972-2018
194	Norte	MS	Dourados	-22,4	-54,79	1972-2018
195	Norte	MS	Gloria de Dourados	-22,41	-54,24	1976-2018
196	Norte	MS	Porto Wilma	-22,08	-54,19	1984-2018
197	Norte	MS	Itapora	-22,07	-54,78	1984-2018
198	Norte	MS	Antonio Joao	-22,19	-55,94	1984-2018
199	Norte	MS	Bocaja	-22,73	-55,24	1984-2018
200	Norte	MS	Itaum	-22,09	-55,35	1984-2018
201	Norte	MS	Bela Vista	-22,11	-56,53	1969-2018
202	Norte	MS	Caracol	-22,01	-57,03	1968-2018
203	Norte	MS	Fazenda Vaca Branca	-23,07	-53,82	1984-2018
204	Norte	MS	Navirai	-23,06	-54,19	1972-2018
205	Norte	MS	Iguatemi	-23,68	-54,56	1972-2018
206	Norte	MS	Florida	-22,97	-54,56	1972-2011
207	Norte	MS	Colonia Bom Jesus	-23,45	-54,39	1984-2018
208	Norte	MS	Amambai	-23,1	-55,24	1972-2018
209	Norte	MS	Coronel Sapucaia	-23,27	-55,52	1984-2018
210	Norte	MS	Porto Sao Domingos	-23,65	-55,39	1984-2018
211	Norte	MS	Tacuru	-23,64	-55,02	1984-2018
212	Norte	AP	Carmo	0,51	-50,75	1984-2018
213	Norte	AP	Itaubal do Amapa	1,58	-50,9	1984-2018
214	Norte	AP	Calcoene	2,5	-50,95	1975-2018
215	Norte	AP	Lourenco	2,31	-51,64	1990-2018
216	Norte	AP	Oiapoque	3,84	-51,84	1981-2018

**Apêndice II – Climatologia dos indicadores de extremos de temperatura do ar baseados em percentis e valores absolutos, considerando o período 1981-2010, para todas as estações meteorológicas do INMET no Brasil.**

<b>Climatologia dos Extremos Anuais de Temperatura (1981-2010)</b>								
<b>Estação</b>	<b>TX90p [% dias]</b>	<b>TN90p [% dias]</b>	<b>TX10p [% dias]</b>	<b>TN10p [% dias]</b>	<b>TXx [°C]</b>	<b>TNx [°C]</b>	<b>TXn [°C]</b>	<b>TNn [°C]</b>
Acarau	5,6	6,0	17,0	16,4	35,3	26,1	26,0	19,4
Agua Branca	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aimores	9,2	9,3	12,9	10,8	39,3	25,9	22,2	11,1
Alagoinhas	10,9	9,8	10,3	12,7	37,9	24,9	23,0	14,5
Altamira	6,1	7,6	21,4	15,4	36,3	25,5	25,7	19,0
Alto Parnaíba	6,8	7,8	14,3	12,3	38,6	25,5	24,9	13,0
Apodi	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aracaju	5,8	8,6	15,3	11,9	32,6	25,7	25,4	18,9
Aracuai	8,0	9,2	13,0	11,7	39,4	25,8	22,0	10,3
Aragarcas	7,5	8,5	12,2	12,5	39,9	25,4	24,1	10,4
Araguaina	8,7	9,0	12,1	12,8	37,1	23,8	24,2	13,2
Araxá	7,6	8,2	13,1	13,4	34,0	21,7	17,9	6,9
Arcoverde	NaN	NaN	NaN	NaN	35,4	22,9	21,2	13,2
Areia	10,2	7,8	12,0	12,9	NaN	NaN	NaN	NaN
Arinos	NaN	NaN	NaN	NaN	40,1	24,4	23,1	10,0
Avare	9,5	11,7	11,0	10,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Avelar	5,3	7,8	19,4	15,0	35,9	22,3	16,8	3,1
Bacabal	10,9	10,4	10,2	10,6	38,6	26,0	26,3	19,4
Bage	5,3	8,9	15,4	12,4	36,4	23,7	8,3	-0,9
Balsas	9,2	9,7	11,0	11,6	37,8	26,0	24,7	15,8
Bambuí	9,6	8,8	11,4	10,3	36,1	22,5	19,1	2,7
Barbacena	NaN	NaN	NaN	NaN	32,6	19,4	13,9	3,8
Barbalha	11,1	7,0	10,3	26,1	NaN	NaN	NaN	NaN

Barcelos	5,9	5,4	15,9	13,8	37,0	25,5	25,2	19,3
Barra do Corda	8,7	9,0	11,1	11,3	37,8	25,0	25,5	15,5
Barra	NaN	NaN	NaN	NaN	38,8	25,8	25,0	12,6
Barreiras	5,4	5,8	20,8	22,5	NaN	NaN	NaN	NaN
Belem	9,9	8,5	11,3	14,3	34,9	24,8	26,0	20,6
Belo Horizonte	6,6	6,2	16,3	45,5	34,2	23,1	18,1	10,0
Belterra	7,4	6,7	13,7	15,4	34,6	23,9	25,4	17,9
Benjamin Constant	NaN	NaN	NaN	NaN	36,3	24,3	24,1	15,7
Bento Goncalves	6,9	7,1	14,3	13,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Boa Vista	8,4	15,2	13,7	7,0	37,9	27,0	26,3	20,6
Bom Despacho	8,6	7,2	12,1	14,9	37,0	22,1	19,5	4,4
Bom Jesus da Lapa	7,9	18,0	13,5	9,1	39,2	26,2	24,2	13,3
Bom Jesus do Piaui	9,4	8,6	9,9	11,5	39,3	23,9	26,1	15,4
Bom Jesus	7,8	7,7	13,6	13,6	30,8	19,0	6,5	-4,1
Brasilia	6,6	3,7	14,8	24,9	32,6	21,1	18,7	9,1
Breves	8,2	NaN	11,3	NaN	35,3	24,6	26,1	20,6
Cabrobo	NaN	8,0	NaN	15,5	38,0	26,5	25,4	16,7
Caceres	7,4	8,7	11,9	9,8	39,4	NaN	17,6	NaN
Caetite	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	22,0	NaN	11,6
Caldas	6,8	6,7	27,3	24,6	31,7	19,4	15,4	-0,1
Caldeirao	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Cameta	10,7	10,9	10,7	10,2	35,3	25,8	26,2	20,4
Campina Grande	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Campos do Jordao	11,1	7,9	10,8	11,4	27,7	NaN	9,7	NaN
Campos Novos	10,5	12,0	10,9	8,9	32,5	20,1	7,1	-2,2
Campos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Campos Sales	NaN	NaN	NaN	NaN	38,5	25,9	19,8	13,0
Campo Mourao	NaN	NaN	NaN	NaN	35,4	22,6	12,3	0,8

Canarana	11,8	10,3	10,6	10,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Canavieiras	7,6	4,2	12,4	23,1	NaN	NaN	NaN	NaN
Caparaó	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Capinópolis	9,3	9,4	12,7	9,8	38,2	24,2	19,5	7,9
Caracarái	NaN	NaN	NaN	NaN	37,1	25,2	25,8	18,5
Caracol	9,1	8,7	12,0	11,6	NaN	NaN	NaN	NaN
Caratinga	9,6	NaN	10,9	NaN	34,8	22,2	18,7	7,3
Caravelas	7,3	6,5	14,8	16,8	NaN	NaN	NaN	NaN
Carbonita	8,7	10,0	11,2	11,2	36,2	21,7	19,0	5,3
Carinhanha	7,8	6,8	13,0	14,9	38,8	NaN	24,5	NaN
Carolina	8,9	8,1	11,5	11,5	38,4	25,9	24,8	17,0
Castro	NaN	NaN	NaN	NaN	32,5	20,0	10,3	-1,8
Catalão	5,0	6,4	21,1	19,1	35,4	23,0	19,4	8,2
Catanduva	7,2	5,9	11,6	11,5	36,9	24,2	17,3	6,3
Caxias do Sul	6,7	5,5	16,4	18,6	NaN	NaN	NaN	NaN
Caxias	10,3	10,1	11,1	11,4	39,6	26,5	26,2	17,3
Ceará Mirim	NaN	11,6	NaN	8,7	33,7	24,8	25,0	17,7
Chapadinha	7,0	5,4	12,5	30,0	37,6	25,1	26,2	19,4
Chapeco	NaN	7,8	NaN	19,1	34,6	23,1	8,5	-0,6
Cipo	6,2	9,0	15,4	11,9	NaN	25,5	NaN	14,4
Coari	7,7	6,6	13,4	25,1	36,8	25,9	25,5	17,3
Codajás	9,2	8,8	11,0	11,9	NaN	25,6	NaN	17,9
Colinas	10,4	11,1	10,2	10,2	38,2	25,5	25,4	15,3
Conceição do Araguaia	NaN	NaN	NaN	NaN	38,7	25,1	25,3	17,8
Cordeiro	7,8	9,3	11,5	10,8	35,2	22,8	17,5	6,7
Coronel Pacheco	NaN	NaN	NaN	NaN	36,0	22,8	18,5	5,3
Correntina	8,1	5,9	10,4	29,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Corumbá	7,1	7,9	13,9	14,4	39,5	27,7	14,5	8,2

Crateus	9,1	10,8	11,5	11,1	NaN	NaN	NaN	NaN
Cruzeiro do Sul	NaN	NaN	NaN	NaN	36,9	23,9	22,2	12,8
Cruzeta	8,6	9,0	12,5	10,2	37,7	25,9	26,7	17,6
Cruz Alta	8,7	7,9	11,6	12,6	35,8	23,4	7,9	-0,5
Cruz das Almas	10,0	6,7	11,8	16,5	NaN	NaN	NaN	NaN
Cuiaba	9,1	7,9	11,8	13,2	39,6	27,3	17,4	9,9
Curitiba	9,6	9,3	12,0	11,8	32,9	20,7	10,5	0,1
Curvelo	7,6	10,1	11,1	8,6	37,9	22,7	20,7	6,7
C do Mato Dentro	NaN	NaN	NaN	NaN	36,4	21,8	17,5	4,0
Diamantina	NaN	NaN	NaN	NaN	31,9	20,3	15,2	7,1
Diamantino	9,5	9,8	11,3	11,2	39,0	25,2	19,4	8,2
Divinopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Eirunepe	8,0	7,0	13,1	13,1	NaN	NaN	NaN	NaN
Encruzilhada do Sul	NaN	NaN	NaN	NaN	35,7	23,0	8,4	-0,1
Esperantina	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Espinosa	NaN	NaN	NaN	NaN	37,7	24,7	22,7	11,9
Feira de Santana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Floriania	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Florestal	8,4	6,8	13,5	12,4	36,1	NaN	18,8	NaN
Florianopolis	6,7	10,1	16,3	10,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Floriano	7,0	8,1	13,1	15,5	NaN	NaN	NaN	NaN
Fonte Boa	NaN	9,7	NaN	12,0	NaN	NaN	NaN	NaN
Formosa	10,2	NaN	10,5	NaN	35,0	22,4	20,1	10,2
Formoso	NaN	NaN	NaN	NaN	37,4	23,0	21,5	11,1
Fortaleza	7,2	5,8	13,6	23,8	33,5	26,7	26,2	20,8
Franca	4,8	7,4	14,2	11,1	32,9	22,7	15,4	6,2
Frutal	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	25,3	NaN	7,6
Garanhuns	11,9	9,1	9,8	11,6	32,8	21,0	19,4	13,7

