



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



ONDAS DE CALOR EM ASCENSÃO: ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS E INTENSIDADES EM CAMPO GRANDE E TRÊS LAGOAS (2003-2023)

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

Hyan Marcos Pereira Belini

TRÊS LAGOAS

2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



ONDAS DE CALOR EM ASCENSÃO: ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS E INTENSIDADES EM CAMPO GRANDE E TRÊS LAGOAS (2003-2023)

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Três Lagoas (CPTL), como requisito para obtenção do título de Licenciado/Bacharel em Geografia.

Orientador/a: Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba

TRÊS LAGOAS

2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



HYAN MARCOS PEREIRA BELINI

**ONDAS DE CALOR EM ASCENSÃO: ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS E
INTENSIDADES EM CAMPO GRANDE E TRÊS LAGOAS (2003-2023)**

Monografia apresentada à Banca Examinadora em:

04 de dezembro de 2024 e foi considerada **APROVADA**.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba

(Orientadora)

Profa. Ms^a. Lusianne de Azamor Torres

(Membro da banca)

Prof. Ms. Alexandre Fonseca Prado

(Membro da banca)



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, à minha família, por seu amor incondicional, apoio e incentivo constante em todas as etapas da minha formação acadêmica. Sem vocês, nada disso seria possível.

À minha orientadora e aos professores, pela paciência, ensinamentos e por cada orientação que me ajudou a crescer como estudante e como pessoa. Agradeço imensamente pelo conhecimento compartilhado e pela dedicação ao longo de toda a jornada acadêmica.

Aos meus colegas de turma, com quem compartilhei desafios, conquistas e muitas horas de estudo. A parceria e amizade de vocês tornaram essa caminhada mais leve e enriquecedora.

E, com todo o carinho, dedico também à minha namorada, por seu amor, compreensão e apoio constante. Sua presença foi essencial em cada passo deste percurso.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Marcos e Ângela, por todo o amor e dedicação que sempre me ofereceram, me ajudando em tudo que estava ao seu alcance. Vocês são minha base e meu maior exemplo de força e perseverança.

À minha namorada, Ana Maria, que com seu incentivo, me fez retomar os estudos e iniciar a faculdade. Seu incentivo e apoio foram fundamentais para que eu embarcasse nesta jornada acadêmica.

À minha orientadora, Profa. Dra. Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba, que desde o segundo semestre me guiou e incentivou a ingressar no mundo da pesquisa, fazendo nascer em mim a paixão pela climatologia. Sua orientação, paciência e generosidade foram um verdadeiro presente em minha vida acadêmica, agradeço profundamente por ser esse “anjo” que me inspira.

E um agradecimento especial à minha fiel companheira de estudos, minha gata Bibi, que esteve ao meu lado em cada momento de estudo, trazendo alegria, conforto e até um pouco de distração, sempre fazendo tudo parecer mais leve.

Obrigado a todos que fizeram parte dessa caminhada.



RESUMO

Este estudo tem como objetivo identificar e analisar ondas de calor (OC) nas cidades de Campo Grande e Três Lagoas, no período de 2003 a 2023, buscando entender a ocorrência, intensidade e sazonalidade desses eventos. A pesquisa se justifica pela relevância dos estudos climáticos sobre OC, fenômeno acentuado pelas mudanças climáticas, que impactam diretamente o conforto térmico e a saúde das populações. Foram utilizados dados de temperatura máxima diária de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), aplicando-se a metodologia do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) para identificar OC, que considera um aumento de 5 °C na temperatura média máxima de cada cidade por um período mínimo de cinco dias consecutivos. Em Campo Grande, foram registradas 34 ocorrências de OC com maior concentração entre agosto e novembro, destacando-se o ano de 2020 pela maior intensidade dos eventos. Em Três Lagoas, 40 eventos foram identificados, predominando entre setembro e dezembro, com o ano de 2019 tendo a maior quantidade de ocorrências. A partir de 2014, ambas as cidades apresentaram um aumento significativo na frequência e intensidade das OC. Os resultados ressaltam a importância de um planejamento público para enfrentar os impactos das OC, especialmente para proteger populações vulneráveis, além de contribuir para o entendimento das mudanças climáticas regionais e fomentar novos estudos sobre o tema no Brasil.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas; Eventos extremos; Ondas de Calor.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



ABSTRACT

This study aims to identify and analyze heat waves (HW) in the cities of Campo Grande and Três Lagoas, from 2003 to 2023, seeking to understand the occurrence, intensity, and seasonality of these events. The research is justified by the relevance of climate studies on HW, a phenomenon accentuated by climate change, which directly impacts the thermal comfort and health of populations. Data on daily maximum temperatures from meteorological stations at INMET were used, applying the IPCC methodology to identify HW, which considers an increase of 5°C in the average maximum temperature of each city for a minimum period of five consecutive days. In Campo Grande, 34 HW occurrences were recorded with a higher concentration between August and November, with 2020 standing out for the greater intensity of the events. In Três Lagoas, 40 events were identified, predominating between September and December, with 2019 having the highest number of occurrences. Since 2014, both cities have shown a significant increase in the frequency and intensity of OCs. The results highlight the importance of public planning to address the impacts of OCs, especially to protect vulnerable populations, in addition to contributing to the understanding of regional climate change and encouraging new studies on the subject in Brazil.

Keywords: Climate change; Extreme events; Heat waves.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
2.1. Área de estudo	13
2.2. Obtenção de dados climatológicos	14
2.3. Procedimentos metodológicos para a identificação das ondas de calor	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
3.1 Ocorrência de ondas de calor em Campo Grande	17
3.2 Ocorrência de Ondas de Calor em Três Lagoas	21
3.3 Análise comparativa Campo Grande x Três Lagoas	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28



1.INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas estamos enfrentando o aumento gradativo das temperaturas globais, segundo o Relatório de Mudanças Climáticas (2023), do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC - *The Intergovernmental Panel on Climate Change*), a atividade humana, principalmente com a emissão de gases do efeito estufa está indiscutivelmente causando o aquecimento global, com a temperatura da superfície global aumentou cerca de 1,1 °C no período de 2021 – 2020 em relação a 1850 – 1900 e essa emissão continua e desenfreado continuará aumento a temperatura ao longo dos próximos anos.

