Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
ISSN 2237-8642

DESCONFORTO TÉRMICO E SUA RELAÇÃO COM INTERNAÇÕES E ÓBITOS POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA DE MUNICÍPIOS AGRÍCOLAS DO MATO GROSSO

Thermal discomfort and its relationship with hospitalizations and deaths from cardiovascular diseases in the adult population of agricultural municipalities in Mato Grosso

Incomodidad térmica y su relación con internaciones y muertes por enfermedades cardiovasculares en la población adulta de municipios agrícolas de Mato Grosso

Tássia Camila dos Santos Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
tassia_camila20@hotmail.com

Rivanildo Dallacort
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
rivanildo@unemat.br

Vanessa Rakel de Moraes Dias
Centro de Tecnologia e Sensoriamento Remoto, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
vanessadias@unemat.br

Reilly Pereira Melo
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
reillypereiramelo@gmail.com

Ana Cláudia Pereira Terças Trettel
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
ana.claudia@unemat.br

Rafael Cesar Tieppo
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
rafaelt@unemat.br

Vagner Ferreira do Nascimento
Departamento de Enfermagem, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
vagnernascimento@unemat.br

Resumo: As doenças do aparelho circulatório (DAC) constituem um desafio para a saúde pública, resultantes de causas multifatoriais, incluindo condições meteorológicas. Neste estudo, investigou-se o desconforto térmico humano na população adulta de Alta Floresta e Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso, com o objetivo de compreender seu impacto na morbidade e mortalidade por DAC e suas relações com os elementos meteorológicos. Os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Universidade do Estado de Mato Grosso. As informações referentes ao número de internações e óbitos por DAC foram coletadas no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, considerando o período de 2013 a 2022. Para análise dos dados, utilizou-se a correlação de Pearson (r). Verificou-se que os idosos representam o maior número de internações e óbitos por DAC em ambas as localidades, e que a maior concentração de casos ocorreu no período de seca. Em Alta Floresta, observaram-se correlações significativas com temperatura, amplitude térmica e umidade relativa do ar; já para Tangará da Serra, com temperatura, umidade relativa do ar e precipitação. Os índices de desconforto térmico também apresentaram correlações relevantes em ambas as cidades. Os resultados evidenciam que a temperatura e umidade relativa do ar em Alta Floresta são superiores às de Tangará da Serra, além de indicarem maior desconforto térmico em relação aos índices analisados. Esses achados podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e gestão das DAC, considerando os fatores climáticos.
Palavras-chave: Clima. Doenças sensíveis ao clima. Doenças do aparelho circulatório. Índices térmicos.

Abstract: Circulatory system diseases (CSD) constitute a public health challenge, resulting from multifactorial causes, including meteorological conditions. In this study, human thermal discomfort among the adult population of Alta Floresta and Tangará da Serra, in the state of Mato Grosso, was investigated with the aim of understanding its impact on CSD-related morbidity and mortality and its relationships with meteorological elements. Meteorological data were provided by the Technological Center for Geoprocessing and Remote Sensing of the State University of Mato Grosso. Information regarding the number of hospitalizations and deaths from CSD was collected from the website of the Informatics Department of the Brazilian Unified Health System, covering the period from 2013 to 2022. Pearson's correlation coefficient (r) was used for data analysis. It was found that older adults accounted for the highest number of hospitalizations and deaths from CSD in both locations, and that the highest concentration of cases occurred during the dry season. In Alta Floresta, significant correlations were observed with temperature, thermal amplitude, and relative humidity; in Tangará da Serra, with temperature, relative humidity, and precipitation. Thermal discomfort indices also showed relevant correlations in both cities. The results indicate that temperature and relative humidity levels in Alta

Floresta are higher than those in Tangará da Serra, and that thermal discomfort is greater in relation to the indices analyzed. These findings may contribute to the development of CSD prevention and management strategies, taking climatic factors into account.

Keywords: Climate. Climate-sensitive diseases. Circulatory system diseases. Thermal indexes.

Resumen: Las enfermedades del aparato circulatorio (EAC) constituyen un desafío para la salud pública, resultantes de causas multifactoriales, incluidas las condiciones meteorológicas. En este estudio se investigó el malestar térmico humano en la población adulta de Alta Floresta y Tangará da Serra, en el estado de Mato Grosso, con el objetivo de comprender su impacto en la morbilidad y mortalidad por EAC y sus relaciones con los elementos meteorológicos. Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el Centro Tecnológico de Geoprocesamiento y Sensoriamento Remoto de la Universidade do Estado de Mato Grosso. La información referente al número de hospitalizaciones y muertes por EAC se recolectó en el sitio web del Departamento de Informática del Sistema Único de Salud, considerando el período de 2013 a 2022. Para el análisis de los datos se utilizó la correlación de Pearson (r). Se constató que las personas mayores representan el mayor número de hospitalizaciones y muertes por EAC en ambas localidades, y que la mayor concentración de casos ocurrió durante el período seco. En Alta Floresta se observaron correlaciones significativas con temperatura, amplitud térmica y humedad relativa del aire; mientras que en Tangará da Serra, con temperatura, humedad relativa del aire y precipitación. Los índices de malestar térmico también presentaron correlaciones relevantes en ambas ciudades. Los resultados evidencian que la temperatura y la humedad relativa del aire en Alta Floresta son superiores a las de Tangará da Serra, además de indicar mayor malestar térmico en relación con los índices analizados. Estos hallazgos pueden contribuir al desarrollo de estrategias de prevención y gestión de las EAC, considerando los factores climáticos.

Palabras clave: Clima. Enfermedades sensibles al clima. Enfermedades del sistema circulatorio. Índices térmicos.

Submetido em: 14/08/2024

Aceito para publicação em: 29/05/2025

Publicado em: 11/06/2025

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos demonstram que determinadas doenças tornam-se endêmicas ou desaparecem em função das variações de temperatura e das mudanças sazonais (ROSHAN; HALABIAN; MOGHABEL, 2022). Além da temperatura, outros elementos meteorológicos influenciam os processos saúde-doença. A análise integrada de dados climáticos e de saúde possibilita construir indicadores que subsidiem a identificação, o mapeamento e a formulação de soluções para áreas de maior vulnerabilidade (ALEIXO; NETO, 2017).

Importante destacar que fatores meteorológicos não são determinantes isolados no desencadeamento de doenças; contudo, quando associados às condições físicas, psicológicas e culturais dos indivíduos, potencializam o agravamento de agravos à saúde. Assim, o clima interfere na manifestação de enfermidades, sendo temperatura, umidade, precipitação, pressão atmosférica e ventos elementos que impactam diretamente o bem-estar humano (MURARA; AMORIM, 2010).

Para manter suas funções metabólicas, o organismo humano necessita conservar a temperatura interna em torno de 37°C, mobilizando o sistema termorregulador. Em situações de calor, ocorrem vasodilatação cutânea e sudorese — mecanismo eficiente de perda térmica (BRAZ, 2005). Desse modo, o corpo humano opera como um sistema termodinâmico, sendo o desconforto térmico resultado da dificuldade de dissipar ou reter calor (ALMEIDA; VEIGA, 2010).

O conforto térmico depende de fatores ambientais e pessoais, enquanto o estresse térmico ocorre quando a carga térmica supera a capacidade de dissipação do organismo (SOUZA et al., 2010). Temperaturas corporais elevadas acarretam alterações fisiológicas e psicossensoriais, comprometendo o estado geral de saúde (ROSCANI et al., 2017).

A temperatura isoladamente não expressa a complexidade do desconforto térmico. Por isso, índices específicos são amplamente utilizados, com modelos matemáticos que simulam a resposta térmica humana, considerando variáveis pessoais, fisiológicas e ambientais (GOBO et al., 2018; REQUIA et al., 2024). Nesse sentido, a bioclimatologia vem contribuindo para a avaliação da qualidade de vida, evidenciando a relação entre fatores meteorológicos e saúde populacional (SALES; ASSIS; FONSECA, 2018).

Diante disso, considerando que o Mato Grosso possui vocação agrícola e lidera a

produção nacional de soja, milho e algodão, responsável por 56,2% do PIB do agronegócio (IMEA, 2023), os trabalhadores rurais tornam-se particularmente expostos a riscos relacionados ao clima (FRANCO et al., 2016). Os efeitos adversos do ambiente sobre a saúde dessa população têm se consolidado como pauta relevante em saúde pública (SPECTOR et al., 2016).

