

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM AMBIENTE E
SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR EUGÊNIO CARLOS STIELER

REILLY PEREIRA MELO

VARIABILIDADE METEOROLÓGICA, DESCONFORTO TÉRMICO E SUAS
ASSOCIAÇÕES COM INTERNAÇÕES E ÓBITOS POR DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS NO MATO GROSSO

TANGARÁ DA SERRA- MT
2024

REILLY PEREIRA MELO

**VARIABILIDADE METEOROLÓGICA, DESCONFORTO TÉRMICO E SUAS
ASSOCIAÇÕES COM INTERNAÇÕES E ÓBITOS POR DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS NO MATO GROSSO**

Dissertação relacionado a linha de pesquisa “Água, solo e clima nos Agroecossistema”, apresentado à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP) para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rivanildo Dallacort

Coorientadora: Dra. Vanessa R. M. Dias

TANGARÁ DA SERRA- MT

2024

M528v MELO, Reilly Pereira.
Variabilidade Meteorológica, Desconforto Térmico e Suas Associações com Interações e Óbitos por Doenças Respiratórias no Mato Grosso / Reilly Pereira Melo – Tangará da Serra, 2024.
95 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de Tangará da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2024.
Orientador: Rivanildo Dallacort
Coorientador: Vanessa R. M. Dias

1. Clima. 2. Doenças Respiratórias. 3. Trabalhadores Rurais.
I. Reilly Pereira Melo. II. Variabilidade Meteorológica, Desconforto Térmico e Suas Associações com Interações e Óbitos por Doenças Respiratórias no Mato Grosso: .
CDU 616.2:631-052(817.2)



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR EUGÊNIO CARLOS STIELER
TANGARÁ DA SERRA



**ATA DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DA PÓS-GRADUANDA REILLY PEREIRA MELO**

Às 15:30h do dia vinte e dois de março de dois mil e vinte e quatro reuniu-se a Banca Examinadora de Dissertação de Mestrado, composta pelos Professores Doutores: Rivanildo Dallacort, Ana Cláudia Pereira Terças Trettel e Elaine Cristina De Oliveira, sendo o primeiro presidente da banca. A sessão foi aberta pelo presidente que apresentou os membros da banca examinadora, passando em seguida a palavra à candidata para que apresentasse seu trabalho, intitulado **“VARIABILIDADE METEOROLÓGICA, DESCONFORTO TÉRMICO E SUAS ASSOCIAÇÕES COM INTERNAÇÕES E ÓBITOS POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NO MATO GROSSO”**. Terminada a exposição, a candidata foi arguida pelos membros da Banca, que na sequência procedeu ao julgamento, sendo, ao final, a pós-graduanda Reilly Pereira Melo, candidata ao Título de Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, considerada **APROVADA**. Para a conclusão do curso e obtenção do título de Mestre, a pós-graduanda deverá atender às demais exigências do Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola. Este resultado deverá ser homologado pelo Conselho do Programa.

Prof. Dr. Rivanildo Dallacort
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Presidente)

Profª. Drª. Ana Cláudia Pereira Terças Trettel
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Membro Interno)

Profª. Drª Elaine Cristina De Oliveira
SES/MT - Diretora do LACEN
(Membro Externo à Instituição)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de ter passado na seleção do Programa de Mestrado Acadêmico em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola. Por sempre me amparar e guiar nos momentos de maior dificuldade, aumentando minha Fé e demonstrando que sempre têm os melhores planos para minha vida. Agradeço ao professor e orientador Rivanildo Dallacort que de forma imediata aceitou realizar a orientação, me proporcionou diversos conselhos para conseguir realizar um bom projeto de pesquisa. No decorrer do mestrado ele sempre esteve a disposição para me ajudar e sanar dúvidas, muito paciente, generoso, compreensivo e incentivador quando compartilhei que precisaria me mudar de cidade para assumir um concurso público, deu muito apoio para que eu assumisse e se comprometeu a continuar as orientações de forma remota se assim fosse necessário. Agradeço também minha coorientadora Vanessa Dias, por toda sua prestatividade, sempre muito aberta e receptiva ajudando a sanar todas as dúvidas. Vanessa você foi fundamental para que eu conseguisse interpretar e entender meus resultados. Que Deus abençoe você e sua família. Um agradecimento especial, aos professores Vagner e Eduardo pelas correções e orientações que contribuíram na melhoria do trabalho, assim como os demais docentes do programa, todos foram fundamentais na transmissão do conhecimento, acessíveis e compreensíveis para esclarecer assuntos primordiais na área específica do sistema de produção agrícola. Faço um agradecimento específico aos colegas que tive a oportunidade de conhecer (Lúcia, Nayane, Tassia e Victor) criamos um laço de amizade e inclusive o grupo do “quinto ano”. Todos foram essenciais para que eu conseguisse concluir todas as disciplinas de forma exitosa, foram muitos trabalhos, apresentações, muita dedicação para chegarmos até aqui “rs”. Gratidão, ao meu esposo Djhovane que esteve ao meu lado em todas minhas decisões, sempre disse que eu daria conta, pois sou muito “dedicada”. Obrigada por tudo meu amor, principalmente pela paciência e calma mesmo nos momentos de maior desespero, quando precisava escrever, produzir e quando as coisas não saíam conforme planejado. Mas no final tudo deu certo! Gratidão, a toda minha família, meus pais (Olga e Nazir), que sempre me incentivaram na busca por melhorar meu conhecimento, aos meus avôs, tios, tias. Vocês, são minha base. Amo muito todos vocês.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO GERAL	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
ARTIGO 1: ÍNDICES DE DESCONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE DE ADULTOS E IDOSOS EM DIFERENTES BIOMAS MATOGROSSENSE.....	14
ARTICLE 1: THERMAL DISCOMFORT INDICES IN THE HEALTH OF ADULTS AND ELDERLY IN DIFFERENT BIOMES OF MATO GROSSO.....	15
ABSTRACT	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS	18
TIPO DE ESTUDO	18
ÁREA DE ESTUDO.....	19
DADOS METEOROLÓGICOS	20
DADOS DO DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE	21
ÍNDICES DE DESCONFORTO TÉRMICO.....	22
ANÁLISE DE DADOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR EM AMBAS AS CIDADES	25
ÍNDICE DE CALOR EM ALTA FLORESTA E TANGARÁ DA SERRA DE 2013 A 2022	28
ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE EM ALTA FLORESTA E TANGARÁ DA SERRA.....	31
INTERNAÇÃO E MORTALIDADE EM ALTA FLORESTA E TANGARÁ DA SERRA.....	34
CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS, ÍNDICES E DOENÇAS	38
CONCLUSÃO.....	49
ARTIGO 2: VARIABILIDADE METEOROLÓGICA HORÁRIA DO DESCONFORTO TÉRMICO NOS BIOMAS AMAZÔNICO E CERRADO MATO-GROSSENSE	59
INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	63

TIPO DE ESTUDO	63
ÁREA DE ESTUDO.....	63
DADOS METEOROLÓGICOS	65
ÍNDICES DE DESCONFORTO TÉRMICO.....	65
RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
ANÁLISE DE 2013 A 2022	68
TEMPERATURA DO AR MÉDIA HORÁRIA EM TANGARÁ E ALTA FLORESTA....	68
UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA HORÁRIA EM TANGARÁ DA SERRA E ALTA FLORESTA- MT	73
ÍNDICE DE CALOR EM TANGARÁ DA SERRA E ALTA FLORESTA- MT.....	77
Índice de temperatura e umidade média horária em Tangará da Serra e Alta Floresta- MT	82
CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	89

RESUMO GERAL

O objetivo da pesquisa foi analisar os índices de desconforto térmico assim como as correlações das taxas de internações e mortalidade das doenças do sistema respiratório, elencando os horários de maior exposição à população em dois biomas mato-grossenses. Foi um estudo de observacional, ecológico e quantitativo. Foram utilizados dados do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO) para obter temperatura e umidade relativa do ar, após foi utilizado a fórmula do Índice de Calor (IC) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para calcular o índice de desconforto térmico. Os dados de saúde foram obtidos pelo Departamento de informática do Sistema Único de Saúde-SUS, as informações de internações foram colhidas de 2013 a 2022 e de mortalidade de 2013 a 2020. Alta Floresta apresenta a maior prevalência de “desconforto térmico” do que Tangara da Serra. As correlações mais significativas aconteceram entre as taxas de internações por doenças respiratórias, na faixa etária de 60 anos e mais. Em relação aos horários de maior desconforto, o horário das 10h até às 16h são os de maior desconforto, demonstrando que o horário mais crítico é das 14h e 15h. O ano de 2015/2016 teve maior variabilidade dos resultados e maior incidência de temperatura e umidade relativa do ar em Alta Floresta. O período seco apresenta maior desconforto térmico do que o período chuvoso. Resultados demonstraram que existem relação com o aumento ou diminuição dos elementos meteorológicos: temperatura e umidade relativa do ar com as taxas de desconforto térmico e as internações e mortalidades por doenças do sistema respiratório.

Palavras-Chave: Clima; Doenças Respiratórias; Trabalhadores Rurais.

ABSTRACT

The objective of the research was to analyze the rates of thermal discomfort as well as the correlations of hospitalization and mortality rates from respiratory system diseases, listing the times of greatest exposure to the population in two biomes of Mato Grosso. It was an observational, ecological and quantitative study. We used data from the Technological Center for Geoprocessing and Remote Sensing (CETEGEO) to obtain temperature and relative humidity, after which the Heat Index (HI) and Temperature and Humidity Index (THI) formula was used to calculate the thermal discomfort index. Health data were obtained by the IT Department of the Unified Health System-SUS, information on hospitalizations was collected from 2013 to 2022 and on mortality from 2013 to 2020. Alta Floresta has a higher prevalence of “thermal discomfort” than Tangara da Serra. The most significant correlations occurred between the rates of hospitalizations for respiratory diseases, in the age group of 60 years and over. In relation to the times of greatest discomfort, the hours from 10 a.m. to 4 p.m are the times of greatest discomfort, demonstrating that the most critical times are 2 p.m. and 3 p.m. The year 2015/2016 had greater variability in results and a higher incidence of temperature and relative humidity in Alta Floresta. The dry period presents greater thermal discomfort than the rainy period. Results demonstrated that there is a relationship between the increase or decrease in meteorological elements: temperature and relative humidity, with rates of thermal discomfort and hospitalizations and deaths due to respiratory system diseases.

Keywords: Climate; Respiratory diseases; Rural Workers

INTRODUÇÃO GERAL

As alterações do clima são decorrentes de modificações entre a temperatura e o clima por um longo período, podendo acontecer de duas formas: forma natural, através das variabilidades do ciclo solar e forma antrópica secundária, advindo de ações antrópicas (atividade humana), na qual atualmente tem sido um dos maiores causadores das variabilidades climáticas com extensos prejuízos à saúde humana (ONU, 2021).

Os impactos da variabilidade climática sobre a saúde da população relacionam-se com a intensidade e duração do evento climático ou do tempo de ocorrência em consonância com demais fenômenos análogos, como a umidade que acontece de forma frequente durante ondas de calor ou a poluição do ar que decorre da seca. Além do mais, os efeitos dessa variabilidade podem proporcionar doenças, de moderadas à crônicas. É necessário considerar o risco climático de acordo com cada região, pois o impacto na saúde não acontecerá da mesma forma para todas pessoas (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2021).

Alguns elementos do clima, como o regime de chuvas podem ocasionar extensos desastres naturais, como: as enchentes, mas também a falta de chuvas provoca secas extremas, ambos fatores ocasionam alterações nos ecossistemas, ciclos biológicos, geográficos, químicos, físicos, podendo aumentar os casos de doenças em países que estão em desenvolvimento (FERNANDES et al. 2020).

Todavia, o aumento dessas alterações do clima, não se limitam apenas aos impactos dos eventos adversos ocasionados pela natureza ou na natureza, mas é importante destacar que tais eventos podem afetar também a saúde humana, especialmente grupos considerados mais vulneráveis, entre estes: crianças, idosos e pessoas com problemas de saúde. Sendo que algumas dessas mudanças têm efeitos imediatos, apresentam danos à saúde logo após a exposição ou após um período prolongado (FREITAS et al., 2019).

Os maiores efeitos da variabilidade climática sobre a saúde são decorrentes de mecanismos complexos que afetam quase todos os órgãos e sistemas do corpo humano, podendo agravar situações já existentes, tornando as pessoas e comunidades que já são vulneráveis, ainda mais desprotegidas. As condições de vida

acabam sendo favoráveis à transmissão de doenças e problemas de saúde de forma indireta, como a qualidade do ar, solo e da água e de forma direta, como a temperatura, raios ultravioletas, radiação solar, umidade relativa do ar entre outros (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2021).

O calor ambiente é um fator agravante em muitas atividades, mas principalmente nas atividades executadas por trabalhadores rurais, especialmente aqueles que atuam em canaviais, onde o corte de cana ainda é realizado de forma manual, sendo considerada uma atividade extenuante que favorece a geração de grande quantidade de calor metabólico, assim como demais trabalhadores que desempenham tarefas a céu aberto (ROSCANI, 2017).

O excesso de temperatura, pode causar “desconforto térmico” devido ao calor e agravar comorbidades já pré-existentes, e em casos extremos, ocasionar até mesmo a morte (MANDÚ et al., 2021). Neste sentido, é fundamental o implemento de estratégias na saúde pública, principalmente em cidades que possuem profissionais que atuam a céu aberto, com o objetivo mitigar o efeito da temperatura ambiente e os riscos ocasionados à saúde, especialmente no contexto da variabilidade do clima (GUIRGUIS et al., 2018).

No Brasil, a economia gira fortemente em torno da agricultura, responsável por grande parte da produção de alimentos. A história da agricultura no Brasil iniciou-se com os solos férteis dos vales de rios e após progrediu com técnicas e procedimentos que proporcionaram uma escolha por terras mais produtivas em busca de aumentar a produtividade. No País, bem como em todo o mundo, as inovações tecnológicas assinalaram a evolução da agricultura altamente mecanizada e com avanço tecnológico. O país é responsável por produzir mais de 70% dos gêneros alimentícios, como, feijão, farinha, milho, soja, entre outros, para toda a população, tanto rural, quanto urbana (LIMA et al., 2019).

O dinamismo da moderna agropecuária, principalmente de grãos, manifesta-se mais fortemente em diversos estados, mas a região centro-oeste é considerada a principal região do agronegócio brasileiro, é possível mencionar algumas regiões polarizadas, como: Alta Floresta, Rondonópolis, Cáceres, Sorriso, Tangará da Serra e Diamantino. Além dos grãos, as regiões também registram presença importante da pecuária. As regiões de planejamento mais antropizadas são precisamente aquelas de maior peso no Produto Interno Bruto (PIB) do estado de Mato Grosso, em grande

parte como decorrência da expansão da moderna agropecuária, com processos consolidados de ocupação humana (MATO GROSSO, 2005).

Em diversas áreas do Brasil, incluindo Mato Grosso, Goiás e Rondônia, estados em que a produção agrícola possui maior concentração, as temperaturas podem subir de 5° a 6°C e a precipitação poderá cair de 20% até 40% no nordeste e no leste da Amazônia. Essa situação poderá trazer mudanças profundas ao país, como um declínio acentuado na produção agrícola e pecuária, especialmente no Brasil. Assim como o aumento de fenômenos meteorológicos extremos têm impactos adicionais no aquecimento regional e suas próprias consequências (ARTAXO, 2020).

Algumas pesquisas nos últimos anos, como a de Ramirio et al. (2021), avaliou a exposição laboral de trabalhadores rurais ao calor no decorrer a colheita manual de café em Minas Gerais, utilizando a temperatura do globo do bulbo úmido (WBGT) e da taxa metabólica. Os valores foram comparados com normas ocupacionais de higiene (NHO) e regulamentadora (NR) 09. Os resultados mostraram que os trabalhadores aclimatados não ultrapassaram os limites de exposição e para os não aclimatados o limite de exposição foi ultrapassado no mês de julho, apresentando maior desconforto.

Medeiros et al (2023) analisou a variabilidade espaço temporal dos anos de 2013, 2016, 2019 e 2022 na cidade de João Pessoa-PB, utilizando a temperatura da superfície, dinâmica local e ocupação do solo, também foram utilizados dados de temperatura e umidade relativa do ar proveniente de duas estações meteorológicas do INMET, afim de analisar o índice de Desconforto Térmico de Thom (IDT). Os resultados identificaram que o desmatamento e a perda de áreas verdes contribuem para a formação de ilhas de calor, recebendo a classificação “pouco confortável”.

Ademais, estudos internacionais como um realizado no Canadá por Vanos et al. (2019) de maio a outubro de 2012 a 2018 avaliou o uso de sensores, como o WBGT para exposição ao calor durante o verão em trabalhadores de áreas externas. Os resultados mostraram informações importantes, apontando que os níveis mais significantes de desconforto ocorrem no local de trabalho, este fator gera cerca de 1% de perda de horas trabalhadas anuais e que tais situações geram um prejuízo médio de 1.100 dólares canadenses para os trabalhadores ou para os empregadores.

Não existem muitos estudos publicados, que avaliam o desconforto térmico através dos Índices de Desconforto (Índice de Temperatura e Umidade e Índice de Calor), que permitem identificar os efeitos acerca da saúde da população,

especificamente doenças respiratórias com proposições que possibilitem mitigar os efeitos do desconforto na região cerrado-amazônico mato-grossense.

Deste modo, considerando que o estado de Mato Grosso possui um clima tropical, assim como todo o Brasil, também tem sofrido o efeito das mudanças climáticas. Atualmente é considerado o Estado com uma economia fortemente agrícola, e dentre a população mais vulnerável encontram-se os trabalhadores rurais, que muitas vezes são expostos a jornadas exaustivas de trabalho diariamente, como mencionado acima, as alterações climáticas podem ocasionar diversos problemas de saúde. É imprescindível que a relação das mudanças do clima seja analisada com o desconforto térmico e a influência dos índices sob as taxas de internações e mortalidade de diversas patologias, em específico das doenças respiratórias.

A dissertação foi organizada em dois capítulos. O capítulo I - Índices de desconforto térmico na saúde de adultos e idosos em diferentes biomas mato-grossenses. O objetivo desta pesquisa foi analisar os índices de desconforto térmico (Índice de Temperatura e Umidade e o Índice de Calor) em dois municípios do estado de Mato Grosso, localizados em diferentes biomas e suas correlações com as taxas de internações e mortalidades por doenças do sistema respiratório.

O segundo, intitulado: Variabilidade meteorológica horária do desconforto térmico nos biomas amazônico e cerrado mato-grossense. O objetivo foi avaliar a variabilidade horária da temperatura, umidade relativa do ar e do desconforto térmico, para determinação de mapas de índices de calor e horários de maiores riscos a população de dois municípios do estado de Mato Grosso, localizados nos biomas amazônico-cerrado mato-grossense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66, set./dez., 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/TRsRMLDdzxRsz85QNYFQBHs/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

FERNANDES, T. et al. Variabilidade das chuvas e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em populações expostas a mudanças hídricas no sudeste da Amazônia paraense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 04, p. 1519-1536, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.4.p1519-1536>. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244571/36008>>. Acesso em: 03 jan. 2023.

FREITAS, C. M. et al. **Mudanças climáticas, redução de riscos de desastres e emergências em saúde pública nos níveis global e nacional**. Rio de Janeiro: Fiocruz/Saúde Amanhã, 2019. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/40346/FREITAS-CARLOS-et-al-Mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-redu%C3%A7%C3%A3o-de-riscos-de-desastres-e-emerg%C3%Aancias-em-sa%C3%Bade-p%C3%Bablica.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 09 jun. 2023.

GUIRGUIS, K. et al. Heat wave probability in the changing climate of the Southwest US. **Climate Dynamics**, v. 50, n. 9-10, p. 3853- 3864, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3850-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-017-3850-3>. Acesso em: 11 jan. 2023.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S.M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v. 12, n. 4, p. 189-201, dez. 2003. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742003000400003>. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742003000400003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 05 maio. 2023.

MANDÚ, T. B. et al. Impacto das Ondas de Calor no Conforto Térmico Humano na Região da Floresta Nacional do Tapajós, Oeste do Pará. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 98-108, out., 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.37002/biobrasil.v11i4.1775>. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/1775>. Acesso em 08 maio. 2023.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento. **Plano de Desenvolvimento: Região de Planejamento VII – Oeste**. Cuiabá: SEPLAN, 2005. Disponível em: http://www.repositorio.seplan.mt.gov.br/planejamento/download/dr/VII_caceres.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.

MENDES, R. M. et al. Proposição de limiares críticos ambientais para uso em sistema de alertas de deslizamentos. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 40, n. 1, p. 61-77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.165390>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/165390>. Acesso em 15 maio. 2023.

VANOS, J. et al. Tord. Workplace heat exposure, health protection, and economic impacts: A case study in Canada. **American journal of industrial medicine**, v. 62, n. 12, p. 1024-1037, 2019. DOI: 10.1002/ajim.22966. Acesso em: 09 de nov. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **O que são as mudanças climáticas?** ONU, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>. Acesso em: 6 fev. 2023.

PAGNOSSIN, E. M.; BURIOL, G. A.; GRACIOLLI, M. A. Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. **Disciplinarum Sciential Saúde**, v. 2, n. 1, p. 149-161, 2016. DOI: <https://doi.org/10.37777/803>. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/803>. Acesso em 20 mar. 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. OPAS. Mudança do Clima para Profissionais de Saúde. Guia de bolso. 2021. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54510/9789275721841_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 de jan. 2024.

RAMIRIO, L. D. et al. Exposição de trabalhadores ao calor ocupacional durante a colheita manual do cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 51, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200556>. Acesso em: 09 de nov. de 2023.

ROSCANI, R. C. et al. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, p. e00211415, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00211415>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/KFhnDpyQCCJhPzSF5FdBDjw/?lang=pt>. Acesso em 03 jun. 2023.

ARTIGO 1: ÍNDICES DE DESCONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE DE ADULTOS E IDOSOS EM DIFERENTES BIOMAS MATO-GROSSENSES

RESUMO

A variabilidade climática pode ocasionar desconforto térmico afetando a saúde da população, uma vez que os elementos do clima como a temperatura e umidade relativa do ar podem ter relação e interação com o desconforto térmico de acordo com a localidade. O objetivo foi analisar os índices de desconforto térmico (Índice de Temperatura e umidade e Índice de Calor) em dois municípios do estado de Mato Grosso, localizados em diferentes biomas, e suas correlações com as taxas de internações e mortalidade por doenças do sistema respiratório ocorridas em adultos e idosos. Foi um estudo observacional, ecológico e quantitativo. Os índices de desconforto térmico foram calculados utilizando o Índice de Calor (IC) e o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), os dados meteorológicos foram de duas estações automáticas (INMET) e os dados de saúde, por doenças do aparelho respiratório, foram obtidos pelo Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS), as internações de 2013 a 2022 e a mortalidade de 2013 a 2020. As correlações mais significativas aconteceram entre as taxas de internações por doenças respiratórias, na cidade de Alta Floresta a idade de 60 e mais demonstrou que no mês de julho houve correlação forte entre temperatura média ($R= 0,83$, $p<0,05$); temperatura mínima ($R= 0,85$, $p<0,05$); umidade relativa média e máxima ($R= -0,72$, $p<0,05$; $-0,77$, $p<0,05$). A amplitude térmica demonstrou uma correlação bem forte no mês de outubro ($R=0,94$, $p<0,05$). A internação em Tangará da Serra também exibiu diversas correlações entre a idade de 20-59 anos, porém a idade de 60 anos e mais teve maiores correlações. Isto é, em Alta Floresta a mortalidade é maior e em Tangará da Serra a internação. Os elementos analisados demonstram uma relação com o número de internações e óbitos por doenças do aparelho respiratório em ambas cidades.

Palavras-Chave: Doenças dos trabalhadores agrícolas; doenças respiratórias; exposição ambiental.

PAPER 1: THERMAL DISCOMFORT INDICES IN THE HEALTH OF ADULTS AND ELDERLY IN DIFFERENT BIOMES OF MATO GROSSO

ABSTRACT

Climate variability may cause thermal discomfort, affecting the population's health, as climate elements such as temperature and relative humidity can relate to and interact with thermal discomfort depending on the location. The objective was to analyze thermal discomfort indices (Temperature and Humidity Index and Heat Index) in two municipalities in the state of Mato Grosso, located in different biomes, and their correlations with hospitalization and mortality rates due to respiratory system diseases occurring in adults and the elderly. It was an observational, ecological, and quantitative study. Thermal discomfort indices were calculated using the Heat Index (HI) and the Temperature and Humidity Index (THI), we used meteorological data from two automatic stations (INMET), and health data for respiratory system diseases were obtained from the Hospital Information System of the Unified Health System (SIH/SUS), with hospitalizations from 2013 to 2022 and mortality from 2013 to 2020. The most significant correlations occurred between hospitalization rates for respiratory diseases in the city of Alta Floresta, with people aged 60 and older showing strong correlations in July between average temperature ($R=0.83$, $p<0.05$); minimum temperature ($R=0.85$, $p<0.05$); average and maximum relative humidity ($R=-0.72$, $p<0.05$; -0.77 , $p<0.05$). Thermal amplitude showed a very strong correlation in October ($R=0.94$, $p<0.05$). Hospitalization in Tangará da Serra also exhibited several correlations, both among people aged 20-59, but those aged 60 and older had more correlations. That is, in Alta Floresta, mortality is higher, and in Tangará da Serra, hospitalization is higher. The elements analyzed demonstrate a relationship with the number of hospitalizations and deaths due to respiratory system diseases in both cities.