Gleba Celeste	9,7	8,7	11,4	12,5	38,7	23,8	24,0	10,9
Goiania	6,1	7,1	12,6	9,6	37,1	22,9	21,2	8,9
Goias	NaN	NaN	NaN	NaN	38,9	25,8	23,0	12,3
Guaramiranga	5,7	8,0	19,8	15,0	NaN	NaN	NaN	NaN
Guaratinga	NaN	NaN	NaN	NaN	36,7	24,3	21,4	13,0
Guarulhos	8,2	8,5	12,1	12,7	35,1	22,7	13,4	5,3
Iauarete	NaN	NaN	NaN	NaN	36,9	24,0	25,2	18,9
Ibirite	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Iguatu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Imperatriz	9,9	NaN	10,7	NaN	37,8	25,7	25,7	17,7
Indaial	11,4	NaN	10,4	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ipameri	8,7	5,2	11,4	34,5	35,8	23,0	19,9	6,7
Irai	7,9	5,8	15,0	17,6	NaN	NaN	NaN	NaN
Irati	9,1	8,1	11,4	9,9	NaN	NaN	NaN	NaN
Irece	10,0	9,0	10,7	11,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Itabaianinha	NaN	NaN	NaN	NaN	36,5	NaN	23,0	NaN
Itaberaba	NaN	NaN	NaN	NaN	37,9	NaN	23,6	NaN
Itacoatiara	8,5	9,6	12,4	10,3	36,7	26,0	26,3	19,7
Itaituba	NaN	NaN	NaN	NaN	37,2	26,0	26,1	19,8
Itamarandiba	8,2	8,2	11,9	12,6	34,3	20,8	16,9	6,6
Itaperuna	NaN	NaN	NaN	NaN	38,5	25,1	19,6	10,5
Itirucu	11,2	14,1	10,5	5,9	NaN	NaN	NaN	NaN
Ituacu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ituiutaba	7,9	8,5	14,7	11,5	38,8	24,6	19,6	5,1
Itumbiara	7,0	8,6	14,7	11,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Ivai	7,9	8,1	12,0	13,0	33,8	20,8	11,7	-1,0
Ivinhema	6,0	8,5	13,6	13,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Jacobina	9,3	6,5	12,2	22,9	37,3	24,5	22,0	13,7

Jaguaruana	7,8	9,0	12,4	10,8	NaN	NaN	NaN	NaN
Janauba	NaN	9,0	NaN	9,4	38,7	24,3	22,7	10,8
Januaria	5,5	6,1	11,9	30,4	38,8	24,7	22,7	9,6
Jatai	NaN	NaN	NaN	NaN	37,1	22,4	18,5	3,8
Joao Pessoa	NaN	NaN	NaN	NaN	32,0	27,4	25,1	19,4
Joao Pinheiro	7,9	NaN	14,4	NaN	36,9	23,8	20,6	9,9
Juiz de Fora	8,9	8,5	12,1	12,5	32,9	21,0	13,3	6,9
Juramento	8,5	NaN	18,1	NaN	NaN	23,0	NaN	6,9
Labrea	6,7	8,2	12,4	10,9	37,3	24,8	23,9	13,1
Lages	NaN	11,9	NaN	5,5	NaN	NaN	NaN	NaN
Lagoa Vermelha	4,8	7,4	18,6	14,6	NaN	NaN	NaN	NaN
Lambari	NaN	NaN	NaN	NaN	35,2	NaN	16,9	NaN
Lavras	NaN	NaN	NaN	NaN	34,1	20,8	17,0	5,1
Lencois	8,2	8,7	12,8	12,2	36,7	NaN	21,3	NaN
Londrina	6,9	4,0	14,0	12,0	36,2	23,3	14,7	3,4
Luzilandia	NaN	5,7	NaN	12,3	NaN	25,4	NaN	18,5
Macapa	7,8	6,3	12,9	14,6	35,2	26,5	25,4	21,4
Macau	8,5	9,1	12,0	11,5	NaN	NaN	NaN	NaN
Maceio	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Machado	11,2	10,1	11,7	10,6	34,6	20,7	17,2	3,5
Manaus	NaN	NaN	NaN	NaN	36,6	26,7	25,1	19,4
Manicore	9,2	8,2	11,7	12,0	NaN	25,5	NaN	18,3
Maraba	6,8	6,8	14,0	10,6	37,1	26,0	25,8	19,7
Maringa	6,3	7,5	13,9	12,6	35,8	24,6	13,8	3,8
Matupa	7,5	NaN	11,7	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Mocambinho	10,0	8,7	10,9	11,6	39,0	24,5	23,1	10,8
Monteiro	7,4	10,2	12,0	9,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Montes Claros	NaN	NaN	NaN	NaN	37,2	23,6	21,1	9,3



Monte Alegre	NaN	NaN	NaN	NaN	35,0	25,6	25,7	20,8
Monte Azul	8,1	5,5	14,9	23,9	37,7	25,2	22,6	13,8
Monte Santo	9,3	NaN	11,5	NaN	37,7	NaN	21,7	NaN
Morada Nova	NaN	NaN	NaN	NaN	37,8	25,6	27,4	18,2
Morro do Chapéu	NaN	NaN	NaN	NaN	33,2	20,5	18,3	11,6
Natal	10,3	9,5	10,8	11,2	32,0	26,7	25,2	18,3
Nhumirim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Nova Xavantina	10,5	10,1	11,4	10,0	NaN	NaN	NaN	NaN
Obidos	NaN	7,7	NaN	13,2	35,5	25,6	25,8	20,7
Ouricuri	10,5	10,0	10,9	11,9	37,6	NaN	24,5	NaN
Padre Ricardo Remetter	9,1	8,0	12,5	15,0	NaN	NaN	NaN	NaN
Palmas	9,3	10,6	11,2	10,7	NaN	NaN	NaN	NaN
Palmeira dos Indios	8,6	10,9	11,5	9,2	37,4	24,8	22,7	15,7
Pao de Acucar	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Paracatu	NaN	8,8	NaN	16,0	37,1	23,7	21,4	9,6
Paranagua	10,3	10,4	10,6	9,7	NaN	25,6	NaN	6,8
Paranaiba	8,4	8,8	13,1	13,8	38,5	24,8	17,8	6,4
Parintins	6,9	7,3	14,8	17,8	36,8	27,3	25,8	21,4
Parnaiba	7,2	7,8	13,6	13,4	36,4	NaN	26,4	NaN
Passo Fundo	NaN	NaN	NaN	NaN	34,1	21,4	7,6	-0,7
Patos de Minas	9,5	NaN	11,1	NaN	35,2	21,7	19,3	7,1
Patos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Paulistana	8,0	7,3	13,5	15,1	NaN	27,0	NaN	17,6
Paulo Afonso	6,5	8,1	16,9	11,9	38,2	25,8	24,0	16,3
Pedra Azul	NaN	7,6	NaN	16,4	36,4	22,9	19,3	9,1
Pedro Afonso	8,0	9,2	12,7	13,0	38,7	24,9	24,8	16,0
Peixe	NaN	NaN	NaN	NaN	39,4	25,0	24,5	14,2
Pelotas	9,5	8,6	12,2	12,4	NaN	NaN	NaN	NaN

Petrolina	7,4	4,2	13,8	30,7	38,0	NaN	25,3	NaN
Picos	7,6	6,3	13,7	14,5	NaN	NaN	NaN	NaN
Pirapora	8,7	7,7	12,6	10,9	38,2	24,7	22,0	9,2
Pirenopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	36,5	22,7	21,8	8,7
Piripiri	8,8	8,8	12,6	11,4	NaN	26,0	NaN	17,9
Pompeu	NaN	NaN	NaN	NaN	36,8	23,6	20,2	6,8
Ponta Pora	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Porto Alegre	7,1	9,4	13,7	12,5	37,5	25,1	11,6	2,2
Porto de Moz	9,1	NaN	11,4	NaN	35,3	25,4	26,3	20,6
Porto de Pedras	8,5	8,3	11,3	10,0	NaN	NaN	NaN	NaN
Porto Nacional	11,2	6,2	10,9	18,1	39,4	26,5	25,1	15,9
Posse	10,2	9,9	11,3	12,1	36,3	25,2	21,7	14,1
Poxoreo	NaN	9,8	NaN	11,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Presidente Prudente	NaN	NaN	NaN	NaN	36,9	25,4	15,0	4,8
Propria	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Quixeramobim	8,7	6,5	13,5	14,8	NaN	NaN	NaN	NaN
Recife	8,6	11,8	10,2	5,9	32,8	26,2	24,4	17,9
Remanso	NaN	NaN	NaN	NaN	37,2	NaN	24,9	NaN
Resende	NaN	NaN	NaN	NaN	36,1	23,1	16,3	6,7
Rio Branco	NaN	NaN	NaN	NaN	37,1	24,7	18,9	11,0
Rio de Janeiro	10,0	9,3	11,7	11,8	NaN	NaN	NaN	NaN
Rio Grande	7,5	10,8	12,9	11,4	35,3	24,5	10,7	1,1
Rio Verde	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	22,6	NaN	5,9
Roncador	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rondonopolis	12,1	11,1	9,8	10,2	NaN	NaN	NaN	NaN
Salinas	4,8	4,8	18,3	17,1	38,3	23,7	21,0	7,8
Salvador	NaN	NaN	NaN	NaN	33,4	25,8	23,6	19,1
Santana do Livramento	8,9	7,1	12,3	18,7	NaN	NaN	NaN	NaN