A mudança do clima causada pelo homem já está provocando diversos extremos climáticos e meteorológicos em todas as regiões do mundo. Comunidades vulneráveis, que historicamente contribuíram muito pouco para as mudanças climáticas atuais, estão sendo desproporcionalmente impactadas por seus efeitos.

Evidências de alterações em eventos extremos, como ondas de calor, precipitações intensas, secas e ciclones tropicais, e sua relação com a influência humana têm se tornado cada vez mais claras. Desde a década de 1950, a ação humana provavelmente aumentou a frequência e a probabilidade de eventos extremos combinados, incluindo o aumento significativo na ocorrência de ondas de calor (IPCC, 2023).

Com o aumento das temperaturas globais, eventos extremos como as ondas de calor (OC) geram grande desconforto térmico na população. De acordo com Frota e Schiffer (2006), o corpo humano mantém uma temperatura estável em torno de 37 °C, com variações de 36,1 °C a 37,2 °C, mudanças na temperatura ambiente exigem um esforço significativo do corpo para manter a temperatura ideal, ativando diversos mecanismos de regulação, como o aumento da frequência cardíaca, a vasodilatação e a transpiração. De acordo com Silveira (2014), o conforto térmico experimentado pela população urbana pode ser influenciado por variações nas condições térmicas e depende de fatores urbanos, incluindo o esgotamento dos



espaços verdes, a natureza dos materiais utilizados na construção e a densidade dos ambientes urbanos.

A saúde humana pode ser afetada diretamente durante períodos de OC, onde elevada temperatura acima das quais a população não está habituada causa sério risco à saúde (PAIXÃO, NOGUEIRA, 2003). As OC também estão associadas ao aumento da mortalidade, principalmente em grupos de risco como idosos e doentes crônicos. Doenças cardiovasculares e respiratórias são as principais responsáveis pelos óbitos relacionados ao aumento da temperatura (MARTO, 2005). Alguns problemas mentais também estão associados ao aumento da temperatura (IPCC, 2023).

Portanto, é de grande importância o estudo sobre as mudanças climáticas, em especial as OC, que é tema da presente pesquisa. Pode-se definir OC como períodos prolongados com um aumento da temperatura máxima em relação à média de uma determinada região. Segundo McGregor *et al.* (2015), as OC são conceituadas como fenômenos climáticos extremos marcados por intervalos prolongados de temperaturas altas que se estendem ao longo de vários dias, representando uma ameaça significativa e imediata ao bem-estar da sociedade humana, bem como ao delicado equilíbrio dos ecossistemas terrestres e marinhos que dependem de condições climáticas estáveis para sua sobrevivência e funcionalidade.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) estipula que a ocorrência de uma OC ocorre quando, por um período mínimo de seis dias consecutivos, a temperatura excede a temperatura média máxima em 5 °C. Conforme o IPCC, as OC são caracterizadas como fenômenos extremos em que uma temperatura de 5 °C é registrada acima da temperatura máxima média de um local específico por um período mínimo de cinco dias consecutivos.

Segundo Geirinhas (2016), inúmeras pesquisas relacionadas a essa questão, estão sendo conduzidas em regiões do hemisfério norte, com ênfase particular na Europa e na América do Norte, devido aos impactos significativos em várias esferas, como saúde, economia e agricultura. Em contraste, no que diz respeito ao hemisfério



sul, e particularmente ao Brasil, essa questão ainda é pouco estudada, apesar de sua vasta extensão geográfica e da população potencialmente impactada.

O fenômeno das OC tem ganhado destaque nos estudos climáticos devido ao aumento na frequência e intensidade dos eventos extremos observados nas últimas décadas. Geirinhas (2016), ao examinar a ocorrência de OC em grandes centros urbanos brasileiros como São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Manaus e Porto Alegre, identificou uma tendência crescente na frequência e na duração dessas ondas a partir da década de 1980, especialmente em São Paulo, Manaus e Recife. O estudo aponta Brasília como a cidade que apresentou o maior número de incidentes de OC, enquanto o Rio de Janeiro apresentou os menores registros. Além disso, os meses de outono e inverno foram identificados como os períodos com maior frequência de OC, sugerindo uma sazonalidade nas ocorrências.

Outro estudo importante foi realizado por Silveira (2014), que analisou dados de 13 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no Rio Grande do Sul, durante o período de 1992 a 2009. Os resultados evidenciaram que o maior número de incidentes de OC ocorreu no verão, com uma escalada significativa na frequência de eventos a partir de 2001. O estudo destaca, ainda, que as OC têm impactos diversos, afetando negativamente a saúde pública, a economia e o ambiente. Esse contexto torna a população vulnerável às consequências dessas ondas extremas, afetando a qualidade de vida e a estabilidade social.

Além dos estudos realizados em grandes cidades, pesquisas em cidades menores também revelam tendências preocupantes. Santos e Silva (2021), por exemplo, realizaram um estudo na cidade de Dourados–MS e observaram um aumento de 71,4% na incidência de OC entre os anos 2000 e 2010, em comparação com o período de 1980 a 1990. Essa análise revelou, ainda, uma extensão na duração das ondas de calor ao longo dos anos estudados, sugerindo uma tendência de eventos mais longos e recorrentes.

Outro estudo foi conduzido em Três Lagoas–MS, onde Belini e Porangaba (2023) identificaram um total de 11 eventos de OC entre 2012 e 2019, com 2019 sendo o ano com maior número de ocorrências consecutivas. Esses dados reforçam a



tendência de aumento na frequência e na duração das ondas de calor, um fenômeno que, segundo os autores, reflete as mudanças climáticas e seus impactos.

Essas investigações sublinham a relevância de se compreender os padrões de ondas de calor e os impactos que elas podem causar em diferentes aspectos da sociedade e do ambiente.

O objetivo central desta pesquisa é a detecção OC e uma análise comparativa entre as cidades de Campo Grande e Três Lagoas, ambas no estado do Mato Grosso do Sul, no período de 2003 a 2023, compreendendo 21 anos de dados climatológicos analisados. Com isso foi possível analisar a ocorrência, intensidade e a sazonalidade das OC em ambas as cidades, para fim de obter uma melhor compreensão climática da região, além de fomentar e auxiliar estudos futuros com a mesma temática, visto a extrema importância da temática observando o quadro geral de mudanças climáticas em que nos encontramos. Vale ressaltar o caráter inédito de estudo com essa temática na cidade de Campo Grande, até então inexistente na literatura.

