

Avaliação do Conforto Térmico durante o Período Seco em Mojui dos Campos, Município do Oeste do Pará

Assessment of Thermal Comfort during the Dry Period in Mojui dos Campos, Municipality of Western Pará

¹Adriane dos Santos Raiol, ²Ana Carla dos Santos Gomes, ³Sarah Suely Alvez Batalha, ⁴Glauce Vitor Silva, ⁵João Elbio de Oliveira Aquino Sequeira, ⁶Edson Agnaldo Imbelloni Martins, ⁷Domingas de Oliveira Almeida, ⁸Tiago Bentes Mandú.

¹Discente no curso de Ciências Atmosféricas – Universidade Federal do Oeste do Pará (adrianeraiol99@gmail.com)

²Docente no curso de Ciências Atmosféricas - Universidade Federal do Oeste do Pará (anacarlasmg02@gmail.com)

³Doutora em Ciências - Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará- EETEPA (sarah.batalha@docente.sectet.pa.gov.br)

⁴Doutora em Ciências Ambientais -Universidade Federal do Oeste do Pará, (glauce.silva@ufopa.edu.br)

⁵Doutor em Relações Internacionais – Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará- EETEPA (joao.sequeira@docente.sectet.pa.gov.br)

⁶Discente no curso de Ciências Atmosféricas - Universidade Federal do Oeste do Pará, (edsonagnaldo@gmail.com)

⁷Discente no mestrado de Recursos Naturais da Amazônia - Universidade Federal do Oeste do Pará, (99domingas@gmail.com)

⁸Discente no programa de pós graduação em Meteorologia - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, (tiagobentes1@gmail.com)

RESUMO: A problemática relacionada ao conforto térmico abrange uma variedade de desafios e complexidades que surgem da interação entre as condições climáticas, fatores ambientais e arquitetônicos. O objetivo deste trabalho é avaliar o conforto térmico (CT) em um município da Amazônia durante meses do período seco de 2023 e verificar se há uma relação entre o CT e os níveis de material particulado (PM), a fim de fornecer insights relevantes para a compreensão das condições no ambiente. Foram utilizados dados diários de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e material particulado PM_{2,5} e PM₁₀ disponibilizados pelo kit de monitoramento da qualidade do ar do projeto Rede Piloto de Inovação no Monitoramento da Qualidade do Ar na Região do Oeste do Pará: Cuidadores do Ar, de julho a outubro de 2023 meses pertencentes ao período seco na região. Utilizaram na metodologia o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a técnica de correlação linear de Pearson. Como resultados principais destaca-se que o ITU para todo o período analisado se mostrou na categoria extremamente desconfortável (ITU > 26) e a correlação entre o ITU e os PMs apresentou classificação positiva de moderada à fraca (0,43 e 0,36). Conclui-se que a elevação de temperatura e umidade no período seco da região gera significativo desconforto térmico (ITU > 26), com uma correlação positiva, embora moderada a fraca, entre desconforto térmico e material particulado (PM). Esses resultados indicam a necessidade de ações coordenadas entre governo, comunidades e instituições acadêmicas para desenvolver intervenções práticas e sustentáveis, indo além do monitoramento e promovendo medidas de mitigação eficazes.

Palavras Chave: Desconforto Térmico. Variáveis Meteorológicas. Material Particulado.

ABSTRACT: The issue of thermal comfort approaches a variety of challenges and complexities that arise from the interaction between climatic conditions, and environmental and architectural factors. This study aimed to evaluate thermal comfort (TC) in a county in the Amazon during the dry season months in 2023 and to verify if there is a relation between TC and particulate matter (PM) levels, to provide relevant insights for understanding the environmental conditions. We considered daily data of air temperature (°C), relative humidity (%), and particulate matter PM_{2.5} and PM₁₀, provided by the air quality monitoring kit from "Pilot Innovation Network for Air Quality Monitoring in the Western of Pará Region: Guardians of the Air" project, from July to October 2023, months of the dry season in the region. We employed the methodology of the Temperature and Humidity Index (THI) and Pearson's linear correlation technique. The main results are the THI for the whole analyzed period was in the extremely uncomfortable category (THI > 26), and the correlation between THI and PMs showed a positive classification from moderate to weak (0.43 and 0.36). It is concluded that the increase in temperature and humidity in the dry period of the region generates significant thermal discomfort (UTI > 26),

with a positive, although moderate to weak, correlation between thermal discomfort and particulate matter (PM). These results indicate the need for coordinated actions between government, communities, and academic institutions to develop practical and sustainable interventions, going beyond monitoring and promoting effective mitigation measures.