Santa Maria	7,9	8,5	12,6	12,8	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Rita de Cassia	7,2	10,5	12,7	8,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Vitoria do Palmar	NaN	NaN	NaN	NaN	35,5	23,1	9,8	0,8
Sao Carlos	NaN	NaN	NaN	NaN	34,1	21,7	14,4	4,4
Sao Felix do Xingu	NaN	NaN	NaN	NaN	35,9	NaN	26,0	NaN
Sao Goncalo	8,1	9,8	12,0	11,1	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Joao do Piaui	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Joaquim	7,4	7,2	13,0	13,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Jose do Rio Claro	11,2	6,9	10,8	6,2	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Lourenco	8,9	8,9	11,6	12,2	34,5	20,3	16,4	1,5
Sao Luis	6,5	10,2	14,7	8,1	34,0	26,0	25,4	20,8
Sao Luiz Gonzaga	7,2	6,0	12,9	14,4	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Mateus	9,8	NaN	10,7	NaN	36,5	24,5	22,2	12,8
Sao Paulo Mir de Santana	NaN	NaN	NaN	NaN	34,2	22,9	12,7	6,2
Sao Simao	NaN	NaN	NaN	NaN	36,8	22,9	17,2	4,5
Sao S do Paraiso	6,9	6,1	13,9	18,3	34,8	20,7	17,4	2,9
Senhor do Bonfim	10,5	NaN	10,9	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Serido	8,4	8,1	12,6	11,0	NaN	NaN	NaN	NaN
Serrinha	7,1	6,3	12,6	4,6	NaN	NaN	NaN	NaN
Sete Lagoas	NaN	NaN	NaN	NaN	36,2	21,8	19,5	6,7
Sobral	7,0	6,5	15,9	17,3	NaN	NaN	NaN	NaN
Sorocaba	5,7	6,6	19,3	10,8	35,3	22,4	15,0	5,0
Soure	7,6	7,3	12,8	12,5	33,4	27,0	26,3	21,4
Surubim	7,4	6,6	14,1	15,8	35,1	23,3	22,8	15,8
S G da Cachoeira	NaN	NaN	NaN	NaN	37,1	24,6	24,1	18,4
Taguatinga	NaN	NaN	NaN	NaN	37,9	25,8	23,9	15,7
Tarauaca	NaN	NaN	NaN	NaN	36,8	NaN	21,6	NaN
Taua	9,3	8,8	11,5	11,3	NaN	NaN	NaN	NaN

Taubate	10,3	NaN	10,3	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Tefe	9,3	9,3	11,2	10,6	37,0	25,3	24,6	18,0
Teresina	7,2	8,8	14,4	11,5	39,4	NaN	26,5	NaN
Torres	8,0	4,0	14,0	24,1	33,2	23,9	12,4	3,4
Tracuateua	NaN	NaN	NaN	NaN	35,2	24,4	25,9	18,3
Triunfo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Tucurui	NaN	NaN	NaN	NaN	36,5	26,0	26,6	20,4
Turiacu	NaN	NaN	NaN	NaN	34,2	25,8	25,6	20,2
Uberaba	NaN	NaN	NaN	NaN	36,6	22,4	18,1	3,8
Unai	NaN	NaN	NaN	NaN	38,6	24,0	22,4	7,9
Uruguaiana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Urussanga	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vale do Gurgueia	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vicosa	NaN	NaN	NaN	NaN	34,4	21,7	16,3	5,1
Vitoria da Conquista	NaN	NaN	NaN	NaN	33,7	NaN	17,6	NaN
Vitoria	NaN	NaN	NaN	NaN	36,4	26,2	20,4	15,8
Votuporanga	NaN	NaN	NaN	NaN	37,6	25,3	17,7	6,3
Ze Doca	NaN	NaN	NaN	NaN	36,5	25,1	26,2	19,4

**Apêndice III – Climatologia dos indicadores de extremos de temperatura do ar baseados em limiares pré-definidos e sem critério estabelecido (outros), considerando o período 1981-2010, para todas as estações meteorológicas do INMET no Brasil.**

<b>Climatologia dos Extremos Anuais de Temperatura (1981-2010)</b>					
<b>Estação</b>	<b>SU30 [dias]</b>	<b>TR20 [dias]</b>	<b>DTR [°C]</b>	<b>TMAXmean [°C]</b>	<b>TMINmean [°C]</b>
Acarau	305,3	338,9	8,9	32,0	23,0
Agua Branca	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aimores	260,6	210,8	11,5	31,8	20,4
Alagoinhas	195,7	195,7	10,3	30,4	20,1
Altamira	309,0	332,6	9,9	32,4	22,5
Alto Parnaíba	322,4	240,1	12,6	33,1	20,5
Apodi	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aracaju	122,3	344,4	6,4	29,3	23,0
Aracuaí	257,6	199,5	12,2	31,9	19,7
Aragarcas	304,5	232,4	12,8	33,0	20,2
Araguaina	310,6	231,0	12,0	32,2	20,2
Araxá	61,6	15,3	10,5	27,3	16,8
Arcoverde	159,5	58,1	11,1	29,4	18,4
Areia	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Arinos	285,3	173,5	13,2	32,2	19,0
Avare	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Avelar	106,3	45,4	12,1	27,6	15,5
Bacabal	342,6	338,2	NaN	33,7	23,3
Bage	51,5	27,7	10,4	23,5	13,1
Balsas	299,5	295,8	10,9	32,6	21,7
Bambuí	131,4	29,0	14,2	28,9	14,8
Barbacena	22,5	0,1	11,2	25,1	13,9
Barbalha	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Barcelos	314,9	335,4	9,8	32,4	22,6

Barra do Corda	320,8	280,1	11,2	32,6	21,4
Barra	333,4	203,5	13,1	33,3	20,1
Barreiras	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Belem	325,8	362,6	9,1	31,8	22,7
Belo Horizonte	62,9	66,5	9,4	27,1	17,8
Belterra	246,3	279,8	9,6	30,8	21,2
Benjamin Constant	264,0	291,8	10,1	31,7	21,6
Bento Goncalves	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Boa Vista	322,5	357,5	9,4	33,3	24,0
Bom Despacho	170,2	38,2	14,1	29,7	15,6
Bom Jesus da Lapa	309,1	201,0	12,7	32,8	20,0
Bom Jesus do Piaui	317,3	188,5	13,9	33,9	20,1
Bom Jesus	2,6	0,0	10,9	21,4	10,4
Brasilia	24,1	7,0	9,8	26,6	16,8
Breves	303,3	343,2	NaN	32,1	22,6
Cabrobo	266,0	277,1	10,4	32,4	22,0
Caceres	290,0	NaN	NaN	32,5	NaN
Caetite	NaN	25,5	NaN	NaN	17,5
Caldas	10,2	0,1	12,9	25,1	12,1
Caldeirao	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Cameta	340,4	356,4	9,1	32,6	23,3
Campina Grande	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Campos do Jordao	0,0	NaN	NaN	20,7	NaN
Campos Novos	11,7	0,7	9,1	22,7	12,5
Campos	NaN	NaN	10,2	NaN	NaN
Campos Sales	165,2	209,9	NaN	29,8	20,7
Campo Mourao	91,6	35,6	11,5	26,9	15,3
Canarana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Canavieiras	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Caparaó	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Capinópolis	228,8	152,1	12,2	31,0	18,9
Caracarái	298,2	311,9	10,5	32,6	22,1
Caracol	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Caratinga	77,6	45,9	10,9	27,6	16,7
Caravelas	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Carbonita	111,6	19,2	12,7	28,4	15,6
Carinhanha	295,6	NaN	NaN	32,3	NaN
Carolina	311,0	327,0	10,6	32,9	22,2
Castro	16,7	0,7	11,5	24,0	12,3
Catalão	115,3	62,4	11,0	28,9	17,9
Catanduva	170,6	122,4	11,2	29,5	18,2
Caxias do Sul	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Caxias	344,0	336,4	11,1	33,8	22,7
Ceará Mirim	233,9	331,7	8,6	30,6	21,9
Chapadinha	337,5	359,1	10,4	33,0	22,6
Chapeco	59,9	32,2	10,3	25,1	14,8
Cipo	NaN	246,4	NaN	NaN	20,9
Coari	302,4	244,8	10,3	32,3	22,1
Codajás	NaN	333,2	NaN	NaN	22,4
Colinas	315,2	279,2	11,4	32,8	21,4
Conceição do Araguaia	321,4	319,9	11,3	33,4	22,0
Cordeiro	82,9	52,7	10,7	27,2	16,5
Coronel Pacheco	118,7	66,8	11,9	28,3	16,3
Correntina	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Corumbá	257,5	248,6	10,5	31,8	21,3
Crateus	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Cruzeiro do Sul	282,9	250,1	11,3	31,8	20,5
Cruzeta	336,9	336,3	11,2	33,6	22,4
Cruz Alta	72,2	29,3	10,7	24,8	14,0
Cruz das Almas	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Cuiaba	301,7	259,0	11,5	33,0	21,4
Curitiba	21,7	3,6	10,1	23,5	13,4
Curvelo	211,6	49,0	14,2	30,6	16,4
C do Mato Dentro	113,0	29,2	12,7	28,2	15,4
Diamantina	7,2	0,7	9,6	24,2	14,7
Diamantino	292,8	227,7	12,4	32,7	20,3
Divinopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Eirunepe	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Encruzilhada do Sul	42,5	21,2	9,7	23,1	13,5
Esperantina	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Espinosa	221,9	186,5	11,3	30,9	19,6
Feira de Santana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Florania	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Florestal	125,9	NaN	NaN	28,8	NaN
Florianopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Floriano	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Fonte Boa	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Formosa	80,2	31,3	10,7	28,2	17,5
Formoso	195,7	57,0	12,5	30,5	18,0
Fortaleza	279,6	358,4	7,0	30,8	23,8
Franca	29,4	31,1	9,5	26,4	16,9
Frutal	NaN	171,7	NaN	NaN	19,2
Garanhuns	45,8	11,0	8,8	26,4	17,7
Gleba Celeste	317,3	207,5	13,3	33,2	19,8



