

www.imesc.ma.gov.br

BOLETIM CLIMÁTICO

DO MARANHÃO

PERIODICIDADE | TRIMESTRAL
OUT - DEZ
2021

IMESC

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

SEPE

SECRETARIA DE ESTADO DE
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

GOVERNO DO
MARANHÃO



GOVERNO COM O
povo.
O MARANHÃO
NUM CAMINH
NOVO!

CORPO EDITORIAL	DIRETOR DE ESTUDOS E PESQUISAS	ELABORAÇÃO
GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO Flávio Dino de Castro e Costa	Hiroshi Matsumoto	Allana Pereira Costa Brenda Soares da Silva Nunes da Costa Leticia Moura Ferreira Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias Paulo Zidane Ferreira da Silva
VICE-GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO Carlos Orleans Brandão Júnior	DEPARTAMENTO DE ESTUDOS AMBIENTAIS Allana Pereira Costa	REVISÃO DE LINGUAGEM Carla Vitória Mendes
SECRETÁRIO DE ESTADO DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS Luis Fernando Silva	DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO Wenderson Carlos da Silva Teixeira	NORMALIZAÇÃO Dyana Pereira
PRESIDENTE DO INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS Dionatan Silva Carvalho	DEPARTAMENTO DE ESTUDOS TERRITORIAIS José de Ribamar Carvalho dos Santos	CAPA/ DIAGRAMAÇÃO Herbet Machado
DIRETOR DE ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOPROCESSAMENTO Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias	COORDENAÇÃO Departamento de Estudos Ambientais	

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC

Boletim climático do Maranhão / Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC. out./ dez., v.1, n.3. — São Luís: IMESC, 2022.

ISSN 2764-0213

62 p.

1. Clima 2. Maranhão. I. Boletim climático

CDU: 551.58 (812.1)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em atuação no mês de fevereiro de 2021.....	12
Figura 2 - Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em atividade sobre o Brasil.....	12
Figura 3 - Registro da anomalia da Temperatura da Superfície do Mar a partir do Índice de Oscilação Sul.....	16
Figura 4 - Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar no Oceano Pacífico de outubro a dezembro de 2021.....	17
Figura 5 - Configuração da Oscilação Madden – Julian no Oceano Atlântico durante o mês de novembro de 2021.....	18
Tabela 1 - Organização das escalas espacial e temporal do clima.....	20
Figura 6 - Mapa de Localização e Situação das Estações Meteorológicas.....	21
Fluxograma 1 - Etapas de elaboração dos mapas climáticos do Estado do Maranhão.....	22
Figura 7 - Mapa de Normal Climatológica (1981-2010) de precipitação pluviométrica para o mês de outubro do Estado do Maranhão.....	28
Figura 8 - Mapa de precipitação acumulada em outubro de 2021 no Estado do Maranhão.....	29
Figura 9 - Normal climatológica de temperatura máxima para o mês de outubro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010.....	32
Figura 10 - Mapa de temperatura máxima para o mês de outubro de 2021 no Estado do Maranhão....	33
Figura 11 - Normal climatológica de temperatura mínima para o mês de outubro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010.....	34
Figura 12 - Mapa de temperatura mínima para o mês de outubro de 2021 no Estado do Maranhão..	35
Figura 13 - Alta cobertura de nebulosidade sob a região Nordeste do Brasil.....	38
Figura 14 - Mapa de Normal Climatológica (1981-2010) de precipitação pluviométrica para o mês de novembro do Estado do Maranhão.....	40
Figura 15 - Mapa de precipitação acumulada em novembro de 2021 no Estado do Maranhão.....	41
Figura 16 - Desvio de chuvas para as regiões do Brasil em novembro de 2020 e 2021.....	42
Figura 17 - Normal climatológica de temperatura máxima para o mês de novembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010.....	44
Figura 18 - Mapa de temperatura máxima para o mês de novembro de 2021 no Estado do Maranhão..	45
Figura 19 - Normal climatológica de temperatura mínima para o mês de novembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010.....	46
Figura 20 - Mapa de temperatura mínima para o mês de novembro de 2021 no Estado do Maranhão.....	47
Figura 21 - Cobertura de Nuvens acentuada sob o Estado do Maranhão no dia 27/12/2021.....	50
Figura 22 - Mapa de Normal Climatológica (1981-2010) de precipitação pluviométrica para o mês de dezembro do Estado do Maranhão.....	52
Figura 23 - Mapa de precipitação acumulada em dezembro de 2021 no Estado do Maranhão.....	53
Figura 24 - Normal climatológica de temperatura máxima para o mês de dezembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010.....	56
Figura 25 - Mapa de temperatura máxima para o mês de dezembro de 2021 no Estado do Maranhão....	57
Figura 26 - Normal climatológica de temperatura mínima para o mês de dezembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010.....	58
Figura 27 - Mapa de temperatura mínima para o mês de dezembro de 2021 no Estado do Maranhão.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Precipitação (1981- 2010) e a precipitação observada em outubro de 2021.....	26
Gráfico 2 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Número de dias com precipitação (1981- 2010) e número de dias com precipitação observada em outubro de 2021.....	27
Gráfico 3 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Temperatura Máxima e Mínima (1981- 2010) e a temperatura máxima e mínima observada em outubro de 2021.....	30
Gráfico 4 - Variação da Amplitude Térmica entre Temperatura Máxima e Mínima para o mês de outubro de 2021.....	31
Gráfico 5 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Precipitação (1981- 2010) e a precipitação observada em novembro de 2021.....	37
Gráfico 6 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Número de dias com precipitação (1981- 2010) e número de dias com precipitação observada em novembro de 2021.....	39
Gráfico 7 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Temperatura Máxima e Mínima (1981- 2010) e a temperatura máxima e mínima observada em novembro de 2021.....	43
Gráfico 8 - Variação da Amplitude Térmica entre Temperatura Máxima e Mínima para o mês de novembro de 2021.....	43
Gráfico 9 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Precipitação (1981- 2010) e a precipitação observada em dezembro de 2021.....	49
Gráfico 10 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Número de dias com precipitação (1981- 2010) e número de dias com precipitação observada em dezembro de 2021.....	51
Gráfico 11 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Temperatura Máxima e Mínima (1981- 2010) e a temperatura máxima e mínima observada em dezembro de 2021.....	54
Gráfico 12 - Variação da Amplitude Térmica entre Temperatura Máxima e Mínima para o mês de dezembro de 2021.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

pag 5

2. DEFINIÇÃO DE TEMPO E CLIMA

pag 7

3. SISTEMAS PRODUTORES DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

pag 10

4. SITUAÇÃO DAS TELECONEXÕES OCEANO - ATMOSFERA DURANTE O QUARTO TRIMESTRE DE 2021

pag 14

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

pag 19

6. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS DO ESTADO DO MARANHÃO PARA O QUARTO TRIMESTRE DE 2021

pag 23

6.1 BALANÇO DO COMPORTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA MÊS DE OUTUBRO

pag 25

6.2 BALANÇO DO COMPORTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA MÊS DE NOVEMBRO

pag 36

6.3 BALANÇO DO COMPORTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA MÊS DE DEZEMBRO

pag 48

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

pag 60

INTRODUÇÃO

1

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As observações e análises das dinâmicas atmosféricas têm tido um papel significativo nos estudos de diversas áreas do conhecimento, uma vez que seu comportamento possui grande influência sobre toda a superfície terrestre. De acordo com Santos (2000), a condição climática é considerada elemento condicionador na dinâmica ambiental por fornecer calor e umidade, bem como por ser responsável pelo desencadeamento de uma série de processos, entre eles, formação de solos, estruturas e formas de relevos, recursos hídricos, crescimento, desenvolvimento e distribuição das plantas e animais, o que chega a refletir nas atividades econômicas, principalmente na agricultura e na sociedade.

À vista disso, o presente Boletim Climático trata-se das análises das condições atmosféricas do estado do Maranhão referente ao quarto trimestre de 2021, isto é, dos meses de outubro, novembro e dezembro, visando apresentar os dados quantitativos computados mensalmente das variáveis climáticas de Precipitação Pluviométrica, Temperatura Máxima e Temperatura Mínima.

Prontamente, as análises estão pautadas na abordagem da Climatologia Geográfica, trabalhada em uma escala Macroclimática devido à grande extensão territorial do Maranhão. Logo, para a construção quantitativa desses parâmetros climáticos observados, utilizou-se o banco de dados das estações meteorológicas convencionais e automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) contemplando 15 estações distribuídas no Maranhão e mais 29 dispostas nos estados do Piauí, Pará, Tocantins e Bahia com a finalidade de preencher o vazio de dados dos territórios maranhenses que fazem limite com esses estados. Além destas, foram adicionadas as estações pluviométricas do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) em funcionamento no estado, totalizando 74 estações.

Sendo assim, este boletim servirá de subsídio para o monitoramento climático regional dada a importância das informações apresentadas e espacializadas cartograficamente, uma vez que é de fundamental relevância os estudos climáticos para o desenvolvimento das atividades econômicas ligadas ao setor primário, assim como para o planejamento ambiental e territorial para diminuir os impactos causados pelas variações climáticas consoantes à existência de fenômenos naturais que implicam na dinâmica atmosférica e consequentemente no clima.

DEFINIÇÃO DE
TEMPO E CLIMA

2

TEMPO E CLIMA

2 DEFINIÇÃO DE TEMPO E CLIMA

A princípio, antes de ser abordada qualquer temática sob a visão da Climatologia Geográfica, torna-se necessário o esclarecimento da diferença entre tempo e clima, uma vez que ambos em muitas situações diárias são confundidos. Desse modo, segundo Ayoade (1996), o termo tempo refere-se ao estado médio da atmosfera numa dada porção de tempo e em determinado lugar. Por sua vez, Torres e Machado (2008) definem o tempo como o estado momentâneo da atmosfera em um determinado lugar. Ademais, Souza e Miranda (2013, p.22) completam que “o tempo meteorológico é, portanto, um conjunto de condições prevaletentes da atmosfera (representadas por pressão, temperatura, umidade, etc.) sobre um determinado local ou região, durante um período cronológico (minuto, hora, dia, mês e ano)”.

Por clima, entende-se como a síntese do tempo em um recorte espacial durante um período de aproximadamente 30 a 35 anos. O clima refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período (AYOADE,1996). Consoante, Souza e Miranda (2013), esclarecem que para determinar o clima de uma área é necessária uma longa série ininterrupta de observações diárias de tempo e durante algumas vezes por dia. Assim, a partir do comportamento e evolução das precipitações, temperatura, umidade e outras variáveis num período de 30 anos, irão definir o clima da região e posteriormente de médias para estes, estabelecendo uma normal climatológica.

Logo, toda e qualquer região do sistema Terra são condicionados pelos elementos e fatores climáticos, que as caracterizam e diferem de uma para outra, haja vista que vegetação, solos e relevos sofrem influências do clima. Entende-se por elementos do clima os componentes atmosféricos que se conjugam para formar o tempo atmosférico e o clima propriamente dito (TORRES; MACHADO ,2008). Os principais elementos climáticos são: temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, ventos, nebulosidade, insolação, radiação solar e precipitação

Prontamente, os fatores climáticos correspondem às características geográficas de uma região como latitude, altitude, maritimidade, continentalidade, solos, relevo, vegetação e correntes marítimas (TORRES; MACHADO,2008; MENDONÇA; DANNI – OLIVEIRA, 2007), estes são responsáveis por exercer alterações e interferências nos elementos do clima de forma direta ou indireta.

Isto posto, este Boletim irá apresentar dados direcionados aos elementos climáticos, Temperatura do Ar e Precipitação para o Maranhão numa escala temporal de três meses (outubro, novembro e dezembro para 2021) em que a temperatura do ar remete à temperatura reinante em um ponto da atmosfera próximo à superfície da Terra (VAREJÃO – SILVA, 2006), na qual será abordada as médias de temperatura máxima e mínima, que representam respectivamente a mais elevada e a mais baixa temperatura observada em um dado intervalo de tempo. Associado a essa dinâmica, insere-se dados correspondentes à amplitude térmica, sendo a diferença entre as temperaturas extremas observadas num

dado período (dia, mês, ano, etc.) (VAREJÃO-SILVA,2006).

Quanto à precipitação, Torres e Machado (2008, p.53) definem como “o processo pelo qual a água condensada na atmosfera atinge a superfície terrestre, sob a forma líquida (chuva ou chuveiro/garofa) ou sólida (granizo, saraiva e neve). Logo, a chuva propriamente dita, é a precipitação de partículas de água líquida sob a forma de gotas com diâmetro mínimo de 0,5 mm e velocidade de queda de 3m.s⁻¹ (SOARES; BATISTA, 2004, apud TORRES; MACHADO,2007, p.53). Assim, a precipitação é expressa em milímetros, em que 1 mm corresponde a 1 litro de água por 1m².

O monitoramento do comportamento dessas duas variáveis consiste em observações fundamentais para entender as variações atmosféricas em escalas temporais menores ou a longo prazo, o que forma um conjunto de dados que auxiliam em medidas de resiliência a fenômenos climáticos, uma vez que a água oriunda das chuvas permite a manutenção das diversas formas de vida na terra.

SISTEMA PRODUTORES
DAS CONDIÇÕES
METEREOLÓGICAS

3

SISTEMA PRODUTORES

3 SISTEMAS PRODUTORES DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Os sistemas produtores de tempo e clima ou condições meteorológicas são sistemas de circulação acompanhados por padrões e tipos característicos de tempo. Eles causam as variações diárias e semanais no tempo e são muitas vezes mencionados como perturbações atmosféricas ou meteorológicas (AYOADE, 1996, p.98). Os principais sistemas que se destacam é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Massas de Ar e Frentes, os Ciclones e Anticiclones, dentre outros.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é caracterizada como um cinturão de nuvens formada pelo encontro dos ventos alísios na faixa equatorial do globo, provocando chuvas na região em que atua. Ela forma-se na área de baixa latitude, no qual o encontro entre os ventos alísios de Sudeste e Nordeste cria uma ascendência das massas de ar, que geralmente são úmidas. Essa zona limita a circulação atmosférica entre o hemisfério Norte e o Sul (MENDONÇA; DANNI – OLIVEIRA, 2007, p.90).

A ZCIT é um dos principais sistemas produtores das condições meteorológicas atuante na zona tropical do globo, esta por sua vez é considerado o sistema mais importante gerador de precipitação sobre a região equatorial dos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico e nas áreas continentais adjacentes (HASTENRATH; HELLER, 1997, apud ESCOBAR, et al. 2020, p.6).

Este sistema é móvel e varia a sua posição ao longo do ano, o que interfere na ocorrência de chuvas no setor norte da região Norte e Nordeste do Brasil. Consoante, Escobar et. al. (2020, p.6) exemplifica que “a posição da ZCIT localiza-se mais ao norte (em torno de 10°N e 14°N) durante agosto e setembro e posiciona-se mais ao sul (em torno de 2°S e 4° S) durante março e abril. Essa variação sazonal tem um impacto significativo no regime de chuva durante a estação chuvosa do norte da região Nordeste do Brasil”. Logo, esse sistema pode ser identificado por meio de imagens de satélites quando estiver mais posicionado ao sul, assim na Figura 1 pode ser observado o cinturão de nuvens formando a ZCIT em operação.

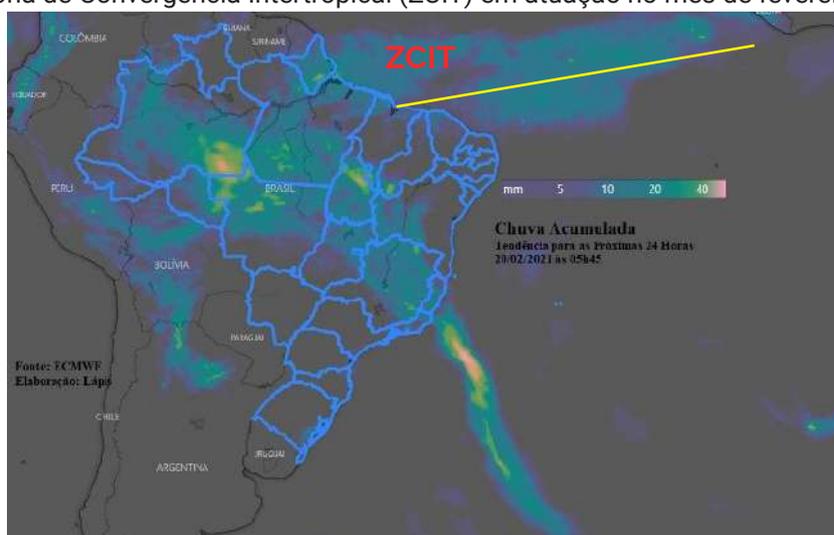
Diante disso, a ZCIT atua fortemente na porção Noroeste da região Norte e Nordeste do Brasil. Conseqüentemente, no Maranhão os efeitos da sua atuação são perceptíveis a partir do mês de fevereiro até abril, sendo responsável pela distribuição de precipitação no período chuvoso nessa área. Entretanto, em meados de maio, o seu desempenho passa por um processo de enfraquecimento, ocasionado pelo início do seu deslocamento em direção ao hemisfério norte. Assim, durante o período de estiagem (agosto a dezembro) não se observa a atividade da ZCIT no estado.

Já a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) por Vieira (2013, p.14) “é uma banda de nebulosidade convectiva que se estende de noroeste a sudeste (NW/SE) sobre a América do Sul, desde o sul da Amazônia até o oceano Atlântico e é considerada uma interação entre sistemas meteorológicos tropicais e extratropicais”. Destarte, para Quadro

(1994 apud SANTOS; FIALHO, 2016, p.224) “a ZCAS pode ser caracterizada por sua estacionaridade por, pelo menos, quatro dias, provocando assim, a alteração no regime de chuvas das regiões afetadas”.

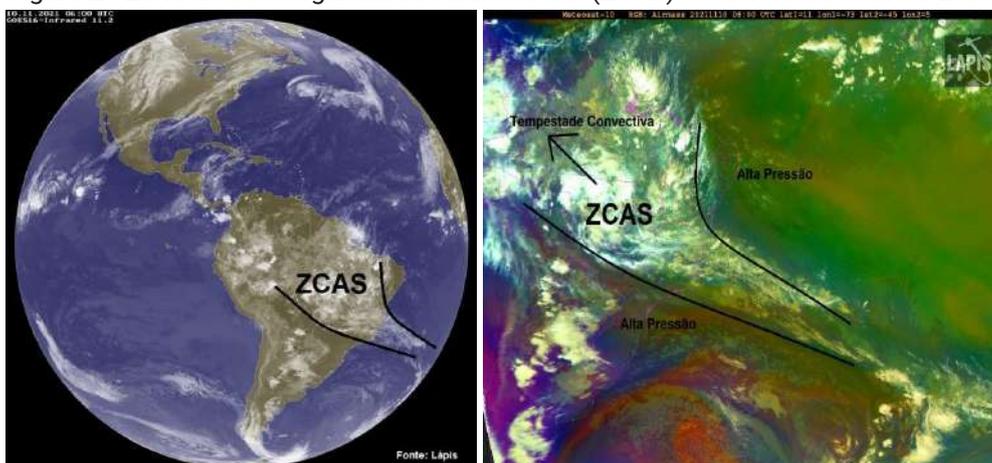
Segundo Mendonça e Danni - Oliveira (2007, p.92) “a ZCAS é o resultado da intensificação do calor e da umidade provenientes do encontro de massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul na porção central do Brasil”. Desse modo, segundo o INMET (2021), a principal característica desse sistema é a persistência de uma faixa de nuvens que provoca chuvas nas áreas afetadas, que se estende por um período de pelo menos quatro dias consecutivos. No Maranhão a região que sofre influência da ZCAS é o Sul do estado devido maior proximidade com a zona de abrangência do sistema meteorológico. Logo, na Figura 2 é apresentada a área de extensão da atuação da ZCAS, imagem referente ao mês de novembro de 2021, período este que foi caracterizado por forte aparição da ZCAS sob o território nacional que perdurou até meados de dezembro, o que causa fortes chuvas em diversas regiões do país.

Figura 1 - Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em atuação no mês de fevereiro de 2021



Fonte: LapisMet (2021).

Figura 2 - Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em atividade sobre o Brasil



Fonte: LapisMet (2021).

Além destes, conforme Dias e Costa (2020) outros sistemas operam para a configuração das condições de tempo no Maranhão, sendo:

- A. **Os ciclones tropicais:** centro ciclônico quase circular, com pressão extremamente baixa, no qual os ventos giram em espiral (AYOUBE,1996). Estes geram instabilidades meteorológicas e precipitações no primeiro semestre do ano, ocasionando fortes ventanias;
- B. **As Massas de Ar:** sendo uma unidade aerológica, ou seja, uma porção da atmosfera, de extensão considerável, com características térmicas e hidrométricas homogêneas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). No Maranhão atuam duas massas de ar, sendo a Massa Equatorial Atlântica (mEa) oriunda do Oceano Atlântico e situa-se mais ao norte do estado e a Massa Equatorial Continental (mEc) proveniente da Amazônia Brasileira e que influencia nas condições de tempo e clima no Centro – Sul do Maranhão (DIAS; COSTA, 2020);
- C. **Os Distúrbios Ondulatórios de Leste:** também contribuem na configuração de chuvas no estado.

Menciona-se que as características naturais do estado e sua posição geográfica também assumem papel importante na sua configuração meteoro-climática, uma vez que possibilita a atuação dos sistemas produtores de tempo citados anteriormente em menor ou maior grau.

SITUAÇÃO DAS TELECONEXÕES
OCEANO - ATMOSFERA DURANTE O
QUARTO TRIMESTRE DE 2021

4

TELECONEXÕES

4 SITUAÇÃO DAS TELECONEXÕES OCEANO – ATMOSFÈRA DURANTE O QUARTO TRIMESTRE DE 2021

O clima global em sua magnitude é influenciado pelos fenômenos que acontecem entre o oceano e a atmosfera, uma vez que os oceanos têm papel fundamental como reguladores do clima. Assim sendo, as variações de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) dos oceanos podem provocar alterações na circulação geral da atmosfera e desencadear fenômenos que afetam a dinâmica climática global, como o caso do ENOS (El Niño Oscilação - Sul).