Keywords: Agricultural Workers' Diseases; Respiratory Diseases; Environmental Exposure.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saúde não significa apenas a ausência de doenças e sim o pleno bem-estar físico, mental e social (WHO, 2006). A ocorrência de enfermidades carece, portanto, de diferentes fatores, entre os quais, o clima é um condicionante propício para criar ambientes favoráveis à reprodução de vetores e aumento de determinadas doenças (BARCELLOS; HACON, 2016).

Já existem evidências científicas de que as alterações climáticas, ocorrem devido às emissões de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, essa situação tem chamado a atenção em estudos das consequências socioeconômicas, além disso, é necessário a verificação e implicação principalmente para a saúde humana (IPCC, 2014).

Nos últimos anos pesquisadores observam que surgiram novas doenças, bem como o ressurgimento de doenças que estavam erradicadas. Estes eventos, denominados de doenças emergentes e reemergentes são doenças que têm um impacto significativo nos seres humanos, sendo que o impacto nos órgãos e principais sistemas é grave e pode deixar sequelas limitantes ou levar a morte. As doenças reemergentes, indicam mudanças no comportamento epidemiológico de doenças conhecidas que foram controladas, porém continuam a representar uma ameaça à saúde humana (MORAIS et al., 2020).

Evidências científicas comprovam que as variabilidades climáticas são responsáveis por oscilações no padrão climático regional, local ou global. Alguns elementos como a umidade e a temperatura do ar podem beneficiar a reprodução de agentes patogênicos e infecciosos que auxiliam no desenvolvimento de doenças. Pesquisas como a de Araújo et. al (2019) identificaram que é possível vincular as condições atmosféricas com a sociedade e o estado de saúde e ou doença dos seres humanos, constituindo uma das diversas manifestações entre clima e saúde.

Já existem evidências da influência do clima e as ocorrências de algumas doenças, ainda assim não é possível estabelecer todas as doenças sensíveis ao clima (DSC). Além do mais, é imprescindível compreender quais são os mecanismos de exposição, ou seja, quais variáveis climáticas podem ter relação com a incidência de doenças e como esse processo decorre. Essa problemática têm sido objeto de muitas pesquisas, as respostas podem apontar prioridades para pesquisas que envolvam

políticas públicas e ações de vigilância em saúde voltadas para o monitoramento e controle dos impactos relacionados ao calor (SOUSA et al., 2018).

Para Beber et al. (2020) já existem evidências de que ocorre uma ligação direta entre as variabilidades climáticas e a saúde da população em geral, especialmente a função pulmonar e a existência de doenças respiratórias.

Dados do Instituto Nacional de Saúde Suplementar do Ministério da Saúde mostram que o Brasil teve o maior número de internações por doenças respiratórias em 2019, que causaram 506,9 mil internações, representando 5,9% do total de internações. As principais causas de internação no país são: hábitos diários e a exposição a poluentes atmosféricos, considerados fortes influências sobre a incidências de doenças, principalmente do sistema respiratório (AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2020).

As Doenças Respiratórias (DR) agudas consistem em processos inflamatórios com duração de até 21 dias, podendo ser de causa viral infecciosa, como pneumonia ou não infecciosa, como a asma. Podem apresentar algumas principais manifestações clínicas, dentre essas: tosse, dispneia (dificuldade respiratória), dor de garganta, congestão e/ou corrimento nasal. Além do mais, podem ser resultantes tanto de processos agudos, quanto crônicos o que pode dificultar a determinação da origem (BUDDEN LKF et al., 2019).

As DR estão entre as principais causas de morte da população idosa do país e um dos motivos para a incapacidade e perda da autonomia, o que impõe custos altos ao Sistema Único de Saúde (SUS) (ROSSETO et al., 2019).

Em situações normais a variação da temperatura central do corpo deve estar entre 36,5° C e 37,5° C, quando ultrapassa estes valores, entre 38° C e 39° C, o corpo pode apresentar “estresse térmico” ou “desconforto térmico”, trazendo prejuízos para a saúde humana. Casos mais preocupantes, em que a temperatura ultrapassar 40° C podem provocar insolação, câimbras, esgotamento físico, inúmeros danos, ocasionando até mesmo a morte (ANDREWS et al., 2018).

Para determinar como o conforto e ou desconforto térmico de uma pessoa se relacionam com o ambiente, vários indicadores biofísicos foram desenvolvidos para diferentes aspectos, com base na troca de calor entre o corpo e o ambiente. E são baseados em indicadores fisiológicos e subjetivos, os fisiológicos, são respostas causadas por condições conhecidas, como temperatura do ar seco, temperatura radiante média, umidade do ar, velocidade do vento, etc. Já os indicadores subjetivos

são fundamentados no conforto experimentado sob condições de mudanças dos elementos de conforto térmico (SILVA et al., 2018).

Steadman (1979) foi o elaborador da equação do Índice de Calor (IC), que utilizamos neste trabalho. No início da criação do índice, Steadman (1979) incluiu diversos parâmetros como as dimensões humanas, radiação efetiva da pele, pressão por vapor, velocidade do vento, radiação e outros. Porém, o modelo utilizado foi comprimido para conseguir utilizar uma equação com variáveis independentes mais comuns, podendo ser mensurado pelo índice de temperatura média do ar (°F ou °C) e umidade relativa do ar (%).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), também utilizado, é um instrumento que estima a sensação térmica dentro de três principais faixas de classificação, sendo elas: confortável, levemente desconfortável e extremamente desconfortável (XAVIER et al., 2022).

A avaliação dos elementos climáticos importância é fundamental para a saúde dos trabalhadores jovens que estão expostos atualmente, ou o grupo dos idosos, que já sofreram exposição prolongada no decorrer da vida e são considerados “vulneráveis”. Além do mais, a análise do “desconforto térmico” permite que sejam propostas modificações dentro do planejamento estratégico nas cidades e áreas rurais com o objetivo de melhorar processos de aclimação para a população, de maneira que não sofram impactos na saúde. Dentro dos locais de trabalho também é possível haver redução do desconforto, através da utilização de barreiras refletoras de calor, diminuição da exposição e avaliação dos riscos à saúde dos trabalhadores.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar os índices de desconforto térmico (ITU e IC) em dois municípios do estado de Mato Grosso, localizados em diferentes biomas, e suas correlações com as taxas de internações e mortalidades por doenças do sistema respiratório, ocorridas em adultos e idosos.

MATERIAL E MÉTODOS

TIPO DE ESTUDO

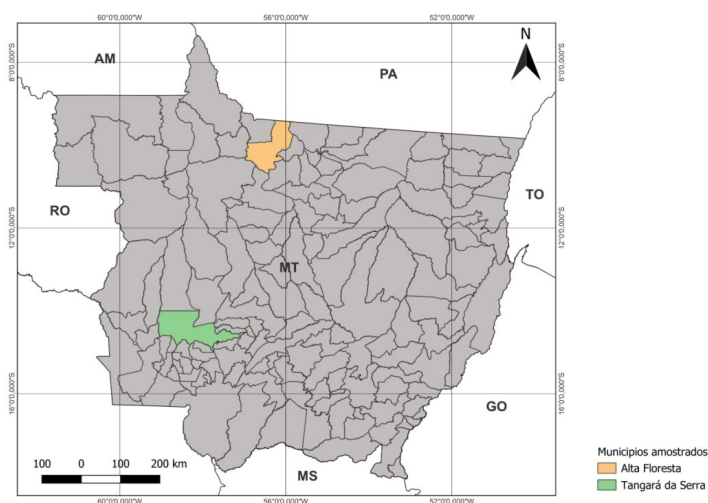
Estudo observacional, ecológico e quantitativo. Para Freire e Pattussi (2018) esse tipo de estudo verifica os dados de uma população ou grupos de pessoas, e

utiliza os mesmos dados para comparar a frequência de uma doença ou efeitos diferentes durante um determinado tempo.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em dois municípios do estado de Mato Grosso (MT): Alta Floresta e Tangará da Serra (Figura 1). O Estado está inserido na Amazônia Legal brasileira e possui três dos seis biomas do País (Pantanal, Cerrado e Amazônia) (CHIOVETO, 2014).

Figura 1. Localização do estudo no estado de Mato Grosso, nos municípios de Alta Floresta e Tangará da Serra - MT.



Fonte: A autora (2023).

Alta Floresta (AF) está localizada no extremo norte do estado de Mato Grosso, em uma distância de 830 km de Cuiabá, a capital. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o município tem uma população de 52.105 pessoas e a área territorial de 8.955,410 Km² (IBGE, 2020, 2021). Segundo a classificação de Köppen o clima local é tropical úmido. A área vegetativa é constituída por seis regiões com evidência para a floresta “ombrófila aberta submontana com cipó”, é uma transição entre as florestas amazônicas e áreas extra-amazônicas. Averigua-se o aparecimento de desmatamento na região da bacia, que podem estar ligadas ao beneficiamento dos cultivos agrícolas (OLIVEIRA; PIERANGELI; SOUSA, 2019).

Tangará da Serra (MT) possui uma área territorial de 11.636,976 km² e a população de 107.631 (IBGE, 2020, 2021). O clima prevalente no estado de Mato Grosso é tropical super-úmido de monção, com elevada temperatura média anual, superior a 24° C e alta pluviosidade (2.000mm anuais); e tropical com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias de 23°C no planalto. O município de Tangará da Serra- MT apresenta clima tropical Brasil central, quente semiúmido, com média de temperatura acima de 18 °C em todos os meses do ano, com quatro a cinco meses secos (DALLACORT et al., 2011).

A região Centro-Oeste é composta dos seguintes estados: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal. É considerada a segunda maior parte do Brasil em área territorial e a menos habitada (SILVA et al., 2018). Essa região é uma das maiores transportadoras de grãos do Brasil, com uma colaboração em torno de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) de todo o país (CONAB, 2020). Produz sobretudo culturas de soja, milho e algodão (BARRETO et al., 2020). Os cenários edafoclimáticas da região estimulam o desenvolvimento agropecuário (BARBOSA et al., 2019).

Ambas cidades foram escolhidas em decorrência dos biomas cerrado-amazônico, bem como suas principais características que delimitam estações bem definidas: seca e chuvosa. A distribuição das chuvas influenciam a parte vegetativa. Em relação as características climáticas existem variações espaço temporal de temperaturas: máxima, média e mínima. Assim como de radiação solar, evapotranspiração, umidade relativa do ar (NASCIMENTO e NOVAIS, 2020).

DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos foram coletados de 2013 até 2022 em ambas cidades (Tabela 1). A base de dados foi do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Tangará da Serra e Alta Floresta. Ambas cidades possuem uma estação meteorológica com equipamentos da Campbell Scientific. Têm Datalogger (modelo CR1000) programados para coletarem dados a cada 30 segundos e armazenar a média em 15 minutos, sendo compostas por sensores CS215 de temperatura (°C) e umidade relativa (%) e pluviômetro TB4 rain gauge (Campbell Scientific Inc., USA).

O mês de janeiro de 2013 foi escolhido para iniciar a coleta das informações por ter sido o mesmo período da instalação do datalogger. A coleta de dados foi finalizada em dezembro de 2022, em decorrência da última atualização dos dados no *site* da saúde.

Tabela 1. Localização geográfica das estações meteorológicas.

Estação	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
Alta Floresta	284	09° 51' 43"	56° 04' 06"
Tangará da Serra	440	14° 39' 00"	57° 25' 53,5"

Fonte: Estação meteorológica de Alta Floresta e Tangará da Serra (2023).

Nesta pesquisa foram avaliadas as seguintes variáveis climáticas: precipitação acumulada mensal, temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa do ar, máxima, média e mínima durante os anos de 2013 até 2022. Foram realizados os cálculos para as médias de temperatura, umidade e amplitude térmica e a somatória da precipitação de todos os meses.

DADOS DO DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE

Os dados de internações hospitalares e mortalidade, foram extraídos a partir do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS), disponível na página eletrônica do Departamento de Informática do SUS, alimentado pelo Ministério da Saúde do Brasil. Os filtros foram: dados de internação por doenças respiratórias - Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/SUS), geral por local de residência a partir de 2013 até 2022 nos dois municípios. Os dados de mortalidade do sistema respiratório, nos dois municípios de 2013 até 2020, foram filtrados por: Estatísticas vitais; Mortalidade – desde 1996 pela Classificação Internacional de Doença (CID-10); mortalidade geral; óbitos por residência.

Tendo em vista que 2020 é o último ano que possui dados de mortalidade. A escolha da faixa etária de >20 foi de acordo com os dados do IBGE (2022) na região Centro-Oeste, cujos maiores grupos de pessoas com idade para trabalhar foram de 25 a 59 anos, que representam (63,3%) em seguida os idosos de 60 anos e mais

(15,7%). Não houve exclusões nos campos de: sexo, cor, raça, escolaridade e estado civil.

ÍNDICES DE DESCONFORTO TÉRMICO

Os métodos para classificar se há ou não desconforto térmico em ambas as cidades foram: o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o Índice de Calor (IC). O primeiro foi desenvolvido por Thom em 1958, estimado por meio da equação 1:

$$ITU = 0,8 \cdot T_{ar} + \left(\frac{UR \times T_{ar}}{500} \right) \quad (1)$$

O ITU é o Índice de Temperatura e Umidade; T_{ar} a Temperatura do Ar em Graus Celsius; e UR a Umidade Relativa do Ar em Porcentagem %.

Este índice, determina três níveis de conforto térmico para ambientes externos: confortável a sensação de 21° C e 24° C; levemente desconfortável, sensação entre 24° C e 26° C e extremamente desconfortável, superior a 26° C (Tabela 2). A utilização deste índice é oportuna para locais com maior insolação, onde poderemos avaliar o “stress térmico” no ambiente. Entretanto, a faixa de sensação térmica não classifica valores encontrados abaixo de 21°C (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007).

Tabela 2. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) faixa de sensação térmica.

Faixas	ITU (°C)	Níveis de conforto
1	21 < ITU < 24	Confortável
2	24 < ITU < 26	Levemente desconfortável
3	ITU > 26	Extremamente desconfortável

Fonte: Adaptado de Nóbrega e Lemos (2011).

O índice de calor (IC) foi proposto por Steadman (1979), conforme equação 2:

$$\begin{aligned}
 IC = & -42,379 + 2,04901523 \cdot T + 10,14333127 \cdot UR - 0,22475541 \cdot T \cdot UR \\
 & - 6,83783 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - 5,481717 \times 10^{-2} \cdot UR^2 \\
 & + 1,22874 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 \cdot UR + 8,5282 \cdot 10^{-4} \cdot T \cdot UR^2 \\
 & - 1,99 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \cdot UR^2
 \end{aligned} \quad 2)$$

O IC é o Índice de Calor estimado em Fahrenheit e convertido para °C; T é a temperatura do ar em °F; UR é a umidade relativa em % (BARBOZA et al., 2019). O IC determina cinco níveis de conforto térmico (Tabela 3).

Tabela 3. Relação do índice de calor (IC) com os possíveis sintomas da população.

Nível de Alerta	Índice de Calor	Sintomas
Perigo Extremo	54,0° C ou mais	Insolação; risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.
Perigo	41,1° C – 54,0° C	Câimbras, insolação, esgotamento físico. Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposições prolongadas com atividades físicas.
Cautela Extrema	32,1° C – 41,0° C	Possibilidade de câimbras, de esgotamento físico e insolação para exposições prolongadas e atividades físicas.
Cautela	27,1° C – 32,0° C	Possível fadiga em casos de exposições prolongadas e prática de atividades físicas.
Não há alerta	Menor que 27,0°C	Não há problemas.

Adaptado de: NOAA, [s.d.].

ANÁLISE DE DADOS

Foi realizada a estatística descritiva, que permite o resumo e organização do conjunto de dados, e elaborada uma planilha eletrônica, em seguida deu-se o desenvolvimento de tabelas e gráficos para melhor compreensão das informações. Aplicou-se o teste de normalidade: Shapiro com os bancos de dados. Após, foi detectada a normalidade dos resíduos dos conjuntos de dados.

A análise estatística, ocorreu pela correlação de Pearson entre todas as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e amplitude térmica) por meio dos valores médios, com exceção da precipitação em que precisou utilizar a soma de todos os meses, também para os índices de desconforto térmico, Índice de Temperatura e Umidade e Índice de Calor médio horário e das 14h, juntamente com os números de internações e mortalidade por doenças respiratórias.

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida de associação linear entre variáveis, ou seja, ele é uma medida da variância compartilhada entre duas variáveis onde $p < 0,05$ (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009). Os gráficos

foram realizados através do Programa R (R Core Team, 2023). Para determinar o nível de correlação, utilizou-se a classificação de Andriotti (2003) (Tabela 4).

Tabela 4. Classificação dos valores da correlação de Pearson:

Grau de Correlação	Coeficiente
Bem fraca	$0 \leq r < 0,19$
Fraca	$0,20 \leq r < 0,39$
Moderada	$0,40 \leq r < 0,69$
Forte	$0,70 \leq r < 0,89$
Bem forte	$0,90 \leq r < 1,00$

Fonte: Andriotti (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR EM AMBAS AS CIDADES

Alta Floresta, possui duas estações bem definidas, a estação seca, de maio a outubro e a chuvosa, de novembro a abril, com uma precipitação média anual de 1969.1mm. Os meses de menor precipitação foram de maio até outubro, com variação de 4.4 mm a 78.3 mm. Os maiores volumes de precipitação foram janeiro (264.5 mm), fevereiro (257.9 mm) e março (284.7 mm). Julho teve menor precipitação (4.4 mm) e março a maior (284.7 mm) (Figura 2).

Caioni (2021) identificou que a pluviometria média em Alta Floresta é em torno de 2.213,37 mm e que o município apresenta duas estações bem definidas.

Alta Floresta, encontra-se ao extremo norte de Mato Grosso, no bioma amazônico, de acordo com Nimer (1972), a porção do extremo norte é a mais chuvosa do Estado. Ramos (2014), constatou que em Mato Grosso existe uma enorme variabilidade espacial de chuva, apresentando uma variação de 1.200 a 2.200mm e as maiores quantidades encontram-se ao norte do Estado.

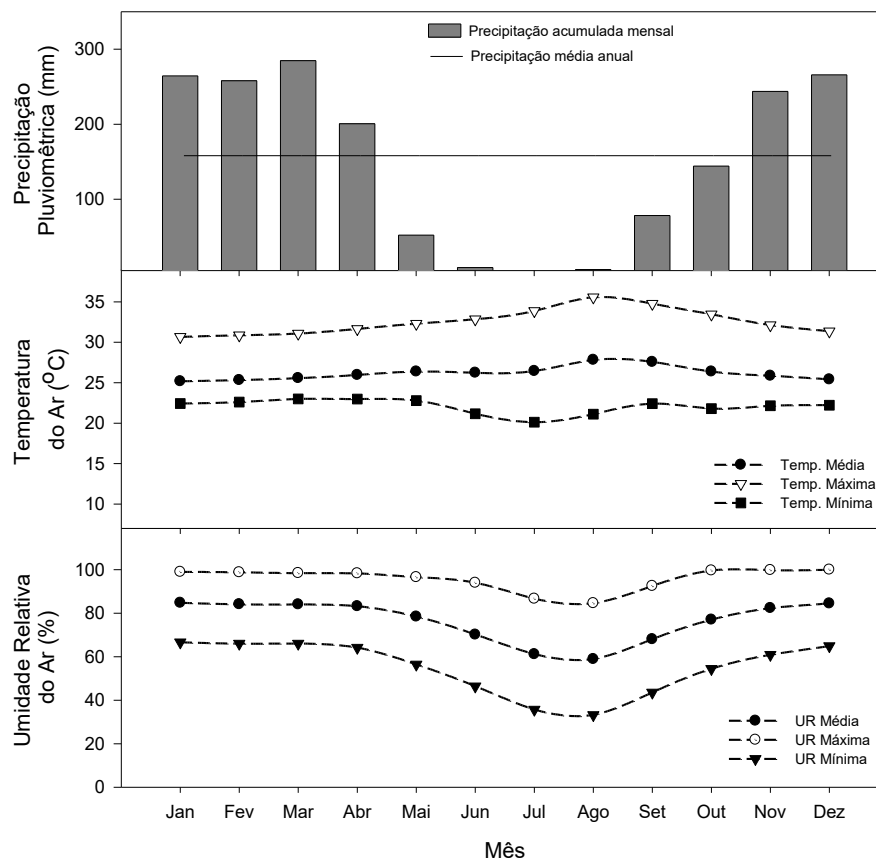
Oliveira, Pierangeli e Sousa (2019) em sua pesquisa na região de Alta Floresta analisaram que ocorre uma diminuição de precipitação, principalmente entre os meses de junho, julho e agosto. Como também Rodrigues et al. (2020) identificou que existe uma diminuição da precipitação, sobretudo entre os meses de maio a setembro, correspondente ao período seco da região.

Tangará da Serra também apresenta duas estações bem definidas, de abril a setembro é seca e de outubro a março chuvosa, com uma precipitação média anual de 1616.0 mm. Dallacort et al. (2011) identificou em seu estudo que Tangará da Serra tem duas estações bem definidas e que a maior prevalência de precipitação ocorreu entre janeiro e março (Figura 2).

Picanço e Gomes (2019) obtiveram a média de precipitação superior a 300mm no mês de fevereiro, assim como aconteceu em Tangará.

A média mensal dos municípios avaliados apresentou duas estações bem definidas. Ou seja, existe a tendência semelhante de clima em pesquisas na mesma localidade de Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso (DANIEL et al., 2021).

Figura 2. Média mensal de precipitação acumulada e temperatura e umidade relativa do ar no período de 2013 e 2022 no município de Alta Floresta- MT.



Fonte: Estação Meteorológica de Alta Floresta e Tangará da Serra (2023).

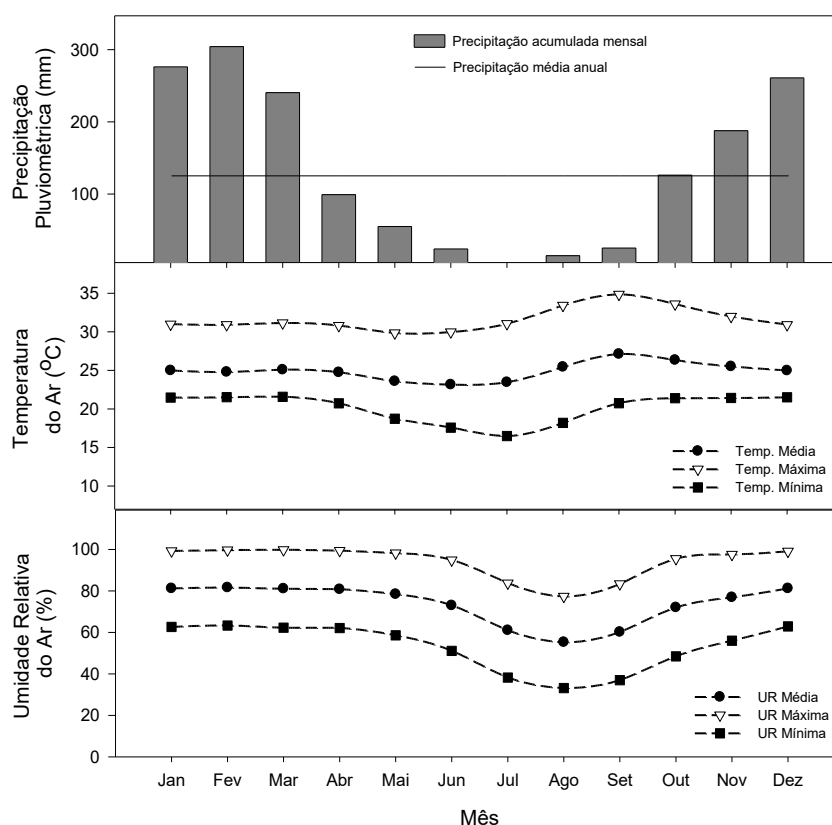
Os meses de abril a setembro em Tangará da Serra tiveram as menores precipitações, variando de 4,9mm a 5,5mm. Os maiores valores foram: janeiro (276,3mm); fevereiro (304,2mm) e março (240,5mm). Sendo o mês de julho menor (4,9mm) e fevereiro maior (304,8mm) (Figura 3).

Gomes (2022) observou que a temperatura diminuiu entre os meses de maio até julho, correspondendo a estação do outono e se estende até meados do inverno, aumentando entre os meses secos de agosto e setembro.

A temperatura média de Alta Floresta ficou em torno dos 26,2°C. O mês de maior temperatura foi agosto (35,6°C) e menor julho (20,1°C). Em Tangará da Serra a média da temperatura foi 24,9°C. Setembro apresentou maior temperatura (34,8°C) e a menor julho (16,5°C) (FIGURA 3).

Souza e Sant'anna Neto (2006) identificaram no município de Alta Floresta as maiores médias de temperatura entre julho e agosto, e as menores de janeiro a fevereiro, corroborando aos resultados da presente pesquisa.

Figura 3. Média mensal de precipitação acumulada, temperatura e umidade relativa do ar, no período de 2013 e 2022, no município de Tangará da Serra- MT.



Fonte: Estação Meteorológica de Alta Floresta e Tangará da Serra (2023).