Apesar dos riscos substanciais, as doenças ocupacionais relacionadas à exposição climática são frequentemente negligenciadas, sobretudo pela carência de treinamentos específicos em saúde e segurança (FLEISCHER et al., 2013). Na agricultura, o estresse térmico é uma preocupação relevante, pois as atividades dependem majoritariamente de trabalho manual, e as altas temperaturas são de difícil mitigação (IOANNOUA, 2017). A exposição a calor extremo, esforço físico intenso e baixa hidratação aumentam o risco de desidratação, tensão térmica e morbimortalidade (WAGONER et al., 2020).

As doenças do aparelho circulatório permanecem como a principal causa de morte no Brasil, somando mais de 390 mil óbitos anuais, com crescimento relacionado a fatores psicológicos, genéticos e comportamentais (MURARA; AMORIM, 2010; OLIVEIRA et al., 2022). Os principais fatores de risco incluem idade, sexo, tabagismo, obesidade, dieta inadequada, sedentarismo, histórico familiar, fatores psicossociais e baixa escolaridade. Além disso, evidências associam os extremos térmicos, elevados e reduzidos, ao aumento da morbimortalidade cardiovascular (GIORGINIA et al., 2017).

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar os elementos meteorológicos associados ao desconforto térmico humano nas cidades de Alta Floresta e Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso, na perspectiva de reconhecer seus impactos na morbidade e mortalidade da população adulta em decorrência de doenças do aparelho circulatório.

2. METODOLOGIA

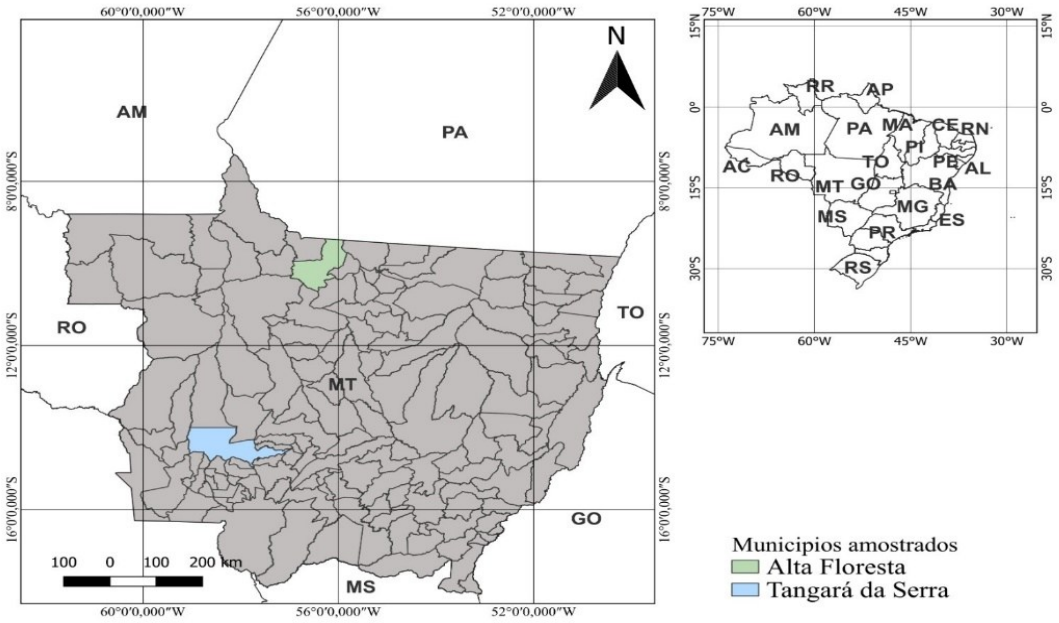
2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada nos municípios de Alta Floresta e Tangará da Serra, localizados no estado de Mato Grosso (Figura 1). Alta Floresta está localizada no extremo Norte do estado, sob as coordenadas geográficas 9°52’32” S e 56°05’10” W, a uma altitude de 284 m. Com uma população de 58.613 habitantes, PIB per capita de R$ 40.531,28 e IDH 0,714 (IBGE, 2022a).

Inserida no bioma Amazônico, caracteriza-se por um clima tropical chuvoso, com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. As principais atividades do município são a pecuária de corte, a agricultura, o extrativismo e a manufatura da madeira (FARIAS, et al., 2010; IMEA, 2023). Nas últimas décadas, a região passou por um crescimento agropecuário significativo ao mesmo tempo que vinha perdendo cobertura florestal (CLAUDINO et al., 2018).

Tangará da Serra, localizada nas coordenadas geográficas 14°37'10" S e 57º29'09" W, a uma altitude de 440 metros, possui uma população de 106.434 habitantes, IDH de 0,729 e PIB per capita de R$ 51.892,66 (IBGE, 2022b). Cidade com clima tropical, quente semiúmido, composta por vegetação secundária, cerrado típico e campos de cerrado. Sua atividade econômica está organizada na prestação de serviços, agroindústria e agricultura (IMEA, 2023).

Figura 1- Localização do estudo: municípios de Alta Floresta e Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

2.2. Dados meteorológicos e de saúde

Este estudo foi realizado com dados secundários, em que foram coletados dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar no período de janeiro/2013 a dezembro/2022. O banco de dados meteorológicos foi

disponibilizado pelo Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), dos campi Tangará da Serra e Alta Floresta, ambos equipados com estações meteorológicas dotadas dos mesmos instrumentos. As duas 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 (ºC) e umidade relativa do ar (%) e pluviômetro TB4 rain gauge (Campbell Scientific Inc.,USA).

Para determinar os períodos seco e chuvoso de Alta Floresta e Tangará da Serra, foi calculada a média mensal da precipitação acumulada. Os meses com valores de precipitação abaixo dessa média foram definidos como secos, enquanto aqueles com valores acima da média, como chuvosos. Ambos os municípios possuem duas estações bem definidas: o período seco ocorre de maio a setembro, e o chuvoso, de novembro a março. Os meses de abril e outubro foram caracterizados como de transição.

Os dados mensais referentes às internações e mortalidades por DAC da população de ambos os municípios foram extraídos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), coletados em março de 2023, referentes ao período de janeiro/2013 a dezembro/2022. Os filtros utilizados foram: Local de residência; Capítulo CID10 e selecionado o Capítulo IX para Doenças do Aparelho Circulatório; Faixas etárias 20 a 59 anos e 60 anos ou mais, devido ao fato das doenças cardiovasculares serem predominantes na população adulta (GOMES et al., 2021; OLIVEIRA; WENGER, 2022) e com maior prevalência na população idosa (MASSA; DUARTE; FILHO, 2019); Sexo; Escolaridade; Estado civil; e Etnia/raça sem exclusões.

2.3. Cálculo do índice de desconforto térmico

Foram realizadas análises para definir a sensação térmica. Para isso, utilizaram-se modelos preditivos matemáticos de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Calor (IC). Esses modelos são utilizados para mensurar a sensação térmica de um indivíduo no ambiente. Para essas análises, foram utilizados elementos meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar das 14 horas, bem como realizada a média diária dos dados.

O IC foi criado por Winterling (1978) e adaptado por Steadman (1979), amplamente utilizado para determinar a sensação térmica. A formulação do IC é dada pela Equação 1.

$$IC = -42{,}379 + 2{,}04901523.T + 10{,}14333127.UR - 0{,}22475541.T.UR - 6{,}83783.10^{-3}.T^2 - 5{,}481717x10^{-2}.UR^2 + 1{,}22874.10^{-3}.T^2.UR + 8{,}5282.10^{-4}.T.UR^2 - 1{,}99.10^{-6}.T^2.UR^2 \quad (1)$$

Em que: T é a temperatura do ar em ˚F e UR é a umidade relativa do ar em %. Em seguida foi realizada a conversão do IC para graus Celsius (˚C).

Para mensurar os níveis de alerta e as consequências provocadas à saúde humana por meio do IC, foram utilizados os critérios abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 - Critérios de classificação do Índice de Calor (IC) e seus sintomas.

NÍVEL DE ALERTA	IC (°C)	SÍNDROME DE CALOR (SINTOMAS)
Perigo extremo	54 ou mais	Insolação ou ação e risco de Acidente Vascular Celebral (AVC) iminente.
Perigo	41,1 a 54	Cãimbras, insolação e provável esgotamento. Possibilidade de dano celebral (AVC) para exposições prolongadas com atividade física.
Cautela extrema	32,1 a 41	Possibilidade de cãimbras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas com atividade física.
Cautela	27,1 a 32	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física.
Não há alerta	Menor que 27	Não há problemas.

Fonte: Adaptado de National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA.