Keywords: Thermal Discomfort. Meteorological Variables. Particulate Matter.

1. INTRODUÇÃO

Considerando as mudanças climáticas em curso e o rápido crescimento populacional, é essencial avaliar as consequências dessas transformações no meio ambiente, especialmente no que se refere ao uso do solo, desmatamento e poluição (ARAÚJO, 2023).

A crescente pressão sobre os sistemas ambientais é um reflexo direto do aumento da demanda por recursos naturais, impulsionada pelo crescimento populacional (GEIBLER, 2013). Esse fenômeno está intimamente ligado à urbanização acelerada, que muitas vezes ocorre sem um planejamento adequado, resultando em desafios como a escassez de áreas verdes, o aumento das temperaturas urbanas devido à formação de ‘ilhas de calor’, poluição do ar, ocorrência de ‘chuvas ácidas’, impermeabilização do solo e o surgimento de enchentes (SILVA *et al.*, 2014). Esses problemas, por sua vez, têm implicações diretas sobre a qualidade de vida urbana e o bem-estar das populações.

Neste contexto, o conceito de conforto térmico se torna cada vez mais relevante, principalmente quando observamos os efeitos das mudanças climáticas e da urbanização no ambiente urbano. Originado no século XIX, o conceito de conforto térmico (CT) foi inicialmente discutido no contexto das condições de trabalho nas indústrias metalúrgicas e têxteis na Europa, que buscavam minimizar os riscos à saúde causados pela exposição excessiva ao calor (JUNIOR *et al.*, 2012). A falta de ventilação adequada e as altas temperaturas criavam ambientes de trabalho insalubres, desencadeando uma série de problemas de saúde, como distúrbios psiquiátricos, doenças reumáticas e alergias (AGUIAR, 2009). Isso nos leva a refletir sobre como as condições térmicas impactam não só os ambientes de trabalho, mas também os espaços urbanos e a saúde pública em geral.

A definição de conforto térmico proposta pela Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado (ASHRAE, 2004) descreve esse estado como o "estado de espírito do usuário que expressa satisfação com o ambiente térmico em que está inserido". Embora a definição não detalhe todos os componentes que influenciam esse "estado de espírito" e "satisfação", destaca-se que o conforto é um processo cognitivo, que envolve aspectos tanto fisiológicos quanto psicológicos (ASHRAE, 2009). Essa visão amplia a compreensão sobre o conforto térmico, sugerindo que ele vai além da simples resposta fisiológica ao clima, englobando também a percepção subjetiva do indivíduo. No entanto, é importante lembrar que essa sensação é relativa, variando de pessoa para pessoa, pois cada indivíduo reage de maneira diferente ao clima e às mudanças térmicas (NEDEL, 2008).

Dessa forma, as variações na percepção de conforto térmico podem ser atribuídas a múltiplos fatores, como idade, gênero, massa corporal, hábitos relacionados à vestimenta, taxa metabólica e adaptação térmica (ZHANG *et al.*, 2015). Por exemplo, indivíduos mais velhos frequentemente apresentam mais dificuldade em perceber mudanças de temperatura, tendendo a sentir desconforto térmico em condições que seriam consideradas confortáveis para pessoas mais jovens (GUERGOVA; DUFOUR, 2011). Esses fatores reforçam a complexidade do conforto térmico e a necessidade de uma abordagem mais detalhada e contextualizada, especialmente em áreas urbanas afetadas por intensos processos de urbanização e mudanças climáticas.

Estudos sobre o conforto térmico (CT) na Amazônia são recentes e refletem o crescimento populacional que essa região vem experimentando (MANDÚ *et al.*, 2020). Esse aumento impulsiona o desenvolvimento urbano, o qual é alimentado por migrações internas e

pela expansão de atividades econômicas, como a agropecuária e a mineração. Tais fatores trazem uma série de desafios que envolvem questões sociais, ambientais e impactam diretamente a qualidade de vida na Amazônia (MARGULIS, 2003). Esse crescimento muitas vezes exige a construção de infraestruturas que, por vezes, desconsideram as especificidades climáticas locais, gerando problemas não só de desconforto térmico, mas também de estresse térmico e questões de saúde pública, especialmente em áreas densamente povoadas e com pouca cobertura vegetal (TORRES, 2017).