Goiania	240,0	108,9	12,8	30,9	18,1
Goias	289,4	236,0	11,9	32,3	20,4
Guaramiranga	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Guaratinga	156,5	195,6	9,4	29,4	20,0
Guarulhos	81,3	32,2	10,5	26,3	15,9
Iauarete	280,4	338,8	10,0	31,9	22,0
Ibirite	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Iguatu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Imperatriz	332,3	319,7	11,1	33,3	22,2
Indaial	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ipameri	141,7	83,8	NaN	29,3	17,4
Irai	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Irati	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Irece	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Itabaianinha	160,3	NaN	NaN	29,6	NaN
Itaberaba	251,6	NaN	NaN	31,4	NaN
Itacoatiara	297,3	338,1	9,3	32,1	22,8
Itaituba	323,8	358,8	9,6	32,8	23,2
Itamarandiba	46,1	4,3	11,0	26,3	15,3
Itaperuna	190,1	177,8	10,7	30,2	19,5
Itirucu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ituacu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ituiutaba	256,3	150,9	13,0	31,4	18,4
Itumbiara	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ivai	44,4	5,7	11,7	25,1	13,5
Ivinhema	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Jacobina	178,0	214,8	9,5	29,9	20,3
Jaguaruana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Janauba	255,8	145,8	12,5	31,5	19,1
Januaria	250,5	129,6	13,2	31,5	18,2
Jatai	224,8	81,8	13,7	30,5	16,8
Joao Pessoa	163,7	353,7	6,1	29,8	23,8
Joao Pinheiro	153,6	83,8	11,5	29,6	18,1
Juiz de Fora	20,8	4,5	9,1	24,4	15,3
Juramento	NaN	42,1	NaN	NaN	16,5
Labrea	281,7	241,9	NaN	32,1	21,1
Lages	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Lagoa Vermelha	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Lambari	98,2	NaN	NaN	27,7	NaN
Lavras	71,2	5,6	11,9	27,2	15,3
Lencois	150,9	NaN	NaN	29,0	NaN
Londrina	115,4	71,2	11,4	27,8	16,4
Luzilandia	NaN	330,6	NaN	NaN	22,5
Macapa	288,6	357,2	7,7	31,5	23,8
Macau	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Maceio	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Machado	82,5	5,8	13,0	27,5	14,5
Manaus	291,7	356,8	8,5	31,9	23,4
Manicore	NaN	347,8	NaN	NaN	22,7
Maraba	318,7	358,6	9,6	32,7	23,2
Maringa	124,6	111,4	10,2	27,9	17,7
Matupa	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Mocambinho	288,2	142,2	13,7	32,3	18,6
Monteiro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Montes Claros	168,6	88,7	12,1	29,8	17,7
Monte Alegre	276,7	361,2	7,7	31,1	23,5

Monte Azul	204,8	194,2	10,6	30,6	20,1
Monte Santo	208,2	NaN	NaN	30,5	NaN
Morada Nova	328,6	315,9	11,7	34,1	22,4
Morro do Chapéu	29,4	4,4	9,2	26,1	16,9
Natal	138,2	317,5	6,7	29,7	22,9
Nhumirim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Nova Xavantina	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Obidos	288,0	360,9	8,4	31,6	23,2
Ouricuri	249,0	NaN	NaN	31,7	NaN
Padre Ricardo Remetter	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Palmas	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Palmeira dos Índios	199,2	209,5	10,2	30,5	20,3
Pão de Açúcar	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Paracatu	190,0	123,5	11,7	30,1	18,5
Paranaguá	NaN	128,7	NaN	NaN	18,2
Paranaíba	243,0	174,0	12,1	31,1	19,0
Parintins	308,2	361,5	7,9	32,3	24,4
Parnaíba	329,8	NaN	NaN	32,4	NaN
Passo Fundo	38,1	10,2	10,4	23,8	13,4
Patos de Minas	96,6	13,0	11,8	28,3	16,5
Patos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Paulistana	NaN	310,0	NaN	NaN	22,1
Paulo Afonso	256,4	289,9	10,4	32,2	21,7
Pedra Azul	119,2	78,8	10,7	28,4	17,7
Pedro Afonso	314,8	287,6	11,5	33,0	21,5
Peixe	318,6	270,0	12,1	33,2	21,1
Pelotas	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Petrolina	290,5	NaN	NaN	32,3	NaN

Picos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Pirapora	242,2	159,8	12,7	31,2	18,5
Pirenopolis	211,1	60,4	12,7	30,4	17,7
Piripiri	NaN	330,9	NaN	NaN	22,1
Pompeu	165,4	73,1	12,7	29,7	16,9
Ponta Pora	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Porto Alegre	77,8	70,6	9,7	25,2	15,6
Porto de Moz	314,4	360,2	8,6	32,0	23,4
Porto de Pedras	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Porto Nacional	309,3	294,7	12,0	33,7	21,9
Posse	158,1	169,5	9,9	29,8	19,8
Poxoreo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Presidente Prudente	165,4	156,2	10,4	29,1	18,7
Propria	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Quixeramobim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Recife	134,7	337,7	7,2	29,5	22,3
Remanso	280,3	NaN	NaN	31,8	NaN
Resende	104,7	69,9	10,6	27,6	17,0
Rio Branco	272,3	250,5	10,8	31,5	20,7
Rio de Janeiro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rio Grande	20,4	61,4	8,0	22,6	14,6
Rio Verde	NaN	61,6	NaN	NaN	17,6
Roncador	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rondonopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Salinas	204,8	111,0	12,5	30,4	17,9
Salvador	126,3	345,0	6,2	29,0	22,8
Santana do Livramento	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Maria	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Santa Rita de Cassia	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Vitoria do Palmar	20,9	25,0	9,2	22,0	12,9
Sao Carlos	68,2	23,8	10,8	26,9	16,0
Sao Felix do Xingu	310,9	NaN	NaN	32,2	NaN
Sao Goncalo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Joao do Piaui	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Joaquim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Jose do Rio Claro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Lourenco	76,9	2,3	14,0	27,3	13,4
Sao Luis	292,0	362,8	7,4	31,1	23,7
Sao Luiz Gonzaga	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Mateus	187,3	188,6	10,1	30,1	20,0
Sao Paulo Mir de Santana	60,4	37,8	9,5	25,7	16,1
Sao Simao	168,3	73,5	12,8	29,4	16,7
Sao S do Paraiso	85,6	7,4	12,7	28,0	15,2
Senhor do Bonfim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Serido	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Serrinha	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sete Lagoas	119,9	23,6	12,4	28,7	16,2
Sobral	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sorocaba	98,8	53,9	11,0	27,2	16,2
Soure	295,4	362,6	6,2	31,1	24,8
Surubim	179,0	186,3	9,7	29,8	20,1
S G da Cachoeira	280,0	338,2	10,0	32,1	22,1
Taguatinga	278,3	250,3	11,1	31,9	20,7
Tarauaca	287,9	NaN	NaN	31,7	NaN
Taua	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Taubate	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Tefe	309,5	340,8	10,0	32,4	22,5
Teresina	336,0	NaN	NaN	33,9	NaN
Torres	6,9	65,3	6,9	22,9	15,9
Tracuateua	307,1	307,4	10,3	31,7	21,4
Triunfo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Tucuruí	331,1	354,0	9,3	32,8	23,5
Turíacu	296,8	358,9	7,7	31,3	23,5
Uberaba	153,0	41,6	12,7	29,5	16,8
Unai	240,9	142,4	13,1	31,2	18,1
Uruguaiana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Urussanga	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vale do Gurgueia	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vicosa	56,8	20,4	11,2	26,8	15,6
Vitória da Conquista	40,2	NaN	NaN	26,2	NaN
Vitória	130,2	270,2	7,0	28,8	21,8
Votuporanga	199,3	164,6	11,3	30,2	19,0
Ze Doca	337,4	355,0	10,0	32,8	22,8

---

**Apêndice IV – Climatologia dos indicadores de extremos de precipitação, considerando o período 1981-2010, para todas as estações meteorológicas do INMET no Brasil, e para os postos pluviométricos da ANA utilizados neste trabalho.**

**Climatologia dos Extremos Anuais de Precipitação (1981-2010)**

Estação	PRCPTOT								
	[mm]	R95p [mm]	R99p [mm]	RX1day [mm]	RX5day [mm]	R30mm [dias]	SDII [mm/dia]	CWD [dias]	CDD [dias]
	<b>INMET</b>								
Acarau	1128,1	341,9	135,6	NaN	NaN	9,9	12,7	9,6	87,9
Agua Branca	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aimores	911,8	212,9	48,6	83,5	148,4	8,3	12,3	7,6	47,1
Alagoinhas	1052,5	283,5	95,8	67,9	116,8	5,5	8,5	10,0	30,9
Altamira	2085,1	516,0	168,6	124,9	205,9	18,7	13,9	13,5	22,0
Alto Parnaíba	1345,4	354,8	95,6	85,4	151,9	12,7	13,8	10,0	103,4
Apodi	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aracaju	1267,1	390,5	136,8	94,1	178,1	8,5	9,7	10,1	29,5
Aracuaí	750,0	188,0	53,2	73,8	131,5	6,7	13,0	7,5	69,1
Aragarcas	1476,2	334,3	91,4	81,4	155,2	14,2	14,7	10,2	82,5
Araguaina	1806,3	417,9	135,1	93,0	161,2	16,8	14,6	10,0	69,0
Araxá	1530,1	303,6	90,0	81,4	177,8	14,3	14,2	11,7	56,4
Arcoverde	602,2	163,7	51,5	NaN	NaN	3,5	8,4	5,6	50,1
Areia	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Arinos	1192,4	260,8	56,9	81,2	160,2	12,0	15,4	9,0	103,5
Avare	1442,0	332,6	82,0	NaN	NaN	13,5	14,9	8,0	35,7
Avelar	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Bacabal	1754,5	379,3	100,8	97,7	186,3	18,3	15,7	10,4	48,8
Bage	1499,7	357,8	113,0	103,7	181,0	15,0	16,5	5,3	21,9
Balsas	1211,8	267,7	83,2	90,5	149,2	11,8	14,3	7,6	82,2
Bambuí	1434,4	310,4	102,3	85,6	189,2	12,7	14,3	10,0	49,4
Barbacena	1386,5	298,7	84,2	NaN	NaN	12,4	13,6	10,6	47,7