Ambas as cidades foram escolhidas pela sua importância na região em que se localizam, sendo Campo Grande uma cidade de grande porte e capital do estado, valendo ressaltar o caráter inédito de pesquisa com essa temática na cidade. Já Três Lagoas é uma cidade de médio porte e economicamente estratégica, por estar localizada na divisa com o estado de São Paulo e possuir grande influência econômica na região.

Os estudos acerca de eventos extremos como as OC são de suma importância para podermos melhor entender esses eventos, podendo elaborar medidas mitigatórias e de preparação para tais eventos, podendo auxiliar o poder Público na organização e enfrentamento consciente das mudanças climáticas, sendo assim prevenindo mortes decorrentes a esses eventos e garantindo um bem-estar térmico para a população, em especial a população em situações de vulnerabilidade socioambiental.



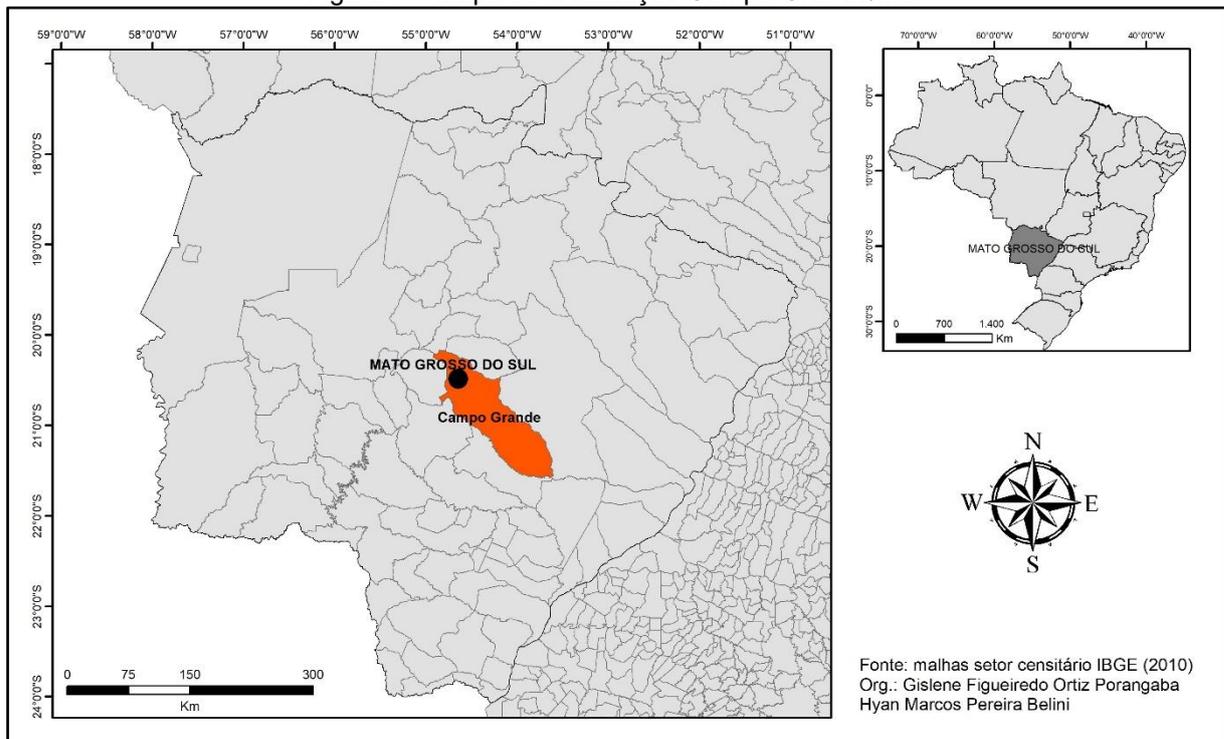
2.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1. Área de estudo

O local de estudo escolhido para a presente pesquisa foram as cidades de Campo Grande e Três Lagoas, ambas no estado do Mato Grosso do Sul.

A cidade de Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul, é a principal cidade do estado, localizada na região central do estado, com coordenadas geográficas de 20° 27' 53" de latitude sul e 54° 38' 42" de longitude oeste (Figura 1). Com uma população de 898.100 habitantes (IBGE, 2022) e uma densidade demográfica de 111,11 habitantes por km², a cidade possui uma área urbanizada de 252,63 km² e apresenta uma altitude média de 532 metros acima do nível do mar. Seu clima é tropical úmido (Novais, 2023), e o bioma predominante é o cerrado. A cidade se destaca como um importante polo econômico, cultural e administrativo do estado, além de ser um ponto central nas atividades comerciais e de serviços da região.

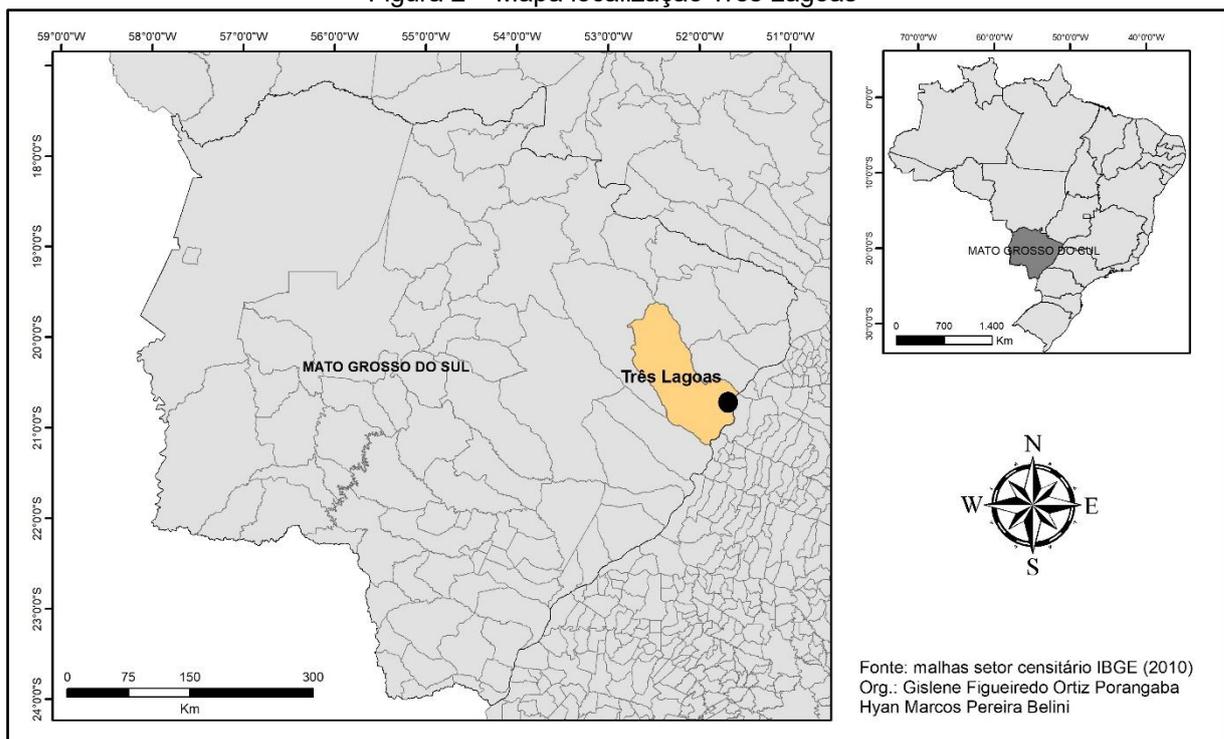
Figura 1 – Mapa de localização Campo Grande/MS