Além disso, o clima da Amazônia é influenciado por uma combinação de diversas variáveis e fatores naturais, como os ventos alísios, a zona de convergência intertropical (Zcit) e o fenômeno El Niño. Destaca-se ainda a presença da floresta amazônica, que contribui para a manutenção de altos índices de umidade relativa do ar ao longo do ano, devido à evapotranspiração das árvores, que auxilia na formação de nuvens e precipitações e no aumento da umidade do ar, moderando assim as temperaturas locais (FISCH *et al.*, 1998; VIVEIROS, 2017). No entanto, o desmatamento contínuo da Amazônia tem levado ao aumento das temperaturas e à intensificação da variabilidade climática, comprometendo esses processos naturais. Como consequência, são observadas mudanças nos ciclos de vida vegetal e animal, além de um clima mais quente e seco (ZANIRATO, 2021; NOBRE *et al.*, 2019).

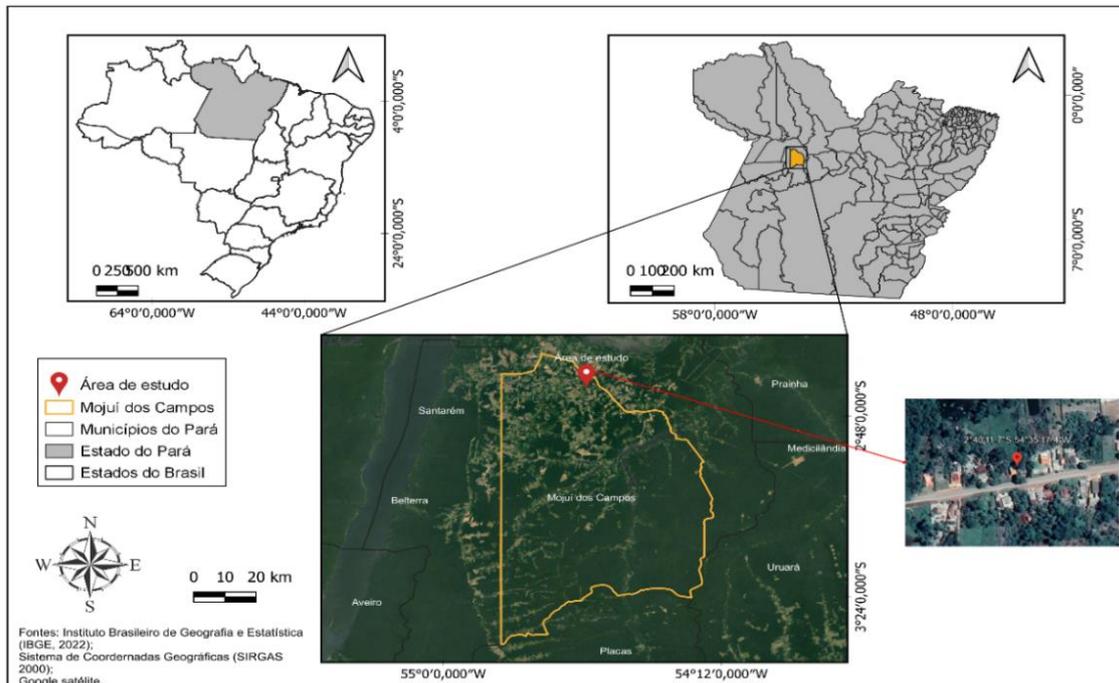
Essas alterações climáticas têm impacto direto sobre o comportamento humano na região (JUNIOR *et al.*, 2012). Estudos mostram que o estresse térmico pode interferir na tomada de decisões, reduzir a produtividade no trabalho e até mesmo afetar o estado emocional das pessoas (ROSA, 2018). Em dias de calor extremo, é comum o aumento dos casos de exaustão térmica, desidratação e até desmaios, o que evidencia a importância de compreender e mitigar os efeitos do estresse térmico na saúde pública (COCO, 2016). As condições térmicas, tanto em espaços abertos quanto fechados, influenciam diferentes setores da sociedade e podem ter efeitos positivos ou negativos no planejamento urbano e no bem-estar da população de um município (PARSONS, 2014).

Adicionalmente, a presença de material particulado no ar intensifica as questões relacionadas ao conforto térmico, principalmente em locais com pouca ventilação. As partículas suspensas no ar têm o potencial de diminuir a percepção de qualidade do ambiente e agravar a sensação de desconforto, o que pode impactar na produtividade e no bem-estar das pessoas, além de gerar riscos à saúde respiratória e cardiovascular (VIOLANTE *et al.*, 2019). Diante disso, considerando a vulnerabilidade da população a essas condições, o objetivo deste trabalho é avaliar o conforto térmico (CT) em um município da Amazônia durante os meses do período seco de 2023, verificando se existe uma relação entre o CT e os níveis de material particulado (PM).

