

IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO HUMANO EM CIDADE DA PRÉ-AMAZÔNIA BRASILEIRA: ANÁLISE DA TEMPERATURA E UMIDADE DO AR NO BAIRRO MAIOBÃO, PAÇO DO LUMIAR-MA

Brenda Graziela Pereira Madeira ¹
Priscilla Venâncio Ikefuti ²
Juarez Mota Pinheiro ³

INTRODUÇÃO

A urbanização influencia o ambiente, a ausência de planejamento, pode refletir na atmosfera urbana através das alterações dos elementos climáticos. Portanto, a investigação da temperatura e umidade do ar dessas áreas, são fundamentais para compreender as repercussões dessas condições geradas pela urbanização no conforto térmico da população.

A cidade modifica o clima através das alterações feitas em sua superfície (Monteiro, 1975). Dentre os elementos espaciais que influenciam na dinâmica térmica de um ambiente urbano, para Alves, et al. (2012), a tipologia de uso de solo é um fator condicionante para o clima urbano, bem como sua morfologia, configuração das edificações, materiais utilizados, impermeabilização do solo e outros. A arborização, possui um papel fundamental para o conforto térmico sendo capaz de diminuir a temperatura e atuar na manutenção da umidade.

O conforto térmico é compreendido como uma condição adquirida pelo processo de trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente que se obtém pelas condições de temperatura, umidade e ventilação. Segundo Araújo (2012), as condições de conforto térmico possuem fatores, sejam físicas ou ambientais, pessoais e psicológica. No caso das físicas, temos as variáveis temperatura, umidade e velocidade do ar. Ainda segundo ele, as pessoas têm necessidades diferentes de conforto térmico, que são influenciadas por outros fatores como idade, gênero, atividade física e vestimenta.

A temperatura e a umidade do ar têm influências significativas na saúde, no bem-estar e conforto das pessoas. Analisando o panorama geral desses efeitos, segundo Silva e Procópio (2023), nota-se que tanto as temperaturas baixas quanto as altas têm um impacto significativo na mortalidade e na morbidade da população, prevê-se que temperaturas extremas aumentem os riscos à saúde e sobrecarreguem os serviços de saúde, especialmente em países subdesenvolvidos. (Silva; Procópio, 2023)

¹ Mestranda PPGEQ, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, brendagraziela.uema@gmail.com;

² Prfa. Dra da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, priscilla.ikefuti@gmail.com;

³ Prf. Orientador: Dr. Departamento de geociências, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, juarez.mp@ufma.br.

Diante disso, visto que, os estudos de clima urbano e conforto térmico são importantes para garantir que as cidades sejam lugares saudáveis e confortáveis para se viver. O objetivo da pesquisa é investigar e apresentar todos esses fatores elencados de modo que possa ser compreendido a dinâmica térmica do microclima Urbano do Bairro Maiobão e sua relação com diferentes tipologias de uso do solo e com o conforto térmico. Essa área de estudo, é o maior bairro em termo populacional e urbano do município de Paço Lumiar e um dos maiores da ilha Upaon-Açu, segundo IBGE (2022), além de integrar Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL), o qual passa por um acelerado aumento populacional e urbano, se tornando assim, uma conurbação em relação a capital. Além disso, essa área faz parte da pré-amazônia brasileira, possuindo o clima “Tropical Zona Equatorial” (IBGE, 2001), caracterizado por temperaturas elevadas e dois períodos bem definidos, chuvoso e estiagem respetivamente no primeiro e segundo semestre do ano. Sendo os principais sistemas atmosféricos atuantes a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) e as Linhas de Instabilidade (LI). (Pinheiro, 2018)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