A cidade de Três Lagoas, localizada no leste de Mato Grosso do Sul, é uma cidade com 132.152 habitantes (IBGE, 2022) e uma densidade demográfica de 12,93 habitantes por km². A cidade ocupa uma área urbanizada de 48,96 km² e está posicionada geograficamente a 20° 45' 04" de latitude sul e 51° 40' 42" de longitude oeste (Figura 2), com uma altitude média de 320 metros. Com um clima tropical semisseco (Novais, 2023). Três Lagoas apresenta uma combinação de biomas entre o cerrado e a mata atlântica. A cidade também se destaca por sua proximidade com o estado de São Paulo, fazendo divisa com ele, e desempenha um papel importante na economia do estado, especialmente em setores industriais e comerciais.

Figura 2 – Mapa localização Três Lagoas



2.2. Obtenção de dados climatológicos

Conforme Mendes, Amond e Silva (2022), os eventos extremos podem ser compreendidos como fenômenos que se manifestam de maneira distinta em relação



ao padrão usual, podendo ser analisados estatisticamente por meio de valores que se situam acima ou abaixo dos desvios estabelecidos.

Para este trabalho, foram utilizados dados diários de temperatura máxima de duas estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, uma na cidade de Campo Grande (A702) e outra na cidade de Três Lagoas (A704), no período de 2003 a 2023. Os dados foram adquiridos por meio do banco de dados de estações meteorológicas do INMET - <https://bdmep.inmet.gov.br/>, plataforma oficial da instituição de acesso aberto.

Durante a coleta de dados, foi observado que ocorreram alguns dados faltantes, deste modo optou-se por desprezar esses dados faltantes e trabalhar somente com os dados obtidos.

Também foram utilizadas as temperaturas das normais climatologias do período de 1991 a 2020 fornecidas pelo INMET - <https://portal.inmet.gov.br/normais>, para a obtenção da média climatológica de cada cidade estudada.

2.3. Procedimentos metodológicos para a identificação das ondas de calor

Para realizar a detecção de ocorrências das OC durante o período estudado, optou-se pela metodologia de identificação do IPCC, que por sua vez define que para identificar um OC deve-se realizar a média da temperatura de um determinado local utilizando as normais climatológicas. Após o cálculo da média, deve-se somar 5 °C a essa temperatura, chegando assim à temperatura inicial de uma OC. Durante cinco ou mais dias em que houver a temperatura inicial ou superior, será caracterizada uma OC.

Com base na metodologia de identificação de OC do IPCC, foi calculado a média climatologia das duas cidades, sendo Campo Grande com 29,8 °C e Três Lagoas com 31,3 °C. Após o cálculo da média foi somado 5 °C a essa temperatura, sendo Campo Grande com 34,8 °C e Três Lagoas com 36,3 °C, assim chegando à temperatura inicial de identificação OC para cada cidade estudada. Após a realização



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



do procedimento de cálculo para a identificação das temperaturas iniciais de OC, foi realizada a organização dos dados de temperatura máxima diária de cada cidade. Realizou-se a organização em uma planilha com o *software* Excel (Marca registrada da Microsoft Office). Os dados foram organizados em dia, mês e ano, de maneira que facilitou a visualização e identificação.

A identificação dos períodos consecutivos indicados pela classificação foi feita manualmente. Os dados compilados foram organizados em tabelas que apresentam o panorama dos eventos ao longo de todo o período de análise. Nessas tabelas, são exibidas a duração dos eventos e a quantidade de ocorrências, de forma mensal e anual, o que possibilitou a visualização dos períodos sem ocorrências e dos períodos de concentração de eventos de OC. Com os resultados, foram elaborados gráficos para a análise comparativa das ocorrências de OC para as duas cidades estudadas. Também foram elaborados tabelas e gráficos para representar a temperatura máxima e média atingidas pelas OC.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ocorrência de ondas de calor em Campo Grande

Na cidade de Campo Grande, durante o período estudado, foram identificadas 34 ocorrências de OC com 258 dias somados (Tabela 1), distribuídas entre os meses de agosto a dezembro e os meses de fevereiro e março. As setembro foi o mês com maior concentração de OC com 14 eventos. Não houve ocorrência durante os meses de abril a julho e o mês de janeiro.

Tabela 1 – Ocorrência de ondas de calor em Campo Grande/MS (2003 - 2023)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL	
	QD	Nº/OC	OC/dias											
2003													0	0
2004									10	5			2	15
2005		6											1	6
2006								5					1	5
2007									5	9	6		3	20
2008												5	1	5
2009													0	0
2010								8					1	8
2011								6	5				2	11
2012			8						6				2	14
2013													0	0
2014												12	1	12
2015								5	8	7			3	20
2016													0	0
2017								9	8	7	5		4	29
2018									5				1	5
2019									7		6	13	3	26
2020								7	14	18			3	39
2021								5	6				2	11
2022													0	0
2023									7	6	14	5	4	32
TOTAL													34	258

Fonte: Dados da estação meteorológica INMET A702, Campo Grande/MS. Elaboração e organização: o autor (2024).