2. MATERIAIS E MÉTODO

A área de estudo compreende o município de Mojuí dos Campos localizado no oeste do estado do Pará (Figura 1), com uma população de 27.534 habitantes (IBGE, 2021). Possui um clima predominantemente tropical quente e úmido, do tipo Am conforme a classificação climática instituída por Köppen e Geiger (1928), as temperaturas são elevadas e conta com médias anuais em torno de 30° C, com alta umidade do ar em quase todo o ano. Sua paisagem é marcada por vegetações pioneiras, formadas por processos de acumulação de rios e lagos na região central. Ao sul e em áreas mais baixas, a densa floresta ombrófila domina. O solo é uma mistura de latossolos, que cobrem a maior parte do município, argissolos no Nordeste e uma pequena porção de neossolos a oeste (FAPESPA, 2022).

Figura 1 - Localização do município de estudo.



Foram utilizados dados de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) nos meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2023, que correspondem ao período seco, e dados de material particulado $\text{PM}_{2.5}$ e PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) coletados no mês de julho. Esses dados foram disponibilizados pelo kit de monitoramento da qualidade do ar do projeto Rede Piloto de Inovação no Monitoramento da Qualidade do Ar na Região do Oeste do Pará: Cuidadores do Ar.

O kit de monitoramento ambiental (Figura 2) é de baixo custo e é composto por um Arduino Uno, um Sensor SDS011 para medir as concentrações de material particulado, um Sensor AM2302 para medir temperatura e umidade relativa do ar, e um Sensor MQ135 para detectar a presença de gases tóxicos no ambiente. Ele inclui também um tubo de metal para a passagem de ar, jumpers, e um cartão de memória onde os dados coletados são armazenados.

Figura 2 –Kit de Monitoramento ambiental: ilustração dos sensores acoplados.



O índice usado para mensurar o conforto térmico foi o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1958), amplamente utilizado por considerar apenas informações meteorológicas e constitui um método eficaz e prático, amplamente adotado para estudos de bioclimatologia ao redor do mundo (LIMA *et al.*, 2019). Para a determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), utilizou-se a Equação (1), aplicada para determinar o estresse térmico em ambientes:

$$ITU = 08 * Tar + \frac{U*Tar}{500} \quad (1)$$

em que: ITU é o índice de temperatura e umidade; Tar é a temperatura do ar [°C]; U é a umidade relativa do ar [%].

Através dos resultados do Índice de Temperatura e umidade (ITU) na Tabela 1, é possível se ter critérios de classificação.

Tabela 1 - Níveis de temperatura e umidade (ITU).

Nível de Conforto	ITU
Confortável	21 < ITU < 24
Levemente desconfortável	24 < ITU < 26
Extremamente desconfortável	ITU > 26

O sentido e a intensidade da relação/associação linear existente entre duas variáveis podem ser avaliados através do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, o qual é adequado à avaliação de relações lineares (SOUSA, 2019), representado pela Equação 2.

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - X}{sx} \right) \left(\frac{y_i - Y}{sy} \right) \quad (2)$$

Em que: r é o coeficiente de correlação; n é o tamanho da amostra; xi e yi são as observações simultâneas das variáveis; X e Y são as médias aritméticas de cada uma das variáveis; Sx e Sy é o desvio padrão das amostras.

Tabela 2 – Parâmetros para correlação linear.

Coefficiente de Correlação	Correlação
r = 1	Perfeita Positiva
0,8 < ou = r < 1	Forte Positiva
0,5 < ou = r < 0,8	Moderada Positiva
0,1 < ou = r < 0,5	Fraca Positiva
0	Nula
-0,5 < r < ou = -0,1	Fraca Negativa
-0,8 < r < ou = -0,5	Moderada Negativa
-1 < r < ou = -0,8	Forte Negativa
r = -1	Perfeita Negativa

Para Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), quanto mais perto de 1 (independente do sinal), maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis; no outro oposto, quanto mais próximo de zero, menor é a força dessa relação.