De acordo com Costa et al. (2021, p13) “o ENOS é um fenômeno oceânico-atmosférico que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial provocado pela oscilação de temperatura superficial das suas águas. Este, por sua vez, possui duas fases, uma quente denominada El Niño, e uma fase fria chamada de La Niña”. O aumento ou diminuição de temperatura das águas do Pacífico está relacionado com o condicionante atmosférico, neste caso os ventos alísios, que são ventos oriundos das regiões subtropicais em direção ao Equador e que em determinado período do ano ficam enfraquecidos ou intensificados, o que ocasiona por um longo período a presença de águas mais quentes ou mais frias na superfície do Oceano Pacífico. Prontamente, as fases do ENOS são definidas a partir do valor do Índice de Oscilação Sul (IOS) que pode variar de $+0,5^{\circ}\text{C}$ a $-0,5^{\circ}\text{C}$.

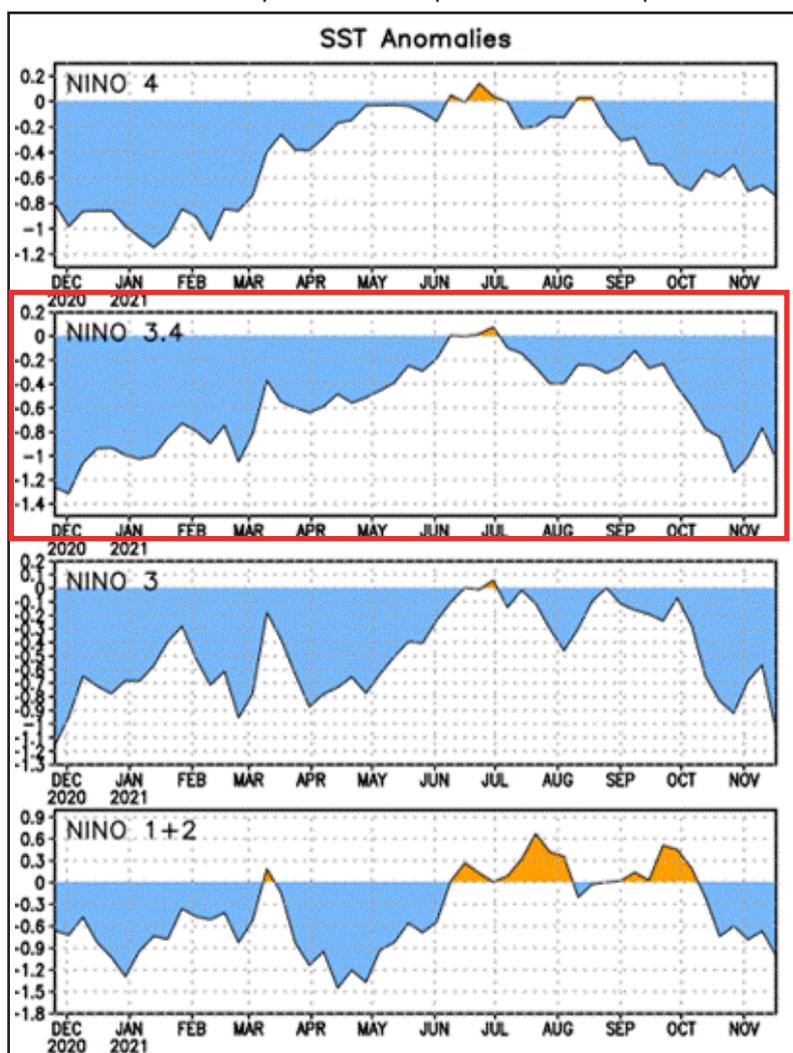
Desse modo, o El Niño é caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico, decorrente do enfraquecimento dos ventos alísios no qual ocasiona o estabelecimento das águas mais quentes na costa do Peru e porção central do oceano, aumentando a temperatura, em que se o valor do IOS for maior que $+0,5^{\circ}\text{C}$ por 12 semanas consecutivas define-se o El Niño (DIAS; COSTA, 2020). Já o La Niña é definido pelo resfriamento anômalo das águas superficiais do Pacífico em decorrência da intensificação dos ventos alísios (MARENGO, 2007). Os ventos mais fortes são responsáveis por transportar as águas quentes para a costa da Austrália, fazendo com que se instale o movimento de ressurgência, que se encarrega de levar para a superfície as águas geladas ou mais frias da subsuperfície do oceano. Para caracterizar o La Niña são necessárias observações das oscilações da TSM, assim como do IOS, no qual deve registrar por mais de 12 semanas valores abaixo de $-0,5^{\circ}\text{C}$ (DIAS; COSTA, 2020).

A atuação desses dois fenômenos causa efeitos diversos para cada região do globo, haja vista que interferem na circulação geral da atmosfera e conseqüentemente no padrão de distribuição de chuvas, ocasionando ora chuvas extremas ou secas severas devido ao aumento ou diminuição das precipitações. No Nordeste brasileiro os efeitos do El Niño estão associados à chuvas abaixo da normal histórica e aumento das médias de temperatura, já as implicações do La Niña são opostas, com volumes de chuvas acima da média histórica e temperaturas mais amenas. Ressalta-se que as conseqüências desses eventos oceânicos – atmosféricos têm magnitude consoante ao grau de intensidade e atuação de ambos.

Destarte, o ano de 2021 foi caracterizado pela atuação de um La Niña nos primeiros meses do ano, até meados de abril, entretanto, as condições oceânicas se normalizaram nos meses seguintes. Logo, a partir do mês de agosto as águas iniciaram um processo de resfriamento, e em outubro os meteorologistas da NOAA (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional) dos Estados Unidos determinaram a configuração de um La Niña moderado. Segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (2021), as previsões de anomalias da TSM para dezembro, janeiro e fevereiro de 2021/2022 indicam que as águas do Pacífico Equatorial devem permanecer mais frias do que a média histórica, ou seja, apresentando maior probabilidade de continuidade do La Niña com cerca de 92% de chances.

Prontamente, a Figura 3 mostra o comportamento da anomalia de TSM para as quatro macrorregiões do Pacífico durante todo o ano de 2021, com destaque para a Nino 3.4, que conforme Dias e Costa (2020) é a região de ocorrência do ENOS no Pacífico, no qual é a que possui maior interferência direta na Climatologia do Brasil e do Maranhão, que a partir de agosto observa-se os valores do IOS assinalando abaixo de $-0,5^{\circ}\text{C}$.

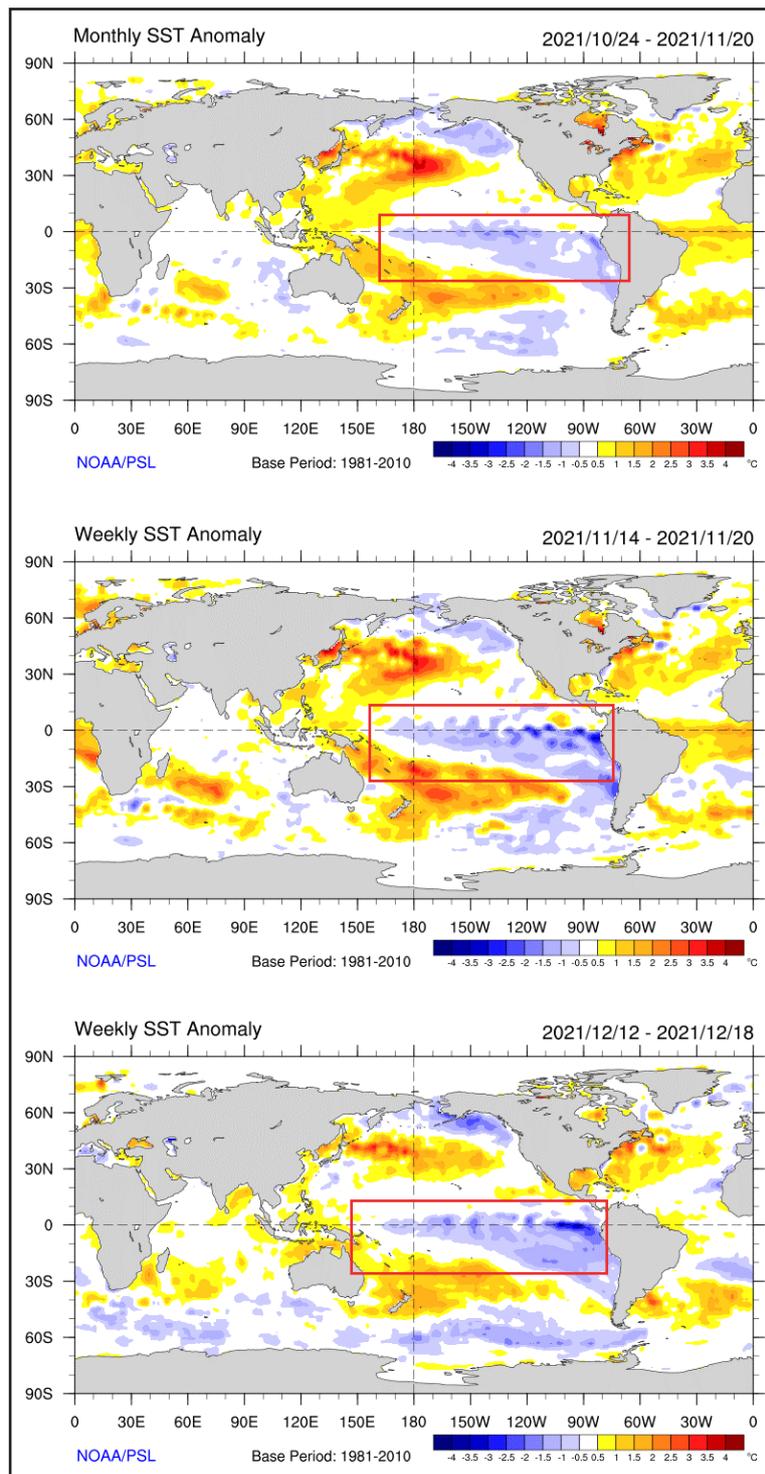
Figura 3 - Registro da anomalia da Temperatura da Superfície do Mar a partir do Índice de Oscilação Sul



Fonte: NOAA (2021); CRC - SAS (2021)

Por conseguinte, a Figura 4 apresenta o comportamento da temperatura das águas do Pacífico na região em que se configura o ENOS para o período que vai de outubro a dezembro de 2021. Desse modo, conforme a aferição de temperatura da superfície do mar, datando do último trimestre de 2021 (outubro, novembro e dezembro), verifica-se águas mais frias em toda porção da costa da América do Sul e Centro do Pacífico, no qual está definida a atuação do La Niña.

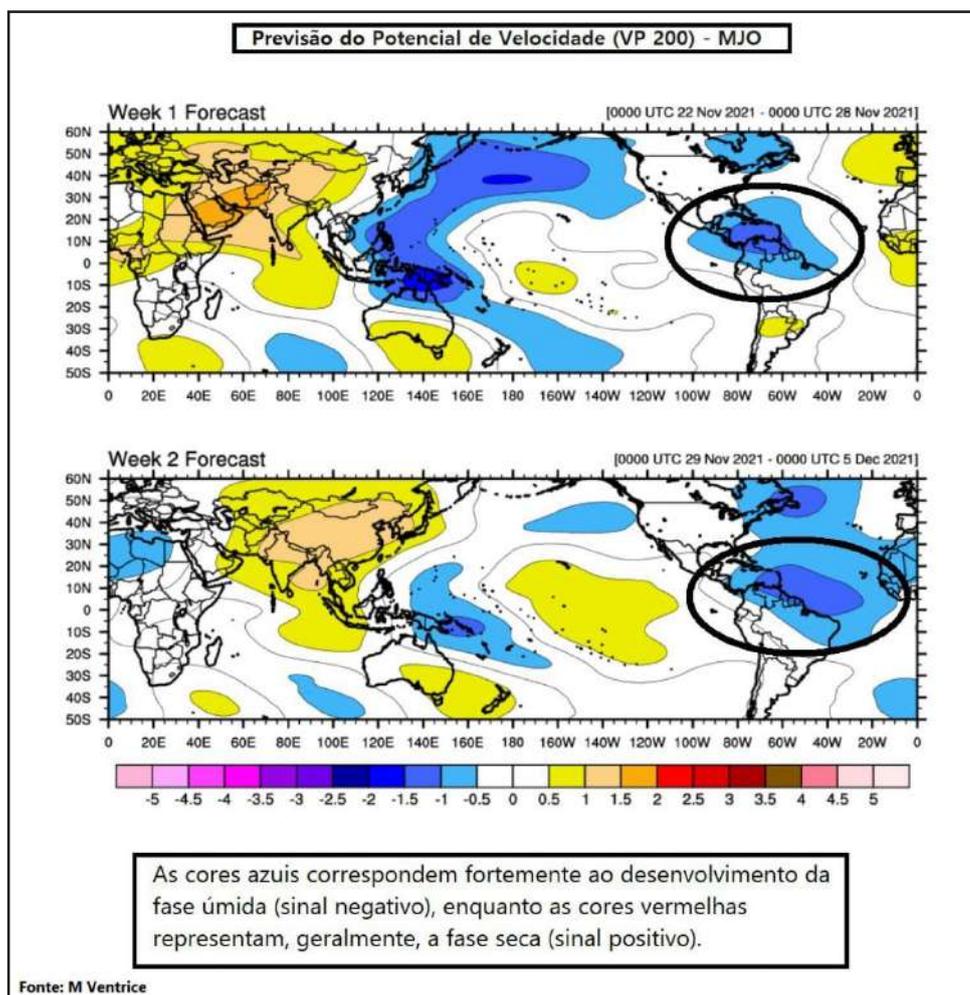
Figura 4 - Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar no Oceano Pacífico de outubro a dezembro de 2021



Fonte: NOAA (2021); CRC – SAS (2021).

Inserese ainda, neste contexto, os eventos que ocorrem no Oceano Atlântico e que afetam diretamente o tempo meteorológico em escala de dias de atuação, como a Oscilação Madden – Julian (MJO) que de acordo com o Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (2021) a MJO é uma onda curta, sendo a maior e menor fonte dominante de atividade de curto prazo na região tropical, por sua vez, esta é um distúrbio de tempestades, responsável pelas tempestades tropicais e variações nos padrões de ventos, elevando o potencial de chuvas na região. No mês de novembro configurou-se esse padrão de distúrbio sob o Oceano Atlântico (Figura 5), que aumentou a ocorrência de chuvas em algumas partes do país.

Figura 5 - Configuração da Oscilação Madden-Julian no Oceano Atlântico durante o mês de novembro de 2021



Fonte: LAPISMET (2021)

PROCEDIMIENTOS
METODOLÓGICOS

5

METODOLOGIA

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos deste estudo estão inicialmente pautados na escolha da escala climatológica de trabalho, que se refere à “dimensão, ordem de grandeza, espacial (extensão) e temporal (duração), segundo a qual os fenômenos climáticos são estudados” (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA. 2007, p. 22) em que estar pautado no Macroclima, que é a maior ordem de grandeza utilizada na Climatologia Geográfica (Tabela 1). A escolha dessa escala permite analisar a dinâmica atmosférica regional associada a fenômenos que ocorrem na ampla circulação geral da atmosfera.

Tabela 1 - Organização das escalas espacial e temporal do clima

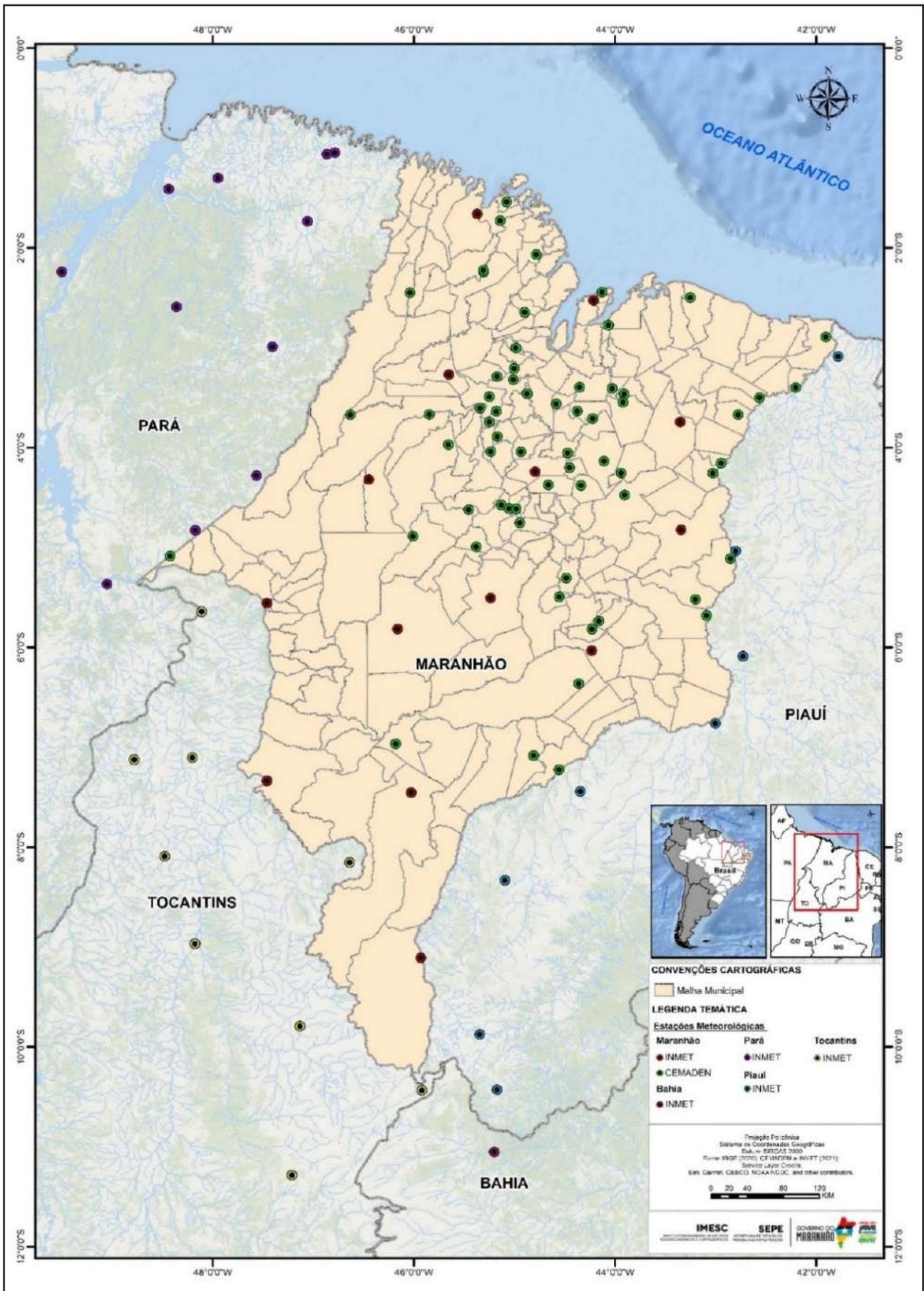
Ordem de Grandeza	Subdivisões	Escala Horizontal	Escala Vertical	Temporalidade das variações mais representativas	Exemplificação espacial
Macroclima	Clima zonal Clima regional	>2000 km	3 a 12 km	Algumas semanas a vários decênios	O globo, um hemisfério, oceano, continente, os mares etc.
Mesoclima	Clima regional Local Topoclima	2.000 km a 10 km	12 km a 100 m	Várias horas a alguns dias	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade etc.
Microclima	Microclima	10 km a alguns m	Abaixo de 100 m	De minutos ao dia	Bosque, uma rua, uma edificação/casa etc.

Fonte: Adaptado de MENDONÇA e DANI-OLIVEIRA (2007) pelos autores

Após a definição da escala climatológica, prosseguiu-se em obter os dados relativos ao acúmulo de precipitação mensal, temperatura máxima, mínima e das normais climatológicas do Maranhão que foram adquiridos por meio do acesso ao banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) composto de estações meteorológicas (convencionais e automáticas) e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), a partir de dados coletados pelos pluviômetros automáticos.

Além das estações inseridas no Maranhão foram adicionadas as que estão próximas ao limite territorial e adjacentes ao estado, como as que estão dispostas no Pará, Piauí, Tocantins e Bahia, com vistas ao preenchimento de lacunas e porções do território maranhense sem cobertura meteorológica de dados e por meio desta adoção fazer a ponderação estatística em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) e gerar um valor para essas regiões deficitárias. Ao todo foram mapeadas e utilizadas 110 estações como assinalado na Figura 6, dispendo de informações referentes aos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2021, isto é, quarto trimestre. Quanto aos dados de normais climatológicas foram utilizadas 12 estações convencionais do estado do Maranhão.

Figura 6 - Mapa de Localização e Situação das Estações Meteorológicas



Fonte: Adaptado de INMET e CEMADEN (2021) pelos autores

Após a seleção das estações do INMET e CEMADEN sucedeu-se o processo de download dos dados e posterior organização destes em software Excel 2013. Com a realização desse procedimento foi viável a elaboração de gráficos, shapefiles (arquivos vetoriais) e mapas. Os produtos cartográficos foram criados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) por meio do software ArcGis versão 10.5. Dessa maneira, o Fluxograma 1 sintetiza os procedimentos adotados durante aquisição e organização de dados para gerar os mapas do boletim climático.

Fluxograma 1 - Etapas de elaboração dos mapas climáticos do estado do Maranhão



Fonte: Registro da Pesquisa (2021)

Destarte, a elaboração cartográfica manteve como base os parâmetros impostos pelo Decreto n.º 89.817 de 20 de junho de 1984, que estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da Cartografia Nacional (Brasil, 1984), em conjunto com a Norma para Especificação Técnica para Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais (ETPCDG, 2016). Por conseguinte, por meio do Sistema Geodésico brasileiro, empregou-se o Datum horizontal SIRGAS 2000, de Meridiano Central 0° e unidade angular no formato graus, minutos e segundos, além de serem aderidas as coordenadas representadas na projeção Policônica.