O ITU é um dos índices utilizados para mensurar o desconforto térmico em ambientes abertos. Foi desenvolvido por Thom (1959), vastamente utilizado em regiões tropicais devido a sua praticidade por necessitar apenas da temperatura e umidade relativa do ar (SANTOS et al., 2021). Para estimar os valores do ITU foi utilizada a equação 2:

$$ITU = 0{,}8xT_{ar} + \left(\frac{URxT_{ar}}{500}\right) \quad (2)$$

Em que: T_{ar} é a temperatura do ar (°C) e UR é a umidade relativa do ar em (%).

Para comparar os níveis de conforto pelo ITU foram utilizados os critérios abaixo (Quadro 2):

Quadro 2- Critérios de classificação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

NÍVEIS DE CONFORTO	ITU
Confortável	21 < ITU < 24
Levemente desconfortável	24 < ITU < 26
Extremamente desconfortável	ITU > 26

Fonte: Nóbrega e Lemes (2011).

2.4. Análise de dados

Os dados coletados foram, inicialmente, testados quanto à normalidade aplicando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), tanto para o banco de dados meteorológicos quanto para os dados extraídos do DATASUS. Após detectada a normalidade dos resíduos de todos os conjuntos de dados, foi analisada a correlação de Pearson (r), ao nível de significância de 5%, entre as variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura do ar e amplitude térmica), os índices de desconforto térmico (ITU e IC, médios e das 14 horas), com os números de óbitos e internações por doenças cardiovasculares. As análises foram executadas no software R (R CORE TEAM, 2023).

Reconhece-se que a relação entre variáveis meteorológicas e eventos em saúde humana pode apresentar comportamentos não lineares (GASPARRINI et al., 2015). Neste trabalho, optou-se pela utilização da correlação linear de Pearson por se tratar de uma abordagem estatística exploratória, empregada em estudos sobre clima e saúde (PONTES et al., 2021; SANTOS et al., 2025), que permite identificar padrões iniciais de associação. Contudo, destaca-se que tal técnica apresenta limitações em capturar relações mais complexas, como efeitos retardados e interações entre variáveis ou respostas não lineares.

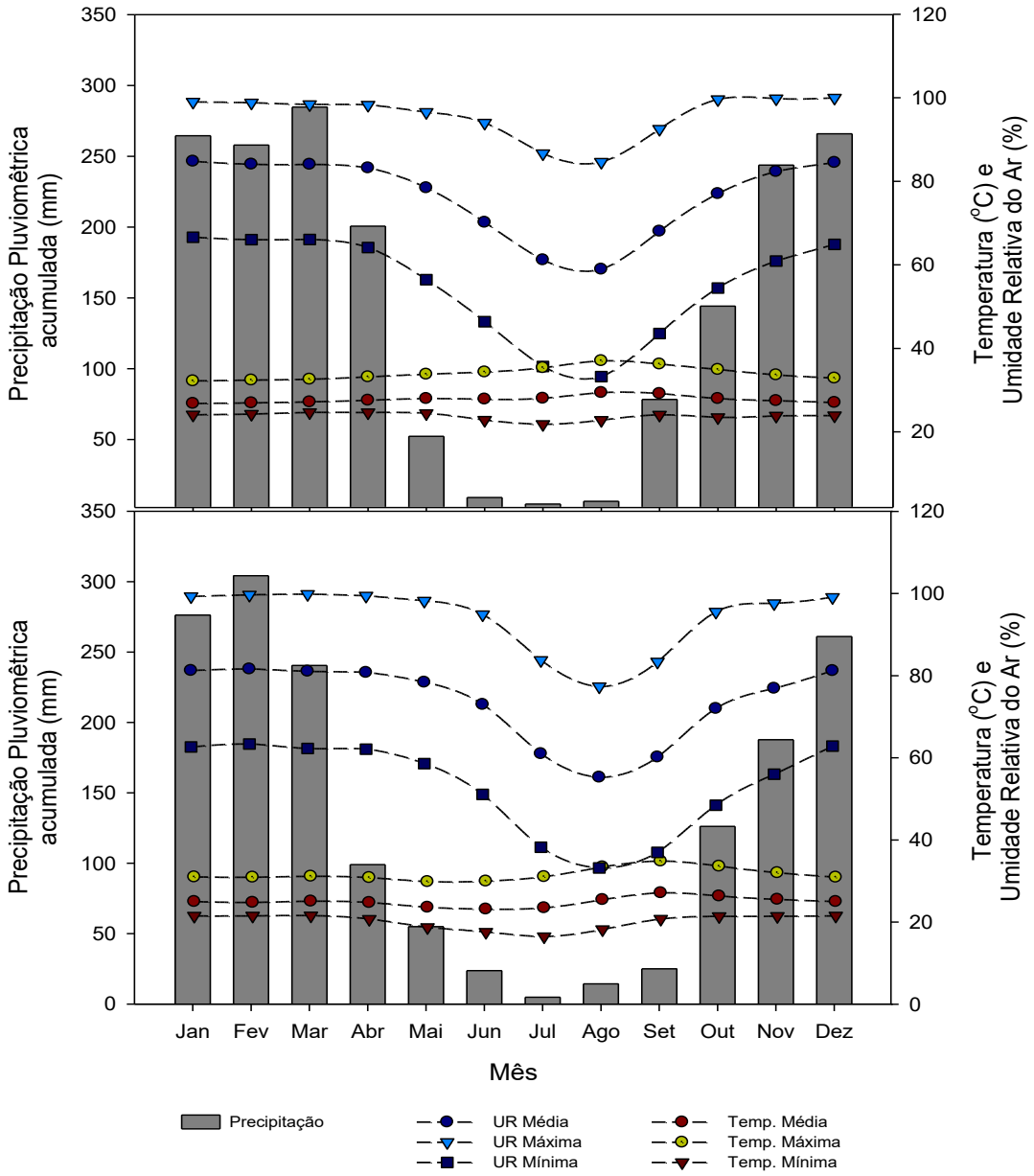
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos elementos meteorológicos

Em Alta Floresta, a temperatura média mais alta foi registrada em agosto (27,8°C), com pico de 35,6°C, e a menor média da mínima em julho (20,1°C), ambos no período seco. Em

Tangará da Serra, a maior média da temperatura máxima foi em setembro (34,8°C), com pico de 27,1°C, e a menor média da mínima em junho (17,6°C), também meses secos (Figura 2).

Figura 2 - Distribuição da média mensal de precipitação acumulada, temperatura e umidade relativa do ar, no período de 2013 e 2022, nos municípios de Alta Floresta (a) e Tangará da Serra (b), Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A média da temperatura no período foi de 26,2°C em Alta Floresta e 24,9°C em Tangará da Serra. Alta Floresta apresentou médias mais altas, possivelmente devido ao desmatamento

e queimadas (SANTOS; OLIVEIRA; IGNOTTI, 2021). A altitude também influencia: Alta Floresta está a uma altitude menor que Tangará da Serra, contribuindo para temperaturas mais altas (BARATTO et al., 2022).

Ambas as regiões registraram temperaturas médias máximas acima do ideal. Segundo Asseng et al. (2021), uma faixa ideal seria de 7°C e 24°C, sendo que temperaturas acima do ideal pode causar estresse térmico, afetando a saúde dos seres humanos. A exposição a ondas de calor aumenta o risco de morbidade e mortalidade por doenças relacionadas ao clima (SUTTER et al., 2019), especialmente em regiões tropicais (MASSUDA et al., 2019; WOLFF et al., 2021).

A umidade relativa média foi de 76,4% em Alta Floresta e 73,6% em Tangará da Serra. O menor valor em Alta Floresta foi 58,9% em agosto, e o maior, 84,8% em janeiro, com registro de mínima de 33,2% em agosto. Em Tangará da Serra, os valores variaram de 55,2% em agosto a 100% em dezembro, com registro de mínima de 33,2% em agosto.

Em ambas as localidades, os meses de julho e agosto registraram umidade relativa mínima inferior a 40%, com setembro também atingindo esse patamar em Tangará da Serra, colocando a população em condição de alerta. A baixa umidade compromete o bem-estar e a qualidade de vida, dificultando a dissipação de poluentes atmosféricos e favorecendo o aumento de doenças infecciosas (GERRA et al., 2021). Por outro lado, a alta umidade diminui o material particulado, enquanto a seca associada a altas temperaturas aumenta os problemas de saúde (COUTO et al., 2020). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), níveis de umidade entre 40% e 70% são considerados satisfatórios; abaixo de 30% configuram estado de atenção e inferiores a 12%, situação de emergência.