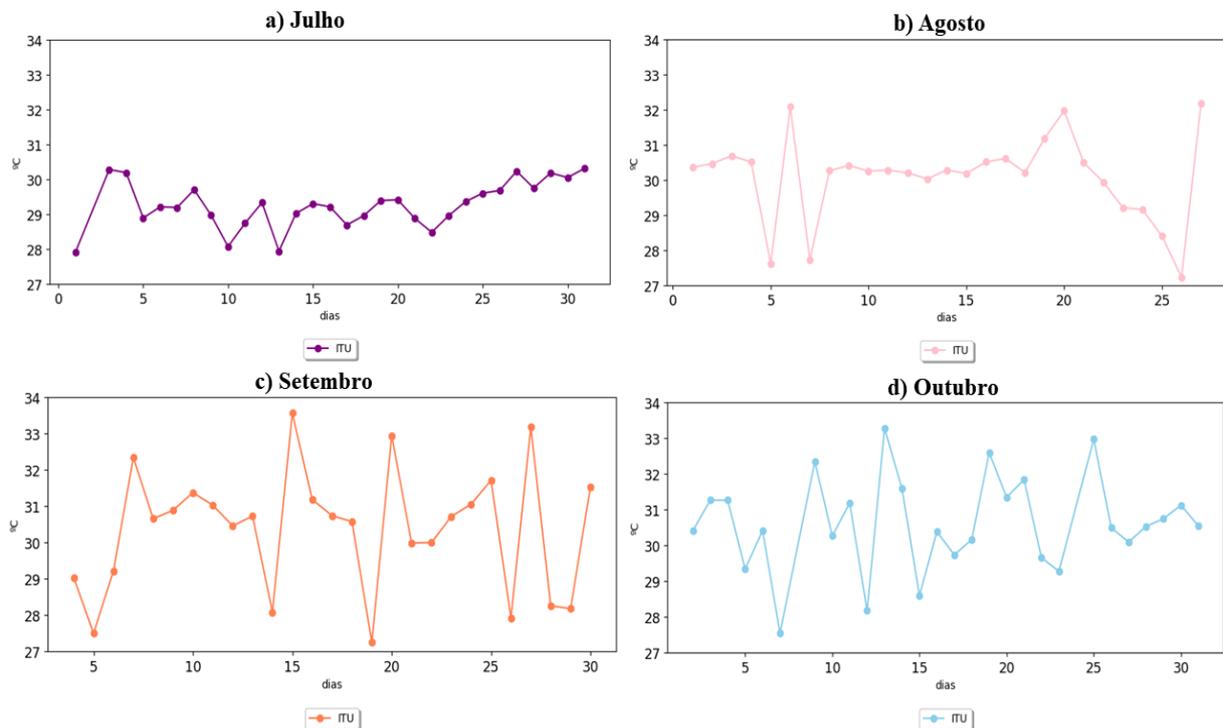
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando o Índice de Temperatura e Umidade (Figura 3), durante o mês de julho, o ITU variou entre 27,91°C e 30,29 °C, sendo o dia 03 o de maior desconforto térmico. No mês subsequente, agosto, os valores oscilaram entre 27,24 °C (dia 26) e 32,20 °C (dia 27). Em

setembro, o dia com o maior desconforto foi registrado em 15 de setembro (33,57 °C), enquanto o de menor ocorreu em 19 de setembro (27,25°C), caracterizando este como o mês com maior desconforto térmico. Já em outubro, o menor valor foi de 27,55 °C no dia 07, enquanto o maior ocorreu no dia 13, com 33,28 °C. Com relação ao grau de conforto térmico, o índice ITU apresentou valores elevados em todos os meses analisados, indicando sensação térmica extremamente desconfortável (ITU > 26), em concordância com os estudos de Desai e Dhorde (2018). Esse desconforto térmico acarreta implicações negativas significativas no cotidiano da população. Por exemplo, ambientes excessivamente quentes podem gerar desconforto físico e psicológico, dificultando as atividades diárias dos residentes da região (SILVA, 2021).

Estudos indicam que estratégias como o uso de infraestrutura verde (como telhados verdes e pavimentos permeáveis), a expansão de áreas verdes (implantação de parques e jardins) e o planejamento urbano sustentável (uso eficiente do solo, transporte sustentável e construção de edifícios eficientes), são relevantes para mitigar tais efeitos adversos, pois favorecem a regulação térmica natural do ambiente e contribuem para o equilíbrio do microclima urbano (GOMES; CARACRISTI, 2019; MASKOONI *et al.*, 2020). Essas intervenções têm impacto direto na saúde pública, uma vez que podem reduzir a incidência de problemas relacionados ao calor, como desidratação, estresse térmico, redução da pressão arterial, batimentos cardíacos e melhoria de outros indicadores fisiológicos (NICODEMO e PRIMAVESI, 2009), trazendo benefícios de longo prazo para a população. Além disso, essas ações também favorecem o equilíbrio ambiental e a sustentabilidade urbana, contribuindo para a redução da poluição e a preservação da biodiversidade, qualidade estética, saúde física e mental das pessoas e valorização das áreas de convívio social (LUCON, FILHO e SOBREIRA, 2013).