Barbalha	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Barcelos	2341,7	572,6	191,3	102,2	155,5	20,3	13,9	10,8	12,7	
Barra do Corda	1141,3	279,3	73,8	85,2	153,7	10,5	13,2	6,7	135,1	
Barra	658,2	146,4	47,4	NaN	NaN	6,1	14,0	7,2	67,8	
Barreiras	972,8	229,2	80,6	NaN	NaN	9,8	13,5	8,6	97,1	
Belem	3042,6	603,2	170,3	99,0	179,0	24,7	13,8	20,5	10,6	
Belo Horizonte	1580,0	297,5	86,0	94,4	206,1	16,4	16,8	10,7	59,0	
Belterra	1873,6	456,8	140,0	105,3	175,1	17,0	13,4	11,5	34,1	
Benjamin Constant	2514,3	544,7	146,1	NaN	NaN	25,3	16,0	9,6	12,0	
Bento Goncalves	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
Boa Vista	1738,4	441,6	125,7	99,1	179,5	16,5	14,6	12,1	36,9	
Bom Despacho	1362,7	307,2	92,5	88,8	176,3	12,8	14,9	9,7	65,2	
Bom Jesus da Lapa	800,9	197,3	65,2	73,8	145,7	7,6	14,1	6,1	17,1	
Bom Jesus do Piaui	913,1	232,9	62,0	NaN	NaN	8,1	14,2	7,2	105,7	
Bom Jesus	1661,4	344,5	92,3	86,2	152,9	14,4	13,5	6,8	110,1	
Brasilia	1452,1	296,1	86,5	80,3	152,4	12,4	13,3	10,6	86,4	
Breves	2218,4	450,8	151,2	NaN	NaN	18,3	13,1	16,1	17,8	
Cabrobo	544,8	155,2	63,3	NaN	NaN	4,9	12,6	5,3	69,2	
Caceres	1264,5	305,9	79,1	94,4	150,9	11,7	14,4	6,8	53,7	
Caetite	764,8	174,4	54,5	NaN	NaN	6,4	12,1	7,7	46,8	
Caldas	1505,3	345,3	98,7	NaN	NaN	12,2	13,6	9,5	38,8	
Caldeirao	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
Cameta	2549,0	601,0	181,2	110,9	208,4	23,8	14,8	15,9	20,5	
Campina Grande	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
Campos do Jordao	1525,2	310,1	104,8	66,8	137,0	9,6	11,6	5,9	30,7	
Campos Novos	2084,9	405,9	93,9	NaN	NaN	22,8	17,3	11,6	35,1	
Campos	926,4	232,3	83,3	NaN	NaN	7,0	NaN	7,4	18,2	
Campos Sales	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	11,3	NaN	NaN	



Campo Mourao	1623,3	334,6	95,0	89,4	153,5	16,2	15,7	7,2	28,3
Canarana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Canavieiras	1577,7	428,6	141,6	NaN	NaN	10,8	10,5	10,8	17,0
Caprao	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Capinopolis	1420,7	335,9	101,6	92,3	170,7	13,6	14,7	10,6	67,0
Caracarai	1946,8	427,7	106,7	NaN	NaN	16,7	13,4	12,9	25,4
Caracol	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Caratinga	1166,2	249,4	65,4	83,2	163,8	10,3	14,1	8,3	49,7
Caravelas	1406,0	401,1	127,5	NaN	NaN	11,2	11,5	8,4	23,0
Carbonita	1015,1	217,5	72,0	76,6	155,9	10,2	14,4	8,4	65,5
Carinhanha	771,7	156,0	36,9	NaN	NaN	7,7	14,6	7,1	129,4
Carolina	1704,0	373,5	98,9	101,7	174,4	15,8	15,4	9,1	78,7
Castro	1437,4	309,0	97,3	NaN	NaN	11,9	13,4	8,0	29,0
Catalao	1437,5	330,7	100,9	76,5	162,2	14,5	14,0	11,2	76,9
Catanduva	1297,4	283,0	91,7	80,9	158,5	11,3	14,2	8,4	46,9
Caxias do Sul	1752,0	374,0	96,4	NaN	NaN	15,8	14,3	9,1	59,3
Caxias	1498,8	369,7	135,0	96,7	181,5	15,3	15,9	7,2	16,0
Ceara Mirim	1272,1	333,3	95,6	NaN	NaN	11,0	12,4	8,5	43,4
Chapadinha	1656,1	345,3	101,8	106,0	200,5	16,9	16,8	10,8	72,1
Chapeco	2120,6	403,3	102,7	NaN	NaN	24,4	18,8	6,8	17,7
Cipo	531,3	154,0	57,1	NaN	NaN	2,2	6,8	6,7	40,2
Coari	2308,6	547,7	155,3	97,1	156,3	21,5	14,2	9,7	14,5
Codajas	3056,9	713,0	234,5	111,9	195,2	29,9	16,3	12,9	13,4
Colinas	1276,7	291,6	81,2	97,2	156,5	12,4	14,4	8,0	70,2
Conceicao do Araguaia	1724,0	426,9	95,4	105,1	188,1	16,6	15,0	7,7	67,1
Cordeiro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Coronel Pacheco	1610,2	384,5	106,2	100,5	194,2	15,7	15,8	11,0	41,0
Correntina	909,0	187,9	56,8	NaN	NaN	8,3	14,0	8,7	103,5

Corumba	931,9	200,9	54,3	NaN	NaN	8,0	12,7	6,2	49,4
Crateus	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Cruzeiro do Sul	2102,3	502,3	142,5	93,0	151,0	19,4	14,1	8,2	17,8
Cruzeta	645,1	151,2	46,0	71,5	136,0	5,7	11,9	6,3	95,7
Cruz Alta	1921,4	385,6	120,7	NaN	NaN	20,7	17,9	5,9	17,8
Cruz das Almas	1102,9	287,6	104,4	NaN	NaN	5,8	8,7	10,8	27,6
Cuiaba	1407,7	295,1	72,7	NaN	NaN	13,8	14,5	6,8	58,2
Curitiba	1540,3	320,2	89,6	86,1	141,8	14,0	13,3	7,4	22,8
Curvelo	1085,9	238,8	68,6	84,7	157,1	10,1	14,5	8,6	82,4
C do Mato Dentro	1365,3	306,5	70,3	NaN	NaN	13,3	14,9	9,5	51,8
Diamantina	1364,9	327,2	116,1	89,3	185,8	13,0	14,6	11,2	52,0
Diamantino	1739,8	359,3	81,3	94,2	170,4	17,8	16,2	9,3	67,5
Divinopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Eirunepe	2271,1	455,0	152,4	NaN	NaN	18,7	15,9	8,8	22,0
Encruzilhada do Sul	1668,7	379,0	119,9	NaN	NaN	17,5	16,2	6,0	18,4
Esperantina	1402,2	341,7	125,7	NaN	NaN	13,1	14,6	9,1	63,6
Espinosa	724,8	181,2	53,3	75,7	144,3	6,8	14,3	6,3	109,0
Feira de Santana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Floriania	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Florestal	1332,9	292,3	78,8	84,1	175,8	12,5	15,3	9,9	62,7
Florianopolis	1671,9	432,2	161,0	114,3	185,3	13,5	13,2	8,1	18,8
Florianopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Fonte Boa	2496,0	487,0	120,6	88,5	154,1	21,1	13,8	10,6	10,4
Formosa	1410,8	294,1	88,9	79,3	158,7	13,0	14,1	11,5	95,5
Formoso	1222,2	276,6	77,1	NaN	NaN	11,1	13,4	9,4	85,4
Fortaleza	1571,8	416,2	97,9	NaN	NaN	14,1	13,1	13,0	45,7
Franca	1664,7	370,3	127,4	86,2	174,7	15,9	15,2	9,6	55,0
Frutal	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Garanhuns	897,9	244,8	73,3	59,8	100,3	4,4	7,7	11,4	42,8
Gleba Celeste	1928,7	461,3	121,2	NaN	NaN	19,3	16,0	12,3	84,7
Goiania	1616,2	316,5	77,8	82,2	153,5	14,4	14,1	10,5	79,2
Goias	1788,6	414,7	142,6	95,7	188,7	17,8	15,6	12,7	77,9
Guaramiranga	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Guaratinga	1079,9	304,2	103,8	NaN	NaN	6,7	9,0	8,8	23,0
Guarulhos	1544,3	326,7	92,1	87,8	144,3	13,2	14,1	8,7	34,7
Iauarete	3126,2	622,2	183,4	NaN	NaN	29,0	15,1	12,8	7,8
Ibirite	1372,7	241,1	58,5	NaN	NaN	14,0	15,6	10,2	60,3
Iguatu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Imperatriz	1504,0	400,5	98,4	86,9	172,0	14,8	14,8	7,6	59,7
Indaial	1743,9	379,5	121,4	95,0	165,9	15,9	13,5	7,5	17,7
Ipameri	1486,9	333,1	86,5	84,2	155,2	14,1	14,3	11,4	79,4
Irai	1925,5	432,0	91,5	109,1	204,2	21,6	18,1	6,1	19,2
Irati	1586,4	337,9	88,7	87,2	158,7	14,8	14,2	7,3	23,2
Irece	596,0	144,1	45,6	NaN	NaN	6,1	15,6	5,6	115,1
Itabaianinha	1059,8	277,6	89,7	NaN	NaN	6,3	8,7	9,8	35,0
Itaberaba	594,9	197,9	60,5	NaN	NaN	4,5	8,3	5,5	36,7
Itacoatiara	2380,6	512,4	140,1	105,5	178,4	22,8	15,4	10,5	19,5
Itaituba	2013,1	464,8	131,2	98,4	164,2	18,5	14,1	9,6	19,3
Itamarandiba	1047,2	237,7	61,0	NaN	NaN	9,3	13,5	9,3	65,0
Itaperuna	1204,5	250,7	68,7	NaN	NaN	11,8	14,0	6,7	40,5
Itirucu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ituacu	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ituiutaba	1436,0	306,7	97,1	90,8	174,8	14,7	15,3	8,0	75,1
Itumbiara	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Ivai	1608,6	331,7	78,5	NaN	NaN	15,5	14,9	7,2	25,4
Ivinhema	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Jacobina	781,8	273,5	97,0	NaN	NaN	6,2	10,1	6,4	37,9
Jaguaruana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Janauba	764,0	175,9	61,3	84,6	142,7	7,2	13,9	8,1	117,0
Januaria	887,2	170,9	44,5	NaN	NaN	9,3	15,2	9,0	116,4
Jatai	1622,2	322,1	90,1	89,6	158,3	14,4	14,0	8,8	58,7
Joao Pessoa	1877,8	557,0	153,6	110,6	190,5	17,1	13,0	12,1	26,1
Joao Pinheiro	1276,3	280,9	82,8	NaN	NaN	11,8	14,9	9,7	81,5
Juiz de Fora	1581,2	343,4	94,7	96,8	182,5	14,4	14,4	10,0	39,2
Juramento	938,0	202,6	48,2	NaN	NaN	9,2	14,0	8,4	111,5
Labrea	2323,4	591,4	243,6	NaN	NaN	23,1	15,9	9,6	21,4
Lages	1705,7	338,6	96,5	82,7	168,5	15,5	14,7	6,8	18,1
Lagoa Vermelha	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Lambari	1686,9	352,2	105,1	86,0	186,8	15,1	15,6	10,2	43,2
Lavras	1416,4	309,1	87,8	73,2	157,8	12,6	13,8	9,7	53,5
Lencois	1048,9	327,6	102,5	NaN	NaN	9,2	11,8	7,8	32,0
Londrina	1526,2	295,0	81,4	NaN	NaN	15,1	15,5	7,8	32,1
Luzilândia	1339,4	341,9	108,2	NaN	NaN	11,8	13,5	10,6	60,0
Macapa	2505,9	609,7	190,9	111,4	205,1	22,9	15,3	13,7	33,1
Macau	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Maceio	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Machado	1534,1	403,0	111,0	NaN	NaN	12,8	13,9	10,2	44,7
Manaus	2277,4	490,5	141,9	106,2	173,4	21,8	14,8	11,0	17,7
Manicore	2492,9	593,2	155,9	113,1	184,0	23,9	14,8	11,0	22,2
Maraba	1854,1	513,4	142,0	105,7	182,5	19,4	16,3	10,0	53,7
Maringa	1623,8	319,8	69,0	84,7	161,7	16,7	16,0	8,1	31,6
Matupa	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Mocambinho	796,5	181,5	59,0	NaN	NaN	7,8	14,1	7,8	116,8
Monteiro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Montes Claros	1063,0	226,3	61,9	82,0	176,5	11,2	15,5	10,3	110,8
Monte Alegre	1735,3	378,3	96,9	92,3	161,3	17,8	14,8	9,0	45,8
Monte Azul	751,4	172,5	47,3	NaN	NaN	6,7	13,8	7,8	105,7
Monte Santo	590,9	208,2	65,4	NaN	NaN	4,0	7,5	8,6	48,4
Morada Nova	686,3	143,7	39,4	NaN	NaN	5,8	11,4	7,0	108,6
Morro do Chapéu	634,4	216,3	62,6	NaN	NaN	4,9	8,0	7,0	37,2
Natal	1677,7	486,8	130,1	129,1	218,4	14,7	13,1	10,4	30,3
Nhumirim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Nova Xavantina	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Obidos	1892,8	443,6	122,1	96,9	158,6	17,2	14,1	9,8	28,9
Ouricuri	623,1	201,8	57,4	NaN	NaN	5,7	12,5	4,8	66,0
Padre Ricardo Remetter	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Palmas	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Palmeira dos Índios	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Pao de Açúcar	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Paracatu	1471,9	330,7	113,2	95,0	195,3	14,0	15,7	11,3	86,9
Paranaguá	2243,5	579,7	189,2	130,7	221,4	20,7	14,9	10,0	17,1
Paranaíba	1382,8	295,8	78,8	90,8	158,3	12,8	14,4	9,0	56,0
Parintins	2438,0	551,3	126,1	107,9	196,4	23,5	15,2	10,8	22,5
Parnaíba	1111,5	331,9	110,6	NaN	NaN	10,9	14,0	9,5	95,8
Passo Fundo	1911,3	407,4	122,6	NaN	NaN	19,4	16,9	6,0	15,9
Patos de Minas	1449,8	330,6	88,8	89,2	166,2	14,0	14,5	NaN	NaN
Patos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	11,2	72,3
Paulistana	627,5	139,6	29,3	NaN	NaN	6,4	12,9	5,6	109,6
Paulo Afonso	485,0	176,5	71,3	NaN	NaN	3,1	7,7	6,2	60,3
Pedra Azul	841,8	201,5	51,3	NaN	NaN	8,7	12,2	7,8	40,7
Pedro Afonso	1653,6	347,2	84,3	91,4	168,6	16,6	15,0	9,1	89,5
Peixe	1485,1	353,0	98,4	88,0	166,6	15,0	15,1	9,9	113,2