A precipitação anual foi de 1.969,1 mm em Alta Floresta e 1.616,0 mm em Tangará da Serra. Alta Floresta tem uma estação seca de maio a outubro, sendo julho o mês mais crítico (4,4 mm) e março o mais chuvoso (284,7 mm). Em Tangará da Serra, a estação seca ocorre de abril a setembro, com julho registrando o menor volume (4,9 mm) e fevereiro, o maior (273,8 mm).

A amplitude térmica média em Alta Floresta foi de 10,37°C, com elevação durante a estação seca. Em Tangará da Serra, foi de 11,5°C, com aumento progressivo de abril a setembro. O mês de agosto registrou a maior amplitude térmica em ambas as localidades, com 14,22°C em Alta Floresta e 15,2°C em Tangará da Serra.

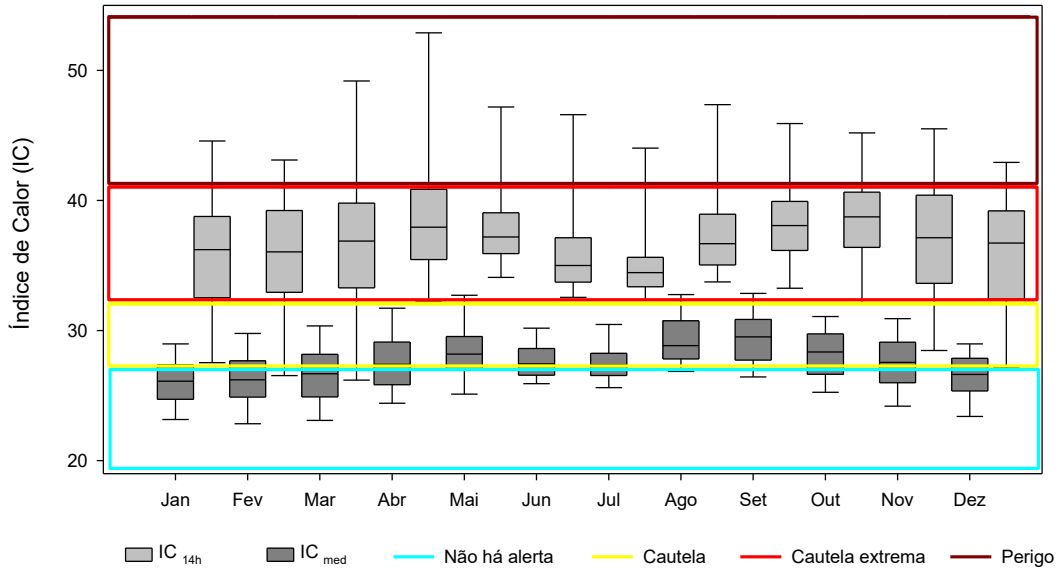
Alta Floresta apresenta temperaturas, umidade relativa do ar e precipitação mais elevadas do que Tangará da Serra, porém com menor amplitude térmica. Situada no bioma Amazônico, Alta Floresta caracteriza-se por índices pluviométricos elevados e alta incidência de radiação solar, fatores que contribuem para o aumento da temperatura (FRANCA, 2015).

3.2 Índices de desconforto térmico

3.2.1 Índice de Calor (IC)

Ao analisar o Índice de Calor médio (IC_{med}) para Alta Floresta, verificou-se que a maioria dos dias no período avaliado (52,6%) foi classificada como de "cautela", seguida por 40,9% sem alerta (Figura 3). De acordo com esse índice, Alta Floresta é considerada mais desconfortável em comparação ao outro município, tanto em relação ao IC_{med} quanto ao IC_{14h}, especialmente durante a estação seca, nos meses de junho, agosto e setembro. Em contraste, janeiro e março foram meses mais confortáveis, como visto em estudos anteriores (COSTA et al., 2013; BARBOSA et al., 2015; MANDÚ et al., 2019).

Figura 3- Distribuição mensal do índice de calor médio diário e das 14 horas no município de Alta Floresta, Mato Grosso.

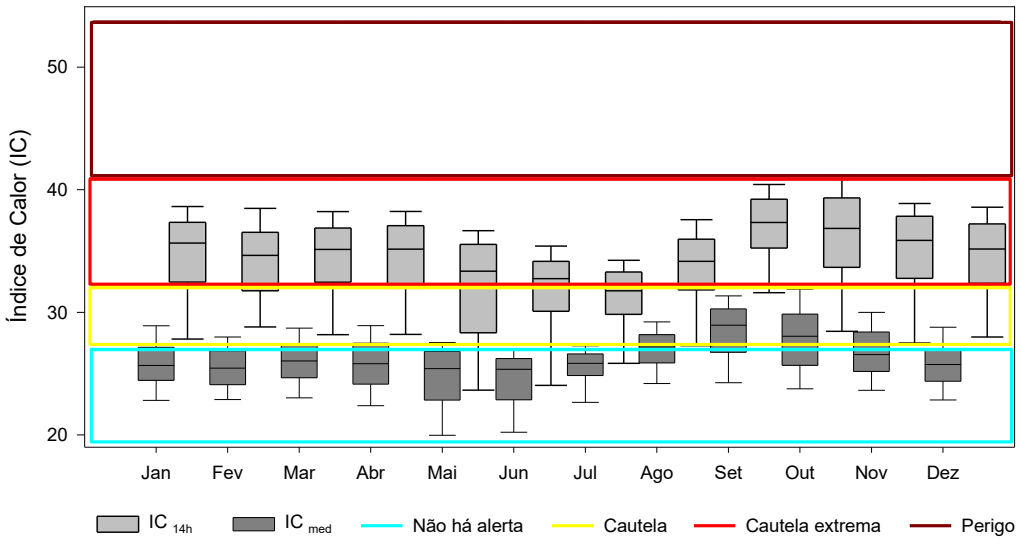


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em Tangará da Serra, 65,4% dos dias foram classificados com “sem alerta” e 33,1% como "cautela" (Figura 4). O inverso ocorre com o IC_{14h}, em que, em Alta Floresta 72,2% dos dias se enquadram na categoria de "cautela extrema", enquanto Tangará da Serra, 70% dos dias também estão nessa categoria. Assim, Tangará da Serra pode ser considerada uma cidade confortável segundo o IC_{med}, mas desconfortável de acordo com o IC_{14h}. Os meses de maio e junho foram os mais confortáveis, enquanto setembro foi o mês com maior nível de desconforto, sendo todos meses caracterizados pela estação seca.

Mesmo pertencendo a estação seca, os meses de maio e junho registraram UR média de 78,4% e 73%, respectivamente, com junho tendo as menores médias de temperatura, tanto médias como mínimas, e maio a menor média de temperatura máxima, em Tangará da Serra. Mandú et al. (2019) explicam que o índice de calor segue comportamento semelhante ao da temperatura, o que justifica o conforto percebido nesses meses.

Figura 4- Distribuição mensal do índice de calor médio diário e das 14 horas no município de Tangará da Serra, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

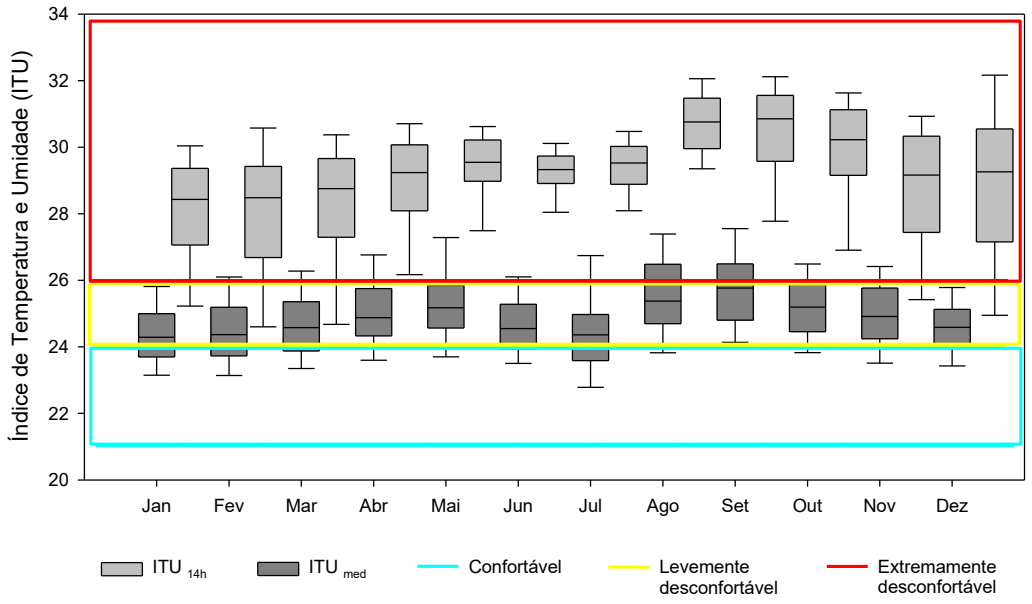
Em resumo, Alta Floresta apresenta maior desconforto térmico em comparação a Tangará da Serra devido às temperaturas elevadas e à umidade relativa do ar mais alta. A sensação térmica não é determinada apenas pela temperatura, mas também por fatores climáticos, como umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar, além de hábitos

individuais e atividades realizadas (CHINDAPOL et al., 2017). Com isso, os efeitos da temperatura são potencializados sob níveis elevados de umidade relativa do ar, que reduzem a capacidade de evaporação do suor, aumentando a sensação de desconforto térmico (FEITOSA, 2019).