Figura 3 – Índice de Temperatura e umidade (ITU) para os meses analisados.



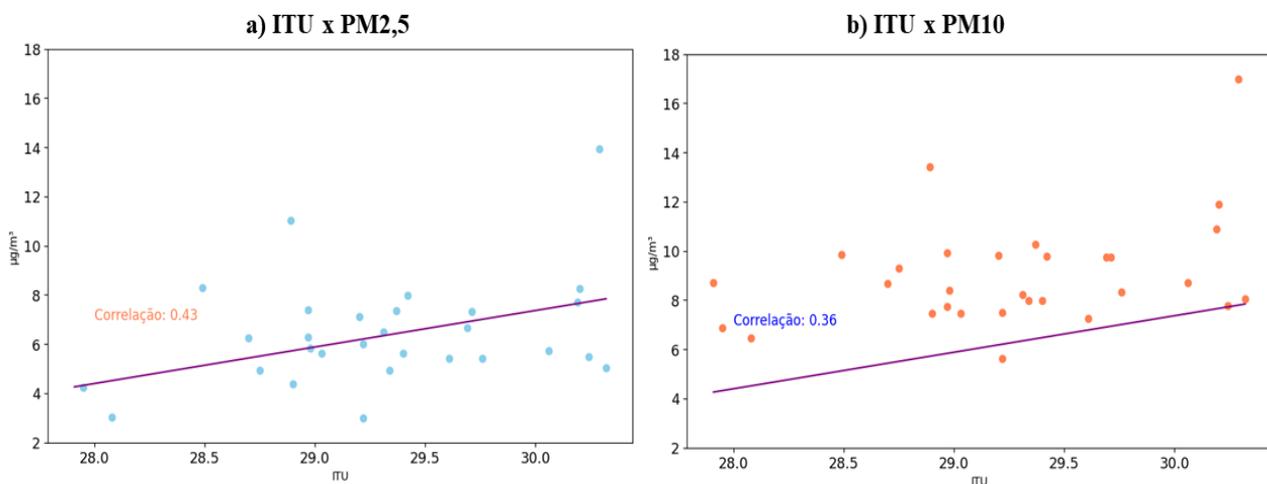
Ao examinar a relação entre os valores de ITU e os materiais particulados (PM_{2,5} e PM₁₀) em julho (Figura 4), observa-se uma correlação de 0,43 entre o ITU e o PM_{2,5}, e de 0,36 entre o ITU e o PM₁₀. Ambos os coeficientes indicam uma relação moderada a fraca e

positiva entre as variáveis. A correlação positiva encontrada sugere que, na região analisada, as temperaturas elevadas podem ter contribuído para a formação de um domo de poeira, que teria aprisionado os contaminantes, desse modo, aumentando a sua concentração (MAIA, 2019). Na literatura, encontramos uma ampla gama de estudos que exploram a relação entre as variáveis meteorológicas e os níveis de concentrações de poluentes atmosféricos.

Em sua pesquisa realizada em Santa Catarina (SC), Brasil, Barros (2014) evidenciou que a concentração de material particulado apresentou relações significativas com as variáveis de pressão atmosférica, umidade, direção dos ventos e precipitação. Em Seul, Coreia do Sul, a concentração de material particulado foi avaliada em seis estações de metrô para analisar sua presença dentro e fora dos trens. Através da Análise de Componentes Principais (ACP), Kwon *et al.*, (2015) concluíram que a ventilação desempenhava um papel importante na concentração de partículas, observando que as estações com maior ventilação apresentaram menores concentrações das frações finas de material particulado. Estudos observacionais têm mostrado que a temperatura está inversamente correlacionada com a concentração de material particulado, indicando que temperaturas mais elevadas estão relacionadas a uma dispersão mais eficiente dos poluentes (VAISHALI & DAS, 2023).