Pelotas	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Petrolina	476,8	141,0	39,7	68,9	126,1	4,5	13,6	4,9	101,3
Picos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Pirapora	1100,9	261,2	78,9	83,5	160,3	11,1	14,7	9,6	93,2
Pirenopolis	1693,8	372,6	129,2	88,9	175,1	15,0	14,2	11,0	88,8
Piripiri	1353,3	316,6	96,2	NaN	NaN	12,5	14,5	11,5	62,1
Pompeu	1230,2	294,4	86,9	87,8	174,5	11,6	14,4	9,5	66,5
Ponta Pora	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Porto Alegre	1383,4	289,3	58,9	77,6	132,8	12,6	13,4	5,8	18,7
Porto de Moz	2284,6	500,8	137,0	90,6	157,3	18,3	13,0	14,9	21,7
Porto de Pedras	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Porto Nacional	1577,1	336,4	107,4	91,9	161,8	15,1	14,6	10,0	89,9
Posse	1424,5	336,1	89,6	77,6	148,8	13,6	14,2	9,9	102,2
Poxoreo	1623,2	357,7	88,5	NaN	NaN	16,3	15,3	9,1	62,9
Presidente Prudente	1320,1	276,6	84,3	82,3	151,0	11,8	14,7	6,7	39,0
Propria	923,5	271,2	86,7	NaN	NaN	5,6	8,7	8,6	41,0
Quixeramobim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Recife	2241,9	648,2	185,7	117,2	218,3	19,4	13,0	15,4	19,7
Remanso	619,0	145,4	50,3	NaN	NaN	7,0	15,7	6,4	131,4
Resende	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rio Branco	1975,2	457,0	125,8	93,5	160,8	19,9	14,9	9,4	27,7
Rio de Janeiro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rio Grande	1248,2	272,1	68,0	84,2	141,7	11,7	13,6	5,3	19,6
Rio Verde	1585,1	376,4	94,4	NaN	NaN	14,8	14,6	8,7	61,0
Roncador	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rondonopolis	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Salinas	868,2	215,5	72,0	77,2	154,8	8,0	13,2	8,7	73,6
Salvador	1826,3	517,4	135,6	107,6	202,3	15,3	12,2	12,0	21,9

Santana do Livramento	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Maria	1760,2	428,1	126,7	100,3	171,3	19,9	17,5	5,7	20,0
Santa Rita de Cassia	922,7	210,5	57,8	NaN	NaN	8,8	14,3	7,1	111,6
Santa Vitoria do Palmar	1230,9	308,2	95,1	113,3	166,0	11,7	14,6	5,0	22,9
Sao Carlos	1526,9	309,5	74,9	82,9	165,6	14,6	15,0	8,6	46,3
Sao Felix do Xingu	1979,2	456,7	181,8	NaN	NaN	17,0	13,9	11,2	38,9
Sao Goncalo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Joao do Piaui	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Joaquim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Jose do Rio Claro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Lourenco	1523,2	327,1	98,4	NaN	NaN	13,7	14,3	9,7	39,1
Sao Luis	2190,0	576,4	172,4	123,1	224,2	22,1	17,4	13,1	76,1
Sao Luiz Gonzaga	1943,0	418,8	125,2	NaN	NaN	22,9	19,7	5,9	21,0
Sao Mateus	1328,1	392,7	112,7	NaN	NaN	11,6	12,1	8,6	23,0
Sao Paulo Mir de Santana	1608,9	328,7	100,1	85,7	149,7	15,6	14,7	8,6	31,9
Sao Simao	1439,5	273,1	76,8	77,0	152,7	14,0	14,8	7,3	50,6
Sao S do Paraiso	1650,7	314,2	87,9	NaN	NaN	17,0	16,7	9,7	46,5
Senhor do Bonfim	718,7	218,5	73,6	NaN	NaN	5,0	8,3	7,9	39,1
Serido	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Serrinha	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sete Lagoas	1325,9	271,9	70,7	88,3	183,6	13,4	15,8	9,4	71,8
Sobral	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sorocaba	1323,7	254,9	62,2	82,0	151,0	10,9	13,8	7,7	37,5
Soure	3099,9	886,3	274,7	151,9	312,6	32,1	19,2	20,2	52,4
Surubim	576,9	148,6	39,6	51,0	78,2	2,0	6,8	6,8	41,8
S G da Cachoeira	2941,8	624,2	152,8	96,3	170,2	28,0	14,7	11,6	7,9
Taguatinga	1613,5	344,7	99,6	90,2	171,0	15,5	14,8	11,6	109,4
Tarauaca	2217,9	563,5	154,7	105,0	174,0	19,9	14,2	8,9	20,0

Taua	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Taubate	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Tefe	2384,8	519,7	154,5	97,7	165,9	20,8	13,8	11,0	12,5
Teresina	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Torres	1462,2	348,1	84,0	90,0	168,8	12,8	13,0	6,5	15,7
Tracuateua	2390,7	633,2	193,1	112,2	221,5	22,7	15,3	16,4	56,4
Triunfo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Tucuruí	2356,1	579,6	196,4	NaN	NaN	23,6	15,8	14,4	23,7
Turiacu	2178,8	532,6	150,9	111,2	203,7	20,3	15,0	14,1	54,0
Uberaba	1616,2	334,6	103,4	85,6	169,9	15,4	15,0	9,5	56,0
Unai	1371,0	326,5	110,4	93,5	171,4	13,5	15,4	10,8	89,0
Uruguaiana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Urussanga	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vale do Gurgueia	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vicosa	1250,8	253,6	81,6	NaN	NaN	11,4	13,8	8,4	55,0
Vitoria da Conquista	735,0	237,4	66,6	NaN	NaN	6,0	8,9	7,4	30,1
Vitoria	1269,2	359,4	82,0	NaN	NaN	11,1	12,7	8,1	36,4
Votuporanga	1322,1	270,6	79,3	84,3	147,2	12,0	14,3	8,1	42,5
Ze Doca	1788,4	422,9	116,4	101,8	191,5	16,0	14,3	10,7	39,8

**ANA**

Fazenda Sao Lucas	2367,1	475,1	149,2	NaN	NaN	18,5	13,5	18,9	19,3
Terra Preta	2816,4	639,1	185,2	94,8	184,8	25,0	16,2	14,1	19,1
Barcelos	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Cumaru	2157,6	511,7	149,9	102,5	171,8	19,5	15,4	8,7	17,2
Tapuruquara	2384,1	534,1	159,2	85,2	151,1	19,4	13,1	10,4	10,9
Sao Gabriel da Cachoeira	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Balbina P 8	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Posto Abonari	2339,3	528,3	153,3	NaN	NaN	20,6	14,3	11,0	15,3



