

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE – IEAA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS – PPGCA**

**HILMA MAGALHÃES DE OLIVEIRA**



**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ARBORIZAÇÃO NO ÍNDICE DE  
CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE  
MANICORÉ-AM**

**HUMAITÁ-AM**

**2022**

# **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ARBORIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE MANICORÉ-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas (IEAA/UFAM), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Linha de Pesquisa 1: Componentes e dinâmicas dos ecossistemas com ênfase no Bioma Amazônico.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

**HUMAITÁ-AM**

**2022**

## Ficha Catalográfica

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

O48a Oliveira, Hilma Magalhães de  
Avaliação dos efeitos da arborização no Índice de Conforto  
Térmico Ambiental em residências na cidade de Manicoré-AM /  
Hilma Magalhães de Oliveira . 2022  
74 f.: il. color; 31 cm.

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

1. Urbanização. 2. Termohigrométrica. 3. Períodos hidrológicos.  
4. Planejamento. I. Querino, Juliane Kayse Albuquerque da Silva. II.  
Universidade Federal do Amazonas III. Título

Universidade Federal do Amazonas – UFAM  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPESP  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA  
Mestrado em Ciências Ambientais

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título da Dissertação

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ARBORIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE MANICORÉ-AM. (Linha de pesquisa 1 - Componentes e dinâmicas dos ecossistemas com ênfase no Bioma Amazônico)**

Por

HILMA MAGALHÃES DE OLIVEIRA

Esta Dissertação foi apresentada às 09:00h de 03 de Novembro de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. O(A) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino  
(Presidente/Orientadora)

---

Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz  
(Membro Titular interno)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Graziela Tosini Tejas  
(Membro Titular externo)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este estudo a minha família.

## AGRADECIMENTOS

- Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças, paciência e perseverança para continuar, frente aos obstáculos que surgiram nessa árdua trajetória acadêmica. Sem ele, nada seria possível.
- Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amazonas (PPGCA/UFAM), pela oportunidade de ensino.
- Agradeço aos meus professores do PPGA: Marcos André Braz Vaz, Renato Abreu, Jorge Menezes, Marcelo dos Anjos, Carlos Alexandre Querino, Juliane Kayse Querino e Paulo Rogério Beltramin, por todos os ensinamentos.
- Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela concessão de bolsa de mestrado.
- Agradeço imensamente a minha orientadora Dr<sup>a</sup> Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino, por todo o incentivo e apoio durante os dois anos de mestrado.
- Aos maiores responsáveis para que esta pesquisa se tornasse possível, aos proprietários das residências, meus sinceros agradecimentos. Muito obrigada pela confiança que a mim depositaram e por toda a receptividade, obrigada por terem aberto as portas de suas casas para que eu pudesse instalar os equipamentos e coletar os dados. Agradeço grandemente a todos vocês.
- Agradeço ao meu pai, Hilder Moraes de Oliveira, e irmão Hilder Moraes de Oliveira Filho, por todo o auxílio que me deram durante a coleta de dados, sem vocês eu não teria conseguido.
- Agradeço aos meus familiares, em especial a minha mãe Marlúcia Lopes de Magalhães, por ser a minha maior incentivadora. Se tudo o que sou hoje, eu devo a você.
- Agradeço ao meu namorado e amigo, Domkarlykisom Moraes. Obrigada por toda a cumplicidade, por todo o incentivo e dedicação.
- Agradeço ao meu amigo Pericles Vale Alves, pela imensurável ajuda com os dados da pesquisa, e por ter disponibilizado o seu tempo para me atender, perante as adversidades. Muito obrigada por tudo, você foi indispensável para que eu conseguisse concluir meu trabalho.

- Agradeço ao meu amigo Caio Henrique Pagani, por toda ajuda com a etapa de geoprocessamento, além das palavras de incentivo e carinho nos momentos difíceis.
- Agradeço aos meus colegas do PPGCA: Gabriane Matos, Anita Garcia, Romária Gomes, Luan Barros, Adalcir Júnior, José Martins, Moriel Tenório, Mikelle Oliveira, Caroline Mendonça, Matheus Nogueira, André Manuiama e Jéssica Sardinha, obrigada pelos momentos que passamos juntos e por todo o conhecimento compartilhado.

*“Há uma luz que vem pra me  
dizer: Tudo vai dar certo!  
E os inimigos que eu não posso  
ver, não terão mais força.  
E as coisas boas que eu  
imaginar, se tornarão vivas.  
E os pensamentos positivos  
serão, minha fortaleza...”*

*(Alexandre Carlo)*

## RESUMO

OLIVEIRA, Hilma Magalhães. **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ARBORIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE MANICORÉ-AM.** 2022. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Humaitá, AM, 2022.

Na área urbana de Manicoré-AM, o desmatamento tornou-se crescente devido ao aumento populacional e conseqüentemente pela ampliação da cidade. A arborização urbana é imprescindível para o ambiente construído, de fato, o modo como a cidade é planejada interfere no clima e no conforto térmico do local. Os Índices de Conforto Térmico Humano (ICH), levam em consideração a Temperatura do ar (Ta) e Umidade relativa do ar (UR), e são classificados em graus de Conforto Humano. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da arborização no comportamento do Índice de Conforto Térmico Ambiental, entre diferentes tipos de residências na cidade de Manicoré-AM. Os dados foram coletados por meio de termohigrômetros, instalados em oito residências em áreas arbóreas e não-arbóreas, na área urbana do local de estudo. Os meses de coleta foram, dezembro/2021 e janeiro/2022 (período chuvoso), e junho e julho/2022 (período seco). Os dados foram registrados a cada 10 min. Após o tratamento dos dados, realizou-se a elaboração dos gráficos de linha para as várias de Ta (°C) e UR (%), e boxplots para os ICH's, com o auxílio do software R-Studio. As residências em alvenaria com cobertura em telha cerâmica, e forração em PVC (Tipo 4) foram a que mais apresentaram diferenças térmicas entre áreas, em dezembro/2021: 1,5 °C, janeiro/2022: 1,7 °C, junho/2022: 1,8 °C e julho/2022: 2,2 °C. Em termos UR, as residências do Tipo 4, apresentaram as maiores diferenças nos índices entre as áreas, em dezembro/2021: 9,5%, janeiro/2022: 10%, junho/2022: 10,4%, julho/2022: 10,5%. As residências apresentaram entre graus de Conforto Variando e Desconforto Suportável, com exceção da residência em madeira em área arbórea, em que as observações tenderam para Desconforto Insuportável nos meses de dezembro/2021 e julho/2022, em determinadas horas do dia. Não houve diferença significativa para o ICH em termos de áreas, em se tratando do período chuvoso nas residências em madeira com cobertura em telha de fibrocimento e forração em madeira (Tipo 3), já para o período seco, todas as residências apresentaram diferença estatística significativa. Em termos de períodos hidrológicos, somente as residências do Tipo 4 na área arbórea, não apresentaram diferença estatística significativa. Já para a área não-arbórea, todas as residências mostraram-se estatisticamente significativas. Portanto, nenhuma residência foi considerada como Confortável termicamente, mas ainda assim, a arborização é indispensável para atenuar os efeitos da urbanização, além de proporcionar uma melhor qualidade de vida para seus residentes.

**Palavras-chave:** Urbanização, Termohigrométrica, Períodos hidrológicos, Planejamento.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Hilma Magalhães. **EVALUATION OF THE EFFECTS OF ARBORIZATION ON THE ENVIRONMENTAL THERMAL COMFORT INDEX IN RESIDENCES IN THE CITY OF MANICORÉ-AM.** 2022. 76 f. Dissertation (Master in Environmental Sciences) – Federal University of Amazonas – UFAM. Humaitá, AM, 2022.

In the urban area of Manicoré-AM, deforestation has become increasing due to population growth and consequently the expansion of the city. Urban afforestation is essential for the built environment, in fact, the way the city is planned interferes with the climate and thermal comfort of the place. The Human Thermal Comfort Indexes (HCI) take into account the Air Temperature (Ta) and Relative Air Humidity (RH), and are classified in degrees of Human Comfort. Thus, this study aimed to evaluate the effects of afforestation on the behavior of the Environmental Thermal Comfort Index, among different types of residences in the city of Manicoré-AM. Data were collected using thermohygrometers installed in eight residences in arboreal and non-arboreal areas, in the urban area of the study site. The months of collection were December/2021 and January/2022 (rainy season), and June and July/2022 (dry season). Data were recorded every 10 min. After processing the data, line graphs were drawn up for the various Ta (°C) and RH (%), and boxplots for the ICH's, with the help of the R-Studio software. Masonry residences with ceramic tile roofing and PVC lining (Type 4) were the ones with the most thermal differences between areas, in December/2021: 1,5 °C, January/2022: 1,7 °C, June /2022: 1,8 °C and July/2022: 2,2 °C. In terms of UR, Type 4 residences showed the greatest differences in indices between areas, in December/2021: 9,5%, January/2022: 10%, June/2022: 10,4%, July/2022: 10,5%. The residences presented varying degrees of Comfort and Bearable Discomfort, with the exception of the wooden residence in an arboreal area, in which the observations tended to Unbearable Discomfort in the months of December/2021 and July/2022, at certain times of the day. There was no significant difference for the ICH in terms of areas, when it comes to the rainy season in wooden houses with fiber cement roofing tile and wood lining (Type 3), while for the dry season, all residences showed a statistically significant difference. In terms of hydrological periods, only Type 4 residences in the arboreal area showed no statistically significant difference. As for the non-tree area, all residences were statistically significant. Therefore, no residence was considered as thermally comfortable, but even so, afforestation is essential to mitigate the effects of urbanization, in addition to providing a better quality of life for its residents.

**Keywords:** Urbanization, Thermohygrometric, Hydrological periods, Planning.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Processo físico em superfícies escuras (A) e processo físico em superfícies claras (B).....	26
<b>Figura 2:</b> Mapa de localização do município de Manicoré-AM. ....	35
<b>Figura 3:</b> População de Manicoré-AM - 1991 a 2000. ....	36
<b>Figura 4:</b> Domínios geomorfológicos propostos para o estado do Amazonas.....	37
<b>Figura 5:</b> Municípios pertencentes ao Interflúvio Madeira-Purus.....	39
<b>Figura 6:</b> Mapa exploratório de solos do estado do Amazonas.....	40
<b>Figura 7:</b> Mapa do perímetro urbano de Manicoré-AM. ....	41
<b>Figura 8:</b> Localização das residências estudadas na cidade de Manicoré-AM. ....	42
<b>Figura 9:</b> Residências avaliadas nas regiões arbóreas e não-arbóreas.....	43
<b>Figura 10:</b> Organização dos equipamentos antes da instalação nas residências. ....	47
<b>Figura 11:</b> Comportamento da média horária mensal da Ta (°C) entre áreas arbóreas e não-arbóreas, considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso (a - h) e meses do período seco (i - p) em Manicoré-AM. ....	53
<b>Figura 12:</b> Comportamento da média horária mensal da UR% em áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso (a - h) e meses do período seco (i - p) em Manicoré-AM.....	54
<b>Figura 13:</b> Variabilidade horária do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Dezembro/2021 em Manicoré-AM.....	57
<b>Figura 14:</b> Variabilidade horária do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Janeiro/2022 em Manicoré-AM.....	58
<b>Figura 15:</b> Variabilidade horária do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Junho/2022 em Manicoré-AM. ....	59
<b>Figura 16:</b> Variabilidade horária do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Julho/2022 em Manicoré-AM. ....	60

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

### TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Propriedades Térmicas de materiais construtivos para coberturas.....	27
<b>Tabela 2:</b> Propriedades térmicas dos materiais utilizados nos componentes no Quadro 1- Densidade de massa aparente do material ( $\rho$ ), Condutividade térmica do material ( $\lambda$ ), Calor específico (c) .....	31
<b>Tabela 3:</b> Propriedades térmicas dos materiais utilizados nos componentes no Quadro 2- Densidade de massa aparente do material ( $\rho$ ), Condutividade térmica do material ( $\lambda$ ), Calor específico (c) .....	31
<b>Tabela 4:</b> Propriedades térmicas de algumas espécies de madeira- Densidade de massa aparente do material ( $\rho$ ), Condutividade térmica do material ( $\lambda$ ), Calor específico (c), Transmitância térmica (U) .....	32
<b>Tabela 5:</b> Padrões construtivos das residências estudadas.....	43
<b>Tabela 6:</b> Termohigrômetro Modelo HT-70 .....	46
<b>Tabela 7:</b> Termohigrômetro Modelo NDTH-01 .....	46
<b>Tabela 8:</b> Índices de Conforto Térmico Humano (ICH) .....	48
<b>Tabela 9:</b> Temperatura mensal do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) entre áreas arbóreas e não-arbóreas, em residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso e meses do período seco na cidade de Manicoré-AM.....	49
<b>Tabela 10:</b> Umidade relativa mensal do ar (%) entre áreas arbóreas e não-arbóreas, em residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso e meses do período seco na cidade de Manicoré-AM.....	53
<b>Tabela 11:</b> ICH em função das áreas arbóreas e não-arbóreas durante o período chuvoso....	61
<b>Tabela 12:</b> ICH em função das áreas arbóreas e não-arbóreas durante o período seco .....	61
<b>Tabela 13:</b> ICH em função de períodos hidrológicos em área arbórea.....	62
<b>Tabela 14:</b> ICH em função de períodos hidrológicos em área não-arbórea.....	62

### QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e atraso térmico ( $\phi$ ) para algumas paredes.....	28
<b>Quadro 2:</b> Transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e atraso térmico ( $\phi$ ) para algumas coberturas.....	29

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDESAM- Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ICH- Índice de Conforto Térmico Humano

MMA- Ministério do Meio Ambiente

PDAU- Plano Diretor de Arborização Urbana

SIDRA- Sistema IBGE de Recuperação Automática

$e_a$ - Pressão de vapor

$e_s$ - Pressão do vapor do ar saturado

°C - Graus Celsius

$T_a$ - Temperatura do ar

UR- Umidade relativa

S - Sul

W – Oeste

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Geral .....	18
3.2. Específicos .....	18
<b>4. HIPÓTESE.....</b>	<b>19</b>
<b>5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
5.1. ELEMENTOS DO CLIMA .....	20
5.1.1. Temperatura do ar .....	20
5.1.2. Umidade Relativa do ar .....	20
5.1.3. Vapor d'água atmosférico.....	21
5.2. CLIMA URBANO .....	21
5.3. CONFORTO TÉRMICO.....	23
5.4. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS .....	24
5.5. TIPOS DE CONSTRUÇÕES E SUAS PROPRIEDADES TÉRMICAS: RELAÇÃO COM O CONFORTO TÉRMICO .....	25
5.6. PLANEJAMENTO URBANO: IMPORTÂNCIA DA ARBORIZAÇÃO PARA O MELHORAMENTO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO .....	32
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
6.1. Área de estudo.....	35
6.1.1. Características: Histórico Territorial e Fisiográfica do Município de Manicoré-AM: 35	
6.2. Mapeamento da arborização na área urbana de Manicoré-AM .....	40
6.3. Descrição dos pontos de coletas de dados .....	42
6.4. Medidas de Temperatura (Ta) e Umidade relativa do ar (UR).....	45
6.5. Índice de Conforto Térmico Humano (ICH) .....	47
6.6. Análise estatística e processamento dos dados .....	48
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
7.1. Variabilidade Horária Mensal da Temperatura e Umidade Relativa do ar .....	49
7.1.1. Temperatura do ar (Ta) para os Períodos Chuvoso e Seco.....	49
7.1.2. Umidade relativa do ar (UR) para os Períodos Chuvoso e Seco .....	53
7.2. Variabilidade Horária Mensal do ICH para o Período Chuvoso .....	56
7.3. Variabilidade Horária Mensal do ICH para o Período Seco.....	58
7.4. Análise Estatística do ICH em função de áreas para períodos hidrológicos .....	60
7.5. Análise Estatística do ICH em função dos períodos hidrológicos entre as áreas arbóreas e não-arbóreas .....	61

<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>63</b>
<b>9. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>74</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônia brasileiro corresponde à cobertura florestal primária, e ocupa uma área de 4,1 milhões de quilômetros quadrados. Por sua vez, a Amazônia Legal totaliza cerca de cinco milhões de quilômetros quadrados que também inclui áreas de vegetação não florestal (cerrados e campos naturais) (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2015). Nessa área estão contidos os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (IBGE, 2022).

Integrado a Amazônia Legal, o município de Manicoré situa-se na mesorregião sul amazonense e microrregião do Madeira. Faz limites com os municípios amazonenses de Beruri e Borba ao norte, com o Estado de Rondônia ao sul, a leste com o município de Novo Aripuanã-AM e com o rio Madeira a oeste, apresenta clima quente e úmido com estação seca pouco pronunciada (CORTEZ, 2011).

Nos últimos 40 anos, a Amazônia vem sofrendo com o desmatamento, aquecimento e estresse da umidade, principalmente durante a estação seca. A perda anual da cobertura florestal mantém-se em níveis preocupantes devido às várias atividades predatórias, como a expansão agropecuária extensiva, extração de madeira, garimpo, mineração industrial e processo de urbanização (IDESAM, 2022; MARENGO; SOUZA JR., 2018). Neste cenário, a região amazônica enfrenta uma série de adversidades relacionados ao uso não sustentável dos recursos naturais, especialmente pela retirada da cobertura vegetal, intervindo em mudanças na temperatura e na pluviosidade (MARGULIS, 2003; ARTAXO et al., 2014).

A área geográfica do município de Manicoré corresponde a (4.836.890 ha), e posiciona-se entre os municípios mais desmatados no estado do Amazonas (MEIRELLES et al., 2018). Além disso, faz parte da lista dos municípios Amazônicos prioritários no combate ao desmatamento (MMA, 2022). Na área urbana de Manicoré-AM, o desmatamento tornou-se crescente com o decorrer dos anos, devido ao aumento populacional e, conseqüentemente, pela ampliação da cidade, fato este que pode colocar em risco o bem-estar local.

Silveira e Carvalho (2016) afirmam que, sem um planejamento adequado, a urbanização promove um acréscimo significativo na temperatura local, devido a fatores como o desmatamento e a pavimentação das vias, provocando assim ilhas de calor. Além disso, há ainda a formação de microclimas diferenciados em diferentes regiões do local onde ocorrem estas ações, em muitos casos, estes fatores acarretam doenças devido à exposição ao calor (ROSSI; KRÜGER, 2005; CAMARGO; FURLAN, 2011).

A arborização urbana assume papel essencial na incorporação do ambiente natural com as áreas construídas, reduzindo impactos potenciais da urbanização (MARTINS et al., 2011). O modo como a cidade é planejada interfere no clima e, portanto, na qualidade de vida das pessoas. Nesse contexto, parâmetros como arborização, hábitos e costumes das pessoas, intrincadas as características locais e de clima, influencia consideravelmente na qualidade ambiental e no conforto térmico na cidade (SANTOS; PIMENTEL, 2012).

As condições de conforto térmico estão ligadas as atividades realizadas pelo indivíduo, das vestimentas que usam no cotidiano; e das variáveis ambientais que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Dessa forma, os índices de conforto térmico procuram incluir múltiplas variáveis em um único parâmetro (NÓBREGA; LEMOS, 2011). Dentre as variáveis ambientais, a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento são importantes na determinação de diferentes faixas de conforto (SOUZA; NERY, 2012).

Os Índices de Conforto Térmico Humano (ICH; °C), levam em consideração a temperatura do ar ( $T_a$ ; °C), e umidade relativa do ar (UR; %), e são classificados em graus de Conforto Humano. Estes graus em um determinado ambiente podem ser classificados como: Confortável, Conforto Variando, Conforto Suportável e Desconforto Insuportável. Assim, a partir do ICH, um dado local é considerado propício ou não ao bem-estar do ser humano (MIRANDA, DINIZ, SILVA, 2017).

Diante disso, estudos sobre o conforto térmico humano são imprescindíveis para o ambiente urbano, visto que, as reações ao frio e ao calor também abarcam questões de saúde pública, de rentabilidade do trabalho, de consumo de energia, de sociabilidade e, em suma, da qualidade de vida social (SOUZA; NERY, 2012).

## 2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento e a urbanização das cidades têm sérias implicações à condição ambiental, bem como prejuízos econômicos e sociais consideráveis, além do quê, refletem na qualidade de vida das pessoas. As escolhas dos materiais para a construção de uma residência e a área onde esta ocorrerá, contribuem significativamente para o Índice de Conforto Térmico do ambiente. De fato, a diferença entre as propriedades térmicas dos materiais de construção e da vegetação, precisam ser levadas em consideração (MARTELLI; SANTOS JR, 2015).

Em Manicoré-AM, nos últimos 10 anos houve um acelerado crescimento populacional, a saber, de 18,1%. Este aumento se deve aos incentivos econômicos na região, causando a criação de novos bairros e, portanto, crescente desmatamento na área urbana (IBGE, 2020). Razões como estas, interferem no conforto térmico do ambiente.

Estudos sobre conforto térmico ambiental no sul do Amazonas, tem um número pouco expressivo, tendo em vista a importância da temática. Neste caso, é importante a ampliação sobre esse assunto, visto que, através dos mesmos, podem-se buscar melhorias no âmbito das construções, visando a melhoria do conforto térmico interno e proporcionando a redução no consumo energético, auxiliando também em propostas de medidas de planejamento urbano de forma mais eficiente com vista ao aumento da qualidade de vida da população.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Avaliar os efeitos da arborização no comportamento do Índice de Conforto Térmico Humano, entre diferentes tipos de residências na cidade de Manicoré-AM.

#### **3.2. Específicos**

- a) Analisar a variação termohigrométrica interna das residências com os diferentes tipos de construção em níveis distintos de arborização;
- b) Comparar a variabilidade do Índice de Conforto Térmico Humano em termos das áreas arbóreas e não-arbóreas;
- c) Relacionar a variabilidade do Índice de Conforto Térmico Humano em termos dos períodos hidrológicos da região amazônica.

#### **4. HIPÓTESE**

A diferença entre áreas arborizadas e não-arborizadas, associadas as residências com os diferentes tipos de construção, podem destacar o ambiente mais adequado para melhoria na qualidade de vida do ser humano.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1. ELEMENTOS DO CLIMA

#### 5.1.1. Temperatura do ar

A temperatura do ar é a medida do calor sensível nele armazenada, comumente dada em graus Celsius ou Fahrenheit e medida por termômetros (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). Ayoade (1986) diz que, temperatura trata-se do fluxo de calor que passa de uma substância para outra, ocorrendo um deslocamento de calor de um corpo com temperatura mais elevada para outro em temperatura mais baixa.

Segundo Alves e Biudes (2012), a vegetação e a temperatura do ar possuem uma relação no controle da radiação solar, da umidade do ar e do vento. Esta serve também para diminuir a intensidade de precipitação no solo e modificar a concentração da umidade na atmosfera e na superfície adjacente.

Gonçalves e Paiva (2004), afirmam que o excesso de asfalto e cimento, juntamente com a impermeabilização do solo fazem com que ocorra excesso de calor em determinados ambientes urbanos. Assim sendo, a temperatura elevada será oriunda da incidência direta dos raios solares nesses elementos e do grau de absorção, retenção e reflexão desse calor nessas estruturas.

#### 5.1.2. Umidade Relativa do ar

O termo umidade relativa do ar, pode ser entendida como a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera. Ela fornece informações acerca do potencial da atmosfera de um determinado ambiente, acima da superfície, em produzir chuva. De fato, quanto mais próximo de 100% de umidade um determinado local apresentar, mais saturada estará a atmosfera e, portanto, maiores as chances em precipitar (TOMÁS; LOMBARDO, 2012).

A umidade relativa do ar tem grande influência na remoção de calor por evaporação, na medida em que a baixa umidade relativa permite ao ar relativamente seco absorver a umidade da pele rapidamente, e, com isso, promover também de forma rápida a remoção de calor do corpo (RUAS, 1999, p. 20).

Frota e Schiffer (2001), ressaltam que a maior diferença que o grau de umidade relativa do ar pode proporcionar nas condições climáticas de um local, referem-se à amplitude da temperatura diária. Ou seja, quanto mais seco for o clima, suas temperaturas máximas e mínimas serão mais acentuadas. Assim, a umidade relativa do ar, tem ampla importância, abrangendo a área da saúde, dos controles ambientais ou no planejamento de controles

ambientais (WERNER; BISOGNING; MENEGOTTO, 2017).

Um dos fatores que interfere na saúde do homem e na sensação térmica (reação específica ocasionada por um estímulo interno ou externo, motivando uma percepção) é a umidade atmosférica. Visto que, quando uma região apresenta uma umidade do ar alta, como a Floresta Amazônica, favorece a proliferação de bactérias e fungos que podem prejudicar a saúde, e quando em uma região há uma umidade do ar muito baixa, como os desertos, a garganta fica seca e dolorida, podendo ocorrer sangramento no nariz (MONTEIRO, 2008; OLIVEIRA, 2014).

### 5.1.3. Vapor d'água atmosférico

Marin, Assad e Pilau (2008) informam que, utiliza-se o termo umidade, para expor a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera, sem mencionar outros estados da água, seja nas formas sólida (gelo) ou líquida (gotículas). O vapor d'água é decorrente da superfície terrestre e dos oceanos através dos processos de transpiração e evaporação, esclarecendo assim, porque a maior parte do vapor d'água na atmosfera situa-se na camada até 2.000 m.

O vapor d'água participa ativamente nos processos físicos que ocorrem na atmosfera, como, nas etapas de transferência de radiação e na condução e liberação de calor latente (FREITAS et al., 2019). O fluxo do calor latente, é decorrente do efeito da radiação solar na evaporação da superfície úmida e na transpiração das plantas (NEVES; ARAÚJO; ARAVÉQUIA, 2013). O vapor d'água estabelece em maior parte as propriedades da atmosfera no planeta, ou seja, o papel radiativo da água determina a magnitude do efeito estufa, do albedo, da temperatura, além de ser essencial no balanço de energia (BARBOSA, 2014).

Além do quê, este é o único componente atmosférico que muda de estado em condições naturais, portanto, é o responsável pela origem das nuvens e por uma ampla cadeia de fenômenos atmosféricos importantes (chuva, neve, orvalho e etc.) sua magnitude na atmosfera determina o nível de conforto ambiental (VAREJÃO-SILVA, 2005).

## 5.2. CLIMA URBANO

O clima refere-se a um conjunto de dados, como a pressão, temperatura, umidade, precipitação, velocidade e direção do vento e insolação, acerca das condições atmosféricas de um determinado local, durante um período cronológico específico (ROMERO, 2013). O clima é um elemento importante no planejamento e na reorganização urbana, contudo as mudanças na relação entre atmosfera e dinâmica do solo raramente são consideradas na organização do

espaço, ou seja, o conforto da sociedade é visivelmente negligenciado, embora muitas das características do clima urbano serem conhecidas, abrangendo seus condicionantes e produtos (RAMPAZZO, 2015).

O clima urbano é o clima das áreas urbanas, influenciado pela urbanização, crescimento desordenado e degradação ambiental. Nesses locais, as condições climáticas provêm da permuta da paisagem natural por um ambiente construído, onde as atividades da população são realizadas (CHEGURY, 2019). Nascimento e Oliveira (2011) confirmam que o clima urbano, é produto da ação do homem sobre o meio ambiente, este é considerado como a alteração do clima local derivado do processo de urbanização. É possível constatar nesse clima urbano, diferenças consideráveis nos elementos climáticos segundo a influência da cobertura do solo, no que tange à alteração no fluxo de matéria e energia sobre a atmosfera local.

A criação de categorias espaciais discretas, surgiu da necessidade de dispor de um corpo de conceitos e terminologias aplicadas aos estudos climatológicos e meteorológicos. Deste modo, surgiram na literatura especializada termos como macroclima, mesoclima, microclima, clima local, clima regional, topoclima, entre outros (ASSIS, 2010).

A curiosidade pelos estudos do clima urbano vem aumentando não somente porque a maioria da população do Brasil e do mundo vive nas cidades, mas também devido a ação de deterioração desses ambientes e seu impacto na qualidade de vida dos residentes urbanos (AMORIM, 2019). É importante destacar que o clima urbano é condicionado especialmente, pela ação humana, interferindo direta ou indiretamente na vida da sociedade que reside na cidade. Hoje em dia, a expansão dos centros urbanos, em sua maior parte, não é precedida de um planejamento, além disso se dá de modo desordenado dentro do próprio ambiente urbano (FERNANDES, 2015).

Do mesmo modo que o homem é afetado pelo clima, ele também pode transformar o clima em distintas escalas espaciais e temporais (CALIJURI; CUNHA, 2019). Significativas mudanças nos microclimas surgem devido as alterações na paisagem natural, isto é, diminuição das áreas verdes, o avanço da área construída que aumenta a impermeabilização do solo, a atividade industrial, e a poluição originária dos veículos automotores (FRANCO et al., 2010). Essas modificações se reproduzem em amplas cidades, e como resultado, temos a elevação da temperatura do ar e a redução da umidade relativa.

As mudanças no ambiente urbano originadas pelas diferentes ações das entidades sociais produtores do espaço, geram entre outros aspectos, um novo padrão climático ao redor da cidade, assim criando uma nova atmosfera sobre ele (HONORATO; ANDRADE, 2012). Uma

dessas alterações nas condições climáticas locais, seria a formação das ilhas de calor urbana. Quando identificadas, as ilhas de calor são indícios de que o local em estudo dispõe de um clima típico em relação ao seu entorno, de outro modo, possui clima urbano, por serem elas sua manifestação mais representativa (ALVES; FIALHO, 2012).

Os elementos pertinentes aos usos e ocupação, a arborização e as propriedades construtivas, assim como outros fatores, são os que mais induzem pontualmente na transformação térmica em diferentes espaços intra-urbanos no cenário citadino (RAMPAZZO, 2012). Segundo Franco et al. (2010), o desenvolvimento dos estudos e pesquisas no Brasil que objetivam mitigar os impactos desta urbanização sobre o meio ambiente, procuram entender a performance do complexo sistema climático urbano, no qual estão intrincadas incontáveis variáveis microclimáticas, tencionando que há ainda uma grande variação comportamental de região para região.

De acordo com Amorim (2019), o clima urbano é resultante dos atributos da dinâmica da atmosfera vinculada com o uso e ocupação do solo que dependem da forma como o espaço é produzido, possuindo como parâmetros as dinâmicas econômicas e sociais intrínsecas a cada núcleo urbano. Seu estudo é crucial ao planejamento dos municípios, independentemente do tamanho destes, já que através de vários estudos científicos têm-se confirmando a presença de ilhas de calor em urbes de distintas densidades (SOUZA; NERY, 2012).

### 5.3. CONFORTO TÉRMICO

Dentre as problemáticas decorrentes da urbanização, as mais visíveis na variável climática são, o aumento da temperatura e a diminuição da umidade, ocorridas pela ausência da cobertura vegetal, pela alta densidade construtiva e a crescente verticalização (MONTEIRO; SILVEIRA, 2012). O conforto térmico é uma particularidade apresentada pelas edificações e pelo meio ambiente, que indica a satisfação do ser humano com o ambiente térmico em que se encontra (NOGUEIRA et al., 2012).

A principal variável do conforto térmico é a temperatura. A sensação de conforto baseia-se nas perdas de calor do corpo de acordo com as diferenças entre o ar e a pele, complementadas por outros mecanismos termorreguladores. Através do metabolismo, o calor do corpo é produzido, suas perdas são menores quando a temperatura do ar registra valores mais altos ou maiores quando se é registrado valores mais baixos na temperatura (MOÇO, 2014).

Assim, o desconforto corporal está associado a carga de trabalho exigida pelo sistema para manter o equilíbrio da temperatura corporal interna, dado que as trocas térmicas devem ser

equivalentes ao trabalho (CARVALHO, 2018).

Sabendo que o corpo humano excede constantes trocas de calor para o ambiente, é importante saber que essas trocas são necessárias para que este obtenha uma temperatura ideal para manter o conforto e a sensação térmica satisfatória para o mesmo (RUAS, 1999).

#### 5.4. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

A inércia térmica tem sido utilizada como tática de condicionamento passivo de edificações com o objetivo de obter condições térmicas adequadas para os seres humanos, principalmente onde as faixas de temperatura do ar são grandes. Edifícios com alta inércia térmica normalmente possuem componentes construtivos de alta capacidade térmica, utilizando materiais com altos valores de calor específico e massa específica e grandes espessuras (AKUTSU; BRITO; CHIEPPE, 2012).

Diversos conceitos são necessários para o conhecimento das propriedades térmicas dos constituintes construtivos, sendo assim, para o atual estudo, destacam-se alguns deles: Resistência, Transmitância e Capacidade Térmica.

- **Resistência Térmica**

A Resistência Térmica de um material pode ser compreendida como à dificuldade que este possui em transferir calor (LARSEN GÜTHS; GÜTHS; MICHELS, 2018). Trata-se de uma grandeza que necessita da forma do material e será representada por ( $R_A$ ), podendo ser quantificada pela Equação (1) (AQUINO; MORAIS, 2018).

$$R_A = \frac{L}{KA}, \quad (1)$$

onde

K= é a Condutividade Térmica do material,

L= a Espessura do material e

A= é a Área perpendicular ao fluxo de calor

A resistência térmica na superfície varia de acordo com vários fatores, incluindo emissividade, velocidade do ar sobre a superfície e diferenças de temperatura entre a superfície, o ar e as superfícies adjacentes (ABNT, 2005a).

- **Transmitância Térmica**

A transmitância térmica é definida como o inverso do valor da resistência térmica total encontrada no meio, conforme mostrado na Equação (2). Denotaremos essa grandeza pela letra ( $U_t$ ) que é o coeficiente global de transferência de calor, convenientemente denominado de transmitância térmica

$$U_t = \frac{1}{R} \quad (2)$$

Isto é, quando a resistência térmica de um objeto é alta, ele deve ter uma transmitância térmica baixa, e quando a resistência térmica é baixa, a transmitância deve ser alta (AQUINO; MORAIS, 2017).

### 5.5. TIPOS DE CONSTRUÇÕES E SUAS PROPRIEDADES TÉRMICAS: RELAÇÃO COM O CONFORTO TÉRMICO

Em uma mesma cidade, os diferentes grupos sociais e suas faixas de renda, produzem usos com distintas formas de ocupação. Das quais é causada uma segregação que se fragmenta na produção de um espaço desigual, que pode ser evidenciado nos atributos gerais das habitações e das populações residentes (MANGILI; ELY, 2016).

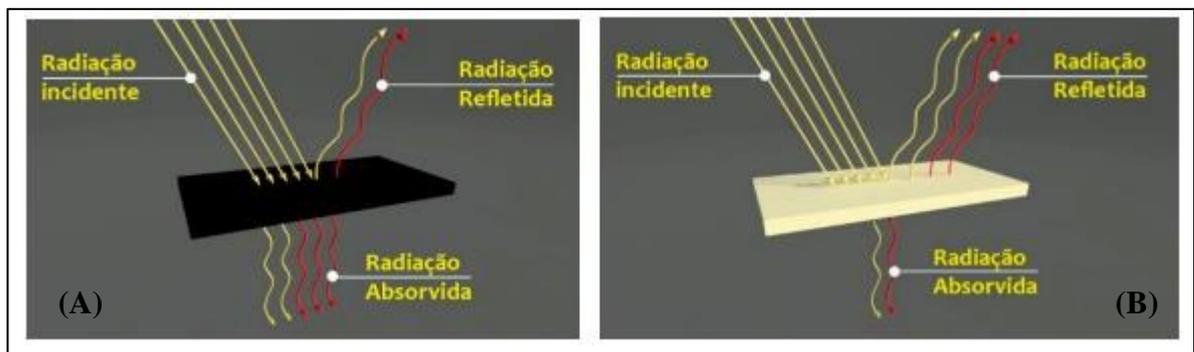
Residências assentadas próximas umas das outras e em áreas com pouca vegetação, implica na má circulação do vento, devido ao grande número de residências ligadas entre si, deixando o mesmo confinado. Ademais, a circulação do ar é uma das variáveis que interferem no conforto térmico.

Além de auxiliar na redução do gradiente térmico, a circulação de ar adequada dentro de um ambiente construído, contribui também para a renovação do ar interno. Dependendo do perfil de ocupação do ambiente, este pode ser prejudicial à saúde. A mesma pode ainda, constituir-se em uma alternativa eficiente na diminuição de consumo de energia no condicionamento de edificações (SOUZA; RODRIGUES, 2012).

A seleção dos materiais construtivos mais apropriados para o bom desempenho térmico da construção vai intervir em seu potencial de refletir mais ou menos energia ou de absorver mais ou menos calor, evitando que as extremas condições climáticas interfiram inteiramente nas condições de conforto humano no interior das construções (UTIMURA, 2010).

O telhado (cobertura) é o principal responsável pelo calor gerado dentro e ao redor das edificações. Este calor é determinado pelo albedo (reflectância) e emissividade dos materiais.

O albedo equivale a porção da radiação solar incidente, que é refletida pelo material, enquanto a emissividade determina o comportamento térmico definido pela temperatura superficial (MELLO; MARTINS; NETO, 2009). A avaliação deste parâmetro é realizada em uma escala de 0 a 1. Um valor mais próximo de 1 indica uma superfície mais refletiva. Quando uma superfície escurece devido ao desgaste, acúmulo de poeira ou degradação de pigmento e mudanças na tonalidade, sua refletividade normalmente diminui (KOWALSKI; MASIERO, 2021).



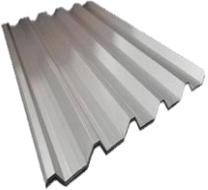
**Figura 1:** Processo físico em superfícies escuras (A) e processo físico em superfícies claras (B).  
Fonte: Adaptado de GCCA (2012), citado por Kowalski & Masiero (2021).

Superfícies com alto albedo e emissividade, tendem a ficar mais frias quando expostas à radiação solar (Figura 1). Isso ocorre devido elas absorverem menos radiação, emitirem mais radiação térmica para o espaço e transferirem menos calor para o ambiente circundante. No entanto, quanto menor o albedo e a emissividade, maior será a absorção de calor e sua persistência no ambiente de entorno (AMORIM, 2017).

O albedo depende do tipo de superfície (topografia, coloração, rugosidade, etc) (REICHARDT; TIMM, 2004, p. 76). A análise dos benefícios da adoção do alto albedo em superfícies urbanas depende das características climáticas e morfológicas da cidade, o que é relevante para um estudo mais aprofundado da magnitude desses efeitos e suas vantagens e desvantagens em diferentes climas (GONZALEZ, 2015).

Vários tipos de materiais de construção são utilizados em edifícios em áreas urbanas (AMORIM, 2009). Na Tabela 1, são apresentados alguns materiais construtivos para cobertura, e suas propriedades térmicas.

**Tabela 1:** Propriedades Térmicas de materiais construtivos para coberturas

Material	Albedo (a)	Emissividade (e)	Temperatura Superficial (°C)	Diferença de Temperatura entre o ar e o material
Cerâmica vermelha 	0,53	0,9	36,8	-0,1
Fibrocimento 	0,34	0,9	47,1	10,3
Aço galvanizado sem pinturas 	0,57	0,25	57,9	21,1

Fonte: Adaptado de Ferreira & Prado (2003), citado por Amorim; Sant'Anna Neto; Dubreuil (2009).

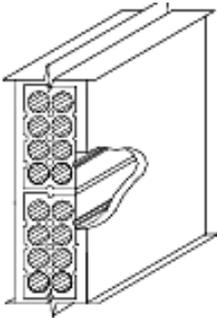
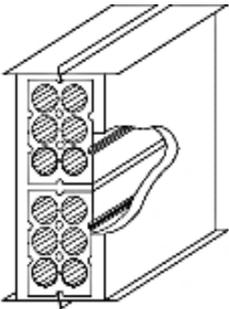
As altas temperaturas superficiais dos materiais de construção típicos elevam a temperatura do ar quando exposto à radiação solar, gerando desconforto térmico e maior consumo de energia. Além disso, os materiais de construção possuem maior habilidade de preservar o calor, armazenando-os no interior, para que continuem a aquecer a atmosfera mesmo após o pôr do sol (GIORDANO; KRÜGER, 2014).

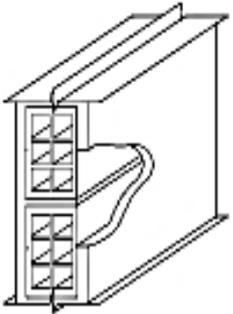
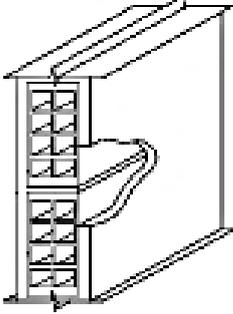
O zoneamento bioclimático brasileiro, conferido pela NBR 15220/3, divide o território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas no que concerne ao clima. Para cada uma destas zonas, foi desenvolvido um conjunto de recomendações técnico-construtivas para melhorar o desempenho térmico dos edifícios, através de uma melhor adequação climática (ABNT, 2005). No entanto, para todas estas zonas, a norma recomenda a utilização de sistemas

construtivos que, entre outras condições, respeitem um limite máximo de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar envoltórias (paredes e coberturas que fazem interação com o exterior) (RORIZ; CHVATAL; CAVALCANTI, 2009; GOULART; LABAKI, 2020).

O município de Manicoré, localizado na região norte do Brasil, pertence a Zona 8 da divisão territorial proposta pela NBR 15220/3. Dito isso, será apresentada algumas dessas propostas construtivas para se ter um bom desempenho térmico (entre paredes e coberturas) na área de estudo (Quadro 1 e 2).

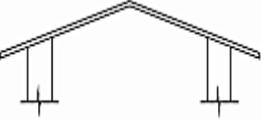
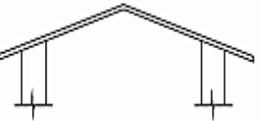
**Quadro 1:** Transmitância térmica (U), Capacidade Térmica (CT) e Atraso térmico ( $\phi$ ) para algumas paredes

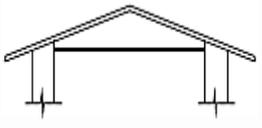
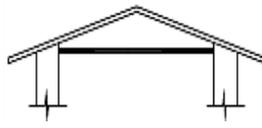
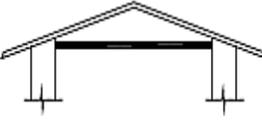
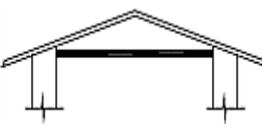
Parede	Descrição	U [W/m <sup>2</sup> ·K]	CT [kJ/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\phi$ [h]
	<p>Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão</p> <p>Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm</p> <p>Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm</p> <p>Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm</p> <p>Espessura total da parede: 15,0 cm</p>	2,24	167	3,7
	<p>Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão</p> <p>Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm</p> <p>Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm</p> <p>Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm</p> <p>Espessura total da parede: 15,0 cm</p>	2,28	168	3,7

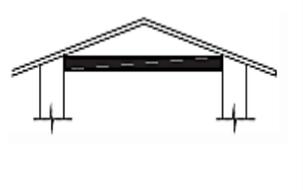
	<p>Parede de tijolos 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão          Dimensões do tijolo: 9,0x14,0x19,0 cm          Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm          Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm          Espessura total da parede: 14,0 cm</p>	2,48	159	3,3
	<p>Parede de tijolos 8 furos quadrados, assentados na menor dimensão          Dimensões do tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm          Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm          Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm          Espessura total da parede: 14,0 cm</p>	2,49	158	3,3

Fonte: Adaptado de ABNT (2003).

**Quadro 2:** Transmitância térmica ( $U$ ), capacidade térmica ( $C_T$  ou  $C_T$ ) e atraso térmico ( $\phi$ ) para algumas coberturas

Cobertura	Descrição	$U$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	$C_T$ [kJ/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\phi$ [h]
	<p>Cobertura de telha de barro sem forro          Espessura da telha: 1,0 cm</p>	4,55	18	0,3
	<p>Cobertura de telha de fibrocimento sem forro          Espessura da telha: 0,7 cm</p>	4,60	11	0,2

	<p>Cobertura de telha de barro com forro de madeira</p> <p>Espessura da telha: 1,0 cm</p> <p>Espessura da madeira: 1,0 cm</p>	2,00	32	1,3
	<p>Cobertura de telha de fibrocimento com forro de madeira</p> <p>Espessura da telha: 0,7 cm</p> <p>Espessura da madeira: 1,0 cm</p>	2,00	25	1,3
	<p>Cobertura de telha de barro com forro de concreto</p> <p>Espessura da telha: 1,0 cm</p> <p>Espessura do concreto: 3,0 cm</p>	2,24	84	2,6
	<p>Cobertura de telha de fibrocimento com forro de concreto</p> <p>Espessura da telha: 0,7 cm</p> <p>Espessura do concreto: 3,0 cm</p>	2,25	77	2,6
	<p>Cobertura de telha de barro com forro de laje mista</p> <p>Espessura da telha: 1,0 cm</p> <p>Espessura da laje: 12,0 cm</p> <p><math>Rt(\text{laje}) = 0,0900 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}</math></p> <p><math>CT(\text{laje}) = 95 \text{ kJ/(m}^2\cdot\text{K)}</math></p>	1,92	113	3,6
	<p>Cobertura de telha de fibrocimento com forro de laje mista</p> <p>Espessura da telha: 0,7 cm</p> <p>Espessura da laje: 12,0 cm</p> <p><math>Rt(\text{laje}) = 0,0900 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}</math></p> <p><math>CT(\text{laje}) = 95 \text{ kJ/(m}^2\cdot\text{K)}</math></p>	1,93	106	3,6
	<p>Cobertura de telha de barro com laje de concreto de 20 cm</p> <p>Espessura da telha: 1,0 cm</p>	1,84	458	8,0

	Cobertura de telha de fibrocimento com laje de concreto de 20 cm Espessura da telha: 0,7 cm	1,99	451	7,9
---	--	------	-----	-----

Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

Nas Tabelas 2 e 3, apresenta-se as propriedades térmicas dos materiais que foram dispostos no Quadro 1 e 2.

**Tabela 2:** Propriedades térmicas dos materiais utilizados nos componentes no Quadro 1 - Densidade de massa aparente do material ( $\rho$ ), Condutividade térmica do material ( $\lambda$ ), Calor específico ( $c$ )

<b>Material</b>	<b><math>\rho</math> kg/m<sup>3</sup></b>	<b><math>\lambda</math> W/(m·K)</b>	<b><math>c</math> kJ/(kg·K)</b>
Cerâmica	1.600	0,90	0,92
Argamassa de emboço ou assentamento	2.000	1,15	1,00
Concreto	2.400	1,75	1,00

Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

**Tabela 3:** Propriedades térmicas dos materiais utilizados nos componentes no Quadro 2 - Densidade de massa aparente do material ( $\rho$ ), Condutividade térmica do material ( $\lambda$ ), Calor específico ( $c$ )

<b>Material</b>	<b><math>\rho</math> kg/m<sup>3</sup></b>	<b><math>\lambda</math> W/(m·K)</b>	<b><math>c</math> kJ/(kg·K)</b>
Cerâmica	2.000	1,05	0,92
Fibrocimento	1.900	0,95	0,84
Madeira	600	0,14	2,30
Concreto	2.200	1,75	1,00

Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

A Tabela 4, informa as propriedades térmicas para algumas espécies de madeira.

**Tabela 4:** Propriedades térmicas de algumas espécies de madeira - Densidade de massa aparente do material ( $\rho$ ), Condutividade térmica do material ( $\lambda$ ), Calor específico ( $c$ ), Transmitância térmica ( $U$ )

Material	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/(m·K)	$c$ kJ/(kg·K)	$U$ W/m <sup>2</sup> ·K
*Madeiras com densidade de massa aparente elevada	800-1000	0,29	1,34	-
*carvalho, freijó, pinho, cedro, pinus	600-750 450-600 300-450	0,23 0,15 0,12	1,34 1,34 1,34	-
**Angelim	800	0,17	-	0,31
**Itaúba	960	0,17	-	0,22

Fonte: Elaborado pela autora, baseado na ABNT (2005)\* e Gomes; Gomes; Hackenberg, (2020)\*\*

As diretrizes sugeridas que foram listadas nos Quadros 1 e 2, são usualmente mais comuns no município em questão. Porém, além dessas, há várias outras propostas estabelecidas.

Sendo assim, Monteiro e Silveira (2012) corroboram que, as modificações no conforto do ambiente prejudicam diretamente seu usuário, depreciando o seu bem-estar e, deste modo, a capacidade de usufruir do seu meio. No âmbito da temperatura, essas modificações atingem a saúde da população, e o seu monitoramento é bastante importante para o bem-estar de todos.

## 5.6. PLANEJAMENTO URBANO: IMPORTÂNCIA DA ARBORIZAÇÃO PARA O MELHORAMENTO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO

Planejar e administrar os espaços públicos urbanos não é uma tarefa simples e mecânica. Requer a participação de diferentes atores da sociedade para ter um interesse comum, ou estar próximo a isso. O intrincamento das relações socioculturais e as relações de poder entre os atores sociais, tornam as dinâmicas de uso e ocupação do solo saturadas de meros instrumentos legislativos emitidos pelo governo (PAULO; QUIRINO, 2014).

Em consonância com os princípios de descentralização e democratização, os dispositivos sobre gestão urbana da Constituição Federal brasileira, designam os municípios como entidades responsáveis pela implementação de políticas e ações necessárias ao desenvolvimento das funções sociais urbanas e garantia do bem-estar social, instituindo instrumentos de participação da população nos processos de tomada de decisão (NAZARETH,

2018).

Um significativo marco regulatório que se constituiu na principal ferramenta da política urbana brasileira foi o Estatuto da Cidade, aprovado em 2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal (CORIOLANO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2013). O Estatuto da cidade, lei nº 10.257 de 2001, aprovado por lei municipal, é uma diretriz fundamental para a expansão e integração dos espaços urbanos. Por meio dele, é possível saber até que ponto uma cidade pode se desenvolver, até que ponto seus recursos podem ser utilizados de forma razoável e sustentável, e quais áreas precisam de mais segurança, saúde, assistência hospitalar, serviços de educação, políticas habitacionais. Enfim, o que pode ou não pode ser feito dentro de um determinado espaço urbano (NAZARETH, 2018; FARIA, 2009).

O Plano Diretor é a lei crucial pela qual os municípios tratam da organização e ocupação de seus territórios. Não só isso, no Estatuto da Cidade, o plano diretor é resultância de um processo político, dinâmico e participativo que impulsiona toda a sociedade, todas as camadas sociais, para discutir e firmar acordos sobre os projetos de desenvolvimento da cidade. Este é um procedimento político de formação da cidadania (BRASIL, 2005). Esse plano é exigido para municípios com mais de 20.000 habitantes; integrantes de áreas metropolitanas e concentrações urbanas; com áreas de importante interesse turístico; áreas de especial interesse turístico; áreas de influência de negócios ou atividades com impacto ambiental significativo localizadas na região ou país (REZENDE; ULTRAMARI, 2007).

Conforme os termos do Estatuto da Cidade e da Constituição Federal (art. 30 e art. 182), cabe ao município criar, preservar e proteger os sistemas de arborização e também as áreas verdes da cidade, ambos como parte de sua política de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2011). Desse modo, a adoção de ferramentas de gestão pode auxiliar a rotina das urbes e melhorar a qualidade de vida da população. Uma dessas ferramentas é o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), que visa proteger e monitorar a arborização existente nas cidades e garantir a participação social nas tomadas de decisões relacionadas a esse aspecto (SANCHES; COSTA; SILVA FILHO, 2008).

A maioria das cidades brasileiras possui áreas urbanas arborizadas, mas dificilmente possuem a seleção adequada de espécies vegetais, principalmente nas áreas urbanas. Os profissionais da área reconhecem que esses espaços devem ser tratados de forma sistemática, porém, isso só acontece em alguns centros urbanos (BONAMETTI, 2020).

A seleção adequada das espécies arbóreas é complexa, sendo indispensáveis estudos que auxiliem as decisões de planejamento, projeto, plantio e manutenção da rede de vegetação de

porte arbóreo em cidades. O planejamento dessa rede de espécies arbóreas deve ser organizado de forma que inclua a rede urbana completa, permitindo o desenvolvimento saudável de cada espécie (BASSO; CORRÊA, 2014).

A arborização pode ser dividida em dois componentes principais: a arborização viária e as áreas verdes, servindo para melhor entendimento dos processos envolvidos com o planejamento, sendo que para cada uma delas, o manejo e o planejamento devem ser distintos, evitando problemas futuros (BRASIL, 2011).

O reconhecimento da importância das áreas verdes em espaços públicos se justifica pelos benefícios associados à qualidade de vida. Dentre vários, destacam-se, o embelezamento, áreas de lazer, purificação do ar, amenização do estresse, redução das altas temperaturas devido a concentração populacional, além de desempenhar um importante papel no desenvolvimento social (OLIVEIRA; ROSSIN, 2013; MOTA, 2012).

As árvores isoladas ou em grupos, propiciam resfriamento passivo em edificações através da evapotranspiração e sombreamento, atenuando grande parte da radiação incidente, prevenindo que sua totalidade alcance o solo ou construções. O sombreamento suaviza a radiação solar incidente e, portanto, o aquecimento das superfícies, ou seja, reduz a temperatura superficial e a emissão de radiação de onda longa para o meio (LABAKI et al., 2011).

Segundo Alves e Biudes (2012), a vegetação pode contribuir também para um ambiente urbano agradável, protegendo dos efeitos da radiação solar, funcionando como um meio filtrante. Suas folhagens funcionam como canais e barreiras para diversos obstáculos.

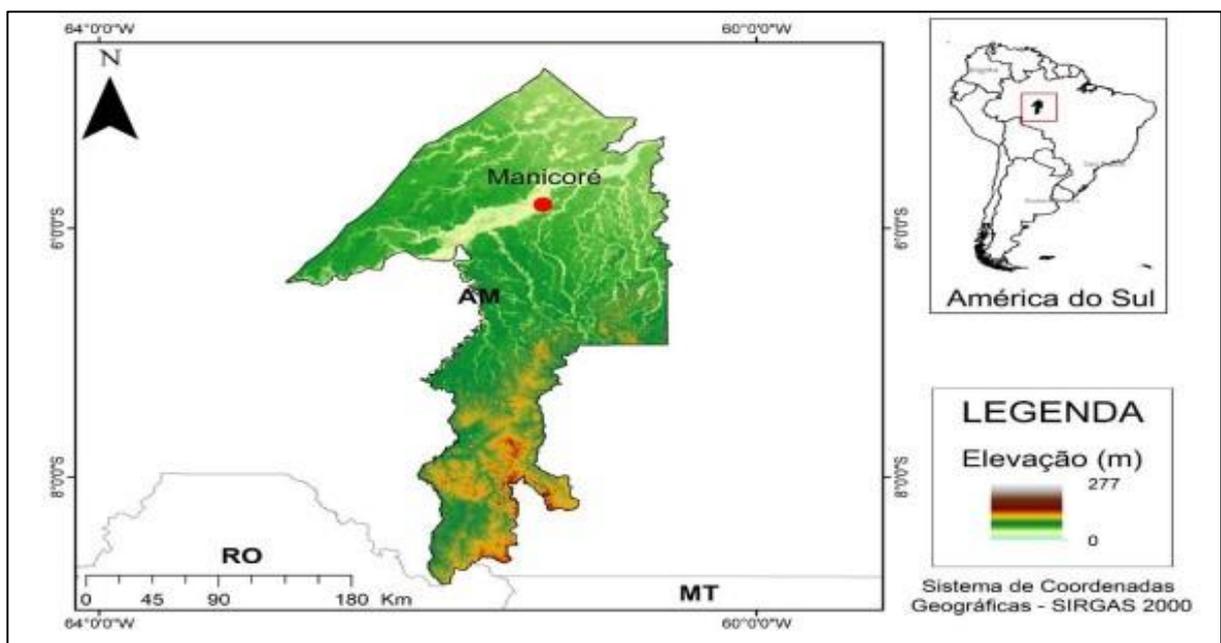
As áreas verdes interferem diretamente na qualidade de vida dos seres, através das funções ecológicas, sociais, estéticas e educativas, exercendo uma amenização das consequências negativas da urbanização, a sua manutenção sempre foi justificativa pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população (BARGOS; MATIAS, 2011). Podem ser implantadas com a criação de parques e praças, mas também em sobras de planejamento urbano, como rotatórias e canteiros, requalificando uma área degradada com o simples plantio de espécies arbóreas e forrações. Na ausência de áreas, programas de arborização urbana podem cooperar muito para a melhoria do conforto térmico, da qualidade de vida e da paisagem de determinadas regiões da cidade (BRASIL, 2013).