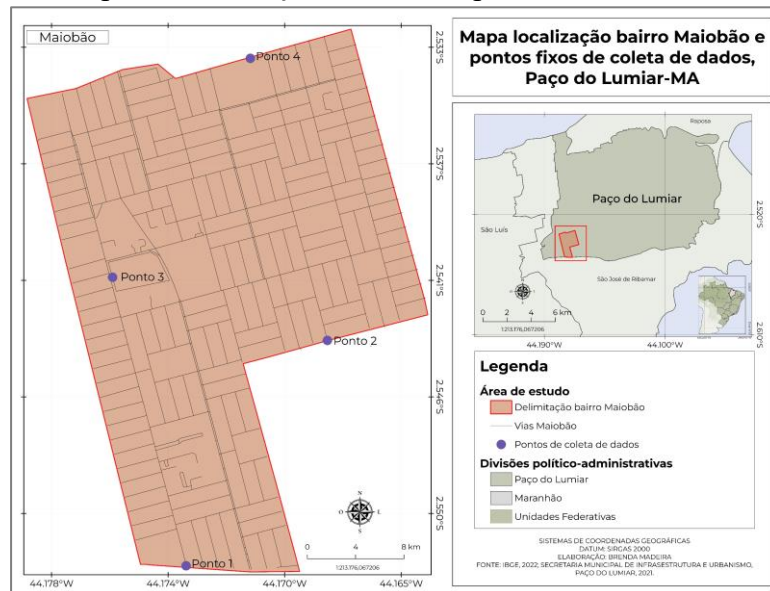
A proposta teórico-metodológica utilizada para produzir este estudo foi baseada em umas das principais referências brasileiras sobre o clima urbano, Monteiro (1973), em sua tese “Teoria e Clima Urbano” desenvolveu o Sistema Clima Urbano (SCU), o qual se divide em três subsistemas: termodinâmico, físicoquímico, hidrometeorológico sendo o primeiro, utilizado para articular as técnicas voltadas a área proposta.

Para coleta dos dados meteorológicos foi adotado o método Transecto Fixo indicado por Fialho (2012), que consiste em medições simultâneas em pontos específicos da área de estudo, interessante para a identificação de possíveis ilhas de calor. Foram selecionados quatro pontos específicos para a coleta (Figura 1).

A estratégica dos pontos fixos foi de agregar diferentes tipologias de uso do solo na área de estudo. Com isso tem-se uma área comercial - ponto 1, uma área residencial - ponto 2, uma praça com pouca arborização - ponto 3 e uma área com vegetação arbustiva abundante - ponto 4 (Quadro 1). A coleta dos dados meteorológicos ocorreu de maneira simultaneamente, nos horários pré-determinados de 9:00 h, 13:00 h e 17:00 h, nos dias de 10 de setembro, 09 de outubro e 02 de novembro de 2022. Foram utilizados quatro termohigrômetro do modelo “Victor VC 330”, pré-validados e testados em suas condições de aferição. No momento da coleta

de dados, estes foram instalados a altura de 1,5 metros, em locais sombreados. Para a geração dos mapas cartográficos, foi utilizado o programa “Surfer 13” da Golden Software através da técnica de interpolação.

Figura 1 - Mapa de localização Maiobão e pontos fixos de coleta de dados



Fonte: Autores

Quadro 1- Características dos pontos de coleta de dados por transecto fixo

Imagem dos pontos de coleta e suas características			
<p>Ponto 1 - Área Comercial</p> <p>Local por onde passa a principal avenida que liga S.J. de Ribamar a São Luís, é uma área de intensa atividade comercial e grande circulação de pessoas e automóveis. Altitude: 57 m Latitude: -2,5517861 Longitude: -44,1732211</p>	<p>Ponto 2 - Área residencial</p> <p>Local com residências, presença de vegetação arbórea de pequeno porte no canteiro central da Av. Cinco. Altitude: 47 m Latitude: -2,5435127 Longitude: -44,1678621</p>	<p>Ponto 3 - Praça Viva</p> <p>Praça principal do bairro, presença de árvores e vegetação rasteira; ambiente de grande circulação e permanência temporária de pessoas. Altitude: 44 m Latitude: -2,5410753 Longitude: -44,1758145</p>	<p>Ponto 4 - Área arborizada</p> <p>Local mais arborizado do bairro, está próximo um dos percursos d'Água do Rio Paciência. Há presença de vegetação rasteira e arbórea. Altitude: 28 m Latitude: -2,5330941 Longitude: -44,1708491</p>

Fonte: Autores

O índice de calor (Heat Index) foi utilizado para avaliar a sensação térmica que as pessoas experimentam em ambientes abertos, é amplamente utilizado em regiões tropicais e subtropicais. Foi realizado também pesquisa em campo, aplicando questionário estruturados em duas perguntas sobre o conforto térmico e sensações/sintomas sentido no local. Foram entrevistadas 20 pessoas no ponto 1 e 20 pessoas no ponto 3, afim de confirmar a sua relação com o Índice. Cujos a fórmula em C°:

▪ Heat Index = $-8.78469475556 + 1.61139411T + 2.33854883889RH - 0.14611605TRH - 0.012308094T^2 - 0.0164248288RH^2 + 0.002211732T^2RH + 0.00072546TRH^2 - 0.000003582T^2RH^2$ (Onde: T é a temperatura do ar em graus Celsius. RH é a umidade relativa do ar em percentagem)

Tabela 1. Níveis de alerta do IC e suas prováveis consequências para a saúde

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

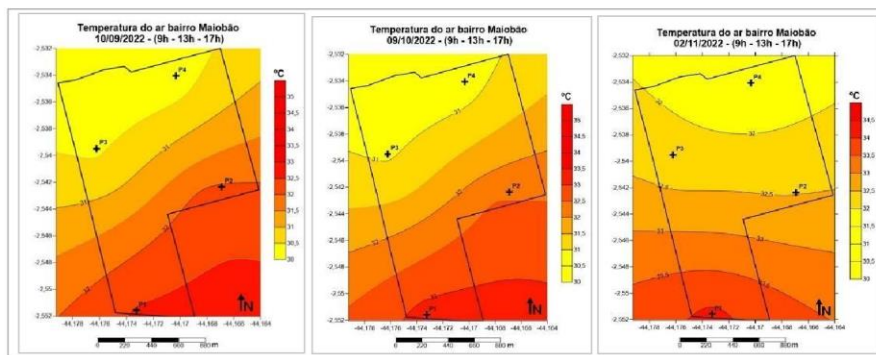
Fonte: Costa et al. (2013, p. 482). Adaptado, NOAA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis físicas do ar área de estudo

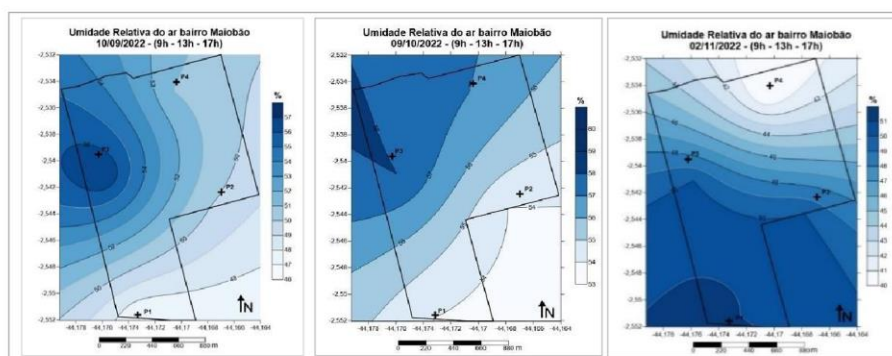
Com a espacialização dos dados meteorológicos da temperatura e umidade do ar nos meses de setembro, outubro e novembro, foi possível identificar a realidade espaço-temporal e suas singularidades em cada ponto no bairro. (Figura 2) (Figura 3)

Figura 2– Média da temperatura do ar nos meses de setembro, outubro e novembro (2022)



Fonte: Autores

Figura 3 - Média da umidade do ar nos meses de setembro, outubro e novembro (2022)

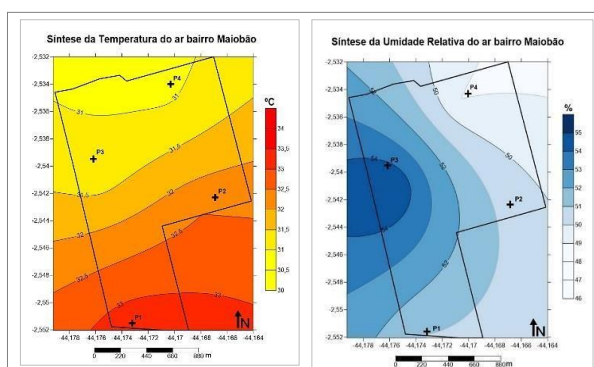


Fonte: Autores

Analisando as imagens é possível identificar as disparidades das temperaturas nos diferentes pontos, essa singularidade presente em todos os meses de análise, evidencia que a tipologia urbana influencia nessas variáveis. A área comercial do bairro (ponto 1), e a residencial (ponto2), possuem as maiores temperaturas registradas, em comparação com os pontos 3 e 4, que apresentam arborização e que registraram os menores intervalos. (Figura 2).