Assim, utilizou-se o método de interpolação por IDW¹ das informações coletadas para o período analisado e da normal climatológica, tendo em vista o comparativo com a série histórica mensal. Segundo Jakob e Young 2006, p. 7, a interpolação consiste em uma estimativa do valor de um atributo em regiões não amostrais, por meio de pontos pré-estabelecidos em uma determinada área ou região de alcance.

Nesse contexto, os mapeamentos temáticos foram confeccionados no software Arcgis v. 10.5, (Licença ENT- ES - 0006 - 17 Imes – 0117) por meio dos seguintes comandos: Arctoobox – Spatial Analysis Tools – Interpolation – IDW. Após a criação do arquivo raster, foram atribuídas seis classes no formato de intervalos iguais para precipitação e quatro classes para temperatura máxima e mínima. A posteriori, os documentos cartográficos passaram por aprimoramento visual no layoutview do programa.

¹ “O IDW realiza a estimativa da variável ao longo do espaço, ponderando pesos a cada um dos valores mais próximos ao ponto para onde a variável está sendo calculada. Desta forma, o peso de cada valor é função do inverso de uma potência da distância, ou seja, quanto mais próximo do ponto a ser estimado, maior é o peso a ser atribuído ao valor amostrado”. (SILVA et. al. 2013, p. 2).

ANÁLISE MENSAL DAS CONDIÇÕES
ATMOSFÉRICAS DO ESTADO DO
MARANHÃO PARA O QUARTO
TRIMESTRE DE 2021

6

CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS

6 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS DO ESTADO DO MARANHÃO PARA O QUARTO TRIMESTRE DE 2021

Este capítulo tem como finalidade evidenciar os dados das condições de precipitação, número de dias com precipitação e temperatura do estado do Maranhão para o quarto trimestre de 2021 dispostos em formato de gráficos e mapas. Essa escala temporal compreende ao início do período chuvoso no Sul do Maranhão, e as demais regiões como o Noroeste e Centro - Leste, o mês de dezembro é considerado o intervalo de transição entre o fim da fase de estiagem e início do período chuvoso. Posteriormente, foi um trimestre marcado pela atuação de fenômenos atmosféricos e oceânicos que interferiram nas dinâmicas de distribuição dos elementos analisados, a citar a atuação da ZCAS e do fenômeno La Niña.

BALANÇO DO COMPORTAMENTO
DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA
O MÊS DE OUTUBRO

OUTUBRO

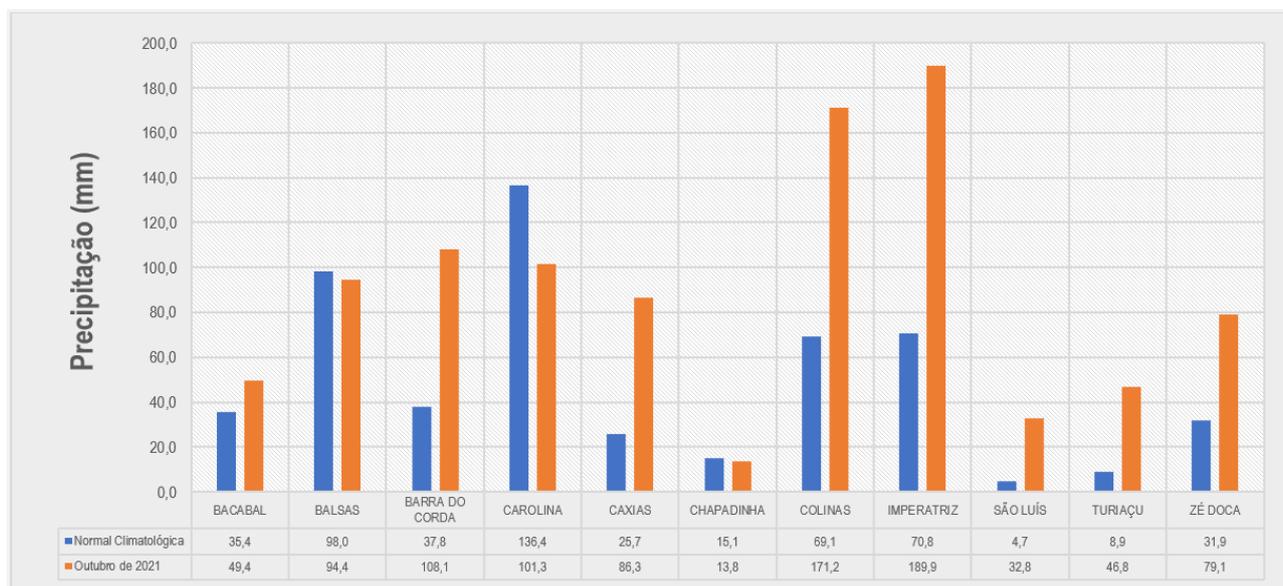
6.1

6.1 BALANÇO DO COMPORTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA O MÊS DE OUTUBRO

Por meio da análise mensal e observação requerida das condições atmosféricas atuantes em outubro, o mês assinalou um aumento dos índices de pluviosidade na porção Sul Maranhense, indicando o início do período chuvoso para essa região, tendo em vista registros acima dos 101 mm mensais. Prontamente, as estações de Imperatriz, Barra do Corda, Colinas e Carolina apontaram respectivamente: 189,9 mm ;108,1 mm; 171,2 mm ;101,3 mm, o que representa totais pluviométricos acima do registrado pela normal histórica.

A porção Noroeste do estado por sua vez, denotou as menores medições, no qual São Luís obteve cerca de 32,8 mm, Turiaçu 46,8 mm e Chapadinha 13,8 mm, entretanto estes resultados demonstraram que durante o mês de outubro, nestas localidades, o volume de chuva foi maior que o indicado na média histórica para o mesmo período, como representado no Gráfico 1 e que podem ser visualizados e comparados em mapas nas Figuras 7 e 8.

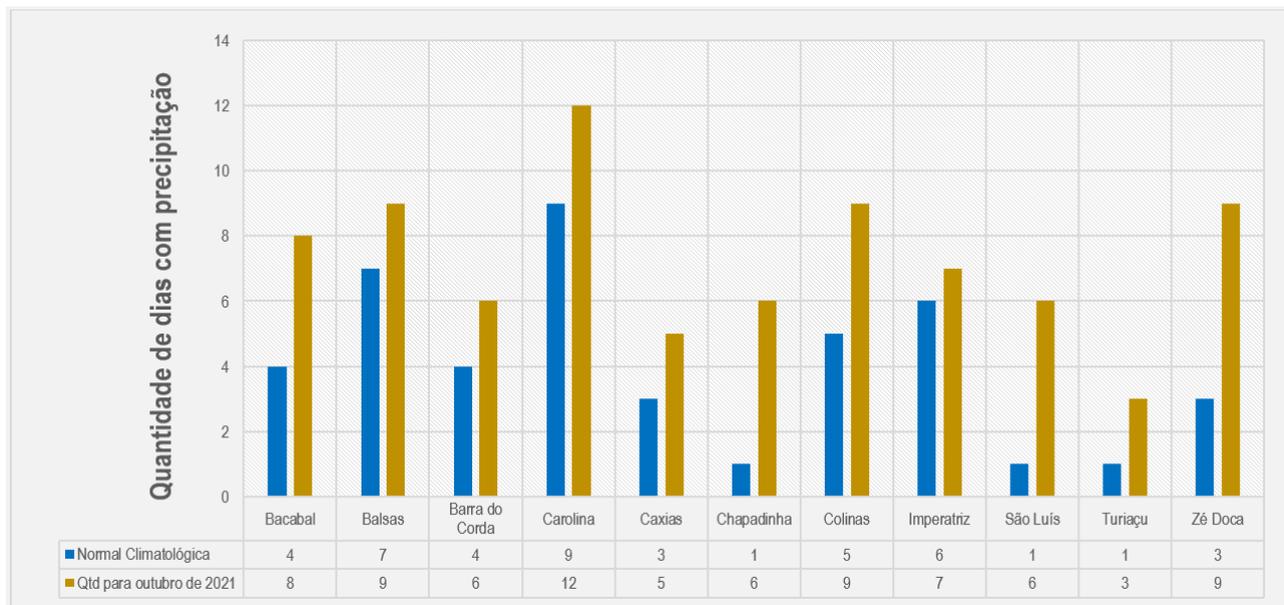
Gráfico 1 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Precipitação (1981- 2010) e a precipitação observada em outubro de 2021



Fonte: INMET (2021)

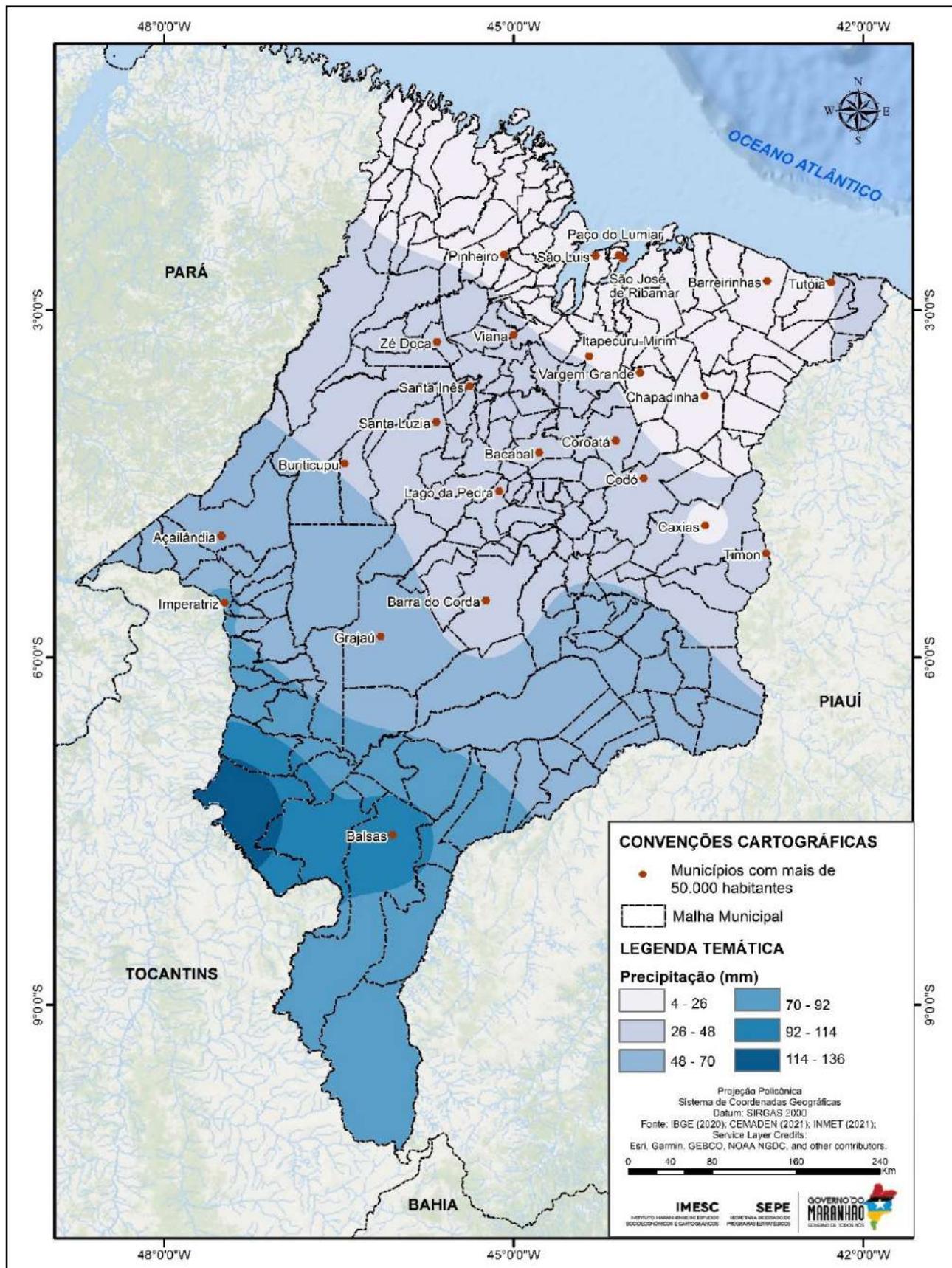
Durante o mês de outubro, em todas as regiões que há dados referentes à quantidade de dias com chuvas maior que 1mm, houve um aumento se comparado à média climatológica. Dessa forma, no Gráfico 2 é possível verificar que nos municípios de Bacabal, Chapadinha, São Luís e Zé Doca, essa variável marcou acima do dobro, logo que nestas áreas o volume de precipitação também foi maior em relação à normal para o mês, com exceção de Chapadinha. Contudo, observa-se quem em Imperatriz choveu bastante, porém em poucos dias, caracterizando chuvas mais concentradas e torrenciais, nos quais dos 31 dias que compõe o mês de outubro choveu em apenas 7 dias o volume de 189,9 mm.

Gráfico 2 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Número de dias com precipitação (1981- 2010) e número de dias com precipitação observada em outubro de 2021



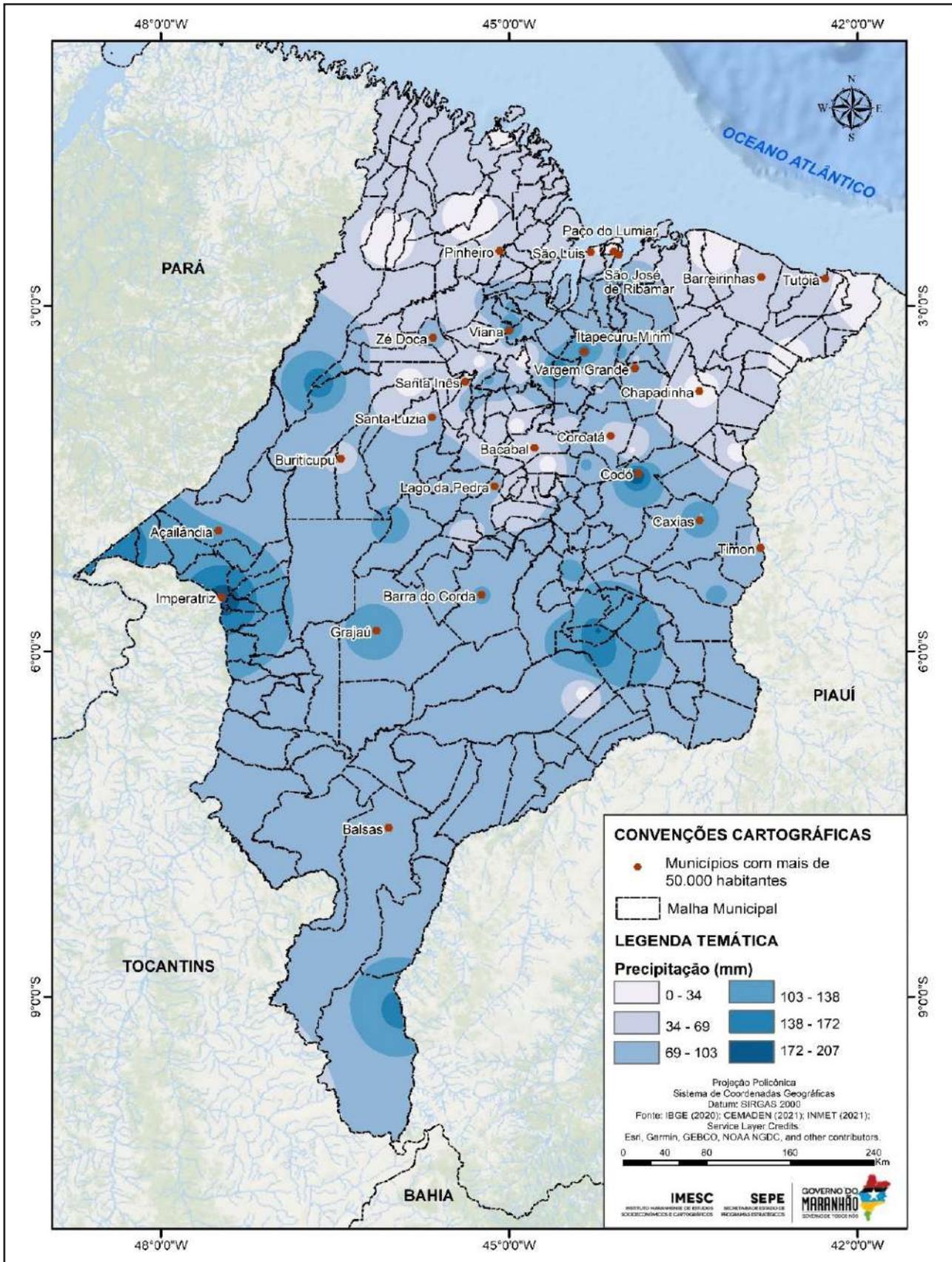
Fonte: INMET (2021)

Figura 7 - Mapa de Normal Climatológica (1981-2010) de precipitação pluviométrica para o mês de outubro do estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores.

Figura 8 - Mapa de precipitação acumulada em outubro de 2021 no estado do Maranhão



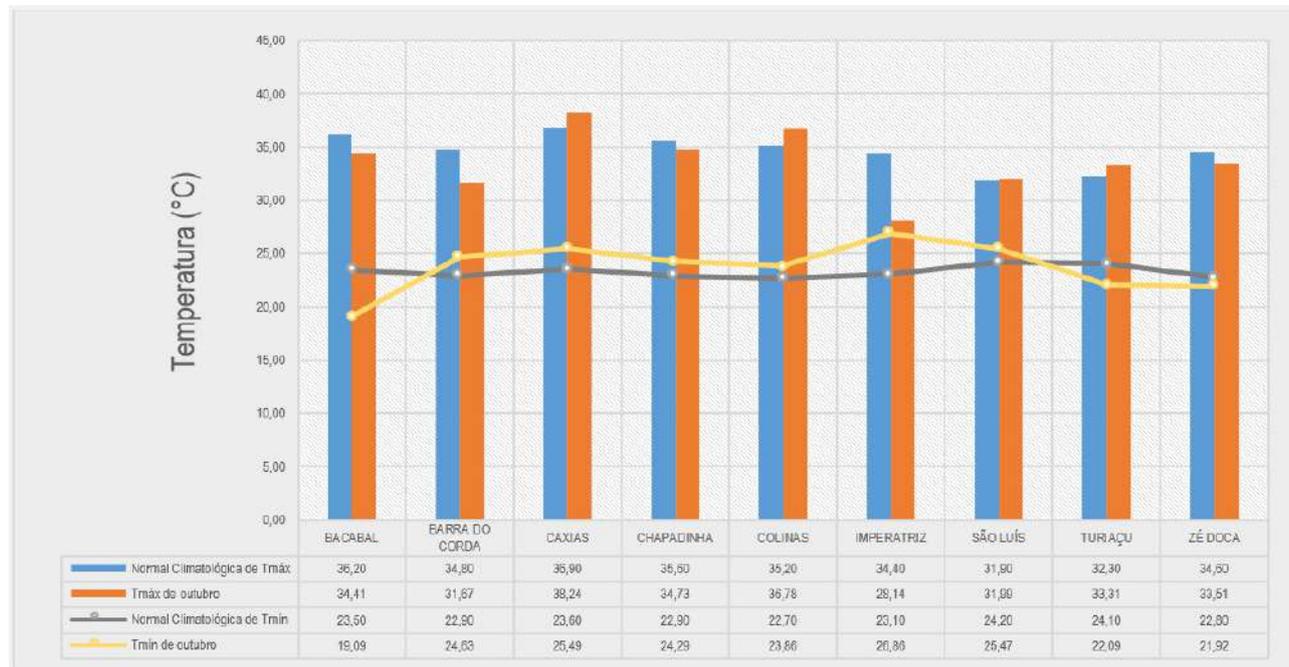
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores.

No que configura o banco de dados acerca da temperatura máxima, a variação para todo o território manteve-se entre 28,09°C a 38,23°C. Na faixa que engloba as localidades de Araíoses, Água Doce do Maranhão, parte de Paulino Neves, assim como a porção sul com Alto Parnaíba, Tasso Fragoso e Balsas, além de toda região do extremo oeste entre os municípios de Porto Franco e Açailândia, as máximas para o mês oscilaram entre 28,09°C a 30,66°C (Figuras 9 e 10).

Consoante, as estações de Barra do Corda e Imperatriz registraram as menores médias de T_{máx}, em torno de 31,67°C e 28,14°C, respectivamente a maior média foi identificada na região de Caxias com aproximadamente 38,23°C, ou seja, a área mais quente para o período no Maranhão. As análises sobre as normais climatológicas para temperatura máxima, mostraram variações de até 1,5°C acima da média para Caxias e Colinas e 1°C para Turiaçu, nas demais estações os valores obtidos estavam abaixo da normal (Gráfico 3).

Em relação à temperatura mínima a região que encobre nos entornos de Bacabal e Carolina, registraram alternâncias entre 19,09°C a 21,71°C. A porção do extremo leste e sul como Timon, Barão de Grajaú, Araíoses e Alto Parnaíba os registros foram os maiores e ficaram entre 26,95°C – 29,58°C. Consoante a isso, apenas as estações de Carolina e Bacabal apresentaram dados abaixo da normal histórica de T_{mín} (Figuras 11 e 12).

