



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS-IEG  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

**ANA JAQUELINE CARNEIRO DE MOURA**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS ONDAS DE CALOR OCORRRIDAS DE  
AGOSTO A NOVEMBRO DE 2023 SOBRE CIDADES DO PARÁ.**

**SANTARÉM - PA**

**2024**

**ANA JAQUELINE CARNEIRO DE MOURA**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS ONDAS DE CALOR OCORRRIDAS DE  
AGOSTO A NOVEMBRO DE 2023 SOBRE CIDADES DO PARÁ.**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado para  
obter o título de Bacharel em Ciências Atmosféricas  
pela Universidade Federal do Oeste do Pará .  
Orientador. Dr. Raoni Aquino Silva de Santana.

**SANTARÉM - PA**

**2024**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

- M929a Moura, Ana Jaqueline Carneiro de  
Análise da influência das ondas de calor ocorridas de agosto a novembro de 2023 sobre as cidades do Pará./ Ana Jaqueline Carneiro de Moura. - Santarém, 2024.  
42 p. : il.  
Inclui bibliografias.
- Orientador: Raoni Aquino Silva de Santana  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de engenharia e Geociências, Bacharelado em Ciências Atmosféricas.
1. Onda de calor. 2. Temperatura. 3. Eventos extremos climáticos. I. Santana, Raoni Aquino Silva de, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 551.55098115

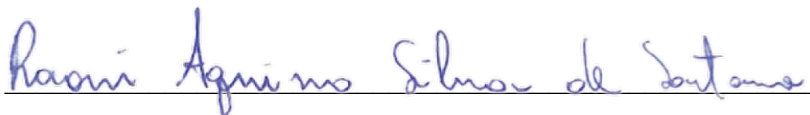
**ANA JAQUELINE CARNEIRO DE MOURA**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS ONDAS DE CALOR OCORRIDAS DE  
AGOSTO A NOVEMBRO DE 2023 SOBRE CIDADES DO PARÁ.**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado para  
obter o título de Bacharel em Ciências Atmosféricas  
pela Universidade Federal do Oeste do Pará .


Conceito: 9,0

Data de Aprovação : 24/05/2024




Dr. Raoni Aquino Silva de Santana - Orientador

Universidade Federal do Oeste do Pará

Documento assinado digitalmente  
 CINTYA DE AZAMBUJA MARTINS  
Data: 19/06/2024 20:39:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof<sup>a</sup>. Dr. Cintya de Azambuja Martins

Universidade Federal do Oeste do Pará

Documento assinado digitalmente  
 ROSEILSON SOUZA DO VALE  
Data: 19/06/2024 17:37:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Roseilson Souza do Vale

Universidade Federal do Oeste do Pará

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por me conceder força e sabedoria e perseverança durante toda essa jornada.

A minha mãe e aos amigos que conquistei nesta caminhada, pelo constante apoio e encorajamento ao longo deste processo.

Aos professores, por toda ajuda e paciência com a qual direcionaram meu aprendizado.

Ao meu orientador gostaria de expressar minha sincera gratidão por toda disponibilidade e dedicação para conclusão deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para meu crescimento acadêmico e pessoal.

“Sempre faça tudo com muito amor e com muita fé, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”.

(Ayrton Senna)

## RESUMO

As altas temperaturas ao longo do ano de 2023 no Brasil foram fonte grande preocupação para a população. As ondas de calor(OCs), comumente consideradas como um período prolongado de tempo quente e umidade elevada, foram a causa destes extremos de temperatura. As OCs não possui período bem definido e são difíceis de caracterizar, pois não há um significado específico, e é visto que, situações meteorológicas semelhantes podem estabelecer um OC em um lugar, mas não em outro. O objetivo deste trabalho consiste em analisar, entre os municípios estudados (Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon, Itaquiraí, Dourados, Campo Grande, Coxim, Sonora, Rondonópolis, Campo Verde, Nova Ubitatã, Sorriso, Sinop, Gurantã do Norte, Itaituba, Placas, Santarém), qual o mais atingido pelas ondas de calor ocorridas entre os meses de agosto a novembro de 2023, além do que observar se tais ondas afetaram os três municípios do Pará. Para isso foi calculada diferença entre temperatura média para o referido mês da onda e a temperatura máxima diária local, deste modo, o município que obtiver 5°C acima da média mensal terá o valor para identificação de onda de calor. Os resultados demonstraram que Rondonópolis foi a cidade que mais sofreu com os extremos de calor. Entre as cidades do Pará, Itaituba e Placas foram afetadas por uma onda de calor específica. Tais resultados destacam a importância de monitorar e estudar de perto os eventos climáticos extremos, como as ondas de calor, para entender melhor seus padrões e impactos específicos em diferentes localidades.

**Palavras chaves:** Onda de Calor. Temperatura. Eventos Extremos Climáticos.

## ABSTRACT

The high temperatures throughout 2023 in Brazil were a source of great concern for the population. Heat waves (HWs), commonly thought of as a prolonged period of hot weather and high humidity, were the cause of these temperature extremes. OCs do not have a well-defined period and are difficult to characterize, as there is no specific meaning, and it is seen that similar meteorological situations can establish an OC in one place, but not in another. The objective of this work is to analyze, among the municipalities studied (Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon, Itaquiraí, Dourados, Campo Grande, Coxim, Sonora, Rondonópolis, Campo Verde, Nova Uiratã, Sorriso, Sinop, Gurantã do Norte, Itaituba, Placas, Santarém), which was most affected by the heat waves that occurred between the months of August to November 2023, in addition to observing whether such waves affected the three municipalities of Pará. To this end, a calculation was made difference between the average temperature for the aforementioned month of the wave and the local maximum daily temperature, thus, the municipality that obtains 5°C above the monthly average will have the value for identifying a heat wave. The results demonstrated that Rondonópolis was the city that suffered most from extremes of heat. Among the cities of Pará, Itaituba and Placas were affected by a specific heat wave. Such results highlight the importance of closely monitoring and studying extreme weather events, such as heat waves, to better understand their specific patterns and impacts in different locations.

**Keywords:** Heat Wave. Temperature. Extreme Climate Events.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de localização geográfica dos municípios.....	17
Figura 2. Anomalias de temperaturas médias para agosto de 2023, climatologia de referência:1981-2010.....	19
Gráfico 1 - Onda de calor do dia 21 a 29 de agosto de 2023.....	20
Figura 3. Anomalias de temperaturas médias para setembro de 2023, climatologia de referência:1981-2010.....	21
Gráfico 2 - Onda de calor do dia 18 a 28 de setembro de 2023.....	22
Figura 4. Anomalias de temperaturas médias para outubro de 2023, climatologia de referência:1981-2010.....	23
Gráfico 3 - Onda de calor do dia 02 a 07 de outubro de 2023.....	24
Gráfico 4 - Onda de calor do dia 17 à 23 de outubro de 2023.....	25
Figura 5 - Anomalias de temperaturas médias para Novembro de 2023, climatologia de referência:1981-2010.....	26
Gráfico 5 - Onda de calor do dia 08 à 20 de Novembro de 2023.....	27
Gráfico 6 - Amplitude da onda 1 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima (%), (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.....	30
Gráfico 7 - Amplitude da onda 2 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima(%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.....	31
Gráfico 8 - Amplitude da onda 3 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima (%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.....	32
Gráfico 9 - Amplitude da onda 4 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima(%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.....	34
Gráfico 10 - Amplitude da onda 5 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima (%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área territorial e população conforme IBGE/Censo 2022 e classificação climática segundo KOPPER-GEIGER (1998).....	14
Tabela 2. Classificação da onda de calor.....	18
Tabela 3. Temperatura máxima e temperatura mínima registrada em cada município.....	28
Tabela 4. Temperatura média máxima mensal de agosto a novembro para cada município.....	29

## LISTA DE SIGLAS

OC	Onda de Calor
OF	Onda de frio
MEC	Massa de ar equatorial continental
MPA	Massa de ar polar atlântica
MEA	Massa de ar equatorial atlântica
OMM	Organização meteorológica Mundial
MTC	Massa de ar tropical continental .
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
UR	Umidade Relativa

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 . Geral</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 . Específico</b> .....	<b>13</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1 . Onda de Calor 1</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2 . Onda de Calor 2</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3. Onda de Calor 3</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4 . Onda de Calor 4</b> .....	<b>24</b>
<b>4.5 . Onda de Calor 5</b> .....	<b>26</b>
<b>4.6 . Amplitude das Ondas de Calor</b> .....	<b>29</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os eventos extremos têm causado constantes impactos em inúmeras cidades do Brasil nas últimas décadas (Loureiro et al., 2014). Dentre tais eventos estão secas severas, furacões, inundações repentinas, tempestades severas, ondas de frio (OF) e ondas de calor (OC). Na região da América do Sul observou-se diminuição da frequência e intensidade de eventos extremos de frio em conjunto com um aumento, menos pronunciado, de eventos extremos de calor (Alexander et al., 2006; Skansi et al., 2013). Estes extremos de calor são também denominados por ondas de calor (OC), objeto de estudo deste trabalho.

De acordo com Montero et al. (2013), as OC necessitam de uma definição internacionalmente acordada. De modo geral, a OC é considerada um período de dias consecutivos em que um determinado limite de temperatura é ultrapassado, onde alguns autores consideram somente temperaturas máximas (Perkins, 2015), e outros consideram máximas e mínimas (Geirinhas et al., 2017; Feron et al., 2019).

Segundo PETER (2003), a onda de calor é comumente considerada como um período prolongado de tempo quente e pode ser acompanhada de umidade elevada, caracterizando um clima quente e úmido incomum, desconfortável. As ondas de calor não tem um período definido, a Organização meteorológica Mundial (OMM), define como dois dias consecutivos durante os quais a temperatura máxima diária ultrapassa a temperatura média mensal em 5°C ou mais” (WMO - TT-DEWCE, 2023) entretanto neste estudo, será considerado onda de calor a partir de 3 dias, conforme ARAÚJO (1930) que considera OCs quando as temperaturas absolutas ultrapassam valores considerados normais, para mínima e máxima, durante no mínimo 3 dias.

A OC é difícil de caracterizar, e não há um significado específico porque situações meteorológicas semelhantes podem estabelecer uma OC em um lugar, mas não em outro (Awasthi A, Vishwakarma K, Pattnayak KC et al., 2022). A OC é um fenômeno que pode surgir em qualquer época do ano, especificamente na estação de verão, que é o período do ano onde observa-se temperaturas do ar (máximas e mínimas) mais elevadas (FREITAS et al., 2011).

A formação das OCs é associada a anticiclones quase estacionários próximos as áreas afetadas, os quais se caracterizam por uma massa de ar subsidente (Pezza et al., 2012). Estes, chamados de sistema de bloqueio atmosférico e também cristas de altas pressões viabilizam alterações significativas no escoamento da atmosfera nas latitudes médias e nos subtrópicos,

transformando-o menos zonal. Contudo operam como obstáculo à passagem de sistemas meteorológicos transientes oriundo de latitudes mais elevadas.

Alguns fatores contribuem para ocorrência e intensificação das OCs como o fenômeno El Niño, dinâmica das massas de ar e o aquecimento global. Rusticucci e Vargas (2001) investigaram o possível efeito do El Niño na ocorrência das OCs sobre a Argentina. Eles apontam que as OCs, no inverno, são mais persistentes no ano de El Niño e mais intensas no inverno seguinte. O EL Niño ocorre quando os ventos predominantes que circulam sobre o Pacífico Tropical se enfraquecem, contribuindo para que as águas superficiais do leste do Pacífico Tropical aqueçam substancialmente acima do seu nível normal (Power e Delage, 2018).

O avanço ou recuo das massas de ar definem o clima de determinada região. As principais Massas de Ar que atuam no país são Massa de ar equatorial continental (MEC), Massa de ar polar atlântica (MPA), Massa de ar equatorial atlântica (MEA), Massa de ar tropical atlântica (MTA) e Massa de ar tropical continental (MTC). A dinâmica dos sistemas atmosféricos proporciona condições para temperaturas elevadas, principalmente no período de máxima ampliação da MTC (Borsato et al., 2015).

Segundo Silva e Paula (2009), o aquecimento global é provocado por fatores internos que estão associados a sistemas climáticos caóticos não lineares, devido a variáveis como a atividade solar, composição físico-química da atmosfera, vulcanismo e a fatores externos antropogênicos relacionados com as emissões de gases de efeito estufa. De acordo com Dole (2011), os eventos de onda de calor têm grande probabilidade de aumentar sua ocorrência devido à influência do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

As OCs tem profundos impactos, envolvendo áreas sociais, econômicas e ambientais. Hess et al., 2014 e Tasian et al., 2014, vinculam a ocorrência de altas temperaturas com à busca por tratamentos médicos específicos ou emergências hospitalares. Entretanto, o principal aspecto discutido é o aumento da mortalidade humana (Cont et al., 2005; Ostro et al., 2009; Hoshiko et al., 2010; Huang et al., 2010; Gasparrini e Armstrong, 2011). Em novembro de 2023, no Rio de Janeiro, Ana Clara Benevides Machado veio a óbito por exaustão térmica, provocada pelo calor extremo. A cidade enfrentava temperaturas acima de 40°C ocasionadas pela oitava onda de calor do ano. Períodos prolongados com temperaturas extremas também são altamente prejudiciais à produtividade agrícola e pecuária, além de influenciar na demanda por consumo de energia elétrica e hídrica, e no aumento dos riscos de incêndios

florestais (Bitencourt et al., 2016; Rusticucci & Barrucand, 2002; Lima et al., 2013 ), que no Brasil em 2023, houve um aumento de 74% .

Conforme Sarra e Mülfarth (2021) a magnitude dos impactos de uma onda de calor varia na dependência dos valores de temperatura máxima atingida em relação às médias climatológicas do local e do tempo de duração.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O objetivo deste trabalho consiste em analisar, entre os municípios estudados, qual o mais afetado pelas ondas de calor ocorridas nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2023.

### **2.2 Específico**

Objetivo específico consiste em observar o deslocamento dessas ondas de calor em relação aos municípios de Itaituba, Placas e Santarém. Como também analisar se tais ondas atingiram os respectivos municípios.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Em 2023, até o mês de novembro ocorreram 8 ondas de calor (INMET). A primeira onda sucedeu em janeiro, seguida de fevereiro, março, agosto, setembro, outubro e novembro. Entretanto, devido a escassez de dados para janeiro, fevereiro, março tais ondas não foram incluídas no estudo.

O estudo foi realizado no sentido de Sul para Norte, em 2 municípios do Paraná (Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon), 5 municípios do Mato Grosso do Sul (Itaquiraí, Dourados, Campo Grande, Coxim, Sonora), 6 municípios do Mato Grosso (Rondonópolis, Campo Verde, Nova Ubiratã, Sorriso, Sinop, Gurantã do Norte), e 3 municípios do Pará (Itaituba, Placas, Santarém), totalizando 16 municípios, localizados nas regiões, sul, centro oeste e norte, respectivamente. A extensão territorial, população e classificação climática de cada município é mostrada na tabela 1, abaixo.

**Tabela 1.** Área territorial e população conforme IBGE/Censo 2022 e classificação climática segundo KOPPER-GEIGER (1998).

MUNICÍPIO	ÁREA TERRITORIAL E POPULAÇÃO CONFORME IBGE/CENSO 2022 E CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA SEGUNDO KOPPER-GEIGER (1998).
Foz do Iguaçu	Área territorial é de 617,701 km <sup>2</sup> , sua população, é de 285 415 habitantes. As condições climáticas são caracterizadas por uma atmosfera quente e temperada. Há precipitação mesmo durante o mês mais árido (agosto), o mês de Dezembro registra a temperatura mais elevada. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate Cfa - Úmido em todas as estações com verão quente.
Marechal Cândido Rondon-PR	Área territorial é de 745,748 km <sup>2</sup> , sua população, é de 55.836 habitantes. Apresenta um clima quente e temperado. Com volume considerável de precipitação ao longo do ano. Janeiro é mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Cfa - Úmido em todas as estações com verão quente.
Itaquiraí - MS	Área territorial é de 2.063,717 km <sup>2</sup> , sua população, é de 19.423 habitantes. O mês de Janeiro registra a maior quantidade de precipitação, com média de 203 mm, ele também é o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Cfa - Úmido em todas as estações com verão quente.

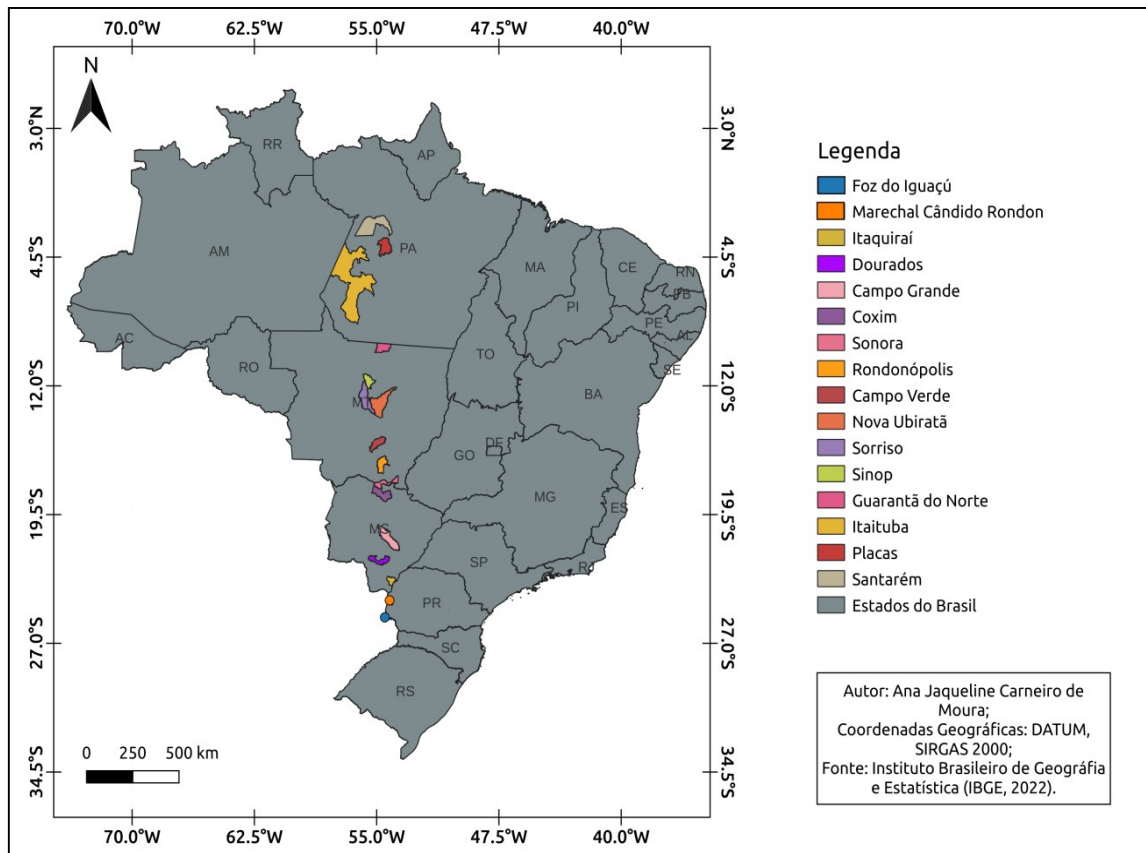
Dourados - MS	Área territorial é de 4.062,236 km <sup>2</sup> , sua população, é de 243.367 habitantes. O mês de Janeiro regista a maior quantidade de precipitação, com média de 200 mm, e Dezembro apresenta a temperatura média mais elevada. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é o Am - Clima tropical de monção.
Campo Grande - MS	Área territorial é de 8.082,978 km <sup>2</sup> , sua população, é de 898.100 habitantes. O mês com maior precipitação é Janeiro, com média de 259 mm, e Outubro regista as maiores temperaturas. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é o Am - Clima tropical de monção.
Coxim -MS	Área territorial é de 6.391,486 km <sup>2</sup> , sua população, é de 32.151 habitantes. Janeiro é o mês mais chuvoso com valor médio de 288 mm, e Outubro costuma ser o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Aw - Clima de Savana (clima tropical com estação seca).
Sonora -MS	Área territorial é de 4.185,528 km <sup>2</sup> , sua população, é de 14.516 habitantes. o mês de Janeiro é o mais chuvoso, exibindo um valor médio de 295 mm, e Setembro é o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é o Aw - Clima de Savana (clima tropical com estação seca).
Rondonópolis - MT	Área territorial é de 4.824,020 km <sup>2</sup> , sua população, é de 244.911 habitantes. Janeiro é o mês de maior precipitação, com média de 279 mm, e Setembro é o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Aw - Clima de Savana (clima tropical com estação seca).
Campo Verde - MT	Área territorial é de 4.770,631 km <sup>2</sup> , sua população, é de 44.585 habitantes. Janeiro é o mês com maior precipitação, com média de 283 mm, Setembro regista as maiores temperaturas do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Aw - Clima de Savana (clima tropical com estação seca).
Nova Ubiratã -MT	Área territorial é de 12.460,736 km <sup>2</sup> , sua população, é de 11.530 habitantes. Janeiro, com uma média de 281 mm, é o mês de maior precipitação, e Setembro é o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Aw - Clima de Savana (clima tropical com estação seca).

Sorriso - MT	Área territorial é de 9.293,629 km <sup>2</sup> , sua população, é de 110.635 habitantes. A maior precipitação é registrada em Janeiro, com uma média de 259 mm., e o mês mais quente do ano é Setembro. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Aw - Clima de Savana (clima tropical com estação seca).
Sinop - MT	Área territorial é de 3.990,870 km <sup>2</sup> , sua população, é de 196.312 habitantes. Janeiro é o mês mais chuvoso com um valor médio de 311 mm, e Setembro é o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Am - Clima tropical de monção.
Guarantã do Norte - MT	Área territorial é de 4.725,281 km <sup>2</sup> , sua população, é de 31.024 habitantes. Janeiro é o o mês com maior precipitação, com de média até 285 mm, e Setembro é o mês que regista maiores temperaturas. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Am - Clima tropical de monção.
Itaituba -PA	Área territorial é de 62.042,472 km <sup>2</sup> , sua população, é de 123.314 habitantes. Março, com média de 325 mm é o mês mais chuvoso, e o mês mais quente do ano é Setembro. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Am - Clima tropical de monção.
Placas - PA	Área territorial é de 7.173,194 km <sup>2</sup> , sua população, é de 18.668 habitantes. A maioria da precipitação cai em Março, com média de 299 mm, e Setembro tem as maiores temperaturas do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Af - Clima tropical chuvoso de floresta (equatorial).
Santarém -PA	Área territorial é de 3.990,870 km <sup>2</sup> , sua população, é de 196.312 habitantes. O mês de maior precipitação é Março, com média de 494 mm, e Outubro é o mês mais quente do ano. Segundo a classificação climática de KÖPPEN e GEIGER, apresenta clima predominate é Am - Clima tropical de monção.

**Fonte:** Elaborada pela autora

A localização geográfica de cada município é mostrada na Figura 1, com os eixos de latitude variando entre 55.2 °W a 55.99 °W, e eixos de longitude partindo de 26.6°S a 2.50°S.

**Figura 1.** Mapa de localização geográfica dos municípios.



**Fonte:** Elaborada pela autora

Neste trabalho foram utilizados dados de temperatura máxima, da rede de estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A etapa inicial ocorreu por meio da estatística descritiva que nos permite organizar, resumir e descrever o conjunto de dados, para isso foi utilizado a linguagem de programação Octave.

Para obter a amplitude foi calculada diferença entre temperatura média para o referido mês da onda e a temperatura máxima diária local, deste modo, o município que obter 5°C acima da média mensal terá o valor para identificação de onda de calor, a definição é dada pela expressão:

$$(1) \text{ Limite de OC} = T_{\text{maxlocal}} - T_{\text{med}}$$

Onde: OC é a onda de calor,  $T_{\text{maxlocal}}$  é a temperatura máxima local e  $T_{\text{med}}$  é temperatura média para o mês.

Para a elaboração dos gráficos de umidade relativa (%), foi utilizado o software excel 15.0 (office 2013).

**Tabela 2.** Classificação da onda de calor.

<b>ONDAS DE CALOR</b>	<b>MÊS</b>	<b>DIAS</b>
<b>1</b>	<b>Agosto</b>	<b>21 à 29</b>
<b>2</b>	<b>Setembro</b>	<b>18 à 28</b>
<b>3</b>	<b>Outubro</b>	<b>02 à 07</b>
<b>4</b>	<b>Outubro</b>	<b>17 à 23</b>
<b>5</b>	<b>Novembro</b>	<b>08 à 20</b>

**Fonte:** Elaborada pela autora

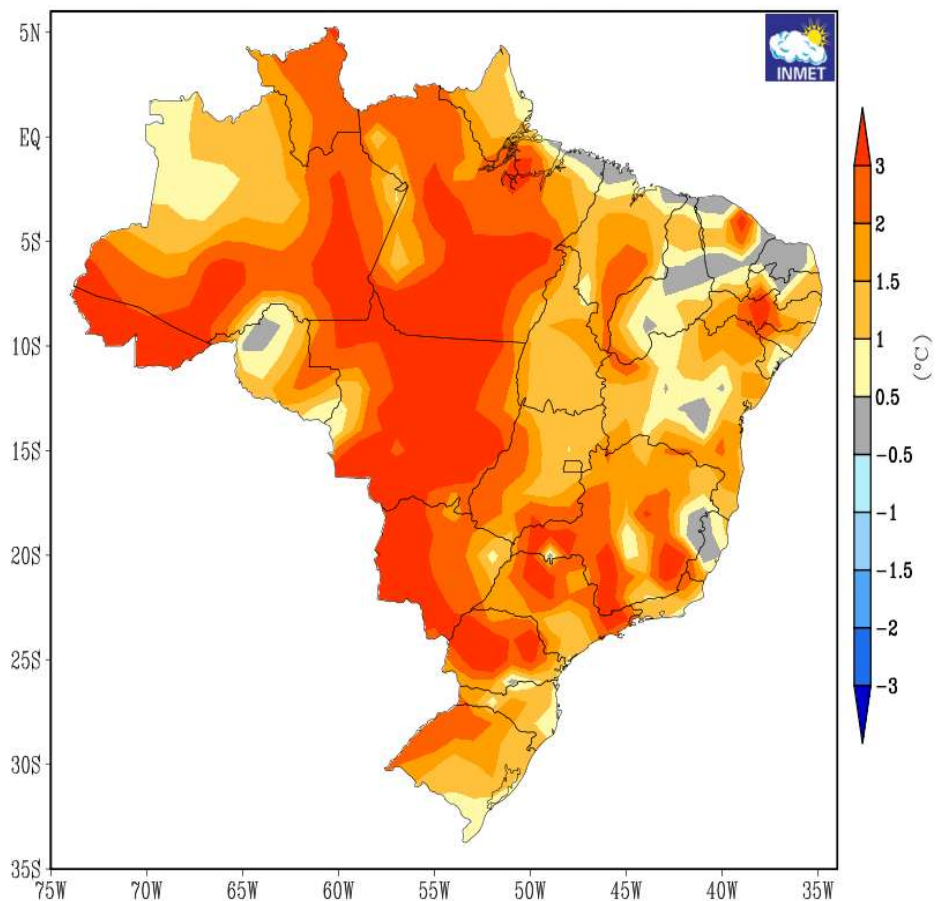
A tabela 2 classifica as ondas de calor de 1 a 5, seguido do período em mês e dias . A partir desta tabela é visto que a onda 5 foi a de maior duração, com 12 dias de análise, seguindo pela onda 2 com 10 dias. A onda 3 foi de menor duração, com 6 dias de extremos de calor.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ONDA 1

A OC 1 se formou devido uma grande massa de ar quente e seco que se expandiu verticalmente na atmosfera, por consequência da atuação de uma forte a intensa corrente de jato em baixos níveis da atmosfera que transportou ar bastante quente do Norte do Brasil e áreas mais ao Norte do Centro-Oeste em direção ao sudeste e Sul. O persistente sistema de alta pressão sobre o Atlântico Sul nas costas do sul e sudeste do Brasil, ao se intensificar estabeleceu um bloqueio atmosférico, impedindo a chegada de frentes frias por pelo menos 4 dias, ajudando a intensificar a temperatura nas dadas regiões.

**Figura 2.** Anomalias de temperaturas médias para agosto de 2023, climatologia de referência:1981-2010.

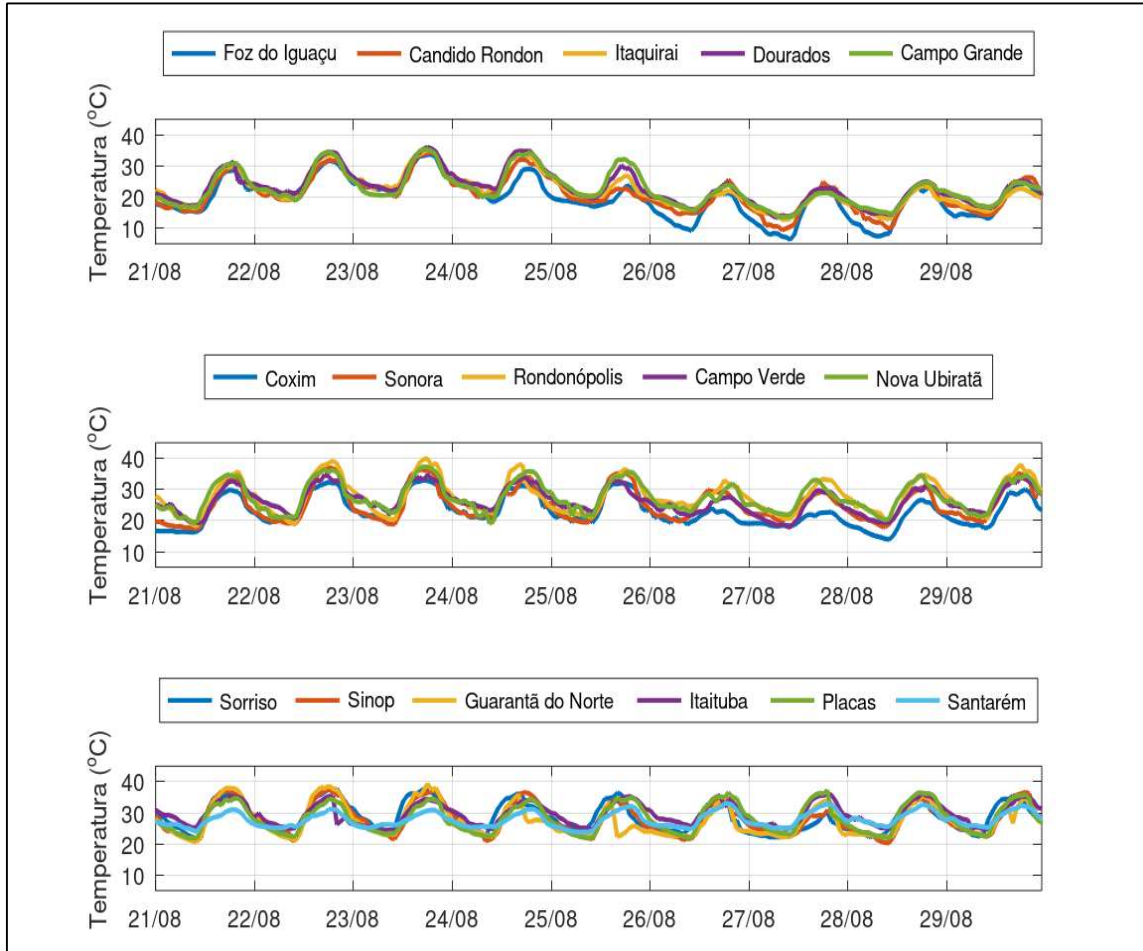


Fonte: INMET

A figura 2 demonstra anomalias de temperaturas médias no mês de agosto, tais valores climatológicos são referências para comparação e permitem dizer, quantos graus a

temperatura está acima ou abaixo do normal. A partir dela é possível notar que a temperatura ficou 3°C mais elevada em 2 estados do centro-oeste, e na parte do sul do Pará.

**Gráfico 1.** Onda de calor do dia 21 a 29 de agosto de 2023.



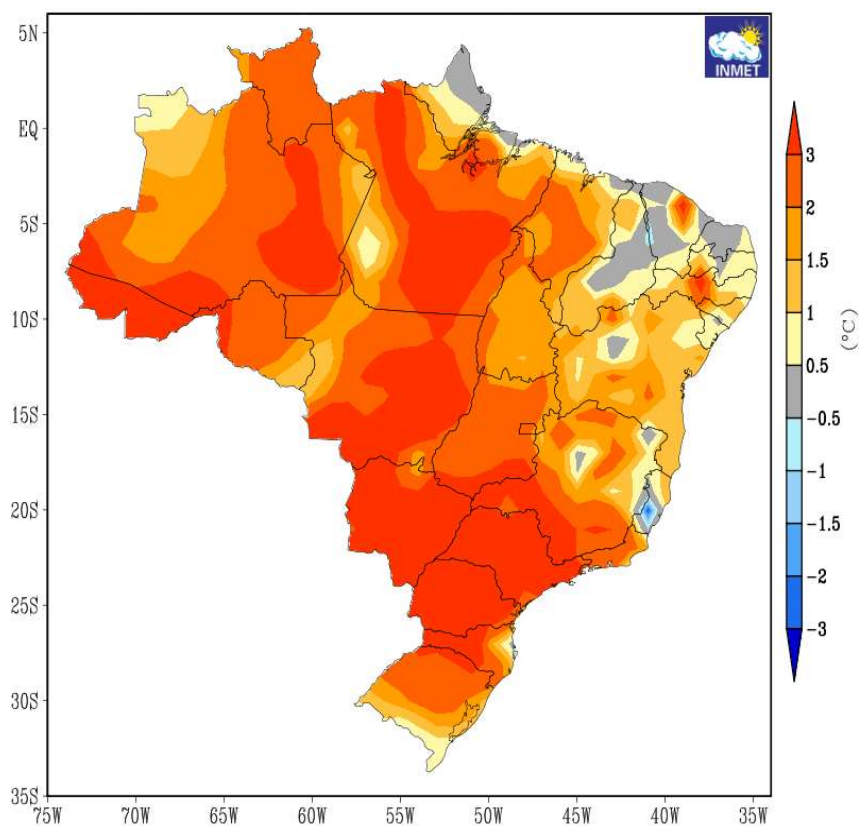
**Fonte:** Autora

O gráfico 1 denota o comportamento da onda de calor. Observa-se que as temperaturas permanecem elevadas a partir do dia 22 até dia 24, as cidades localizadas ao sul, a contar do dia 25 tem uma queda na temperatura, isso devido a entrada de uma frente fria naquela região. Cidades localizadas no centro-oeste tiveram temperaturas próximas a 39°C. Rondonópolis atingiu máxima de 40°C por dois dias consecutivos (22 e 23), Guarantã do Norte que manteve temperatura próxima de 39,8°C por 3 dias seguidos a contar do dia 21. As cidades localizadas ao norte, Itaituba, Placas, Santarém mantiveram temperaturas entre 29°C e 32°C nos 6 primeiros dias da onda de calor, porém do dia 27 a 29 Itaituba e Placas tiveram temperaturas elevadas próximas a 37°C, Santarém teve máxima de 34,1°C no dia 26.

## 4.2 ONDA 2

A onda de setembro foi a segunda mais duradoura, por cerca de 10 dias as temperaturas permaneceram acima da média. A principal responsável pela onda de calor extremo foi uma bolha de ar quente denominada como domo ou cúpula de calor ou também bloqueio atmosférico, que atuou entre o Paraguai e o Centro-Oeste brasileiro. A configuração desse bloqueio atmosférico relacionado ao padrão de subsidência contribuiu para a persistência da onda de calor.

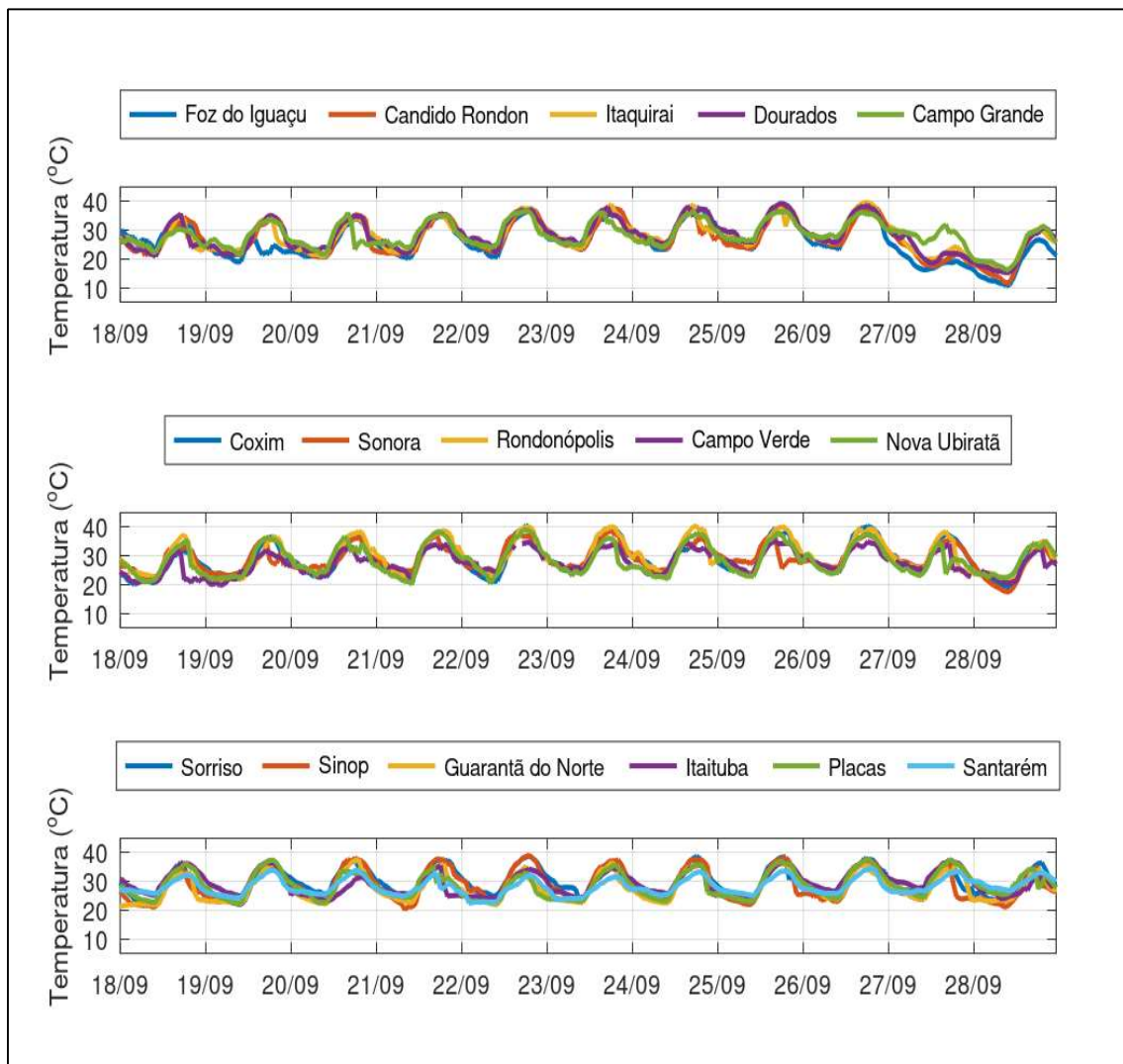
**Figura 3.** Anomalias de temperaturas médias para setembro de 2023, climatologia de referência:1981-2010.



**Fonte:** INMET

A figura 3 evidencia as anomalias de temperaturas para setembro. Nota-se que o centro-oeste, sudeste, e sul do Brasil foram os mais impactados pelo calor, tendo anomalias de 3°C, o norte do Brasil teve anomalias de 2°C nos estados do Pará, Roraima, Amazonas, sendo que em alguns pontos do estado do Pará e Amazonas essa anomalia chegou a 3°C. Juntamente com todo estado do Acre.

**Gráfico 2.** Onda de calor do dia 18 a 28 de setembro de 2023.



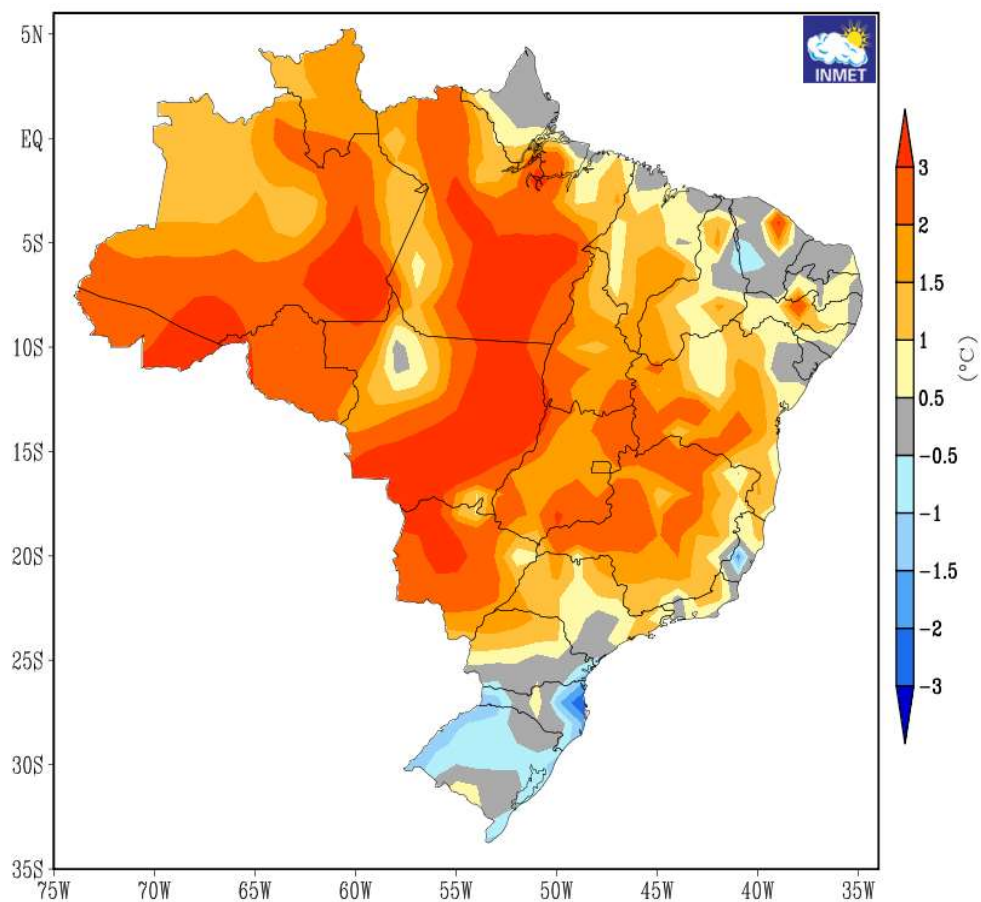
**Fonte:** Autora

Apartir do gráfico 2, nota-se que o pico da onda de calor se deu no dia 25. A temperatura permaneceu elevada acima de 35°C na maioria dos municípios do dia 20 ao dia 26. Itaquiraí e Dourados atingiram 39,7°C e 39,9°C respectivamente. Coxim teve máxima de 40,8°C e Rondonópolis registrou a máxima 42,8 °C. Os municípios de Placas e Itaituba do dia 25 ao dia 27 tiveram suas temperaturas acima de 37°C, sendo que a maior temperatura registrada na cidade de Placas foi de 38,9°C, nesta referida onda. O município de Santarém teve máximas de 35°C no dia 26. Foz do Iguaçu, Cândido Rondon, Dourados e Campo Grande, no oitavo dia da onda 2 tiveram uma queda brusca na temperatura chegando a 11°C, devido a uma entrada de frente fria ao sul do país, tal fator desintensificou a OC, fazendo com que as demais regiões também tivessem temperaturas mais amenas.

### 4.3 ONDA 3

A onda 3 foi a menor onda de calor registrada, com 5 dias de temperaturas acima da média. As altas temperaturas foram influenciadas pelo bloqueio atmosférico que gerou a onda 2, o sistema de alta pressão voltou a se intensificar devido a atuação do El Niño, que dificultou a formação de corredores de umidade favorecendo o mantimento do ar mais quente sobre o Brasil.

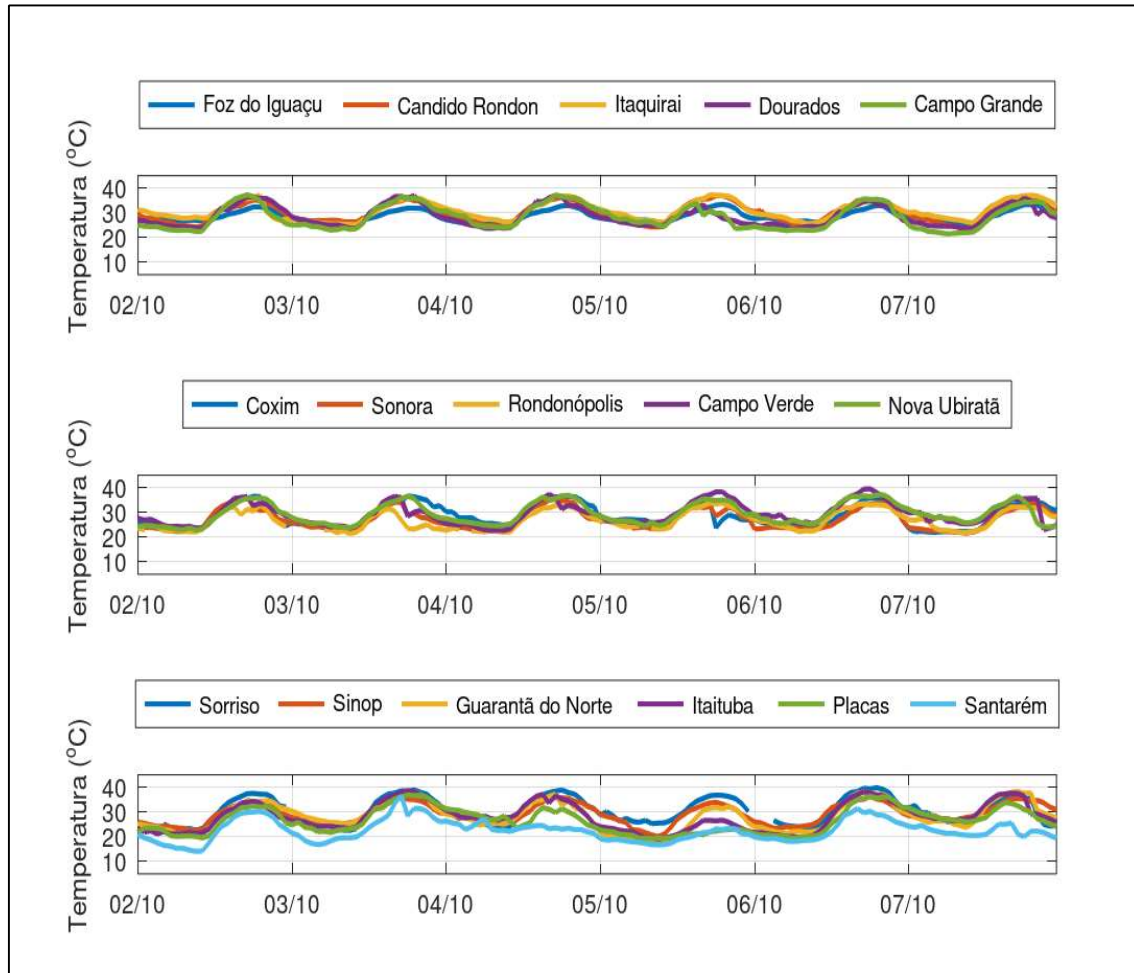
**Figura 4.** Anomalias de temperaturas médias para outubro de 2023, climatologia de referência: 1981-2010.



**Fonte:** INMET

Na figura 4 é observada as anomalias de temperaturas médias para outubro, nota-se que na maioria das regiões a temperatura esteve 1,5°C acima da média. O centro-sul do Pará e boa parte do estado do Mato grosso apresentaram anomalias de 3°C. O sul do Amazonas e todo estado do Acre tiveram anomalias variando de 2°C a 3°C.

**Gráfico 3.** Onda de calor do dia 02 a 07 de outubro de 2023.



**Fonte:** Autora

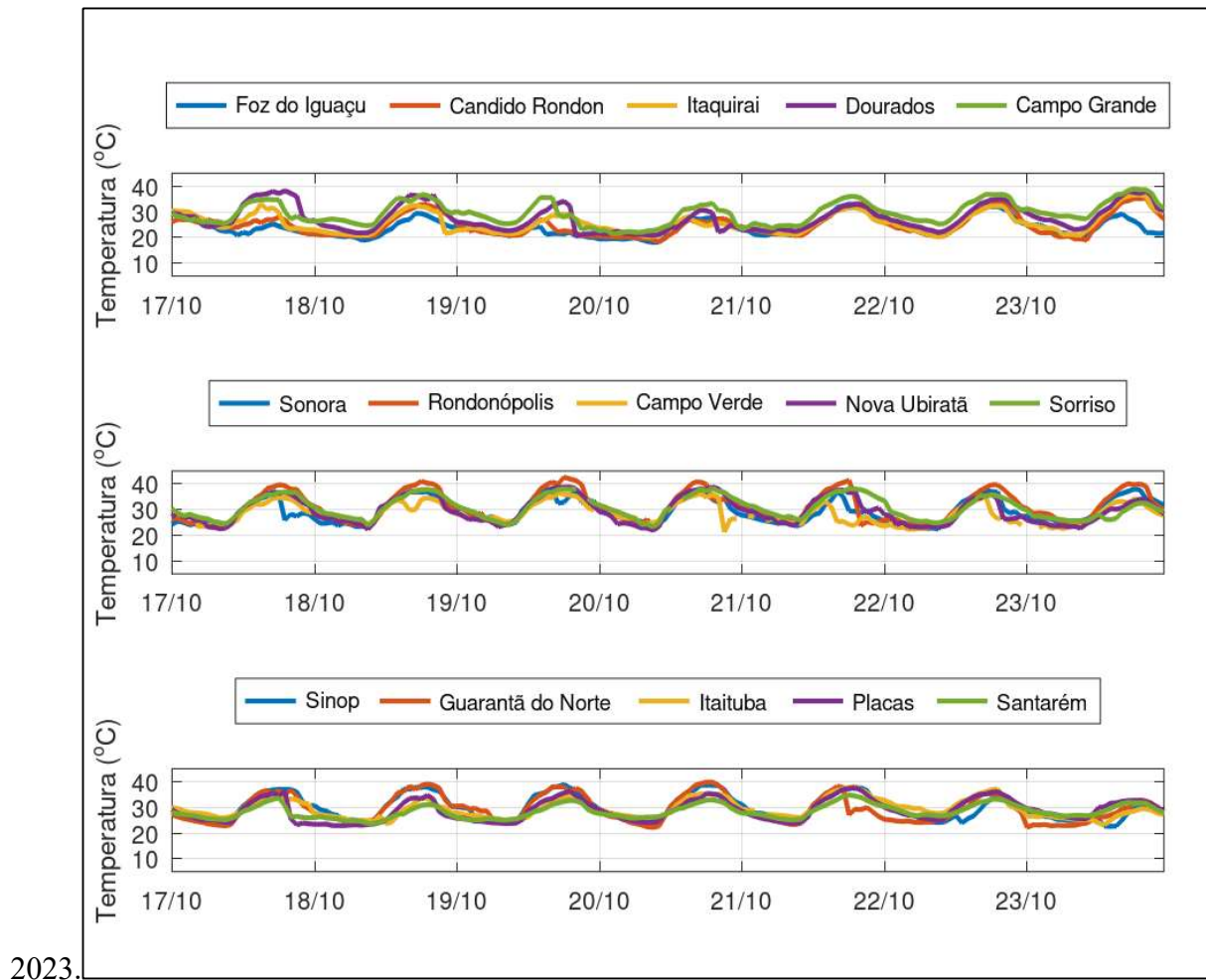
As temperaturas nos primeiros 3 dias, em Campo Grande, Dourados, Itaquiraí, Coxim, Sonora, Nova Ubiratã e Campo Verde permaneceram próximas a 38°C, Rondonópolis que sentiu os efeitos das ondas de calor 1 e 2, manteve sua temperatura variando entre 22°C e 33°C. Sorriso teve a maior temperatura registrada nessa onda, 40,7°C no dia 04. Dia 03 Itaituba teve máxima de 38,9°C, Placas teve temperatura próximas a 37,8°C e na mesma data, Santarém apresentou máxima de 36°C, entretanto a temperatura na cidade variou bastante nesse período, como mostra o gráfico 3.

#### 4.4 ONDA4

A onda 4 se formou por conta o do sistema de alta pressão que voltou a atuar fortemente sobre Brasil no dia 17 de outubro, a medida que o sistema se instala, o ar abaixo aquece a

atmosfera dissipando a cobertura de nuvens. A onda 4 não possui dados para cidade de Coxim, desse modo 15 municípios serão analisados.

**Gráfico 4.** Onda de calor do dia 17 à 23 de outubro de



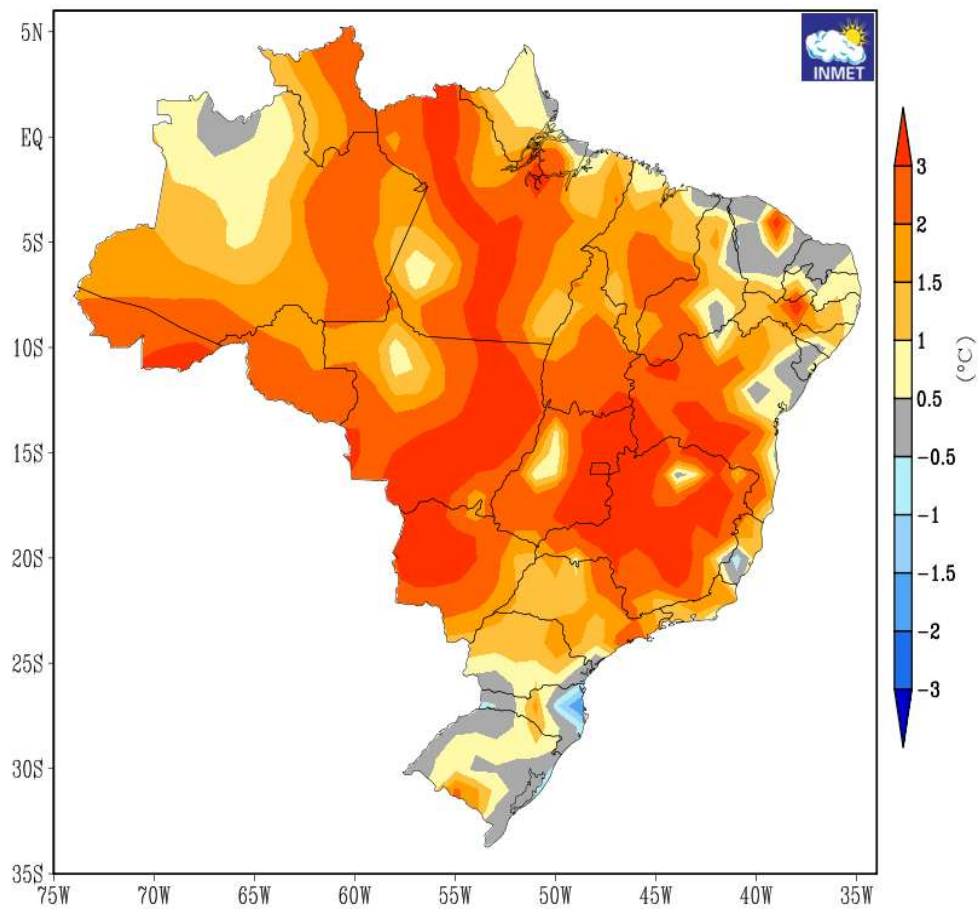
**Fonte:** Autora

O gráfico 4 mostra que as temperaturas nas cidades mais ao sul variaram bastante. Nos 2 primeiros dias em Dourados e Campo grande a temperatura esteve entre 37,4°C e 38,6°C. As maiores temperaturas foram registradas nas cidades do Centro-Oeste do Brasil, a cidade de Rondonópolis apresentou temperaturas acima de 40°C por mais de 3 dias, com máxima de aproximadamente 42 °C no dia 19. Sorriso e Nova Ubiratã tiveram temperaturas próximas a 39°C por 3 dias consecutivos. Sinop e Guarantã do Norte também tiveram máximas perto de 40°C do dia 17 a 19, logo após, no dia 20 Guarantã do norte atingiu essa máxima. Placas , Itaituba e Santarém tiveram máximas variando entre 30°C e 34°C.

#### 4.5 ONDA5

A onda 5 foi formada a partir de uma massa de ar quente vinda da Argentina, Bolívia e Paraguai. A atuação incomum de um anticiclone, foi responsável pela persistência de vários dias seguidos sem nuvens e com temperaturas acima do normal. Esta onda não possui dados para Nova Ubiratã, deste modo serão analisados 15 municípios.

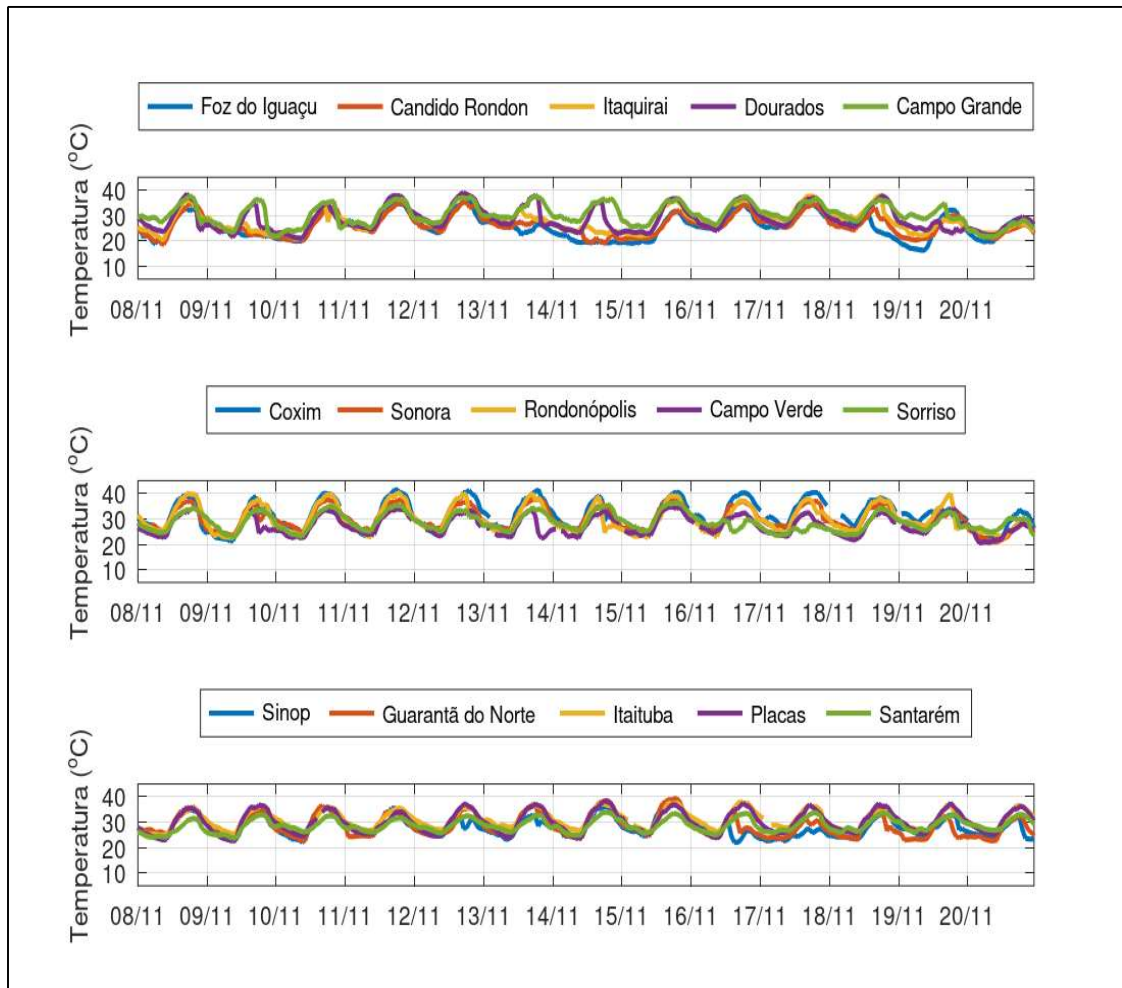
**Figura 5.** Anomalias de temperaturas médias para Novembro de 2023, climatologia de referência:1981-2010.



**Fonte:** INMET

As anomalias de temperatura média para novembro (Figura 5), mostram que uma ampla área do país obteve anomalias de temperatura variando de 1,5°C a 3°C . Formou-se um corredor de calor entre o norte do Pará ate sul do Mato Grosso do Sul. Sendo Centro-Oeste e Sudeste as regiões mas afetadas pelas altas temperaturas.

**Gráfico 5.** Onda de calor do dia 08 à 20 de Novembro de 2023.



**Fonte:** Autora

Apartir da figura 5 observa-se que as temperaturas das cidades ao sul e sul do centro oeste oscilaram bastante durante a onda. Coxim teve máximas de 40°C praticamente durante 10 dias, sendo no dia 14, chegou ao extremo de 42,6°C. Rondonópolis obteve temperatura variando entre 39,4°C a 40°C por cerca de 11 dias. Guarantã do Norte teve máxima de 39,3 °C no dia 15, porem durante toda a onda a temperatura desta cidade esteve próxima a 35°C. As cidades de Itaituba e Placas dos dias 14 ao 20, tiveram máximas chegando a 38°C. Já Santarém durante toda onda a máximas chegaram a 35°C.

**Tabela 3.** Temperatura máxima e temperatura mínima registrada em cada município.

MUNICÍPIO-ESTADO	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA(°C)	ONDA DE CALOR	TEMPERATURA MÍNIMA(°C)	ONDA DE CALOR
Foz do Iguaçu - PR	22,4°	37,9°	2	10,6°	2
Marechal Cândido Rondon - PR	23,4°	39,2°	2	9,3°	1
Itaquiraí - MS	24°	39,9°	2	9,3°	1
Dourados - MS	23,4°	39,7°	2	13,4°	1
Campo Grande - MS	29,8°	39,4°	4	13,3°	1
Coxim -MS	25°	42,6°	5	13,8°	1
Sonora -MS	22°	39,3°	2	17,1°	1
Rondonópolis - MT	23,1°	42,8°	4	17,8°	1
Campo Verde - MT	22,7°	39,2°	4	19,8°	1
Nova Ubiratã -MT	24°	39,9°	4	18,7°	1
Sorriso - MT	25°	40,2°	3	21,7°	1
Sinop - MT	25,4°	39,7°	4	19,3°	3
Guarantã do Norte - MT	24,8°	40,7°	4	17,8°	3
Itaituba -PA	26,6°	38,9°	3	19°	3
Placas - PA	25,5°	38,9°	2	19,1°	3
Santarém -PA	27,2°	36,7°	3	17,9°	3

**Fonte:**Elaborada pela autora

A tabela 3 mostra os municípios com suas respectivas temperaturas médias anuais, seguido do valor máximo e mínimo de temperatura, e em qual onda de calor foi registrado. Nota-se que a maior temperatura encontrada foi em Rondonópolis de 42,8°C na onda 2, seguido de Coxim com máxima de 42,6°C na onda 5. Itaituba e Placas apresentaram máximas igual a 38,9°C, na onda 3 e na onda 2 respectivamente. A temperatura máxima de menor valor foi encontrada em Santarém 36,7°C. As cidades localizadas no Centro-Oeste tiveram as maiores temperaturas variando entre 39,3°C e 42,8°C. A onda 2 foi onde teve as mais elevadas temperaturas. As mínimas foram registradas em sua maioria na onda 1. Nas cidades mais ao norte do Brasil, as temperaturas amenas foram encontradas na onda 3.

#### 4.6 AMPLITUDE DAS ONDAS DE CALOR

Foram escolhidos 1 município do Sul (alternados entre Foz do Iguaçu e Cândido Rondon), 4 do Centro-Oeste (alternados entre os 11 deste estudo) e os 3 municípios do Norte, para compreender de fato se a ondas calor os atingiram, a partir da análise da amplitude das ondas de calor. A média mensal para cada mês e cidade é mostrada na tabela abaixo.

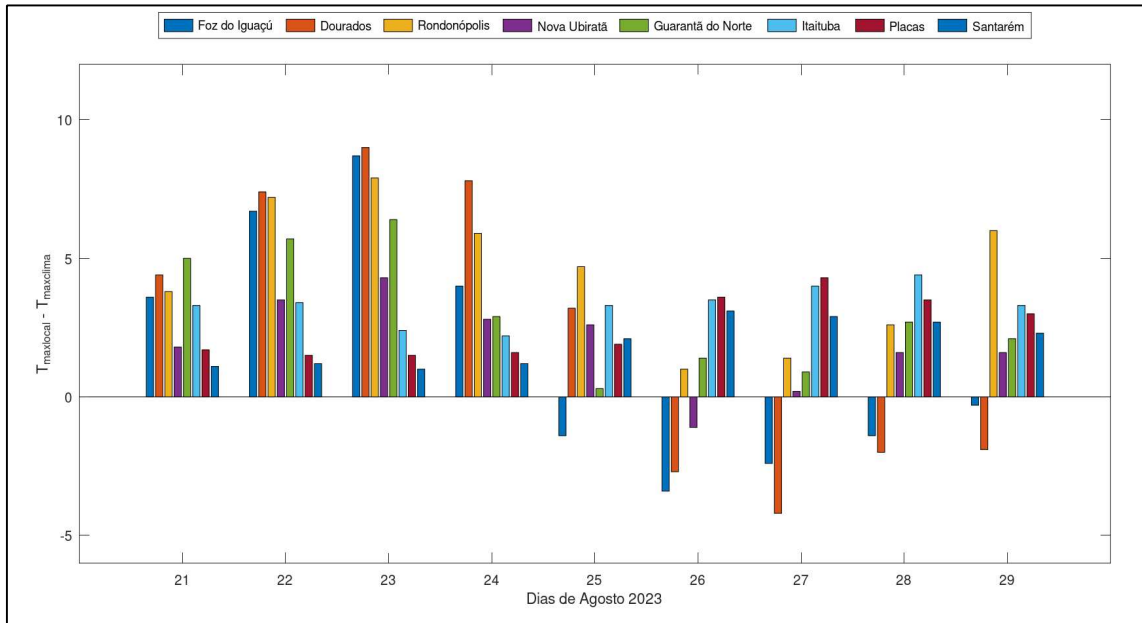
**Tabela 4.** Temperatura média máxima mensal de agosto a novembro para cada município.

MUNICÍPIO - ESTADO	TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA(°C) PARA AGOSTO	TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA(°C) PARA SETEMBRO	TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA(°C) PARA OUTUBRO	TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA(°C) PARA NOVEMBRO
Foz do Iguaçu - PR	25°	26°	28°	30°
Marechal Cândido Rondon - PR	25°	26°	28°	30°
Itaquirai - MS	26°	27°	29°	30°
Dourados - MS	27°	29°	30°	31°
Campo Grande - MS	29°	30°	31°	30°
Coxim -MS	32°	32°	33°	32°
Sonora -MS	31°	31°	31°	30°
Rondonópolis - MT	32°	33°	33°	31°
Campo Verde - MT	31°	31°	30°	29°
Nova Ubiratã - MT	33°	33°	31°	30°
Sorriso - MT	33°	33°	32°	30°
Sinop - MT	33°	33°	31°	30°
Guarantã do Norte - MT	33°	33°	31°	30°
Itaituba -PA	32°	33°	33°	32°
Placas - PA	33°	33°	33°	32°
Santarém -PA	30°	31°	32°	31°

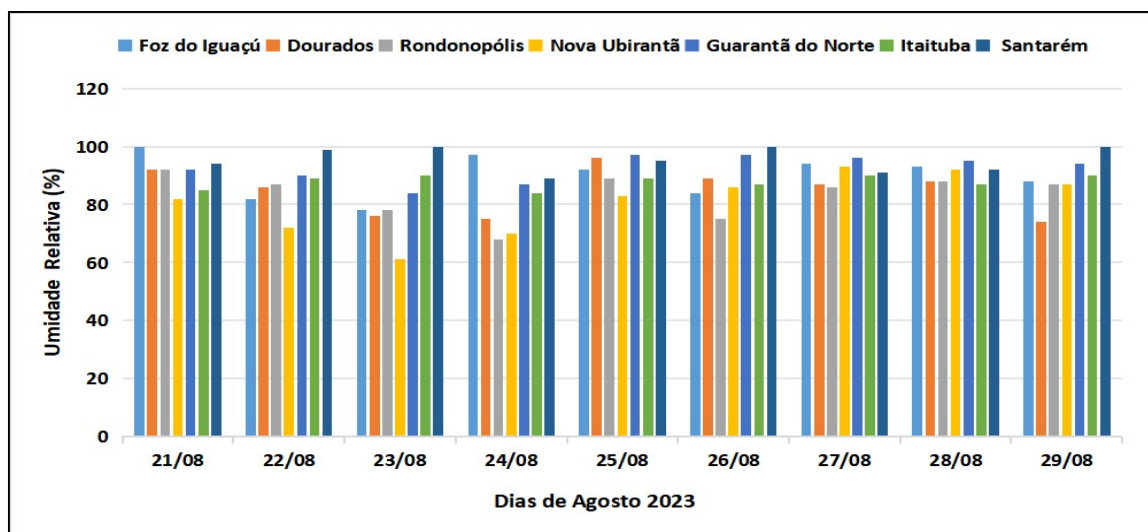
**Fonte:** Elaborada pela autora

**Gráfico 6.** Amplitude da onda 1 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima(%), (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.

a)



b)



Fonte: Autora

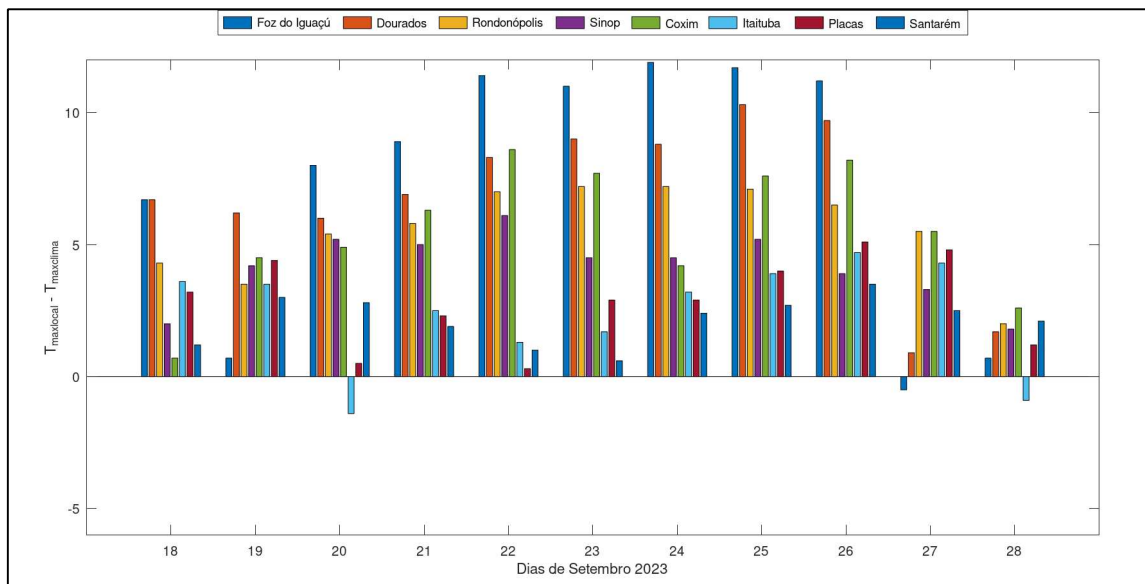
O gráfico de barras(a) que mostra amplitude para as cidades selecionadas ao longo da onda 1. As cidades representadas são Foz do Iguaçu, Dourados, Rondonópolis, Nova Ubiratã, Guarantã do Norte, Itaituba, Placas e Santarém. No gráfico, é possível notar que Guarantã do Norte, Dourados e Rondonópolis, foram afetadas de fato pela onda 1, sendo que as duas últimas obtiveram até 9°C acima da média para agosto. É observado também que do dia 26 a 28 Itaituba, Placas e Santarém tiveram temperatura variando de 4°C a 5°C em relação da

média do referido mês. É visto que Foz do Iguaçu, Dourados e Nova Ubiratã tem negativos de temperatura do dia 24 a 29 de agosto.

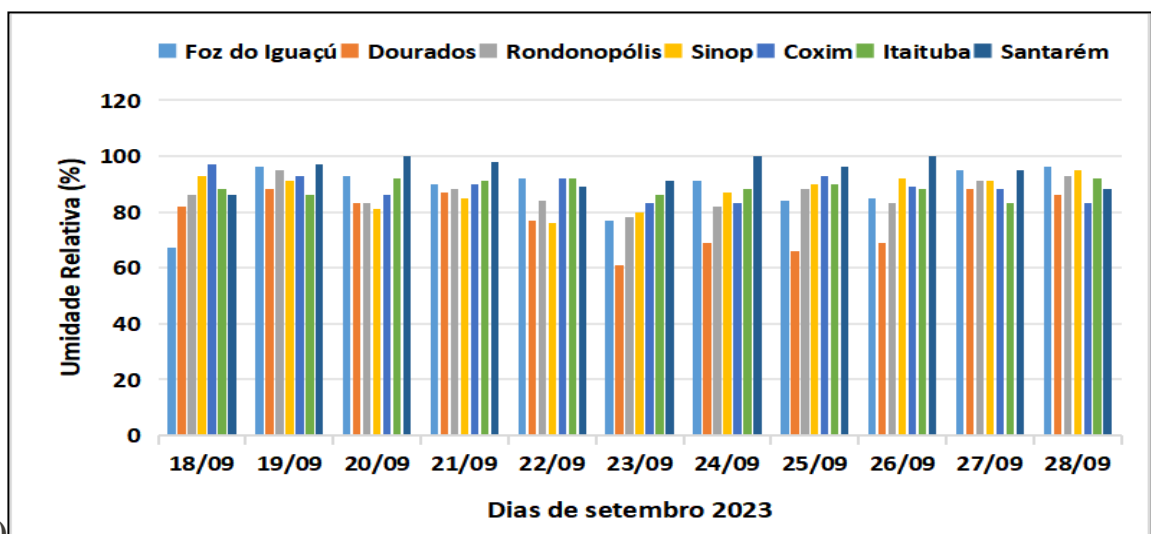
Foz do Iguaçu, Dourados, Itaituba, Placas e Santarém possui uma atmosfera úmida, ao analisar o gráfico (b), nota-se alta porcentagem de umidade relativa(%), sendo que o município de Santarém atingiu 100% em 3 dias. Guarantã do Norte teve umidade relativa(%) acima de 80% durante os 3 dias em que teve onda de calor, Dourados acima de 70%, e Rondonópolis acima de 60%.

**Gráfico 7.** Amplitude da onda 2 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima (%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.

a)



b)



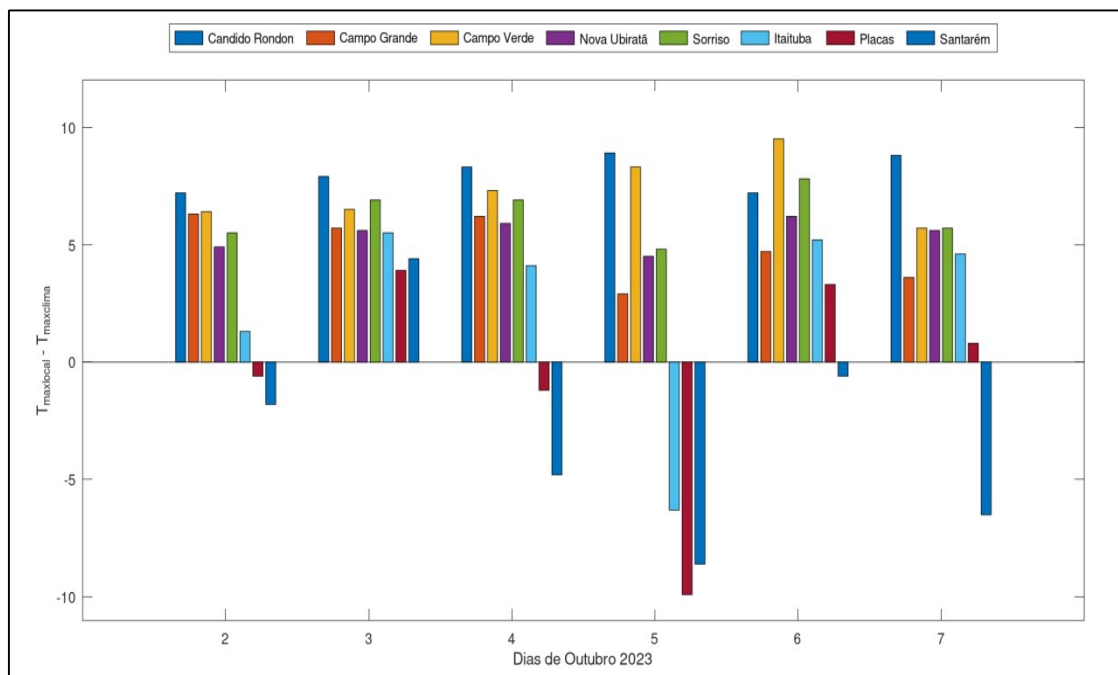
Fonte: Autora

Na onda 2 foram analisadas as amplitudes de Foz do Iguaçu, Dourados, Rondonópolis, Sinop, Coxim, Itaituba, Placas e Santarém. Percebe-se que Foz do Iguaçu, Dourados, Rondonópolis, Sinop e Coxim foram atingidas pela onda de calor, posto isto, nota-se que Foz sentiu bastante os efeitos desta onda, chegando a 12°C acima da média para setembro. Seguido de Dourados que também teve graus elevados de temperatura, alcançando 10°C a mais em relação a media mensal no dia 25. Em Rondonópolis, Coxim e Sinop, a amplitude variou entre 5°C a 8°C. Itaituba e Placas nos dias 25 e 26 obtiveram 4°C e 5°C de amplitude respectivamente, entretanto juntamente com Santarém não tiveram amplitude acima de 5°C por pelo menos 3 dias, não configurando onda de calor.

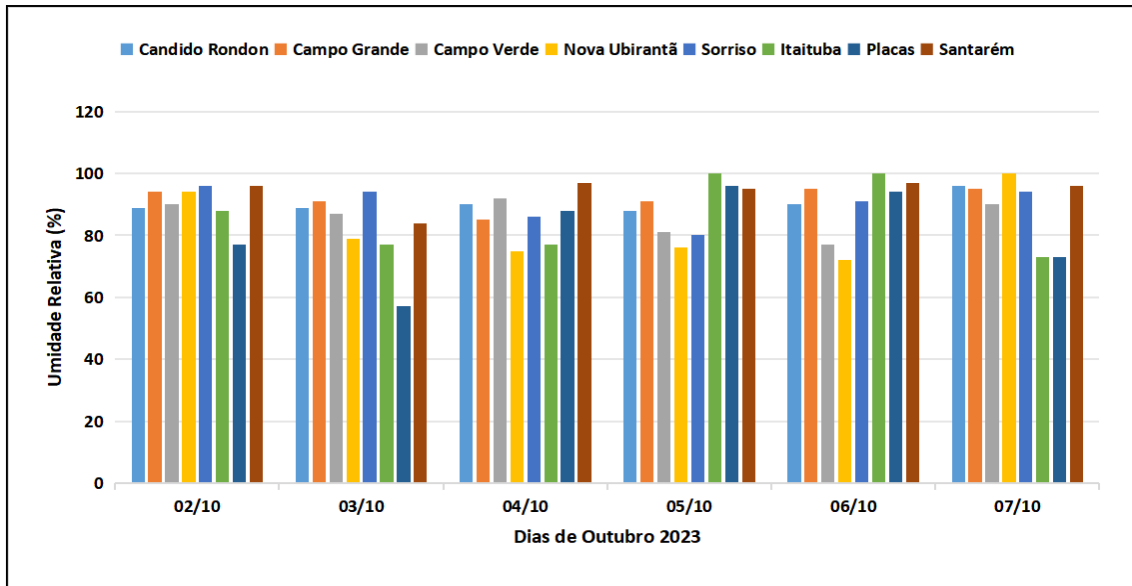
O gráfico (b), mostra que todos os municípios a umidade relativa(%) esteve acima de 60%, Santarém novamente apresentou 100% de umidade relativa em 3 dias. Placas não dispunha dados de umidade relativa para o referido mês da onda.

**Gráfico 8.** Amplitude da onda 3 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima (%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.

a)



b)



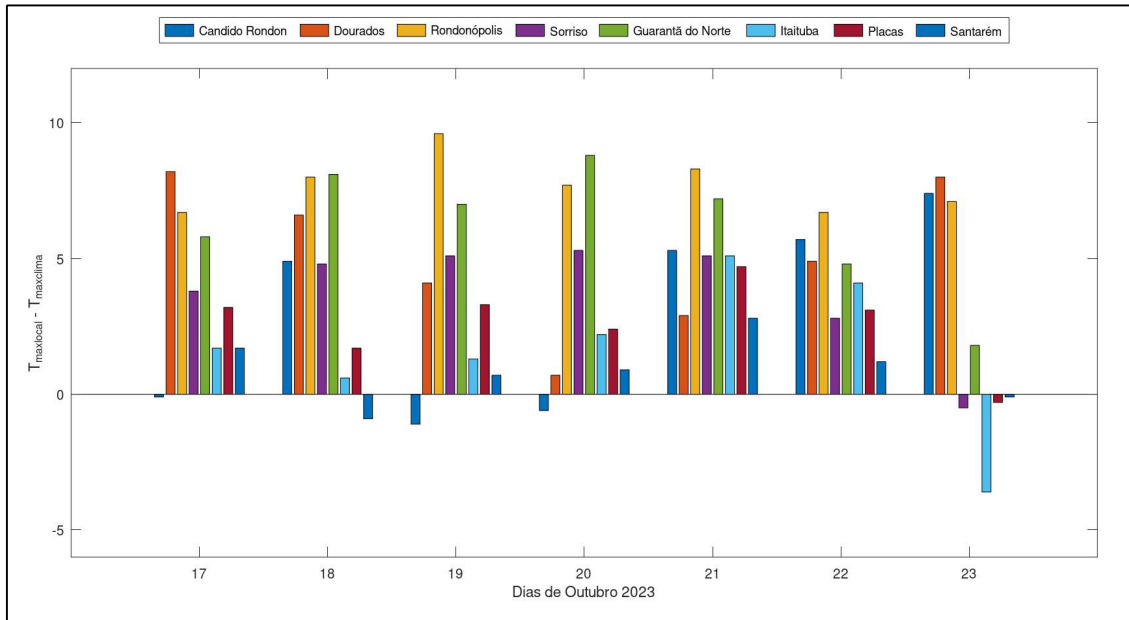
**Fonte : Autora**

Cândido Rondon, Campo Grande, Campo Verde, Nova Ubiratã, Sorriso, Itaituba, Placas e Santarém foram escolhidas para análise da amplitude na onda 3. Cândido Rondon, Campo Verde e Sorriso sentiram o efeito de toda onda, sendo que no dia 6 em Campo Verde a amplitude foi de aproximadamente 9°C. Campo Grande também foi impactada pelas altas temperaturas durante os primeiros dias da onda, já Nova Ubiratã, em 5 dos 6 dias de onda teve temperaturas acima da média para o mês de outubro. Itaituba, Placas e Santarém não tiveram amplitude de 5°C, e no dia 5 tais cidades tiveram amplitude abaixo de -5°C, o fator determinante para esses valores negativos não foram identificados neste estudo.

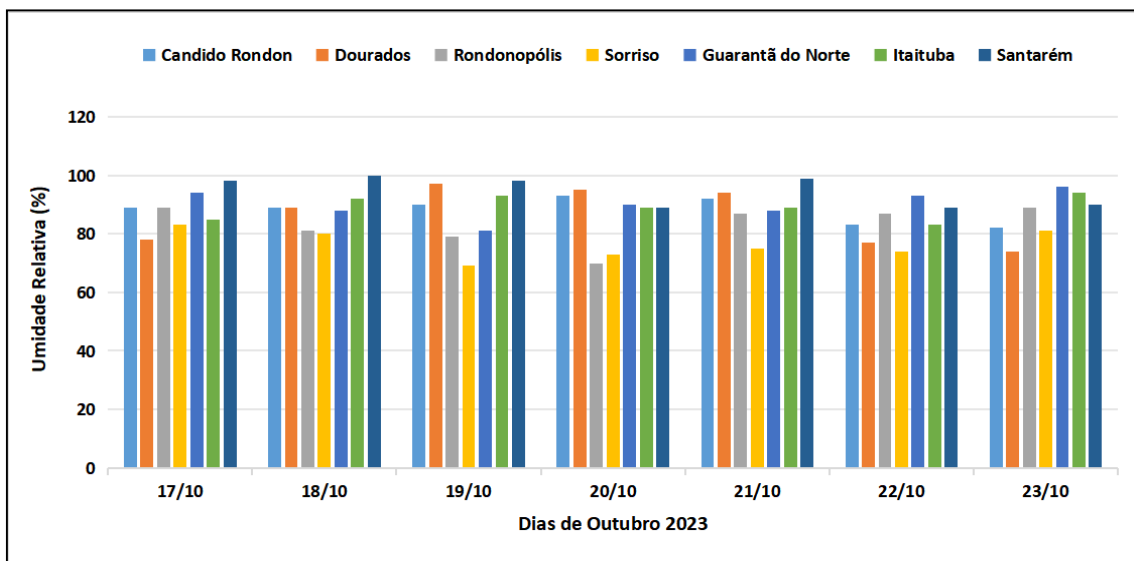
O gráfico (b), mostra que em todas as cidades a umidade relativa(%) estava acima de 60%. Santarém novamente apresentou 100% em 3 dias.

**Gráfico 9.** Amplitude da onda 4 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima(%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados

a)



b)



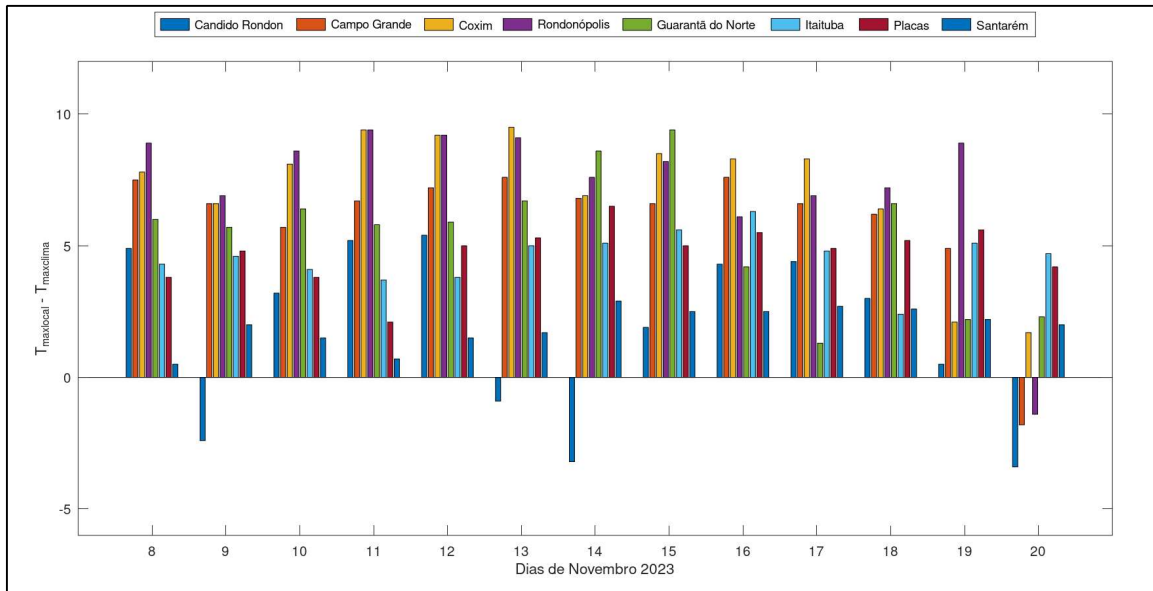
**Fonte:** Autora

Na onda 4 analisou-se as cidades de Cândido Rondon, Dourados, Rondonópolis, Sorriso, Guarantã do Norte, Itaituba, Placas e Santarém. Rondonópolis durante toda a onda teve amplitude acima de 5°C e no dia 19 obteve máxima de 10°C. Guarantã do Norte nos 5 primeiros dias teve amplitudes acima de 5°C com máxima de 8°C no dia 20. Sorriso do dia 19 a 21, também sentiu as altas temperaturas. Cândido Rondon, Itaituba, Placas e Santarém não foram atingidas por esta onda.