A umidade, se comporta de maneira dinâmica nos diferentes meses e assim como a temperatura é nitido suas diferenças entre os pontos. Em setembro nota-se índices inferiores de umidade relativa do ar, justificável por ser um mês bem característico do período de estiagem, seguido por outubro com a mesma dinâmica, partindo para novembro, onde é registrados os maiores valores de umidade. (Figura 3) A pesquisa produziu a síntese dos dados coletados durante os três meses analisados para compressão da dinâmica da temperatura e umidade do ar do bairro Maiobão no período de estiagem no ano de 2022 (Figura 4)

Figura 4- Mapa síntese Temperatura e Umidade relativa do ar do bairro



Fonte: Autores

Com mapa síntese, conclui que a área do ponto 1, área comercial, foi o local com a maior temperatura média, registrando 33,3 °C, enquanto o ponto 4, arborizada, a menor temperatura média com 30,9° C. Evidenciando uma diferença média de 2,4 °C em uma distância de apenas 1900 metros, valor muito significativo dentro de uma microescala urbana. Portanto, tendo em vista, esta disparidade entre a temperatura existente no Bairro do Maiobão, comprova-se a capacidade que a tipologia e uso de solo possui sobre o clima de uma determinada área urbanizada.

Análise índice de calor Heat Index

Para o cálculo do índice de calor do bairro Maiobão foram gerados valores a partir dos dados encontrados em todos os dias, horários e meses da coletada de dados e extraído a média aritmética para a temperatura e umidade relativa do ar, assim substituindo os valores fornecidos na fórmula, temos: (Tabela 2)

Tabela 2- Índice de Calor (Heat Index) do bairro Maiobão

Pontos	Temp.	Umidade do ar	Heat Index	Riscos
1	33,3°C	51%	37°C	Cautela extrema
2	32,5°C	51%	36°C	Cautela extrema
3	31,3°C	55%	34°C	Cautela extrema
4	30,9°C	49%	32°C	Cautela

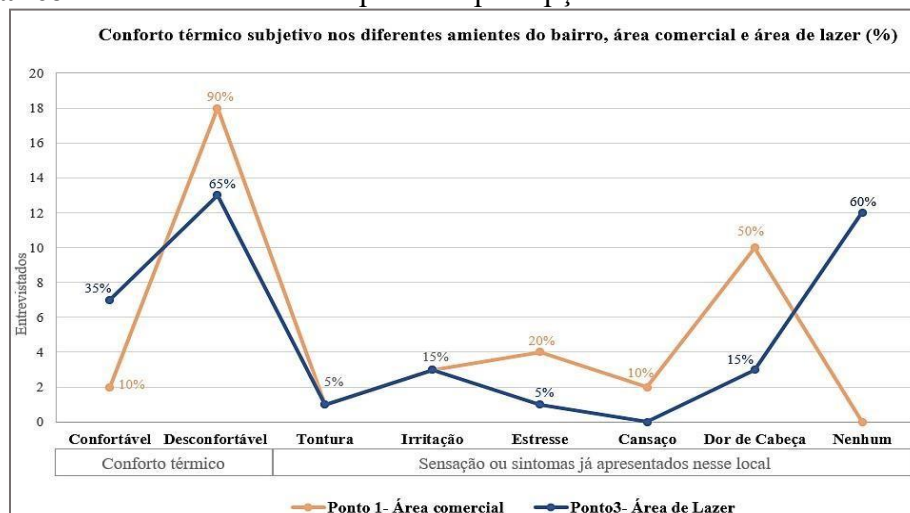
Fonte: Autores

A sensação térmica do índice de calor indicou que na maioria dos locais de coleta de dados riscos para cautela extrema para: P1 – P2 – P3 e de cautela para P4. Isto, pode gerar uma série de problemas para a saúde e bem-estar humano. Quando o corpo humano é exposto a altas temperaturas e umidade, a capacidade de resfriamento do organismo é reduzida, o que pode consequentemente gerar consequências negativas, como já citado na (Tabela 1). Com os valores identificados dentro do bairro Maiobão, fica evidente que a situação encontrada, indica a necessidade de atenção urgente e de ações de planejamento urbano para a mitigação e promoção do conforto térmico.

Conforto Térmico Subjetivo

Os resultados para o conforto térmico subjetivo foram reveladores para a pesquisa. Perguntado ao transeunte como ele sente o conforto térmico no local em que se encontra. Obtivemos 35% confortável para o P1 e 90% confortável para o P3. Constatamos que as respostas dadas confirmam com a classificação dada pelo Índice de Calor (Heat Index), onde o P1 apresenta condições de maior desconforto térmico que o P3. (Gráfico 1) Apresentado aos entrevistados uma lista de sintomas que são provocados pela sensação térmica que estavam sentindo, obtivemos as seguintes respostas. (Gráfico 1).