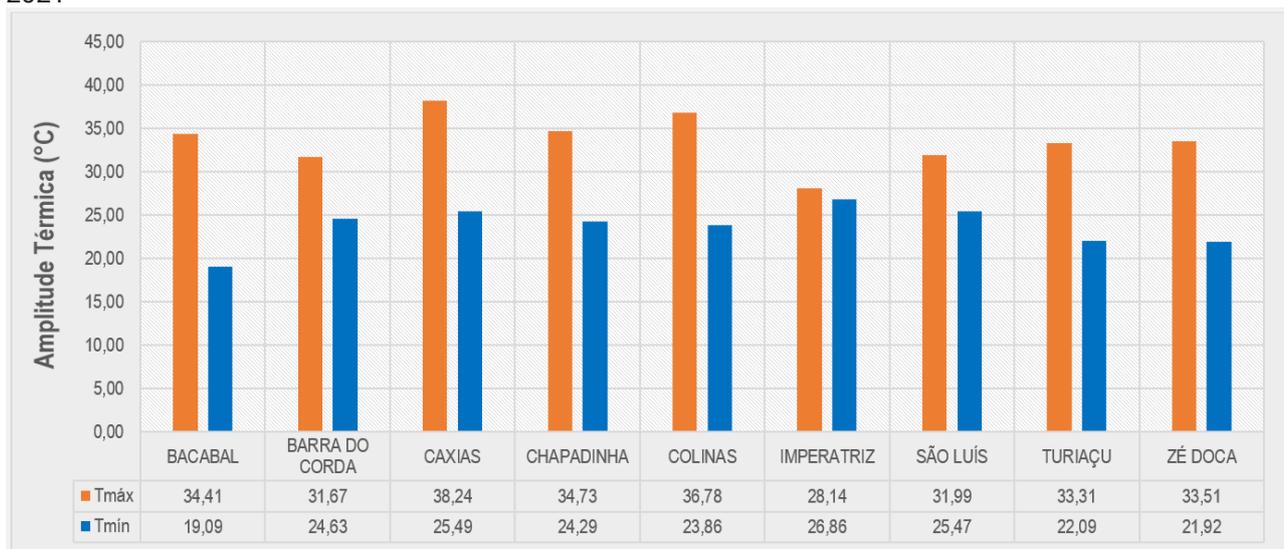
Gráfico 3 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Temperatura Máxima e Mínima (1981- 2010) e a temperatura máxima e mínima observada em outubro de 2021



Fonte: INMET (2021)

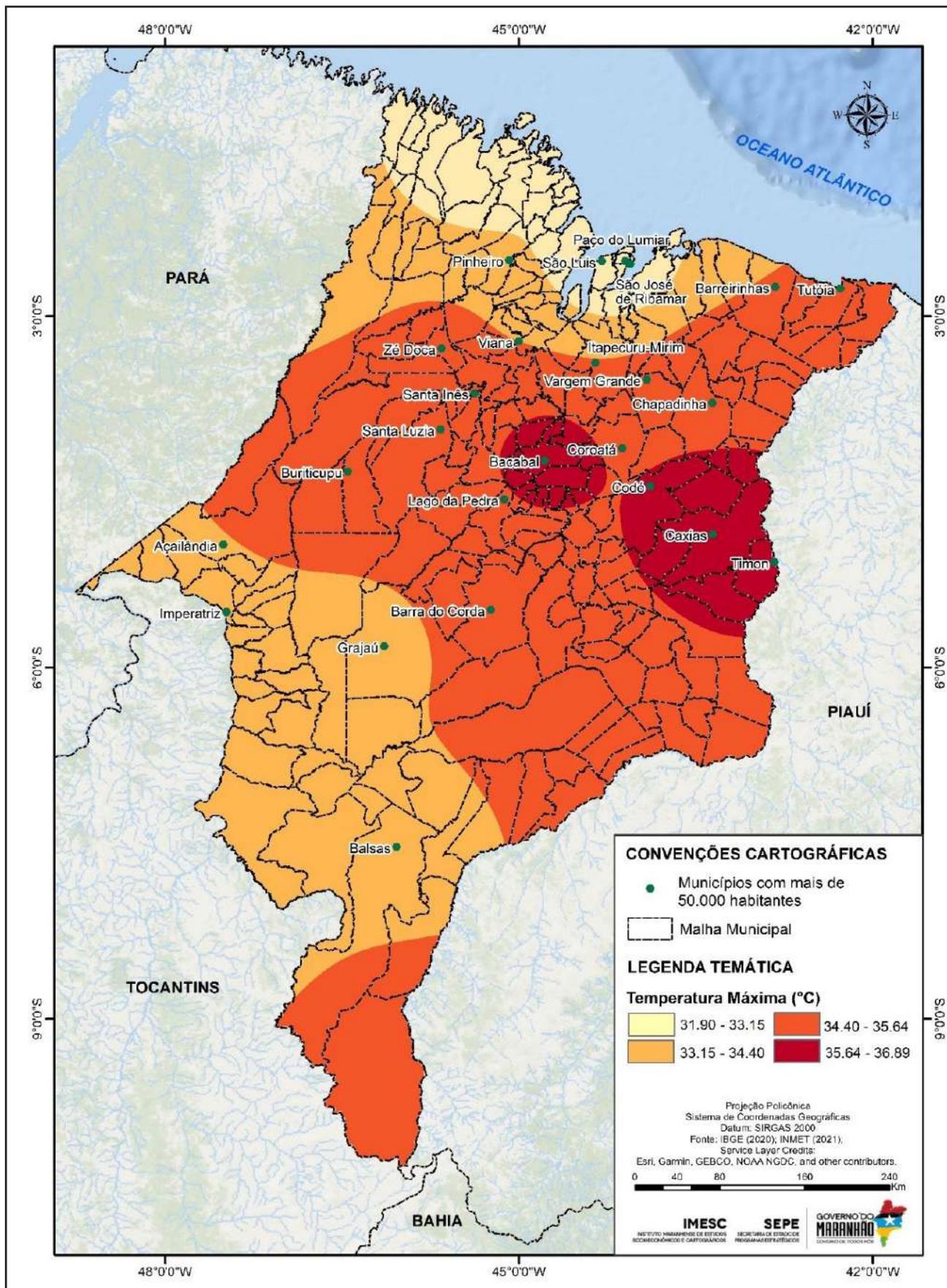
Todavia, quando observa-se a amplitude térmica, ou seja, a diferença entre as médias de temperatura máxima e mínima, as maiores amplitudes verificadas estão situadas nas estações meteorológicas de Bacabal com variação de 15,32°C, seguida de Colinas com 12,92°C e Caxias com 12,75°C, respectivamente estes municípios foram uns dos que registraram as maiores temperaturas do estado (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Variação da Amplitude Térmica entre Temperatura Máxima e Mínima para o mês de outubro de 2021



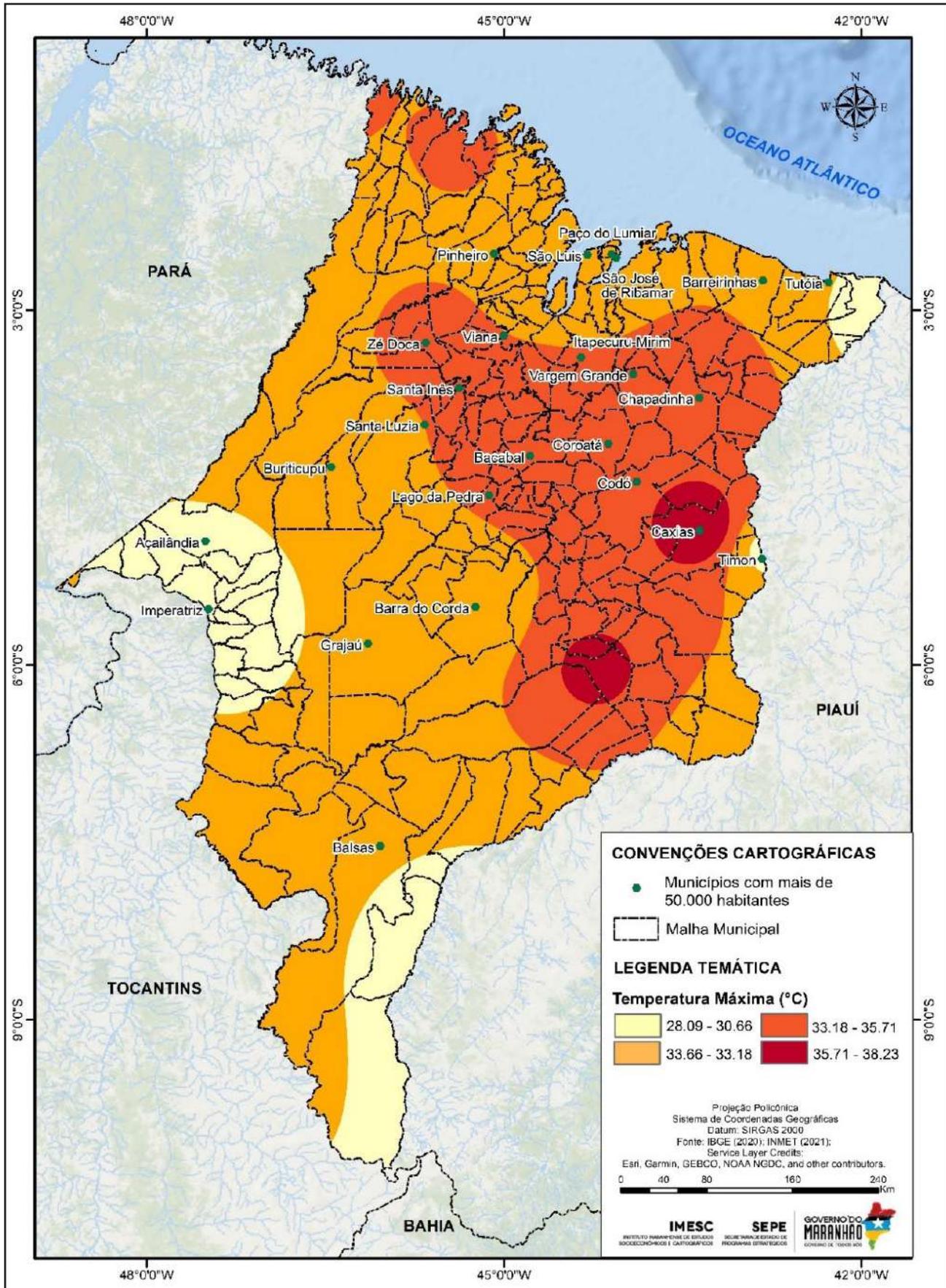
Fonte: INMET (2021)

Figura 9 - Normal climatológica de temperatura máxima para o mês de outubro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010



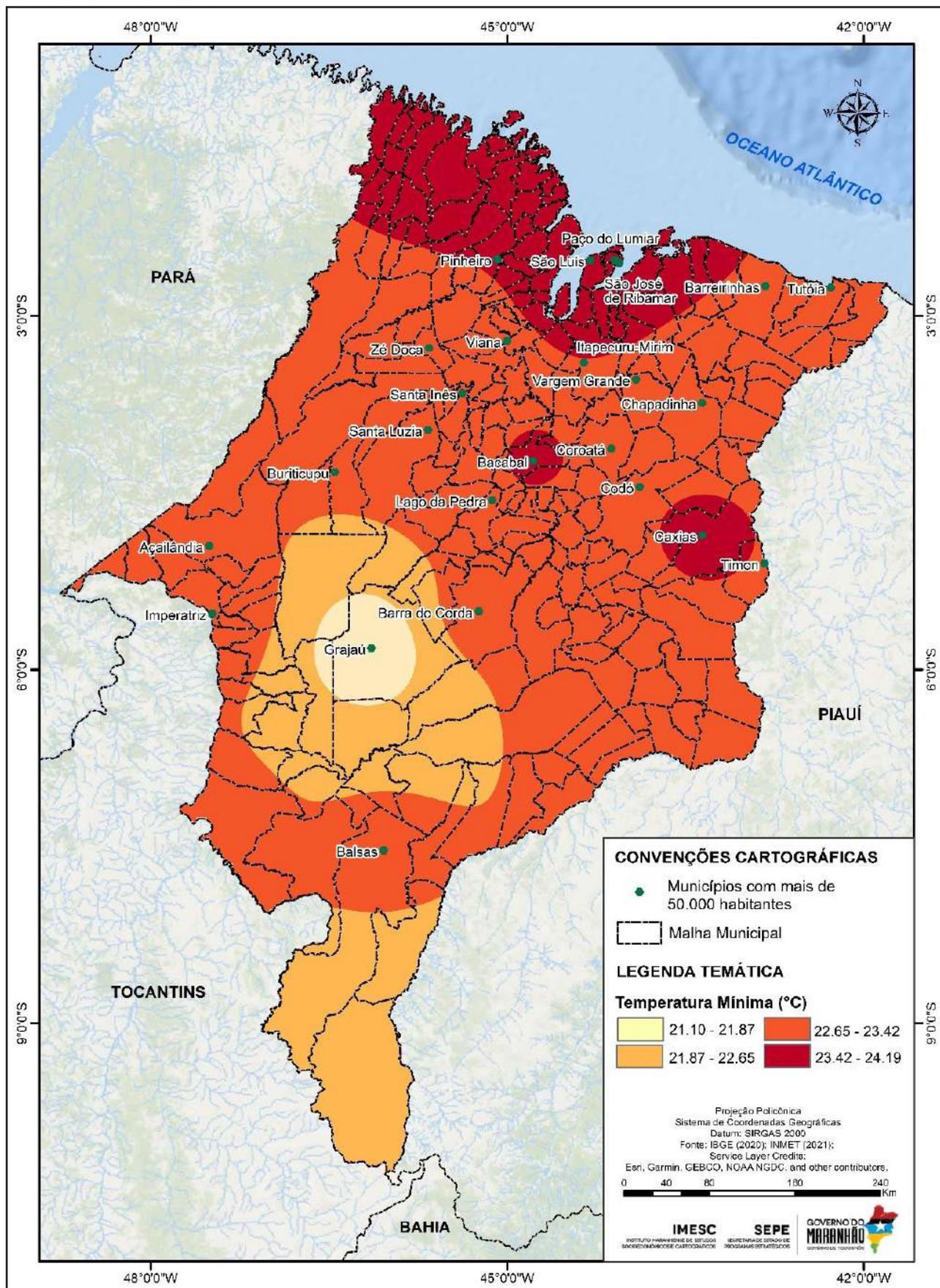
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 10 - Mapa de temperatura máxima para o mês de outubro de 2021 no estado do Maranhão



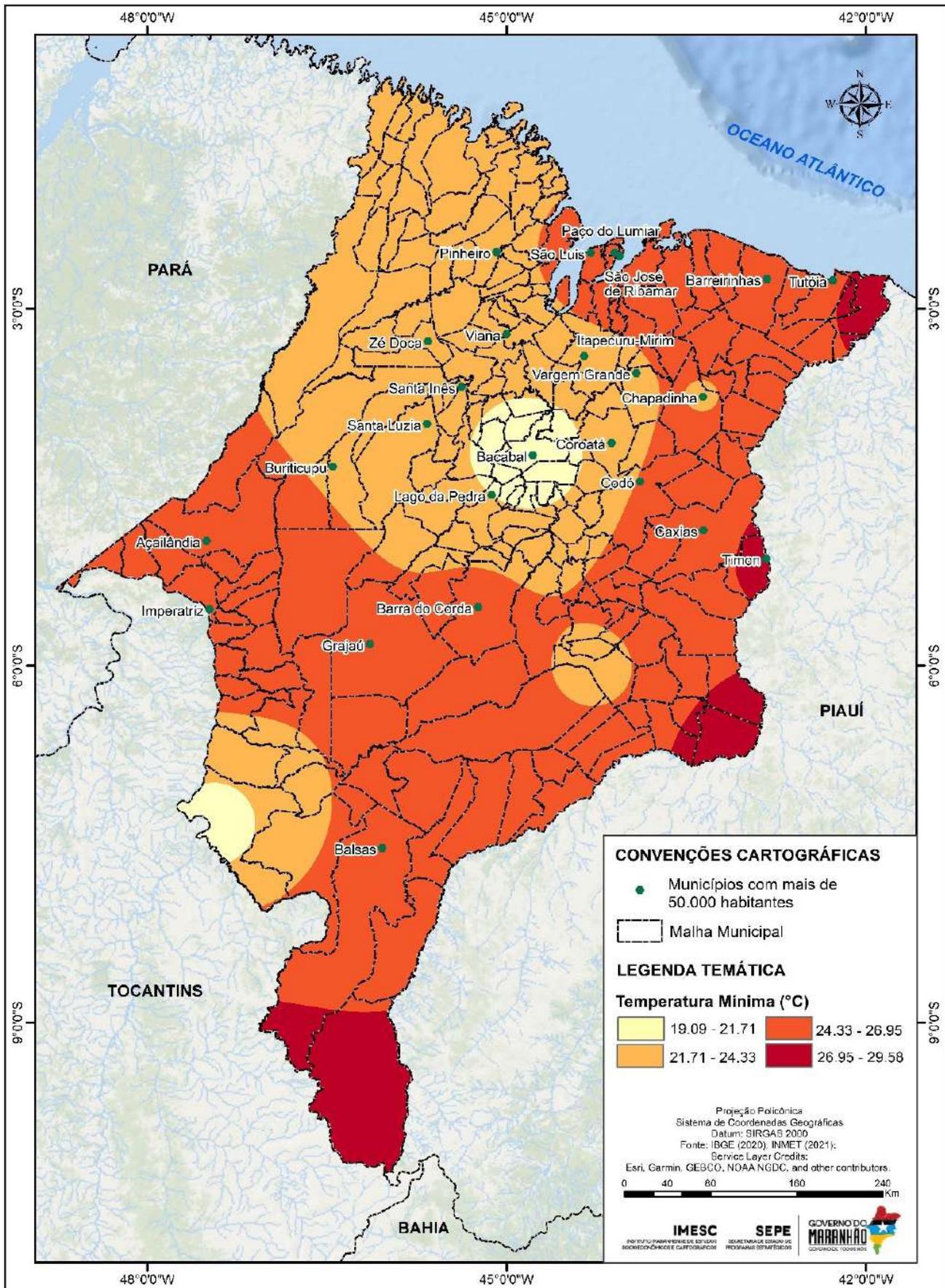
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 11 - Normal climatológica de temperatura mínima para o mês de outubro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores.

Figura 12 - Mapa de temperatura mínima para o mês de outubro de 2021 no estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

BALANÇO DO COMPORTAMENTO
DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA
O MÊS DE NOVEMBRO

NOVEMBRO

6.2

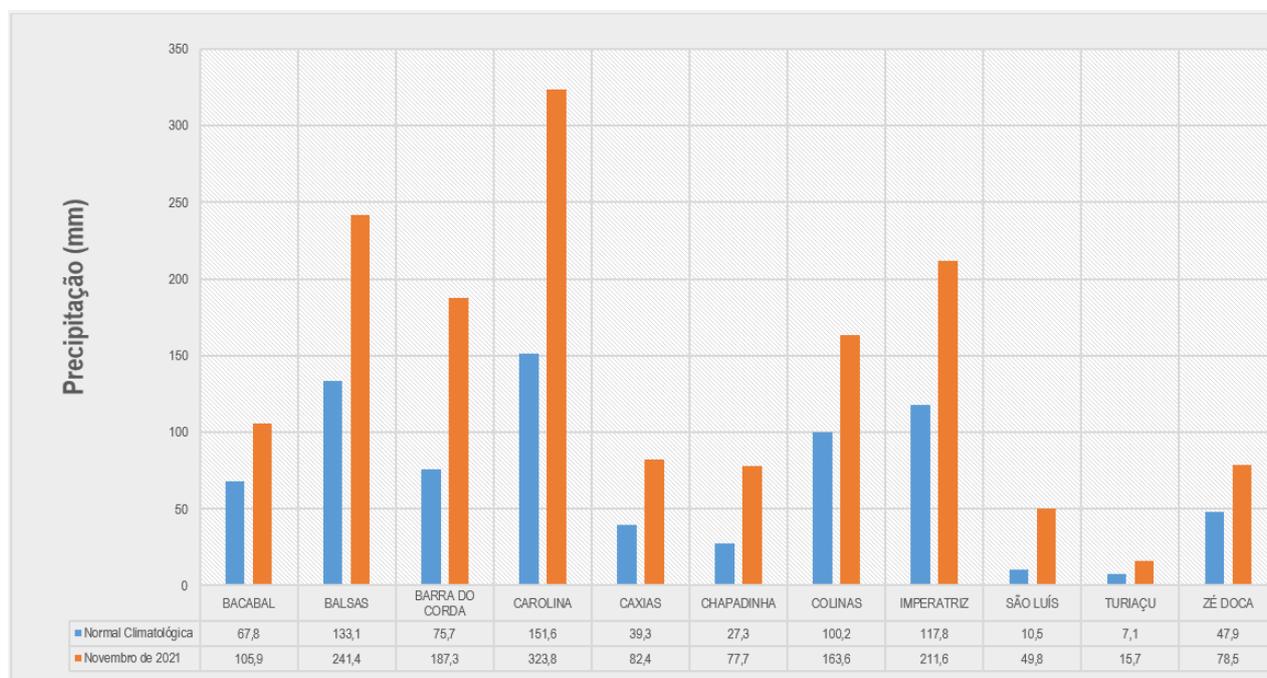
6.2 BALANÇO DO COMPORTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA O MÊS DE NOVEMBRO

O mês de novembro foi marcado por um período de intensas chuvas no Sul do Maranhão decorrente do início do período chuvoso nessa região do estado, logo, destacasse também a influência do fenômeno meteorológico que contribuiu para o aumento do volume de precipitação, como o caso da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que ocorreu durante a primeira quinzena do mês.

De acordo com o Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites - LapisMet (2021) devido às características da ZCAS, esse sistema foi responsável por gerar um corredor de nebulosidade e chuva desde o sul da Amazônia até o sudoeste do Oceano Atlântico Sul, sendo uma das causas pela ocorrência de chuvas na região Sudeste, Centro-Oeste, sul do Nordeste e norte da região Sul do Brasil.