A tendência é que a temperatura aumente quando a altitude for menor, e diminua quando houver elevação da altitude, visto que em regiões tropicais assim como em Alta Floresta a altitude é considerada um dos motivos que mais podem inferir sobre a variação espacial de temperatura do ar (AYOADE, 2004).

Em AF a média da umidade relativa do ar foi 76,4%. A máxima em dezembro (100%) e a mínima em agosto (33,2%). Tangará da Serra teve a umidade relativa do ar máxima em fevereiro (99,8%) e a mínima em agosto (33,2%).

Alguns estudos apontam uma relação entre umidade e amplitude, pois quanto maior é a umidade relativa do ar, maior é a quantidade de chuva e menor a amplitude

térmica. Podendo ser comprovado pelos dados deste estudo, o qual obteve uma média da precipitação maior em AF e o mês de maior umidade (janeiro – 84.8%) foi o de menor amplitude térmica (7,85).

Em outras pesquisas, a umidade relativa exibiu valores elevados ao longo de todo o ano, com destaque para os meses de dezembro até abril, que obtiveram as maiores médias uma variação de 84% a 82% (PICANÇO; GOMES, 2019).

O mesmo resultado foi obtido por Lucena, Cabral Júnior e Steinke (2020), na qual agosto teve a menor umidade registrada, com a média de 42,6%. Moreira (2015) também identificou que em Tangará da Serra a média mensal da umidade relativa foi mais baixa em agosto (46,39).

Os meses que a população e os trabalhadores rurais devem obter maiores cuidados em Alta Floresta são: agosto que teve a menor umidade e maior temperatura, assim como em Tangará da Serra, agosto foi o mês de menor umidade e setembro maior temperatura. Nesses meses os cuidados com saúde devem ser redobrados, aumentando a ingestão hídrica, hidratação da pele, uso de cremes protetores e hidratantes, utilizar vestimentas leves e adequadas, evitar fatores que causam irritabilidade e crises alérgicas.

De acordo com as orientações da Organização Mundial da Saúde - OMS, níveis abaixo de 60% de umidade relativa do ar não são favoráveis para a saúde (SGE-SP, 2017). Quando a umidade fica entre 20% e 30%, classifica-se como estado de atenção (CEPAGRI, 2008).

As doenças respiratórias também podem ser desencadeadas pela alta umidade relativa do ar, em Alta Floresta acontece em dezembro e em Tangará da Serra, fevereiro. Nestes meses é necessário evitar locais que possuem uma alta proliferação de fungos e bactérias, podem aumentar o risco de desenvolver doenças respiratórias.

O ser humano apresenta sensibilidade às variações da umidade relativa do ar, isso acontece devido a eliminação de água que organismo produz através da transpiração. E, nestas situações, a baixa umidade demonstra uma situação perigosa para a saúde humana, pode provocar desidratação, aumento nos casos de doenças respiratórias, como demais alterações e/ou prejuízos à saúde (STEINKER, 2012).

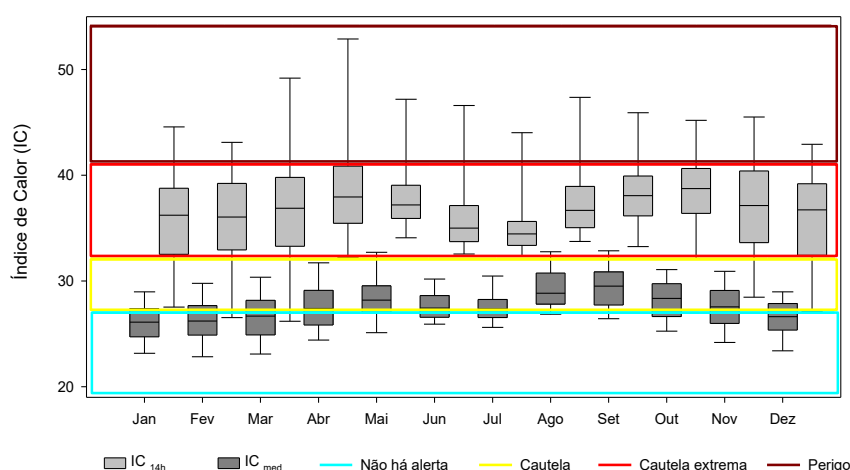
Analisando o IC_{med} de Alta Floresta, a classificação de “não há alerta” foi (40,9%), “cautela” (52,6%), ambas tiveram maior representatividade, seguidas da “cautela extrema” que foi menor, com 6,5% nesta faixa de desconforto. Janeiro foi o mês com os maiores índices classificados como “não há alerta” (69,2%) e agosto os menores (11,4%) sendo considerado o mês de maior desconforto (Figura 4).

No IC_{14h} de Alta Floresta os resultados foram diferentes em todas as classificações. O menor valor foi de “não há alerta” (4,9%), “cautela” (7,7%), “perigo” (15,2%), e a “cautela extrema” teve maior percentual (72,2%). Março alcançou os maiores valores classificados como “não há alerta” (11,2%) e junho e agosto os menores (0,5%), sendo os meses de maior desconforto (Figura 4).

No IC_{med} de Tangará da Serra, a “cautela extrema” foi menor (1,5%), “cautela” (33,1%), e “não há alerta” (65,4%). Junho e julho foram os meses de maior conforto (91,7%; 85,1%, respectivamente). Setembro maior desconforto (26,7%) (Figura 5).

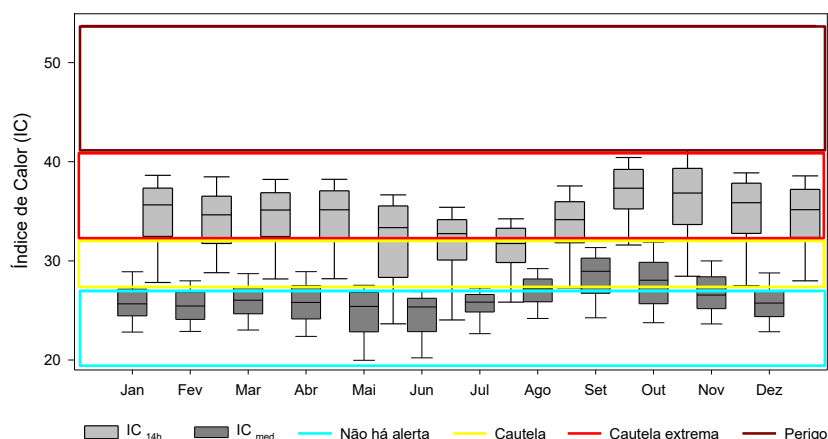
Diferentemente no IC_{14h} em Tangará da Serra a classificação “perigo” apresentou (1,5%), “não há alerta” (10,4%), “cautela” (18%) e o maior número de dias foram classificados como “cautela extrema” às 14 horas (70%). Maio foi o mês de maior conforto (20,6%) e setembro de maior desconforto (4,8%) (Figura 5).

Figura 4. Distribuição mensal do IC médio diário e das 14 horas entre 2013 e 2022 no município de Alta Floresta- MT.



Fonte: A autora (2023).

Figura 5. Distribuição mensal do IC médio diário e das 14 horas entre 2013 e 2022 no município de Tangará da Serra- MT.



Fonte: A autora (2023).

Agosto e setembro tanto no IC_{med} quanto no IC_{14h} das cidades, foram os meses de maior desconforto térmico, isso acontece na maior parte das regiões do Brasil, principalmente na região do estado de Mato Grosso, no qual estes meses são considerados os de maior temperatura. De acordo com o Inmet (2023) agosto e setembro foram os dois meses que apresentaram um maior desvio de temperatura. Setembro também é considerado o mês com maior prevalência de focos de incêndios e queimadas.

Ao avaliar o horário das 14h em Alta Floresta, o mês de abril teve maior dispersão dos dados na classificação de “cautela extrema” (72,7%). Este fato pode estar associado a um aumento da amplitude térmica, a umidade relativa diminui e a proporção de partículas suspensas no ar aumenta. Chamando a atenção para a inserção dos conjuntos virais respiratórios e seus ciclos. O aumento das chuvas aumenta a umidade do ar e diminui as partículas em suspensão, mitigando as condições ambientais, promovendo a ocorrência de doenças relacionadas ao sistema respiratório (SALES, 2019).

Ao avaliar ambas as cidades, Alta Floresta tem uma maior classificação de desconforto, tanto para IC_{med} quanto IC_{14h} sendo que em Tangará da Serra o IC_{med} esteve na maior parte dos dias classificado como “não há alerta” (65,4%) diferentemente de Alta Floresta, que em grande parte dos dias foram classificados como “cautela”, (2,6%). No IC_{14h} Alta Floresta teve maior representatividade de “perigo” do que em Tangará da Serra (15,2%; 1,5%), respectivamente.

Alta Floresta apresentou uma temperatura mais elevada ao ser comparada com Tangará da Serra, e este fato pode ter associação tanto em relação aos processos de ocupação territorial, quanto ao aumento de emissões estimadas de dióxido de Carbono (CO_2), relacionados principalmente à expansão do desmatamento e as queimadas que precederam e coincidiram com os avanços agrícolas, resultando no desmatamento como principal indicador relevante (SANTOS et al., 2021).

Ribeiro (2018) identificou que os valores de IC na região variam de 27°C no período quente úmido, para 43°C no período quente seco.

O corpo humano possui uma formação fisiológica complexa, conservando a temperatura interna sempre em torno de 37°C . O equilíbrio térmico ocorre na correlação entre o calor produzido pelo corpo e o calor irradiado ao ambiente através da pele e pela respiração. Para a saúde humana, a capacidade de manter uma temperatura corporal moderada e permanente é essencial, independentemente das condições ambientais. Entretanto, variações na temperatura corporal que não estão dentro da faixa de ($36,5\text{-}37^\circ$) prejudicam a condição física e mental, podendo causar diversas complicações fisiológicas e patológicas. Sendo que o desconforto térmico está inteiramente associado ao esforço físico e resulta em estresse térmico (VEIGA et al., 2016).

É importante que ambas as cidades, incluam dentro do seu planejamento estratégico alguns cuidados nos dias de maiores temperaturas, pois os efeitos do calor podem causar insolação, câimbras, afecções de pele, exaustão térmica, infecções do trato urinário, distúrbios físicos e hidroeletrólíticos, insuficiência renal, rabdomiólise, podendo ocasionar até mesmo a morte. É necessário a adoção de medidas para ampliar áreas verdes e aclimatadas, estratégias visando reduzir a emissão de gases poluentes.

Mélo (2019) avaliou a importância da cidade de Recife determinar as emissões de gases de efeito estufa e também a necessidade de inferir estratégias que visem promover a mitigação dos efeitos no clima, incorporando inclusive no planejamento urbano, medidas de adaptação e dimensão ambiental.

ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE EM ALTA FLORESTA E TANGARÁ DA SERRA

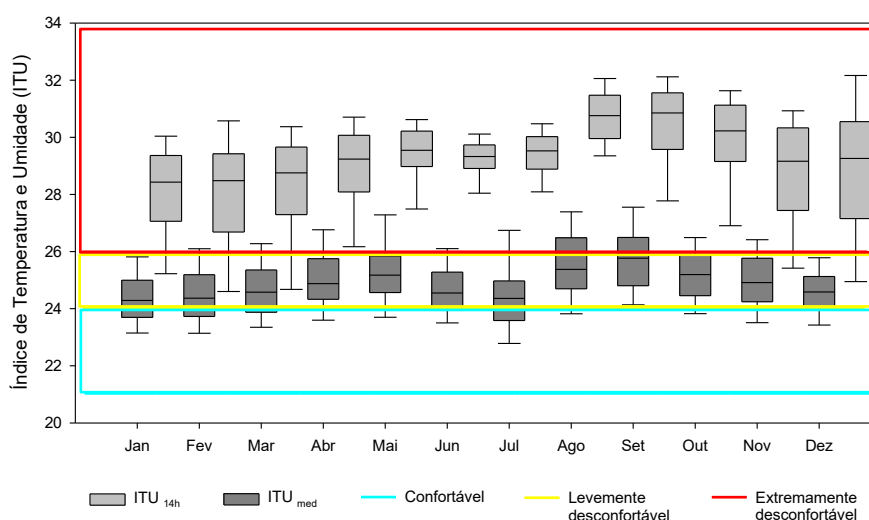
Analisando-se o ITU_{med} de Alta Floresta, 18% dos dias foram classificados como “extremamente desconfortáveis”; 22,5% como “confortáveis” e 59,5% “levemente desconfortável”. Janeiro foi considerado o mês mais confortável (35,8%) e setembro, desconfortável (7,7%) (Figura 6).

No ITU_{14h} de Alta Floresta apenas 2,7% dos dias foram classificados como “confortáveis”; 6,0% “levemente desconfortável” e 91,2% “extremamente desconfortável”. Março foi o mês mais confortável (6,5%). Maio e agosto foram os mais desconfortáveis (0,5%) (Figura 7).

Em Tangará da Serra os valores de $ITU_{médio}$ foram “extremamente desconfortáveis” (7,7%), “levemente desconfortável” (39,7%) e “confortável” (52,6%). Julho foi considerado o mês mais confortável (88,1%) e setembro mais desconfortável (24,3%) (Figura 7).

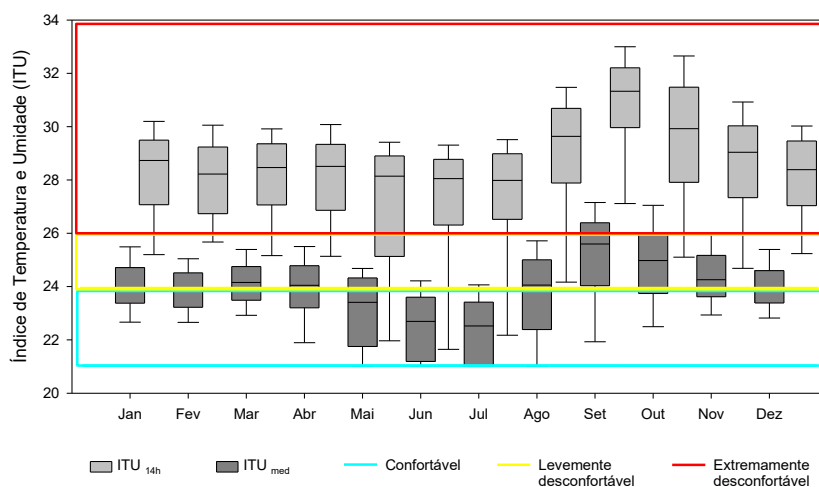
No ITU_{14h} de Tangará, 7,9% dos dias foram classificados como “levemente desconfortável”, 8,6% “confortável” e 83,5% “extremamente desconfortável”. Deste total, maio foi o mês de maior conforto (19,5%) e setembro de maior desconforto (4,2%).

Figura 6. Distribuição mensal do ITU médio diário e das 14 horas de Alta Floresta entre 2013 e 2022.



Fonte: A autora (2023).

Figura 7. Distribuição mensal do ITU médio diário e das 14 horas de Tangará da Serra entre 2013 e 2022.



Fonte: A autora (2023).

Ao analisar o ITU_{14h}, Alta Floresta possui uma maior classificação de “extremamente desconfortável” (91,2%) comparado a Tangará da Serra (83,5%).

A análise dos índices permitiu identificar que Alta Floresta apresenta uma maior taxa de desconforto térmico durante alguns meses e que existem diversos fatores associados, dentre alguns: altitude menor, aumento de atividades agrícolas, maiores áreas devastadas, aumento de focos de queimadas, o bioma amazônico, pois como em Alta Floresta a precipitação é maior, a umidade relativa do ar também é superior, consequentemente a temperatura é mais elevada e possui uma maior variabilidade, o clima equatorial favorece, pois está próximo a Linha do Equador e nestes locais as temperaturas são maiores.

França et al. (2015) comprovaram em seus resultados que o ITU na região de Cuiabá - MT apresentou predomínio de dias extremamente desconfortáveis em setembro.

Em relação ao horário das 14 horas, na pesquisa de Lucena, Cabral Júnior e Steinke (2020) ocorreram grandes diferenças identificadas entre o período analisado, com temperaturas máximas detectadas entre as 13h e 15h.

Estudos atuais apontam que os danos ocasionados aos trabalhadores agrícolas através da exposição excessiva ao calor, influem tanto no estado de saúde quanto na produtividade profissional. Alguns resultados assinalam também para os impactos de maiores índices de acidente de trabalho. Deve-se elencar os prejuízos para a saúde do trabalhador, mas também as perdas econômicas para as empresas, pois ambos sofrem alterações e prejuízos.

Miranda e Aleixo (2024) identificaram que após a avaliação do índice de calor o mesmo apontou desconforto térmico para os meses avaliados no trabalho de camponeses e este fato provocou deterioração no trabalho e efeitos negativos na saúde e bem estar, além da perda de rendimento na produção em decorrência da queda do rendimento da força de trabalho.

Existem também algumas medidas para os locais fechados que possuem fonte artificial de calor no qual o empregador deve adaptar os locais e os postos, reduzir a temperatura ou a emissão da fonte de calor, usar barreira de calor radiante, adequação do sistema de ventilação.

De modo geral, durante os horários de maior exposição o ideal é haja diminuição do ritmo do trabalho, pausas programadas para ingestão de água, descanso e resfriamento da temperatura corporal. Em casos específicos afastamento de forma permanente do local de trabalho em razão de doenças relacionados ao calor. Precisão de programas de aclimação, treinamento para reconhecimento de sinais e sintomas de primeiros socorros.

De acordo com a Norma Reguladora NR 15 anexo Nº 9, existem medidas preventivas e corretivas para o excesso de calor, dentre essas: A) Incentivar e disponibilizar água ou outro líquido ao funcionário; B) Programar os trabalhos mais pesados com condições térmicas amenas; C) Oferta de vestimentas adaptadas ao tipo de exposição. Já as medidas corretivas tem o objetivo de reduzir a exposição ao calor. A) Os empregadores devem adequar as formas de operacionalização do trabalho; B) Alterar as operações que geram maior exposição, com as de menor exposição; disponibilização de locais mais naturais – abertos e termicamente mais amenos que permitam uma recuperação da temperatura corporal (BRASIL, 2021).

INTERNAÇÃO E MORTALIDADE EM ALTA FLORESTA E TANGARÁ DA SERRA

Em Alta Floresta a faixa de 20-59 anos exibiu 39,2% dos casos de internações por Doenças do Aparelho Respiratório durante o período da presente pesquisa. Já 60 anos e mais apresentou um total de 60,8 %. Isto é, a faixa etária de 60 e mais teve uma maior representatividade. Ao analisar esta última faixa etária, considerando-se as estações chuvosa e seca, identifica-se que os maiores índices de internações ocorreram na estação chuvosa com 51,31% de internações. Já a estação seca teve 48,68. Para a mortalidade de 20-59 anos o total foi de 17,9% e 60 anos e mais, 82,1%.

Assim como na internação, a mortalidade teve maior índice de 60 anos e mais. E ao comparar as estações, a estação seca teve 51,25% e a chuvosa 48,75% (Tabela 4).

Já em Tangará da Serra o total de internações por DAR de 20-59 anos foi de 37,6% e de 60 anos e mais de 62,4% (Tabela 5). Tangará da Serra também apresentou uma maior incidência de casos na faixa de 60 e mais. Para a mortalidade, de 20-59 anos o total foi de 19,1% e de 60 anos e mais 80,9%. Ao comparar as estações verificou-se que as internações no período seco tiveram 52,08% e chuvoso 47,92%. Bem como a mortalidade no período seco com 51,80% e chuvoso 48,20%.

Os números de casos de internações e óbitos se comportaram de maneira diferente em Tangará da Serra, sendo que tanto as internações quanto a mortalidade ocorreram em maior proporção no período seco, todavia em Alta Floresta, os casos de internações foram maiores no chuvoso e mortalidade na seca.

Em relação à capacidade de resiliência, observa-se que a população economicamente ativa tem se tornado cada vez mais sedentária, envelhecendo com altas taxas de doenças transmissíveis. Além dos adultos em idade ativa, os idosos são considerados de alto risco em função da menor capacidade de manter o equilíbrio da temperatura corporal, maior predisposição a desidratação, a termorregulação é modificada pela diminuição do metabolismo celular, alterações na pele e desenvolvimento de doenças pregressas.

Gouveia (2023) identificou uma ampliação considerável na expectativa média de vida dos idosos e por consequência o aumento de patologias crônicas.

É importante elencar algumas medidas para cuidados de idosos que podem evitar esse aumento da exposição climática, resultante em doenças respiratórias. A) Promoção e prevenção a saúde; B) Utilizar meios de proteção durante a exposição ao calor, como protetores solares, chapéu boné, entre outros; C) Prática de exercícios físicos regulares; D) Autocuidado; E) Alimentação Saudável; F) Evitar exposição excessiva a agentes poluidores.

Lacerda (2017) afirma que em relação ao trabalhador rural algumas condições como a distâncias dos centros de saúdes, a falta de conhecimento sobre seus direitos, sobre o local de trabalho, inferem na sua qualidade de vida, resultando no desenvolvimento de doenças decorrentes do trabalho, como a exposição excessiva em horários inapropriados, assim, é necessário realizar medidas preventivas para evitar o adoecimento, como: utilização de protetor solar, chapéus, ingestão correta de água e demais líquidos.

Tabela 5 Número de casos mensal de internação e mortalidade por doenças do sistema respiratório em Alta Floresta-MT na faixa etária de 20 a 59 anos e 60 anos e mais, de 2013 a 2022.

Meses	Internação			Mortalidade		
	20-59	60+	Total	20-59	60+	Total
Janeiro	30	66	96	1	14	15
Fevereiro	27	63	90	2	10	12
Março	32	88	120	3	21	24
Abril	54	71	125	6	14	20
Mai	46	54	100	3	12	15
Junho	44	65	109	2	15	17
Julho	57	53	110	3	8	11
Agosto	30	72	102	4	20	24
Setembro	44	75	119	5	19	24
Outubro	50	51	101	2	8	10
Novembro	39	54	93	3	8	11
Dezembro	36	48	84	1	11	12
Total	489	760	1249	35	160	195

Fonte: Brasil (2022).

Castro e Gomes (2019), constataram que a variação dos meses com a incidência de bronquite e bronquiolite, indicaram que em julho foi o mês de maior média de internações, com 25,3% de casos.

Validando tais dados, Santos et al. (2017) verificaram que os meses de julho e agosto apontaram maior número de casos por infecções agudas respiratórias.

Para Lima e Aleixo (2023), as DAR diferentemente das doenças do aparelho circulatório, possuem maiores índices de óbitos na estação úmida, com 53% em abril.

Projeções sobre os efeitos do estresse térmico sobre a mortalidade são claramente resultados de uma série de causas comportamentais e culturais que influem na aptidão fisiológica ao longo dos anos. Sendo estes, os maiores gargalos nas pesquisas universitárias que devem prevenir e incorporar nos modelos estudados os efeitos potenciais do calor na mortalidade, inferindo ações que possam compreender ou incorporar os condicionantes e determinantes no processo saúde-doença.

Tabela 8 Número de casos mensal de internação e mortalidade por doenças do sistema respiratório em Tangará da Serra- MT na faixa etária de 20 a 59 anos e 60 anos e mais, de 2013 a 2022.

Meses	Internação			Mortalidade		
	20-59	60+	Total	20-59	60+	Total
Janeiro	87	148	235	3	27	30
Fevereiro	71	122	193	3	24	27
Março	100	169	269	7	22	29
Abril	105	186	291	9	34	43
Mai	99	201	300	10	26	36
Junho	86	138	224	7	14	21
Julho	96	153	249	4	34	38
Agosto	84	121	205	8	31	39
Setembro	93	149	242	7	19	26
Outubro	86	150	236	8	26	34
Novembro	100	126	226	2	18	20
Dezembro	90	157	247	4	30	34
Total	1097	1820	2917	72	305	377

Fonte: Brasil (2022).

Lima e Aleixo (2023) relataram resultados similares em Manaus-AM, pois os índices de DAR decorreram na grande maioria no período chuvoso, caracterizando as temperaturas amenas e maiores índices de chuvas, tais resultados podem beneficiar o aparecimento de vírus em locais fechados e aumentar os danos para a saúde, intensificando o aparecimento de doenças do trato respiratório.

Pessoas com 60 anos e mais manifestam maiores internações e mortalidade pelas DAR. Desta forma, faz-se necessário alguns cuidados para prevenção, dentre estes: evitar cuidados com demais pessoas que estão sintomas respiratórios, diminuir a frequência em locais fechados com grande fluxo de pessoas, seguir cuidados básicos de higiene, lavagem das mãos, olhos, boca, nariz. Manter atualizado o cartão de vacinas. Mesmo a maioria das DAR sendo transmitidas pela respiração, também existe a possibilidade de algumas infecções acontecerem por contato direto, visto que alguns vírus podem sobreviver no meio ambiente por certo tempo. Ou seja, quando uma pessoa está infectada, tosse, espirra, pode eliminar gotículas com vírus e contaminar outras pessoas.

Uma pesquisa analisou as variações climáticas e a ocorrência de doenças respiratórias por Influenza em idosos em uma cidade metropolitana, o mês de fevereiro foi o que apresentou menor ocorrência, registrando um valor médio de 43

internações. Já os valores máximo e mínimo foram de 80 e 28, respectivamente (AZEVEDO et al., 2015).