Moura	2258,9	483,1	170,4	89,6	152,2	18,3	13,5	11,1	14,3
Carvoeiro	2177,8	351,9	117,2	101,9	162,6	19,6	16,3	9,1	18,6
Umanapana	2552,5	494,8	166,7	99,3	167,5	24,1	16,4	8,3	13,8
Maraa	2430,8	422,2	124,4	85,9	163,5	15,6	16,4	10,0	16,1
Acanaui	2918,8	525,4	152,4	108,7	192,7	29,4	17,3	9,9	13,3
Vila Bittencourt	3083,2	769,9	265,2	101,4	178,2	27,2	14,3	14,7	8,6
Mangueira	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Nhamunda	2357,2	467,8	140,3	104,4	201,9	26,0	19,7	10,4	35,8
Urucara	2000,2	341,4	95,8	103,8	167,6	21,4	18,6	9,0	26,8
Barreirinha	2694,1	509,2	123,3	97,3	199,0	29,6	19,9	10,2	23,3
Boa Vista do Ramos	2168,9	408,2	151,6	NaN	NaN	19,9	16,5	10,4	18,3
Mocambo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Cachoeira Morena	2284,8	505,6	137,6	NaN	NaN	19,3	13,6	14,1	17,2
Rio Preto da Eva	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Novo Airao	2174,6	571,7	155,5	96,4	163,6	19,7	13,5	10,8	15,8
Presidente Figueiredo	2533,4	512,0	150,4	91,9	168,9	20,1	15,0	11,8	14,8
Baruri	2486,9	488,4	131,7	NaN	NaN	22,7	15,6	13,0	14,3
Sao Pedro	3431,1	474,9	120,2	79,2	189,3	33,8	22,0	11,6	14,1
Porto Antunes	2879,3	672,3	199,2	NaN	NaN	27,4	17,4	9,6	10,3
Espirito Santo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Boa Uniao	2864,3	185,8	47,3	75,6	159,0	18,2	20,5	9,3	14,2
Fazenda Planalto	1678,0	393,9	102,4	103,7	192,3	15,6	15,5	12,8	51,7
Maues	2072,1	249,5	61,8	74,7	135,8	13,5	13,4	16,4	16,4
Mucaja	2284,3	461,7	123,0	NaN	NaN	23,1	17,5	7,6	16,6
Menino Deus	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Balsa do Rio Urubu	2286,8	514,1	170,2	93,1	163,8	19,4	15,1	10,6	17,2
Osorio Fonseca	2218,4	467,1	144,6	97,6	159,6	20,2	16,6	8,6	20,0
Nova Olinda do Norte	2263,7	581,4	198,2	95,8	163,4	20,7	15,1	10,2	15,0

Autazes	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Manacapuru	2067,2	475,7	162,1	NaN	NaN	19,3	15,5	9,5	18,8
Beruri	2719,3	585,5	192,0	95,5	187,0	25,9	18,7	10,7	18,9
Caapiranga	1743,5	512,0	211,6	NaN	NaN	8,8	13,1	8,0	17,4
Badajos	2545,2	494,6	120,3	92,4	176,2	22,5	15,6	11,3	13,6
Barro Alto	1834,5	387,5	104,9	93,3	152,8	17,1	14,4	7,7	17,9
Jutica	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Forte das Gracas	3057,2	690,4	203,8	116,3	215,3	31,3	20,1	8,0	10,6
Martirio	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santo Antonio do Ica	2488,4	594,8	162,0	93,9	167,0	22,8	15,1	10,4	13,9
Porto Seguro	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Paulo de Olivenca	2607,5	463,5	149,7	97,8	170,9	25,2	16,9	8,4	11,7
Santa Rita do Weil	1985,3	609,6	151,8	63,9	131,9	16,5	15,9	8,4	18,7
Monte Alegre do Xingu	1509,1	420,5	130,2	101,4	171,4	12,7	13,3	10,0	32,8
Caramuri	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Borba	2061,9	649,7	275,6	104,3	174,7	20,1	19,8	5,9	19,7
Niteroi	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Aruma Jusante	2362,0	507,6	172,7	NaN	NaN	19,8	14,8	11,0	30,2
Beaba	1565,3	270,3	75,5	66,1	120,4	16,5	16,3	5,7	21,8
Estirao da Santa Cruz	2470,9	523,5	151,3	NaN	NaN	23,8	16,9	7,6	15,3
Carauari	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Gaviao	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Barreira Alta	2623,6	521,5	230,0	NaN	NaN	26,8	17,5	8,9	13,3
Conceicao Ilha da Nova Sorte	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Estirao do Repouso	2628,0	602,8	158,9	NaN	NaN	29,3	19,1	7,3	15,2
Santa Teresa Nova	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Maria	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santo Antonio Mira Flor	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Km 60	1722,9	321,1	83,9	94,8	162,3	17,6	19,4	7,3	57,4
Km 1326 BR 163	2290,6	487,1	140,6	101,3	171,8	21,2	17,1	9,3	26,8
Novo Aripuana	2375,1	422,6	136,1	109,7	185,9	24,9	22,7	8,8	31,8
Recreio Pedreiras	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Monte Alegre	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Seringal Moreira	2431,7	617,7	212,4	NaN	NaN	23,4	15,0	10,9	16,9
Baturite	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Nova Olinda	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Seringal Saudade	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Xibaua	2593,0	321,2	86,9	100,6	180,0	26,8	15,6	9,6	14,3
Marimari	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Nova Colocacao Caxias	2864,3	777,6	212,5	NaN	NaN	32,0	18,8	10,6	14,8
Palmeiras do Javari	2508,9	562,5	162,0	104,1	168,7	23,5	16,3	8,9	13,2
Boa Esperanca	1961,6	380,0	99,2	NaN	NaN	19,0	16,7	9,0	44,8
Jacareacanga	2134,9	514,0	142,9	112,4	185,0	20,0	15,0	10,3	33,9
Santarem Sucunduri	2297,0	446,1	120,8	91,5	161,8	19,1	15,2	13,5	34,4
Seringal Jenipapo	2328,5	452,9	142,8	111,1	173,3	24,5	22,5	6,1	36,0
Natal	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Rafael	1303,5	500,0	135,6	87,5	125,8	9,4	11,4	6,6	22,4
Nova Esperanca	2067,4	498,9	107,3	74,3	150,9	19,3	15,5	7,6	23,7
Santos Dumont	2422,2	521,2	130,4	93,1	173,4	25,7	19,8	6,6	20,0
Eirunepe	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Soledade	2728,6	345,3	65,5	NaN	NaN	29,4	23,7	7,4	21,1
Foz do Gregorio	2183,8	411,6	112,0	81,7	135,0	27,9	23,9	3,8	20,0
Fazenda Cumaru do Norte	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Barra do Sao Manuel	2310,5	389,9	91,1	NaN	NaN	22,3	15,6	14,7	32,9
Vila do Apui	2018,5	282,1	59,9	89,8	166,9	22,4	19,3	6,5	35,7
Prainha Velha	2461,4	385,0	128,2	NaN	NaN	25,5	16,7	10,8	29,8

Boca do Guariba	3009,0	472,0	152,0	100,6	195,3	30,4	21,4	9,4	40,2
Fazenda Agua Azul	2554,7	457,4	117,5	113,2	189,9	28,7	22,8	6,4	50,0
Sao Bento	1470,1	208,9	88,6	73,5	118,0	12,4	14,3	5,2	27,0
Seringal Fortaleza	2254,5	534,6	148,8	112,1	180,2	22,2	15,3	11,5	24,7
Fazenda Borangaba	2260,3	486,9	176,6	NaN	NaN	25,4	18,6	8,0	30,2
Envira	2779,0	572,5	224,5	107,5	208,2	30,7	23,4	7,7	26,8
Seringal Santo Amaro	2447,8	407,5	109,9	NaN	NaN	27,6	20,8	6,8	25,0
Ipixuna	2333,6	474,9	195,3	64,9	124,6	21,9	18,6	4,5	15,1
Fazenda Paranacre	1873,5	352,8	83,0	90,8	161,6	19,8	17,4	5,7	29,4
Seringal Boa Fe	2265,3	491,7	136,9	105,5	176,7	22,5	17,5	7,9	24,4
Serra do Moa	2292,7	664,6	225,8	84,7	147,6	18,4	15,2	8,9	15,8
Km 947 BR 163	2297,0	487,8	121,9	103,3	192,7	21,9	18,3	12,6	67,1
Sitio Vista Alegre	2239,4	476,7	140,0	NaN	NaN	23,0	17,2	8,6	39,1
Fazenda Sheffer	2170,6	577,5	214,4	112,6	188,6	22,2	20,6	8,3	45,6
Boca do Acre	1795,5	363,6	61,0	86,4	184,8	18,6	17,1	8,1	42,7
Sao Romao(Tabocal)	2146,8	350,6	79,9	NaN	NaN	24,9	19,4	6,1	27,2
Manoel Urbano	1946,5	688,6	223,2	NaN	NaN	19,0	18,1	7,5	30,3
Thaumaturgo	1416,3	347,4	81,0	85,9	148,1	11,1	13,1	7,5	27,2
Porto Walter	2322,0	384,8	138,3	93,7	179,3	26,2	23,6	6,5	29,2
Novo Planeta	1889,6	414,6	150,1	NaN	NaN	19,3	16,5	9,6	63,7
Fabio	2051,9	465,5	120,9	NaN	NaN	20,4	17,0	10,1	58,5
Mineracao Oriente Novo	2285,5	503,4	167,0	98,7	193,8	22,6	16,5	14,5	48,3
Santo Antonio BR 364	2105,8	437,7	109,4	99,4	171,1	22,6	18,5	7,7	55,3
Nova California	1929,1	339,5	76,8	96,1	161,0	20,1	18,9	7,1	44,3
Pedreiras	1777,2	372,8	88,6	NaN	NaN	21,0	19,8	7,1	54,5
Floriano Peixoto	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Rest. Porteira do Amazonas	2024,1	432,7	96,6	100,5	172,9	19,7	18,6	14,3	37,3
Seringal da Caridade	1536,0	398,9	122,5	80,0	125,4	14,6	14,2	5,9	38,1