Assim sendo, ao constatar os dados de precipitação para o referido mês, as estações meteorológicas situadas no Sul maranhense registraram volume acima da normal histórica para novembro, como Balsas que atingiu total de 241,4 mm, sendo que a média é de 133,1 mm, posterior a estação de Carolina assinalou 323,8 mm de chuvas, em que a normal é de 151,6 mm (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Precipitação (1981- 2010) e a precipitação observada em novembro de 2021



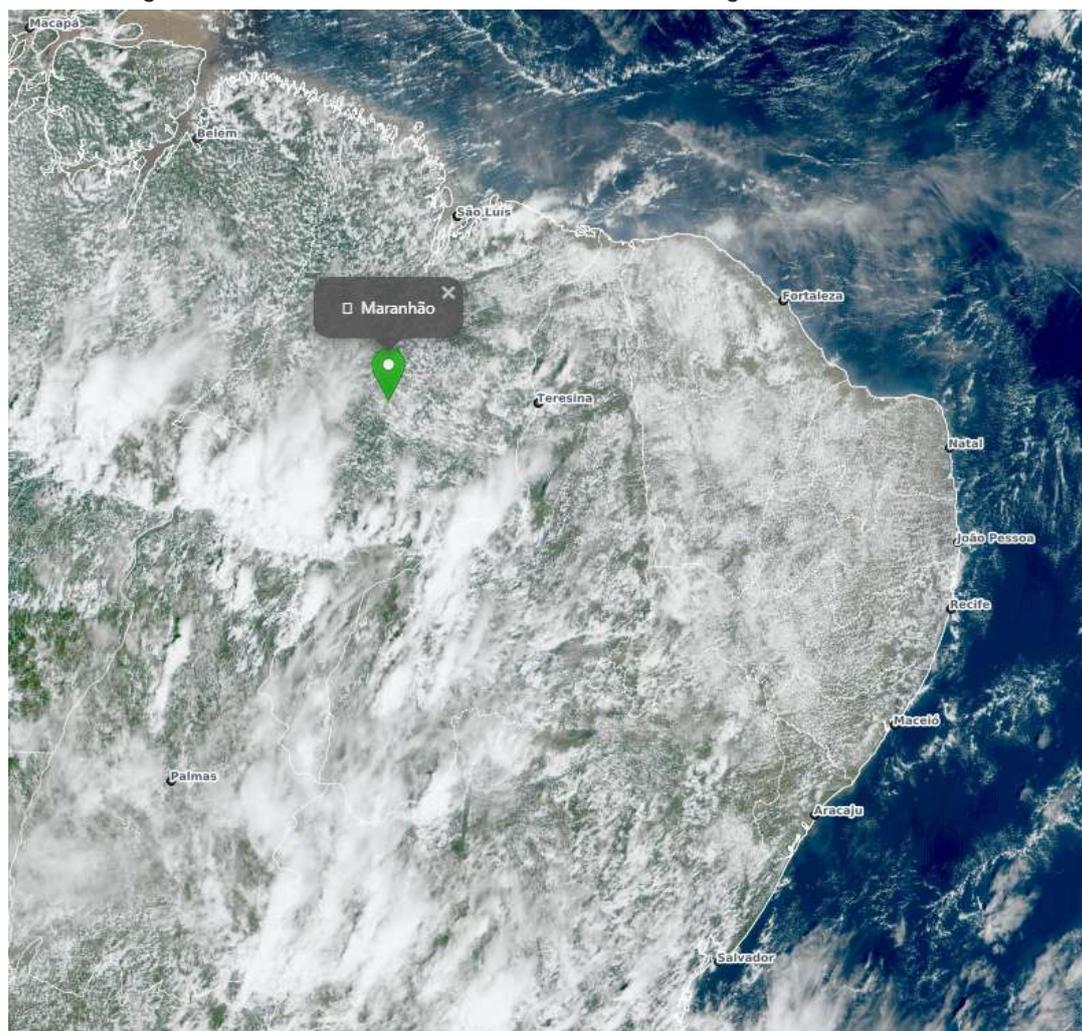
Fonte: INMET (2021)

Os menores quantitativos foram registrados no setor Noroeste, respectivamente para São Luís com 48,8 mm (todavia teve um nível acima da climatologia do mês), Turiaçu com 15,7 mm e ainda Chapadinha que marcou 27,3 mm (situada no Leste Maranhense),

como demonstrado no Gráfico 5.

Desse modo, a Figura 13 representa uma imagem de satélite do GOES 16 do dia 10/11/2021 obtida pelo site eletrônico do CPTEC – INPE. Na imagem é possível observar alta nebulosidade sob o território maranhense e em outros estados da região Nordeste, neste dia foi registrado chuvas no sul do Estado, como em Balsas que marcou 30,2 mm em apenas um dia, assim como Carolina que registrou 27,6 mm e na porção Oeste há o destaque para Imperatriz com 35,6 mm de chuvas.

Figura 13 - Alta cobertura de nebulosidade sob a região Nordeste do Brasil

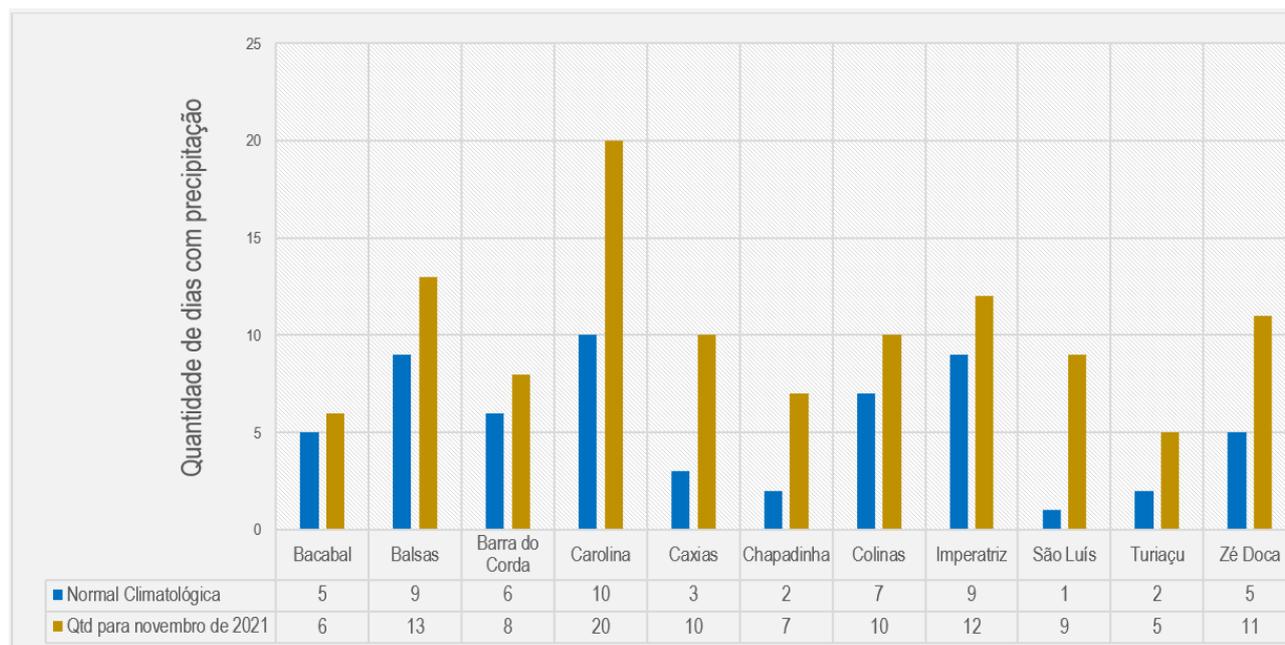


Fonte: Satélite GOES 16 do dia 10/11/2021 (CPTEC /INPE, 2021)

Por meio das Figuras 14 e 15 é possível acompanhar cartograficamente o comportamento da precipitação acumulada para novembro, no que se refere à normal climatológica e a registrada em 2021, em que houve uma maior distribuição e aumento do volume de chuvas pelo estado, contemplando os setores Centro-Leste e Centro-Sul.

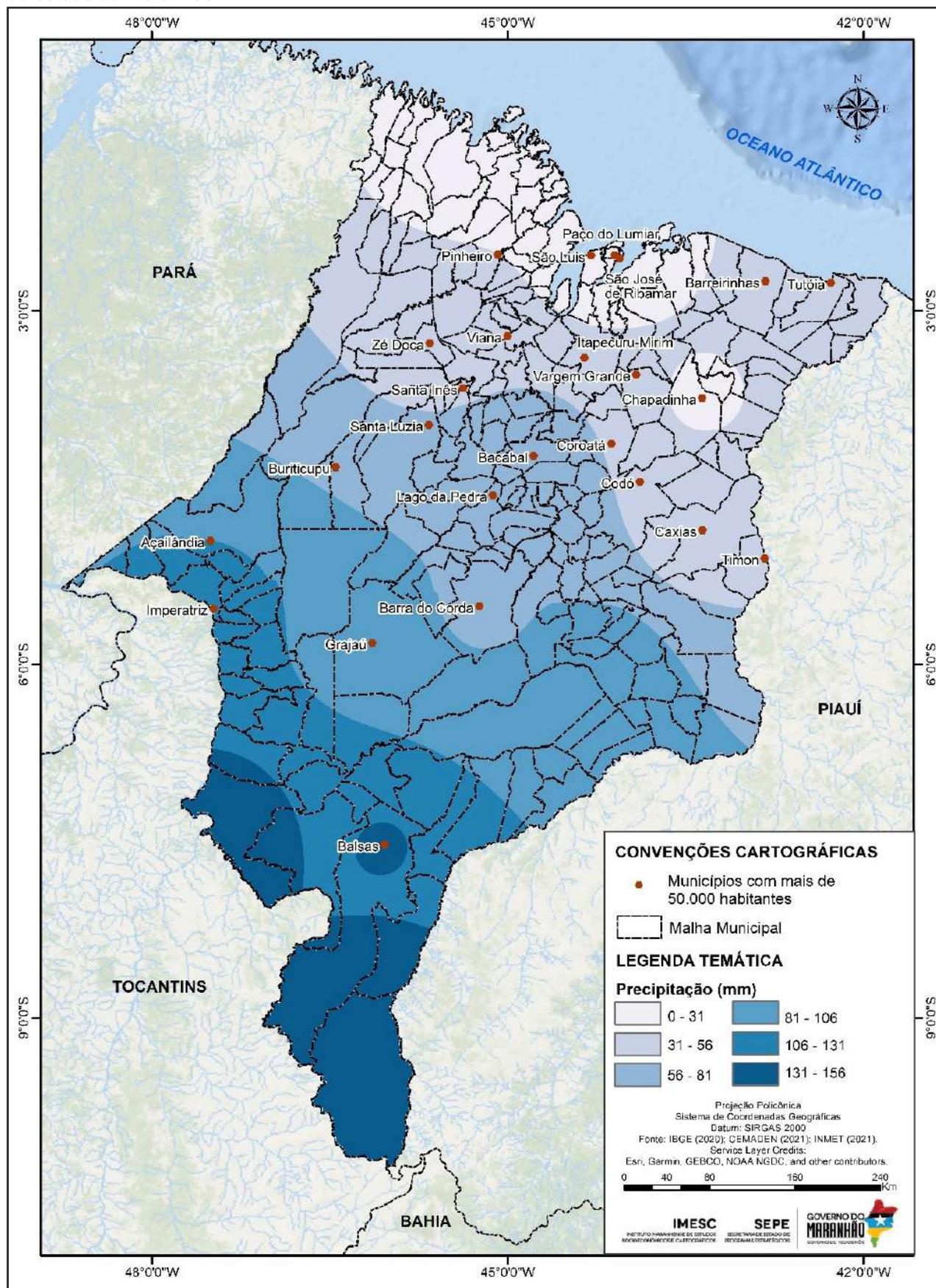
O Gráfico 6 apresenta a quantidade de dias com chuvas durante o mês de novembro, de modo que em Carolina houve 20 dias com chuvas, no qual ocorreu um acumulado de 323,8mm, acima da normal histórica, seguido de Zé Doca que teve o dobro de dias com precipitação (11 dias) e Turiaçu que marcou o município com menor dias com chuvas, apenas 5 dias e volume de 7,1 mm.

Gráfico 6 - Comparativo entre a Normal Climatológica de número de dias com precipitação (1981- 2010) e número de dias com precipitação observada em novembro de 2021



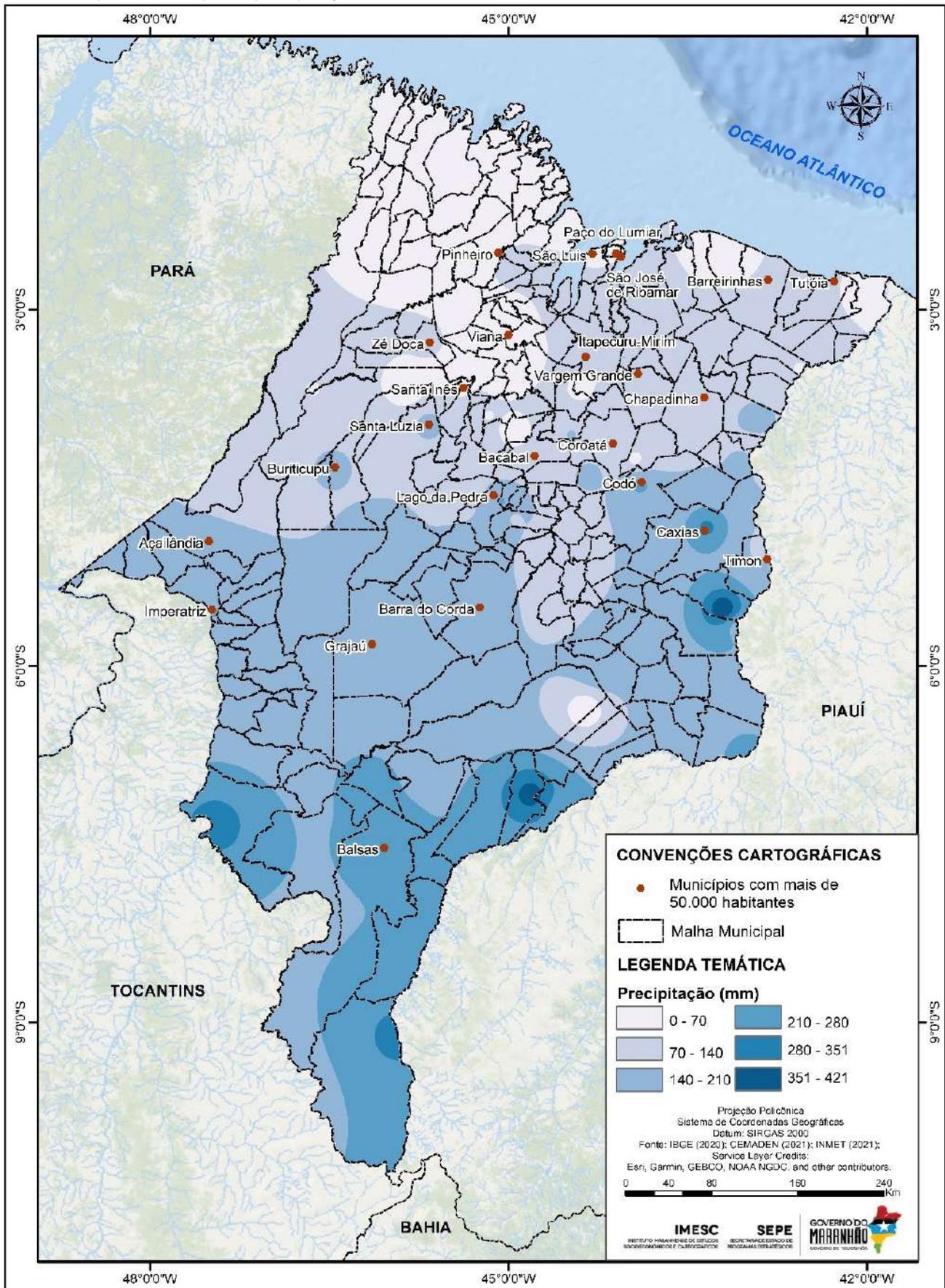
Fonte: INMET (2021)

Figura 14 - Mapa de Normal Climatológica (1981-2010) de precipitação pluviométrica para o mês de novembro do estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 15 - Mapa de precipitação acumulada em novembro de 2021 no estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET e CEMADEN (2021) pelos autores

De acordo com o prognóstico de observação do comportamento da distribuição de chuvas para o mês de novembro realizado pelo INMET (2021) para todo o Brasil em comparativo entre 2020 e 2021, observou-se que as regiões Norte e Nordeste apresentaram as maiores médias de chuvas para os referentes anos de todo o país, com destaque para novembro de 2021, no qual foi considerado o novembro mais chuvoso dos últimos cinco anos para essas duas regiões dentre o período dos últimos 60 anos, em que representou 86% a mais em relação a normal climatológica do mês, como mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Desvio de chuvas para as regiões do Brasil em novembro de 2020 e 2021

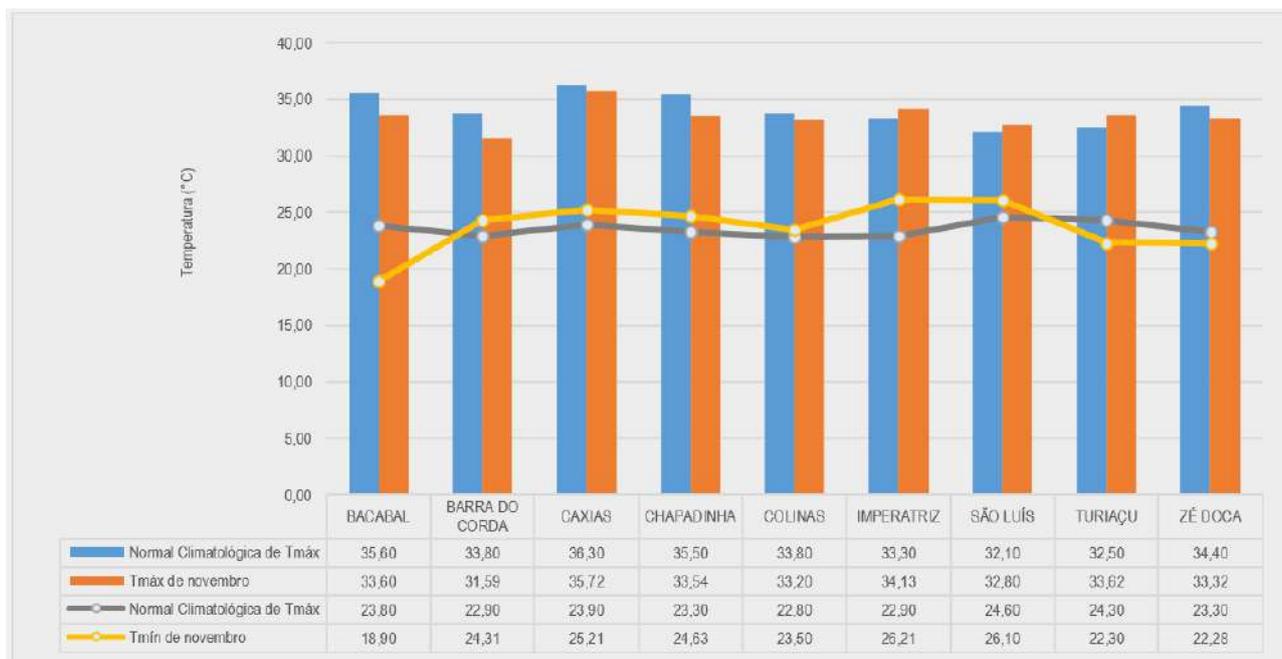


Fonte: INMET (2021)

No que tange à Temperatura Máxima, as maiores médias foram identificadas nas estações meteorológicas situadas em Caxias com 35,72°C, em Imperatriz com 34,13°C e Turiçu que registrou 33,62°C (Gráfico 7). Acerca de todas as médias computadas houve uma diminuição dessas em torno de -2°C, principalmente para os municípios de Bacabal, Barra do Corda, Caxias, Chapadinha e Zé Doca em comparação a normal climatológica como pode ser identificado no Gráfico 7 e nas Figuras 17 e 18.

Em relação ao comportamento das médias de Temperatura Mínima elas ocorreram em torno de 18,90°C a 26,21°C, em que as maiores médias foram registradas em Imperatriz com 26,21°C e São Luís com 26,10°C, estas temperaturas representaram um aumento de 3,31°C para Imperatriz e 1,50°C para São Luís em referência a normal climatológica. Já a menor foi pontuada em Bacabal com 18,90°C, no qual a diminuição da Tmín pode estar associada aos altos índices pluviométricos, o que pode provocar dias mais frios, desse modo, houve um decréscimo de -4°C se comparado à climatologia histórica do mês. Assim sendo, o Gráfico 7 e a Figura 19 e Figura 20 apresentam a distribuição da temperatura mínima no Maranhão para novembro e os dados da normal climatológica.