Neste sentido, a Organização Panamericana de Saúde, no ano de 2021, informou alguns possíveis efeitos que a mudança do clima pode ocasionar nos Serviços de Saúde pública:

- Insuficiência dos serviços de saúde para atender de forma efetiva o contínuo acréscimo das demandas nos atendimentos, carecido as implicações das variabilidades climáticas na saúde da população;
- Alguns locais de saúde, durante os projetos de construções já não possuem estruturas para suportar os eventos do clima, como fortes ventos, calor intenso ou inundações, e com o aumento das variabilidades climáticas, este é um fator preocupante que pode colocar em risco tanto a população quanto os profissionais durante os atendimentos;
- Aumento nos problemas de energia, os eventos climáticos extremos comprometem os atendimentos prestados à população nos serviços de saúde, podendo até mesmo parar de funcionar.

CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS, ÍNDICES E DOENÇAS

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e internações por doenças respiratórias em adultos de Alta Floresta

As correlações foram feitas entre os números de internações por doenças respiratórias e as variáveis meteorológicas: precipitação, temperaturas máxima, média e mínima, amplitude térmica, umidade relativa média, máxima e mínima, de forma separada foram analisados os índices de calor e índices de temperatura e umidade, entre todos os meses de 2013 e 2022. A correlação de Pearson foi considerada significativa de 5% ($p < 0,05$).

Ao analisar as correlações de 20-59 anos em AF com as variáveis meteorológicas, os índices de desconforto e as internações por DR, as maiores correlações foram em março com o IC_{14h} ($R = 0,86$ $p < 0,05$) de acordo com a classificação de Andriotti (2003) foi uma correlação forte e outubro teve correlação com a precipitação ($R = 0,89$ $p < 0,05$) também com uma correlação forte.

Nesta faixa etária, observa-se que a correlação com os números de internações teve significância (forte) com a precipitação e o IC_{14h}. O número de casos aumentou quando o índice de calor aumentou no mês de março. Os meses de março e outubro são respectivos ao período chuvoso.

A relação entre precipitação, temperatura, umidade e doenças do aparelho respiratório está relacionada ao impacto desses fatores climáticos na qualidade do ar e na propagação de agentes infecciosos, como vírus, bactérias e alérgenos. A precipitação incorre sobre a qualidade do ar pois as partículas em suspensão de poluentes ficam presentes por um maior período na atmosfera. Os impactos das alterações climáticas podem aumentar dependendo das características físicas e químicas dos poluentes e das características climáticas, como temperatura, umidade e precipitação (MORENO, 2006).

Alta Floresta demonstrou que o aumento de atendimento ambulatorial por DAR ocorreu em março para a idade de adultos, pois a partir desse mês nota-se uma diminuição nos índices de precipitação (PEREIRA et al., 2011).

Ferreira et al. (2022) verificaram que houve uma diminuição na precipitação nos anos de 2009, 2013 e 2016.

Atualmente, as infecções Respiratórias Agudas (IRA) permanecem como uma das principais causas de morbidade e mortalidade, podendo ser a responsável por aproximadamente mais de dois milhões de mortes por ano. O público com maior risco para desenvolver uma doença respiratória fatal são as pessoas jovens, os idosos e imunossuprimidos (AZEVEDO et al., 2015).

As condições atmosféricas influenciam o transporte de microrganismos e a produção de poluentes e pólen a partir de fontes fixas e móveis. Os impactos das alterações climáticas podem aumentar dependendo das características físicas e químicas dos poluentes e das características climáticas, como temperatura, umidade e precipitação (MORENO, 2006).

No estudo de Moraes et al. (2019) a precipitação foi a variável que demonstrou correlação mais significativa, em conjunto com a avaliação das internações por DAR e um poluente. As chuvas entre 0mm e 3.0mm representaram risco alto para as internações por DAR.

Foram poucas correlações nesta faixa etária, somente nos meses de março e outubro. A idade avaliada, de acordo com os últimos estudos, não é tão afetada por doenças respiratórias. Entretanto, devem seguir as medidas de higiene, cuidado e

prevenção, cuidados com a exposição prolongada ao calor e demais poluentes que podem ocasionar prejuízos após a exposição e/ou contato.

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e internações por doenças respiratórias em idosos de Alta Floresta

A faixa etária de 60 anos e mais teve correlação significativa, tanto com a temperatura média ($R = 0,83$, $p < 0,05$) quanto a mínima ($R = 0,85$, $p < 0,05$) no mês de julho (Tabela 7). Como também em julho a umidade relativa média do ar teve relação negativa ($R = -0,72$, $p < 0,05$) e a mínima ($-0,77$, $p < 0,05$). Na classificação de Andriotii (2003) todas as correlações foram fortes. Ou seja, quando a temperatura sobe o número de casos aumentam e quanto a umidade baixa os números de casos diminuem, referente ao mês de julho nesta faixa de 60 e mais.

No mês de outubro, a correlação aconteceu com a amplitude térmica ($R=0,94$, $p < 0,05$) indicando uma correlação (bem forte) com as taxas de internações por DAR em idosos de 60 anos e mais e a amplitude.

No mês de março esta faixa etária teve correlação com o IC máximo ($R = 0,70$, $p < 0,05$), obtendo-se correlações tanto com o IC médio ($R = 0,81$, $p < 0,05$), quanto ITU médio ($R = 0,82$, $p < 0,05$), em julho. Foi identificado que as maiores correlações aconteceram no mês de julho (período seco) e que todas tiveram significância forte dentro da classificação.

A amplitude térmica proporciona observar que quando o número de internações aumenta a amplitude térmica também aumenta. Isto é, a amplitude térmica apresenta muita variação durante 24 horas, sendo que a temperatura mínima ocorre de madrugada e a temperatura máxima por volta das 14h.

Pereira et al., (2011) destacou que ao analisar todas as faixas etárias em seu estudo (crianças e idosos) sobre os atendimentos ambulatoriais por DAR em AF, frequentemente foram no período seco. Pois, na estação seca ocorre uma qualidade do ar ruim, que agrupada a dificuldade em transportar poluentes, acaba agravando as doenças respiratórias. No período seco ocorrem intensas queimadas florestais na região de AF e os focos derivam da emissão de poluentes nocivos ao sistema respiratório.

De modo geral, as temperaturas mais baixas podem causar doenças respiratórias e broncoconstrição, aumentando a suscetibilidade a infecções

pulmonares causadas pela inalação de ar frio. Quando exposto a altas temperaturas, o sangue é forçado para a periferia para facilitar a perda de calor, fazendo a pressão arterial subir à medida que os vasos sanguíneos próximos ao centro do corpo se contraem. Além disso, a viscosidade do sangue aumenta com altas temperaturas, o que pode interagir com a fibrilação atrial e causar coágulos sanguíneos. Além das diferenças sexuais nas respostas termorreguladoras ao calor, a baixa tolerância ao calor devido ao acúmulo excessivo de calor no corpo também pode causar maior suscetibilidade a doenças respiratórias (BURSE, 1979; KEATINGE, 1986).

De acordo com a análise estatística, os elementos climáticos: temperatura, precipitação, umidade relativa do ar possuem correlação com os índices de internações por DAR nos idosos. O mês com maiores correlações foi julho, correspondente ao período seco.

Cabe inferir que durante o período seco são necessários alguns cuidados com a saúde, tendo em vista que o organismo é formado por cerca de 70% de água, que auxilia na regulação corporal e no funcionamento dos órgãos, eliminando toxinas e proporcionando hidratação de mucosas, agindo como um meio para transportar nutrientes.

Deste modo, nos meses mais críticos deve-se: aumentar a hidratação, ingerir maiores quantidades de água, sucos naturais, água de coco, realizar refeições leves inserindo frutas, verduras e legumes; a pele e as mucosas, sofrem com a baixa umidade deste período, é importante utilizar hidratante e soro fisiológico para ajudar a hidratar as vias aéreas; evitar atividades físicas nos horários de maior calor.

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e óbitos por doenças respiratórias em adultos de Alta Floresta

Os números de óbitos aumentaram em pessoas na faixa etária de 20 a 59 anos quando a umidade relativa média no mês de abril diminuiu, com uma correlação significativa ($R = -0,80$, $p < 0,05$), classificada como correlação forte. Porém, na mesma faixa etária não houve correlação com os índices de calor e de temperatura/umidade.

Nesta perspectiva, durante o mês de abril o cuidado com a diminuição da umidade relativa do ar necessita ser ampliado, pois os valores abaixo dos preconizados são considerados riscos para a integridade das vias aéreas, impedindo

que a homeostase interna do aparelho respiratório aconteça de forma natural, que representa um estado de equilíbrio interno, se mantendo constante, independente de fatores externos.

A correlação com os números de óbitos por DAR e os elementos meteorológicos foi significativa (forte) apenas quando a umidade relativa diminui no mês de abril.

Estudos constataram que fatores climáticos podem interferir na ocorrência de doenças respiratórias. Março, abril, maio, junho e julho são os meses com maior número de internações por doenças respiratórias. Nesses períodos, a transição do outono para o inverno provoca oscilações na umidade relativa do ar, destaca-se também uma correlação com o crescimento urbano e o aumento das emissões de poluentes na atmosfera. Há indícios de que isso esteja relacionado às condições socioeconômicas da população e ao acesso limitado aos serviços de saúde (OLIVEIRA, 2014).

A relação entre os casos de mortalidade por DAR e a diminuição da umidade relativa do ar está associada ao impacto que a baixa umidade ocasiona ao sistema respiratório. Pois, quando o ar está muito seco as mucosas tendem a ressecar e tornar o revestimento interno das vias respiratórias mais vulnerável a irritações e infecções respiratórias.

Os casos de mortalidade por doenças respiratórias incidem com picos da umidade relativa do ar (NENNA et al., 2017). Filho et al. (2013) analisou que a prevalência de doenças do aparelho respiratório tem relação com elementos meteorológicos, principalmente a umidade relativa do ar.

Por esta razão, novos estudos em diferentes regiões também são necessários para melhorar o entendimento da relação das variáveis climáticas com as doenças do aparelho respiratório (ZHAO et al., 2017).

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e óbitos por doenças respiratórias em idosos de Alta Floresta

Ao analisar a faixa etária de 60 anos e mais observa-se diversas correlações positivas com as variáveis de temperatura média e mínima no mês de abril ($R = 0,83$, $p < 0,05$); ($R = 0,84$, $p < 0,05$). Sendo que a umidade relativa do ar também teve correlação com a mesma faixa etária no mesmo mês ($R = -0,81$, $p < 0,05$) e em

dezembro ($R = -0,78$, $p < 0,05$). Ou seja, quando a temperatura média e mínima aumenta, a umidade máxima nos meses de abril e dezembro e a umidade mínima em julho diminuem, sendo que em julho os valores de correlações foram de $R = -0,83$, $p < 0,05$. Todas as correlações foram analisadas conforme classificação de Andriotti (2003).

É importante destacar, que quando foram feitas as correlações com a faixa de 60 anos e mais com os índices de calor, temperatura e umidade, o mês de março apresentou correlação com índice de calor às 14h ($R = 0,81$, $p < 0,05$). E o mês de abril teve resultado significativo com o IC médio ($R = 0,83$, $p < 0,05$) e o ITU médio ($R = 0,83$, $p < 0,05$). Apresentando também uma forte correlação segundo Andriotti (2003).

A quantidade de óbitos por mês e ano de idosos por DAR em um estudo realizado em Manaus-AM, entre 2008 a 2020, registrou um total de 8.397. Sendo que o mês de abril do ano de 2020 se destacou em relação a quantidade máxima do registro de óbitos por doenças respiratórias, com 253 óbitos. Os idosos são os mais afetados devido a possuir maior quantidade de doenças pré-existent e fragilidades (LIMA, 2022).

As temperaturas tendem a subir em abril e maio, o que aumenta a incidência de doenças respiratórias, principalmente entre crianças e idosos (SANTOS, 2017).

Pesquisas sugerem que as alterações fisiológicas inerentes ao envelhecimento podem contribuir para uma maior suscetibilidade as DR, devido a fatores como a redução da eficiência imunitária, redução dos padrões de atividade ciliar e o aumento da rigidez pulmonar (PARK, 2016). Como resultado, as complicações respiratórias são consideradas as principais causas de hospitalização e morte em pessoas com 60 anos e mais (LINDKOU et al., 2019).

Umas das doenças do sistema respiratório em idosos é a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), com prevalência por ter afetado mais de 210 milhões de pessoas, é considerada a quarta causa de mortalidade e representa 4,8% dos óbitos por DAR em todo o país (BRASIL, 2010).

A população idosa tem aumentado nos últimos anos, em 2012 o Brasil ganhou mais de 4,8 milhões de idosos e em 2017 atingiu o registro superior a 30,2 milhões segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). De acordo com a OMS, os idosos com mais de 60 anos chegarão a mais de 2 milhões no ano de 2050,

fazendo com que as doenças respiratórias sejam prioridade nos sistemas de saúde de todo o mundo (IBGE, 2018).

O aumento no número de internações dos idosos por doenças respiratórias pode ser explicado devido ao acréscimo da expectativa de vida da população com faixa etária igual ou maior que 60 anos, e também por serem mais susceptíveis a doenças crônicas nesta idade, em decorrência do processo do envelhecimento, principalmente as DAR.

O mês de abril apresentou correlações significativas com os elementos: temperatura média e mínima, umidade máxima, índice de calor e ITU médio. Os óbitos foram mais significativos nesta faixa etária. Este fato pode estar relacionado a exposições ao longo da vida, como também ao envelhecimento, visto que acontece a perda de elasticidade no corpo humano e órgãos, perda de colágeno muscular e nas cartilagens da parede torácica, ocasionando diminuição da mobilidade, redução da inspiração e expiração, favorecendo o agravamento das doenças respiratórias.

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e internações por doenças respiratórias em adultos de Tangará da Serra

Ao analisar as internações por DAR na faixa etária de 20 a 59 anos observa-se diversas correlações significativas, tanto entre os elementos meteorológicos, quanto com índices de calor e temperatura. É importante destacar que no mês de março a temperatura média, máxima e mínima tiveram correlação de $R = 0,83\%$; $0,87\%$ e $0,76\%$ $p < 0,05$, respectivamente. Demonstrando que o número de internações por DAR aumentou quando a temperatura aumentou e os casos diminuíram quando a umidade média diminuiu ($R = 0,81\%$ $p < 0,05$). As correlações conforme Andriotti (2003), foram fortes. Já em julho, o número de internações também aumentou quando a temperatura máxima aumentou ($R = 0,65\%$ $p < 0,05$), entretanto a correlação foi moderada. Seguindo do mês de dezembro com aumento dos casos ($R = 0,72\%$ $p < 0,05$ (forte) e $0,67\%$ (moderada) $p < 0,05$).

Sobre os casos de internações e os índices de IC e ITU na idade de 20-59 anos, março teve diversas correlações com ambos os índices, respectivamente ($IC_{médio}$, $ITU_{médio}$, $IC_{máximo}$ e $ITU_{máximo}$), ($0,82\%$; $0,79\%$; $0,83\%$ e $0,85\%$ $p < 0,05$). Ambas as correlações são significativas e fortes de acordo com Andriotti (2003).

Tangará da Serra apresentou maiores correlações quando comparado a Alta Floresta, demonstrando uma maior prevalência entre as correlações dos elementos climáticos com o desconforto térmico e as doenças respiratórias. Os cuidados e medidas devem ser amplas e visando o bem estar físico tanto para os trabalhadores rurais quanto para estabelecer medidas de prevenção e promoção da saúde que devem ser executadas pelas empresas e/ou cidades.

A amplitude térmica proporciona observar que quando o número de internações aumenta, a amplitude térmica também aumenta. Isto é, a amplitude térmica apresenta muita variação durante 24 horas, sendo que a temperatura mínima ocorre de madrugada e a temperatura máxima por volta das 14h. Os principais resultados foram entre os meses de março ($R= 0,66\%$ $p < 0,05$) (moderada), agosto ($R= 0,70\%$ $p < 0,05$) (forte) e dezembro ($R= 0,67\%$ $p < 0,05$) (moderada).

O aumento da temperatura do ar pode provocar uma dispersão e concentração de poluentes atmosféricos, como o ozônio troposférico podendo agravar condições respiratórias. Assim como ambientes com baixa umidade relativa do ar pode ressecar as vias aéreas causando irritação e desconforto, prejudicando principalmente pessoas com asma, bronquite e outras condições crônicas. Bem como a alta umidade que favorece o aparecimento de microrganismos que desencadeiam infecções respiratórias (MORENO, 2006).

Em sumo, a precipitação, temperatura e umidade relativa do ar exercem um papel fundamental na qualidade do ar, de modo que qualquer alteração sobre estas variáveis prejudicam a saúde respiratória da população. A temperatura do ar é uma das variáveis com mais potencialidade de efeito sobre a saúde humana (DADBAKSH et al., 2017).

Os elementos atmosféricos não têm efeito imediato sobre as doenças respiratórias, por isso é necessário compreender outros fatores relevantes, principalmente para determinar o limiar em que esses elementos representam um risco para a população (FANTE; ARMOND, 2016).

Entre os anos de 2008 a 2018 crianças e idosos ao serem avaliados na mesma região, o número médio de internações por mês aumentou a partir do mês de março e decresceu a partir de agosto (FERREIRA, 2022). Março é um mês caracterizado como “transição” da estação verão-outono, pois a precipitação na região diminui, já os meses de junho a julho são “transição” do outono-inverno.

Os meses de transição são períodos que ocorrem variação no tempo, sendo um fator importante para avaliar as relações com as variáveis meteorológicas e as DAR, visto que o organismo humano leva um período maior para se adaptar a tais mudanças, tornando-se vulnerável a infecções (ANJOS; FERREIRA, 2011).

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e internações por doenças respiratórias em idosos de Tangará da Serra

Na idade de 60 anos e mais, em março os casos de internações em Tangará da Serra tiveram correlação com precipitação ($R = 0,75$ $p < 0,05$). Os maiores números de internações foram em outubro, ao inverso da idade de 20-59 anos que foi em março. Isto é, na faixa etária de 60 anos e mais foi o mês de outubro que obteve as maiores correlações com a temperatura média ($R = 0,71$ $p < 0,05$), máxima $R = (0,72$ $p < 0,05$) e umidade média ($R = 0,70$ $p < 0,05$), máxima ($R = 0,70$ $p < 0,05$) sendo todas significantes e fortes, já a UR mínima foi (moderada) ($R = 0,69$ $p < 0,05$), sendo que o número de internações aumentou quando a temperatura aumentou e o número de internações diminuiu quando a umidade diminuiu.

Na faixa de 60 anos e mais a maior correlação foi no mês de junho para o $IC_{\text{médio}}$ ($R = 0,65\%$ $p < 0,05$) e $IC_{\text{máximo}}$ ($R = 0,67\%$ $p < 0,05$). Classificadas como significância moderada. Outubro também foi o mês que deteve maiores relações com todos os índices ($IC_{\text{médio}}$, $ITU_{\text{médio}}$, $IC_{\text{máximo}}$ e $ITU_{\text{máximo}}$), ($R = 0,71\%$ (forte); $0,67\%$ (moderada); $0,70\%$ (forte); e $0,67$ (moderada) $p < 0,05$).

Em ambos os municípios, Alta Floresta e Tangará da Serra, os casos de internações por DAR têm mais correlações no período seco. A amplitude térmica nesta faixa etária, também foi muito variável, dezembro apresentou a maior correlação ($0,75\%$ $p < 0,05$) (forte).

No mês de março houve correlação significativa entre a idade de 60 anos e mais e um aumento no número de internações por DAR em conjunto com o aumento da precipitação.

Norbäck et al. (2017) identificaram o aumento no volume das chuvas e doenças respiratórias, como também diversos problemas para as pessoas em decorrência do aumento da proliferação de mofo e fungos nas moradias, principalmente em locais mais carentes que necessitam de uma melhor estrutura.

Rosa et al. (2008) observou que os picos de atendimentos por DAR foram nos meses de março a agosto, sendo mais acentuado em março, caracterizado como período chuvoso na região.

No estudo de Picanço e Gomes (2019) os resultados também demonstraram correlação significativa entre as variáveis de temperatura mínima, umidade relativa e precipitação por internações de infecções de vias aérea superiores (IVAS) concluindo que as variações climáticas contribuem para o aumento do número de internações por IVAS.

O aumento da temperatura está associado ao aumento considerado de partículas que são inaláveis (CÉZAR, 2016; MANISALIDIS et al., 2020). Posto isto, tanto as altas temperaturas quanto as baixas podem estar relacionadas aos casos de doenças respiratórias (BRIGGS, 2003; SOUZA et al., 2012).

Telles (2011) observou que existe uma relação inversa entre a temperatura e seus efeitos sazonais, manifestando um alto índice de internações no período de inverno, na medida que a temperatura cai, ocorre um aumento das DAR. Um dos maiores registros de internações por DAR foi em decorrência da pneumonia, com maior prevalência nos idosos (34,2%) (BRANDALISE, 2021).

Em Manaus – AM onde clima também é tropical, foi realizado um estudo com crianças e foi identificada uma correlação positiva e significativa com a umidade relativa do ar, os casos tiveram uma maior frequência no período de chuva (FILHO et al., 2013). Indicando que as pesquisas nesta temática devem ponderar as características climáticas próprias de cada região.

Crianças e idosos são os mais vulneráveis para adquirir doenças respiratórias, retratando a maior parte do número de internações, com o pico nos meses de menor temperatura e precipitação (FANTE e ARMOND, 2016).

Correlações das variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico e óbitos por doenças respiratórias em adultos de Tangará da Serra

Ao explorar sobre os números de óbitos em Tangará da Serra, na idade de 20-59, apenas o mês de fevereiro apresentou correlação com a variável de temperatura média ($R = 0,74\%$ $p < 0,05$) (forte). A idade de 60 e mais contou com maiores correlações, visto que, o mês de janeiro obteve o maior número de óbitos quando a

temperatura média aumentou ($R= 0,72\%$ $p < 0,05$) (forte) e em julho também ($R= 0,80\%$ $p < 0,05$) (forte).

Em novembro os óbitos aumentaram quando a temperatura aumentou ($R= 0,71\%$ $p < 0,05$) (forte) e os casos diminuíram quando a umidade, tanto média ($-0,72\%$), quanto mínima diminuíram ($R= -0,74\%$ $p < 0,05$) (forte).

A amplitude térmica, somente apresentou relação com os casos de óbitos na idade de 60 anos e mais, no mês de outubro ($R= 0,80\%$ $p < 0,05$) (forte). Pode-se destacar que quando os números de óbitos aumentaram a amplitude térmica aumentou e quando a umidade relativa média ($R=0,72$ $p < 0,05$) (forte) e mínima ($-R= 0,74$ $p < 0,05$) (forte) diminuíram, o número de óbitos também diminuíram em outubro.

Referente aos índices de calor e ITU e as faixas etárias de 20 a 59 anos, o mês de fevereiro apresentou maior relação em todos os índices (IC médio, ITU médio, IC máximo e ITU máximo), ($R= 0,78\%$; $0,73\%$; $0,77\%$ e $0,73\%$ $p < 0,05$) (forte). De 60 anos e mais os maiores resultados foram em janeiro e com o IC e ITU médio ($0,73\%$ e $0,70$) (Tabela 13).

De 60 anos e mais, os maiores resultados foram em janeiro e com o IC e ITU médio ($0,73\%$ e $0,70$ $p < 0,05$) correlação forte. A prevalência da asma na população acima de 60 anos é de 4,5 a 8%, sendo a mortalidade maior nessa faixa etária. Essa doença é subdiagnosticada no idoso e há evidências de que esses pacientes recebem um tratamento inadequado (BRASIL, 2010).

As principais DAR acometem os órgãos do aparelho respiratório, podem provocar inflamações, irritações além de prejudicar a passagem de ar e impossibilitar a passagem de ar completa para os pulmões, ocasionando uma troca de oxigenação inadequada (GUYTON e HALL, 2011).

A umidade relativa baixa ou alta, principalmente para os idosos pode interferir no correto funcionamento do organismo, diminuindo a eficiência do transporte de calor no metabolismo e influenciando na efetiva manutenção corporal, sendo que a umidade relativa baixa pode ocasionar desidratação e ambos os casos podem causar complicações em diversos sistemas (UNIVERSITY AT ALBANY, 2017; ZENG et al., 2017).

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciaram que a variabilidade sazonal da temperatura e umidade relativa do ar causam impactos na saúde humana, sendo Alta Floresta o município com maiores índices de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, comparado à Tangará da Serra.

Comparando os índices IC e ITU, Alta Floresta apresentou uma maior porcentagem de dias com desconforto térmico, sendo o mês de agosto com maior desconforto, e em Tangará da Serra em setembro. Em ambas cidades o ITU foi setembro.

Em relação às internações e mortalidade por DAR, em Tangará da Serra houve maior número de casos. O grupo de pessoas com 60 anos ou mais teve maior prevalência, tanto em relação às internações, quanto à mortalidade, em ambos locais.

Houve correlações entre internações por DAR e temperatura (média, máxima e mínima) no grupo de pessoas com idade entre 20-59 anos, em Tangará da Serra no mês de março, demonstrando que essas internações aumentaram quando a temperatura aumentou e os casos diminuíram quando a umidade média diminuiu. Já no grupo com idade de 60 anos ou mais, em Tangará da Serra, o mês de outubro foi o que obteve maiores relações com os índices ($IC_{\text{médio}}$, $ITU_{\text{médio}}$, $IC_{\text{máximo}}$ e $ITU_{\text{máximo}}$).