Observa-se que a concentração de OC ocorre entre os meses de agosto a novembro, compreendendo o final do inverno e toda a primavera. Os meses de abril a julho e o mês de janeiro não foram identificados nenhuma ocorrência de OC. Após o ano de 2014 nenhuma OC foi registrada durante os meses de janeiro a julho.



O ano de 2020 se destacou pela maior intensidade na OC, foram 39 dias somados divididos em três OC identificadas. As OC desse ano ocorreram no período que compreende o final do mês de agosto, início do mês de setembro, meio do mês de setembro e final de setembro, início do mês de outubro, com 7, 14 e 18 dias respectivamente.

Nos anos de 2017 e 2023, ocorreu o maior número de OC durante o período estudado, com quatro OC por ano. Em 2017, as ocorrências se concentraram entre os meses de agosto a outubro, com 9, 8, 7 e 5 dias, respectivamente. No ano de 2023, as OC se concentraram entre os meses de setembro a dezembro, com 7, 6, 14 e 5 dias, respectivamente.

A OC de maior duração ocorreu no ano de 2020 no final do mês de setembro, início do mês de outubro, com 18 dias, seguido pela OC de setembro do mesmo ano, com 14 dias e pela OC do mês de novembro de 2023, com também 14 dias.

Foram identificados 6 anos com apenas uma OC cada, sendo eles os anos de 2005, 2006, 2008, 2010, 2014 e 2018. Os anos de 2003, 2009, 2013, 2016 e 2022 não foram detectadas ocorrências de OC. A OC atingindo a maior temperatura ocorreu em 2020 no final de setembro, início de outubro, alcançando 41 °C (Tabela 2). Os anos de 2012, 2014, 2019 e 2021 se destacam por também possuírem temperaturas elevadas acima dos 39 °C. A temperatura máxima mais baixa registrada ocorreu em duas OC, ambas no ano de 2017 com 36,5 °C cada. A temperatura máxima registradas variam entre 36,5 °C e 41 °C, com a maioria das ocorrências entre 36 °C e 39 °C. Os meses de setembro e outubro registraram os valores mais altos, com destaque para setembro de 2020, com 41 °C e outubro de 2014, com 40,2 °C.



Tabela 2 – Temperatura máxima das OC em Campo Grande/MS (2003 - 2023)

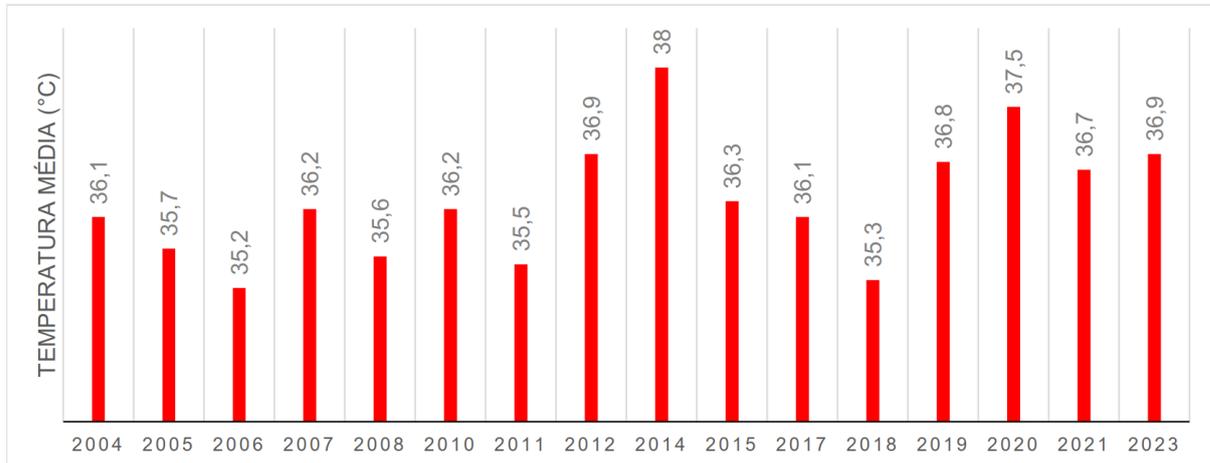
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Ano	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD
2003												
2004								36,6	37,1			
2005		36										
2006								35,8				
2007								35,5	37,5	38,2		
2008												36,9
2009												
2010								37,5				
2011								36,3	35,9			
2012			39,4						37,2			
2013												
2014										40,2		
2015								37,1	37,8	37,4		
2016												
2017								36,5	37,1	37,4	36,5	
2018									36,2			
2019									37,8	37,2	39,6	
2020								37,5	38,7	41		
2021								36,3	39,3			
2022												
2023									37,6	37,8	38,4	36,4

Elaboração e organização: o autor (2024).

O ano com a maior média de temperatura entre as OC detectadas foi 2014, com 38 °C, seguido pelo ano de 2020, com uma média de 37,5 °C. O ano com a menor média foi 2006, com 35,2 °C (Gráfico 1). A variação de temperatura média entre as OC oscilou entre 35,2 °C e 38 °C, com uma tendência de média acima de 36 °C na maioria dos anos. Observa-se uma tendência geral de aumento das temperaturas médias ao longo do período analisado, houve um aumento de 3,58% na temperatura média das OC a partir de 2014 em comparação aos anos interiores.



Gráfico 1 – Temperatura média anual das OC em Campo Grande/MS



Elaboração e organização: o autor (2024).

Com os resultados sobre as OC em Campo Grande, pode-se concluir que existe uma sazonalidade marcante na ocorrência das OC para essa cidade, concentrando-se no período final do inverno e primavera, entre os meses de agosto e outubro, com destaque para os meses de setembro e outubro. A intensidade das OC durante o período estudado começou a ganhar mais força a partir do ano de 2014, com um aumento de 61,5% na ocorrência e 81,3% na intensidade em comparação ao período anterior a 2014. Os dados obtidos apontam para uma intensificação dos eventos de OC em Campo Grande o que possivelmente está relacionado às mudanças climáticas.

A análise combinada dos dados mostrou que as OC em Campo Grande estão aumentando em frequência, intensidade e duração, especialmente após 2014. Esses resultados destacam o impacto das mudanças climáticas na escala local, sugerindo desafios significativos para a gestão urbana e o bem-estar da população. A elevação das temperaturas médias e máximas e o aumento da frequência das OC reforçam a necessidade de estudar as implicações no conforto térmico urbano, na saúde humana e na infraestrutura da cidade.



3.2 Ocorrência de Ondas de Calor em Três Lagoas

Em Três Lagoas, foram detectadas 40 OC, sendo a soma total em dia de 287 (Tabela 3). As OC estão distribuídas entre os meses de agosto a abril, não havendo ocorrências entre os meses de maio e julho.

Tabela 3 - Ocorrência de ondas de calor em Três Lagoas/MS (2003 - 2023)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL	
	QD	Nº/OC	OC/dias											
2003													0	0
2004													0	0
2005			9	8									2	17
2006								5					1	5
2007				9					6		5		3	20
2008										5			1	5
2009													0	0
2010													0	0
2011													0	0
2012			6						6	7		6	4	25
2013													0	0
2014		13								11			2	24
2015		14							10		5		3	29
2016				12	5	6							3	23
2017										5			1	5
2018		5							6				3	20
2019	5	7	5						6	7	10	8	8	56
2020													0	0
2021									6	5		6	3	17
2022			5										1	5
2023								9		5	10	7	5	36
TOTAL													40	287

Fonte: Dados da estação meteorológica INMET A704, Três Lagoas/MS. Elaboração e organização: o autor (2024).

Observa-se que a maior concentração na ocorrência de OC se deu entre os meses de setembro a novembro, compreendendo toda a primavera, não havendo a ocorrência de OC no final do outono e parte no inverno. Não foram identificadas OC nos anos de 2003, 2004, 2009, 2010, 2011, 2013 e 2020. Foram identificados 4 anos com apenas uma OC cada, sendo os anos de 2006, 2008, 2017 e 2022.

O ano de 2019 se destaca sendo o mais extremo pelo seu grande número de ocorrências de OC, sendo o maior durante todo o período, foram 8 OC com 56 dias somados, com a OC mais longa do período com 10 dias de atuação no início de outubro.

No ano de 2023, foram identificadas 5 OC com duração em dias somados de 36, sendo o segundo ano com mais ocorrências de OC. Nesse ano, o período de OC



iniciou-se no mês de setembro e se entendeu até o mês de dezembro, com a OC do mês de novembro com 10 dias de duração.

Em 2015, identificou-se a OC com maior período de duração, com 14 dias no mês de janeiro, seguido pelas OC dos anos de 2014 e 2016, com 13 e 12 dias respectivamente. Foram identificadas 7 OC, com duração igual ou superior a 10 dias e 12 OC com a duração de 5 dias, duração mínima para a confirmação de uma OC.

Com apenas duas ocorrências no ano de 2014, porém ambas acima de 10 dias, uma com 13 dias, no final de janeiro e início de fevereiro e a segunda OC no mês de outubro. O ano de 2015 também se destaca pela ocorrência de três OC, sendo duas iguais ou superiores a 10 dias de duração, a primeira com 14 dias no mês de janeiro, a segunda com 10 dias no mês de setembro e a terceira e com menor duração, com 5 dias no mês de novembro.

Foram identificados 15 OC com temperatura igual ou superior a 40 °C, com a temperatura mais alta atingida por uma OC ocorrendo no ano de 2021 no mês de setembro, com uma temperatura de 43 °C (Tabela 4). A temperatura máxima de OC mais baixa registrada ocorreu em agosto de 2006. O período mais quente se concentra entre os meses de setembro a dezembro, compreendendo toda a primavera e o começo do verão.

De 2003 a 2013 a temperatura máxima das OC não ultrapassava 40 °C, porém após 2014 tornou-se comum observar temperaturas acima de 40 °C, atingindo valores extremos, como 42,5 °C em 2014 e 43 °C em 2021.

O mês de setembro registrou temperaturas acima de 40 °C a partir do ano de 2019, já o mês de outubro obteve registros acima de 40 °C a partir de 2008.



Tabela 4 – Temperatura máxima das OC em Três Lagoas/MS (2003 - 2023)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Ano	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	QD	
2003													
2004													
2005		39,1	38,8										
2006								37					
2007			37,2						39,7	38,7			
2008										40			
2009													
2010													
2011													
2012		38,4							39,1	39,5		39,4	
2013													
2014			40,5							42,5			
2015	41,1								39,4		39,3		
2016				38,3	37,6	38,3							
2017										40,1			
2018	37,8								38,1				
2019	38,7	40,2	38,4						40,7	40,6	40,2	39,9	38,5
2020													
2021									40,8	43		37,3	
2022			38,3										
2023									42,1	40,1	42,5	41,9	39,1

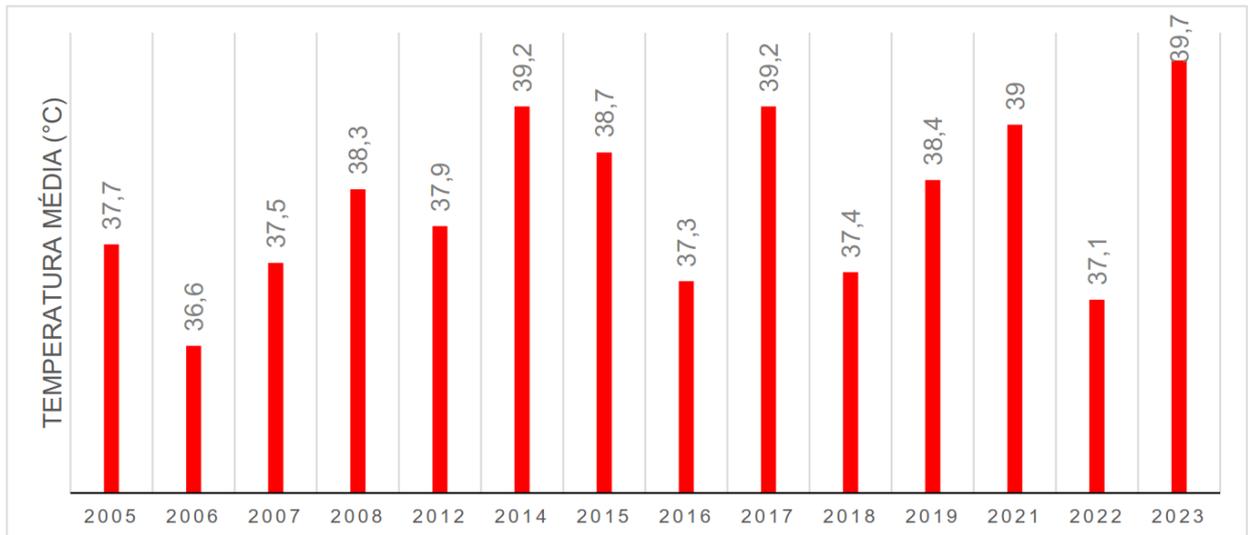
Elaboração e organização: o autor (2024).

O ano com a maior média de temperatura entre as OC foi 2023, com 39,7 °C, seguido por 2014 e 2017, ambas com 39,2 °C. O ano com a menor média de temperatura é 2006, com 36,9 °C, seguido por 2022, com 37,1 °C (Gráfico 2). A temperaturas médias das OC oscilaram entre 36,6 °C e 39,7 °C, com tendência de elevação nos anos mais recentes.

A partir de 2014 houve um aumento de 2,2% na temperatura média das OC em comparação aos anos anteriores, com quatro anos com média acima de 39 °C, sendo 2014, 2017, 2021 e 2023, com respectivamente 39,2 °C, 39,2 °C, 39 °C e 39,7 °C.



Gráfico 2 – Temperatura média anual das OC em Três Lagoas/MS



Elaboração e organização: o autor (2024).

A cidade de Três Lagoas possui uma sazonalidade para a ocorrência das OC, não ocorrendo durante parte do inverno. As OC se tornaram mais recorrentes e intensas a partir do ano de 2014, com um aumento de 163,6% na ocorrência e 198,6% na intensidade em comparação aos anos anteriores a 2014.

3.3 Análise comparativa Campo Grande x Três Lagoas

A partir dos resultados obtidos, é possível analisar o padrão de ocorrência das OC em Campo Grande e Três Lagoas. Ao todo, foram analisados 21 anos de dados de temperatura do ar de ambas as cidades

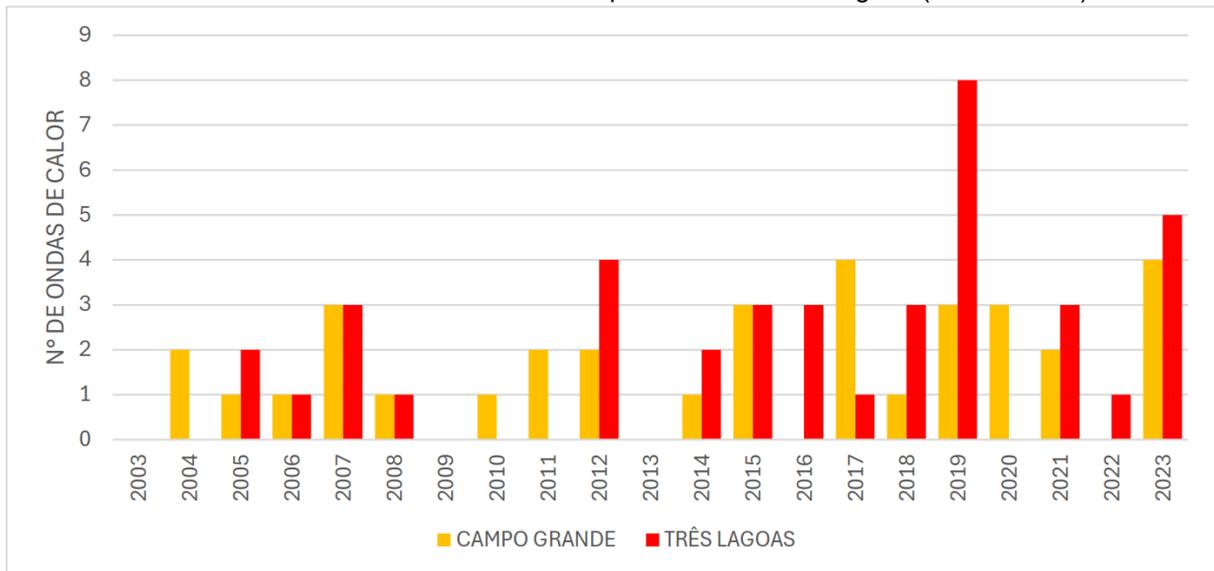
Conforme as tabelas 1 e 3, em Campo Grande foram identificadas 34 OC, enquanto em Três Lagoas um número superior foi detectado, um total de 40 OC.

O ano de maior ocorrência de OC em Campo Grande foi em 2017 e 2023, com 4 OC. Em comparação, Três Lagoas obteve um número superior no ano de 2019, com 8 OC (Gráfico 3). Não ocorreu OC nos anos de 2003, 2009 e 2013 em ambas as



idades. A partir do ano de 2014, ambas as cidades tiveram um aumento significativo na ocorrência de OC.

Gráfico 3 – Ocorrências de OC em Campo Grande e Três Lagoas (2003 – 2023)



Elaboração e organização: o autor (2024).

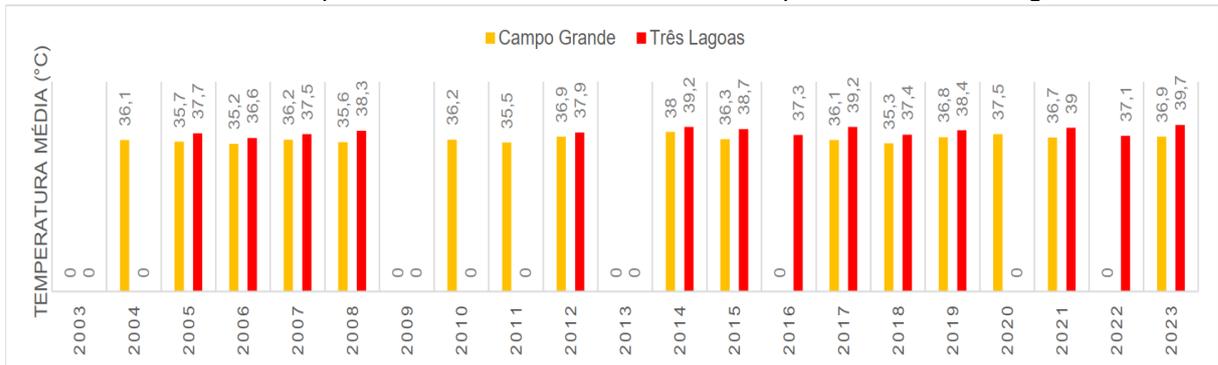
Conforme as tabelas 1 e 3, observa-se que a sazonalidade das ocorrências de OC nas duas cidades é similar em alguns momentos. Em Campo Grande, as ocorrências se concentram entre os meses de agosto e novembro. Em Três Lagoas, a concentração fica próxima, entre os meses de setembro e novembro. A dispersão das OC em ambas as cidades difere um pouco. Em Campo Grande, as OC estão em sua maioria entre os meses de agosto e dezembro. Em Três Lagoas, as OC estão também no começo do ano.