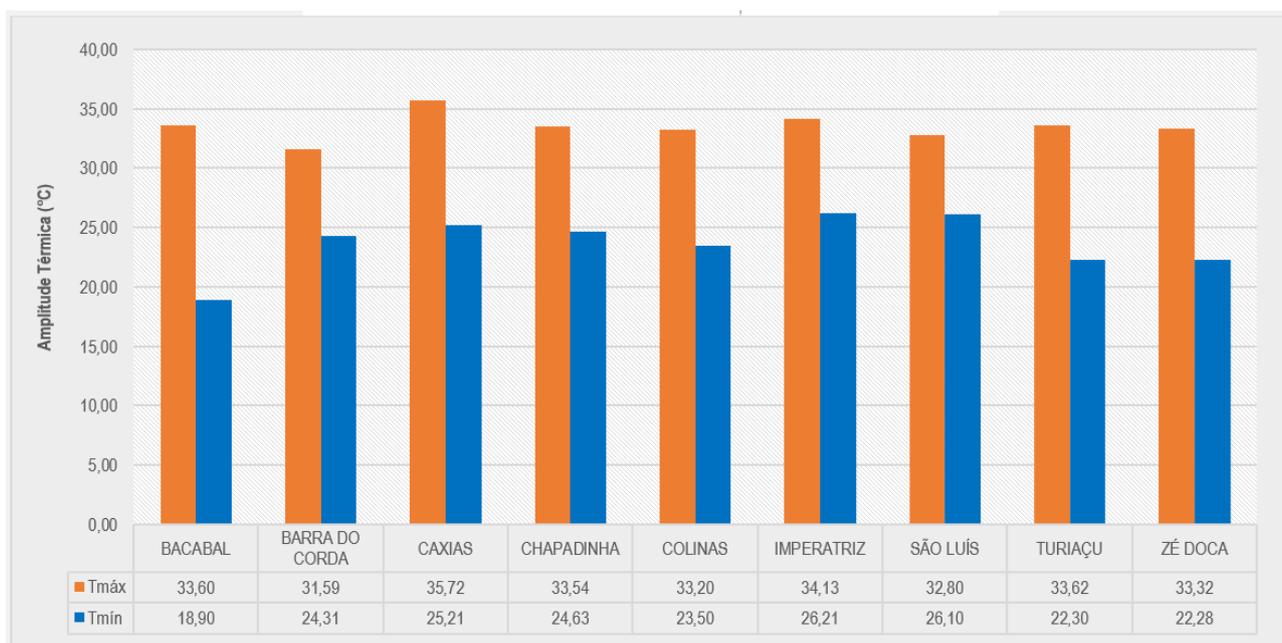
Gráfico 7 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Temperatura Máxima e Mínima (1981- 2010) e a temperatura máxima e mínima observada em novembro de 2021



Fonte: INMET (2021)

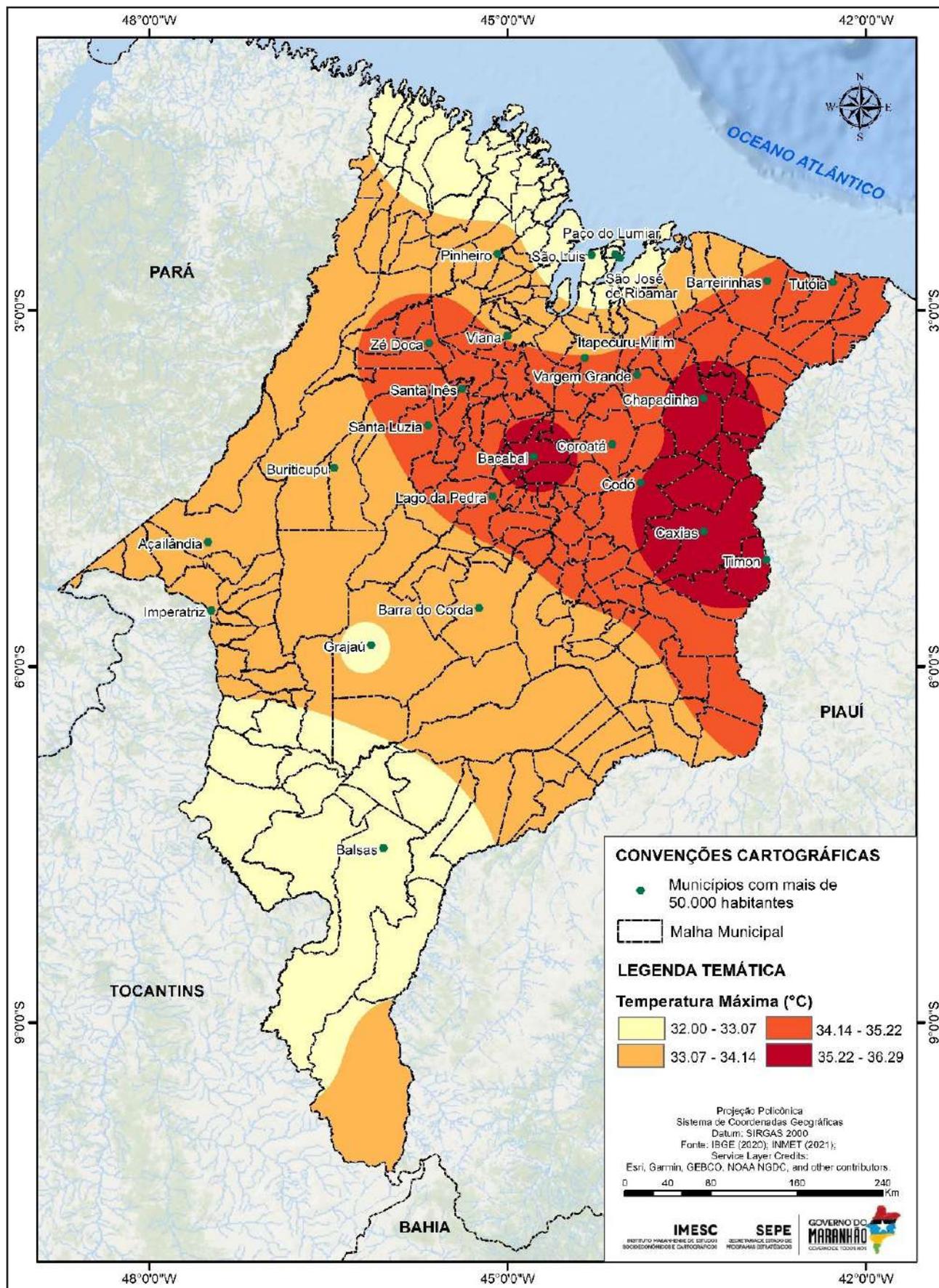
A diferença entre a temperatura máxima e mínima foi acentuada em todas as estações meteorológicas, com amplitudes entre 6,70°C a 14,70°C, em que na região de Bacabal houve uma drástica diferença entre as duas médias, com quase 15°C. A capital São Luís foi onde teve a menor variação com 6,70°C, que deve ser em decorrência de estar situada em uma zona costeira e sofrer a influência de diversos fenômenos físicos naturais como a maritimidade. Logo, o Gráfico 8 expõe a oscilação da diferença entre Tmáx e Tmín.

Gráfico 8 - Variação da Amplitude Térmica entre Temperatura Máxima e Mínima para o mês de novembro de 2021



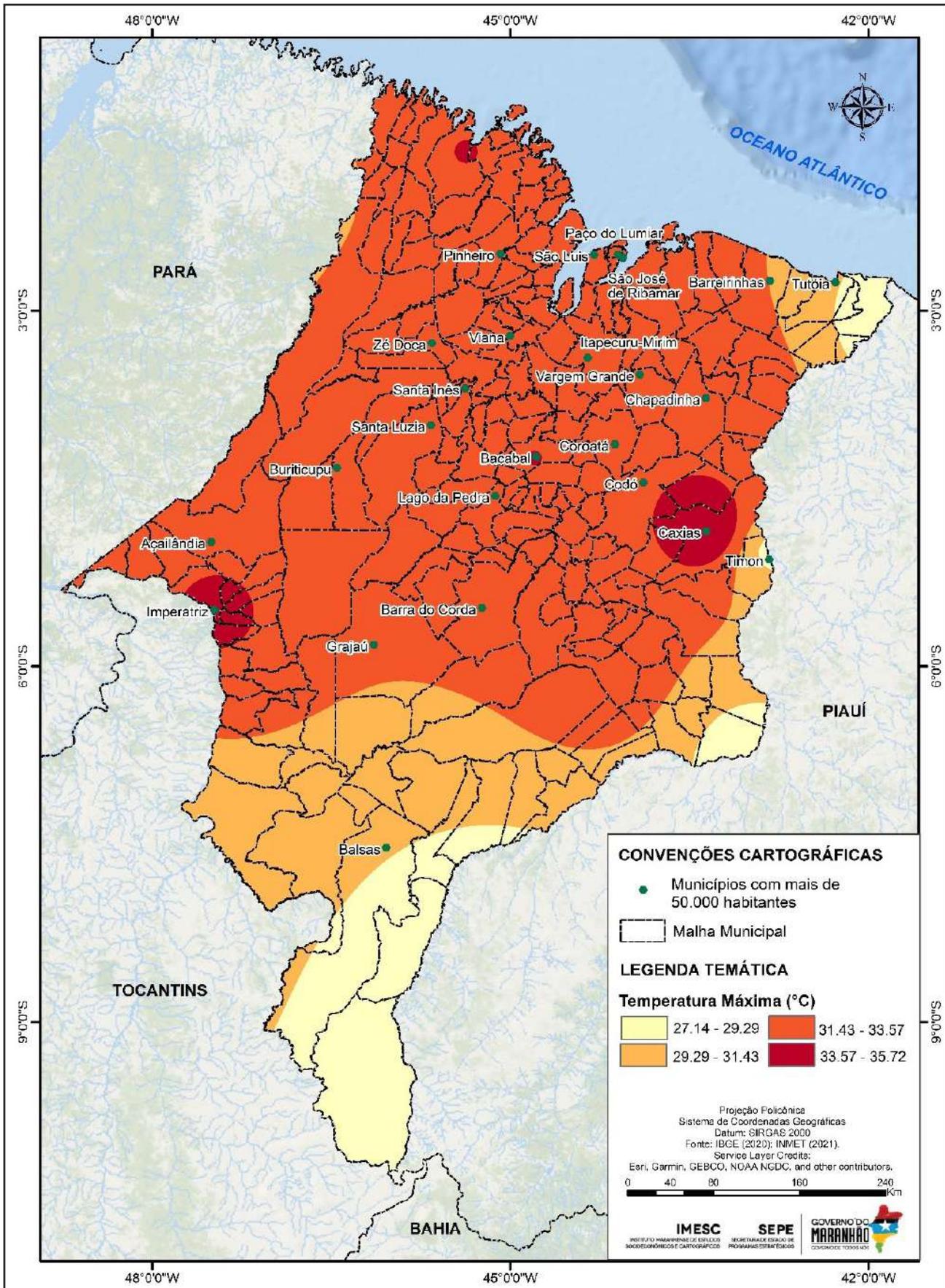
Fonte: INMET (2021)

Figura 17 - Normal climatológica de temperatura máxima para o mês de novembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010



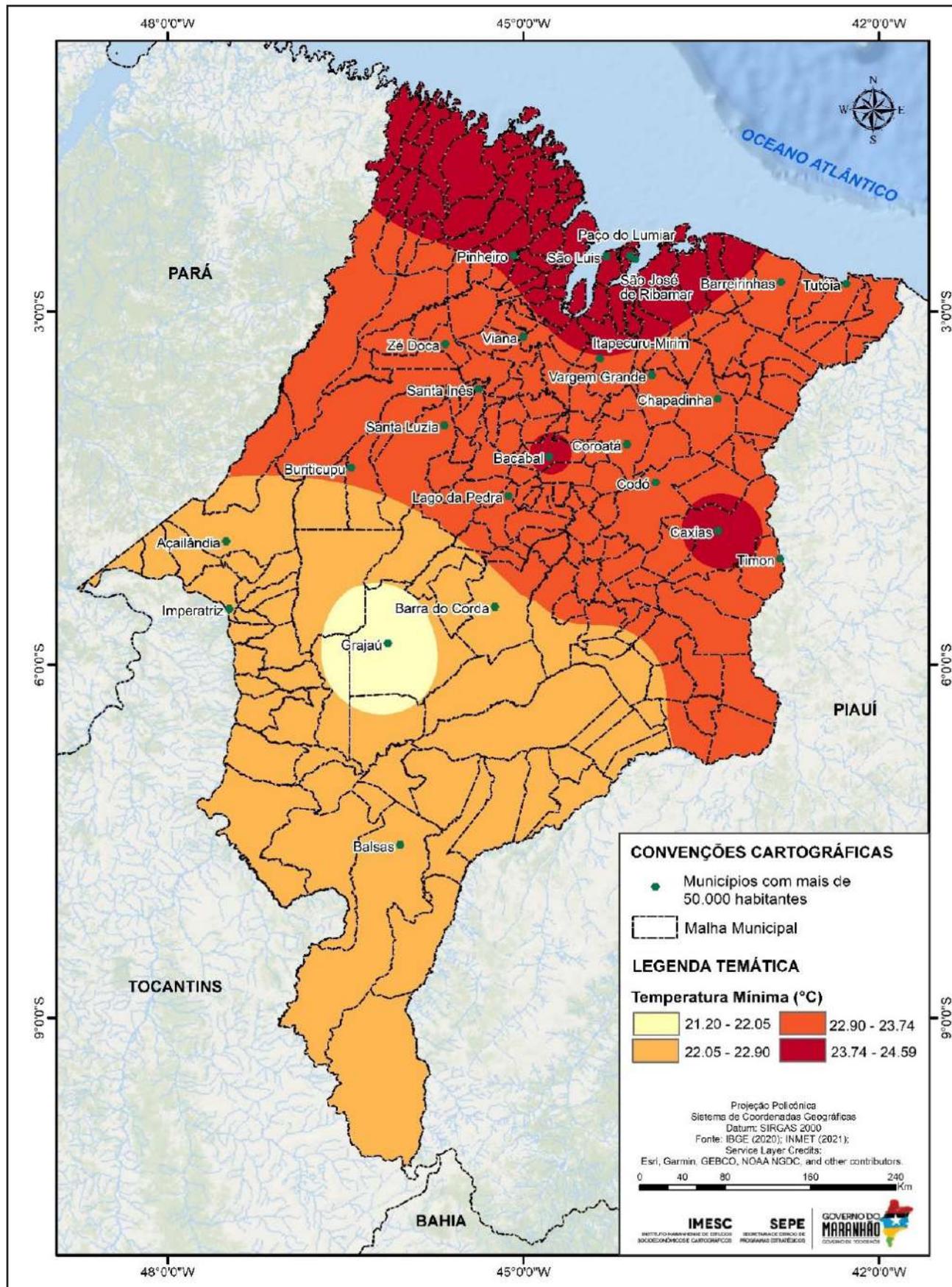
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 18 - Mapa de temperatura máxima para o mês de novembro de 2021 no Estado do Maranhão



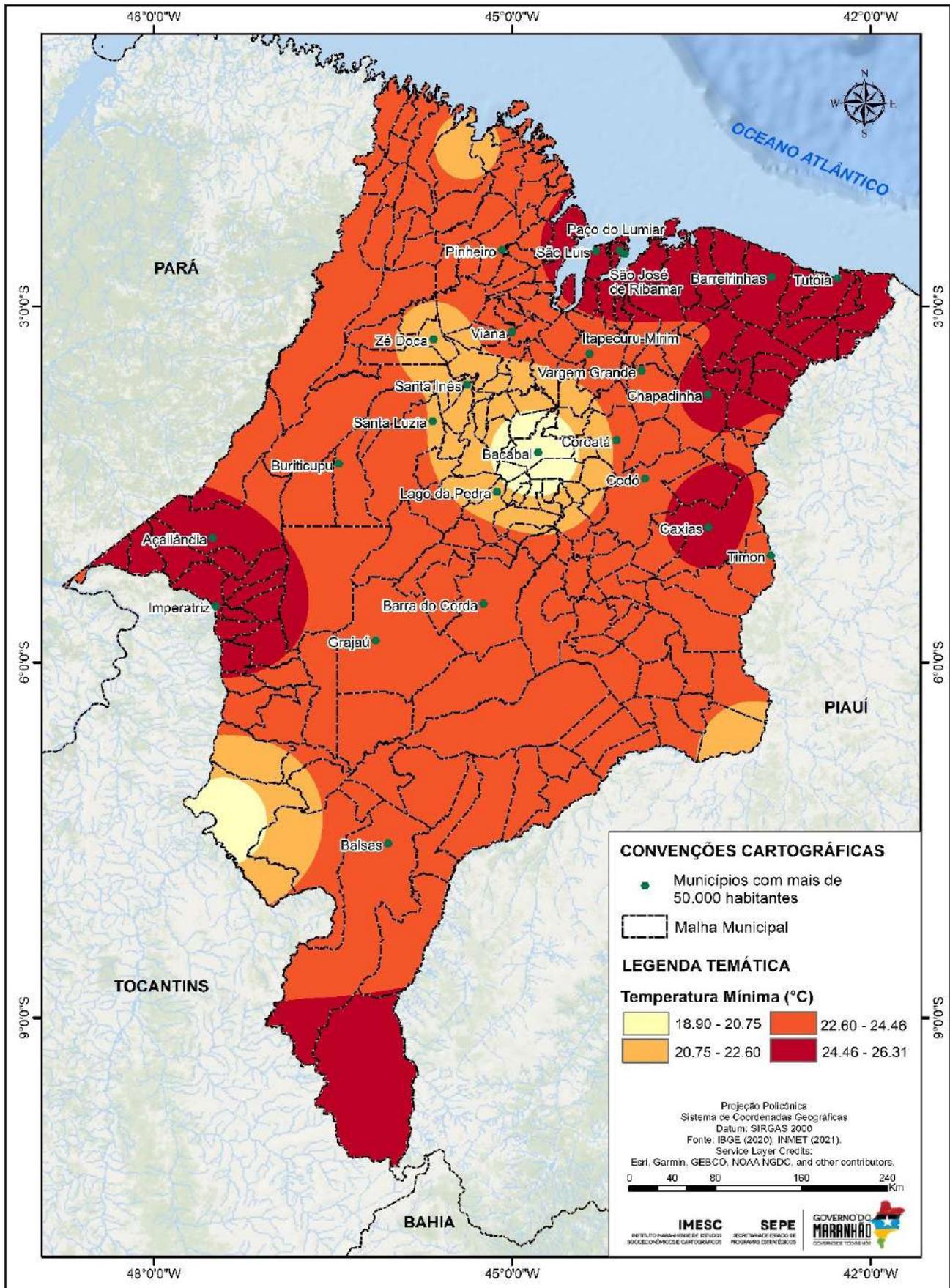
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 19 - Normal climatológica de temperatura mínima para o mês de novembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 20 - Mapa de temperatura mínima para o mês de novembro de 2021 no Estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

BALANÇO DO COMPORTAMENTO
DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA
O MÊS DE DEZEMBRO

6.3

DEZEMBRO

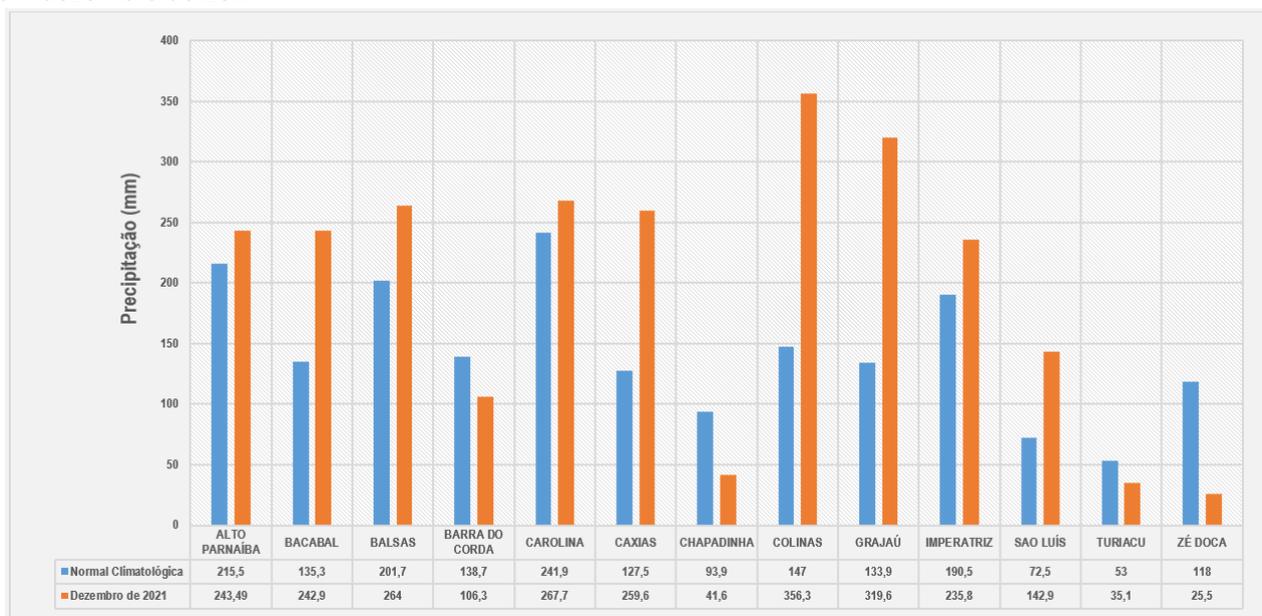
6.3 BALANÇO DO COMPORTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TEMPO PARA O MÊS DE DEZEMBRO

Os acumulados de chuvas registrados no Maranhão durante o mês de dezembro foram acima da média histórica em algumas regiões, no qual foi considerado um período bastante chuvoso para a época. De acordo com os dados obtidos pelo INMET e CEMADEN houve o registro de precipitação em quase todo o estado durante o referido mês.

Essa dinâmica volumosa de chuvas foi modulada pela atuação do fenômeno oceânico – atmosférico La Niña, além de oscilações atmosféricas decorrentes da variação de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) do Oceano Atlântico e da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) em que esta influenciou nas chuvas no Sul do Maranhão, que segundo o INMET (2022), durante o mês de dezembro houve três episódios de ZCAS no país, sendo uma entre os dias 01 a 04/12; a segunda de 07 a 11/12 e a terceira entre 13 a 28/12 que contribuiu significativamente para a intensificação das chuvas no mês.

Nessa perspectiva, conforme indicado no Gráfico 9 das 13 estações meteorológicas convencionais que possuem dados de normais climatológicas, apenas em 4 houve o acumulado de chuva abaixo da média histórica em dezembro, as demais marcaram valores acima da média. Neste caso, no município de Colinas choveu mais do dobro do total marcado pela climatologia histórica, com 356,3 mm e o valor da normal correspondente a 147 mm. Assim sendo, nesta mesma situação insere-se Grajaú com 319,6 mm marcados e sua média histórica para dezembro são de 133,9 mm.