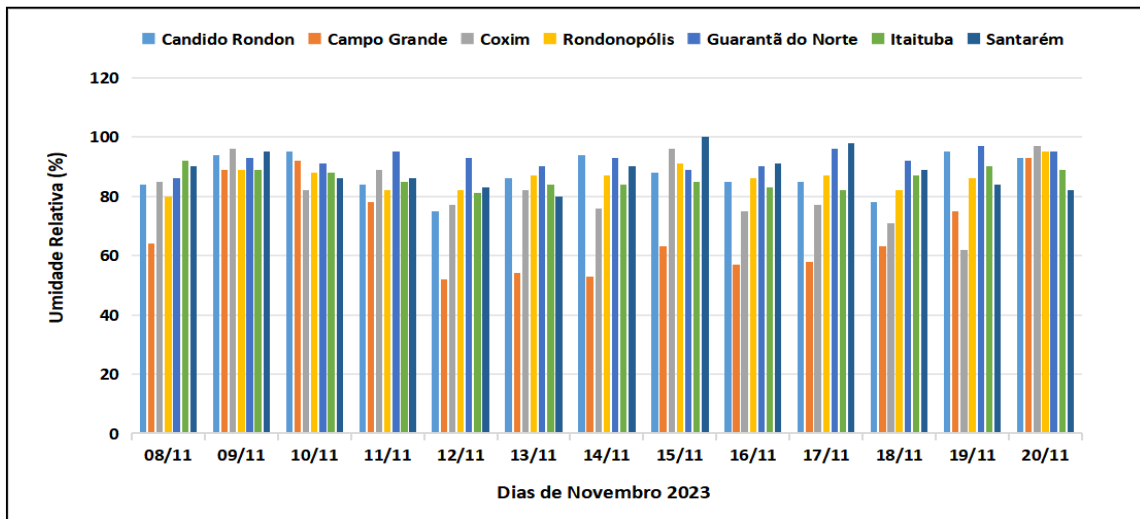
A UR(%) em todas as cidades esteve acima de 70. Sorriso foi a cidade com UR(%) mais baixa. Placas não possui dados de UR(%) para esse período.

**Gráfico 10.** Amplitude da onda 4 (a), e comportamento Umidade Relativa Máxima (%) (b) registrada nos respectivos municípios selecionados.

a)



b)



**Fonte:** Autora

Foram analisadas as amplitudes para as cidades de Cândido Rondon, Campo Grande, Coxim, Rondonópolis, Guarantã do Norte, Itaituba, Placas e Santarém. No gráfico 10, é possível notar que Campo Grande foi afetada por 11 dias. Coxim sentiu as altas temperaturas por 9 dias com amplitude variando de 6°C a 9°C. Rondonópolis por 11 dias teve amplitude variando entre 6°C e 10°C. Guarantã do Norte por 8 dias teve temperaturas

acima da média, sendo que no último dia teve amplitude de 10°C. Itaituba do dia 13 ao dia 17 sentiu os efeitos da OC, com amplitude de 7°C. Placas de 12 a 19 teve amplitude variando de 6°C a 8°C. Santarém e Cândido Rondon não foram afligidas por esta onda, conforme mostra o gráfico (a).

O gráfico (b) aponta que a UR (%) de Campo Grande variou entre 50% e 80%, já as demais cidades tiveram UR(%) acima de 70%.

Bitencourt et al. (2020), mostra em de seus estudos aumento das OCs em todas as regiões do Brasil. Destacando a importância de compreender o alcance das ondas de calor em diferentes regiões. Os resultados encontrados para Itaituba e Placas na onda 5 compara se com os resultados descritos Gomes et al. (2015) que apresenta o maior aumento na temperatura máxima do ar na região oeste do Pará, sugerindo relação entre o aumento da temperatura do ar e as OC.

Tais resultados destacam a importância de monitorar e estudar de perto os eventos climáticos extremos, como as ondas de calor, para entender melhor seus padrões e impactos específicos em diferentes localidades. Isso é crucial para informar medidas de adaptação e mitigação, visando proteger as comunidades vulneráveis e promover a resiliência frente às mudanças climáticas (Haylock et al., 2006) .

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve por finalidade analisar qual município mais afetado pelas fortes ondas de calor ocorridas entre agosto e novembro e se tais chegaram a 3 municípios do estado do Pará. Para isso foram usados dados de temperatura máxima.

Considerando o critério que, a onda de calor ocorria a partir de 3 dias em que a temperatura devia estar 5°C acima da média para o mês. Conclui-se que a cidade que mais sofreu com as altas temperaturas foi Rondonópolis, enfrentando temperaturas acima de 40°C em 3 das 5 ondas analisadas. Destaca-se também Foz do Iguaçu que durante a onda 2, teve temperatura 12°C acima da média para o referido mês de setembro.

Nas cidades localizadas ao Norte, Placas, Itaituba e Santarém observou-se que das 5 ondas analisadas, apenas durante a onda 5 duas dessas cidades foram impactadas. Placas durante 8 dias com até 8°C acima da média. Itaituba foi afetada por aproximadamente 4 dias com até 7°C acima da média. Supõe-se que a grande quantidade de desmatamentos e queimadas nestes municípios tenha favorecido a ocorrência desta onda de calor.

Santarém não foi impactada pelas ondas de calor analisadas neste estudo. Pressupõe que os rios que cercam esta cidade ajudam a regular sua temperatura, e conseqüentemente a impede de ser afetada por ondas de calor. Santarém manteve sua temperatura considerada normal para período de ocorrência de cada onda, exceto em um dia na onda 3 (dia 03/10) que teve máxima de 36,7°C, porém essa temperatura é associada a grande quantidade de queimadas na região neste período.

Portanto, constatou-se que as ondas de calor são mais intensas na região Centro-Oeste. Associadas a forte intensidade do El Niño juntamente com as altas temperaturas causadas pelo aquecimento global, além dos diferentes mecanismos físicos que levam à formação das ondas de calor em cada região.

## REFERÊNCIAS

FISCHER, E. M., & KNUTTI, R. (2015). Contribuição antrópica para a ocorrência global de extremos de precipitação intensa e altas temperaturas. *Mudanças climáticas naturais*, 5(6), 560-564.

WMO - World Meteorological Organization. Guidelines on the Definition and Characterization of Extreme Weather and Climate Events - TT-DEWCE, 27p. 2023.

SKANSI, 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. 2013. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. *Global and Planetary Change*, 100: 295–307.

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.; Stephen-son, D.B.; Burn, J.; Aguilar, E.; Brunet, M.; Taylor M.; New M.; Zhai P.; Rusticucci M. & Vazquez-Aguirre J.L. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111(D5).

LOUREIRO, R. S. D., Saraiva, J. M., Saraiva, I., Senna, R. C., & Fredó, A. S. (2014). Estudo dos eventos extremos de precipitação ocorridos em 2009 no estado do Pará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29, 83-94.

PETER .D.; JAN. K.; Katarzyna. P.; Predrag. P.; Tanja. L. 2003. Variability of extreme temperature events in south-central Europe during the 20th century and its relationship with large-scale circulation. *International Journal of Climatology* 23: 987–1010.

SARRA, Sheila Regina; MÜLFARTH, Roberta Consentino Kronka. Os impactos da onda de calor de 2019 sobre a saúde da população na cidade de Bauru (Estado de São Paulo-Brasil) The impacts of the 2019 heatwave on population health in the city of Bauru (State of Sao Paulo-Brazil). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 63941-63960, 2021.

PEZZA, Alexandre Bernardes; VAN RENSCH, Peter; CAI, Wenju. Severe heat waves in Southern Australia: synoptic climatology and large scale connections. **Climate Dynamics**, v. 38, p. 209-224, 2012.

BITENCOURT, Daniel Pires et al. Frequência, duração, abrangência espacial e intensidadedas ondas de calor no brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, p. 506-517, 2016.

POWER, Scott B.; DELAGE, François PD. El Niño–Southern Oscillation and associated climatic conditions around the world during the latter half of the twenty-first century. **Journal of Climate**, v. 31, n. 15, p. 6189-6207, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados meteorológicos. Inmet :: Mapa de Estações, 2023.

FREITAS, F. P. S. Ondas de calor em Portugal: Impacto Humano e Regimes de Regulação de Risco. MS thesis. FEUC, 2011.

DOLE, RANDALL, et al. "Was There a Basis for Anticipating the 2010 Russian Heat Wave?" *Geophysical Research Letters*, v. 38, n. 6, 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

CLIMA TEMPO. (Dados de Temperatura Máxima Média Mensal). Disponível <https://www.climatempo.com.br>. Acesso em 17 de fevereiro de 2023.

GEIRINHAS, J.L.; TRIGO, R.M.; LIBONATI, R.; COELHO, C.A.S.; PALMEIRA, A.C. Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. *International Journal of Climatology*, v. 38, n. 4, p. 1760-1776, 2017.

FERON, S.; CORDERO, R.R.; DAMIANI, A.; LLANILLO, P.J.; JORQUERA, J.; et al. Observations and projections of heat waves in South America. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2019.

AWASTHI A, Vishwakarma K, Pattnayak KC. Retrospection of heatwave and heat index. *Theor Appl Climatol.* 2022;147(1-2):589-604. <https://link.springer.com/10.1007/s00704-021-03854-z>.

ARAÚJO, L.C. **Memória sobre o Clima do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: Tipografia do Serviço de Informações do Ministério da Agricultura, 1930. 100 p.

RUSTICUCCI, M.M.; VARGAS, W.M. Interannual variability of temperature spells over Argentina. *Atmósfera*, v.14, p. 75-86, 2001.

SILVA RWC, Paula BL (2009) Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. *Terra e Didática* 5:42-49.

IBGE - Instituto de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro:IBGE, 2022.

MONTERO, J.C.; MIRÓN, I.J.; CRIADO, J.J.; LINARES, C.; DÍAZ, J. Difficulties of defining the term “heat wave” in public health. *Int. J. Environ. Health Res.*, v. 23, n. 5, p. 377-379, 2013.

PERKINS, S.E. A review on the scientific understanding of heatwaves their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmospheric Research*, v. 164-165, p. 242-267, 2015.

IBGE - Instituto de Geografia e Estatística. «Área territorial oficial». Resolução da Presidência do IBGE de nº 5 (R.PR-5/02). Consultado em 09 de Maio de 2024.

GASPARRINI, A.; ARMSTRONG, B. The impact of heat waves on mortality. *Epidemiology*, v. 22, n. 1, p. 68-73, 2011.

RUSTICUCCI M & BARRUCAND M. Climatología de temperaturas extremas en la Argentina. Consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de días extremos. *Meteorologica*, (26): 69-84, 2002.

TASIAN, G.E.; PULIDO, J.E.; GASPARRINI, A.; SAIGAL, C.S.; HORTON, B.P.; LANDIS, J.R.; MADISON, R.; KEREN, R. Daily mean temperature and clinical kidney stone presentation in five U.S. metropolitan areas: A time-series analysis. *Environmental Health Perspectives*, v. 122, n. 10, p. 1081-1087, 2014.

LIMA NGB, Galvani E, Falcão RM & Cunha-Lignon M. Air temperature and canopy cover of impacted and conserved mangrove ecosystems: a study of a subtropical estuary in Brazil. *Journal of Coastal Research*, (65): 1152-1157, 2013.

OSTRO, B.D.; ROTH, L.A.; GREEN, R.S.; BASU, R. Estimating the mortality effect of the July 2006 California heat wave. *Environmental Research*, v. 109, n. 5, p. 614-619, 2009.

HESS, J.J.; SAHA, S.; LUBER, G. Summertime acute heat illness in U.S. emergency departments from 2006 through 2010: analysis of a nationally representative sample. *Environmental Health Perspectives*, v. 122, n. 11, p. 1209-1215, doi: 10.1289/ehp.1306796, 2014.

CONTI, S.; MELI, P.; MINELLI, G.; SOLIMINI, R.; TOCCACELI, V.; VICHI, M.; BELTRANO, C.; PERINI, L. Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy. *Environmental Research*, v. 98, n. 3, p. 390-399, 2005.

HOSHIKO, S.; ENGLISH, P.; SMITH, D.; TRENT, R. A simple method for estimating excess mortality due to heat waves, as applied to the 2006 California heat wave. *International Journal of Public Health*, v. 55, n. 2, p. 133-137, 2010.

HUANG, W.; KAN, H.; KOVATS, S. The impact of the 2003 heat wave on mortality in Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, v. 408, n. 11, p. 2418–2420, 2010.

BORSATO, VICTOR DA ASSUNÇÃO; HIERA, MITCHEL DRUZ. Onda de calor em outubro de 2014 e os sistemas atmosféricos. **ORGANOGRAMA INSTITUCIONAL**, p. 222, 2015.

GOMES, A. C. S.; DA SILVA COSTA, M.; COUTINHO, M. D. L.; VALE, R. S.; DOS SANTOS, M. S.; DA SILVA, J. T.; FITZJARRALD, D. R. Análise Estatística das

Tendências de Elevação nas séries de Temperatura média Máxima na Amazônia Central: Estudo de Caso para a Região do Oeste do Pará, Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v.17, 2015.

BITENCOURT DP, FUENTES MV, FRANKE AE, SILVEIRA RB & ALVES MP. The climatology of cold and heat waves in Brazil from 1961 to 2016. International Journal of Climatology, 40(4): 2464-2478, 2020.

HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIACAO, M.T.; et al . Trends in total and extreme south American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. Journal of Climate, v. 19, n. 8, p. 1490-1512, 2006.