Em 2014, Souza *et al.*, (2017) realizaram um estudo em Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS), utilizando a Análise de Componentes Principais (ACP) para relacionar variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade relativa, precipitação, velocidade do vento e radiação solar, com dois poluentes atmosféricos, o ozônio e o monóxido de carbono. Os resultados indicaram que temperatura, velocidade do vento e radiação solar foram os principais fatores responsáveis pela concentração de ozônio, com uma contribuição de 38,2%.

Figura 4– Correlação entre os índices de ITU e os Materiais Particulados para o mês de julho.



4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a elevação das temperaturas no período seco da região resulta em um índice significativo de desconforto térmico, evidenciado por uma sensação térmica extremamente desconfortável ($\text{ITU} > 26$). A análise da correlação entre os níveis de conforto térmico (CT) e o material particulado (PM) revelou uma relação positiva, embora de intensidade moderada a fraca, sugerindo uma possível associação entre as variáveis.

Esses dados indicam a necessidade de ações bem planejadas que possam ir além do monitoramento e da identificação dos índices, sugerindo caminhos para intervenções práticas. Assim, destaca-se que a implementação de medidas de mitigação exige a articulação entre governo, comunidades locais e instituições acadêmicas, cada um desempenhando seu papel para que essas iniciativas se tornem viáveis e sustentáveis.

O alinhamento dessas ações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 e 13 — que promovem saúde e bem-estar e a ação contra a mudança global do clima, respectivamente — fortalece a fundamentação do tema e destaca a importância de estratégias integradas, que respondam aos desafios climáticos e garantam melhorias duradouras para a qualidade de vida da população afetada.

5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, O. B. **Aspectos psicossociais do impedimento laboral por motivos de saúde em trabalhadores de cozinhas industriais**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Medicina Social, Rio de Janeiro, 2009.

ARAÚJO, Fernanda Liz Lima de. **Análise dos índices de conforto e desconforto térmico humano para as capitais do nordeste brasileiro**. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

ASHRAE – American National Standards Institute/American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **Ansi/Ashrae 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2004.

BARROS, L. V. L. **Avaliação da relação entre parâmetros meteorológicos e concentrações de material particulado inalável (MP10) no campus da UFSC**. 2014. 88 f. TCC (Graduação)- Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

COCO, AITOR et al. Critérios para um padrão recomendado: exposição ocupacional ao calor e ambientes quentes. **Publicação DHHS (NIOSH)**, 2016.

DESAI, M. S.; DHORDE, A. G. Trends in thermal discomfort indices over western coastal cities of India. **Theoretical and applied climatology**, Estados Unidos, v.131, n.4, p.1305-1321, 2018.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA). **Estatísticas Municipal**. Mojui dos Campos. 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/4je22sws>.

FIGUEIREDO filho, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os mistérios de correlação de Pearson. **Revista Política Hoje**, n. 1, p. 115 – 146, 2009.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta amazonica**, Manaus, v.28, n.2, p.101-126, 1998.

GEIBLER, JUSTUS VON. Market-Based Governance for Sustainability in Value Chains: conditions for successful standard setting in the palm oil sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 56, p. 39-53, 2013.

GOMES, Y. B., CARACRISTI, I. Clima urbano e percepção térmica dos moradores das pequenas cidades do Semiárido: uma análise da cidade de Forquilha (CE). **Revista Homem, Espaço e Tempo**, 2019.

GUERGOVA, S.; DUFOUR, A. Thermal sensitivity in the elderly: a review. **Ageing Research Reviews**, v. 10, p. 80-92, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente com dados de referência em 1 de julho de 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/mojui-dos-campos.html>.

JUNIOR, JOÃO DE ATHAYDES SILVA et al. Relações entre as percepções térmicas e índices de conforto térmico dos habitantes de uma cidade tropical na Amazônia Oriental. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 3, n. 2, p. 7, 2012.

KÖPPEN, W., GEIGER, R. 1928. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag JustusPerthes. Wall-Map 150cmx200cm.

KWON, S-B., JEONG, W., PARK, D., KIM, K-T., CHO, K. H. A multivariate study for characterizing particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) in Seoul metropolitan subway stations, Korea. **Journal of Hazardous Materials**, 297, 295-303, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2015.04.005>.

LIMA, MIRELLE TAINÁ VIEIRA et al. Influência da temperatura e umidade sobre o conforto térmico bovino em Barbalha, Ceará. **Pubvet**, v. 13, p. 162, 2019.

LUCON, THIAGO NOGUEIRA; FILHO, JOSÉ FRANCISCO DO PRADO; SOBREIRA, FREDERICO GARCIA. **Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto – MG. RE-VSBAU**, Piracicaba – SP, v.8, n.3, p63-78, 2013.