Gráfico 9 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Precipitação (1981- 2010) e a precipitação observada em dezembro de 2021

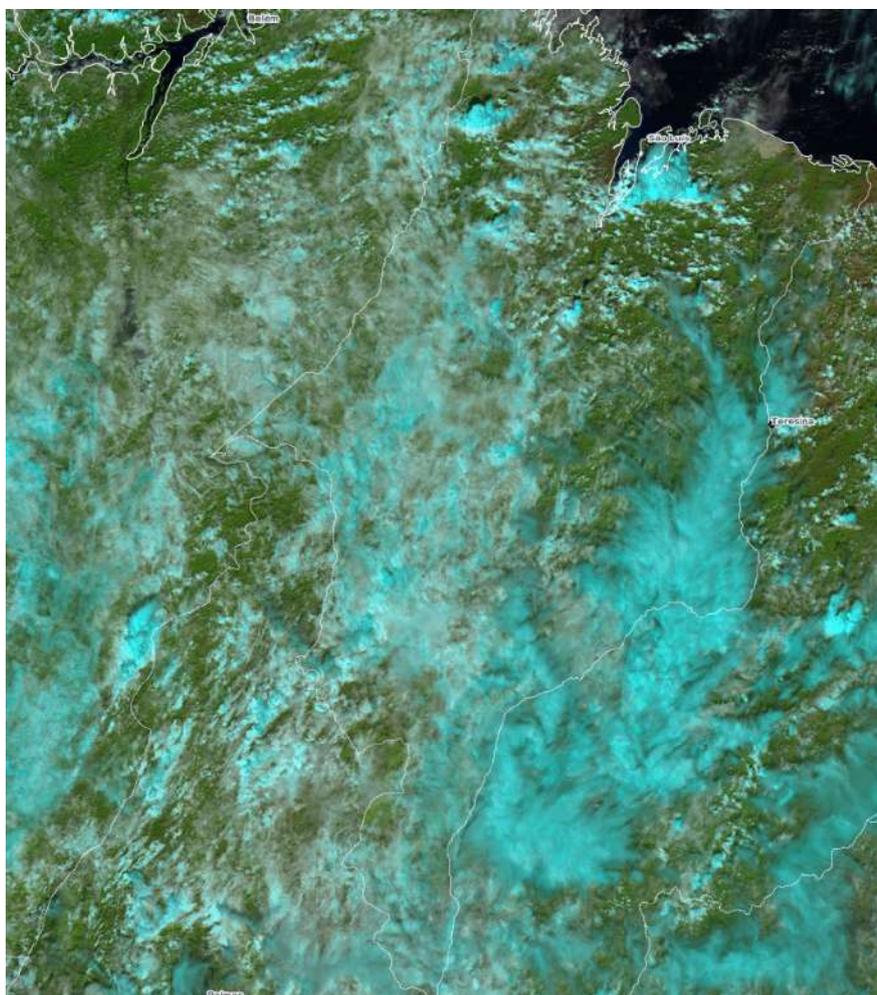


Fonte: INMET (2021); CEMADEN (2021)

O Gráfico 9 ainda mostra totais pluviométricos acima da média climatológica para Caxias com 259,6 mm, Bacabal com 242,9 mm, Balsas que assinalou 264 mm e São Luís com 142,9 mm. Os menores índices foram computados nas estações meteorológicas de Zé Doca (25,5 mm), Turiaçu (35,1mm), Chapadinha (41,6 mm) e Barra do Corda (106,3 mm).

Em decorrência destes eventos anômalos alguns municípios maranhenses sofreram com enchentes e alagamentos nos últimos dias do mês de dezembro, provocados pelo transbordamento de rios e riachos que afetaram áreas urbanas e rurais. Desse modo, a Figura 21 destaca uma imagem de satélite do GOES 2016 do dia 27/12/2021, na qual apresenta alta cobertura de nuvens no Maranhão. Neste dia alguns municípios registram grande volume de chuva em apenas 24 horas, como Colinas com 61 mm, Caxias com 51,5 mm e São Luís que marcou 23,8 mm.

Figura 21 - Cobertura de Nuvens acentuada sob o estado do Maranhão no dia 27/12/2021



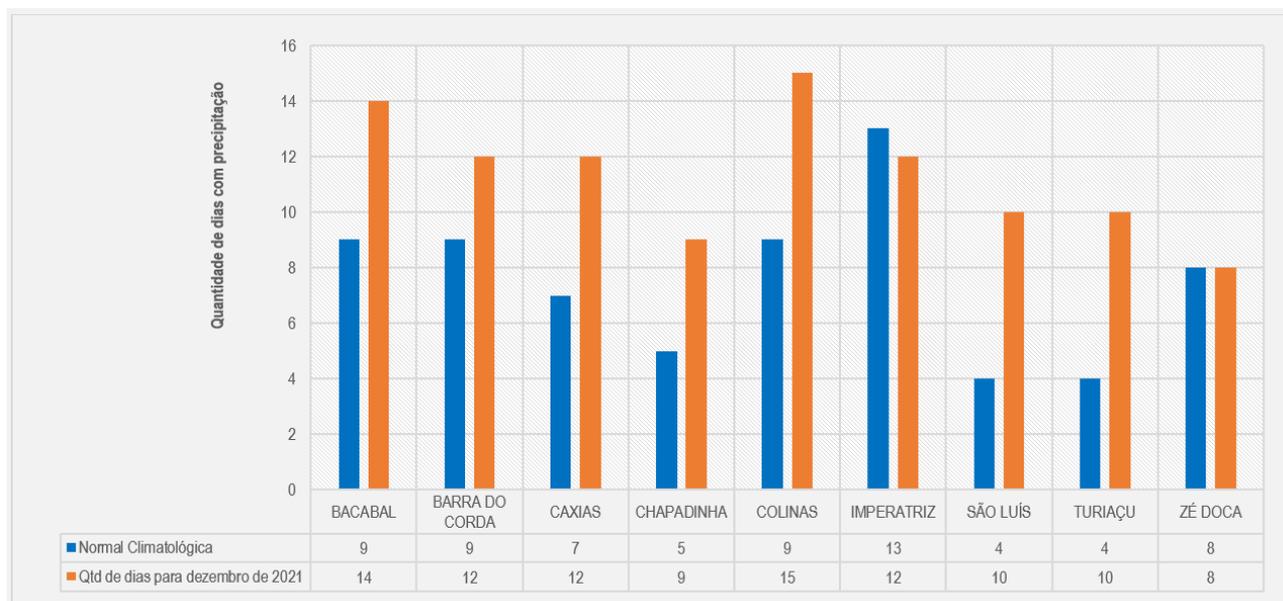
Fonte: Satélite GOES 16 do dia 27/12/2021 do CPTEC/INPE (2021)

As Figuras 22 e 23 evidenciam o comparativo entre a média de chuvas para dezembro registrada na climatologia de 30 anos e a ocorrência para 2021. Consoante, a cartografia sinaliza a ocorrência das precipitações em quase todo estado, em que a região do Bico do Papagaio foi bastante atingida com altos volumes de chuvas (nos quais oscilaram entre 349 a 437 mm) e conforme dados da CEMADEN o município de São Pedro da Água Branca

marcou um total de 487,34 mm, um dos maiores do estado. A seção Sul e Centro – Leste do Maranhão também apresentou elevados índices de precipitações.

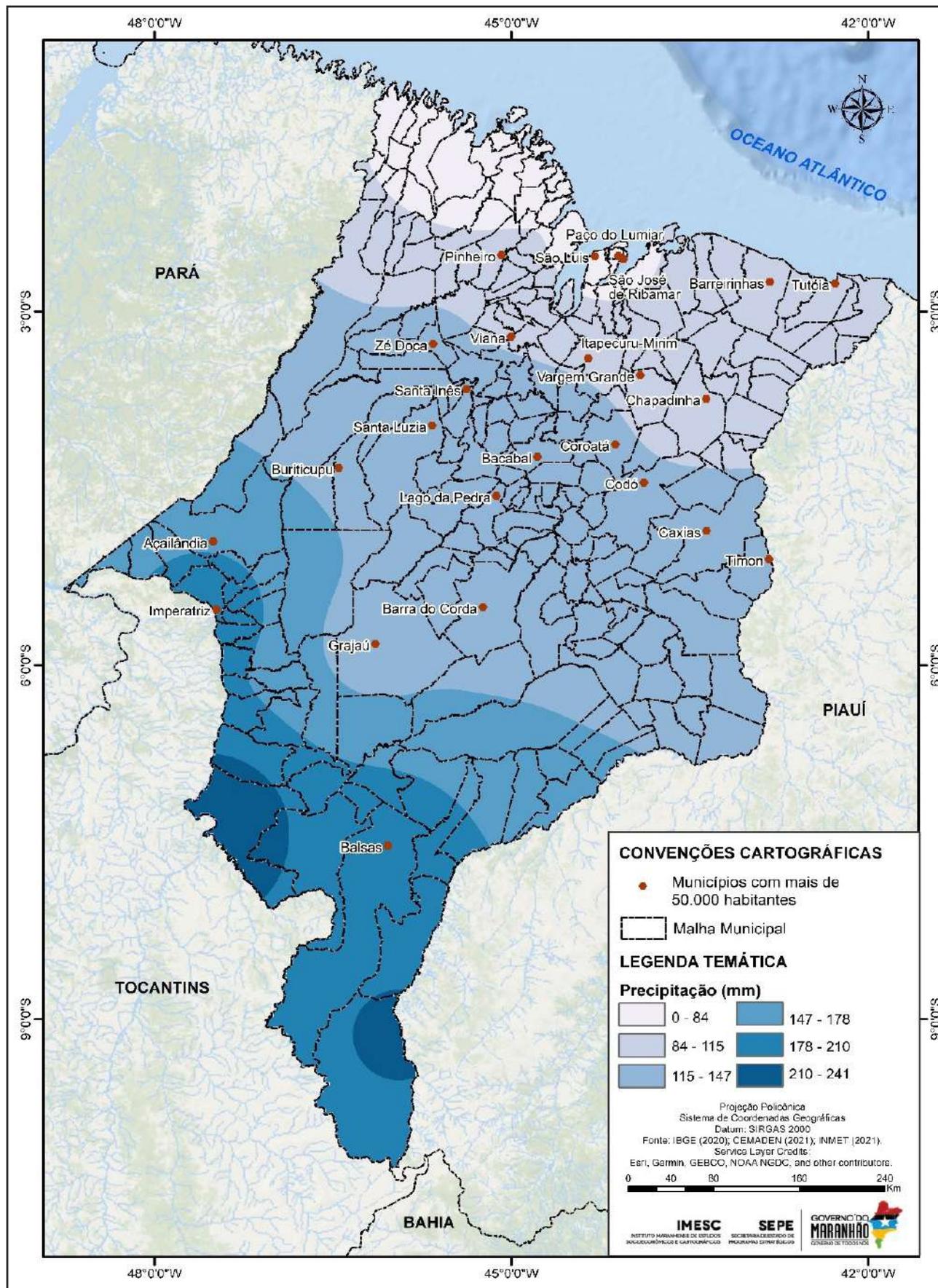
Por sua vez, analisando o Gráfico 10 a seguir, acerca da quantidade de dias de precipitação para dezembro, observou-se que com exceção da estação de Zé Doca no Centro-Norte maranhense e Imperatriz na região Tocantina, os demais pluviômetros assinalaram valores acima do esperado conforme a normal climatológica mensal. Desse modo, em São Luís e Turiaçu na porção noroeste houve os maiores aumentos, com um total de 10 dias; em Caxias e Chapadinha registraram quase o dobro da normal; já na região Centro-Sul com Bacabal e Barra do Corda obtiveram respectivamente 14 e 12 dias de precipitação.

Gráfico 10 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Número de dias com precipitação (1981- 2010) e número de dias com precipitação observada em dezembro de 2021



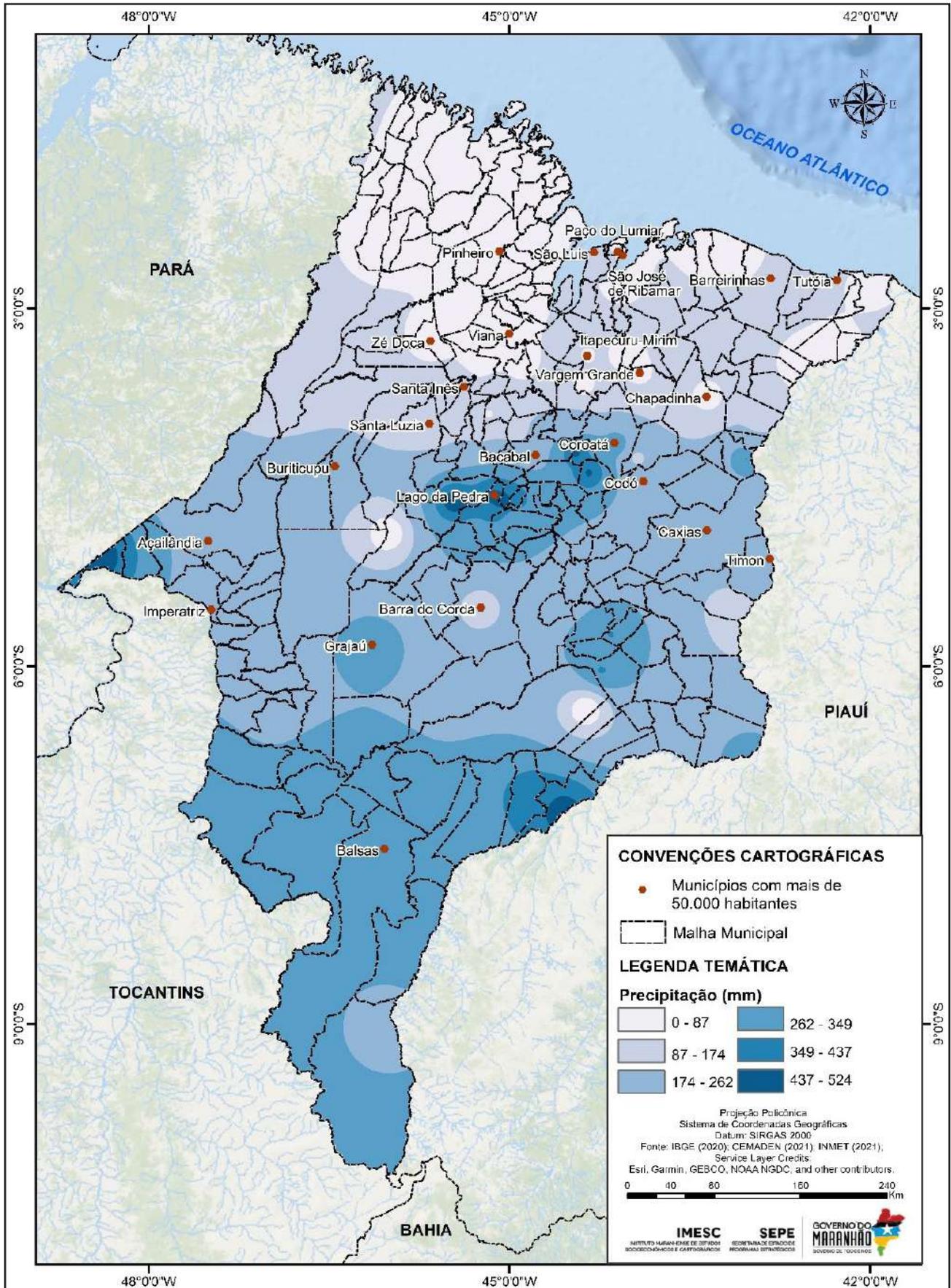
Fonte: INMET (2021); CEMADEN (2021)

Figura 22 - Mapa de Normal Climatológica (1981-2010) de precipitação pluviométrica para o mês de dezembro do estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 23 - Mapa de precipitação acumulada em dezembro de 2021 no Estado do Maranhão

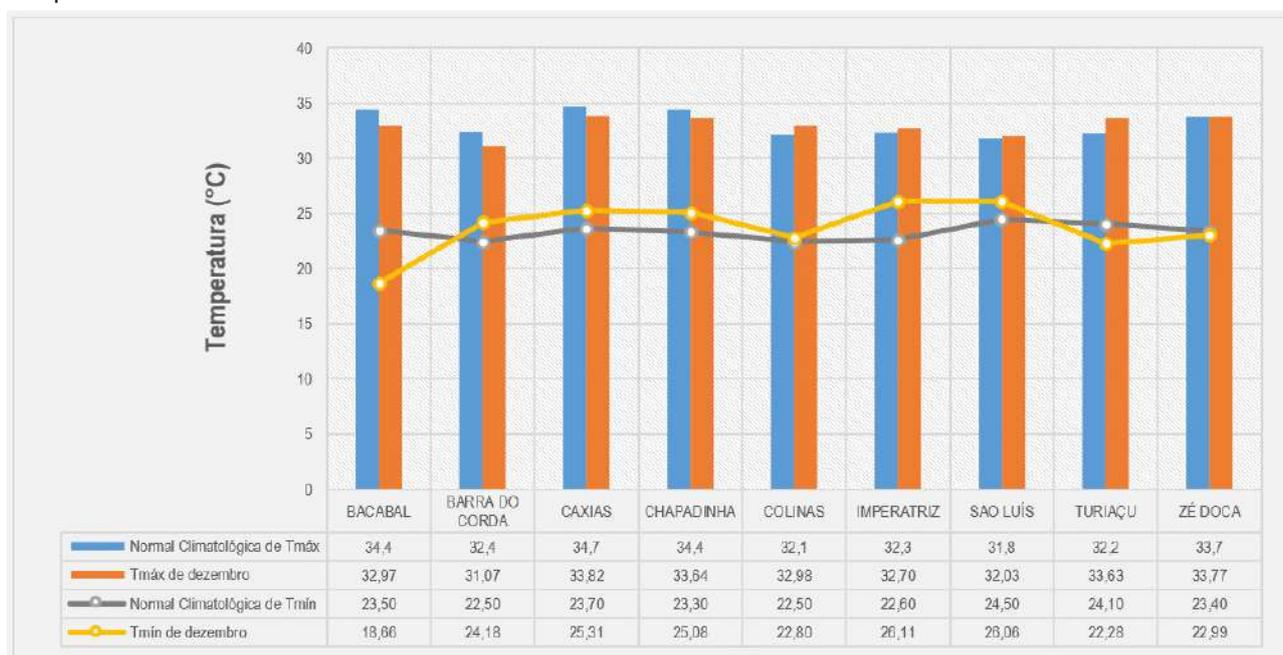


Fonte: Adaptado de INMET (2021); CEMADEN (2021) pelos autores

Com base nas Figuras 24 e 25 é possível comparar o comportamento das médias de temperatura máxima para o estado, em que na Figura 24 que corresponde a normal histórica, oscila entre 31°C a 34,69°C e na Figura 25 referentes aos dados de dezembro de 2021, as médias variam entre 26,41°C a 33,81°C. Assim, para o referido mês houve uma queda na temperatura se relacionado com a média climatológica, o que pode estar associado ao aumento do número de dias com chuvas que ocasiona temperaturas mais amenas e dias mais frios.

Prontamente, o Gráfico 11 destaca os municípios com estações meteorológicas e suas normais climatológicas, nos quais as maiores médias foram identificadas em Zé Doca com 33,77°C ficando dentro da normal climatológica, já a menor registrada foi em Barra do Corda com 31,07°C, ou seja, -1,33°C abaixo da normal, que é de 32,4°C. Logo, a estação de Bacabal também teve média abaixo da normal que é de 34,4°C e marcou 32,97°C, o que representa uma diferença de - 1,43°C. Por conseguinte, as regiões Norte e Leste Maranhense apresentaram as maiores médias de temperatura máxima em dezembro (Figura 25).

Gráfico 11 - Comparativo entre a Normal Climatológica de Temperatura Máxima e Mínima (1981- 2010) e a temperatura máxima e mínima observada em dezembro de 2021



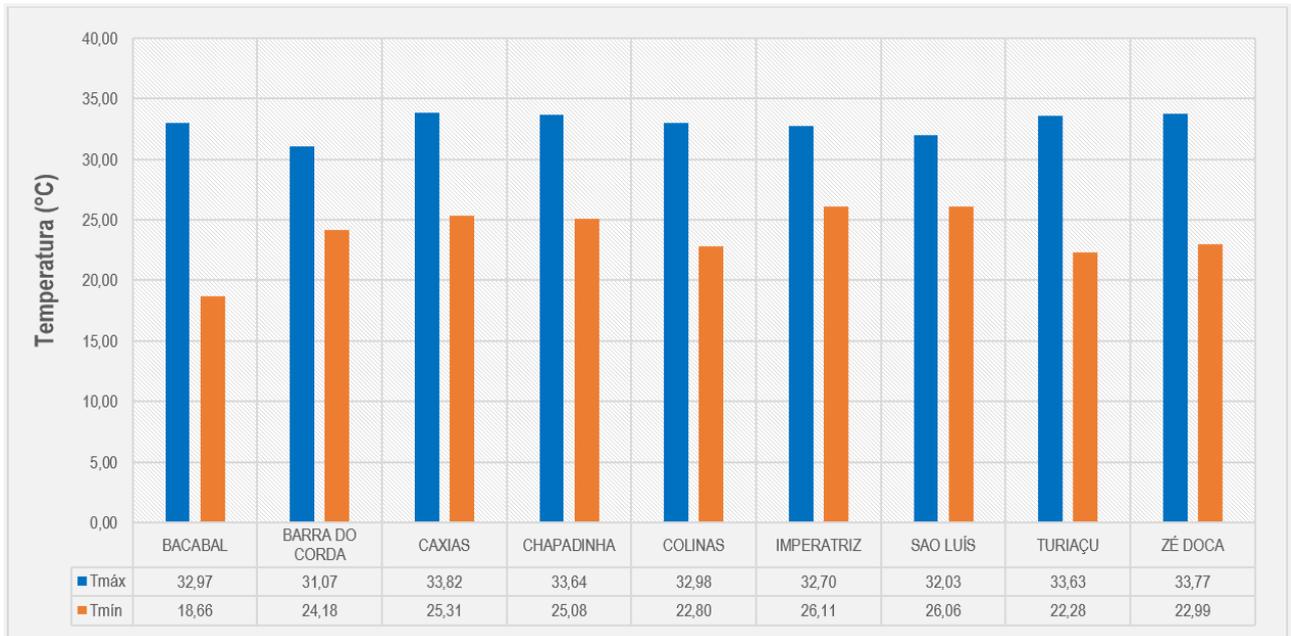
Fonte: INMET (2021)

Quanto à temperatura mínima, as médias variaram entre 21,30°C a 24,49°C, com as maiores registradas no Noroeste e Leste Maranhense e as menores no Sul do estado (Figura 27). Todavia, em determinados municípios as médias ficaram acima da normal histórica como em Barra do Corda (24,18°C), Caxias (25,31°C), Chapadinha (25,08°C), Imperatriz (26,11°C) e São Luís (26,06°C) (Gráfico 8). As demais alcançaram médias próximas à climatologia do mês, com exceção a estação de Bacabal que atingiu 18,66°C, representando uma queda de temperatura de -4,84°C em comparação com a normal climatológica que é de

23,50°C. Estas variações podem ser analisadas nas Figuras 26 e 27, nos quais apresentam a distribuição das médias de temperatura mínima para todo o território maranhense.

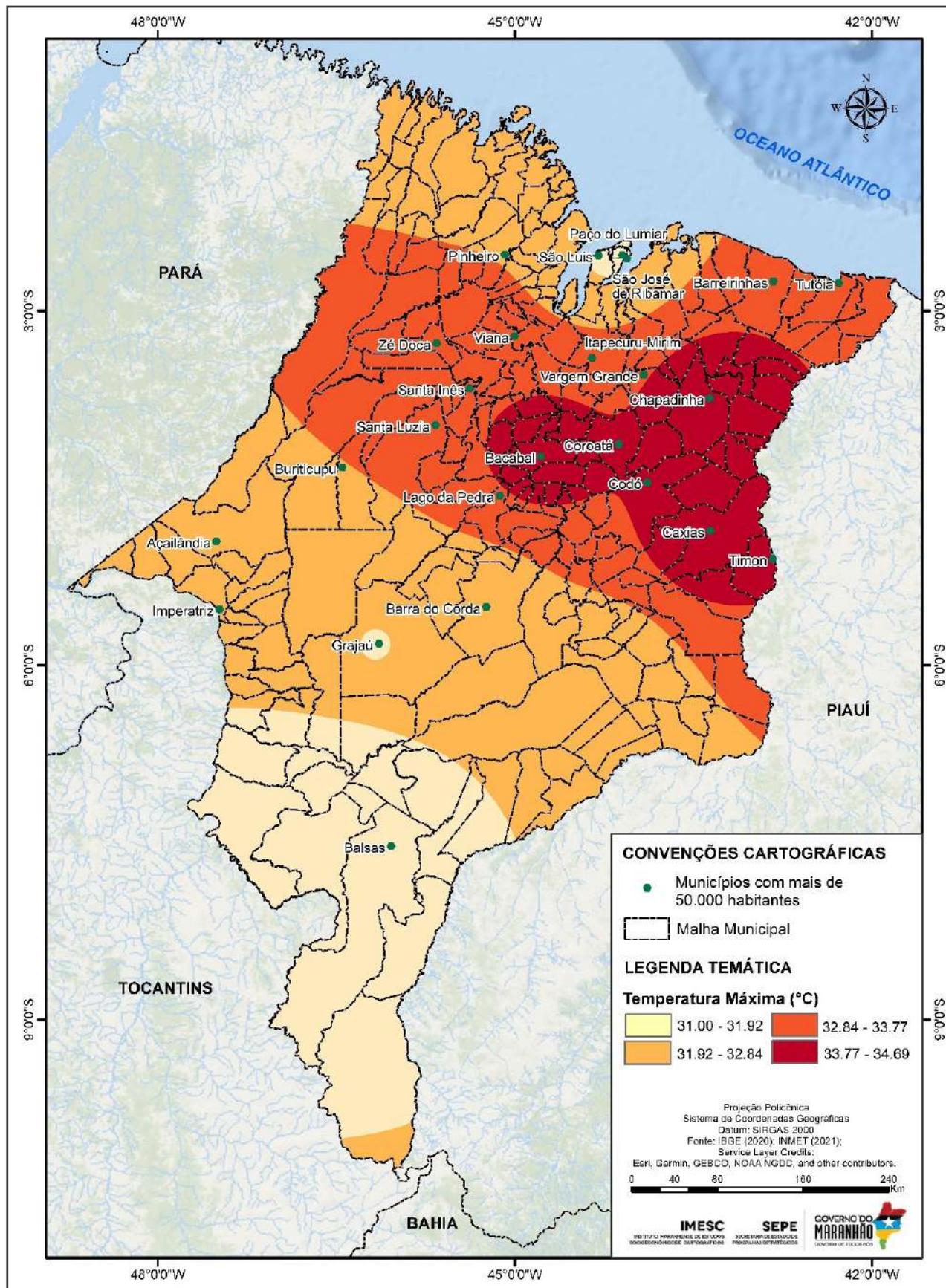
A amplitude térmica entre a temperatura máxima e mínima foi maior no município de Bacabal com 14,31°C de diferença entre a maior e a menor média marcada, seguida de Turiaçu com 11,35°C de amplitude, ora, as menores diferenças foram marcadas em São Luís com 5,96°C e em Barra do Corda com 6,90°C, como indicado no Gráfico 12.

Gráfico 12 - Variação da Amplitude Térmica entre Temperatura Máxima e Mínima para o mês de dezembro de 2021



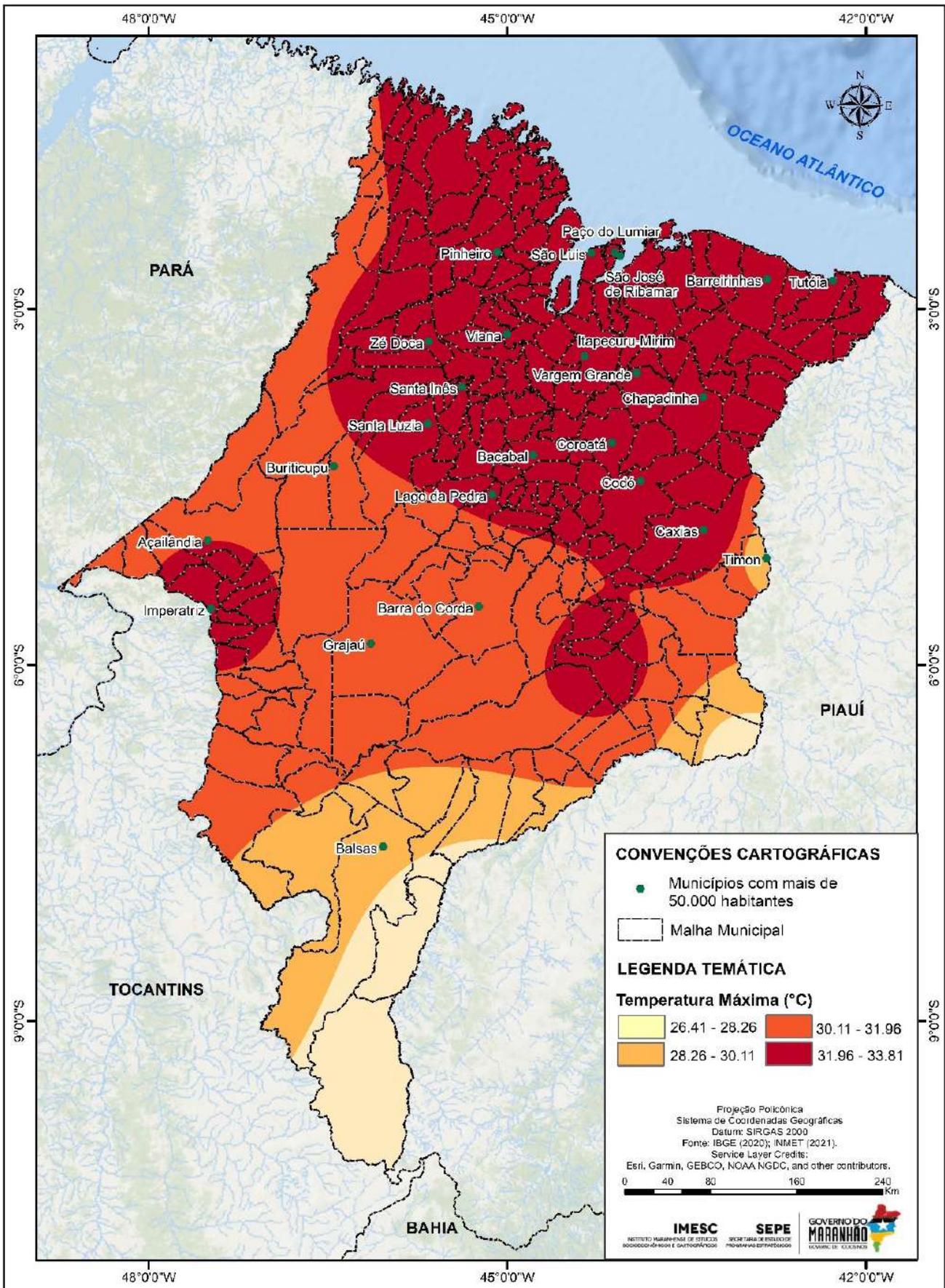
Fonte: INMET (2021)

Figura 24 - Normal climatológica de temperatura máxima para o mês de dezembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010



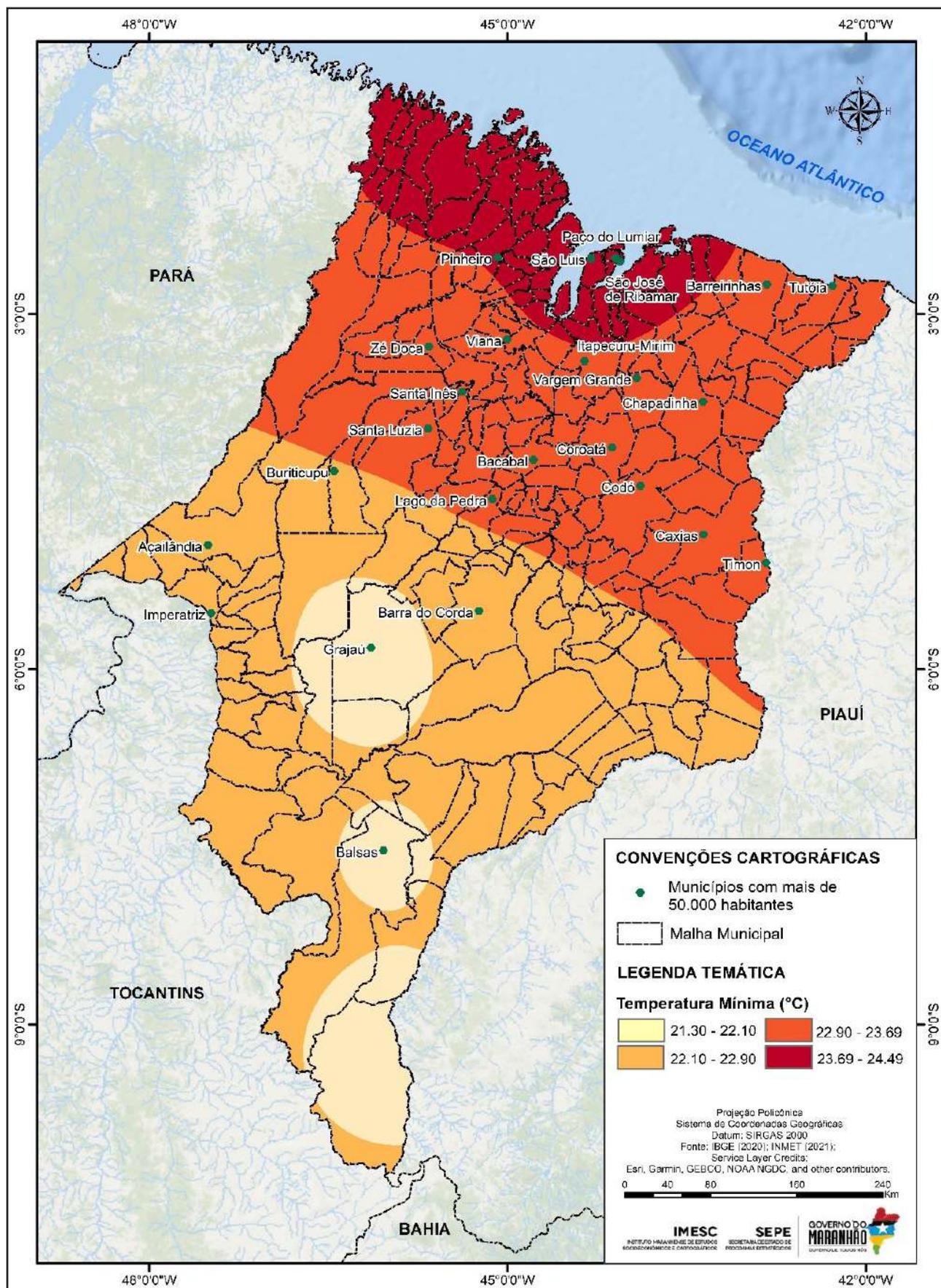
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 25 - Mapa de temperatura máxima para o mês de dezembro de 2021 no estado do Maranhão



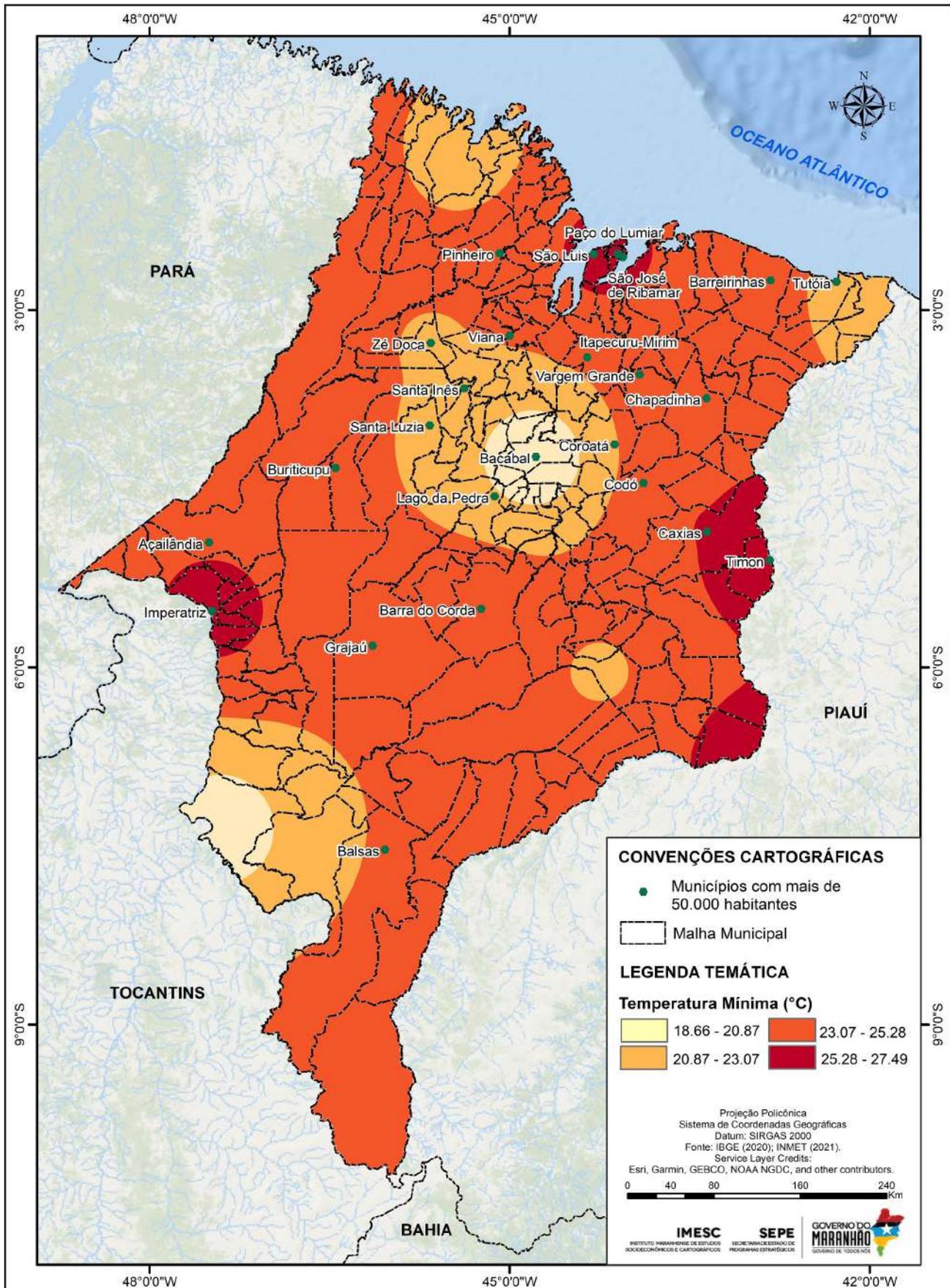
Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 26 - Normal climatológica de temperatura mínima para o mês de dezembro estabelecida para o intervalo de 1981 – 2010



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

Figura 27 - Mapa de temperatura mínima para o mês de dezembro de 2021 no Estado do Maranhão



Fonte: Adaptado de INMET (2021) pelos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos e pesquisas voltados para a área das ciências naturais, bem como a climatologia, estão atrelados a diversos seguimentos sociais, dando suporte tanto a questões de cunho econômico, por meio da produção em larga, média e pequena escala, como situações de ordem ambiental e política, no que tangencia aos diferentes modos de ordenamento territorial.

Nesse sentido, a produção cartográfica, por meio de técnicas em geoprocessamento utilizadas para a confecção dos mapeamentos temáticos, traz consigo maior complexidade de informações, e em contrapartida, melhor síntese de análise, o que possibilita ao leitor fácil compreensão dos condicionantes climatológicos que circundam as diferentes regiões do Maranhão.

Durante o processo de produção deste boletim, por meio do alcance do banco de dados em múltiplas fontes, observou-se a necessidade de aquisição e instalação de novos aparatos tecnológicos referentes às estações meteorológicas por todo o estado, tendo em vista o diagnóstico de maior detalhamento em determinados locais, levando-se em consideração a imensidão do território em sua totalidade.

As marcações sob os aspectos climáticos referentes ao 4º trimestre de 2021, estão pautadas principalmente nas alterações das condições atmosféricas, que acabam por influenciar nas elevações dos valores de precipitação para novembro e dezembro. Quanto aos dados de temperatura mínima e máxima as regiões Leste e Sul tiveram registros acima do esperado, no qual em comparação aos meses anteriores, os dados apresentaram valores menores em todo estado. A exemplo disso a região que contempla o município Caxias, em novembro, foi caracterizada como a área mais quente para o período no Maranhão.

Desse modo, observou-se também que a ação de determinados fenômenos meteoro-climáticos obteve influências significativas em possíveis alterações nos dados climatológicos em todo o território Maranhense, como o Sul do estado, onde a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), elevou os índices de chuvas em novembro. Já para dezembro foi caracterizado pela ocorrência do La Niña, ocasionando na elevação da pluviosidade no Maranhão.

Assim, entende-se que a análise integrada dos elementos formadores de tempo clima, proporcionam uma melhor avaliação das condições atmosféricas, tendo em vista que a alteração nos valores de um condicionante tende a modificar todo o sistema de uma determinada região.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Disponível em: https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoade-j-o-_introducao_a_climatologia_para_os_tropicos.pdf . Acesso em: 07.out.2021
- BRASIL. Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. **Estabelece as instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Publicado no Diário Oficial da União. 22 de julho de 1984**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.html. Acesso em: 16. set. 2021.
- CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Mapa Interativo: Pluviômetros Automáticos**. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapa-interativo/#> .
- CPETC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **DSAT GOES -16**. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/dsat/> .
- .Condições atuais do ENOS: La Niña**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/> . Acesso em: 10.dez.2021.
- CRC-SAS – Centro Regional do Clima para o Sul da América do Sul. **Fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS)**. Disponível em: https://www.crc-sas.org/pt/monitorio_enos.php. Acesso em: 20.dez.2021.
- DIAS, Luiz Jorge Bezerra; COSTA, Allana Costa. **Análise das Condições Climáticas do Estado do Maranhão entre Janeiro a Junho de 2020**. São Luís: IMESC,2020. Disponível em: <http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/d0a63efcd51345838f71908a39daaaa7.pdf> . Acesso em: 10.out.2020.
- ET-ADGV-Defesa F Ter. **Norma da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais de defesa da força terrestre**. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~deni_ern/CD2020/A1/ET_ADGV_2a_Edicao_2016_Textual_Anexo_A_Assinado.pdf.
- ESCOBAR, Gustavo Carlos Juan; MATOSO, Vinicius. **Zona de Convergência Intertropical (ZCIT): critério de detecção para uso em centros operacionais de previsão de tempo**. Nota Técnica. São José dos Campos – SP. INPE, 2020. Disponível em: <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/08.20.15.34/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 10.out.2021.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). BDMEP – **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa: Série Histórica – Dados Mensais**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 10.out.2021.
- _____. **Notas Técnicas**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acesso em: 02.jan.2022.
- LAPISMET- Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites. **Oscilação Madden-Julian**. Disponível em: <https://pt-br.facebook.com/lapis.met/> . Acesso em: 20.dez.2021.
- MARENGO, José A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2007. 2ª edição.

MENDONÇA, Francisco; DANI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia, noções básicas e clima do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SANTOS, Vitor Justes; FIALHO, Edson Soares. **Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e impactos pluviiais intensos: O caso da Cidade de Ubá/MG**. Revista Brasileira de Climatologia. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/35684/29392> . Acesso em: 17.nov.2021.

SILVA, Samuel de Oliveira. **Efeitos da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre as chuvas da região sul da Amazônia Brasileira**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Amazonas. Manaus - AM, 2017. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/12947/1/Tese_01%201%20Samuel2.pdf . Acesso em: 17.nov.2021.

SOUZA, Lucio; MIRANDA, Ricardo A. C. Climatologia Geográfica. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2013. Disponível em: https://canal.cecierj.edu.br/anexos/recurso_interno/10505/download/8a81c5e384feeab65125f71a2c9b809f . Acesso em: 08.out.2021.

TORRES, Filipe T.P.; MACHADO, Pedro J.O. **Introdução à Climatologia**. Geographica, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fillipe-Torres/publication/269222933_Introducao_a_Climatologia/links/5492b45d0cf225673b3e079c/Introducao-a-Climatologia.pdf . Acesso em: 08.out.2021.

VAREJÃO – SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e Climatologia**. Recife – PB, 2006. Disponível em: https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf . Acesso em: 09.out.2021.

www.imesc.ma.gov.br

BOLETIM CLIMÁTICO

DO MARANHÃO

IMESC
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

SEPE
SECRETARIA DE ESTADO DE
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

GOVERNO DO
MARANHÃO



GOVERNO COM O
povo.
O MARANHÃO
ALTA ESPERANÇA
NOVO!