3.2.2 Índice de temperatura e umidade (ITU)

Analisando o ITU_{med} em Alta Floresta (Figura 5), observou-se que 59,5% dos dias foram classificados como "levemente desconfortáveis", 22,5% como "confortáveis" e 18% como "extremamente desconfortáveis". Janeiro foi o mês mais confortável, o qual pertence a estação úmida; já setembro, que pertence a estação seca, o mais desconfortável. Para o ITU_{14h} o quadro se inverteu: 91,2% dos dias foram classificados como "extremamente desconfortáveis", 6% como "levemente desconfortáveis" e 2,7% como "confortáveis". Março teve o maior número de dias confortáveis (período úmido) e agosto o mais desconfortável (período seco). Nota-se que todos os meses apresentaram desconforto acima de 90%, às 14 horas. Dessa forma, Alta Floresta revelou-se mais desconfortável comparada a Tangará da Serra, tanto pelo ITU_{med} quanto pelo ITU_{14h}.

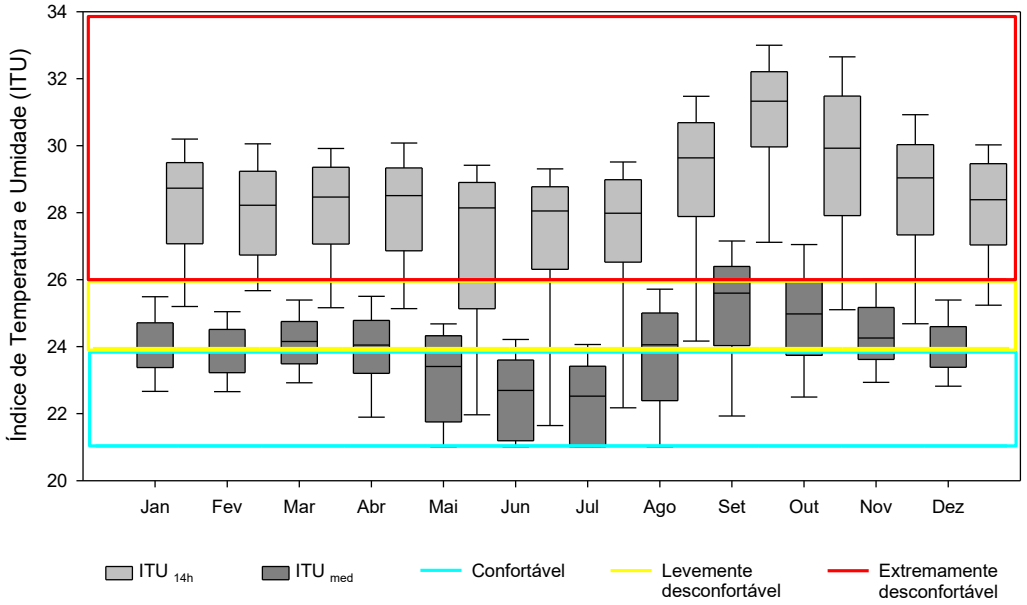
Figura 5- Distribuição mensal do índice de temperatura e umidade média diária e das 14 horas no município de Alta Floresta, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em Tangará da Serra, 52,6% dos dias foram classificados como "confortáveis", 39,7% como "levemente desconfortáveis" e 7,7% como "extremamente desconfortáveis", de acordo com o ITU_{med} (Figura 6). Julho foi o mês mais confortável e setembro o mais desconfortável, ambos pertencentes ao período seco, porém o primeiro com temperaturas mais baixas. Para o ITU_{14h} verifica-se a inversão desse cenário, em que 83,5% dos dias foram classificados como "extremamente desconfortáveis", 7,9% como "levemente desconfortáveis" e 8,6% como "confortáveis". Assim, Tangará da Serra é considerada desconfortável pelo ITU_{14h} e confortável pelo ITU_{med}.

Figura 6- Distribuição mensal do índice de temperatura e umidade média diária e das 14 horas no município de Tangará da Serra, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Maio apresentou o maior número de dias confortáveis, enquanto fevereiro foi o mais desconfortável. Esse fato pode ser explicado por Medeiros et al. (2022), que relatam que a alta umidade aumenta os efeitos da temperatura, elevando a sensação térmica.

Novais et al. (2018), em um estudo realizado em Cuiabá (MT) observaram que, entre 11h e 15h, o ITU atingiu níveis classificados como "extremamente quentes", corroborando os achados deste estudo, em que o ITU_{14h} se mostrou desconfortável para ambos os municípios estudados.

Estudos de Mandú, Gomes e Coutinho (2020) e Barbosa et al. (2015) também evidenciaram a predominância de desconforto em cidades da região amazônica, principalmente no período menos chuvoso, assim como Alta Floresta nesta pesquisa.

3.3 Internações e óbitos por doenças do aparelho circulatório (DAC)

Em Alta Floresta, de 2012 a 2022, foram registradas 2.395 internações por DAC, sendo 56,78% em idosos (≥ 60 anos) e o restante em adultos de 20 a 59 anos. Dos 668 óbitos contabilizados, 80% foram de idosos (Tabela 1).

A estação seca (maio a outubro) concentrou o maior número de internações e óbitos por DAC, período de maior amplitude térmica que pode ter contribuído para este desfecho, fenômeno também observado em estudos em Manaus (AM) por Lima e Aleixo (2023) e no Paraná por Galvão e Leite (2017). Mudanças de temperatura nas estações quentes são mais prejudiciais que a temperatura absoluta do ar (CLAEYS et al., 2017).

Tabela 1- Distribuição de casos mensais de internações e óbitos por doenças do aparelho circulatório e faixa etária. Janeiro de 2013 a dezembro de 2022. Alta Floresta, Mato Grosso.

	Internações			Óbitos		
	20-59	**60 ou mais**	**Total**	**20-59**	**60 ou mais**	**Total**
Jan	102	120	222	12	43	55
Fev	80	104	184	11	52	63
Mar	74	122	196	19	54	73
Abr	66	95	161	11	35	46
Mai	93	98	191	07	49	56
Jun	78	109	187	07	45	52
Jul	87	126	213	16	50	66
Ago	87	113	200	15	40	55
Set	92	108	200	13	40	53
Out	97	120	217	15	41	56
Nov	100	131	231	08	40	48
Dez	79	114	193	09	36	45
Total	1035	1360	2395	143	525	668

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em Tangará da Serra, foram registradas 3.806 internações por DAC, com 62,32% em idosos (≥ 60 anos). Dos 854 óbitos, 77,28% ocorreram entre idosos. As internações foram mais frequentes na estação úmida (outubro a março), enquanto os óbitos predominaram na estação seca (abril a setembro) (Tabela 2).

Tabela 2- Distribuição de casos mensais de internações e óbitos por doenças do aparelho circulatório e faixa etária. Janeiro de 2013 a dezembro de 2022. Tangará da Serra, Mato Grosso.

	Internações			Óbitos		
	20-59	***60 ou mais***	***Total***	***20-59***	***60 ou mais***	***Total***
Jan	126	206	332	23	46	69
Fev	118	197	315	12	57	69
Mar	134	200	334	13	60	73
Abr	103	225	328	21	58	79
Mai	122	175	297	14	62	76
Jun	93	166	259	16	46	62
Jul	124	194	318	24	54	78
Ago	135	189	324	13	63	76
Set	105	194	299	14	60	74
Out	115	218	333	14	54	68
Nov	127	204	331	18	45	63
Dez	132	204	336	22	55	77
Total	1434	2372	3806	194	660	854

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Idosos são particularmente mais afetados por internações e óbitos devido a doenças cardiovasculares, conforme evidenciado por Massa, Duarte e Filho (2019) em São Paulo (SP) e Bacurau et al. (2019). Esse aumento da expectativa de vida da população amplia a exposição a fatores de risco, como dislipidemias, obesidade e hipertensão arterial sistólica (SANTANA et al., 2020). Apesar dos idosos serem os maiores acometidos pelas DAC, estas quando acometem a população adulta e economicamente ativa causam sofrimento emocional para o doente e familiares, além de prejuízos financeiros devido à ausência das atividades laborais, com custos elevados para o sistema de saúde (OMS, 2014; FIGUEIREDO et al., 2020; BRANT et al., 2022).