Fazenda Canari	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Foz do Breu	1907,7	436,7	134,1	110,6	180,0	18,9	15,4	8,4	24,2
Vila Sao Jose do Xingu	1939,1	542,6	168,9	82,8	158,6	16,8	16,9	12,4	93,3
Fazenda Santa Emilia	1721,9	377,5	144,3	NaN	NaN	17,2	15,5	10,4	97,2
Nucleo Ariel	1873,5	360,0	108,6	NaN	NaN	19,0	16,3	9,2	70,0
Fazenda Castanhal	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Mirante da Serra	1712,2	353,7	100,2	78,1	137,8	17,4	15,5	8,9	49,5
Escola Caramuru	2259,6	327,9	99,9	88,2	186,1	24,4	20,7	9,5	48,0
Mineracao Ponte Massangana	1987,4	420,9	140,4	105,7	163,0	21,3	18,0	7,8	45,6
Vila Capixaba	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Bate Papo	1595,8	238,6	82,1	89,7	171,6	19,5	25,1	5,6	119,6
Juina	1959,2	341,8	88,8	87,6	168,6	22,6	19,6	9,0	78,0
Fazenda Tombador	1826,7	361,5	109,1	NaN	NaN	19,4	19,7	7,6	78,6
Marco Rondon	1850,3	379,8	105,3	101,4	168,4	18,4	17,0	9,4	68,7
Vista Alegre	1897,2	414,0	126,6	95,2	165,4	19,3	17,1	8,3	61,1
Pedras Negras	1794,3	306,4	69,6	93,1	183,3	19,6	20,0	6,9	68,7
Serra Dourada	1612,2	350,8	93,3	96,8	171,9	16,5	16,8	9,7	104,0
Bacaval	1787,3	421,9	114,6	100,5	174,7	19,1	17,7	8,9	74,8
Pimenteiras	2017,9	658,2	146,6	90,4	189,0	22,3	21,4	8,9	67,5
Nortelandia	1718,6	338,6	68,0	97,5	168,8	17,2	17,3	9,1	68,4
Santa Escolastica	1554,6	314,6	86,0	NaN	NaN	17,5	19,4	15,2	88,5
Destacamento da Corixa	1109,5	242,9	102,9	NaN	NaN	11,2	17,9	6,2	65,3
Ribas do Rio Pardo	1467,0	285,4	84,7	86,9	158,9	14,0	15,6	7,6	48,2
Usina Mimoso	1264,5	245,7	45,8	73,7	123,7	11,2	15,5	6,8	49,3
Campos Elisios	1397,0	299,0	89,9	NaN	NaN	16,1	20,1	4,9	52,6
Jaragua	1450,5	273,9	65,0	98,6	157,7	15,5	19,8	5,7	47,8
Santa Elisa	1412,5	255,5	81,5	96,3	143,8	15,3	19,9	5,4	44,8
DNOS 8 DRS	1348,0	282,5	70,0	NaN	NaN	13,3	14,6	6,9	39,9

Jaraguari	1432,3	229,6	55,1	75,1	157,7	13,6	19,3	8,3	57,6
Alegre	1420,3	234,1	51,4	85,3	146,9	15,0	17,6	7,0	47,8
Sidrolandia	1396,8	321,8	114,8	97,7	153,5	15,3	20,5	5,7	45,4
Cipolandia	1194,3	226,7	72,4	107,2	150,8	12,3	17,4	5,3	46,3
Palmeiras	1274,1	251,3	82,7	NaN	NaN	13,6	21,0	4,2	48,4
Fazenda Lajeado	1202,2	251,8	76,0	NaN	NaN	12,4	16,9	5,2	47,3
Taboco	1368,5	257,1	47,1	98,8	161,8	16,4	25,2	3,9	55,2
Miranda	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Estrada MT 738	1114,7	221,7	76,1	NaN	NaN	13,1	24,2	4,4	54,4
Guaicurus	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Rosa	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Taruma	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Sao Simao	1041,0	211,3	53,7	NaN	NaN	11,0	19,4	4,3	51,6
Porto Velho	1269,3	224,8	55,8	80,7	146,1	13,4	18,3	6,1	48,9
Porto Uere	1365,9	298,6	67,2	95,3	166,0	15,1	21,5	5,4	53,0
Xavantina do Sul	1353,4	302,0	91,5	84,8	143,0	12,9	15,1	7,4	42,4
Fazenda Boa Esperanca	1282,4	290,8	94,9	88,8	164,2	14,4	17,3	7,5	50,2
Fazenda Mimosinho	1326,9	265,7	80,8	NaN	NaN	13,8	17,3	5,5	42,9
Porto Pindaiba	1624,5	380,3	109,1	100,4	183,3	15,1	18,1	8,9	41,6
Passagem Ribeirao Lontra	1220,0	216,0	63,6	NaN	NaN	12,9	17,0	6,1	45,3
Xavante	1279,9	259,7	82,4	NaN	NaN	12,5	15,5	6,3	36,1
Lanceiro	1349,7	273,3	57,0	84,1	142,7	13,9	17,8	6,6	42,8
Aroeira	1248,7	192,2	27,3	79,4	140,2	12,4	18,2	5,3	44,3
Porto Rio Brilhante	1385,3	272,6	82,4	91,0	150,2	14,0	16,8	5,7	40,5
Vau do Balsamo	1338,6	294,1	83,5	86,0	151,0	12,6	15,5	6,4	42,5
Retiro Guaruja	1237,4	257,3	91,3	NaN	NaN	13,1	19,7	4,3	41,8
Capao Bonito	1305,5	233,3	75,6	86,7	135,0	14,2	18,3	4,8	46,0
Fazenda Ponte	1194,6	252,1	81,7	92,4	144,6	11,9	15,8	6,7	43,1

Maracaju	1312,8	289,4	91,5	91,4	133,7	13,1	16,8	5,4	38,1
Nioaque	1165,7	202,1	58,2	NaN	NaN	12,7	19,7	5,2	42,1
Bonito	1242,0	272,9	106,8	91,2	138,5	13,4	20,5	4,3	45,7
Jardim	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Santa Otilia	1315,5	270,6	77,7	NaN	NaN	14,9	21,5	4,6	43,0
Porto Murinho	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Maraba	1276,7	284,4	67,1	NaN	NaN	14,5	20,5	4,4	44,9
Barranco Branco	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Anaurilandia	1383,1	231,9	62,7	95,4	156,0	15,1	18,9	6,8	40,9
Bataipora	1332,7	256,1	71,9	84,9	143,9	12,6	16,9	6,0	35,9
Fazenda Jangada	1284,9	245,2	69,9	84,0	137,5	13,0	18,3	5,7	40,6
Caarapo	1368,9	266,6	71,2	89,9	154,5	14,6	15,8	5,8	35,8
Dourados	1366,7	237,7	61,8	85,4	138,4	15,1	18,3	5,0	38,1
Gloria de Dourados	1519,2	231,7	47,1	93,7	161,1	17,4	20,0	5,6	37,1
Porto Wilma	1263,4	213,3	61,8	97,1	162,6	13,2	18,7	5,8	40,0
Itapora	1318,0	284,2	85,9	92,9	148,6	13,1	15,9	6,3	38,3
Antonio Joao	1582,8	358,0	121,6	112,1	162,5	18,8	26,0	5,6	44,3
Bocaja	1466,4	248,7	64,5	96,5	152,2	18,6	25,4	3,8	41,8
Itaum	1770,3	298,3	78,0	82,7	167,4	26,2	25,1	5,5	40,9
Bela Vista	1372,1	291,2	73,6	NaN	NaN	16,4	23,2	4,6	38,0
Caracol	1300,5	203,8	40,5	NaN	NaN	16,5	25,8	3,9	46,3
Fazenda Vaca Branca	1415,3	260,1	75,7	99,8	155,0	16,1	20,7	4,8	40,0
Navirai	1468,2	289,2	79,3	96,8	150,4	15,7	17,3	5,2	36,2
Iguatemi	1550,2	314,2	64,3	89,1	166,4	18,0	20,2	6,3	30,0
Florida	1466,1	260,3	75,7	88,3	155,7	15,7	20,6	4,8	39,4
Colonia Bom Jesus	1336,4	248,7	73,3	NaN	NaN	13,8	18,1	5,7	35,4
Amambai	1847,0	416,5	131,6	111,0	184,1	19,1	20,1	6,0	34,0
Coronel Sapucaia	1526,0	294,8	91,5	90,6	153,0	16,5	19,9	5,2	32,4

Porto Sao Domingos	1501,4	271,5	67,5	94,5	160,2	16,7	21,1	4,4	31,4
Tacuru	1556,5	249,2	64,5	92,2	165,9	17,8	20,5	6,2	35,4
Carmo	1892,7	506,7	115,7	85,0	175,7	17,1	13,5	17,8	50,8
Sitio Santa Maria	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Posto Ajuricaba	1969,4	358,8	87,7	80,1	153,6	15,7	13,4	11,3	22,6
Balaio	3113,1	608,1	165,0	NaN	NaN	28,6	14,7	15,8	8,3
Sao Felipe	2826,9	551,7	152,7	87,9	169,5	21,7	14,1	12,8	8,5
Maloca Sao Tome	3395,6	746,8	247,6	116,7	194,1	33,4	16,3	14,0	9,0
Taraqua	3252,8	842,8	274,3	95,2	180,3	28,3	15,2	16,2	10,2
Marabitana	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Pari Cachoeira	2861,4	611,0	110,5	87,3	159,6	26,1	16,7	10,0	15,1
Pirarara Poco	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Itaubal do Amapa	4131,7	773,8	241,7	114,4	270,8	49,0	21,1	29,1	27,9
Cucui	2967,2	647,9	189,9	98,6	177,3	27,8	14,9	11,5	10,7
Missao Icana	3437,2	701,1	189,4	106,8	200,9	34,4	15,9	14,5	8,7
Tunui	4148,9	664,8	165,8	99,9	248,3	45,8	21,9	12,3	10,9
Calcoene	4171,2	845,1	226,1	145,6	339,6	43,6	20,7	32,8	33,4
Lourenco	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Missao Surucucu	2090,8	410,9	136,8	NaN	NaN	14,3	12,2	13,1	17,3
Oiapoque	3202,2	639,0	192,2	107,0	235,7	32,6	16,1	23,7	21,0
Maloca do Erico	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Vila Surumu	1349,5	276,1	71,9	NaN	NaN	15,0	21,9	5,7	62,7
Missao Auaris Jusante	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN