

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ESTIMATIVA DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO A
PARTIR DO TRANSECTO MÓVEL NO MUNICÍPIO DE
HUMAITÁ-AM**

NAIARA PASSOS BARBOSA

PROF. DRA JULIANE KAYSE ALBUQUERQUE DA SILVA QUERINO

**Humaitá, AM
Dezembro/2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ESTIMATIVA DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO A
PARTIR DO TRANSECTO MÓVEL NO MUNICÍPIO DE
HUMAITÁ-AM**

NAIARA PASSOS BARBOSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Linha de pesquisa: Componentes e dinâmicas dos ecossistemas com ênfase no Bioma Amazônico.

PROF. DRA. JULIANE KAYSE ALBUQUERQUE DA SILVA QUERINO

**Humaitá, AM
Dezembro/2023**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B238e Barbosa, Naiara Passos
Estimativa do conforto térmico humano a partir do transecto móvel no município de Humaitá-AM / Naiara Passos Barbosa . 2023
48 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Ações antrópicas. 2. Índice de desconforto térmico. 3. Áreas verdes. 4. Ilhas de calor urbano. I. Querino, Juliane Kayse Albuquerque da Silva. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ESTIMATIVA DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO A PARTIR DO TRANSECTO MÓVEL NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM (Linha de pesquisa 1: Componentes e dinâmicas dos ecossistemas com ênfase no bioma amazônico)

AUTORA: NAIARA PASSOS BARBOSA

Dissertação defendida e aprovada em 01 de dezembro de 2023, pela comissão julgadora:

Juliane Kayse A. da S.
Querino

Assinado de forma digital por Juliane Kayse A. da S. Querino
DN: cn=Juliane Kayse A. da S. Querino, o=Universidade Federal do
Amazonas - UFAM, ou=Instituto de Educação - Agricultura e
Ambiente - IEAA, email=julianekayse@ufam.edu.br, c=BR
Dados: 2024.01.05 16:26:44 -04'00'

Orientador(a)



Documento assinado digitalmente
BENONE OTAVIO SOUZA DE OLIVEIRA
Data: 05/01/2024 17:32:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador(a) interno



Documento assinado digitalmente
GRAZIELA TOSINI TEJAS
Data: 03/01/2024 18:23:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador(a) externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a DEUS, por me sustentar em todos os momentos da minha vida. Ao meu esposo Paulo Tiago, que acompanhou a minha jornada. Aos meus pais, Alzinir e Giovanni. Meus sogros Paulo e Madalena. Tia Maria Alice e a minha avó Alice Passos (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por dirigir a minha vida e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos durante minha trajetória e ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais Alzinir e Giovanni, e a minha tia Maria Alice pelo incentivo e palavras de apoio.

Ao meu esposo, amigo e grande amor, Paulo Tiago, que acompanhou desde o sonho, os choros, e tem acompanhado as alegrias, obrigada!

À minha irmã Natania e sobrinha Anna Eliza e aos meus enteados Bruno e Miguel, todo esforço e dedicação também são por vocês.

À minha querida amiga e psicóloga Eline Thaumaturgo Ihara pelo profissionalismo e orientação no início desse processo, seus conselhos e ensinamentos perpetuam em minha mente.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em “Interação Biosfera Atmosfera na Amazônia (GPIBA)”, em especial a Prof. Dra. Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino pelo apoio, orientação, confiança e incentivo em todos os momentos.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, em especial aos professores Renato Abreu, Carlos Querino, Viviane Vidal, Jorge Menezes e Marcos Braz.

À Prof. Dra. Graziela Tejas por conceder os sensores Higrômetros para coleta dos dados.

Aos amigos de turma 2021 de pós-graduação do PPGCA, em especial ao Erick Alves e Roberta Miranda que estiveram mais próximos durante os períodos de estudo e pesquisa, desejo sucesso a todos vocês.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo auxílio financeiro fornecido a este trabalho.

*"O próprio Senhor irá à sua frente e
estará com você; ele nunca o
deixará, nunca o abandonará. Não
tenha medo! Não se desanime!" -
Deuteronômio 31:8*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	1
.....	3
2 JUSTIFICATIVA.....	4
3 OBJETIVOS	7
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
4.1 ELEMENTOS DO CLIMA.....	8
4.1.1 Temperatura do Ar (Tar).....	8
4.1.2 Umidade Relativa do Ar (UR%).....	9
4.2 CLIMA URBANO	9
4.3 CONFORTO TÉRMICO	11
4.4 ILHAS DE CALOR E FRESCOR.....	15
4.5 ARBORIZAÇÃO	17
4.6 TRANSECTO MÓVEL.....	19
4.7 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E FISIOGRÁFICAS DE HUMAITÁ	21
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
5.1 ÁREA DE ESTUDO	22
5.2.1 Monitoramento dos dados.....	25
5.2.2 Cálculo do conforto térmico	27
5.2.3 Análise estatística e processamento de dados	28
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1 ANÁLISE TERMO HIGROMÉTRICA ENTRE OS MESES, PERÍODOS E PONTOS DE MEDIDA.....	35
6.1.1 Análise da média mensal da Temperatura e Umidade Relativa do ar	35
6.1.2 Análise dos valores médios de temperatura e umidade do ar por períodos e pontos de coleta	36
6.2 ESTIMATIVA DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO ENTRE DIFERENTES MESES, PERÍODOS E PONTOS DE MEDIDA	29
6.2.1 Análise da média mensal do Índice de Desconforto térmico	29
6.2.2 Análise dos valores médios de IDT por períodos e pontos de coleta.	31

6.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	29
7 CONCLUSÃO	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) trabalhados nesta pesquisa.....	3
Figura 2: Município de Humaitá-AM, Campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM	5
Figura 3: Diagrama de Conforto Humano (INMET).....	13
Figura 4: Ilhas de Calor Urbanas.....	14
Figura 5: Ilhas de Frescor, Praça da Saúde – Humaitá-AM.....	16
Figura 6: a) Esquema de adaptação (Santos, 2012); b) Carro com suporte e sensor usados no transecto móvel.....	20
Figura 7: Mapa de localização do município de Humaitá-AM.....	22
Figura 9: Sensor de temperatura a umidade HOBO-U23	23
Figura 10: Trajeto percorrido pelo transecto móvel e pontos de coleta em Humaitá-AM.....	24
Figura 11: Carro com abrigo para sensor termo higrométrico, utilizado para o transecto móvel.....	27
Figura 12: Variação média da Temperatura do ar para os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	29
Figura 13: Variação média de Umidade Relativa do Ar (UR%) para os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	31
Figura 14: Variação da Temperatura do ar, média mensal e por períodos durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	32
Figura 15: Variação da média de Umidade relativa do ar mensal e por períodos durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	34
Figura 16: Variação da média de Tar e UR% entre os pontos durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	35

Figura 17: Variação da média do IDT para os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	36
Figura 18: Variação do IDT média mensal e por horários do mês de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM	37
Figura 19: Variação do IDT média mensal e por pontos de coleta durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá-AM.....	38
Figura 20: Boxplot por períodos do IDT do município de Humaitá-AM.....	39
Figura 21: Boxplot por meses de coleta do IDT do município de Humaitá-AM.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos percorridos.....	25
Tabela 2: Dias de coleta de dados	26
Tabela 3: Faixas de conforto térmico do índice de desconforto térmico para a região tropical.....	28

LISTA DE ABREVIÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc

AV – Áreas verdes

DENIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICU – Ilhas de Calor Urbano

IDT – Índice de Desconforto Térmico

IFAM – Instituto Federal do Amazonas

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ISO - International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização).

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

OMM – Organização mundial de Meteorologia.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

Tar – Temperatura do ar

UEA – Universidade do Estado do Amazonas

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

°C – Graus Celsius

UR% - Umidade relativa do ar

RESUMO

BARBOSA, N.P. **ESTIMATIVA DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO A PARTIR DO TRANSECTO MÓVEL NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM.** Humaitá, 2023. 48 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas.

O ambiente urbano tem sido modificado por ações antrópicas que causam deterioração do ambiente, resultando em diminuição de áreas verdes, gerando ilhas de calor urbano, resultando em desconforto térmico. Levando-se em conta a necessidade de um olhar mais sustentável para o sul do Amazonas, o objetivo deste trabalho foi analisar a estimativa do conforto térmico por meio do transecto móvel, a partir das variáveis termo higrométricas existentes entre diversos pontos e diferentes horários do município de Humaitá. O período de monitoramento ocorreu de agosto de 2022 a janeiro de 2023, durante três a quatro dias por mês, às 6h00, 14h00 e as 20h00, horário local e em 16 pontos com diferentes configurações urbanas. Para cálculo do índice de Desconforto Térmico (IDT), foi usado a equação proposta por Thom em 1959 e os resultados foram analisados a partir de uma tabela usada para regiões tropicais. A temperatura do ar (Tar) e umidade relativa do ar (UR%) foram registrados por um sensor termo-higrômetro, encaixado na janela do veículo a 1,5 m do solo. Diante dos resultados observados, o município de Humaitá apresentou maior média de IDT no mês de setembro (27°C), com médias de Tar e UR% de 31°C e 67,4% respectivamente. O mês de setembro também se destacou no período da tarde com médias de IDT de 30°C, Tar 36,9°C e UR% de 45%. Espera-se que os resultados encontrados possam subsidiar trabalhos sobre planejamento urbano, contribuindo para a saúde da população deste município e promovendo a socialização entre pessoas da sociedade.

Palavras-chaves: Ações antrópicas, Índice de Desconforto Térmico (IDT), Áreas verdes.

ABSTRACT

BARBOSA, N.P. **ESTIMATION OF HUMAN THERMAL COMFORT FROM THE MOBILE TRANSECT IN THE COUNTY OF HUMAITÁ-AM.** Humaitá, 2023. 48 p. Dissertation (Master's in Environmental Sciences) – Institute of Education, Agriculture and Environment, Federal University of Amazonas.

The urban environment has been modified by anthropic actions that cause deterioration of the environment, resulting in a reduction in green areas, generating urban heat islands, resulting in thermal discomfort. Taking into account the need for a more sustainable look at the south of Amazonas, the objective of this dissertation was to analyze the estimate of thermal comfort through the mobile transect, based on the thermo-hygrometric variables existing between different points and different times in the county of Humaitá. The monitoring period took place from August 2022 to January 2023, for three to four days per month, at 6:00 am, 2:00 pm and 8:00 pm local time and at 16 points with different urban configurations. To calculate the Thermal Discomfort Index (TDI), the equation proposed by Thom in 1959 was used and the results were analyzed based on a chart used for tropical regions. Air temperature (Tar) and relative humidity (RH%) were recorded by a thermo-hygrometer sensor, fitted to the vehicle window, 1.5 m above the ground. Given the results observed, Humaitá presented the highest average TDI in September 27°C, with average Tar and RH% of 31°C and 67.4% respectively. The month of September also stood out in the afternoon with average TDI of 30°C, Tar 36.9°C and RH% of 45%. It is hoped that with the results found, work on urban planning can be supported, contributing to the health of the population of this county and promoting socialization among people in society.

Keywords: Anthropogenic actions, Thermal Discomfort Index (TDI), Green areas.

1. INTRODUÇÃO

A Região Amazônica é caracterizada pela sua extensão territorial e por sua riqueza na fauna e flora. Os estados do Amazonas, Pará, Amapá, Tocantins, Mato Grosso, Acre, Roraima e Rondônia e parte do Maranhão fazem parte da Amazônia Legal (IBGE, 2022). De acordo com Querino (2017), atributos como a rica hidrografia, com a mais densa bacia fluvial do mundo, o clima quente e úmido aliada aos fatores climáticos e morfológicos, formam um intrínseco ciclo de nutrientes, contribuindo assim para sua subsistência e exuberância.

Ao longo do tempo, a Região Amazônica vem se desenvolvendo no contexto político, social e econômico, resultando em um desenvolvimento territorial que muitas vezes acontece sem o devido planejamento.

Por conta desse desenvolvimento, a sociedade vem buscando as localidades mais urbanizadas para viver, dessa forma, as cidades acabam contribuindo com uma evidente parcela na transformação da paisagem natural, passando a expandir-se e aglomerar-se, adquirindo novas funções. Devido às altas taxas de desmatamento e perturbações antrópicas ocorridas na região, tem surgido o interesse científico em diversas modalidades envolvendo o clima florestal, e mais recentemente o clima urbano (Barbosa et al., 2015).

Segundo García (1995), o impacto dessas alterações advém da modificação da morfologia do terreno quanto às condições do meio ambiente e da atmosfera. Conforme menciona Artaxo (2007), a vegetação tem relação com a atmosfera pois controla processos que influenciam a formação de nuvens, quantidade de vapor de água, balanço de radiação, entre outras propriedades.

Os cenários de mudança climática para a Amazônia apontam para um aumento na temperatura média anual do ar esperados para o final do século XXI bem acima de 4°C, e até 40% de redução das chuvas na Amazônia. Tais mudanças podem resultar em grandes desequilíbrios em ecossistemas essenciais para a sobrevivência da humanidade (Marengo e Souza Jr., 2018).

De fato, as alterações climáticas estão acontecendo com forte influência de processos antropogênicos, além de atividades predatórias como extração de madeira, garimpo, atividade agropecuária, causando perda de cobertura vegetal. Além disso, a busca por desenvolvimento urbano tem liberado calor e poluição em excesso para a

atmosfera através de construções civis, transportes, infraestrutura mais desenvolvida, (Marengo e Souza Jr., 2018). De acordo com Krüger *et al.* (2023), à medida que os níveis de poluição atmosférica aumentam, a absorção e liberação de calor mudam, modificando o albedo por conta da remoção generalizada de vegetação.

Funções sociais e econômicas desenvolvidas no local também podem ser fatores determinante na geração de um clima especificamente urbano, diferenciando, do ponto de vista climático, do seu entorno, uma vez que modificam o equilíbrio entre a superfície e a atmosfera, afetando, assim, o funcionamento dos componentes climáticos (Amorim, 2000, 2010; Mendonça e Dubreuil, 2002; Arnfield, 2003).

As cidades, devido ao seu processo de pavimentação e desenvolvimento, acabam diminuindo suas áreas verdes (AV), que segundo Cavalheiro (1982), são correspondentes aos espaços livres de uso público que desempenham funções ecológicas, estéticas, e sociais, agindo no processo de diminuição de ilhas de calor urbano (ICU), fenômeno que ocorre em função da ausência da vegetação e da impermeabilização do solo nas cidades, resultando em maiores temperaturas urbanas quando comparadas ao ambiente rural próximo (Gartland, 2010). Dessa forma, tais situações implicam em mudanças significativas nas variáveis meteorológicas, como temperatura e umidade relativa do ar (Magalhães, *et al.* 2022).

Frota (1995) afirma que o homem, por ser um animal homeotérmico, “experimenta sensação de conforto térmico quando perde energia para o ambiente sem recorrer a mecanismos de termorregulação”. Sendo assim, fatores como temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, radiação solar e movimentação do ar interferem na percepção, preferência e satisfação térmica das pessoas (Almeida Junior 2005; Lin *et al.* 2010;).

Estudos sobre a sazonalidade do campo térmico foram realizados e confirmaram a tese da existência da variação espacial térmica diária e sazonal em Porto Velho – RO (Tejas, 2019). Porém, poucas cidades do interior do estado do Amazonas tiveram estudos sobre o clima urbano com foco nas ilhas de calor urbanas e aspectos térmico e higrométricos, tendo predomínios de estudo em Manaus, (Santos e Lima, 2013; Monteiro, *et al.* 2014; Souza e Alvalá, 2014; Barbosa, *et al.* 2015; Correa, *et al.* 2016; Almeida, 2019; Mandú e Gomes, 2019; Benedetto, 2019). Ainda assim, algumas cidades interioranas tiveram estudos relacionados à climatologia urbana, como cidades de Coari (Almeida Filho, 2022), Humaitá (Pedreira Júnior, 2017), Tefé e Uarini (Aleixo, 2021).

Posto isso, tais estudos se fazem importantes tendo em vista que exercem influência direta no conforto térmico do homem. Entretanto, as exigências de conforto térmico humano dependem tanto de fatores ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e vento), como do funcionamento do organismo (Pereira *et al.* 2015).

Portanto, faz-se necessário que as cidades se tornem mais sustentáveis e justas para a sobrevivência da humanidade, promovendo melhor qualidade ambiental e qualidade de vida, saúde e bem estar, promovendo e restaurando os ecossistemas terrestres, a fim de combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade. Nesse contexto, o presente trabalho visa contribuir com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, colaborando para que possamos atingir a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), no Amazonas e no Brasil através dos objetivos 3 – Boa Saúde e Bem-Estar, promovendo uma vida saudável e bem estar para todos em todas as idades; 11 - Cidades e comunidades sustentáveis, tornando as cidades seguras e sustentáveis, garantindo acesso a habitações seguras e confortáveis; 13 – Ação contra mudança global do Clima, através de medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos e 15 – Vida Terrestre, protegendo, recuperando e promovendo o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerindo de forma sustentável as florestas, combatendo a desertificação, detendo e revertendo a degradação da terra e a perda de biodiversidade.



FONTE: Agenda 2030 (2015), organizado pela autora.

Figura 1- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) trabalhados nesta pesquisa.

2. JUSTIFICATIVA

O município de Humaitá faz parte da mesorregião sul amazonense, composta por dez municípios, os quais, de acordo com Pedreira Junior *et al.* (2018), desenvolvem ao entorno de suas rodovias suas principais atividades econômicas, como a pecuária, agricultura e extração de madeira, ganhando destaque também quanto o crescimento populacional.

Além disso, o município de Humaitá é uma das principais cidade da hidrovia fluvial do Madeira, e, segundo classificação da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - Antaq e do Departamento Nacional de Infraestrutura e transporte - DNIT, uma das mais importantes vias de transporte localizado no chamado "Arco Norte", caracterizando-se pelo transporte especializado de cargas em balsas empurradas por rebocadores, contendo grãos de soja, milho, açúcar, contêineres, carretas e combustível além de passageiros transportados em barcos conhecidos como "recreio" (Sousa e Araújo, 2001).

Por conta das diversas mudanças na dinâmica regional, Humaitá começou a receber novas funções, atraindo cada vez mais a população excedente do meio rural, passando a ocupar as margens das rodovias recém abertas e não mais prioritariamente as margens dos rios. A nova mobilidade espacial regional provocou migrações e urbanização, a maioria de forma desordenada por falta de planejamento e gestão.

A região Amazônica apresenta cenários de crescimento e desenvolvimento pelo fomento à reconstrução da BR 319 que liga Porto velho a Manaus e propostas futuras para a BR 230 (Transamazônica). As estradas promovem o acesso e facilitam os processos para ocupação, com exemplo da inauguração da Ponte em Porto Velho e crescente ocupação na margem esquerda do Rio Madeira no sentido a cidade de Humaitá (Tartari *et al.* 2016). Este fato proporciona oportunidades para que tanto os habitantes da própria cidade quanto pessoas residentes em outras regiões, possam instalar seus estabelecimentos sem ter que lidar com a forte concorrência, como é o caso de locais mais desenvolvidos (Schütz *et al.* 2014)

De acordo com Menezes (2017), a condição socioeconômica da população amazônica em relação à média nacional apresenta grande descompasso. A superação dessa condição encontra barreiras na pressão antrópica exercida sobre os ecossistemas amazônicos, devido à expansão da fronteira agrícola e do

“desenvolvimento econômico” que tem reduzido a diversidade biológica, cultural e os serviços ecossistêmicos associados.

O município de Humaitá conta com serviços educacionais que têm atraído muitos jovens residentes em municípios próximos. Humaitá conta com *Campus* da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), um *Campus* da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), além de diversas faculdades particulares e a presença do 54º Batalhão de Infantaria da Selva - BIS, resultando em grande processo de migração e circulação de pessoas pela cidade, maior quantidade de veículos e construções, o que pode causar um crescimento desordenado, ocasionando um prejuízo na qualidade ambiental e podendo resultar na ausência de áreas verdes e arborizadas.



FONTE: Autora, 2023.

Figura 2- Município de Humaitá-AM, Campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

É perceptível a carência de áreas arborizadas, assim como a ausência de áreas verdes públicas, verificando-se a falta de estrutura no município. De acordo com Georgi e Dimitriou (2010), os espaços urbanos abertos contribuem de forma positiva para a saúde humana e o bem-estar, levando há uma importante contribuição para o conforto térmico humano em espaços exteriores.

Portanto, a presença de espaços arborizados privilegia uma melhor circulação do ar, diminuição da temperatura, aumento da umidade relativa do ar e na redução da radiação solar através do sombreamento, além de reduzir impactos visuais, contribuir com a drenagem de águas pluviais, exercendo efeitos psicológicos benéficos ao homem.

Atualmente, mais da metade da população mundial habita áreas urbanas e estimativas sugerem que este número deverá atingir 66% até 2050 (United Nations, 2014), induzindo o crescimento citadino tanto em tamanho quanto em densidade e favorecendo o desenvolvimento econômico, social e cultural.

Levando-se em conta a necessidade de um olhar mais atento para as cidades de forma mais sustentável, este trabalho teve por objetivo estudar o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar e estimar o conforto térmico no município de Humaitá-AM, em pontos pré-estabelecidos, através de transecto móvel.

3. OBJETIVOS

3.1.1. Geral:

Analisar a estimativa do conforto térmico humano a partir de variáveis termo higrométricas em diferentes horários existentes e entre diversos pontos urbanos do município de Humaitá-AM.

3.1.2. Específicos:

✓ Comparar os valores médios mensais e horários de temperatura e umidade relativa do ar;

✓ Comparar os valores médios da temperatura e umidade relativa do ar entre os pontos de medidas;

✓ Analisar estatisticamente o Índice de desconforto térmico humano (IDT), proposto por Thom (1959).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. ELEMENTOS DO CLIMA

Os elementos do clima são aspectos que caracterizam um determinado tipo de clima, conferindo a sua dinâmica. Tejas (2019) apud Mendonça e Danni-Oliveira (2007), explicam que os elementos climáticos mais comuns para representar a atmosfera geográfica são pressão, temperatura e umidade, influenciados pela diversidade geográfica e manifestados por meio de precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio, entre outros.

Giovoni (1976) afirma que dentre esses elementos do clima os que mais afetam o conforto térmico humano são a temperatura e a umidade do ar, sendo a radiação solar e a ventilação os fatores climáticos mais representativos no processo, tendo influência direta no bom desenvolvimento fisiológico humano (Fante; Dubreuil; Sant'anna Neto, 2017). Tais variáveis são responsáveis pela sensação térmica que consiste na temperatura aparente sentida na pele exposta por conta de variáveis meteorológicas. Os elementos do clima são condicionantes importantes que agem na sensação ou não de conforto pelo corpo humano, no entanto, a sensação de desconforto varia de acordo com os indivíduos.

4.1.1 Temperatura do Ar (Tar)

No nosso planeta uma das principais características de todos os climas é a temperatura (Querino, 2017) e de acordo com Varejão e Silva (2005) a temperatura do ar é variável, no tempo e no espaço e pode ser regulada por vários fatores que são os controladores da temperatura: radiação, advecção de massas de ar, aquecimento diferencial da superfície terrestre e da água, correntes oceânicas, altitude, posição geográfica.

A temperatura do ambiente varia de lugar e com o decorrer do tempo em uma determinada localidade e vários fatores influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra ou parte dela (Ayoade, 2006).

4.1.2 Umidade Relativa do Ar (UR%)

O ambiente é o resultado da relação entre o natural e o social, sendo assim, a *urbe* é influenciada pela sua dinamicidade, sendo submetida a fatores climáticos. Desse modo, as áreas urbanas têm experimentado uma razoável diminuição da umidade do ar ao longo dos anos. Segundo Xavier et al. (2009), a atividade humana, o grande número de veículos, indústrias, prédios, o asfalto das ruas e a diminuição das áreas verdes criam mudanças muito profundas na atmosfera local, modificando também a temperatura e umidade do ar, e interferindo na distribuição das chuvas na região.

A umidade do ar é um dos elementos que compõem o clima, e de acordo com Ayoade (1996), é o “termo usado para descrever a quantidade de vapor d’água contido na atmosfera”. Segundo Lamberts (2011), a umidade relativa é o montante de vapor de água do ar, em relação com o máximo montante de vapor de água que o ar pode conter a uma dada temperatura.

Sendo influenciada por outros elementos que também compõem o clima como, precipitação pluvial e temperatura do ar, “... a umidade relativa do ar aumenta quando a temperatura diminui e vice-versa...” (Schiffer, 2001; Varejão-silva, 2006;). Frota e Schiffer (2001) salientam que quanto mais seco for o clima, suas temperaturas máxima e mínima serão mais acentuadas. Dessa forma, a umidade relativa tem grande importância na área da saúde e influenciando na sensação térmica.

4.2 CLIMA URBANO

O clima pode ser definido como a feição característica e permanente do tempo num lugar, em meio as suas variações; ele é a condição média do tempo em uma dada região, baseada em medições. Tempo, por sua vez, é um estado essencialmente variável, é o estado atmosférico em determinado momento, considerado em relação a todos os fenômenos meteorológicos: temperatura, umidade e ventos (Lamberts; Dutra e Pereira, 1997; Mascaró, 2004).

O conhecimento do padrão climático também é fundamental para subsidiar a implantação e planejamento das indústrias e transportes, além de fomentar informações para as mais diversas ciências, como hidrologia, arquitetura, biologia e medicina (Mitchell *et al.* 2004; De Carvalho *et al.* 2010).

As funções e ações antrópicas interferem negativamente no ambiente, ocasionando microclimas, alterando regimes de chuvas e temperatura da região, e, por conseguinte, a qualidade de vida da população, gerando o que Monteiro (1976) chama de Clima Urbano, o qual considera três linhas de pesquisas ligadas às alterações da atmosfera urbana: conforto térmico, impactos meteóricos e qualidade do ar.

Segundo Oke (1978), o Clima Urbano pode ser definido como o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência dessa urbanização nas características da atmosfera de um determinado local.

Para Monteiro e Mendonça (2003), o Clima Urbano é um sistema singular que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, havendo uma modificação substancial de um clima local. Tais materiais utilizados em espaços urbanos como concretos e pedras, absorvem e retêm calor durante o dia, liberando-o durante a noite. Estas transformações envolvem fatores naturais e sociais. Dessa forma, esses efeitos causados pela urbanização e ação antrópica, são sentidos pelas alterações climáticas.

A soma desses fatores, produz um clima diferente do clima encontrado na zona rural. Por conta dessa deterioração, o clima do ambiente das cidades acaba se tornando em algum grau agressivo e desconfortável, no entanto, o ser humano tem criado ambientes artificiais para suprir suas necessidades de conforto resultando em modificações do ambiente, alterando o equilíbrio termodinâmico entre a superfície e a atmosfera, alterando principalmente a relação temperatura/umidade do ar (Viana e Amorim, 2008).

De acordo com Monteiro e Mendonça (2003), os impactos das alterações climáticas de origem antrópica são perceptíveis no sistema climático especialmente das áreas urbanas e expressam-se através da percepção humana, por meio do conforto térmico, da qualidade do ar que se expressam em especial em metrópoles.

Em relação ao clima de Humaitá, predominam dois períodos hidrológicos: um chuvoso “inverno” (outubro a abril) e o período seco “verão” (junho a agosto), sendo maio e setembro considerados meses de transição. No meio do ano pode acontecer o fenômeno de “friagem”, provocado pela queda de temperatura, resultando no deslocamento da massa de ar polar Atlântica.

Segundo Ugeda (2011), a impermeabilização generalizada do solo provoca uma série de problemas, no qual Lombardo (1995) baseada em trabalhos de Chandler (1965), Landsberg (1970) e Lombardo (1985) destacam a redução da evaporação por conta da redução de vegetação, a radiação solar que não é mais usada na evaporação e aquece o espaço urbano, a ocorrência de inundações, entre outros.

4.3 CONFORTO TÉRMICO

Pensadores da antiguidade como Vitruvius, Hipócrates, Platão e Aristóteles, já haviam pensado sobre as aglomerações urbanas e com a organização desse espaço para que fossem usados para o bem do povo citadino. Durante o século XVIII, na Inglaterra, a revolução técnica do período industrial fez com que rapidamente as cidades que possuíam boas fontes de insumos de recursos energéticos e hídricos fossem ocupadas por indústrias e suas paisagens modificadas (Vital; Moreira; Nobrega, 2012).

No início do século XX, foram feitos os primeiros estudos sobre conforto térmico, realizados nas fábricas americanas pela Comissão Americana de Ventilação, no qual o objetivo era saber em quais condições os trabalhadores renderiam mais (Frota e Schiffer, 2003).

Devido ao crescimento desordenado das cidades, a arquitetura urbana muitas vezes é implantada sem o devido planejamento, sendo assim necessário buscar recursos de conforto na própria natureza no intuito de solucionar ou amenizar o desconforto nas cidades. Dessa forma, pode-se pensar a qualidade ambiental como “uma interação e um equilíbrio entre o meio ambiente e as atividades que envolvem a vida do ser humano” (Machado, 1997).

Conforme Monteiro (2003), a urbanização é uma realidade cada vez mais crescente, substituindo o ambiente natural pelo construído, e assim trazendo inúmeros transtornos no conforto térmico, na qualidade do ar e os impactos da alta pluviosidade, ocasionando enchentes pela falta de infiltração.

Para Mota (1999), qualidade ambiental é como um “equilíbrio entre elementos da paisagem urbana através de um ordenamento do espaço, conciliando principalmente os benefícios da vegetação com os diversos tipos de uso do solo através de um planejamento”.

Sendo assim, pesquisar o conforto térmico é uma forma direta de estudar a termodinâmica, pois a troca de calor entre o meio urbano e o ser humano se resume como fonte principal desta investigação (Vital; Moreira; Nobrega, 2012).

Variáveis individuais e ambientais como características das vestimentas e do metabolismo (sexo, idade, atividade exercida, hábitos alimentares), assim como aspectos físicos como os processos de troca de calor, como condução, convecção, podem influenciar nas preferências térmicas de pessoa para pessoa, sendo que elementos do clima como temperatura, umidade, movimento do ar e radiação, tem grande importância para a determinação das diferentes faixas de conforto. Sendo assim, o equilíbrio térmico é uma condição necessária para se experimentar a sensação de conforto térmico (Frota e Schiffer, 2001).

As diversas condições térmicas do ambiente influenciam a sociedade, sejam eles em locais abertos ou fechados, podendo impactar de forma positiva ou negativa no planejamento urbano (Parsons, 2014).

Para Nicol e Roaf (2017), o conforto térmico pode ser definido como o ambiente no qual as trocas de calor entre o ambiente não causam nenhum desconforto ao indivíduo. O homem, por pertencer ao grupo dos homeotermos, mantém sua temperatura interna constante em torno de 37°C onde há um processo de regulação de temperatura pelo hipotálamo. Sendo assim, Frota (1995), afirma que o mesmo “experimenta sensação de conforto térmico quando perde energia para o ambiente sem recorrer a mecanismos de termorregulação”.

Para García (1995, apud Gomes e Amorim, 2003) “conforto térmico consiste no conjunto de condições em que os mecanismos de autorregulação são mínimos, ou ainda na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste sentir-se bem”.

De acordo com Santos (2008), a temperatura do ar é considerada a principal variável do conforto térmico, sendo que a sensação se baseia na perda de calor do corpo pela diferença de temperatura entre a pele e o ar, relacionada a outros mecanismos termorreguladores.

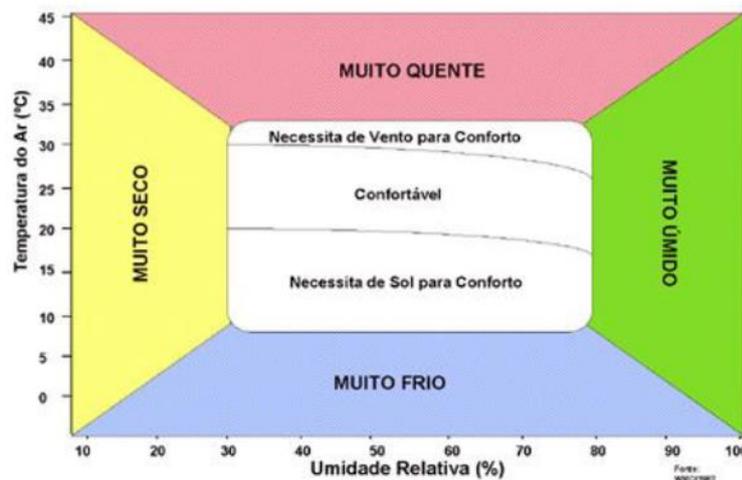
Segundo a ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (1992), conforto térmico significa: “condição da mente que expressa satisfação com o meio térmico em que a pessoa está inserida”. O homem sendo um ser homeotérmico tende a manter a sua temperatura interna dentro

de certos limites, independente das condições climáticas (Lamberts; Dutra; Pereira, 1997).

Já a norma ISO 7730 (1994) define conforto térmico como sendo “... estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico”.

De acordo com Corbella e Yannas (2003), o conforto térmico consiste na sensação de neutralidade, que um indivíduo mantém com o meio ao seu redor, sem a necessidade de mais frio ou mais calor para que se sinta confortável, sem preocupação ou incômodo. No entanto, tais condições nem sempre são encontradas em ambientes urbanos.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009), a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) desenvolveu em 1987 o Diagrama de Conforto Humano (Figura 2) que considera como confortável para o ser humano os teores de umidade variando entre 30% e 80%, dentro da faixa de 8°C e 33°C, no entanto, necessitam de sol ou vento para que se atinja o determinado conforto (Souza *et al.* 2012).



FONTE: INMET, 2009

Figura 3- Diagrama de Conforto Humano.

A falta de conforto térmico causada pelo calor excessivo provoca efeitos sobre o indivíduo, deixando-o cansado, reduzindo sua atenção e aumentando as tendências em incorrer em erros ou acidentes.

É certo que as condições ambientais são responsáveis pelas sensações de conforto térmico em climas diferentes e a partir destas variáveis e situação de

percepção de conforto uma série de estudos vem sendo desenvolvidos com bases em diferentes aspectos e sendo classificados em: índices biofísicos; índices fisiológicos; índices subjetivos, biometeorológicos, criados com o objetivo de determinar graus térmicos de conforto ou desconforto seja por frio ou por calor. (De Freitas e Grigorieva, 2017).

Estudos realizados por De Freitas e Grigorieva (2015) mostram um total de 165 (cento e sessenta e cinco) diferentes métodos utilizados para mensurar o conforto térmico.

As pesquisas sobre a temática conforto térmico na região Amazônica ainda são carentes, estudos relacionados a Índices de conforto térmico e suas variações sazonais foram investigadas em cidades como Belém -PA e Macapá -AP (Costa *et al.* 2013), assim como caracterização termo higrométrica e de conforto térmico na cidade de Porto Velho por Querino (2017), o qual observou que em locais mais próximos ao centro notou-se aproximadamente 3°C acima dos pontos próximos às áreas com vegetação, demonstrando indícios de ilhas de calor índices de conforto térmico, e de desconforto térmico humano, com prevalência de classes de estresse devido ao calor no período noturno.

Também foram realizados estudos por Pedreira Júnior (2018) que utilizou o IDT para mensurar o índice de desconforto térmico em Boca do Acre, Amazonas e Mandú, Gomes e Coutinho (2019) ao realizarem a caracterização do conforto térmico no município de Santarém no Pará.

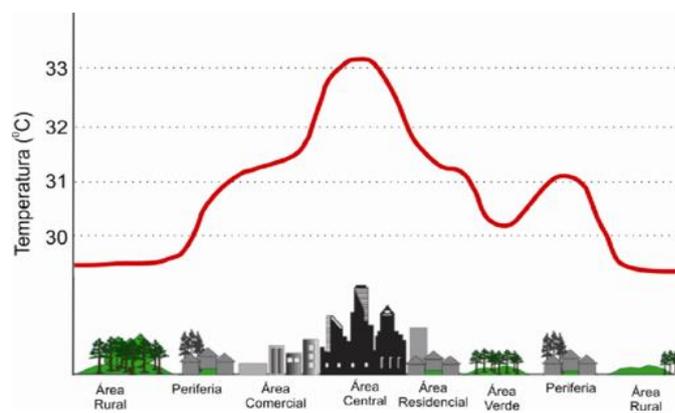
No entanto, considerando as particularidades do clima brasileiro, sobretudo tropical, a classificação da sensação térmica obtida através das diversas equações sofre adaptações por serem importadas de outras latitudes (Souza *et al.* 2012).

Para a identificação das condições de conforto e desconforto térmico surgiram várias metodologias, sendo uma delas a do transecto móvel, que tem demonstrado boa resposta na análise de interação atmosfera-biosfera e suas relações com o ambiente construído (Amorim *et al.* 2009; Martini *et al.* 2015).

De acordo com França (2018), o transecto móvel é uma técnica de coleta de dados microclimáticos usualmente utilizada para medir a temperatura e a umidade relativa do ar, ou ainda outras variáveis meteorológicas de interesse, através da locomoção a pé, de bicicleta ou utilizando um veículo.

4.4 ILHAS DE CALOR E FRESCOR

O aumento da temperatura do ar nas cidades em relação ao meio rural e a áreas menos urbanizadas caracterizam o fenômeno conhecido como ilha de calor urbana. De acordo com Tejas (2012), as ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas (Figura 4) porque muitos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais calor do sol, do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas, influenciando nos diferentes padrões de reflexão ou espalhamento da radiação solar, sendo o albedo o índice de reflexão que irá sofrer variação conforme a cor do material ou da superfície.



FONTE: Adaptado de EPA (2008) <http://www.epa.gov>

Figura 4- Ilhas de Calor Urbanas.

As Ilhas de calor normalmente ocorrem no centro das cidades, onde predominam áreas construídas, pavimentadas e impermeáveis, não havendo umidade disponível para dissipar o calor.

Alguns estudiosos demonstraram as principais causas deste acontecimento: Chandler, 1965; Monteiro, 1976; Oke, 1978; Lombardo, 1985; 1990; Mendonça, 1994; Brandão, 1996, Amorim, 2000, entre outros.

Gartland (2010), relata que a primeira documentação de calor urbano aconteceu em 1818, quando através de um estudo revolucionário sobre o clima de Londres detectou em “excesso de calor artificial” na cidade em comparação como campo, assim como outros estudos em outros lugares do mundo começaram a surgir a partir da segunda metade do século XIX.

As Ilhas de calor contribuem para o desconforto das pessoas, para problemas de saúde, contas de energia mais elevadas e maior poluição. Além do efeito estufa,

as ilhas de calor vêm reduzindo as condições habitacionais de áreas urbanas e suburbanas (Gartland, 2010).

De acordo com Lombardo (1985), no ambiente urbano a ilha de calor é o resultado da produção de um *stress* térmico que se persistente causa um desconforto térmico que ultrapassa os limites de tolerância dos habitantes. Costa e Franco (2013), explicam que as ilhas de calor são anomalias térmicas caracterizadas pela elevação de temperatura em determinadas áreas e podem ser observadas em várias escalas, sendo que as mesmas ocorrem em locais com excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes onde a temperatura é mais elevada que áreas vizinhas não urbanizadas.

A localização e mensuração dessas ICU se tornam importantes pois baseiam-se em seus impactos socioeconômicos, conforto térmico humano, saúde, e impactos meteorológicos no ambiente urbano. A contribuição da vegetação no processo de evapotranspiração gera um maior conforto térmico e melhora a qualidade e umidade do ar (Souza e Amorim, 2013).

As ilhas de frescor (Figura 5) apresentam efeito contrário em relação às ilhas de calor, pois apresentam temperatura do ar mais agradável. De acordo com Paz (2009), as ilhas de frescor são caracterizadas como localidades onde a temperatura se apresenta significativamente mais baixa e igualmente associadas à presença de áreas vegetadas. Para Germano (2012), as ilhas são “elementos que promovem uma amenização de temperatura, como quando ocorre um adensamento de árvores, grama, corpos hídricos ou quando existe um sombreamento provocado por uma barreira”.



FONTE: Autora, 2023.

Figura 5- Ilhas de Frescor, Praça da Saúde – Humaitá-AM.

Conforme Alves (2010), as ilhas de frescor são anomalias térmicas que se caracterizam por apresentarem temperaturas menores que seu entorno, sendo este fenômeno intimamente ligado a ação de áreas verdes, das lâminas de água e dos parques urbanos, onde as plantas utilizam a energia solar para evaporar água, evitando que essa energia seja usada para aquecer a cidade. As temperaturas do ar ao redor de áreas vegetadas acabam se tornando mais frescas por causa do processo de evapotranspiração.

Dessa forma, as ilhas de frescor formadas por lugares com abundante vegetação provocam um ambiente com conforto térmico ao urbano.

4.5 ARBORIZAÇÃO

A vegetação exerce diversos efeitos ao microclima urbano, passando a ser uma estratégia ambiental, com o propósito de reduzir o consumo de energia, minimizar os efeitos do clima urbano e proporcionar conforto térmico ao homem. As cidades, por ser um ambiente de grande concentração, o ideal seria que fossem um local onde houvesse maior sensação de conforto, seja ele térmico, acústico, luminoso ou visual.

A presença de vegetação resfria as cidades por meio de sombreamento, evapotranspiração e alteração do padrão do vento (Jamei, 2016). A partir disso, a arborização urbana vem como uma alternativa que pode contribuir no conforto térmico humano nestes espaços urbanos, causando uma relação de integração com os indivíduos a partir de seus benefícios.

Gangloff (1996) ressalta a importância das árvores e áreas verdes para a qualidade de vida nas cidades, pois além de valorizar o ambiente, promovem um meio para as atividades de educação e recreação da comunidade. Sendo assim, a importância de se estudar o conforto térmico justifica-se na intenção de promover a permanência prazerosa e tranquila dos usuários no ambiente urbano sendo de grande relevância tanto para os seres humanos quanto para o próprio espaço citadino, possibilitando o desenvolvimento das atividades sociais e aumentando a vitalidade urbana.

Por área verde entende-se:

Onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros

centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem funções estéticas e ecológicas [...] (LIMA, 1994).

No entanto, Lima (1994) diz que árvores presentes no leito das vias públicas não devem ser consideradas AV pois estão em calçadas que são impermeabilizadas.

O mesmo autor conceitua Arborização urbana como “elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade”. Dessa forma, árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

Em conformidade com Abreu (2008), a arborização é um instrumento no desenho da paisagem, visando à requalificação do ambiente construído. Tais árvores, dependendo de como estão dispostas, podem criar caminhos sombreados para circulação de pessoas, bicicletas e automóveis.

De acordo com Minaki, Amorin e Martin (2006), as áreas verdes contribuem na amenização do clima urbano, redução e condução dos ventos, redução da poeira, aumento da evapotranspiração e, conseqüentemente, da umidade relativa do ar, diminuição dos ruídos, garantia de boa qualidade do ar na medida que absorve o monóxido de carbono e libera oxigênio, proporciona sombreamento, melhora saúde física e mental da população, resultando em vantagens ecológicas, estéticas e sociais.

Estudos realizados por Achour Junior (1995), Gobbi (1997) e Okuma (1997) citados por Londe (2014), demonstram que a vegetação presente nessas áreas urbanas propiciam a realização de atividades físicas, beneficiando na qualidade do sono, funcionamento cardiovascular, fortalecimento muscular e diminuição de ocorrência de doenças musculoesqueléticas, metabólicas, além de propiciar o alívio de tensões e estresse do cotidiano por meio do relaxamento e descontração devido ao abrigo que as áreas verdes são capazes de assegurar, proporcionando momentos de recreação entre famílias, o desenvolvimento de atividades sociais, e conseqüentemente, uma melhoria na qualidade de vida.

Além disso, as áreas verdes e a arborização urbana se tornam um condicionante fundamental no estudo do conforto térmico, reduzindo os efeitos da “sensação térmica” (Jamei, 2016).

Dessa forma, em seu estudo, Mello Filho (1985) cita algumas funções essenciais desempenhadas pelo emprego da arborização, sendo as principais:

- Função química: absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar urbano.

- Função física: sombras oferecidas pelas copas das árvores, proteção térmica e absorvem ruídos;
- Função paisagística: quebra da monotonia da paisagem pelos diferentes aspectos e texturas e cores.
- Função ecológica: as árvores oferecem abrigo e alimento aos animais, protegem e melhoram os recursos naturais (solo, água, fauna e flora) e especificamente para árvores dispostas nos sistemas vários tem a função de atuarem como corredores que interligam demais modalidades de áreas verdes (MILANO, 1987).
- Função psicológica: arborização é fator determinante de salubridade mental por ter influência direta sobre o bem estar do ser humano, além de proporcionar lazer e diversão.

De acordo com Milano (1987), arborização é fator determinante de salubridade mental por ter influência direta sobre o bem estar do ser humano, além de proporcionar lazer e diversão. Sendo assim, se torna importante a presença de espaços públicos estruturados e arborizados, para que dessa forma possa haver um maior envolvimento social, beneficiando tanto o físico quanto o mental.

Apesar do município de Humaitá ser coberto pela floresta amazônica, a cidade possui baixa arborização nas suas vias públicas, estando 47º lugar na posição de cidades arborizadas do estado do Amazonas (IBGE, 2010), sendo de 11,9% sua arborização comparada aos outros municípios.

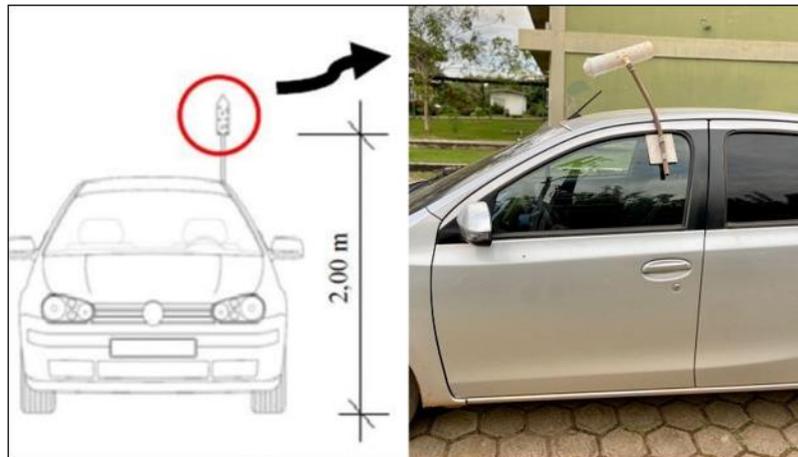
Os benefícios de sistemas de áreas verdes e de um planejamento e aplicação de arborização urbana, resultam em condições adequadas de conforto térmico, sendo conceituado como índices em que o ser humano sinta confortabilidade em decorrência de condições térmicas agradáveis ao corpo.

4.6 TRANSECTO MÓVEL

De acordo com Oke (2005), um dos desafios na área de pesquisa de clima urbano refere-se à padronização dos procedimentos de coleta e análise de dados. Para identificar as condições de conforto e desconforto térmico surgiram diversas metodologias, sendo uma delas a do transecto móvel, que tem demonstrado boa resposta na análise da interação atmosfera-biosfera e suas relações com o ambiente construído (Amorim *et al.* 2009; Martini *et al.* 2015).

Vários autores como Amorim (2009), Maciel *et al.* (2011), Ugeda Júnior (2011), Franco *et al.* (2013), Santos (2013), Valin Júnior *et al.* (2016), Querino (2017), De Paula (2017) e Tejas (2019) utilizaram o método do transecto móvel em seus trabalhos, pois tem apresentado grandes vantagens para áreas com pouca informação climatológica histórica ou para áreas com redes esparsas e/ou estações meteorológicas mal posicionadas.

O método do transecto móvel consiste em realizar as medições móveis em percursos a pé, em bicicleta ou veículos automotores, conforme a figura 6, coletando dados climáticos, no geral temperatura e umidade do ar, e é muito empregado no estudo da climatologia urbana para verificar diferenças entre os parâmetros climáticos em pontos de distintas ocupações do solo. De acordo com Valin e Santos (2020), o procedimento é muito difundido em função de sua aplicação relativamente simples e de baixo custo operacional do que a instalação de várias estações fixas para coleta dos dados, além de fornecer seções espaciais contínuas de toda a cidade (ou parte representativa dessa), e também gerarem informações quantitativas/qualitativas das temperaturas medidas em relação aos usos da terra e as formas de relevo (Oke, 1982; Amorim *et al.* 2016).



FONTE: Autora, 2023.

Figura 6 – a) Esquema de adaptação do abrigo (Santos, 2012); **b)** Carro com suporte e sensor usados no transecto móvel.

4.7 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E FISIAGRÁFICAS DE HUMAITÁ

De acordo com a Classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), Humaitá tem seu clima classificado como B4WA'a' (úmido; megatérmico, com deficiência hídrica moderada no inverno e Evapotranspiração potencial (ETP) no verão, inferior que 48%), e de acordo com Novais e Machado (2023), a região sul do Amazonas é classificada como Eq'cam (equatorial, semiúmido Amazônico central), seu clima zonal é o Tórrido com temperaturas de 22,5°C a 28,2°C, apresentando um período chuvoso de outubro a abril, um período seco ao longo de junho a agosto, sendo maio e setembro considerados transições úmida-seca e seca-úmida, respectivamente (Pedreira Junior *et al.* 2018; Martins *et al.* 2019).

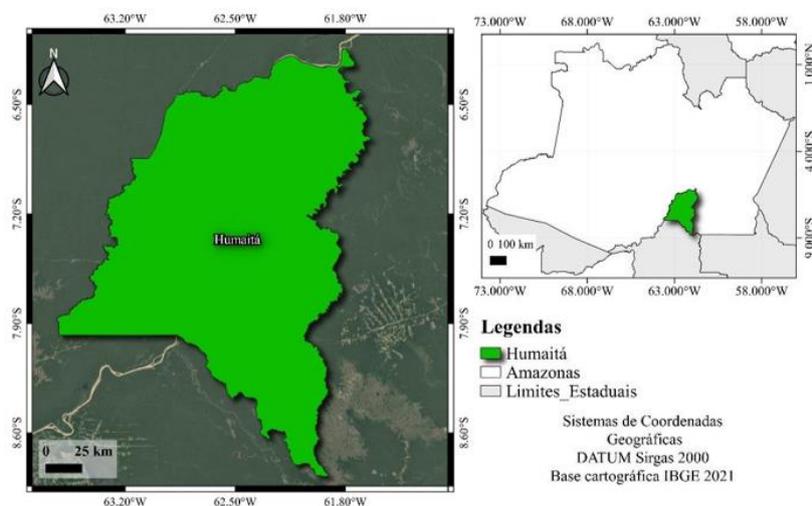
Humaitá apresenta temperatura média anual do ar entre 27°C e 25 °C, com máximas e mínimas mensais de 36°C e 17 °C, respectivamente, enquanto a umidade relativa varia entre 85 e 90%, atingindo valores abaixo de 50% durante a estação seca, enquanto que a precipitação média anual da região é de 2500 mm, aproximadamente (Alvarez *et al.* 2013; Vidotto *et al.* 2007).

Humaitá faz parte da zona fisiográfica do rio Madeira e juntamente com Lábrea e Canutama fazem parte dos aproximadamente 560 mil hectares de campos de cerrados da região sul do Amazonas, localizados sobre a Planície Amazônica entre os rios Purus e Madeira (Martins *et al.* 2006). Segundo Braun e Ramos (1959) o relevo é próximo do tipo tabuleiro, de pequeno desnível e com bordos ligeiramente abaulados. De acordo com Resende e Rezende (1983), a interação de solo, clima e organismos dão a cada lugar uma aparência diferente.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

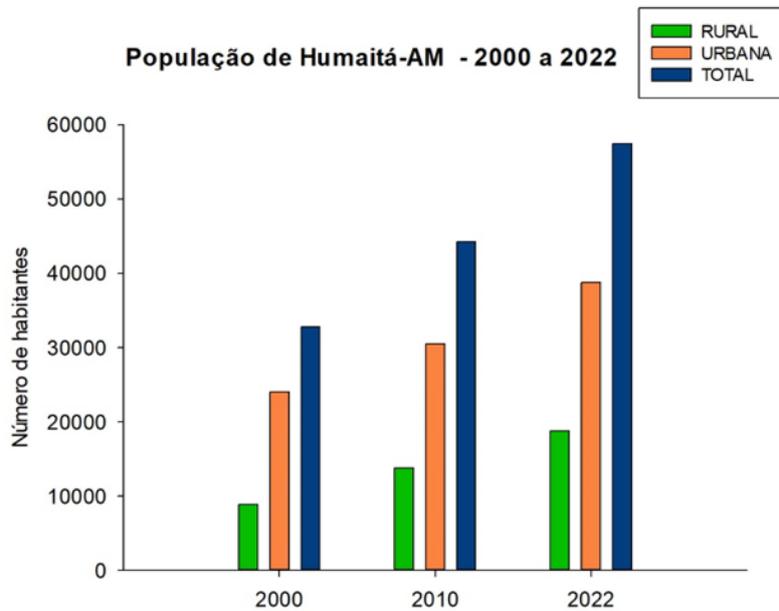
O estudo foi desenvolvido no município de Humaitá ($-7^{\circ} 55' 25''$ S; $-63^{\circ} 07' 13''$ O; 54 metros) (Figura 7) que se situa na margem esquerda do Rio Madeira, na confluência das rodovias BR-230 (Transamazônica) e BR 319 (Porto Velho/RO – Manaus/AM), estando a cerca de 675 km da cidade de Manaus (AM) e 200 km da cidade de Porto Velho (RO), limitando-se com os municípios de Canutama, Tapauá, Manicoré e com o estado Rondônia. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), possui uma população estimada de 57.473 habitantes e área territorial de 33.111,129 km².



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 7 - Mapa de localização do município de Humaitá/AM

O município vem se desenvolvendo e aumentando seu número de habitantes consideravelmente como observado na figura 8 e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022), a população do município é de 57.473 mil habitantes e densidade demográfica de 1,74 hab/km², ocupando uma área de 33.111,129 km², cidade que é banhada pelo Rio Madeira, sendo umas das principais cidades da hidrovia homônima, além de apresentar grande potencial agropecuário e logístico, fazendo parte do chamado “Arco Norte amazônico”.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 8 - População rural e urbana de Humaitá-AM. Adaptado de IBGE/SIDRA (2023).

A partir do sensor termo higrométrico (modelo HOB0 U23, marca ONSET), equipamento reconhecido cientificamente pela União Europeia (ONSET COMPUTER, 2014) em monitoramento de temperatura e umidade (figura 9). O HOB0-U23 tem uma resolução para a variável temperatura de 0,02 °C para 25 °C e precisão de $\pm 0,21$ °C quando operado entre 0 e 50 °C. Para a variável umidade, tem uma resolução de 0,03 % e precisão de $\pm 2,5\%$ quando operado entre 10 e 90 %, e $\pm 5\%$ operando abaixo de 10% e acima de 90%.

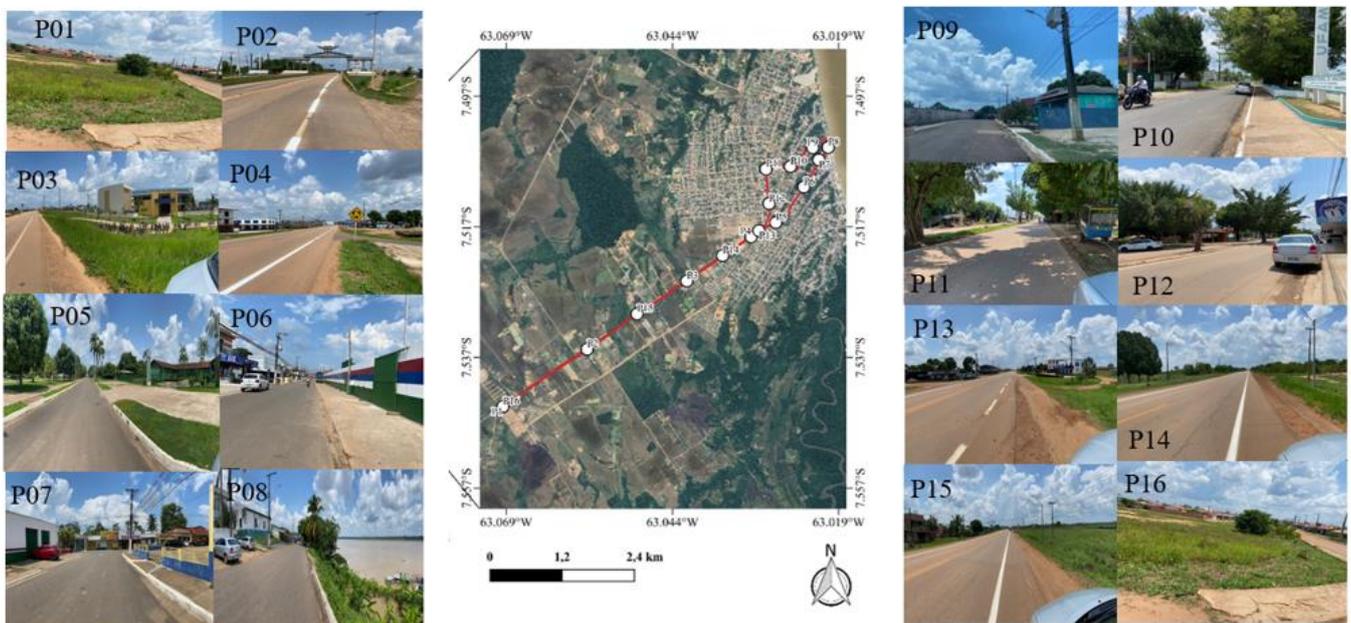


FONTE: Onset Computer (2023).

Figura 9 - Sensor de temperatura e umidade HOB0-U23

O transecto móvel iniciou seu trajeto em uma área periférica menos urbanizada, coletando dados de temperatura e umidade relativa do ar em 16 pontos (tabela 1),

apresentando diferentes configurações urbanas e diferentes ocupações do uso do solo, sendo que a primeira e última medida foram referentes ao mesmo ponto. O transecto percorreu um setor central e mais urbanizada da cidade, passando por uma área mais localizada ao centro comercial, seguindo por um ponto mais próximo ao rio, e posteriormente adentrando em uma área mais periférica até retornar a ruas mais movimentadas como a rua 29 de agosto e em seguida com pontos localizados na avenida Transamazônica, como observado na figura 10.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 10 – Trajeto percorrido pelo transecto móvel e pontos de coleta de dados em Humaitá – AM.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos a serem percorridos pelo transecto móvel.

	PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
1	P01	7°32'	63°4'	70m
2	P02	7°32'	63°3'	61m
3	P03	7°31'	63°2'	59m
4	P04	7°31'	63°1'	60m
5	P05	7°30'	63°1'	60m
6	P06	7°30'	63°1'	59m
7	P07	7°30'	63°1'	55m
8	P08	7°30'	63°1'	52m
9	P09	7°30'	63°1'	55m
10	P10	7°30'	63°1'	65m
11	P11	7°30'	63°1'	63m
12	P12	7°30'	63°1'	71m
13	P13	7°31'	63°2'	70m
14	P14	7°31'	63°2'	72m
15	P15	7°31'	63°4'	63m

FONTE: Elaborado pela autora (2022).

5.2.1 Monitoramento dos dados

O período de monitoramento das variáveis ocorreu entre agosto/2022 a janeiro/2023, de 3 a 4 dias por mês, não necessariamente consecutivos, conforme a tabela 2, em horários estabelecidos pela OMM (Organização Mundial de Meteorologia), para realização de estudos dessa natureza (6:00 – 14:00 e as 20:00, horário local).

Foram considerados dias com condições atmosféricas favoráveis conforme sugere Oke (1982), ou seja, ventos fracos, céu com ausência de nuvens e consequentemente sem a formação de precipitação pluviométrica. A partir do mês de outubro, teve como característica marcante, a alta instabilidade atmosférica, fazendo com que em alguns períodos não fosse possível a realização das coletas.

Tabela 2 – Dias de coleta de dados.

Data	Mês
08, 10 e 11	Agosto
13, 14, 21 e 29	Setembro
19, 20 e 31	Outubro
23 e 28	Novembro
27, 28 e 29	Dezembro
11, 23, 24 e 30	Janeiro

FONTE: Elaborado pela autora (2023).

O método do transecto móvel foi previamente utilizado por Amorim (2009), Maciel *et al.* (2011), Ugeda (2011), Franco *et al.* (2013), Santos (2013), Valin Júnior *et al.* (2016), Querino (2017), De Paula (2017), Tejas (2019) e Lima (2021) e dessa forma, foi utilizado um veículo automotor, de propriedade particular, estabelecendo-se o tempo máximo de 1h para se completar o percurso total, parando durante 1 (um) minuto em cada ponto de medida.

Procurou-se utilizar a velocidade do carro entre 30 e 40 km/h, para que no período diurno houvesse menores diferenças de acesso solar entre os pontos e para que também no período noturno o tempo de dissipação da energia acumulada na malha urbana não influenciasse nos resultados (Querino, 2017).

Sendo assim, a Tar bem como a UR% nos pontos previamente estabelecidos, foram registrados por meio do sensor termo higrômetro, protegido por um abrigo alternativo de Policloreto de Vinila (PVC) encaixado na janela do veículo a 1,5 m do solo, conforme a figura 11.



FONTE: Elaborado pela autora (2022).
Figura 11 - Carro com abrigo para sensor, utilizado para o transecto móvel.

5.2.2 Cálculo do conforto térmico

Para análise proposta, optou-se pela utilização do Índice de Desconforto Térmico (IDT) proposto por Thom (1959) adaptado por Gilles *et al.* (1990), por meio da equação:

$$IDT = Tar - (0,55 - 0,0055 * UR) * (Tar - 14,5)$$

Na qual:

- IDT é o Índice de Desconforto Térmico
- Tar é a temperatura em °C
- UR é a umidade relativa em %.

O Índice de Desconforto desenvolvido por Thom se destaca na descrição do conforto térmico, pois por meio da informação da temperatura e umidade relativa do ar é possível estimar a sensação térmica do ser humano, fazendo com que seja uma das metodologias mais utilizadas. (Thom, 1959; Yosif e Tahir, 2013).

Giles *et al.* (1990) desenvolveu uma tabela para classificação dos níveis de desconforto térmico, no entanto, essa classificação foi realizada para latitudes médias e como Humaitá está localizada na faixa tropical do planeta, optou-se por utilizar a adaptação feita por Santos *et al.* (2012). De acordo com os resultados obtidos a partir da equação proposta, estes foram classificados por faixas de desconforto térmico, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Faixas de conforto térmico do Índice de desconforto para a região tropical.

	Faixas de desconforto IDT (°C)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 24	Confortável
2	24 ≤ IDT < 26	Parcialmente confortável
3	26 ≤ IDT < 28	Desconfortável
4	IDT ≥ 28	Muito desconfortável

FONTE: Santos *et al.* (2012).

5.2.3 Análise estatística e processamento de dados

Para esta etapa, foi utilizado planilha eletrônica, na qual após a coleta dos dados, foram calculadas as médias horárias, por períodos e médias mensais dos pontos de Tar, bem como a UR % e IDT, considerando cada ponto de coleta. A análise estatística foi realizada pela linguagem de programação Python.

Com o objetivo de avaliar as estimativas do Índice de Desconforto Térmico (IDT) com base nas médias dos pontos de coleta, realizou-se uma análise estatística não paramétrica para investigar as variações nas médias ao longo dos pontos de coleta. Para investigar essas diferenças, empregou-se o teste de Kruskal-Wallis, conhecido como teste H. Posteriormente, utilizou-se o teste post-hoc de Dunn, seguindo a recomendação de Ayres *et al.* (2005) sendo importante ressaltar, que este método é considerado conservador, uma vez que ajusta o nível de significância de acordo com o tamanho das amostras.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

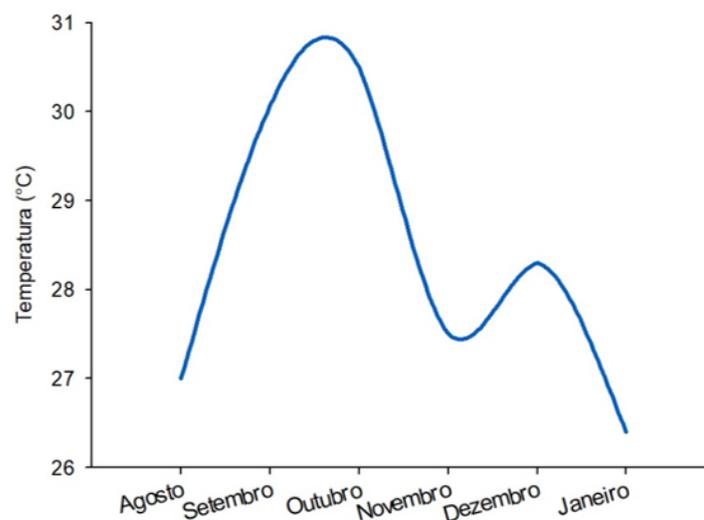
6.1. Análise Termo higrométrica entre os meses, horários e pontos de medida.

6.1.1. Análise da média mensal da Temperatura e Umidade Relativa do ar

A figura 12 apresenta as médias mensais de Tar. Ao observar, nota-se que a maior média foi registrada em setembro 30,7°C, seguidos por outubro 30,5°C, dezembro 28,3°C, novembro 27,2°C, agosto 27°C, e janeiro 26,4°C como a menor média mensal.

Tais resultados corroboram com Fisch *et al.* (1998), no qual medidas foram realizadas e indicaram que os maiores totais de radiação que chegam na superfície ocorrem nos meses de setembro/ outubro, sendo que os mínimos são nos meses de dezembro à fevereiro.

A circulação da baixa troposfera move-se para o norte do cavado equatorial, deslocando o ramo descendente da célula de Hadley sobre a Amazônia e dificulta a formação de nuvens de chuvas neste período na região (Martins *et al.* 2020; Pedreira Junior, 2018; Rohleder *et al.* 2022).



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

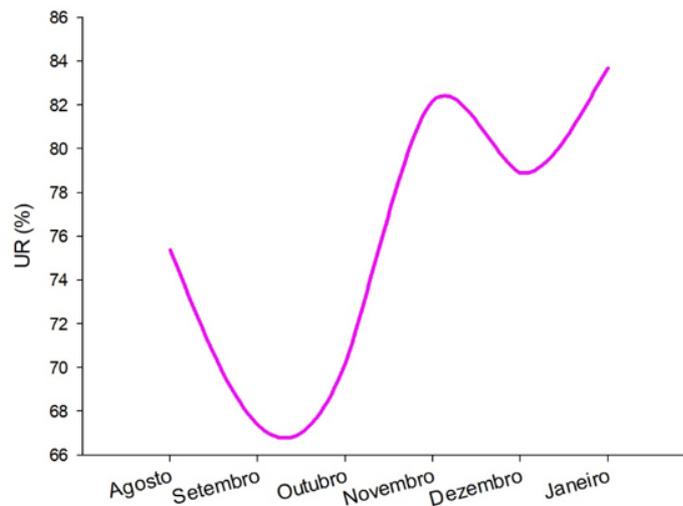
Figura 12 -Variação média da Temperatura do ar para os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

O período seco (junho a agosto) que ocorre na estação de inverno da região, é caracterizado por altas temperaturas e baixo grau de umidade. Pereira (2022) afirma que a temperatura do ar é uma variante importante para a verificação do conforto térmico humano. O mês de setembro é descrito como período de transição seco-chuvoso. A partir do mês de outubro é possível observar que as temperaturas começam a diminuir devido ao aumento de chuvas na região.

De acordo com Ferreira e Melo (2005), o regime pluviométrico em Humaitá é dominado pelos fenômenos de larga escala, que favorecem ou inibem a formação de precipitação no sul do Amazonas e na maior parte da região central do país. Galvão *et al.* (2000), Pavão, *et al.* (2015) e Lopes *et al.* (2016), citam que no período seco-chuvoso referente a precipitação, durante a primavera, ocorre a chegada à região sul do Amazonas dos sistemas frontais, onde se tem o início da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCAS) e dos sistemas de Monção da América do Sul (SMAS), esses eventos são responsáveis por grandes convecções, que acabam sendo os principais mecanismos meteorológicos que provocam chuvas em Humaitá.

De acordo com Tomás e Lombardo (2012), a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à temperatura do ar, ou seja, observa-se que quando há o aumento de temperatura a umidade é reduzida assim como quando ocorre diminuição de temperatura há o aumento de umidade, para os meses de coleta.

Dessa forma, a média da umidade relativa dos meses de setembro 67,4% e outubro 70,2% apresentam-se baixas, enquanto os meses de agosto 75,4%, novembro 82,2%, dezembro 78,9% e janeiro 83,7% apresentam médias de UR% superior a 75%, como observado na figura 13.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 13 - Variação da média de Umidade Relativa do Ar (UR%) para os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

O vapor d'água na atmosfera passa por interações físicas responsáveis pelo balanço energético e consequentemente térmico, pois os átomos na molécula de vapor d'água compõe uma estrutura capaz de interagir fortemente com radiações eletromagnéticas emitidas por corpos que se encontram a temperatura do meio ambiente, fazendo com que o vapor d'água seja um armazenador de energia. (Ometto, 1981).

Segundo Tubelis (1983), quanto maior é a temperatura, maior é a capacidade do ar em reter vapor d'água, sendo assim, quanto mais próxima dos 100% a umidade relativa estiver, mais saturada está a atmosfera.

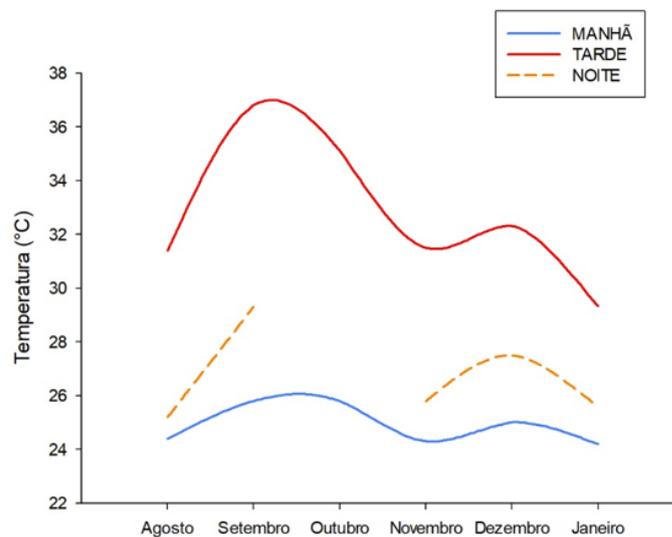
Dessa forma, Desai e Dhorde (2018) afirmam que a temperatura e umidade relativa do ar são elementos que exercem grande influência no conforto térmico.

6.1.2 Análise dos valores médios de temperatura e umidade do ar por horários e pontos de coleta

A figura 14 apresenta médias de temperatura por horários (manhã, tarde e noite). O período da manhã apresentou a maior média de temperatura no mês de setembro e outubro (25,8°C e 25,7°C), já a menor média de temperatura observada foi no mês de janeiro 24,2°C.

Observou-se que a maior média apresentada no período da tarde foi de 36,9°C, correspondendo ao mês de setembro, seguido por outubro 35,1°C e dezembro com 32,3°C. As menores médias do período foi em janeiro 29,4°C seguido de novembro 31,5°C e agosto 31,3°C.

O período da noite apresentou maior média de temperatura também no mês de setembro 29,2°C seguido dezembro 27,5°C. As menores médias foram em janeiro 25,6°C, agosto 25,1% e novembro 25,7°C. Em outubro não houve coleta no período noturno por falta de condições meteorológicas.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 14 - Variação da Temperatura do Ar (T_{ar}) média mensal e por períodos durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

Janeiro é definido como um mês chuvoso, por isso as condições climáticas dificultaram as coletas que na sua maioria foram realizadas apenas no período da manhã, no qual apresentou-se em boas condições.

O mês de setembro além da passagem da estação de inverno para primavera, estação que é descrita pelo início da atividade convectiva devido às altas temperaturas e ao forte aquecimento superficial, que devido a obliquidade da eclíptica que é a variação entre o plano da órbita da Terra e o plano da Linha do Equador, essa inclinação, à medida que a Terra orbita em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente no hemisfério sul, proporcionando mais horas com luz durante o dia,

aumentando o aquecimento, podendo acarretar na ocorrência de precipitação acima de 50 mm h⁻¹ durante a tarde (Pedreira Junior *et al.* 2018).

A partir de então, segundo Gan *et al.* (2004), ocorre o início dos Sistemas de Monção da América do Sul (SMAS) que gera profunda convecção e, deste modo, inicia o período de chuvas na região sul da Amazônia.

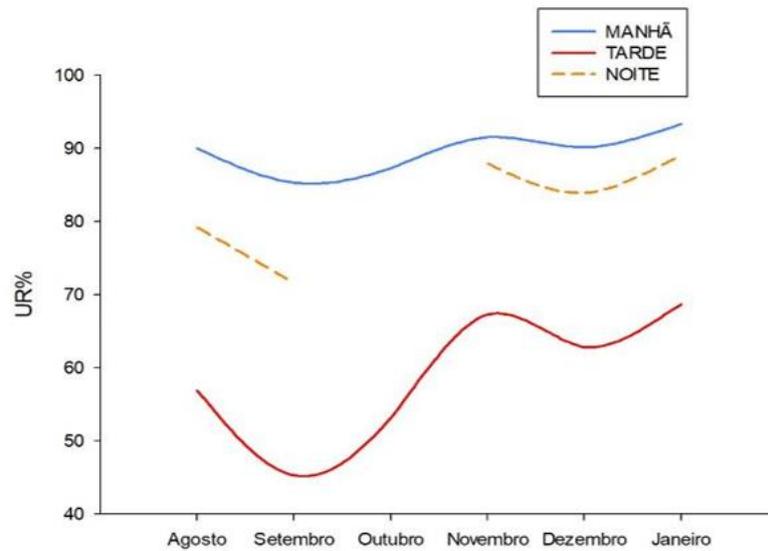
De acordo com Kousky (1988) e Marengo *et al.* (2001), a estação chuvosa no Brasil tropical ocorre em diferentes períodos, começando pela porção norte e oeste da região amazônica em meados de setembro e ao longo do sudeste da Amazônia em outubro. Ayoade (2006) afirma que o índice de variação térmica nos trópicos varia menos com a estação, contudo, ele é geralmente maior na estação seca do que na estação chuvosa. Isso acontece porque na estação chuvosa os efeitos de radiação são reduzidos pelo predomínio de céus nublados.

Na figura 13 verifica-se a UR% por períodos, apresentando-se de forma inversa aos valores de temperatura.

A maior média de UR% foi observada no mês de janeiro com 94% no período da manhã, contrastando com o resultado da figura 15. A menor média observada pela manhã foi no mês de setembro 85%.

Durante o período da tarde verificou-se que a maior média de UR% ocorreu no mês de janeiro 69%, seguido por novembro 67%, dezembro 62%, agosto 57% e a menor média foi em setembro com 45% de umidade relativa do ar.

Notou-se que durante o período da noite a maior média de UR% apresentou-se também no mês de janeiro 89%, seguido por novembro 88%, dezembro 83%, agosto 79% e setembro 72% com a menor média mensal pelo período da noite.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 15 - Variação da média de Umidade relativa do ar (UR%) mensal e por períodos durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

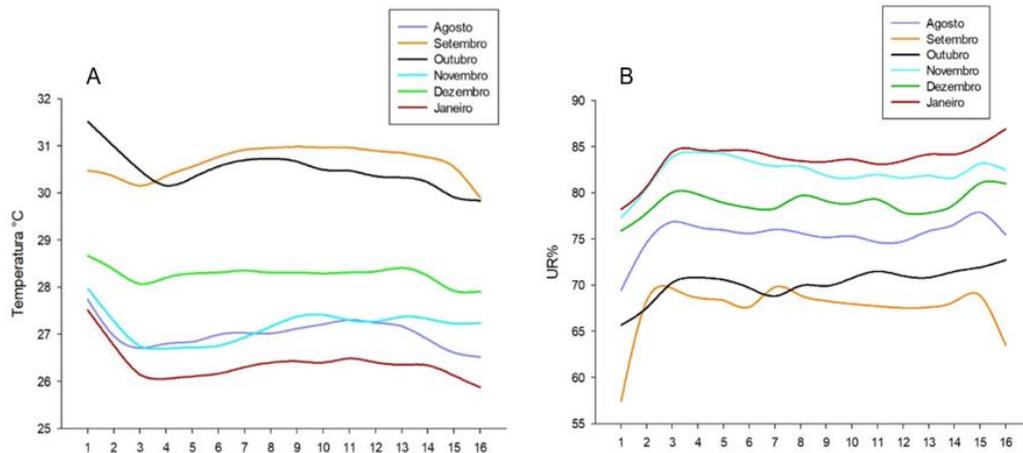
De acordo com Aguiar (1995), a região Amazônica se caracteriza por ser quente e úmido, com altas temperaturas, alta umidade relativa do ar, alto índice de radiação solar e pouca amplitude térmica.

Ao observar a figura 16 nota-se que não há grande variação entre a maioria dos pontos em relação a amplitude térmica, mas em relação à média de temperatura é possível confirmar que entre os pontos, os meses que apresentaram maiores médias foi setembro e outubro, com médias de 30,5°C e 31,5°C respectivamente.

De acordo com Pagnossin, Buriol e Gracioli (2001), sob altas temperaturas, o ritmo de rendimento e o grau de concentração diminuem, e aumenta a frequência de erros e acidentes de trabalho, principalmente quando a temperatura for acima de 30°C.

Já em relação a UR% dos pontos, nota-se que os primeiros pontos apresentaram médias mais baixas, o que pode ter sido resultado do uso do sensor sem antes ter atingido seu equilíbrio térmico. Verifica-se entre os meses que setembro e outubro apresentaram menores médias de UR% com valores de 57% a 65% e médias mais altas nos meses de janeiro e novembro, com 92% e 85% de umidade respectivamente. De acordo com Martins (2018), o comportamento médio mensal da

temperatura do ar na mesorregião apresenta pouca variação ao longo do ano, com amplitude térmica média de 3°C.



FONTE: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 16 - Variação da média de Tar e UR% entre os pontos durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

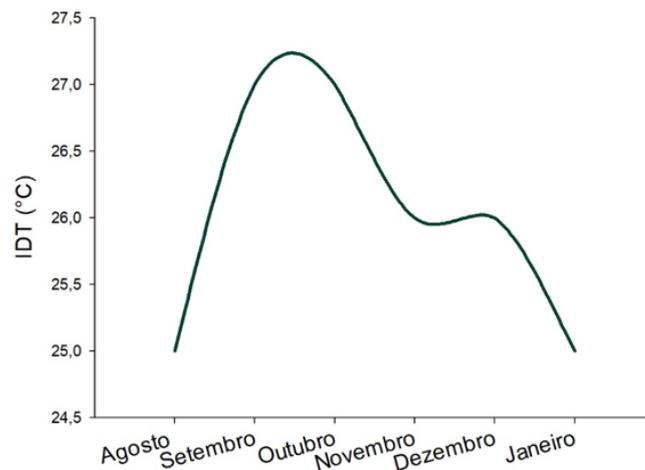
Lombardo (1985) em um dos seus estudos, demonstrou que os valores mais elevados de temperatura ocorrem em locais mais urbanizados, com pouca cobertura vegetal. Sendo assim, a oscilação da temperatura está intimamente ligada à cobertura vegetal ou sua ausência (Barboza, 2020). Ritter (2006) corrobora com esse resultado, demonstrando em seu estudo que a diferença de temperatura em um ambiente urbanizado para outro com a presença de arborização resulta em valores consideráveis e determinantes no conforto térmico humano e na qualidade de vida.

6.2. Estimativa do conforto térmico humano entre diferentes meses, horários e pontos de medida

6.2.1 Análise da média mensal do Índice de Desconforto térmico

De acordo com a figura 17, observou-se que a média mensal do IDT para os meses de coleta variou entre 25°C (mínimo) e 27°C (máximo) em todos meses, e de acordo

com Santos (2012) a sensação térmica foi de parcialmente confortável a desconfortável. Os valores médios mais altos foram registrados em setembro, considerado mês de transição entre o período seco-chuvoso e outubro, ambos com IDT na faixa de 27°C ($26 \leq \text{IDT} < 28$), o que corresponde a sensação de “desconforto” (tabela 3). Os meses de agosto (25°C), novembro (26°C), dezembro (26°C) e janeiro (25°C) apresentaram índices dentro da mesma faixa ($24 \leq \text{IDT} < 26$), ou seja, parcialmente confortável.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 17- Variação da média do IDT para os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

6.2.2 Análise dos valores médios de IDT por horários e pontos de coleta

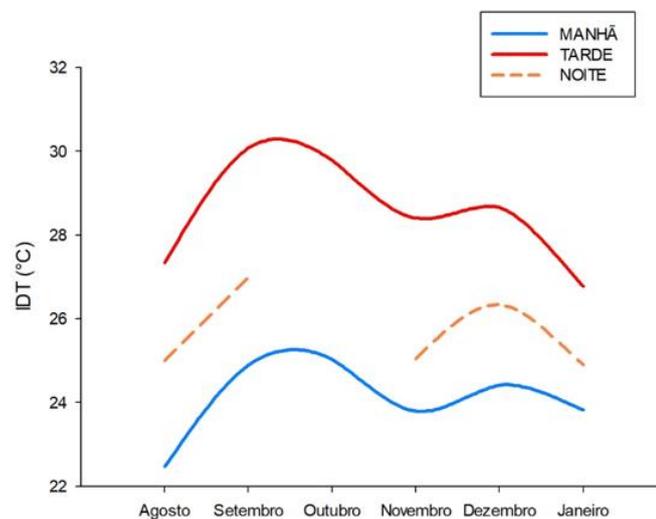
A figura 18 apresenta médias de IDT por horários (manhã, tarde e noite). O período da manhã apresentou maior média de índice de desconforto no mês de setembro com índice de 25 ($24 \leq \text{IDT} < 26$) e sensação descrita como “parcialmente confortável”. O mês com menor média de índice de desconforto foi agosto, com índice de 22°C ($\text{IDT} < 24$) notando-se sensação de confortável em relação aos outros meses.

O mês que apresentou maior média de IDT para o período da tarde também foi o mês de setembro, no qual seu IDT foi de 30°C, resultando em uma sensação descrita (tabela 3) como “muito desconfortável”. Janeiro apresentou menor média de IDT para o período da tarde, com valor de índice de 25°C ($24 \leq \text{IDT} < 26$) sendo considerado “parcialmente confortável”.

Devido à falta de condições meteorológicas para coleta, no mês de outubro não houve registro de dados para o período da noite.

A maior média de IDT registrado para o período da noite foi no mês de setembro, no qual o índice observado foi de 27°C ($26 \leq \text{IDT} < 28$), considerado “desconfortável”.

As médias com menores índices observados foram os meses de novembro e janeiro, com índice de 25°C ($24 \leq \text{IDT} < 26$), notando-se a sensação de “parcialmente confortável”.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

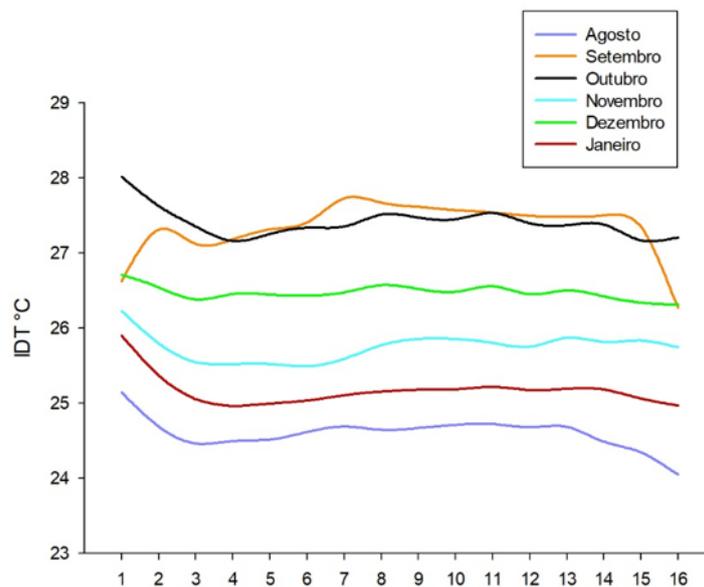
Figura 18 - Variação do IDT média mensal e por horários do mês de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

Ao analisar os pontos percorridos pelo transecto móvel, nota-se na figura 19 que a média do IDT para todo o período de coleta variou na faixa entre 24°C (mínimo) e 28°C (máximo). Ao observar ponto a ponto, verifica-se que a diferença observada entre um ponto a outro é mínima, pois a cidade apresenta uma configuração horizontal homogênea, no qual as configurações urbanas não são suficientes para notar diferenças significativas entre os pontos.

No entanto, percebe-se uma diferença de IDT entre os meses, onde entre os pontos, os meses de setembro e outubro se destacam com maiores índices, chegando a 28°C, caracterizando-se como sensação “desconfortável”.

O mês de setembro é considerado um mês de transição entre o período seco-chuvoso, segundo Oliveira (2022), o período seco é caracterizado por apresentar temperaturas mais elevadas e reduzida umidade relativa do ar, o que implicou nesses altos índices de conforto.

Os meses que apresentaram médias com menor índice de desconforto foram agosto, janeiro, novembro e dezembro, respectivamente.



FONTE: Elaborado pela autora (2023).

Figura 19 - Variação do IDT média mensal e por pontos de coleta durante os meses de agosto/2022 a janeiro/2023 no município de Humaitá - AM.

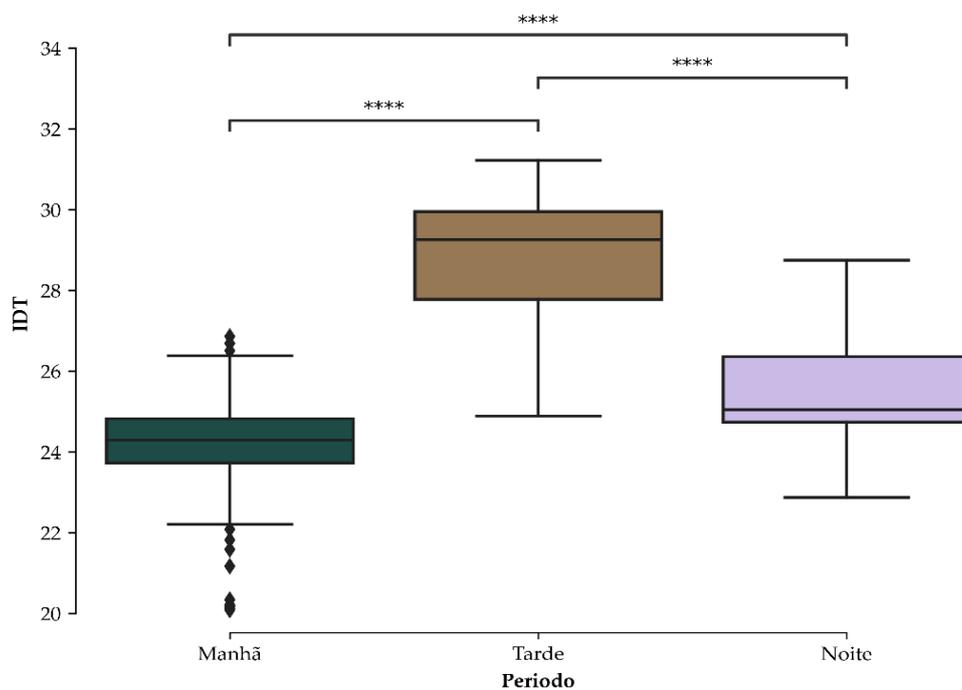
De acordo com Pagnossin, Buriol e Graciolli (2001), o organismo possui mecanismo para que mesmo em condições de temperatura extrema consiga manter sua temperatura constante. Entretanto, temperaturas extremas causam lesões térmicas. Por isso, ao desempenhar uma atividade, o ideal é que a temperatura do ambiente se mantenha entre os níveis de conforto.

De acordo com Jamei (2016), vários estudos baseados em campo revelaram que as áreas verdes são geralmente mais frias do que as áreas construídas circundantes, levando a uma diferença de temperatura de até 1 °C a 7 °C e à formação de um fenômeno conhecido como “ilhas de frescor”, causando maior sensação de conforto térmico.

6.3. Análise estatística dos Dados

Os resultados revelaram que não há diferenças estatisticamente significativas entre as estimativas nos diferentes pontos de coleta. No entanto, observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes períodos e meses de coleta.

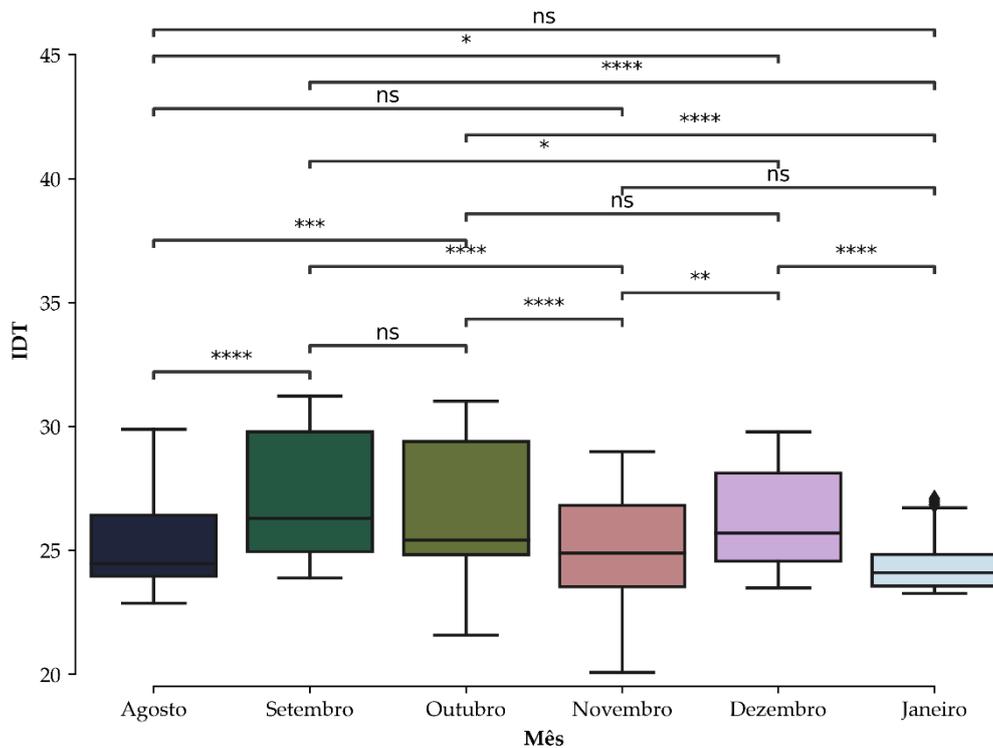
Neste contexto, o teste de Kruskal-Wallis indicou significância estatística, o que sugere diferenças substanciais entre as distribuições ($p < 0,05$). Posteriormente, utilizou-se o teste post-hoc de Dunn, seguindo a recomendação de Ayres *et al.* (2005). Após a condução do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) e do método de Dunn (Ayres *et al.* 2005) para comparar os tratamentos em diferentes períodos (manhã, tarde e noite) e meses, constatou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas nas estimativas de IDT em todos os períodos analisados.



FONTE: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 20 - Boxplot por período do IDT do município de Humaitá-AM.

Ao analisarmos a figura 16, torna-se evidente a presença de diferenças estatisticamente significativas em diversos pares de meses, tais como agosto/setembro, agosto/outubro, setembro/novembro, setembro/janeiro, outubro/novembro, outubro/janeiro e dezembro/janeiro. Por outro lado, não se constataram diferenças significativas nos pares de meses como agosto/novembro, agosto/janeiro, setembro/outubro, setembro/janeiro, outubro/dezembro e novembro/janeiro. É fundamental destacar que, durante o período chuvoso, ocorreu uma homogeneização nos valores do Índice de Desconforto Térmico (IDT), com diferenças entre os meses que se mostraram estatisticamente não significativas.



FONTE: A autora, 2023.

Figura 21 - Boxplot por meses de coleta do IDT do município de Humaitá-AM.

7. CONCLUSÃO

Durante os meses de agosto de 2022 a janeiro de 2023 foram coletadas informações sobre temperatura e umidade relativa do ar para estimativa de índice de desconforto térmico no município de Humaitá-Am.

O período de coleta aconteceu durante a estação de inverno, no entanto, para a região Amazônica configuram-se dois períodos hidrológicos bem definidos: o seco e o chuvoso, estando a estação de inverno no período seco.

Setembro é considerado um período seco, com baixos níveis de precipitação, sendo assim observados elevadas temperaturas, com média mensal mais alta de 31°C, apresentando baixos índices de umidade relativa do ar 67,4%, e elevadas médias de IDT, chegando ao índice de 27°C, resultando em sensação de desconforto, se destacando entre os meses coletados.

Outubro é um mês de transição seco-chuvoso, por isso, devido ao aumento de chuvas, algumas coletas não foram realizadas no período da noite, devido à falta de condições meteorológicas.

Em relação aos pontos, observou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre eles, mas nota-se diferenças entre os períodos, sendo o período da tarde considerado o mais desconfortável, com IDT de 30°C, Tar 36,9°C e UR% de 45%, caracterizando sensação de “muito desconfortável”.

Por fim, verificou-se que o período de chuvas observado de novembro a janeiro, diminuiu os valores de IDT, reduzindo a sensação de desconforto térmico, resultando em melhor qualidade durante este período e melhor sensação de bem estar para a população humaitaense.

Espera-se que com os resultados encontrados possam ser subsidiados trabalhos sobre planejamento urbano, em relação ao bem estar físico, mental e emocional, contribuindo para a saúde da população deste município e promovendo a socialização entre pessoas da sociedade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A.; ALVES, C. de S.; FIGUEIRA FILHO, A.; **Ilhas de calor em cidade de pequeno porte na Amazônia Brasileira: Análise de Uarini-AM.** Revista Georaguaiá, [S. l.], v. 11, n. Especial, p. 166-186, 2021.

AMORIM, M.C. C.T.; SANT' ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Organizadores). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso.** São Paulo: Outras Expressões, 2013, 274p. (352 f.)

ANDRADE, A. R. de; ROSEGHINI, W. F. F.; MENDONÇA, F. de A. **Análise do campo térmico da cidade de Irati/PR: Primeiros experimentos para a definição do clima urbano.** Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 6, 2021.

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Humaitá – AM. 2023. Disponível em:<http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>; <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/130170>

AYRES, M.; AYRES, M. J.; AYRES, D. L.; SANTOS, S. A. **Bioestat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas.** Belém: Mamirauá/CNPq, 2005. 364 p.

BARBOSA, P. H. D. et al. **Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira (weather elements of variability and thermal comfort in different environments in the brazilian amazon).** Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 17, dez. 2015. ISSN 2237-8642.

BATISTA DOS ANJOS, M. W.; VIEIRA G., D.; CRUZ, R. da. **Climatologia urbana e espaços verdes: contributo ao planejamento das cidades.** REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 3, n. 9, p. 233 –, 2012.

BRAUN, E. H. G.; RAMOS, J. R. de A. **Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia).** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 443- 497, out./dez. 1959.

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 da Região Amazônica.** Revista Brasileira de Geografia Física. V. 06 N. 03 (2013) 478-487.

COSTA, E. R. da; SARTORI, M. da G. B.; FANTINI, V. **Análise do Conforto Térmico do Parque Itaimbé-Santa Maria/RS sob Condições Atmosféricas de Domínio da Massa Polar Velha em Situação Sazonal de Primavera.** Geografia Ensino & Pesquisa, [S. l.], p. 16–26, 2017.

DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. **A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices.** International journal of biometeorology, Alemanha, v.61, n.3, p.487-512, 2017.

DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. **A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices**. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.59, n.1, p.109-120, 2015.

DE CARVALHO, L.G.; DE CARVALHO, ALVES. M.; DE OLIVEIRA, M.S.; **Aplicação geoestatística multivariada para caracterização climática do estado de Minas Gerais, Brasil**. *Theor Appl Climatol*. 102- 417, 2010.

DE SOUZA, D. M.; NERY, J. T. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica**. *GEOGRAFIA (Londrina)*, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 65–83, 2013.

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.

FANTE, K. P.; DUBREUIL, V.; SANT'ANNA NETO, J.L.. **Avaliação comparativa entre metodologias de identificação de situações de conforto térmico humano aplicado ao contexto tropical, Presidente Prudente/Brasil**. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.l.], v. 21, dez. 2017.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região**. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.1, n.1, p.15-28. 2005.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. **Uma Revisão Geral sobre o Clima da Amazônia**. *Acta Amazônica*, v.28, n.2, p.101-126, 1998.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. 6. Ed. – São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GAN, M. A., V. E. KOUSKY, AND C. F. ROPELEWSKI, 2004: **The South America Monsoon Circulation and Its Relationship to Rainfall over West-Central Brazil**. *J. Climate*, 17, 47–66, 2004.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GIVONI B. **Man, Climate & Architecture**. 2nd Edition, Applied Science Publishers, Ltd., London, PP. 483. 1976.

GILES, B.D.; BALAFOUTIS, C.H.. **The Greek heatwaves of 1987 and 1988**. *International Journal of Climatology*, v.10, n.1, p.505–517. 1990.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP)**. *Caminhos de Geografia*, v. 7, n. 10, p. 94-106, set. 2003.

ONU. **Organização das Nações Unidas**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> Acesso em: 02 de mar de 2023.

INMET. Instituto Nacional De Meteorologia – **Conforto térmico humano**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima/conforto_term/index.html>. Acesso em: 13 nov. 2023.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/humaita.html> Acesso em: 02 de mar de 2023.

KRÜGER, E., GOBO, J., TEJAS, G., & DE SOUZA, R. (2023). **The impact of urbanisation on local climate: a case study from Palmas, Brazil**. *Pobrano z Przegład Geograficzny*, 95, 3, s. 237-254. 2023.

LAMBERTS, R; XAVIER, A. A de P. **Conforto térmico e stress térmico**. Laboratório de eficiência energética em edificações. Florianópolis, março, 2002. Disponível em: <http://dec.ufms.br/lade/docs/cft/ap-labee.pdf>. Acessado em:21/02/2023

LANDSBERG, H. E. **O clima das cidades**. Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, Tradução de José Bueno Conti, São Paulo, n. 18, p. 95-111, 2006.

LIMA, A. M. L. P. et al. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos**. In: congresso brasileiro de arborização Urbana, 2, 1994. São Luiz/MA. Anais... São Luiz: Imprensa EMATER/MA, 1994. p. 539 - 553.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. **A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana**. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia, v. 10, n. 18, p. 264–272, 2014.

MAGALHÃES DE OLIVEIRA, H.; QUERINO, J. K.; VALE ALVES, P.; PAGANI, C. H.; QUERINO, C. A. **Avaliação dos efeitos da arborização nas variáveis de temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Manicoré, Amazonas, Brasil**. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S. l.], v. 32, n. 19, p. 292–310, 2023.

MANDÚ, T. B.; GOMES, A. C. dos S.; COUTINHO, M. D. L. **Caracterização do conforto térmico da cidade de Santaém-PA**: Characterization of the thermal comfort in the Santarém – PA. *REVISTA GEONORTE*, [S. l.], v. 11, n. 37, p. 279–291, 2020.

MANDÚ, T. B.; GOMES, A. C. D. S. **Identificação de tendências no conforto térmico na região norte do Brasil: estudo de caso em Manaus-Am/** Identification of thermal comfort trends in the region north do brazil: case study in Manaus-AM. *REVISTA GEONORTE*, [S. l.], v. 10, n. 34, p. 63–81, 2019. DOI:

MARTINS, PAULO A. DA SILVA. **Verificação da turbidez atmosférica em Humaitá-AM**. *Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente*, Humaitá - Ano 7, Vol XII, Número 1, Jan-Jun, 2014, Pág. 86-98

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CULF, A. D. **Climatic Impacts of “Friagens” in Forested and Deforested Areas of the Amazon Basin**. Journal of Applied Meteorology and Climatology, v. 36, n. 11, p. 1553–1566, 1997.

MARTINS, P. A. S. et al. **Variabilidade espaço-temporal de variáveis climáticas na mesorregião sul do Amazonas**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.2, p.169-184, 2019.

MARTINS, G. C. et al. **Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos**. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 2, p. 221–227, mar. 2006.

MARTINS, M. I. B.; SOUZA, J. V. R. de; AIRES, T. L. B. A.; DE SOUZA JUNIOR, T. G.; RODRIGUES, J. F. dos S. **Ilhas de calor urbanas superficiais em Cajazeiras-PB**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG, v. 23, n. 89, p. 92–110, 2022.

MARTINS, P. A. da S. ; QUERINO, C. A. dos S. ; QUERINO, J. K. A. da S. ; MOURA, M. A. L. ; NUNES, D. D. ; MACHADO, N. G. ; BIUDES, M. S. . **Atualização do sistema de classificação climática de Köppen e Thornthwaite e Mather (1955) para o sul do Amazonas**. Revista do Departamento de Geografia, [S. l.], v. 43, p. e191137, 2023.

MENDONÇA, F. MONTEIRO, C. A. de F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003

MENEZES, Júlia Alves. **A vulnerabilidade humana à mudança climática na região Norte brasileira: um estudo da população do Amazonas**. 2017. 204 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) -Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva. Instituto René Rachou. Fundação Oswaldo Cruz. Belo Horizonte. 2017.

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. de C. T. **Características das ilhas de calor em Araçatuba/SP: Análise de episódios**. REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 3, n. 9, p. 279–, 2012. Disponível em: [//periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2525](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2525). Acesso em: 3 mar. 2023.

MITCHELL, N.; ESPIE, P.; HANKIN, R.; **Tomada de decisão racional da paisagem: o uso de análises climáticas em escala meso para promover o gerenciamento sustentável da terra**. Landsc Urban Plan. V, 67, 131–140, 2004

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos**. **Clima urbano**. Tradução. São Paulo: Contexto, 2003. . Acesso em: 02 mar. 2023.

NASTOS, P. T.; MATZARAKIS, A. **Weather impacts on respiratory infections in the Athens, Greece**. International journal of biometeorology, Alemanha, v.50, n.6, p.358- 369, 2006.

NICOL, J. F.; ROAF, S. **Rethinking thermal comfort**. Building Research & Information, London, v.45, n.7, p.711–716, 2017.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. **Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 32, n. 19, p. 1–39, 2023.

NUCCI, J. C.; MEZZOMO, M. D. M. **Espaços verdes públicos e privados em cidades do estado do Paraná, Brasil**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG, v. 24, n. 91, p. 99–110, 2023.

NOBRE, C.A., OBREGÓN, G.O., MARENGO, J.A., FU, R. AND POVEDA, G. **Characteristics of Amazonian Climate: Main Features**. In *Amazonia and Global Change* (eds M. Keller, M. Bustamante, J. Gash and P. Silva Dias). (2009). <https://doi.org/10.1029/2009GM000903>

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 440p.

PARSONS, K. **Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance**. Estados Unidos: CRC press, 2014, p. 538.

PEDREIRA J., LOPES A. et al. **Variabilidade horária e intensidade sazonal da precipitação no município de Humaitá-AM**. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 22, maio 2018. ISSN 2237-8642.

PAVÃO, V. M.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. S.; MARTINS, P. A. S.; SIQUEIRA, L. F.; LEITE, L. O.; PASSOS, L. A.; COSTA, T. A. C. R.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. **Análise da radiação solar global (rg) e albedo superficial sobre um ecossistema de floresta nativa em Humaitá - AM durante o período chuvoso**. Revista EducAmazônia, ano 7, v. 12 (1), p. 42-56, 2014.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1999. 367 p.

RITTER, M. E. (2006). **The physical environment: An introduction to physical geography**. *Date visited July, 25, 2008*.

SANTOS, C. A. C.dos; LIMA, J. R. A.. **Análise dos Efeitos da Expansão Urbana de Manaus-AM Sobre Parâmetros Ambientais Através de Imagens de Satélite (Analysis of the Urban Expansion Effects of Manaus-AM on Environmental Parameters through Satellite Images)**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 001-014, jul. 2013.

SANTOS, J. S. dos et al. **Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida (Thermal Urban Field and its Relation to the Use and Land Cover in a Humid Tropical City)**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 540-557, nov. 2012.

SOUZA, D. O.; ALVALÁ, R. C. S. dos. **Observational evidence of the urban heat island of Manaus City, Brazil**. Meteorological Applications, v. 21, p. 186–193, 2012.

SILVA, N. R. **Avaliação do conforto térmico**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Santa Cecília, Santos.

SILVA, D. A. da; AGUIAR, F. E. O. **Ilha de calor na cidade de Manaus: especulação ou realidade?** REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 3, n. 10, p. 49–65, 2012.

SCHÜTZ, G. E.; MELLO, M. G. S.; CARVALHO, M. A. R.; CÂMARA, V. M. **Sobre determinação socioecológica da saúde da ruralidade em Humaitá, AM, Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v.19, n.10, p.4051-4060, 2014

TARTARI, R.; MACHADO, N. G.; ANJOS, M. R.; CUNHA, J. M.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M. S. **Evaluation of biophysical indices from TM Landsat 5 images in heterogeneous landscape in Southwestern Amazon**. Revista Ambiente e Água, v. 10, n. 4, p. 943-953, 2015.

TEJAS, G. T. **Análise espaço-temporal do clima urbano da cidade de Porto Velho**. 121f. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) Fundação Universidade Federal de Rondônia / UNIR. Porto Velho, Rondônia, 2012.

TEJAS, G. T. **Sazonalidade do campo térmico da cidade de Porto Velho/RO, Brasil, entre 2017 a 2018**. 2019. 176f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 2019.

TOMÁS, D. D.; LOMBARDO, M. A.. **Concentração de vapor d'água na atmosfera de áreas urbanas, São Paulo/Brasil (concentration of water vapor in the atmosphere of urban areas, São Paulo;Brazil)**. Mercator, Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 153 a 167, may 2012.

THOM, E.C. **The discomfort index**. Weatherwise. 12,57–61, 1959.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J DE **Meteorologia Descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Ed. Nobel, 1980. 374p.

UGEDA JÚNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. de C. T. **Reflexões acerca do sistema clima urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas**. Revista do Departamento de Geografia, [S. l.], n. spe, p. 160-174, 2016.

VASCONCELOS, L. C. S. da; ZAMPARONI, C. A. G. P.. **Os efeitos da urbanização no microclima no bairro morada da serra, Cuiabá – MT**. RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise, [S.l.], v. 23, nov. 2011. ISSN 2177-2738.

VASCONCELOS, L. C. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. **Os efeitos da urbanização no microclima no bairro Morada da Serra, Cuiabá – MT**. RAEGA, v.23, p.573-599, 2011.

VAREJÃO. M, A. **Meteorologia e climatologia**. Versão digital 2. Recife, Brasil. Disponível:http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em: 21/03/2023

VIANA, S. S. M.; AMORIM, M. C. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: Uma introdução**, Sociedade & Natureza, v. 20, p. 19-42, 2008.

VILELA L. F., H.; UGEDA J., J. C. **O conceito de estrutura térmica espacial urbana no Sistema Clima Urbano de Monteiro**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 30, n. 18, p. 715–729, 2022.

VITAL, L. A. de B.; MARIZ MOREIRA, E. B.; SILVA NÓBREGA, R. **Estimativa de índice de desconforto humano em um transecto no município de Olinda/PE**. REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 3, n. 9, p. 761–, 2012.

XAVIER, A. L.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MAITELLI, G. T.; OLIVEIRA, A. G.; OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, J. S. **Variação da temperatura e umidade entre áreas urbanas de Cuibá**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 082-093, jan/abr 2009.

YOUSIF, T. A.; TAHIR, H. M. **Application of Thom's thermal discomfort index in Khartoum state, Sudan**. Journal of Forest Products and Industries, Sudan, v.2, n.5, p.36-38, 2013.