Em Alta Floresta houve maior taxa de desconforto térmico e existem diversos fatores associados: menor altitude, aumento das atividades agrícolas na região, maiores áreas devastadas e aumento de focos de queimadas. Como em Alta Floresta a precipitação é maior, a umidade relativa do ar também é superior, consequentemente a temperatura é mais elevada e possui uma maior variabilidade. O clima equatorial favorece, pois está próximo a Linha do Equador e nestes locais as temperaturas são maiores, bem como o bioma amazônico.

Dentre os índices analisados (IC e ITU), o índice de calor possui mais faixas de classificação comparado ao ITU o que permite uma melhor análise com aplicabilidade na saúde, tendo em vista que os sinais e sintomas de acordo com as classificações estão definidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, O. et al. Implications for workability and survivability in populations exposed to extreme heat under climate change: a modelling study. **The Lancet Planetary Health**, v. 2, n. 12, p. 540-547, dez., 2018. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30240-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30240-7). Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(18\)30240-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(18)30240-7/fulltext). Acesso em: 18 fev. 2023.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Ed. UNISINOS, São Leopoldo, p. 165. 2003.
- ANJOS, I.B. e FERREIRA, M.E.M.C. Estudo das interações por doenças respiratórias e a variabilidade climática em Maringá-Paraná. **Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, Maringá, v. 3, n. 2, p. 56-81, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Geoinga/article/view/49162/751375140352>. Acesso em: 18 set. 2020.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. Disponível em: https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoad-j-o-_introducao_a_climatologia_para_os_tropicos.pdf. Acesso em: 24 out. 2022.
- AZEVEDO, J. V. V. de et al. Influência do clima na incidência de infecção respiratória aguda em crianças nos municípios de campina grande e monteiro, paraíba, brasil. **Revista brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 467-477, out./dez., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778620140066>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/P9NsC8yg6ZTXngzHkk97XzR/?lang=pt>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e Cidade: A Abordagem Climática como Subsídios**. Maceió: Editora da Universidade Federal do Alagoas, 2007. disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=NED4ohH1c4gC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 25 out. 2022.
- BARBOZA, E. N. et al. Análise do índice de calor (IC), índice de conforto térmico (IDT) e índice de temperatura e umidade (ITU) na cidade de Iguatu/CE a partir de dados históricos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 38-44, jul./set., 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/7434>. Acesso em: 01 fev. 2023.
- BARCELLOS, C. H. S.; HACON, S. S. One and a half degrees. So what? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 3, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00212315>. Disponível em:

<https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/6036>. Acesso em: 10 jan. 2023.

BEBER, L. C. C. et al. Fatores de risco para doenças respiratórias em crianças brasileiras: Revisão Integrativa. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, v. 9, n. 1, p. 26-38, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33362/ries.v9i1.1660>. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/1660>. Acesso em: 15 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS**. DATASUS, 2023. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso: 10 out. 2022.

BRIGGS, D. Environmental pollution and the global burden of disease. **British Medical Bulletin**, v. 68, n. 1, p. 1–24, dez., 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg019>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bmb/article/68/1/1/421204>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BUDDEN, K. F. et al. Functional effects of the microbiota in chronic respiratory disease. **The lancet Respiratory medicine**, v. 7, n. 10, p. 907-920, abr., 2019. DOI: [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(18\)30510-1](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(18)30510-1). Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(18\)30510-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(18)30510-1/fulltext). Acesso em: 23 abr. 2023.

BURSE, R. L. Sex differences in human thermoregulatory response to heat and cold stress. **Human factors**, v. 21, n. 6, p. 687-699, dez., 1979. DOI: <https://doi.org/10.1177/001872087912210606>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001872087912210606>. Acesso em: 23 abr. 2023.

CAIONI, C. Dinâmica da Temperatura Superfície do perímetro urbano de Alta Floresta, Mato Grosso. **Agrarian Academy**, v. 8, n. 15, p. 31-39, 2021. DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2021A3. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/5280>. Acesso em: 19 abr. 2023.

CARVALHO, E. K. M. A et al. Análise da influência entre as variáveis meteorológicas e doenças respiratórias na cidade de Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 12, p. 63-79, jan./jun., 2016. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.41099>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41099>. Acesso em: 27 maio. 2023.

CASTRO, M. L.; GOMES, A. C. S. Previsão das internações de crianças por bronquite e bronquiolite aguda em Porto Alegre, RS via variáveis climáticas. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 87-104, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2019v7n3p87%E2%80%93104>. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/5531>. Acesso em: 28 maio. 2023.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Escala psicrométrica Unicamp para indicação de níveis de umidade**

relativa do ar prejudiciais à saúde humana. CEPAGRI, 2008. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html>. Acesso: 13 jan. 2023.

CÉSAR, A. C. G. et al. Material particulado fino estimado por modelo matemático e interações por pneumonia e asma em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 34, n. 1, p. 18-23, mar., 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rpped.2015.06.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0103058215001136?via%3Dihub>. Acesso em: 05 mar. 2023.

CHIOVETO, M. O. T. **Desenvolvimento rural no Mato Grosso e seus biomas.** 2014. 245 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2166/1/Marines%20O%20Taveira%20Chiovet o.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

CONCEIÇÃO, R. S. et al. A Temperatura do ar e sua relação com algumas Doenças Respiratórias em Vitória da Conquista – BA. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. V. 5, n.2, p. 69 - 81 jul./dez., 2015. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4929/pdf_28. Acesso em: 22 jun. 2023.

DALLACORT, R. et al., Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5838>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5838>. Acesso em: 28 jul. 2023.

DANIEL, D. F. et al. Aptidão Agroclimática para a Cultura do Algodão em Três Municípios do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 257-270, abr./jun., 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863620148>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/P8PrH457SB5gXvnJs8GZqzp/?lang=pt>. Acesso em: 26 ago. 2023.

FANTE, K.P. e ARMOND, N.B. Ondas de frio e enfermidades respiratórias: análise na perspectiva da vulnerabilidade climática. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Volume Especial, p. 145-159, ago./out. 2016. DOI: 10.11606/rdg.v0i0.118949. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/118949/119023>. Acesso em: 18 set. 2020.

FERREIRA, L. V. C. et al. Riscos à Saúde e adoecimento do agricultor decorrentes das atividades rurais: Revisão Integrativa de Literatura. **Revista Interdisciplinar em Saúde**, v. 9, n. 1, p. 222-240, 2022. DOI: <https://doi.org/10.35621/23587490.v9.n1.p222-240>. Disponível em: <https://www.interdisciplinaremsaude.com.br/Volume_30/Trabalho_16_2022.pdf>. Acesso em: 10 out 2023.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009. Disponível em: https://dirin.s3.amazonaws.com/drive_materias/1666287394.pdf. Acesso em: 25 nov 2022.

FILHO, V.S.A. *et al.* Aerossóis de queimadas e doenças respiratórias em crianças, Manaus, Brasil. **Rev Saúde Pública**, Manaus, v.47, n.2, p. 239-247, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rsp/v47n2/0034-8910-rsp-47-02-0239.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

FRANÇA, M. S. et al. Estimativa de Índices de Conforto Térmico na Cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 55, p. 141-151, set., 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG165528833>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28833>. Acesso em: 25 jul. 2023.

GOMES, G. H. C. **Influência do efeito de queimadas na visibilidade horizontal em aeródromos no estado do Mato Grosso**. 2022. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/3180>. Acesso em: 24 ago. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Alta Floresta – MT: Área da unidade territorial**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/alta-floresta.html>?Acesso: 05 out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Alta Floresta – MT: População estimada**. IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/alta-floresta.html>. Acesso: 05 out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Tangará da Serra – MT: Área da unidade territorial**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/tangara-da-serra.html>? Acesso: 05 out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Tangará da Serra – MT: População estimada**. IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/tangara-da-serra.html>? Acesso: 05 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017**. 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>. Acesso em: 15 set. 2023.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth**

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
Geneva: IPCC, 2014.

KEATINGE, W. R. et al. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. **The American Journal of Medicine**, v. 81, n. 5, p. 798-800, 1986. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(86\)90348-7](https://doi.org/10.1016/0002-9343(86)90348-7). Disponível em: [https://www.amjmed.com/article/0002-9343\(86\)90348-7/pdf](https://www.amjmed.com/article/0002-9343(86)90348-7/pdf). Acesso em: 25 ago. 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LIMA, B.; ALEIXO, N. C. R. Eventos Extremos de Temperatura do ar e Doenças Cardiorrespiratórias Em Manaus/AM. **Revista Geonorte**, v. 14, n. 43, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.43.78.96>. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/10881>. Acesso em: 04 jan. 2023.

LIMA, G. V. **Estudo de associação entre queimadas, variáveis meteorológicas e doenças respiratórias em Manaus, AM**. 2022. Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial à obtenção ao título de licenciado em Geografia. Disponível em: <http://177.66.14.82/bitstream/riuea/4405/1/Estudo%20de%20associa%c3%a7%c3%a3o%20entre%20queimadas%2c%20vari%c3%a1veis%20meteorol%c3%b3gicas%20e%20doen%c3%a7as%20respirat%c3%b3rias%20em%20Manaus%2c%20AM.pdf>. Acesso em: 14 de set. de 2023.

LINDSKOU, T. A. et al. Symptom, diagnosis and mortality among respiratory emergency medical service patients. **PLoS One**, v. 14, n. 2, p. 1-12, fev., 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213145>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0213145>. Acesso em: 10 set. 2023.

LUCENA, R. L.; CABRAL JÚNIOR, J. B.; STEINKE, E. T. Índices de (des)conforto humano em um município de clima semiárido. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 07, p. 3287-3303, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349569988_Indices_de_desconforto_humano_em_um_municipio_de_clima_semiarido. Acesso em: 15 out. 2023.

MANISALIDIS, I. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A review. **Front Public Health**, V. 8, n. 14, p. 1-13, fev., 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.00014/full>. Acesso em: 13 maio. 2023.

MIRANDA, R.S.; ALEIXO. **Conforto térmico e o processo saúde-doença: um estudo de caso na comunidade Nossa Senhora do perpétuo socorro**. *Geoconexões online*, v.4, n.1, p.91-109, 2024. DOI: 10.53528/geoconexes.v4i1.163

MORAES, S. L. de et al. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil.

Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n. 7, p. 1-16, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1590/0102-311X00101418>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csp/a/MB6v7vJrdw7gzygqysJ6kMp/?lang=pt>. Acesso em: 03 ago. 2023.

MORAIS, K. V. R. et al. As doenças emergentes e reemergentes e seus determinantes. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 11227-11241, 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n4-370. Acesso em: 10 de novembro de 2023.

MORENO, A. R. Climate change and human health in Latin America: drivers, effects, and policies. **Regional Environmental Change**, v. 6, n. 3, p. 157-164, Maio, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-006-0015-z>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-006-0015-z>. Acesso em: 15 set. 2023.

NIMER, E. Climatologia da Região Centro-Oeste do Brasil: Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 4, p. 3-30, 1972.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service.

What is the heat index? NWS, [s.d]. Disponível em:

<https://www.weather.gov/ama/heatindex>. Acesso em: 6 jun. 2023.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 1, p.93-109, ago., 2011.

NORBÄCK, D. et al. Building dampness and mold in European homes in relation to climate, building characteristics and socio-economic status: The European Community Respiratory Health Survey ECRHS II. **Indoor Air**, v. 27, n. 5, p. 921-932, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/ina.12375>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ina.12375>. Acesso em: 31 ago. 2023.

OLIVEIRA, A. S.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUSA, J. B. Características do meio físico da bacia hidrográfica do Médio Curso do Rio Teles Pires, no município de Alta Floresta – MT. **Revista Equador (UFPI)**, v. 8, n. 3, p. 159 – 177, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9437/5616>. Acesso em: 25 ago. 2023.

OLIVEIRA, S. M. **Elementos climáticos e internações hospitalares por doenças respiratórias em uberlândia (mg): perspectivas e desafios nos estudos de clima e saúde**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFCAT/UFG, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufcat.edu.br/tede/handle/tede/4275>. Acesso em: 13 set. 2023.

PARK, J. Mortality from Alzheimer's disease in Canada: A multiple Cause of death analysis, 2004 to 2011. **Health Reports**, v. 27, n. 5, p. 1-721, Maio, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27192207/>. Acesso em: 02 set. 2023.

PEREIRA, V. S. et al. Análise dos atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias no Município de Alta Floresta Mato Grosso Amazônia brasileira. **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 20, n. 3, p. 393-400, set., 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742011000300014>. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v20n3/v20n3a14.pdf>. Acesso em: 03 set. 2023.

PICANÇO, L. M. A.; GOMES, A. C. S. Variáveis Climáticas e Infecções Agudas das Vias Aéreas Superiores em Belém do Pará. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 2, fev., 2019. DOI: <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2019v7n2p%25p>. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/5440>. Acesso em: 14 maio. 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível: <https://www.R-project.org/>. Acesso: 05 de out. 2022.

RAMOS, H. C. **Precipitação, temperatura do ar e zoneamento agroclimático do girassol segunda safra para o estado de Mato Grosso**. 2014. 72f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2014. Disponível em: <https://pesquisa.unemat.br/geoclimamt/pesquisas.php?tipo=dissertacao&post=66>. Acesso em: 18 mar. 2023.

RIBEIRO, B. V. **Análise do Conforto Térmico do Parque Estadual Zé Bolo Flô em Cuiabá – MT**. 2018. 61 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Ambientais) - Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2018. Disponível em: https://repositorio.pgskroton.com/bitstream/123456789/22801/1/Benedito%20Valde%20vino%20Ribeiro_Final.pdf. Acesso em: 05 jan. 2023.

RODRIGUES, J. B. et al. Análise de focos de queimadas no município de Balsas/MA. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 3, p. 146-151, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.003.0015>. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/nature/article/view/CBPC2318-2881.2020.003.0015>. Acesso em: 21 jun. 2023.

ROSA, A. M. et al. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra-Amazônia Brasileira. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 8, p. 575-582, ago., 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132008000800006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/YLQp898BfynDF67RvYmxm6C/?lang=pt>. Acesso em: 04 out. 2023.

ROSSETTO, C., et al. Causas de internação hospitalar e óbito em idosos brasileiros entre 2005 e 2015. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 40, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2019.20190201>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rngenf/a/QPHgLwjTzCnN7JD7NzBPbcb/?lang=en>. Acesso em: 11 jul. 2023.

SANTOS, D. A. S. et al. A relação das variáveis climáticas na prevalência de infecção respiratória aguda em crianças menores de dois anos em Rondonópolis-

MT, Brasil. **Ciência & saúde coletiva**, v. 22, n. 11, p. 3711-3722, nov., 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172211.28322015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/NhxPcdvgGV5L5RTqG5gBC9j/?lang=pt>. Acesso em: 09 fev. 2023.

SANTOS, M.G. B. et al. Avaliação da relação entre variáveis climáticas e internações por doenças cardiorrespiratórias em Juiz de Fora–MG. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 270-281, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/14692>. Acesso em: 29 set. 2023.

SILVA, D. D. S. et al. Tendências observadas da evapotranspiração potencial no estado de Alagoas (1961-2016). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 1, p. 28-43, fev., 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v10.6.p028-043>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234891>. Acesso em: 11 maio. 2023.

SOUSA, T. C. M. et al. Doenças sensíveis ao clima no Brasil e no mundo: revisão sistemática. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 42, n. 23, p. 1-10, jul., 2018. DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.85>. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49128>. Acesso em: 06 abr. 2023.

SOUZA, A. F. Potenciais impactos da variabilidade climática sobre a morbidade respiratória em crianças, lactentes e adultos. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 6, p. 708-715, dez., 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132012000600005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/x67hqH7t3hWcV6Yh45RLgxv/?lang=pt>. Acesso em: 28 ago. 2023.

SOUZA, C. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. **Distribuição espacial das doenças respiratórias em cidades de médio porte no Oeste Paulista, Brasil: uma análise multicausal como contribuição para a melhoria da qualidade de vida urbana**. In: 2 Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Braga, 2006. Anais..., Braga: Universidade do Minho, 2006.

STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of applied meteorology*, v. 18, n. 7, p. 861-873, 1979. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2). Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/18/7/1520-0450_1979_018_0861_taospi_2_0_co_2.xml. Acesso em: 20 maio. 2023.

STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de textos, 2012. Disponível em: <https://journals.openedition.org/geografares/3565>. Acesso em: 12 jan. 2023.

TELLES, A. B. **Relações entre condições climáticas e infecções respiratórias agudas notificadas em Salvador - 2004 a 2008**. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

THOM, E. C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**, v. 55, n. 7, p. 65-72, 1958. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/17816?locale=es>. Acesso em: 16 abr.2023.

UNIVERSITY AT ALBANY. **Heat, humidity, and heart disease**. Medical Xpress, 2017. Disponível em: <https://medicalxpress.com/news/2017-12-humidity-heart-disease.html>. Acesso em: 19 set. 2022.

VEIGA, M. M.; ALMEIDA, R.; DUARTE, F. O desconforto térmico provocado pelos equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos. **Laboreal**, v. 12, n. 2, out., 2016. DOI: <https://doi.org/10.4000/laboreal.2540>. Disponível em: <https://journals.openedition.org/laboreal/2540>. Acesso em: 14 maio. 2023.

WHO. World Health Organization. **Constitución de la Organización Mundial de la Salud**. World Health Organization, 2006. Disponível em: https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf?ua=1. Acesso: 25 abr. 2023.

XAVIER, J. M. de V. et al. Sazonalidade climática e doenças das vias respiratórias inferiores: utilização de modelo preditor de hospitalizações pediátricas. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, n. 2, p. 1-7, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0680pt>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/DPggdH5YNczshGbwzVkLLSw/?lang=pt>. Acesso em: 12 out. 2023.

ZENG, J. *et al.* Humidity May Modify the Relationship between Temperature and Cardiovascular Mortality in Zhejiang Province, China. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 14, 1383, p. 01-11, 2017. DOI: 10.3390 / ijerph14111383. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5708022/>. Acesso em: 27 set. 2023.

ARTIGO 2: VARIABILIDADE METEOROLÓGICA HORÁRIA DO DESCONFORTO TÉRMICO NOS BIOMAS AMAZÔNICO E CERRADO MATO-GROSSENSE

RESUMO: Objetivou-se analisar os índices de desconforto térmico, assim como os horários de maior desconforto térmico em dois biomas amazônico-cerrado mato-grossense, em períodos específicos. Foi realizada uma análise observacional e quantitativa. Os dados meteorológicos analisados foram: temperatura do ar e umidade relativa do ar, obtidos do banco de dados do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO), no período de 2013 a 2022. Além de análise horária do período de dez anos, foram feitas análises de três anos específicos (2013, 2º semestre de 2015/16 e 2021) e por fim análise de janeiro e setembro (chuvoso e seco). Os resultados identificaram que Alta floresta tem temperatura média 1°C acima de Tangará da Serra e o horário das 10h até as 16h são os de maior desconforto, demonstrando que o horário mais crítico é das 14h e 15h. O ano de 2015/2016 apresentou maior variabilidade dos resultados e maior incidência de temperatura e umidade relativa do ar em Alta Floresta. A média do Índice de Calor em Alta Floresta foi 26,77 e Tangará da Serra 26,62. O ITU de Alta Floresta foi 25,10, já Tangará da Serra 24,70. Em Alta Floresta tanto o IC, quanto o ITU houve maiores horas somadas de desconforto entre todos os meses. Alta Floresta apresenta uma maior variação da temperatura e demonstra um comportamento mais “desconfortável” durante as horas do dia. Tais resultados contribuíram para identificar os principais horários de desconforto térmico, assim como medidas preventivas e corretivas, baseadas nas normativas que trazem as responsabilidades tanto dos trabalhadores rurais, quanto dos empregadores. É necessário que sejam realizados estudos completos que possam propor novas estratégias para mitigar o desconforto térmico e a saúde dos trabalhadores rurais.

Palavras-Chave: Clima; Variabilidade; Estresse Térmico.

PAPER 2: HOURLY METEOROLOGICAL VARIABILITY OF THERMAL DISCOMFORT IN THE AMAZONIAN AND CERRADO BIOMES OF MATO GROSSO

The objective was to analyze thermal discomfort indices, as well as the times of greatest thermal discomfort, in two Mato Grosso biomes, Amazon and Cerrado, during specific periods. We conducted an observational and quantitative analysis. The meteorological data analyzed were air temperature and relative humidity, obtained from the database of the Geoprocessing and Remote Sensing Technological Center (CETEGEO), from 2013 to 2022. In addition to an hourly analysis over a ten-year period, analyses were conducted for three specific years (2013, the second half of 2015/16, and 2021), and finally, an analysis of January and September (rainy and dry seasons). The results identified that Alta Floresta has an average temperature 1°C higher than Tangará da Serra, and the hours from 10 a.m. to 4 p.m. are the most uncomfortable, with the most critical time being 2 p.m. to 3 p.m. The year 2015/2016 had the greatest variability in results and the highest incidence of temperature and relative humidity in Alta Floresta. The average Heat Index (HI) in Alta Floresta was 26.77 and in Tangará da Serra was 26.62. The Temperature and Humidity Index (THI) in Alta Floresta was 25.10, while in Tangará da Serra it was 24.70. Additionally, Alta Floresta had the highest sum of uncomfortable hours for both HI and THI among all months. Alta Floresta shows greater temperature variation and demonstrates a more "uncomfortable" behavior during the daytime hours. These results contributed to identifying the main times of thermal discomfort, as well as preventive and corrective measures based on regulations that bring responsibilities for both rural workers and employers. Further studies are needed to propose new strategies aimed at mitigating thermal discomfort and improving the health of rural workers.

Keywords: Climate; Variability; Thermal Stress.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das ocupações humanas em centro urbanos e rurais, houve um aumento das modificações em ambientes naturais em conjunto com planejamento inapropriado das cidades. Deste modo, o conjunto de ações antrópicas, dão origem a grandes problemas ambientais e climáticos, alterando principalmente a qualidade de vida de toda a população (SANTOS, 2023).

Ocupacionalmente trabalhadores em locais abertos podem estar facilmente expostos às altas temperaturas e extensas atividades físicas que podem ser nocivas à saúde. As implicações pertinentes a saúde não tem recebido a atenção devida, tanto por parte dos empregadores, quanto dos empregados (NERBASS et al., 2017). O desconforto ao calor durante o turno de trabalho é estimado como um dos principais problemas da saúde dos colaboradores, prejudicando o desempenho e o bem-estar geral (KRISHNAMURTHY et al., 2017).

Alguns desses efeitos podem impactar principalmente os trabalhadores rurais por realizarem atividades em céu aberto, consideradas perigosas e com maior risco de apresentar desconforto térmico, uma vez que é necessário mais esforço manual e físico durante o processo de trabalho, porquanto estão expostos a radiação solar, equipamentos de proteção individual inapropriados, excesso de carga horária, entre outros (ALVES, 2019).

O meio ambiente e a saúde estão intimamente interligados, de maneira que a deterioração do meio ambiente pode influenciar a saúde das pessoas de várias formas, tais como a escassez de saneamento, poluição do ambiente, crescimento das áreas urbanas e supressão de áreas verdes, o que intensifica os desastres naturais e afeta o controle da disseminação de doenças. Além disso, a mudança do clima, que já está ocorrendo, afeta a saúde dos indivíduos globalmente.

Silva et al., (2020) analisou índices de desconforto térmico na cidade de Barbalha no Ceará, de 2016 a 2019, caracterizando o município como desconfortável termicamente.

Oliveira et al., (2021) realizou uma pesquisa em quarenta municípios do Rio Grande do Sul, de 2000 a 2020m utilizando o Índice de Temperatura e Umidade em diversos horários.

Brasil et al., (2024) analisou o conforto térmico através da análise do índice de desconforto térmico (IDT) e do índice de temperatura e umidade na região do estado

do Pará, de 2022 a 2023, apresentando o local com resultados levemente e parcialmente desconfortável.

Pesquisas sobre o clima e a saúde vem aumentando consideravelmente, principalmente pelo processo de degradação do meio ambiente e como este fator pode impactar de forma negativa a qualidade de vida das pessoas que residem nestes locais (CAMELO; CARACRISTI, 2022).

Considerando que a variabilidade climática pode influir sobre a saúde da população, dentre as pessoas mais vulneráveis estão os trabalhadores rurais, em virtude da exposição durante o extenso trabalho laboral, essa exposição pode ocasionar diversos prejuízos à saúde. A informação sobre os principais horários de maior desconforto térmico e, conseqüentemente, de maior temperatura e menor umidade relativa do ar, podem auxiliar o desenvolvimento de diversas estratégias, pesquisas e propostas de modo a mitigar tais efeitos, propondo ações preventivas e corretivas para evitar maiores prejuízos à saúde dos trabalhadores e também auxiliar os empregadores a cumprir com medidas essenciais que visam a prevenção e redução dos riscos à saúde dos colaboradores.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a variabilidade horária da temperatura, umidade relativa do ar e do desconforto térmico, para determinação de mapas de índices de calor e horários de maiores riscos à população de dois municípios do estado de Mato Grosso, localizados nos biomas amazônico-cerrado mato-grossense em anos com e sem influência do El Niño.