Gráfico 1- Conforto térmico a partir da percepção dos entrevistados no P1 e P3



Fonte: Autores

A partir do gráfico 1, vemos que 90% das pessoas do Ponto 1 se sentem desconfortáveis e mais da metade dos entrevistados já apresentaram algum dos sintomas descritos, já no ponto 3, vemos que cerca de 65% das pessoas se sentem desconfortáveis, e mais da metade não apresentaram nenhum dos sintomas. Com base na tabela 2, vemos que os dados obtidos através do questionário (Gráfico 1 e 2), são coerentes com os valores estimados a partir do índice de conforto térmico Heat Index.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados encontrados, ficou constatado que a tipologia urbana de uso e ocupação do bairro Maiobão, influência de modo determinante os elementos climáticos responsáveis pelos valores de temperatura e umidade do ar e conseqüentemente nos seus valores de conforto térmico.

Ficou constatado com o resultado da pesquisa que as áreas com as menores quantidades de vegetação, as áreas do P1 (Área Comercial) e P2 (Área Residencial), apresentaram as maiores temperaturas, os maiores Índices de Calor (Heat Index) e as maiores reclamações quanto a qualidade do conforto térmico subjetivo do bairro Maiobão. E que os pontos P3 e P4, onde possuem uma maior presença de vegetação, com maior quantidade de arborização, apresentou temperatura menores, quando comparado com os dados coletados dos pontos 1 e 2.

Destaca-se também a diferença encontrada entre a média de temperatura do ponto 1 e do ponto 4, uma diferença de 2,0 °C, em uma distância de 1900 metros, isto demonstra como a quantidade de vegetação, em uma área, influencia diretamente na geração da umidade do ar e na sua temperatura com reflexos diretos nos níveis de conforto térmico humano para ambientes urbanos abertos.

Por fim, diante dos resultados apresentados, ressaltamos a necessidade premente dos gestores públicos de planejamento urbano, de priorizarem espaços para o plantio de vegetação arbustiva e arbórea, como também de aumento superfícies verdes em detrimento do concreto em todo ciclo de gestão dos espaços públicos urbanos em cidades localizadas dentro da pré-Amazônia e Amazônia brasileira.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de pesquisa e Estudos Climáticos (Laboclima) da Universidade Federal do Maranhão; ao grupo de pesquisa em climatologia e saúde ambiental (CLISA) e Programa de Pós-Graduação em Geografia, natureza e dinâmica do espaço da Universidade Estadual do Maranhão; a Fundação de Amparo a pesquisa e ao desenvolvimento científico tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

REFERÊNCIAS

ALVES, Rafael de Souza; FIALHO, Edson Soares; SILVA, Ana Carolina Santos. **Uma análise comparada de parâmetros climáticos em situação de inverno (2012), ao longo do perfil ubaponte nova, na zona da mata mineira.** Disponível em: <<https://revista.ufr.br/actageo/article/view/1096>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ARAÚJO, Ronaldo Rodrigues. **O conforto térmico e as implicações na saúde: Uma abordagem preliminar sobre os seus efeitos na população urbana de São Luís- Maranhão.** Cad. Pesq., São Luís, v. 19, n. 3, p. 51-60 set./dez. 2012

COSTA, A. C. L.; SILVA JUNIOR, J. A.; CUNHA, A. C.; FEITOSA, J. R. P.; PORTELA, B. T. T.; SILVA, G. G. C.; COSTA, R. F. **Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica,** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 06. n. 03, p. 478-487, 2013.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v6.3.p478-487>.

FIALHO, E. S. **Ilha de Calor: reflexões acerca de um conceito.** Universidade Federal de Viçosa. ACTA Geográfica, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. p.61-76

IBGE. **Mapa Brasil Climas-** Escala 1:5.000.000-IBGE, 1978, com adaptações. Disponível em: <<clima.ccCompleted.pdf> (ibge.gov.br)>. Acesso em: 20 set 2022.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1976 (Série Teses e Monografias n° 25).

PINHEIRO, Juarez Mota. **Clima urbano da cidade de São Luís do Maranhão.** 2018. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SILVA, Renata Miguel Da; PROCÓPIO, Aline Sarmiento. **Panorama geral dos efeitos da temperatura na saúde humana – Revisão sistemática.** Principia Caminhos da Iniciação Científica 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/378483386_Panorama_geral_dos_efeitos_da_temperatura_na_saude_humana_-_Revisao_sistemica>. Acesso em: 18 jul 2024.