As doenças cardiovasculares ocupam a quarta posição em internações hospitalares e são a principal causa de morte e incapacidade no Brasil (FIGUEIREDO et al., 2020; OLIVEIRA; WENGER, 2022). Fatores sociais, ambientais, comportamentais e metabólicos são determinantes na morbimortalidade por DAC (NASCIMENTO et al., 2022).

3.4 Relação entre elementos meteorológicos, índices de desconforto térmico e internações e óbitos por DAC

As análises de correlação demonstraram que variáveis meteorológicas influenciaram significativamente os indicadores de morbidade e mortalidade por doenças do aparelho

circulatório (DAC) nos municípios de Alta Floresta e Tangará da Serra, com padrões sazonais distintos por faixa etária e por localidade. Temperatura do ar, amplitude térmica e umidade relativa foram os fatores ambientais mais associados às internações e óbitos, e os efeitos variaram de acordo com a estação do ano e o grupo etário.

Em Alta Floresta, as internações por DAC apresentaram correlações significativas com variáveis meteorológicas e índices de desconforto térmico, especialmente entre os idosos (≥60 anos) durante os períodos de transição e chuvoso. Internações de adultos (20–59 anos) foram mais associadas ao período seco, com destaque para a amplitude térmica e a temperatura mínima. Já entre os idosos, as internações correlacionaram-se à temperatura média e máxima nos períodos seco e de transição, bem como à temperatura mínima, amplitude térmica e umidade mínima durante a transição. Os índices de desconforto térmico (IC_{med}, ITU_{med} e ITU_{14h}) também apresentaram correlação com internações de idosos nos períodos seco e de transição. Para adultos jovens, houve associação apenas com o IC14h no período chuvoso (Tabela 3).

Quanto aos óbitos por DAC, adultos de 20 a 59 anos mostraram correlação positiva com a precipitação, temperaturas média e mínima no período chuvoso, e correlação negativa com a umidade média no período seco e com a precipitação na transição. Em idosos, os óbitos estiveram relacionados à precipitação no chuvoso e à precipitação e temperatura mínima na transição. Em relação aos índices de desconforto térmico, observou-se associação entre IC_{med} e ITU_{med} com óbitos em adultos no período chuvoso, e do IC_{14h} com óbitos em idosos nesse mesmo período.

Em Tangará da Serra, observou-se um padrão sazonal mais claro: adultos (20–59 anos) foram mais afetados no período seco, enquanto idosos apresentaram correlações mais expressivas no período chuvoso. Durante o período seco, internações de adultos correlacionaram-se positivamente com a amplitude térmica e as temperaturas média, máxima e mínima, e negativamente com a umidade relativa (média, máxima e mínima). Nesse mesmo período, todos os índices de desconforto térmico (IC_{med}, ITU_{med}, IC_{14h} e ITU_{14h}) também apresentaram correlação significativa com esse grupo etário (Tabela 4).

Tabela 3- Coeficiente de Correlação de Pearson entre variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico (IC e ITU) e internações e óbitos por doenças do aparelho circulatório na faixa etária de 20 a 59 anos e 60 anos ou mais, de 2013 a 2022, Alta Floresta (MT), Brasil.

	Ppt	T_{med}	T_{max}	T_{min}	AT	UR_{med}	UR_{max}	UR_{min}	IC_{med}	ITU_{med}	IC_{14h}	ITU_{14h}
Internações, 20 a 59 anos												
Chuvoso	0,24	0,49	0,40	-0,59	-0,42	-0,62	-0,57	-0,55	0,38	-0,26	**0,75***	-0,31
Seco	-0,56	0,58	0,34	**0,81***	**0,91***	-0,76	-0,52	0,27	0,55	0,42	0,39	-0,36
Transição	-0,36	-0,11	-0,28	0,17	0,27	-0,43	-0,25	-0,45	-0,15	-0,17	-0,36	-0,28
Internações, 60 anos ou mais												
Chuvoso	-0,55	0,56	0,40	0,56	0,59	-0,64	-0,63	-0,48	0,28	-0,51	**0,71***	0,32
Seco	0,58	**0,72***	**0,73***	0,57	-0,70	-0,60	-0,63	0,59	**0,72***	**0,71***	0,61	**0,79***
Transição	0,66	**0,83***	**0,71***	**0,80***	**0,85***	-0,30	-0,61	**0,67***	**0,83***	**0,84***	0,25	**0,88***
Óbitos, 20 a 59 anos												
Chuvoso	**-0,85***	**0,80***	0,70	**0,85***	0,75	-0,67	-0,66	-0,65	**0,78***	**0,84***	0,65	0,75
Seco	-0,75	0,71	-0,64	0,71	-0,70	**-0,86***	0,45	0,53	0,70	0,54	0,54	0,74
Transição	**0,80***	-0,61	-0,43	-0,73	-0,23	0,72	-0,33	-0,38	-0,69	-0,73	-0,18	-0,72
Óbitos, 60 anos ou mais												
Chuvoso	**0,80***	-0,62	-0,50	0,48	-0,43	0,64	-0,62	0,50	-0,55	-0,41	**0,91***	0,57
Seco	-0,64	0,50	-0,37	-0,43	-0,42	0,54	-0,41	0,54	0,53	0,54	0,50	-0,48
Transição	**0,87***	-0,58	0,40	**0,90***	0,29	0,67	0,40	-0,40	-0,57	-0,69	-0,69	0,29

*Correlação significativa (p<0,05).

Entre os idosos, verificaram-se correlações com a temperatura mínima no período seco e com a amplitude térmica no chuvoso. No período chuvoso, os óbitos de idosos apresentaram correlações negativas com a umidade relativa (máxima, média e mínima), e positivas com as temperaturas mínima e máxima, além da precipitação no período de transição. Óbitos em adultos jovens correlacionaram-se com a amplitude térmica e a umidade mínima no período seco, além de todos os índices de desconforto térmico no período chuvoso. Nos idosos, os óbitos também se correlacionaram com o ITU_{med}, IC_{14h} e ITU_{14h} durante o período chuvoso.

Tabela 4- Coeficiente de Correlação de Pearson entre variáveis meteorológicas, índices de desconforto térmico (IC e ITU) e internações e óbitos por doenças do aparelho circulatório na faixa etária de 20 a 59 anos e 60 anos ou mais, de 2013 a 2022, Tangará da Serra (MT), Brasil.

	Ppt	T_{med}	T_{max}	T_{min}	AT	UR_{med}	UR_{max}	UR_{min}	IC_{med}	ITU_{med}	IC_{14h}	ITU_{14h}
Internações, 20 a 59 anos												
Chuvoso	0,32	-0,30	-0,28	0,58	-0,50	0,41	-0,37	0,38	-0,54	-0,38	-0,24	-0,37
Seco	0,36	**0,80***	**0,75***	**0,90***	**0,75***	**-0,75***	**-0,69***	**-0,80***	**0,83***	**0,80***	**0,82***	**0,81***
Transição	0,49	-0,46	-0,47	0,43	-0,56	0,59	0,55	0,61	-0,43	-0,41	-0,39	-0,37
Internações, 60 anos ou mais												
Chuvoso	0,45	0,50	-0,58	0,63	**0,73***	-0,49	-0,49	-0,47	-0,44	-0,55	0,50	0,51
Seco	-0,60	0,61	0,57	**0,75***	0,61	0,45	-0,51	-0,52	-0,54	-0,54	-0,52	-0,55
Transição	-0,45	-0,41	-0,39	-0,37	-0,47	0,34	-0,35	0,36	-0,41	-0,44	-0,37	-0,44
Óbitos, 20 a 59 anos												
Chuvoso	-0,43	**0,76***	0,50	0,58	0,64	-0,42	0,54	-0,42	**0,80***	**0,72***	**0,94***	**0,92***
Seco	0,21	-0,66	**0,82***	-0,69	**0,81***	-0,68	0,42	**-0,72***	0,61	0,57	0,70	0,61
Transição	0,55	0,06	0,03	0,23	-0,13	0,06	0,19	0,06	-0,09	-0,11	-0,11	-0,12
Óbitos, 60 anos ou mais												
Chuvoso	-0,69	0,69	**0,73***	**0,89***	0,65	**-0,79***	**-0,71***	**-0,76***	0,69	**0,75***	**0,78***	**0,76***
Seco	-0,40	**0,74***	0,57	0,59	0,31	-0,57	**-0,91***	-0,49	0,60	0,60	0,60	0,61
Transição	**0,89***	0,05	-0,10	0,20	-0,16	0,34	0,28	0,35	-0,22	-0,13	-0,14	-0,12

*Correlação significativa (p<0,05).

Ao se considerar os dois municípios, verifica-se uma diferenciação clara por faixa etária. Adultos de 20 a 59 anos apresentaram maior sensibilidade às condições meteorológicas adversas no período seco, caracterizado por altas temperaturas, baixa umidade e grande variação térmica. Já os idosos foram mais vulneráveis nos períodos chuvoso e de transição, quando predominam ambientes mais úmidos e quentes, os quais dificultam a dissipação do calor corporal. Tal vulnerabilidade pode estar relacionada às limitações fisiológicas associadas ao envelhecimento e ao uso de medicamentos que afetam a termorregulação (MELO-MARINS et al., 2017).

Em Alta Floresta, os efeitos sobre os idosos foram mais evidentes no período de transição, enquanto em Tangará da Serra houve maior impacto no período chuvoso. Já os

adultos em ambos os municípios demonstraram maior associação com condições do período seco, destacando-se a amplitude térmica como variável recorrente.

Apesar de os índices de desconforto térmico não apresentarem um padrão sazonal tão claro quanto as variáveis meteorológicas básicas, foram observadas correlações importantes, sobretudo nos períodos de transição e chuvoso, reforçando sua utilidade como indicadores de risco para a saúde cardiovascular.

Esses resultados estão em consonância com estudos anteriores que demonstram o impacto das temperaturas extremas, baixa umidade e variações térmicas na saúde cardiovascular (LIU; YAVAR; SUN, 2015; GALVÃO; LEITE; FILHO, 2017; ZENG et al., 2017; LIMA; COSTA, 2018; CICCI et al., 2022; ALEIXO, 2023; ALENCAR; PECORARO; SOUSA, 2023; REQUIA et al., 2024). Esses efeitos tendem a ser potencializados em ambientes quentes e úmidos, que limitam os mecanismos fisiológicos de regulação térmica (COFFEL; HORTON; SHERBININ, 2017).

A compreensão desses padrões sazonais e sua variação por faixa etária e município é fundamental para a elaboração de políticas públicas de saúde, especialmente em contextos de mudanças climáticas, nos quais extremos meteorológicos se tornam mais frequentes e intensos. A integração entre dados climáticos e informações de saúde pode subsidiar ações de vigilância epidemiológica e estratégias de adaptação voltadas à proteção das populações mais vulneráveis.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alta Floresta registrou temperaturas médias, precipitação e umidade relativa do ar superiores às de Tangará da Serra. Esta última, por sua vez, apresentou maior amplitude térmica. Em relação aos índices de desconforto térmico, Alta Floresta foi considerada mais desconfortável em todos os cenários analisados. Já Tangará da Serra foi classificada como desconfortável para IC_{14h} e ITU_{14h}, e confortável para IC_{med} e ITU_{med}. Os meses mais desconfortáveis, em ambos os municípios, coincidiram com a estação seca.

Em relação às internações e óbitos por DAC, o grupo de indivíduos com 60 anos ou mais foi o mais afetado em ambas as localidades, com aumento dos casos durante o período seco, exceto para internações em Tangará da Serra.

Foram identificadas correlações significativas entre elementos meteorológicos e internações e óbitos por DAC, com a temperatura destacando-se como o principal fator, exceto para óbitos de adultos entre 20 e 59 anos em Alta Floresta. Os índices de desconforto térmico (ITU e IC) também apresentaram correlações significativas com internações e óbitos por DAC. Assim, tanto os elementos meteorológicos quanto os índices de desconforto térmico mostraram-se relacionados às internações e aos óbitos em ambas as localidades.

Apesar da utilização de técnicas lineares, reconhece-se que as associações entre variáveis meteorológicas e indicadores de saúde podem apresentar comportamentos mais complexos. No entanto, os resultados aqui apresentados oferecem contribuições relevantes e consistentes para a compreensão inicial dessas relações, servindo como base para futuras investigações que poderão empregar modelos estatísticos mais avançados, capazes de captar interações não lineares e efeitos retardados.

Por fim, os elementos meteorológicos não podem ser usados isoladamente como fator determinante ao analisar as implicações na saúde humana, sendo necessário considerar outros condicionantes, como fatores genéticos, comportamentais, culturais e de estilo de vida.

REFERÊNCIAS

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.

ALENCAR, I. F. P. S.; PECORARO, L. M.; SOUSA, M. N. A. Relación entre enfermidades cardiovasculares y aumento de temperatura em um município de estado de Paraíba, o Sertão da Paraíba. **Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana**, v. 21, n. 7, p. 6815-6833, jul. 2023. DOI: https://doi.org/10.55905/oelv21n7-053.

ALMEIDA, R. A. C. S.; VEIGA, M. M. Processo de trabalho rural e Epi's: discussão sobre termorregulação corporal. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 2, p. 29-39, fev. 2010. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180421131417id_/http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V08N02/v8n2_artigo_02.pdf. Acesso em: 11 de jun. 2023.

ASSENG, S. et al. The upper temperature thresholds of life. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, n. 6, p. 378-385, jun. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00079-6.

BARBOSA, P. H. D. et al. Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, n. 17, p. 98-118, jul./dez. 2015. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v17i0.43048.

BARATTO, J. et al. Metodologia para a estimação da temperatura do ar em função da altitude a partir de dados de perfil topoclimático. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, n. 1, p. 114-132, jan./jun. 2022. DOI: https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.14789.

BRAZ, J. R. C. Fisiologia da termorregulação normal. **Revista Neurociências**, v. 13, n. 3, p. 12-17, jul./set. 2005. DOI: https://doi.org/10.34024/rnc.2005.v13.8799.

CHINDAPOL, S. et al. A suitable termal stress index for the elderly in summer tropical climates. **Procedia Engineering**, Maryland Heights, v. 180, n. 1, p. 932-943, dez. 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.253.

CICCI, K. R. et al. High temperatures and cardiovascular-related morbidity: a scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 18, p. 11243, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph191811243.

CLAEYS, M. J. et al. Climate and environmental triggers of acute myocardial infarction. **European Heart Journal**, Oxford, v. 44, n. 12, p. 955-960, abr. 2017. DOI: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw151.

COSTA, R. A. As ondas de frio e sua influência na saúde pública do pontal do triângulo mineiro, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, n. especial, v. 190-212, nov. 2018. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.61025.

COSTA, A. C. L. et al. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica. RBGF – **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 3, p. 478-487, jun. 2013. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v6.3.p478-487.

COUTO, L. O. et al. Estimativa da concentração média diária de material particulado fino na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, Ceará, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n. 7, p. 1-14, jul. 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-311X00177719.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Morbidade hospitalar do SUS.** Brasília, 2023. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/nrmt.def. Acesso em: 25 mar. 2023.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Mortalidade.** Brasília, 2023. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def. Acesso em: 26 mar. 2023.

FEITOSA, R. C. Uso de sistemas modulares vegetados para promoção da saúde urbana e atenuação do estresse térmico. **Saúde em Debate,** Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 109-120, dez. 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/0103-11042019S308.

FIGUEIREDO, F. S. F. et al. Distribuição e autocorrelação espacial das internações por doenças cardiovasculares em adultos no Brasil. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 41, n. 1, p. 1-10, jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-1447.2020.20190314.

FLEISCHER, N. L. et al. Public health impact of heat-related illness among migrant farmworkers. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 44, n. 3, p. 199-206, mar. 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.10.020.

FRANCO, J. M. et al. Exposição do trabalhador rural à radiação ultravioleta: estudo no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n. 18, p. 53-63, jan./jul. 2016. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.43651.

GALVÃO, N.; LEITE, M. L.; FILHO, J. S. V. Análise de fatores climáticos e doenças do aparelho circulatório em idosos para diferentes localidades do estado do Paraná. **Estudos Interdisciplinares sobre Envelhecimento**, v. 22, n. 3, p. 121-136, mar. 2017. DOI: https://doi.org/10.22456/2316-2171.74918.