MATERIAL E MÉTODOS

TIPO DE ESTUDO

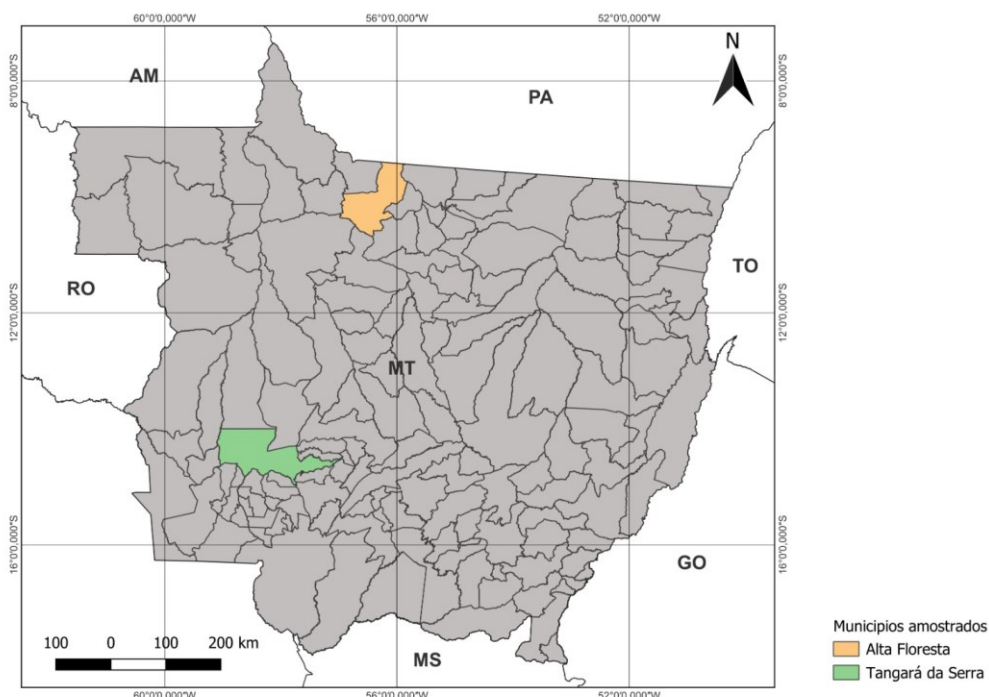
Neste capítulo foram utilizados dados secundários do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO), caracterizando um estudo observacional e quantitativo. O estudo observacional ocorre quando o pesquisador não interfere, é um estudo em que o pesquisador observa e analisa algo que acontece ou aconteceu (LAKATOS, 2007). No estudo quantitativo o pesquisador utiliza dados estatísticos e fórmulas matemáticas. Neste método são obtidos os dados estatísticos e as fórmulas matemáticas em seu maior uso. Os dados são essenciais para analisar e interpretar a realidade. Então termos como porcentagem, coeficiente de correlação, média, desvio, entre outros, são bem utilizados (ALMEIDA et al., 2021).

Os conjuntos de dados foram verificados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste F ($\alpha = 0,05\%$).

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em dois municípios do estado de Mato Grosso, que está inserido na Amazônia Legal brasileira e possui três dos seis biomas do País (Pantanal, Cerrado e Amazônia) (CHIOVETO, 2014). O clima prevalente no estado de Mato Grosso é tropical super-úmido de monção, com elevada temperatura média anual, superior a 24°C e alta pluviosidade (2.000mm anuais), e tropical com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias de 23°C no planalto (Figura 1).

Figura 1. Localização do estudo no estado de Mato Grosso, nos municípios de Alta Floresta e Tangará da Serra -MT.



Fonte: A autora (2023).

Alta Floresta (AF) está localizado no extremo norte do estado de Mato Grosso, distante 830 km de Cuiabá, capital. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) o município tem uma população de 52.105 pessoas e a área territorial de 8.955,410 Km². Na classificação de Köppen o clima local é tropical úmido. A área vegetativa é constituída por seis regiões com evidência para a floresta “ombrófila aberta submontana com cipó” que é uma transição entre as florestas amazônicas e áreas extra amazônicas. Averigua-se o aparecimento de desmatamento na região da bacia, que pode estar ligado ao beneficiamento dos cultivos agrícolas (OLIVEIRA et al., 2019).

Tangará da Serra (MT possui uma área territorial de 11.636,976km² e a população de 107.631pessoas, localizado à 241 Km de Cuiabá-MT (IBGE, 2020; IBGE, 2021). O município de Tangará da Serra- MT apresenta clima tropical Brasil central, quente semiúmido, com média de temperatura acima de 18 °C em todos os meses do ano, com 4 a 5 meses seco (DALLACORT et al., 2011).

DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos foram tabulados e organizados do ano de 2013 até 2022, das 06h as 18h nas duas cidades (Tabela 1). Após, fez-se um comparativo entre três anos específicos (2013, 2015/2016 e 2021) e duas estações: seca (setembro) e chuvosa (janeiro). O primeiro critério para escolher os anos analisados foi em decorrência do fenômeno El Niño que ocorreu entre o segundo semestre de 2015 e o primeiro semestre de 2016, pois o mesmo pode ser sentido no segundo semestre de um ano, se estendendo habitualmente até a primeira metade do segundo ano, constituído de duas fases diferentes (BERLATO, FARENZENA, FONTANA, 2005).

Deste modo, a escolha da análise foi quatro anos antes do fenômeno (2013) e quatro anos depois (2021), conforme a disponibilização dos dados meteorológicos na base de dados.

Tabela 4. Localização geográfica das estações meteorológicas.

Estação	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
Alta Floresta	284	09° 51' 43"	56° 04' 06"
Tangará da Serra	440	14° 39' 00"	57° 25' 53,5"

Fonte: Estação Meteorológica de Alta Floresta e Tangará da Serra (2023).

A base de dados foi do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Tangará da Serra e Alta Floresta. Os dados foram coletados por meio de sensores instalados em estações meteorológicas em cada uma das cidades. As estações possuem Datalogger (modelo CR1000) programados para coletarem dados a cada 30 segundos e armazenar a média em 15 minutos, sendo compostas por sensores CS215 de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) (Campbell Scientific Inc., USA).

ÍNDICES DE DESCONFORTO TÉRMICO

Os métodos para classificar se há desconforto térmico ou não, em ambas as cidades, foram: o índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o Índice de Calor (IC). O primeiro foi desenvolvido por Thom em 1958, estimado por meio da equação 1:

$$ITU = 0,8 \cdot T_{ar} + \left(\frac{UR \times T_{ar}}{500} \right) \quad (1)$$

Onde ITU é o Índice de Temperatura e Umidade; T_{ar} a Temperatura do Ar em Graus Celsius; e UR a Umidade Relativa do Ar em Porcentagem %.

O ITU determina três níveis de conforto térmico para ambientes externos, sendo eles: Confortável a sensação de 21° C e 24° C; levemente desconfortável sensação entre 24° C e 26° C e extremamente desconfortável, superior a 26° C (Tabela 2). A utilização deste índice é oportuna para locais com maior insolação onde poderemos avaliar o “estresse térmico” no ambiente. Entretanto, a faixa de sensação térmica não classifica valores encontrados abaixo de 21°C (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007).

Tabela 5. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) - Faixa de sensação térmica.

Faixas	ITU (°C)	Níveis de conforto
1	21 < ITU < 24	Confortável
2	24 < ITU < 26	Levemente desconfortável
3	ITU > 26	Extremamente desconfortável

Fonte: Adaptado de Nóbrega e Lemos (2011).

O índice de calor (IC) foi proposto por Steadman (1979), conforme equação 2:

$$\begin{aligned}
 IC = & -42,379 + 2,04901523.T + 10,14333127.UR - 0,22475541.T.UR \\
 & - 6,83783.10^{-3}.T^2 - 5,481717 \times 10^{-2}.UR^2 \\
 & + 1,22874.10^{-3}.T^2.UR + 8,5282.10^{-4}.T.UR^2 \\
 & - 1,99.10^{-6}.T^2.UR^2
 \end{aligned} \quad 2)$$

Onde IC é o Índice de Calor estimado em Fahrenheit e convertido para °C; T é a temperatura do ar em °F; UR é a umidade relativa dada em % (BARBOZA et al., 2019).

Tabela 6. Relação do índice de calor (IC) com os possíveis sintomas da população.

Nível de Alerta	Índice de Calor	Sintomas
Perigo Extremo	54,0° C ou mais	Insolação; risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.

Perigo	41,1° C 54,0° C	C –	Câimbras, insolação, esgotamento físico. Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposições prolongadas com atividades físicas.
Cautela Extrema	32,1° C 41,0° C	C –	Possibilidade de câimbras, de esgotamento físico e insolação para exposições prolongadas e atividades físicas.
Cautela	27,1° C 32,0° C	C –	Possível fadiga em casos de exposições prolongadas e prática de atividades físicas.
Não há alerta	Menor 27,0°C	que	Não há problemas.

Adaptado de: NOAA, [s.d.].

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE DE 2013 A 2022

Realizou-se uma média entre 2013 a 2022 dos índices: temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de calor e índice de temperatura e umidade. Em Tangará da Serra a média da temperatura foi: (25,1°C), a UR (76,6%), o IC (26,6) ITU (24,7). Os resultados mais significativos aconteceram Alta Floresta, temperatura (26,1°C), UR (80,3%), IC (27,8) e ITU (25,5).

Através destes resultados, obtivemos os horários mais expressivos em ambas cidades. Os maiores resultados do IC e ITU acontece as 14h (33,60°C; 28,25/ 34,75; 28,73), respectivamente, Tangará da Serra e Alta Floresta. Assim também, a maior temperatura no mesmo horário (29,98°C/ 31,14°C) e a maior umidade as 06h (90,55%) em Tangará da Serra e as 05h em Alta Floresta (95,93%). (TABELA 3).

Tabela 4 Média da temperatura do ar (Tar, °C), umidade relativa do ar (UR, %), índice de calor (IC) e índice de temperatura e umidade (ITU), de 2013 a 2022

	Tangará da Serra				Alta Floresta			
	Tar	UR	IC	ITU	Tar	UR	IC	ITU
Jan	25.1	88.8	26.3	24.9	25.1	90.3	26.3	25.0
Fev	24.8	89.9	25.7	24.7	25.2	90.3	26.5	25.1
Mar	25.1	88.4	26.2	24.9	25.4	89.9	27.0	25.3
Abr	24.7	87.1	25.9	24.6	25.9	88.4	28.0	25.7
Mai	23.3	82.4	24.5	23.8	26.3	78.9	28.3	25.7
Jun	23.3	75.8	24.6	23.5	26.0	73.6	27.6	25.2
Jul	23.6	59.3	26.4	23.5	26.1	61.8	27.8	25.0
Ago	25.6	52.9	28.0	24.6	27.7	57.7	29.7	26.0
Set	27.7	58.6	29.4	26.0	27.3	72.8	29.3	26.2
Out	26.5	75.4	28.4	25.7	26.4	83.0	28.5	25.8
Nov	25.6	82.6	27.0	25.2	25.7	87.8	27.4	25.4
Dez	25.1	88.8	26.3	25.0	25.4	89.3	26.8	25.2
Anual	25.1	76.7	26.6	24.7	26.1	80.3	27.8	25.5

Fonte: Autora (2023).

TEMPERATURA DO AR MÉDIA HORÁRIA EM TANGARÁ E ALTA FLORESTA

Em Tangará da Serra, a partir das 09h acontece o aumento da temperatura média, tendo como “pico” o horário das 14/15h, porém abaixo dos 30°C. Alta Floresta, tanto o aumento da temperatura, quanto o horário pico foram os mesmos, entretanto

a temperatura esteve próxima a 32°C e se manteve alta até às 18h. Ambas cidades apresentaram algumas horas dos dias com maior “desconforto” e horários picos bem definidos. Durante as noites, as temperaturas são amenas. Houve diferença significativa entre a temperatura de Tangará da Serra e Alta Floresta.

O calor submergido através da radiação do sol é desigual para as árvores e prédios urbanos e rurais, onde a disposição de ambos os elementos pode interferir ao liberar o calor sensível e no conforto térmico da população daquele local. É possível promover uma monitorização do microclima local e um arrefecimento que poderá ser proporcionado pelos prédios, árvores e ou florestas locais (WU; DOU; CHEN, 2019).

Uma forma de minimizar as exposições ao calor são: aumentando a cobertura vegetal que fornece uma variedade de serviços ecossistêmicos, ajudando a reduzir o efeito da ilha de calor urbano (ICU), causado pela urbanização e pela redução da área de vegetação, ajudando a melhorar a qualidade de vida dos residentes urbanos e a sustentabilidade das cidades (ZHANGA; ESTOQUE; MURAYAMA, 2017).

Além de ser fonte de fluxo de calor latente, a transpiração das árvores também contribui para o resfriamento e umidificação do ambiente (ZHENG et al., 2021).

As paisagens urbanas são acobertadas por concreto, com coberturas na grande maioria impermeáveis, posto isso, a vegetação na cidade fica cercada por áreas quentes que acabam absorvendo muito calor latente, o que por vezes acaba reduzindo a quantidade de água que chega até as árvores e vegetações, aumentam as taxas de transpiração, alterando o potencial de resfriamento e umidificação do ambiente, o que por sua vez proporciona um maior desconforto (ZHENG et al., 2021).

Muitos fatores como a sazonalidade, águas profundas, latitude e longitude e o período do dia podem influenciar na temperatura. Logo, os valores da temperatura podem variar de região para região (CETESB, 2009).

Resultados de pesquisas mostram uma elevação significativa das temperaturas máximas, médias e mínimas simultâneos à redução da umidade e precipitação nos últimos 30 anos na região de Alta Floresta (SANTOS et al., 2021).

Um estudo realizado sobre os biomas e os climas das capitais do Brasil registrou que a ocorrência das temperaturas médias e máximas acontecem no subgrupo do bioma da Amazônia (FRITZSON; MANTOVANI; WREGGE, 2017).

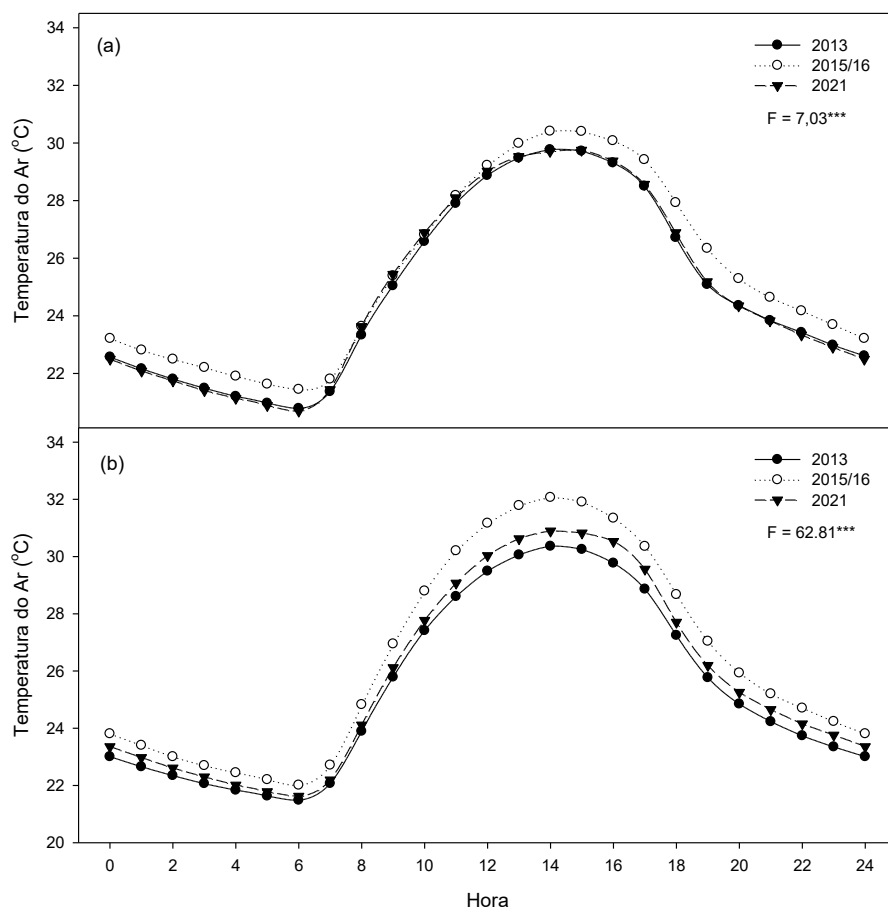
As temperaturas do verão em Alta Floresta não variam muito e os ciclos de chuvas são distribuídos uniformemente. Com base nos resultados, constatou-se que as cidades estudadas vivenciaram apenas duas situações diferentes, ao longo de um

período de doze meses, exigindo recomendações de conforto e ventilação. É possível que as características solo-climáticas da área sejam responsáveis por isso, pois existe uma vegetação composta por diversas vegetações secundárias, cerrado e floresta ombrófila, o que contribui para a formação do microclima (MOREIRA et al., 2015).

Ao comparar os três anos (2013, 2015/2016 e 2021), em Tangará da Serra em 2015/2016, a temperatura inicia o aumento mais tarde, às 09h da manhã, 25°C, entretanto é possível identificar que após às 14h houve um aumento acentuado da temperatura, se aproximando dos 30°C, ainda neste ano, houve um prolongamento do período de temperaturas altas no decorrer do dia, iniciando a queda após às 19h, com 26°C (Figura 2).

Alta Floresta, a temperatura média do ar foi maior em 2015/2016 tendo um aumento de temperatura por volta das 08h, próximo aos 25°C. O horário das 14h ganhou destaque em todos os anos, porém em 2015/2016 esteve próximo a 32°C, diferentemente dos demais anos, a temperatura inicia o aumento mais cedo e se mantém alta, até por volta das 20h, entre 26°C. Houve diferença significativa entre os anos avaliados e os municípios (Figura 2).

Figura 2. Temperatura do Ar (°C) média horária dos anos de 2013, 2015/2016 e 2021 nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Tangará da Serra e Alta Floresta (2023).

Acredita-se que o recente fenômeno El Niño foi um dos mais fortes já registrados que ocorreu durante o verão de 2015, até o outono de 2016. Mesmo período que estes dados foram analisados.

O Niño também é conhecido como El Niño 2015/2016, gerou um impacto significativo em diferentes regiões do Brasil, provocou secas e inundações em algumas áreas, perdas resultantes e danos inesquecíveis, principalmente à saúde e qualidade de vida das pessoas (AMPOU et al., 2017; FERREIRA et al., 2017).

O El Niño afetou padrões de temperatura e precipitação em todo o Brasil, causou seca e chuvas excessivas em algumas áreas. Como também as queimadas naturais, que no Brasil tendem a aumentar durante os períodos de estiagem, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Nordeste. Além desse tornar propício à ocorrência de incêndios naturais, os períodos de estiagem e temperatura elevada também podem causar desconforto térmico para as pessoas (DINIZ; RAMOS; REBELLO, 2018).

De acordo com o autor supracitado, os resultados do seu estudo demonstraram que o ano de 2015 foi mais seco e quente e registrou o maior desconforto térmico promovido pelo calor e aumento no número e focos de queimadas, principalmente na região do Centro-Oeste, Norte, Nordeste e Sudeste, corroborando com os dados deste estudo.

Em 2015 foram observados os maiores valores de temperatura em setembro e outubro. No segundo semestre de 2015 o evento do El Niño oscilação Sul (ENOS), na fase quente, ocasionou uma alteração na temperatura da superfície do mar e no Oceano Pacífico equatorial gerando uma falta de nebulosidade, este fato fez com que a radiação atingisse a superfície e ocasionou desconforto térmico (JIMÉNEZ-MUNOZ et al., 2016).

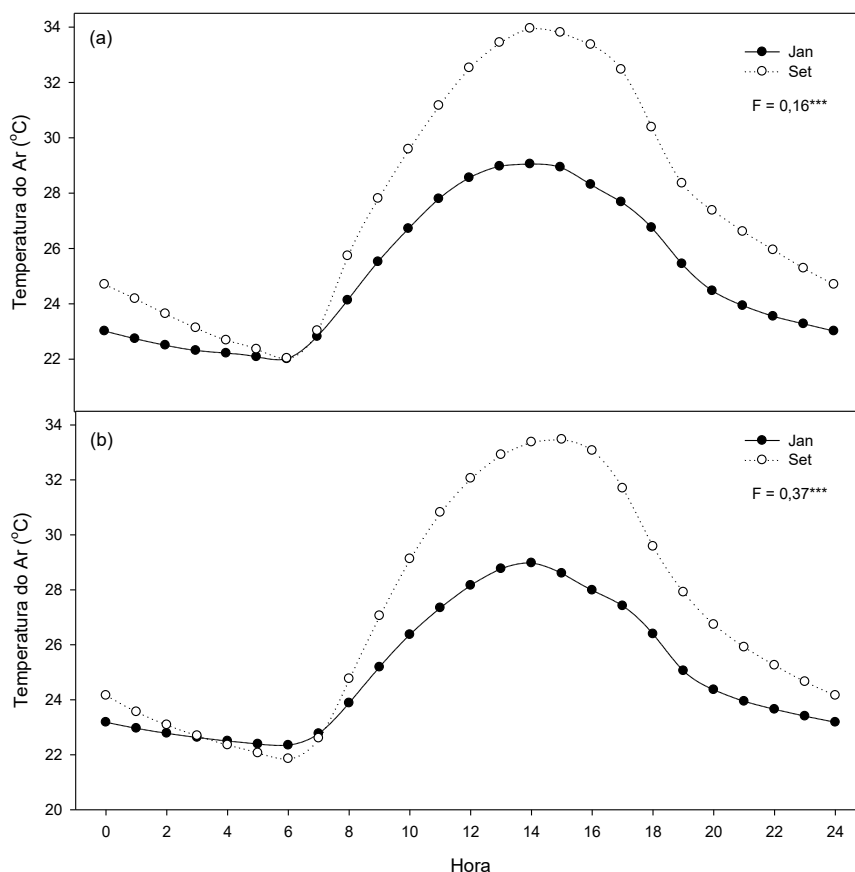
Na análise do período seco (setembro) e chuvoso (janeiro), em Alta Floresta, no período seco, observou-se que as temperaturas estiveram altas a partir das 10h até as 18h, estando próximo aos 34°C entre as 14/15h. No período chuvoso as temperaturas foram amenas alcançando o horário das 14/15h com 28°C. Em tangará da Serra também houve variabilidade da temperatura, entretanto os valores são menores, tanto na estação seca, quanto chuvosa. Sendo que na estação chuvosa, às 14h alcançou 29°C e na seca próximo a 34°C. Houve diferença significativa entre os meses e as cidades (Figura 3).

Assim como foi demonstrado neste estudo, Guedes e Silva (2020) mencionaram que as mudanças mensais e sazonais da temperatura e umidade relativa do ar apresentam comportamentos diferentes nas tendências anuais. E cada período vem apresentando diferentes comportamentos, como verões mais quentes e secos nas últimas décadas; baixa umidade no inverno; e uma estação de transição com as maiores taxas de mudança nos padrões climáticos, com noites mais quentes na primavera e outono mais úmido.

Para Nascimento e Novais (2020) assim como no presente estudo, o período de primavera e verão, compreendidos entre os meses de outubro e março, tiveram uma elevação nos valores de temperatura $>24,1^{\circ}\text{C}$, chegando a $30,7^{\circ}\text{C}$ em outubro, enquanto nos períodos de outono e inverno, de abril a setembro, os valores foram menores, alcançando $15,7^{\circ}\text{C}$.

Oliveira et al. (2023) avaliou que durante o período seco, houve diferença térmica entre a temperatura horária quando comparada ao período chuvoso, a diferença foi no período seco de (1.9°C) e período chuvoso (0.6°C).

Figura 3. Temperatura do Ar (°C) média horária dos meses de janeiro e setembro nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Tangará da Serra e Alta Floresta (2023).

UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA HORÁRIA EM TANGARÁ DA SERRA E ALTA FLORESTA- MT

A umidade relativa do ar em Tangará da Serra, inicia às 00h com a umidade mais baixa. Os horários de maior umidade são das 05h e 06h. Tendo como horário mais crítico de 14h e 15h, chegando em torno de 60%. A umidade se mantém baixa até às 20h.

A média da umidade relativa em Tangará da Serra foi 76,68%. Alta Floresta possui uma maior umidade relativa do ar média com relação a Tangará da Serra. Os maiores valores estão entre as 04h e 05h. Os horários mais críticos são entre às 14h e 15h, chegando a 61%. A umidade se mantém baixa até após às 17h e às 18h. Em

Alta Floresta a média foi de 80,32%, resultando numa diferença de mais de 3,5% entre as cidades. A umidade relativa do ar média é maior em Alta Floresta do que em Tangará da Serra com resultado significativo entre a umidade relativa do ar analisada.

A umidade relativa do ar desempenha um papel importante na saúde humana. A Organização Mundial da Saúde-OMS afirma que o teor de umidade indicado deve ser superior a 60%. Abaixo disso, entre 60% e 30% é classificado como não recomendado para a saúde humana. Abaixo de 30% significa de “Atenção” a “Emergência”. Os principais problemas causados pela baixa umidade relativa são: alergias e complicações respiratórias devido ao ressecamento das mucosas, sangramentos nasais, pele seca e irritação nos olhos (OMS, 2012). Quando o ar tende a ficar mais seco, os dias são mais quentes e as noites mais frescas. Mas devido às fortes chuvas e com umidade relativa mais alta, os extremos de temperatura tendem a ser atenuados. Em contraste, é mais difícil para o indivíduo evaporar o suor, aumentando o desconforto térmico (LAMBERTS et al., 2014).