MAIA, JULIANA LÚCIO MOTTA; M NETTO, VINICIUS; COSTA, BRUNO LUCIAN GONÇALVES. Forma urbana e poluição atmosférica: impactos na cidade do Rio de Janeiro. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. e20180145, 2019.

MANDÚ, TIAGO BENTES; DOS SANTOS GOMES, ANA CARLA; COUTINHO, MAYTÊ DUARTE LEAL. Caracterização do conforto térmico da cidade de Santaferm-pa. **Revista Geonorte**, v. 11, n. 37, p. 279-291, 2020.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003.

MASKOONI, E. K., HASHEMI, H., BERNDTSSON, R., ARASTEH, P. D., KAZEMI, M., 2020. Impact of spatiotemporal land-use and land cover changes on surface urban heat islands in a semiarid region using Landsat data, **Int. J. of Digital Earth**, 2020.

NEDEL, A. **Condições Meteorológicas Favoráveis à Ocorrência de Doenças Respiratórias em Crianças da Cidade de São Paulo**. Tese (doutorado em Meteorologia, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo), São Paulo, 2008.

NICODEMO, M. L. F.; PRIMAVESI, O. **Por que manter árvores na área urbana?** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2009.

NOBRE, CARLOS; AMBRIZZI, TÉRCIO; BUSTAMANTE, MERCEDES; MARENGO, JOSÉ; ARAÚJO, MOACYR. Brasil e mudanças climáticas: o que “Alice no País das Maravilhas” tem a dizer? **Jornal da USP**, São Paulo, p. 1 -5, 18 abr. 2019.

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

PARSONS, KEN. **Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance.** CRC press, 2014.

ROSA, Victor Cupertino. **Uma revisão sobre o risco ocupacional relacionado ao estresse térmico.** 2018. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

SILVA, CLECIANE SOARES DA et al. **Uma revisão sistemática sobre o conforto térmico ambiental na região Norte.** 2021.

SILVA, JOSE ADAILTON BARROSO et al. A urbanização no mundo contemporâneo e os problemas ambientais. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-SERGIPE**, v. 2, n. 2, p. 197-207, 2014.

SOUSA, ÁUREA. Coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de correlação de Spearman: o que medem e em que situações devem ser utilizados? **Correio dos Açores**, p. 19-19, 2019.

SOUZA, A., SANTOS, D. A. S., ARISTONE, F., KOVAC-ANDRIC, E., MATASOVIC, B., PIRES, J. C., IKEFUTI, P. V. (2017) Impacto de fatores meteorológicos sobre as concentrações de ozônio modelados por análise de séries temporais e métodos estatísticos multivariados. **HOLOS**, 5, Ano 33. DOI: 10.15628/holos.2017.5033

THOM, E.C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilation. **Transactions of the Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs.**, v. 55, p. 65-72, 1958.

TORRES, SIMONE CARNAÚBA. **Forma e Conforto: estratégias para (re) pensar o adensamento construtivo urbano a partir dos parâmetros urbanísticos integrados à abordagem bioclimática.** 395 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Desenvolvimento Urbano, 2017.

VAISHALI, V. G. & DAS, R. M. Influence of Temperature and Relative Humidity on PM2.5 Concentration over Delhi. **MAPAN**, v. 38, p. 759–769, 2023. <https://doi.org/10.1007/s12647-023-00656-8>

VIOLANTE, BÁRBARA et al. Monitoramento da Qualidade do Ar e Avaliação do Conforto Térmico e Acústico de Ambiente Interno. **Enciclopedia Biosfera**, V. 16, N. 29, 2019.

VIVEIROS, RAQUEL RIBEIRO. **A influência da vegetação em pequenos espaços verdes na mitigação do efeito ilha de calor urbano em Lisboa.** 2017. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

ZANIRATO, SÍLVIA HELENA. O patrimônio mundial em território brasileiro: vulnerabilidades à conservação em um cenário de mudanças climáticas. *Percursos*, v. 22, n. 49, p. 95-123, 2021.

ZHANG, H.; ARENS, E.; ZHAI, Y. A review of the corrective power of personal comfort systems in non-neutral ambient environments. *Building and Environment*, v. 91, p. 15–41, set. 2015.



O conteúdo deste trabalho pode ser usado sob os termos da licença Creative Commons Attribution 4.0. Qualquer outra distribuição deste trabalho deve manter a atribuição ao(s) autor(es) e o título do trabalho, citação da revista e DOI.