A ausência de OC em ambas as cidades foi praticamente igual. Em Campo Grande a ausência se deu entre os meses de abril a julho e em Três Lagoas essa ausência foi entre os meses de maio a julho.

Comparando a média anual das temperaturas de ondas de calor (OC) entre as duas cidades, observou-se que Três Lagoas apresenta consistentemente médias superiores às de Campo Grande. Por exemplo, em 2014, a média em Campo Grande foi de 38 °C, enquanto em Três Lagoas foi de 39,2 °C. Já em 2023, Campo Grande registrou uma média de 36,9 °C, enquanto Três Lagoas atingiu 39,7 °C. No período analisado, houve um aumento total de 5% na temperatura média (Gráfico 4).



Gráfico 4 – Temperatura média anual das OC em Campo Grande e Três Lagoas



Elaboração e organização: o autor (2024).

Conforme as tabelas 2 e 4, pode-se observar que a maior temperatura registrada em Campo Grande foi em 2020 no final de setembro, início de outubro, alcançando 41 °C, enquanto Três Lagoas superou essa temperatura com a OC de 2021 no mês de setembro. De modo geral, analisando as duas tabelas, conclui-se que as temperaturas em Três Lagoas são superiores às de Campo Grande, com um aumento de 5,4% na média da temperatura máxima.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise dos dados, pode-se concluir que Três Lagoas está sofrendo mais os efeitos das OC em relação à Campo Grande. Com o aumento das ocorrências e intensidade a partir de 2014 em Três Lagoas, ficou ainda mais evidente a disparidade em relação à Campo Grande.

Estudos (MENDES, 2022) indicam o aumento da temperatura média global e, como consequência, a ocorrência de eventos extremos, como inundações, secas severas, ondas de calor e de frio. Esses eventos, somados ao processo de urbanização, ampliam os impactos na qualidade de vida e na saúde da população.

Os resultados encontrados neste trabalho, em combinação com outros estudos (MENDES, AMOND e SILVA, 2022), demonstram a importância de estudar a ocorrência de OC, pois, conforme documentado, esses fenômenos têm aumentado em frequência e sua interferência na dinâmica da sociedade é evidente.

Conforme os resultados obtidos através das análises de dados desta pesquisa, pode-se entender um pouco mais a dinâmica das OC ao longo dos anos e deduzir que esses aumentos de ocorrências de OC continuarão em ambas as cidades. Que este trabalho sirva de alerta e instigue futuras pesquisas acerca da OC no Mato Grosso do Sul e no Brasil.

Por fim, conclui-se destacando a necessidade de um maior aprofundamento nessa temática em ambas as cidades, visando identificar as possíveis causas dos picos de calor e as consequências dessas ondas de calor para o conforto térmico da população, em especial a população em situações de vulnerabilidade socioambiental.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELINI, H. M. P.; ORTIZ PORANGABA, G. F. **Análise das ondas de calor em Três Lagoas/MS, no período de 2012 a 2019.** In: III XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica: Climatologia, Crises Socioambientais e Justiça Climática: ações e desafios da sustentabilidade. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Guarapuava: UNICENTRO, 2023. v. 1. p. 199- 208.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico.** São Paulo (SP): Nobel, 2006.

GEIRINHAS, J. L.; TRIGO, R. M.; LIBONATI, R.; COELHO, C. A. S.; PALMEIRA, A. C. **Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil.** Internacional J. Climatol. 2017, 38, 1760–1776. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/pesquisadores/caio.coelho/Geirinhas_et_al_2017_low.pdf>.

IPCC – Painel Intergovernamental on Climate Change. Climate change 2001: the scientific basis, in: Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer., Van der Linden, P. J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C. A. (eds.), Contribution of working group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 944, 2001.

MARTO, N. **Ondas de calor. Impacto sobre a saúde.** Acta medica portuguesa, v. 18, n. 6, p. 467-74, 2005. Disponível em: <<https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/1063>>.

MCGREGOR, G. R.; BESSEMOULIN, R.; EBI, K.; MENNE, B. **Heatwaves and health: Guidance on warning-system development.** Geneva, Switzerland. World Meteorological Organization and World Health Organization, 2015.

MENDES, J. V.; ARMOND, N. B.; BIZERRA DA SILVA, L. C. (2022). **Ilhas de calor urbanas de superfície, ondas de calor e de frio no município do Rio de Janeiro – RJ (2015 - 2019).** Revista Brasileira De Climatologia, 30 (18), 133–155. Disponível em: <<https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.14908>>.



NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. (2023). **Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais**. Revista Brasileira De Climatologia, 32 (19), 1–39. Disponível em: <<https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16163>>.

PAINEL GOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA 2023 (IPCC, sigla em inglês). Relatórios. Disponível em: < https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf>.

PAIXÃO, E. J.; NOGUEIRA, P. J. **Efeitos de uma onda de calor na mortalidade**. Revista Portuguesa de Saúde Pública, v. 21, n. 1, p. 41-54, 2003. Disponível em: < <https://run.unl.pt/bitstream/10362/100559/1/RUN%20-%20RPSP%20-%202003%20-%20v21n1a05%20-%20p41-54.pdf>>.

SANTOS, S.; SILVA, C. **Ondas de Calor em Dourados (MS), análise das ocorrências no período de 1890 a 2019**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geografia: Saberes Acadêmicos, Populares e Institucionais em Climatologia: Contextos para uma Agenda Socioambiental. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geografia. João Pessoa: UFPB, 2021. v. 1. p. 634 - 645.

SILVEIRA, R. D. **Risco climático, vulnerabilidade socioespacial e eventos climáticos extremos relacionados ao calor e ao frio no estado do Rio Grande do Sul- Brasil**. 2014. 377 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/115959>>.