Santos et al. (2021) realizou o primeiro estudo que analisou a relação entre indicadores climáticos e ambientais na cidade de Alta Floresta. As temperaturas máximas, médias e mínimas aumentaram significativamente (2,9°C; 1,7°C e 2,9°C) durante os 30 anos estudados, enquanto a umidade relativa do ar e a precipitação diminuíram. Demonstrando que o aumento da temperatura proporciona uma diminuição da umidade relativa do ar.

A precipitação apresenta uma grande contribuição para o aumento da umidade relativa do ar, principalmente nos solos, porém não é o único fator que contribui.

Em relação a média da UR em Tangará da Serra, os menores valores de UR nestes anos foram entre 76.46% e 76.90%, e quanto aos horários mais críticos foram das 14h e 15h. Alta Floresta no ano de 2013 foi de 81.51%; 2015/2016 79.27% e 2021 82.59%. Em 2013, os horários mais críticos em AF, abaixo do indicado pela OMS, Em 2015/2016 foi 13h às 15h. Em 2021, entre 14h e 15h.

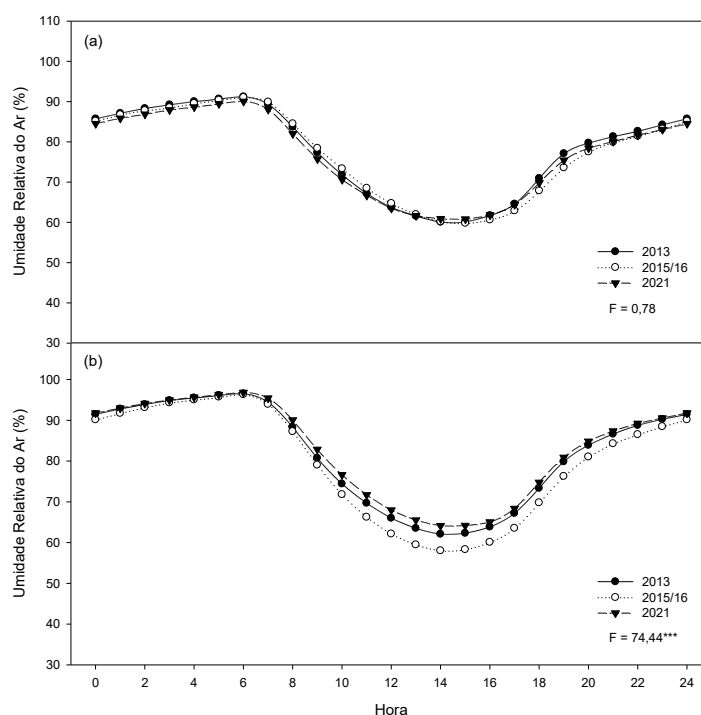
Durante os anos de 2015/16, em Alta Floresta houve uma diminuição da umidade relativa do ar, sendo que às 14h é o horário mais crítico com 58,02%, a umidade se mantém baixa e por volta das 20h começa a aumentar. Houve diferença significativa na umidade analisada entre os anos específicos (FIGURA 5).

No intervalo das 08h às 11h os valores de umidade relativa do ar diminuem devido ao aquecimento do ar. Das 10h às 11h os teores de UR são mínimos e devido

ao aquecimento gradual do ar. Das 12h às 15h o aumento elevado da temperatura considera “um intervalo crítico da UR”. As 16h a UR começa a aumentar de forma gradativa em razão da diminuição da temperatura (SARAIVA, 2014).

Mudanças trazidas pelo processo de urbanização das cidades, como a alta concentração de edifícios, impermeabilização de solos, desvio e retirada de recursos hídricos, retirada de vegetação, diferentes atividades, o uso e ocupação do solo influenciam nas condições do clima local. Estas alterações no ambiente urbano podem levar a aumento da temperatura do ar local e dos níveis de umidade relativa do ar (PAIVA; ZANELLA, 2013; SANTOS et al, 2017).

Figura 4. Umidade Relativa do Ar (%) média horária dos anos de 2013, 2015/2016 e 2021 nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Tangará da Serra e Alta Floresta (2023).

Em Tangará da Serra a umidade foi maior no período chuvoso e os maiores índices foram no início da noite, sendo também entre 14h e 15h o horário de menor umidade. No período seco a umidade já inicia baixa, no início da noite tem a maior queda, por volta das 14h e 15h chegando a 40% (FIGURA 6). Alta Floresta tem a umidade relativa do ar maior no período chuvoso, comparado a Tangará da Serra,

também nos horários das 14/15h mantém a umidade mais elevada do que Tangará da Serra, no início da noite a umidade se aproxima aos 100%.

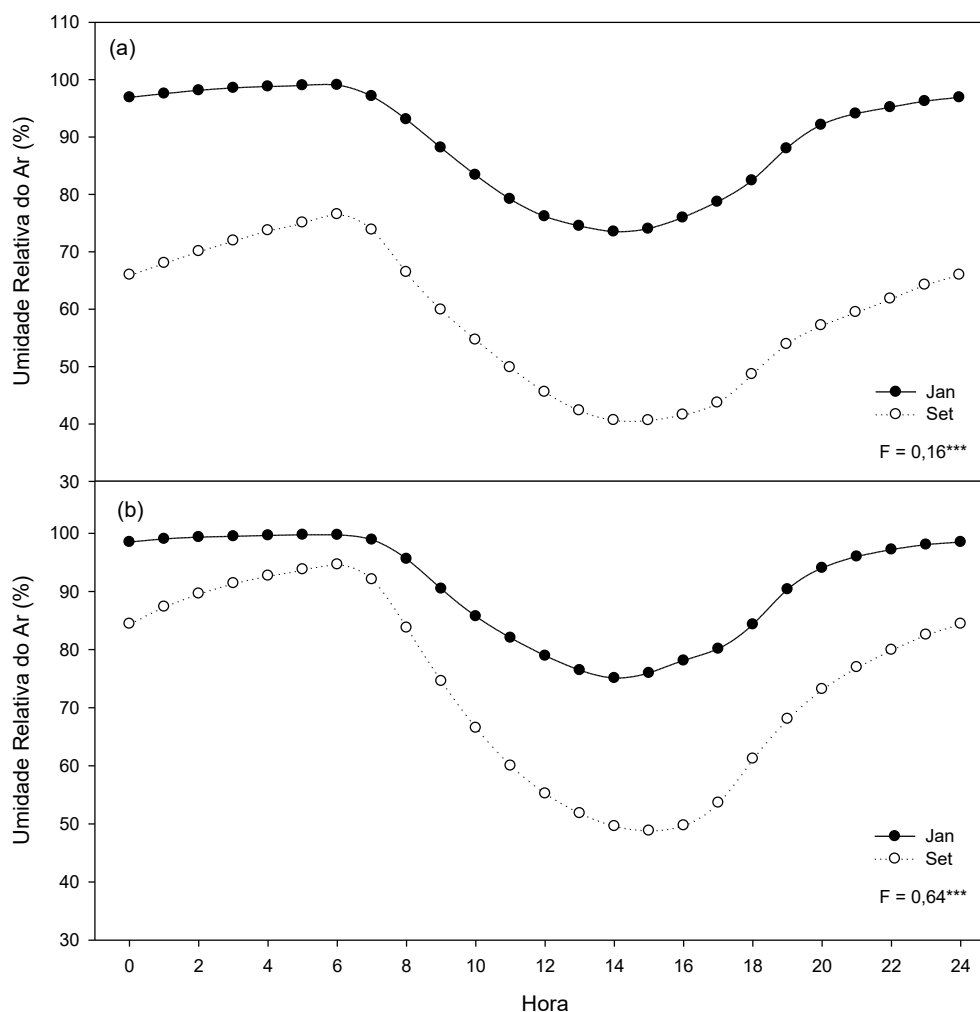
A umidade relativa do ar de Alta Floresta foi maior no período chuvoso. O horário mais crítico foi entre 14h e 15h, que fica em torno de 80%. No período seco, o mesmo horário de 14h e 15h foi de menor umidade e o período da noite teve maior umidade. Houve significância entre a umidade analisada (Figura 5).

O ar muito seco prejudica e diminui a disposição física para o trabalho de forma geral, sendo capaz de danificar a saúde da população, interferindo na realização de atividades diárias (MURARA e AMORIM, 2010).

Os períodos secos são caracterizados por altas temperaturas e baixa umidade relativa. Áreas verdes com grandes áreas de vegetação ajudam a diminuir as temperaturas locais e a manter a umidade relativa elevada (OLIVEIRA et al., 2023).

Mendes et al. (2020) afirmam que é inegável a contribuição da precipitação para o aumento da umidade relativa do ar e nos solos, no período chuvoso, entretanto, este não é o principal fator, situações como: infiltração, retenção e drenagem da água da chuva, bem como o perfil de solo podem provocar diferentes comportamentos da umidade relativa do ar no período chuvoso.

Figura 5. Umidade Relativa do Ar (%) média horária dos meses de janeiro e setembro nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Tangará da Serra e Alta Floresta (2023).

ÍNDICE DE CALOR EM TANGARÁ DA SERRA E ALTA FLORESTA- MT

O índice de calor em Tangará da Serra inicia às 09h com o horário de “cautela”, às 12h “cautela extrema”, às 14h é o horário de maior “desconforto”. Às 06h é considerado o horário mais confortável.

Em Alta Floresta após às 09h inicia na classificação de “cautela”, após as 10h já entra na classificação de “cautela extrema” e às 14 é o horário mais crítico. O horário de maior conforto é às 06h.

O valor do índice de calor mais “desconfortável” foi em Alta Floresta” chegando a 34.75°C. Tangará da Serra obteve o maior conforto com valores próximos 19.11°C.

A média do Índice de Calor em Tangará da Serra foi 26,62. Alta Floresta foi 26,77, com uma diferença de 0,15 entre os locais. Evidenciando que Alta Floresta é mais “Desconfortável” que Tangará da Serra.

O aumento do IC pode ser em decorrência do aumento da temperatura e/ou também pelo aumento da umidade relativa do ar. Houve variância entre o índice de calor nos anos analisados.

Em um estudo utilizando o índice de Calor, foi observado que o horário entre as 14h e 15h é o mais “Crítico”, principalmente para os trabalhadores rurais, pois estes realizam suas funções durante o período diurno e, na maioria das vezes, a céu aberto. Para as pessoas que desempenham funções nas cidades, o efeito do desconforto é menor, pois podem trabalhar em locais climatizados e ambiente interno (SILVA; STRECK, 2014).

O índice de calor foi utilizado para avaliar o comportamento dos elementos do clima no município de Mossoró-RN e seus impactos para a saúde da população, após as análises identificou-se que as temperaturas mais elevadas foram obtidas entre às 12h e 15h (SARAIVA, 2017).

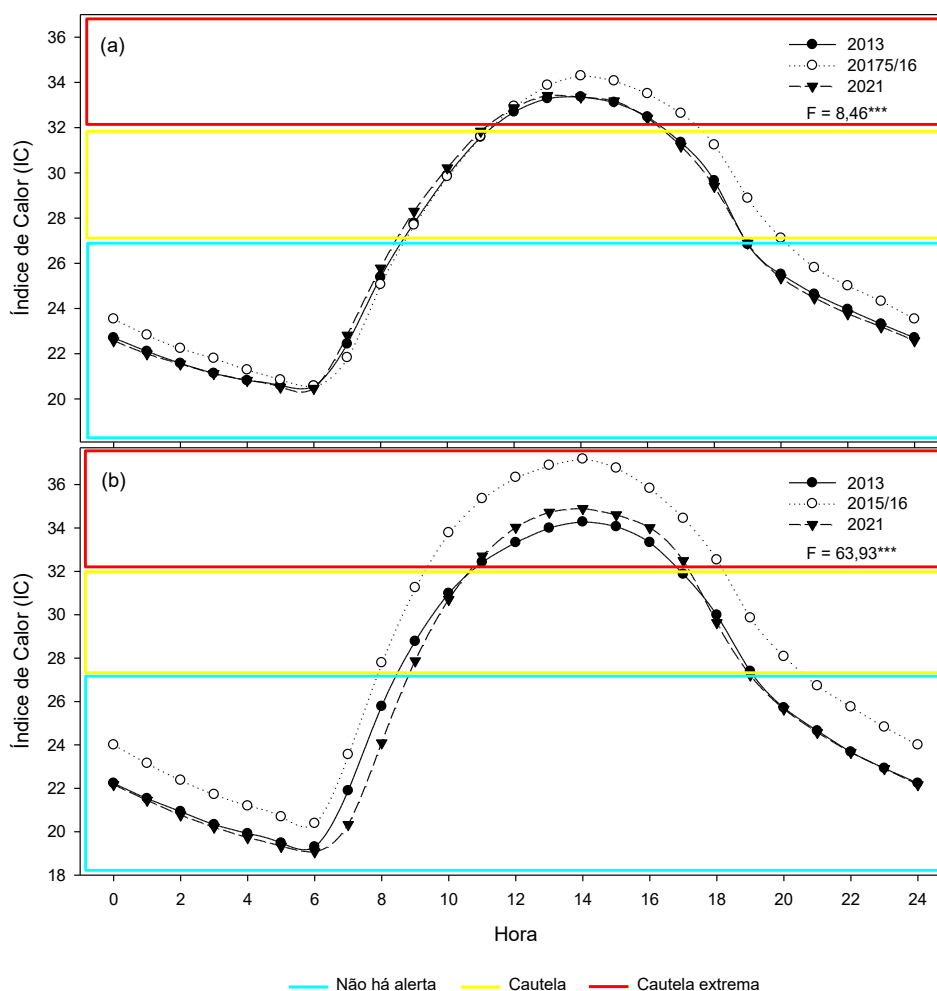
Tangará da Serra os horários de 00h até às 12h apresentam resultados similares nas classificações, sendo importante destacar que em 2015/2016 após às 12h a “cautela extrema” ganha destaque, porém essa classificação se mantém até aproximadamente às 16h (Figura 7).

Na cidade de Alta Floresta, o ano de 2015/2016 teve mais evidência com relação a classificação do índice de calor. Sendo que o horário de “cautela” inicia próximo às 08h, a “cautela extrema” permanece até após às 18h. Entre 2013 e 2021 a classificação de cautela extrema foi menor que em 2015 (Figura 7).

Em 2015/2016, houve um maior índice de calor na cidade de Alta Floresta comparado a Tangará da Serra, a “cautela” inicia mais cedo e se estende até maior parte do dia, das 10h até após às 18h registra-se como “perigo”. Em Tangará da Serra o “conforto” se mantém até às 08h, a maior parte do dia está dentro da classificação de cautela e poucas horas do dia como “perigo” (das 12h às 17h). Os horários mais confortáveis em Alta Floresta estão entre às 00h até às 07h e após as 20h até às 24h. A “cautela extrema” em Alta Floresta ocorreu das 11h às 17h. Entretanto, em Tangará da Serra a mesma classificação aconteceu das 12h até às 16h, isto é, em Tangará da Serra ocorre um menor intervalo e uma menor variabilidade dos dados. O índice de calor apresentou variância na análise.

Brasil et al., (2024) sugere que sejam adotadas medidas de mitigação que possam prevenir e aprimorar os resultados obtidos pelos índices de calor, como o aumento de locais verdes que favorecem a absorção de calor e possam contribuir para a diminuição da temperatura.

Figura 7. Índice de Calor (IC) médio horário dos anos de 2013, 2015/2016 e 2021 nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Tangará da Serra e Alta Floresta (2023).

Entre 12h até às 15h é o intervalo em que incidem maiores raios solares na superfície terrestre, sendo corriqueiro que haja o registro de maiores temperaturas do ar e menores valores de umidade relativa do ar, como também o índice de calor mais elevado. A partir das 16h as temperaturas começam a cair de forma gradativa, porém neste horário pode-se observar discrepância térmica (SARAIVA, 2014).

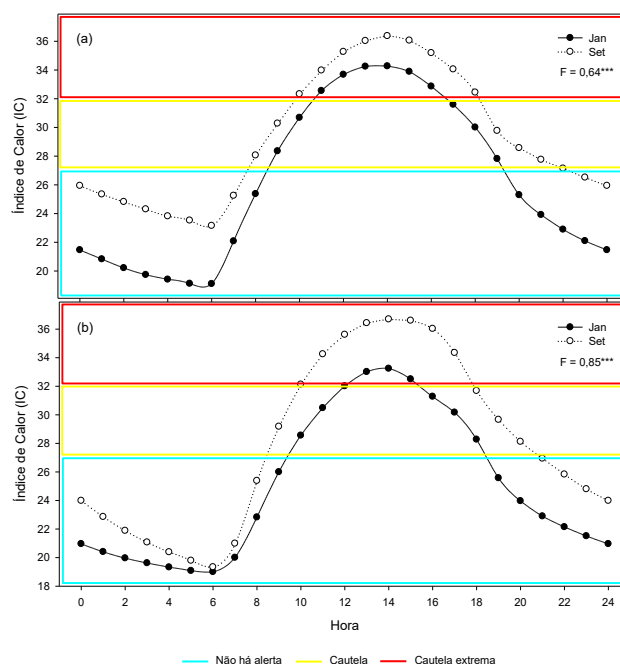
Quanto mais elevado for o IC, maior incômodo e perigo pode ocasionar para a saúde das pessoas, especialmente as crianças, idosos, pessoas doentes e pessoas que trabalham ao ar livre (SARAIVA; VALE; ZANELLA, 2017).

Em Tangará da Serra o comportamento foi diferente em ambos os períodos, no período seco, a “cautela” ocorre até antes das 10h e “cautela extrema” das 10h até próximo das 18h. No chuvoso, inicia das 08h às 10h entra na “cautela” e das 10h às 16h “cautela extrema” (Figura 9).

No período chuvoso em Alta Floresta, o índice de calor, inicia a “cautela” das 08h às 10h e “cautela extrema” até às 18h. Já no período seco, às 12h já inicia a “cautela extrema”, porém com uma menor duração, das 12h às 16h (Figura 9).

Os horários que demonstram “cautela extrema” no mês de janeiro em Alta Floresta foi das 12h às 15h. Em setembro, na mesma cidade, foi das 10h às 17h. Todavia, em janeiro a “cautela extrema” em Tangará da Serra inicia às 11h e permanece até às 16h, no mês de setembro inicia às 10h e se estende até às 18h. Apresentou variância entre o índice de calor e os períodos avaliados.

Figura 8. Índice de Calor (IC) médio horário dos meses de janeiro e setembro nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Alta Floresta e Tangará da Serra (2023).

Mandú et al. (2019), também menciona que é possível observar um comportamento sazonal do IC e que o método apresentou dois períodos bem definidos em seu estudo, sendo que nos primeiros seis meses do ano as médias de temperatura mensal ficam entre a categoria de “cautela” e nos demais seis meses como “cautela extrema”.

Conforme as normas climatológicas do INMET, as maiores temperaturas acontecem no mês de setembro e as menores em março (DINIZ; RAMOS; REBELLO, 2018).

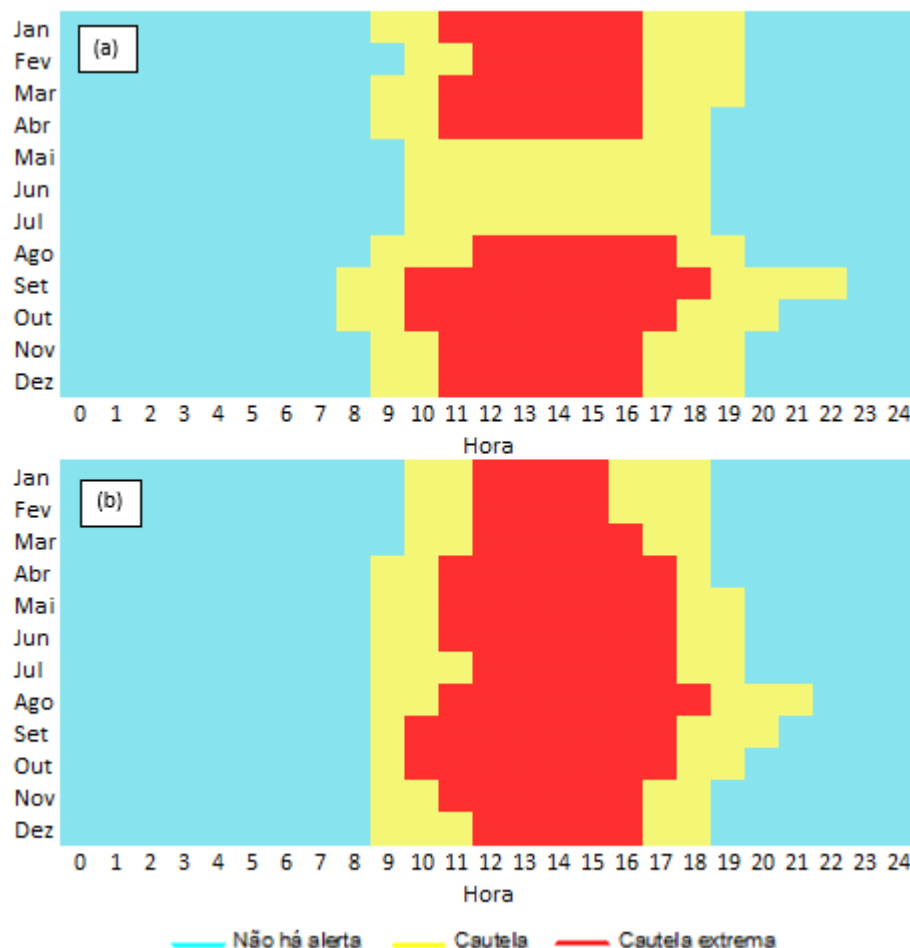
Próximo ao período seco acontece uma redução da umidade relativa do ar e um aumento da ocorrência de energia, estando mais próximos às taxas de desconforto térmico, incluindo os períodos noturnos. Estes efeitos aumentam a vulnerabilidade da saúde da população, podendo piorar no período seco (MOREIRA et al., 2023).

Os elementos meteorológicos que permitem observar a reação do ser humano com o desconforto térmico são: temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, velocidade do vento e radiação solar (BURIOL, 2015). A junção destes elementos com os mecanismos fisiológicos humanos faz com que um dos principais condicionantes para o conforto térmico seja a combinação de temperatura e umidade relativa do ar (PAGNOSSIN; BURIOL; GRACIOLLI, 2016).

Agosto e setembro encontram-se na faixa de cautela extrema, devido ao período ser o menos chuvoso na região. Nestes meses, a quantidade de raios solares que chegam até a superfície são maiores e ocasionados pela inferência da zona de convergência intertropical (ZCIT). Os municípios próximos a Linha do Equador mostram uma baixa amplitude térmica (FISCH; MARENGO; NOBRE, 1998).

Consoante a isto, foi realizado mapa de calor utilizando o Índice de Calor em Tangará da Serra e Alta Floresta. Os horários de cautela acontecem das 10h até às 18h, a cautela extrema inicia em média das 11h até às 17h. Tangará da Serra apresenta três meses no meio do ano (maio, junho e julho) como cautela, enquanto Alta Floresta manteve cautela extrema em todos os meses, sem intervalo (FIGURA 9).

Figura 9. Mapas de Calor: Índice de Calor (IC) (a) Tangará da Serra e (b) Alta Floresta média de 2013 a 2022.



Fonte: A autora (2023).

ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE MÉDIA HORÁRIA EM TANGARÁ DA SERRA E ALTA FLORESTA- MT

Em Tangará da Serra o ITU, inicia mais baixo e se mantém assim em todos os horários comparados a Alta Floresta. A classificação de “levemente desconfortável” inicia às 08h e se estende até quase às 10h. Os horários de maior conforto foram às 04h e 05h e horário pico de “desconforto” das 14/15h (Figura 10).

Alta Floresta das 08h até às 09h foi classificado como “levemente desconfortável” das 10h até após às 18h foram os horários de “extremo desconforto”, sendo que no horário “pico” das 14/15h passou dos 28°C. Os horários de maior

conforto, são entre 05h e 06h da manhã. E os de maior desconforto das 14h e 15h (Figura 10).

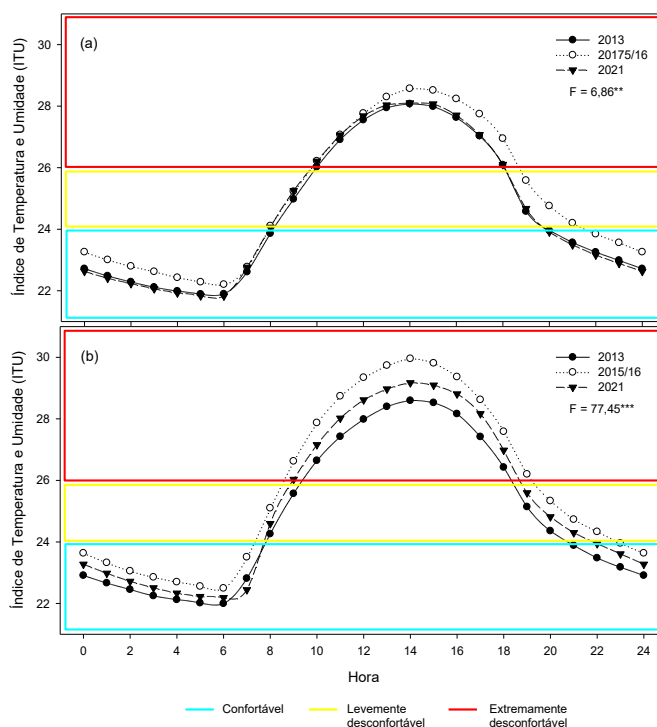
Utilizando a classificação do ITU “de extremamente desconfortável” em Alta Floresta foi das 10h até às 18h, com variação de 26.49°C até 28.73°C. Tangará da Serra ocorreu a classificação no mesmo período, das 10h às 18h variando de 26.20°C a 28.25°C.