GALVÃO, N.; LEITE, M. L. Relação entre variáveis climáticas e a mortalidade de idosos por doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 14, n. 3, p. 252-264, set./dez. 2017. DOI: https://doi.org/10.5335/rbceh.v14i3.6861.

GASPARRINI, A. et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. **The Lancet**, v. 386, n. 9991, 369–375, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0.

GUERRA, L. P. et al. Medidas caseiras contra baixa umidade do ar amenizam agravos na saúde. Einstein, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-6, out. 2021. DOI: https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021AO5484.

GIORGINIA, P. et al. Climate changes and human health: A review of the effect of environmental stressors on cardiovascular diseases across epidemiology and biological mechanisms. **Current Pharmaceutical Designv**. v. 23, n. 22, p. 3247-3261, jan. 2017. DOI: https://doi.org/10.2174/1381612823666170317143248.

GOBO, J. P. A. et al. Calibração das faixas de conforto térmico humano para espaços abertos em clima subtropical. **Revista do Departamento de Geografia**, v. spe, n. spe, p. 129-139, set. 2018. DOI: https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.140606.

GOMES, C. S. et al. Factors associated with cardiovascular disease in the Brazilian adult population: National Health Survey, 2019. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, n. 2, p. 1-16, fev. 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1980-549720210013.supl.2.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama – Alta Floresta**. Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/panorama. Acesso em: 10 abr. 2023.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama – Tangará da Serra**. Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/tangara-da-serra/panorama. Acesso em: 10 abr. 2023.

IMEA. INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONIMIA AGROPECUÁRIA. **Indicadores**. Cuiabá, 2023. Disponível em: https://www.imea.com.br/imea-site/indicadores. Acesso em: 10 abr. 2023.

IOANNOUA, L. G. et al. Time-motion analysis as a novel approach for evaluating the impacto f environmental heat exposure on labor loss in agriculture workers. **Temperature**, v. 4, n. 3, p. 330-340, jul. 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/23328940.2017.1338210.

LIMA, B. S.; ALEIXO, N. C. R. Eventos extremos de temperatura do ar e doenças cardiorrespiratórias em Manaus/AM. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 14, n. 43, p. 78-96, nov. 2023. DOI: https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.43.78.96.

LIU, C.; YAVAR, Z.; SUN, Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 309, n. 11, p. 1793-1812, dez. 2015. DOI: https://doi.org/10.1152/ajpheart.00199.2015.

MANDÚ, T. B. et al. Associação entre o índice de calor e internações por infarto agudo do miocárdio em Manaus-AM. **Hygeia**, v. 15, n. 31, p. 16-28, mar. 2019. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/44189. Acesso em: 18 set. 2023.

MANDÚ, T. B.; GOMES, A. C. S.; COUTINHO, M. D. L. Caracterização do conforto térmico da cidade de Santarém – PA. **Revista Geonorte**, v. 11, n. 37, p. 279-291, jan./jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.21170/geonorte.2020.V.11.N.37.ic_002.

MASSA, K. H. C.; DUARTE, Y. A. O.; FILHO, A. D. P. C. Análise da prevalência de doenças cardiovasculares e fatores associados em idosos, 2000-2010. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 105-114, jan. 2019. Disponível em: https://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/analise-da-prevalencia-de-doencas-cardiovasculares-e-fatores-associados-em-idosos-20002010/16212?id=16212&id=16212. Acesso em 15 jan. 2024.

MEDEIROS, R. M. et al. Variabilidade urbana em Recife-PE, por meio das contribuições: precipitação, temperatura e umidade relativa do ar. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. 1-16, fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25943.

MELO-MARINS, D. et al. Termorregulação e equilíbrio hídrico no exercício físico: aspectos atuais e recomendações. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 25, n. 3, p. 170-181, mai. 2017. DOI: https://doi.org/10.31501/rbcm.v25i3.6570.

MURARA, P. G.; AMORIM, M. C. C. T. Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças circulatórias. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, n. 6, p. 79-92, jun. 2010. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v6i0.25588.

NASCIMENTO, B. R. et al. Carga de doenças cardiovasculares atribuível aos fatores de risco nos países de língua portuguesa: Dados do estudo “Global Burden of Disease 2019”. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 118, n. 6, p. 1028-1048, jun. 2022. DOI: https://doi.org/10.36660/abc.20210680.

NATAL, E. F.; LARANJA, R. E. P.; ALMEIDA, E. K. A. Análise da influência das variáveis climáticas na mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Distrito Federal, Brasil, 2003-2012. **Revista de Saúde Pública de Santa Catarina**, v. 9, n. 3, p. 25-36, set./dez. 2016. Disponível em: https://revista.saude.sc.gov.br/index.php/files/article/view/164/169. Acesso em 18 out. 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, jun. 2011. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228942. Acesso em 18 out. 2023.

NOVAIS, J. W. Z. et al. Índice de temperatura e umidade (ITU) visando o conforto térmico para o Parque Mãe Bonifácia, Cuiabá-MT. Ensaios e Ciências, v. 22, n. 2, p. 69-75, jul. 2018. DOI: https://doi.org/10.17921/1415-6938.2018v22n2p69-75.

OLIVEIRA, G. M. M. et al. Estatística cardiovascular – Brasil 2021. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 118, n. 1, p. 115-373, jan. 2022. DOI: https://doi.org/10.36660/abc.20211012.

OLIVEIRA, G. M. M.; WENGER, N. K. Considerações especiais na prevenção de doenças cardiovasculares nas mulheres. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 118, n. 2, p. 374-377, fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.36660/abc.20220028.

PONTES, C. C. et al. Efeitos do Clima na Saúde: Análise das Internações de Crianças Menores de Cinco Ano por Pneumonia no Município de Ponta Grossa – PR. **Revista Brasileira De Climatologia**, v. 18, 2021. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.43444.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2023. Disponível em: https://www.R-project.org/. Acesso em: 05 mai. 2023.

REQUIA, W. J. et al. Thermal stress and hospital admissions for cardiorespiratory disease in Brazil. **Environment International**, [S.l.], v. 187, p. 108694, abr. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108694.

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**, 33, n. 3, p. 1-15, mar. 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-311X00211415.

ROSHAN, G.; HALABIAN, A.; MOGHBEL, M. The relationship between thermal sensation and cardiovascular patients' admission rates in Tabriz, Iran. **Journal of Thermal Biology**, v. 110, n. 1, p. 1-10, dez. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103379.

SALES, D. M.; ASSIS, W. L.; FONSECA, B. M. Clima urbano e saúde: elementos climáticos e doenças respiratórias observadas no município de Belo Horizonte (MG) entre 2013 e 2014. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, n. especial, p. 271-289, nov. 2018. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.61035.

SANTOS, G. P. et al. Sensação térmica urbana em área residencial planejada no município de Santarém – Pará, Amazônia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1333-1351, jul. 2021. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1333-1351.

SANTOS, K. S.; OLIVEIRA, B. F. A.; IGNOTTI, E. Mudanças climáticas e suas relações com o uso da terra no município de Alta Floresta – Amazônia Meridional Brasileira. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 3, p. 1-11, nov. 2021. DOI: https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v11i3.1703.

SANTOS, T. A. S. et al. Correlação das variáveis meteorológicas com os casos de internações por doenças do aparelho respiratório no município de Marabá (PA). **Revista Brasileira De Climatologia**, v. 36, n. 21, 74–99, 2025. DOI: https://doi.org/10.55761/abclima.v36i21.18721.

SOUZA, A. et al. Um estudo de conforto e desconforto térmico para o Mato Grosso do Sul. **REA – Revista de Estudos Ambientais**, v. 12, n. 2, p. 15-25, jul./dez. 2010. DOI: https://doi.org/10.7867/1983-1501.2010v12n2p15-25.

SPECTOR, J. T. et al. A case-crossover study of heat exposure and injury risk in outdoor agricultural workers. **Plos One**, v. 11, n. 10, p. 1-16, out. 2016. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164498.

WAGONER, R. S. et al. An occupational heat stress and hydration assessment of agricultural workers in North Mexico. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 2102, n. 17, p. 1-13, mar. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17062102.

WOLFF, N. H. et al. The effect of deforestation and climate change on all-cause mortality and unsafe work conditions due to heat exposure in Berau, Indonesia: a modelling study. **Lancet Planet Health**, v. 5, n. 12, p. 882-892, dez. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00279-5.

ZENG, J. et al. Humidity may modify the relationship between temperature and cardiovascular mortality in Zhejiang Province, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 11, p. 1383-1394, nov. 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph14111383.