A média do ITU em Alta Floresta foi 25.10°C, já Tangará da Serra 24.70°C. Cerca de 0,4°C de diferença. Do mesmo modo, também classificando Alta Floresta como mais “desconfortável” que Tangará da Serra. O índice de temperatura e umidade apresentou variância entre as cidades.

Ao comparar os três anos, o ITU se destaca no ano de 2015/16, tanto em Alta Floresta quanto em Tangará da Serra, pois Alta Floresta sempre apresenta um maior “desconforto” comparado a Tangará da Serra. Podemos observar que a noite é mais confortável, iniciando a classificação de “levemente desconfortável” após às 08h e se estendendo até às 18h (Figura 10).

Diferentemente de Tangará da Serra que o ITU inicia mais baixo a noite, a classificação “levemente desconfortável” e “extremamente desconfortável” ficam similares entre os anos, sendo que em 2015 houve um aumento às 12h que se estendeu até às 18h, chegando a mais de 28°C (Figura 11). Alta Floresta, de acordo com o ITU, possui maiores horários que causam “desconforto térmico”. O ITU obteve variância entre os anos estudados.

Figura 10. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio horário dos anos de 2013, 2015/6 e 2021 nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Tangará da Serra e Alta Floresta (2023).

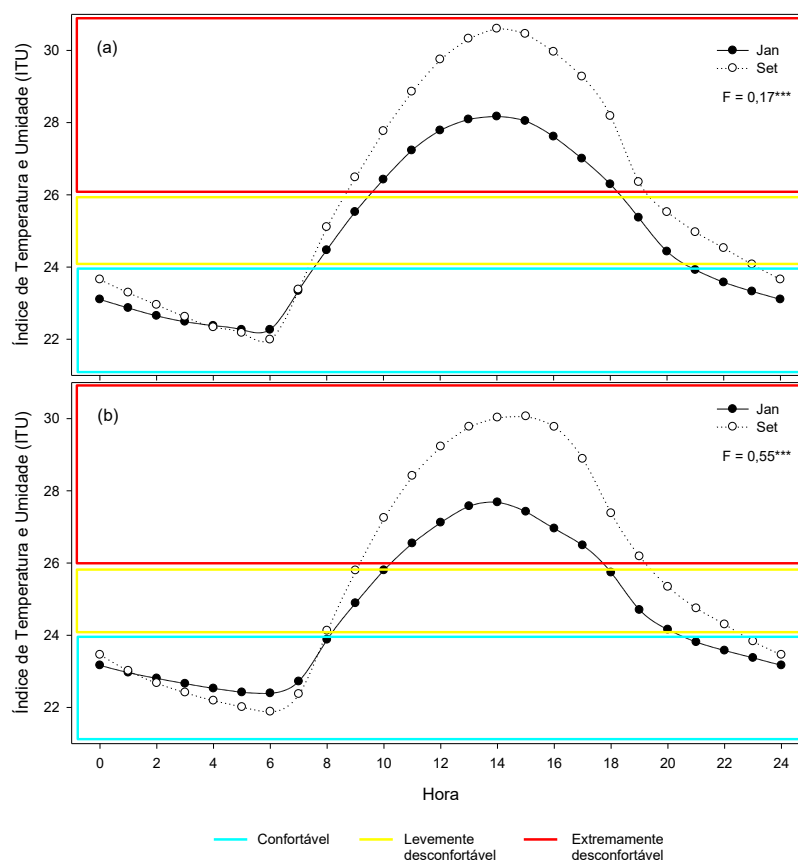
No período chuvoso de Alta Floresta o ITU iniciou como “levemente confortável” das 08h às 10h, das 11h às 17h foi classificado como “extremamente desconfortável” sendo o horário “pico” das 14h. O horário de maior conforto entre às 05h e 06h e de maior desconforto das 14h (Figura 11).

No período úmido, das 08h às 09h é “levemente desconfortável” e das 10h às 18h “extremamente desconfortável”. O horário de maior conforto é às 06h e de maior desconforto às 14h (Figura 11).

No período chuvoso em Tangará da Serra das 08h até antes das 10h inicia como “levemente desconfortável”, das 10h às 18h é “extremamente desconfortável”.

O horário de maior “conforto” foi às 06h e de maior “desconforto” às 14h. No período seco a temperatura 08h já inicia como “levemente confortável” e às 08h30 já entra como “extremamente desconfortável”. O horário de maior conforto foi às 06h e de maior desconforto antes das 14h. Teve variância entre o ITU nos períodos avaliados nas cidades.

Figura 11. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio horário dos meses de janeiro e setembro nos municípios de Tangará da Serra (a) e Alta Floresta (b). *** $p < 0,001$.



Fonte: Estação Meteorológica de Alta Floresta e Tangará da Serra (2023).

A umidade no período chuvoso é maior que no período seco. Esta variabilidade de comportamento entre os períodos seco e chuvoso pode ser explicada considerando a resposta da umidade do solo a dois regimes principais, umedecimento pela chuva ou secagem por radiação. Os fatores e processos de controle relevantes variam amplamente e operam em diferentes escalas espaciais e temporais, de modo que os padrões de umidade do solo refletem a multiplicidade desses efeitos (MÄLICHE et al., 2020).

Ao avaliar o percentual de horas das 6h às 18h de todos os meses na classificação do IC nos dois municípios identifica-se que Tangará da Serra apresenta uma faixa maior de horários em cautela (25,8). Alta Floresta maiores horários de cautela extrema (54,8). No índice de temperatura e umidade Tangará da Serra

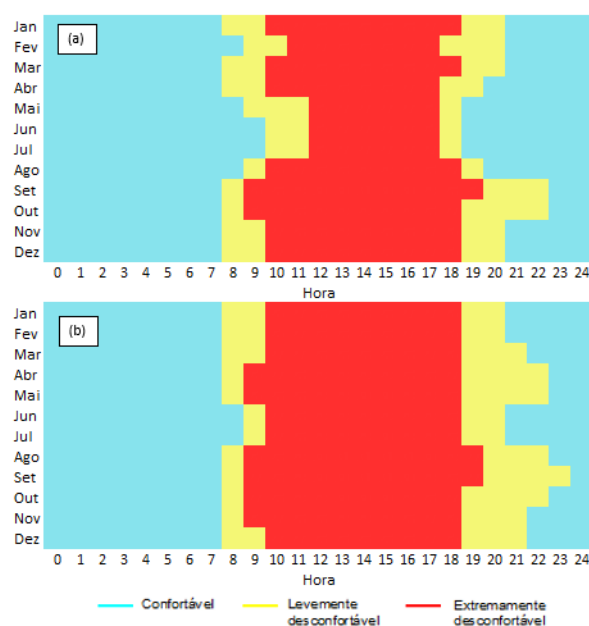
registra-se como mais confortável que Alta Floresta (27,5). A classificação de extremamente desconfortável em Alta Floresta foi de (65,4).

Em locais que acontecem altas temperaturas e baixo índice de UR, podem ocorrer diversas perturbações, dentre estas: percepção subjetiva, com prejuízo em atividades humanas que afetam o desempenho de afazeres e produção de trabalhadores (SILVA et al., 2010).

Regiões com clima tropical apresentam uma variabilidade dos elementos meteorológicos, sendo mais intensos nos meses do segundo semestre do ano, em razão dos sistemas dinâmicos de grandes escalas e diversas condições termodinâmicas (SANTOS; LUCIO; SANTOS, 2015).

No Índice de Temperatura e Umidade os horários de extremamente desconfortável acontecem em Tangará da Serra das 10h às 17h, o mês de setembro apresentou maiores horários de extremo desconforto das 09h às 19h. Em Alta Floresta o extremo desconforto foi das 10h às 18h e os meses de maiores desconforto foram agosto e setembro, das 09h às 19h.

Figura 12 Mapas de Calor: índice de Temperatura e Umidade (ITU) (a) Tangará da Serra e (b) Alta Floresta média de 2013 a 2022.



Fonte: A autora (2023).

Nos horários cautela extrema é necessário que sejam tomadas algumas medidas que possam prevenir riscos à saúde do colaborador.

De acordo com o anexo 03 da NR 09, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, são citadas algumas medidas que o empregador deve ter para o empregado como forma de prevenção a exposição ao calor, para não causar efeitos adversos à saúde do trabalhador. Dentre algumas medidas: assim como realizar orientações acerca dos fatores de risco e distúrbios ocasionados pela exposição ao calor; necessidade do trabalhador informar ao superior a ocorrência de sinais e sintomas; informações sobre o ambiente de trabalho e suas características; situações de emergência decorrentes da exposição ao calor; realização de capacitações anuais específicas conforme a avaliação de risco (BRASIL, 1978).

Ainda de acordo com a Norma supracitada, algumas medidas também são importantes como: disponibilização de água ou outro líquido fresco; programação de trabalhos mais pesados em condições que apresentem condição térmica amena. Assim como adequação de processos e rotinas de trabalho, alterar operações que gerem nível elevado de desconforto, entre outros. Para locais fechados que possuem fonte de calor artificial os empregadores devem adaptar locais de trabalho, reduzir a temperatura e emissão da fonte de calor, utilizar barreira para calor radiante, adequação do sistema de ventilação e adequação da temperatura e umidade relativa do ar.

De acordo com a Fundacentro (2022) existem algumas medidas gerais que podem ser realizadas nos dias muito quentes, como: proteger o corpo da exposição solar direta; utilizar roupas leves para cobrir braços e pernas; evitar realizar tarefas nos horários de maior calor; programar trabalhos mais pesados para o início da manhã ou final do dia; realizar pausas programadas em locais que tenham sobram e água fresca para permitir que a temperatura abaixe e os músculos se recuperem.

CONCLUSÃO

A média da temperatura é maior em Alta Floresta, cerca de quase 1°C comparado com Tangará da Serra, e o horário das 10h até às 16h apresenta um aumento considerável da temperatura.

Ao comparar os três anos (2013, 2015/2016 e 2021), identificou-se que em Alta Floresta tem a maior temperatura e a menor umidade relativa do ar no ano de 2015/2016.

A média da umidade relativa demonstrou uma diferença de mais de 3,5% entre as cidades, sendo maior em Alta Floresta do que em Tangará da Serra. Alta Floresta apresenta umidade relativa do ar maior no período chuvoso, comparado a Tangará da Serra, nos horários das 14/15 horas mantém a umidade mais elevada do que Tangará da Serra.

Utilizando a classificação do ITU de “extremamente desconfortável” em Alta Floresta, foi das 10h até às 18h, totalizando nove horas de maior exposição. Em Tangará da Serra também ocorreu a classificação no mesmo período, das 10h às 18h, com nove horas de exposição.

Empregando a classificação do IC “cautela extrema” em Alta Floresta ocorreu das 11h às 17h, com sete horas de exposição. Entretanto em Tangará da Serra a mesma classificação do índice aconteceu das 12h às 16h, ou seja, um menor intervalo e menor variabilidade dos dados, com cinco horas de exposição.

Considerando ambos os índices Alta Floresta podem ser classificados como mais “Desconfortável” que Tangará da Serra.

Os resultados destes estudos contribuíram para realizar a classificação dos horários de maior desconforto, através dos índices de desconforto térmico sendo possível comparar diferentes regiões agrícolas, que possuem altitudes e microclimas diferentes. A classificação horária permitiu elencar os principais horários considerados de exposição “prejudiciais para a saúde da população” tendo em vista que a população mais afetada são os trabalhadores rurais que estão expostos diariamente à exposição solar.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Saúde Suplementar. Em 2019, beneficiários de planos de saúde realizaram 1,62 bilhão de procedimentos. Ministério da Saúde. 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/ans/pt-br/assuntos/noticias/numeros-do-setor/em-2019-beneficiarios-deplanos-de-saude-realizaram-1-62-bilhao-de-procedimentos>>. Acesso: 04 de jan. 2024.
- ALBUQUERQUE, R. C. **Modelagem em séries temporais: aplicação em dados de precipitação na região do sertão do Pernambuco- Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biometria e estatística aplicada – UFRPE, Pernambuco, 2019. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/8161/2/Rosendo%20Chagas%20de%20Albuquerque.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.
- ALEIXO, N. C. R.; NETO, J. L. S. Clima e saúde: diálogos geográficos. **Revista Geonorte**, v. 8, n. 30, p. 78-103, jul./dez., 2017. DOI: <https://doi.org/10.21170/geonorte.2017.V.8.N.30.78.103>. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/4070>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- ALVES, A.S. **Avaliação dos riscos ocupacionais e enfermidades ligadas ao trabalho no campo no município de Itaporanga – PB**. 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais, com ênfase em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – PPGSA/UFCG, Pombal, 2019. Disponível em: <https://bg.copernicus.org/articles/14/817/2017/>. Acesso em 15 mar. 2023.
- AMPOU, E. E. et al. Coral mortality induced by the 2015–2016 El-Niño in Indonesia: the effect of rapid sea level fall. **Biogeosciences**, v. 14, n. 1, p. 817–826, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5194/bg-14-817-2017>. Disponível em: <https://bg.copernicus.org/articles/14/817/2017/>. Acesso em 12 abr. 2023.
- ANDRADE, H. O clima urbano: natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia**, v.15, n.80, p.67-91,2005. DOI: <https://doi.org/10.18055/Finis1479>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/1479>. Acesso em 14 abr. 2023.
- ARAÚJO, R. A. F. Et al. Influência de variáveis meteorológicas na prevalência das doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 439-447, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778634305>. Acesso em: 03 de jan. 2024.
- BARRETO, F.;MOURA, Í.;SAMPAIO, M.; LIBERAL, V. ;NASCIMENTO, W.;& LOPES, J. M. Uma Visão Sobre A Região Centro Oeste Na Perspectiva Do Bionegócio. *Diálogos & Ciência*. 1, n. 36, 2016. DOI:
- BARBOSA, F. R. G. M.; Et al. Expansão da Agroindústria Canavieira no Centro-Oeste Brasileiro (1975- 2017): Uma Análise Histórica - Econômica. Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, 2019. **Gestão e Regionalidade**. DOI: <https://doi.org/10.13037/gr.vol36n109.6009>. Acesso em: 13 de jan. 2024.

BERLATO, M. A.; FARENZENA, H. e FONTANA, D.C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.423-432, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500001>. Acesso em: 20 de nov. de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS**. DATASUS, 2023. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso: 1 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria N.º 426 DE 07 DE OUTUBRO DE 2021**. Aprova o Anexo I - Vibração e o Anexo III - Calor, da Norma Regulamentadora nº 09 - Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais e Agentes Físicos, Químicos e Biológicos. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2021/portaria-mtp-no-426-anexos-i-vibracao-e-iii-calor-da-nr-09.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

BURIOL, G. A. et al. Conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural em Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 223-230, fev., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131537>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/sBkbrWqPtTfxZ3dVFdGs78M/?lang=pt> Acesso em 12 abr. 2023.

CAMELO, J. G.; CARACRISTI, I. A Relação entre o Clima e os Inselbergs “Monólitos” da Cidade de Quixadá-CE, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 24, n. 1, p. 148-161, dez., 2022. DOI: <https://doi.org/10.35701/rcgs.v24.888>. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/888>. Acesso em 12 abr. 2023.

CARMO, M. E.; GUIZARDI, F. L. O conceito de vulnerabilidade e seus sentidos para as políticas públicas de saúde e assistência social. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, p. e00101417, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00101417>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/ywYD8gCqRGg6RrNmsYn8WHv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 maio. 2023.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2009.

CHIOVETO, M. O. T. **Desenvolvimento rural no Mato Grosso e seus biomas**. 2014. 245 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2019/20. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 13 Jan. 2024.

DALLACORT, R. et al., Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5838>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5838>. Acesso em 15 abr. 2023.

DINIZ, F. A.; RAMOS, A. M.; REBELLO, E. R. G. Normais climatológicas do Brasil 1981-2010. **Pesquisa agropecuária do Brasil**, v. 53, n. 2, p. 131-143, fev., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000200001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/WrrC5Btrkx4sRjgr8dKFBdB/?lang=en> Acesso em 09 abr. 2023.

FERREIRA, L.G.B. et al. **O fenômeno El Niño de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do Paraná**. Curitiba: LAPAR, 2017.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, jun., 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/NVRbNSn7P5z4hjtFNmMjLjx/?lang=pt>. Acesso em 20 mar. 2023.

FONTELLES, M. J; et. al. **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. 2009. (Trabalho de pesquisa desenvolvida no Núcleo de Bioestatística) Universidade da Amazônia – UNAMA, Amazônia, 2009. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>. Acesso em: 05 de out. 2022.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. Os biomas e o clima das capitais do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1152-1160, 2017.

GOUVEIA, L. M. R. C. **Alterações cutâneas do idoso**. 2023. Dissertação no mestrado integrado em ciências Farmacêuticas. Instituto Universitário Egas Moniz. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/49230/1/Gouveia_Leonor_Monteiro_Risques_Cam%c3%b5es.pdf>. Acesso em: 28 de fev. 2024.

GUEDES, R. V. S. E SILVA, T. L. V. Análise Descritiva da Precipitação, Temperatura, Umidade e Tendências Climáticas no Recife-Pe. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 07, p. 3234-3253, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3234-3253>. Disponível em: <https://revistasdemo.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/246169>. Acesso: 10 de maio. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Alta Floresta – MT: Área da unidade territorial**. IBGE, 2020. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/alta-floresta.html>?Acesso: 05 de out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Alta Floresta – MT: População estimada**. IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/alta-floresta.html>. Acesso: 05 de out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Tangará da Serra – MT: Área da unidade territorial**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/tangara-da-serra.html>? Acesso: 05 out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Tangará da Serra – MT: População estimada**. IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/tangara-da-serra.html>? Acesso: 05 de out. 2022.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for Policymakers**. In: Masson-Delmotte, V. P. et al. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. New York: Cambridge University Press, 2018. p. 3-24. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/global-warming-of-15c/summary-for-policymakers/31C38E590392F74C7341928B681FF668>. Acesso em 30 abr. 2023.

JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C. et al. Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. **Scientific Reports**, v.6, n.1, p.1-7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep33130>. Disponível em <https://www.nature.com/articles/srep33130>. Acesso em 09 abr. 2023.

KRISHNAMURTHY, M. et al. Occupational heat stress impacts on health and productivity in a steel industry in Southern India. **Safety and health at work**, v. 8, n. 1, p. 99-104, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2016.08.005>. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791116302220>>. Acesso em: 23 jan. 2024.

LACERDA, J. F. D. Saúde do homem: conhecimento do trabalhador rural acerca do autocuidado / Jucilene Francisca de Souza Lacerda. - Cajazeiras, 2017.

LAMBERTS, R. et al. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis: Laboratório de Eficiências Energética em Edificações, 2014.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S.M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v. 12, n. 4, p. 189-201, dez. 2003. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742003000400003>. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742003000400003&lng=pt&nrm=iso&tling=pt. Acesso em 05 maio. 2023.

MANDÚ, T. B. et al. Impacto das Ondas de Calor no Conforto Térmico Humano na Região da Floresta Nacional do Tapajós, Oeste do Pará. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 98-108, out., 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.37002/biobrasil.v11i4.1775>. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/1775>. Acesso em 08 maio. 2023.

MÉLO, I. S. et al. **Adaptação aos impactos das mudanças climáticas: uma reflexão com base no plano diretor 2018 da cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. 2019.** Dissertação (mestrado em gestão ambiental). INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTAO AMBIENTAL. Disponível em: < <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/73/Adapta%c3%a7%c3%a3o%20aos%20impactos%20das%20mudan%c3%a7as%20clim%c3%a1ticas%20uma%20reflex%c3%a3o%20com%20base%20no%20plano%20diretor%202018%20da%20cidade%20do%20Recife%2c%20Pernambuco%2c%20Brasil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. acesso em: 28 fev 2024.

MENDES, R. M. et al. Proposição de limiares críticos ambientais para uso em sistema de alertas de deslizamentos. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 40, n. 1, p. 61-77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.165390>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/165390>. Acesso em 15 maio. 2023.

MOREIRA, P. H. O. et al. Variações Sazonais do Índice de Temperatura Efetiva (ITE) e Índice de Calor (IC) com o uso do solo em Zona Urbana na Amazônia Oriental. **Caminhos de Geografia**, v. 24, n. 93, p. 01–17, jun., 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG249365649>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/65649>. Acesso em 13 mar. 2023.

MOREIRA, P. S. P. et al. Ciclo diário de variáveis meteorológicas nos biomas do estado de mato grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 17, n. 1, p. 173-188, jul./dez., 2015. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v17i0.41159>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41159>. Acesso em 20 abr. 2023.

MURARA, P. G.; AMORIM, M. C. C. T. **Clima e Saúde: variações atmosféricas e enfermidades circulatórias.** In: 16 Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010, Porto Alegre. Anais [...] Porto Alegre: FURGS, 2010, p. 1-7.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, p. 1-39, jul./dez., 2020.

NERBASS, F. B. et al. Occupational heat stress and kidney health: from farms to factories. **Kidney international reports**, v. 2, n. 6, p. 998-1008, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ekir.2017.08.012>. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468024917303704>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service. **What is the heat index?** NWS, [s.d]. Disponível em: <https://www.weather.gov/ama/heatindex>. Acesso: 6 jun. 2023.

OKUMO, E.; VILELA, M. A. C. **Radiação Ultravioleta: características e efeitos**. São Paulo: Editora da Livraria da Física, 2005.

OLIVEIRA, A. S.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUSA, J. B. Características do meio físico da bacia hidrográfica do Médio Curso do Rio Teles Pires, no município de Alta Floresta – MT. **Revista Equador (UFPI)**, v. 8, n. 3, p. 159 – 177, 2019.

OLIVEIRA, T. A. **Mudanças Climáticas e as chuvas no Sudeste do Brasil: Tendências e Eventos Extremos**. 2023. 26 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2023.

PAGNOSSIN, E. M.; BURIOL, G. A.; GRACIOLLI, M. A. Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 2, n. 1, p. 149-161, 2016. DOI: <https://doi.org/10.37777/803>. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/803>. Acesso em 20 mar. 2023.

PAIVA, F. I. B.; ZANELLA, M. E. Microclimas urbanos na área central do bairro da Messejana, Fortaleza/CE. **Revista Equador**, v. 2, n. 2, p. 153-172, jul./dez., 2013.

ROSCANI, R. C. et al. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, p. e00211415, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00211415>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/KFhnDpyQCCJhPzSF5FdBDjw/?lang=pt>. Acesso em 03 jun. 2023.

SANTOS, K. A. et al. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande-PB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 943-952, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016146661>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/yMBFbMh7WdYMfw9H9KH9bhn/?lang=pt>. Acesso em 07 jun. 2023.

SANTOS, E. B.; LUCIO, P. S.; SANTOS, C. M. Precipitation regionalization of the Brazilian Amazon. **Atmospheric Science Letters**, v. 16, n. 3, p. 185-192, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/asl2.535>. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asl2.535> Acesso em 13 jun. 2023.

SANTOS, M.G. B. et al. Avaliação da relação entre variáveis climáticas e interações por doenças cardiorrespiratórias em Juiz de Fora–MG. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 270-281, 2021.

SARAIVA, A. L. B. C. **O clima urbano de Mossoró (RN): okumo subsistema termodinâmico**. 2014. 234 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SARAIVA, A. L. B. C.; VALE, C. C.; ZANELLA, M. E. Comportamento dos elementos climáticos no município de Mossoró (RN) e os impactos na saúde humana. **Revista GeolInterações**, v. 1, n. 1, p. 87-105, jan., 2017.

STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. **Journal of applied meteorology**, v. 18, n. 7, p. 861-873, 1979. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2). Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/18/7/1520-0450_1979_018_0861_taospi_2_0_co_2.xml. Acesso em: 20 maio. 2023.

SILVA, D. S.; STRECK, N. A. Tendências das séries históricas do índice de calor no município de Santa Maria – RS. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1360-1366, ago., 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131345>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Hf9nn5Rjr5XgKvPNw65fRg/?lang=pt>. Acesso em 03 jun. 2023.

THOM, E. C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**, v. 55, n. 7, p. 65-72, 1958.

WU, Z.; DOU, P.; CHEN, L. Comparative and combinative cooling effects of different spatial arrangements of buildings and trees on microclimate. **Sustainable Cities and Society**, v. 51, n. 1, nov., 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2019.101711>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670718326982?via%3Dihub>. Acesso em 03 maio. 2023.

ZHANGA, X; ESTOQUE, R. C.; MURAYAMA, Y. An urban heat island study in Nanchang City, China based on land surface temperature and social-ecological variables. **Sustainable Cities and Society**, v. 32, n. 1, p. 557–568, jul., 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2017.05.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221067071730094X?via%3Dihub>. Acesso em 18 maio. 2023.

ZHENG, S. et al. Experimental and theoretical study of urban tree instantaneous and hourly transpiration rates and their cooling effect in hot and humid area. **Sustainable Cities and Society**, v. 68, n. 1, fev., 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2021.102808>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670721000998?via%3Dihub>. Acesso em 23 maio. 2023.