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1. Área de estudo

#### 6.1.1. Características: Histórico Territorial e Fisiográfica do Município de Manicoré-AM:

O município de Manicoré (05°48'32" S e 61°18' O), localiza-se ao sul do estado do Amazonas (Figura 2). Pertence à microrregião do Madeira e tem como parte de suas divisas a BR-319, a noroeste do município (MEIRELLES et al., 2018). O sul do Amazonas ocupa um total de 12% do estado, e que, além do município de Manicoré, abrange os municípios de Humaitá, Borba, Apuí e Novo Aripuanã.



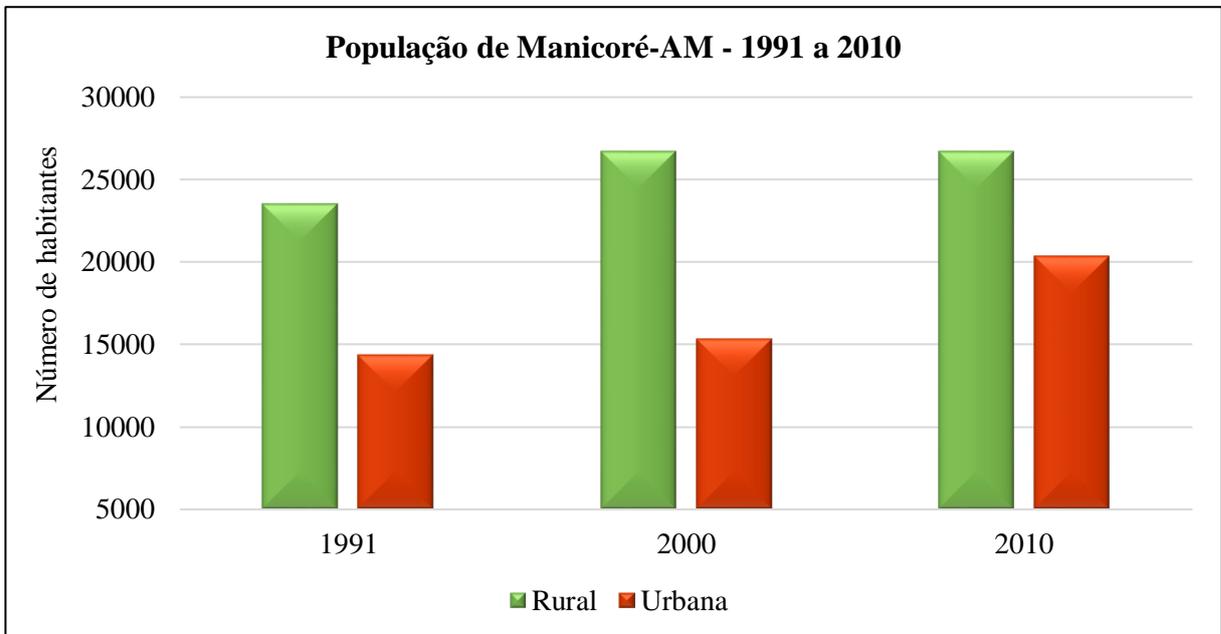
**Figura 2:** Mapa de localização do município de Manicoré-AM.

Fonte: Martins et al. (2020).

A cidade tem sua origem em 1787, com a fundação do povoado do Crato sob ordem do Governador do Grão-Pará, com a finalidade de favorecer as transações comerciais do Pará com Mato Grosso e Goiás. Através desse processo, originou-se Manicoré, que foi elevada à categoria de Vila em 1877 e converteu-se a sede da Comarca do Rio Madeira, onde em 1896 recebeu o foro de cidade (IBGE, 2022).

Em média, 45% do território de Manicoré é composto por espaços definidos, subdivididos em Terras Indígenas, Projetos de Assentamentos e Unidades de Conservação Estadual e Federal. As regiões desmatadas e ameaçadas de desmatamento encontram-se, sobretudo, próximas à sede do município e nas imediações da rodovia Transamazônica (ao Sul), onde está situada a vila de Santo Antonio do Matupi, conhecida por “Vila do km 180” (CENAMO; CARRERO; SOARES, 2011).

A população de Manicoré-AM, foi gradativamente evoluindo, tanto na área urbana, quanto na rural, como observado na (Figura 3). Nos últimos 20 anos, esses números aumentaram substancialmente.



**Figura 3:** População de Manicoré-AM - 1991 a 2010.  
Fonte: Adaptado de IBGE/SIDRA

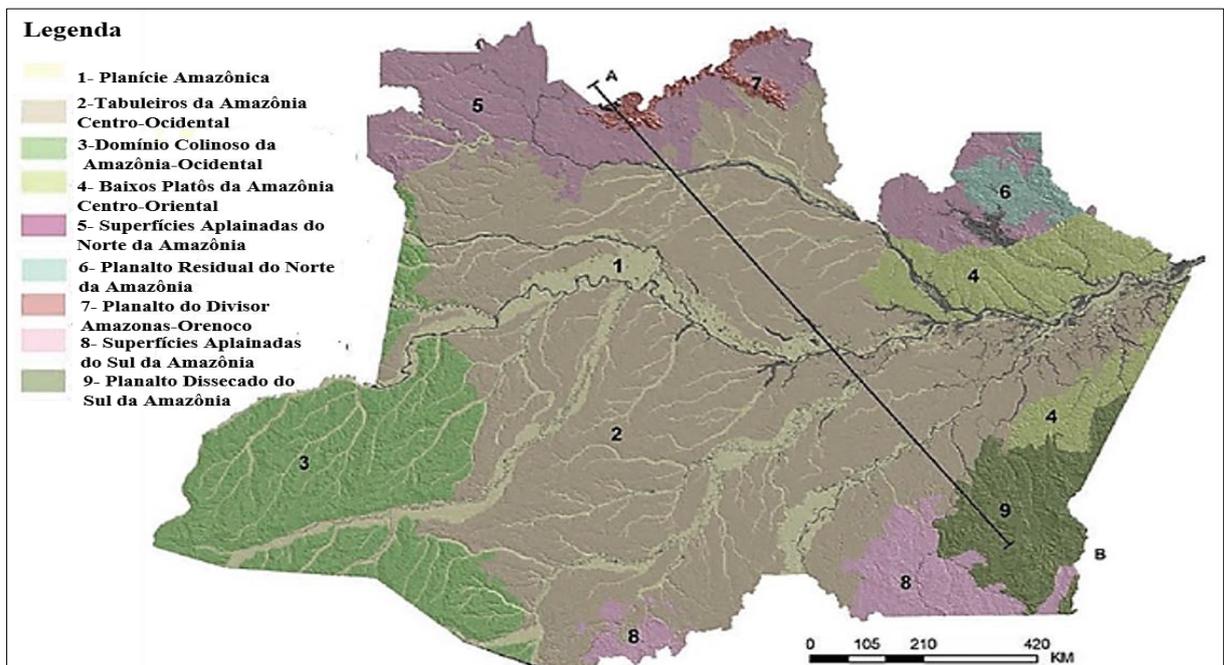
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), o município contava em seu último censo, com uma população de 47.017 habitantes e densidade demográfica de 0,97 hab/km<sup>2</sup>. Recentemente, segundo a prospecção do IBGE, para o ano de 2021, estimou-se cerca de 57.405 habitantes, aproximadamente, e uma área territorial de 48.315,023 km<sup>2</sup>.

Como observado nos dados disponibilizados pelo IBGE para o ano de 2021, o uso e ocupação do solo foi sendo explorado substancialmente para dar espaço ao crescimento da cidade. As decorrências do crescimento da população urbana constituem na transformação espacial, forçando a redução de áreas verdes, além do avanço das construções horizontais e verticais, parques com pouca arborização, estacionamentos, sistema viário, entre outros. Estes, são, em geral, edificados com diferentes materiais que mais absorvem radiação, implicando, desta forma, na condição de Conforto Térmico do ambiente (TEJAS, 2012).

- **Geomorfologia**

Segundo o estudo de Pacheco, Seixas e Brandão (2019), baseado na obra de Ab'Saber (2003), as seguintes paisagens geomorfológicas podem ser encontradas no estado do Amazonas: planícies de inundação e terraços fluviais das várzeas amazônicas, tabuleiros de terra-firme, superfícies de aplainamento das áreas cratônicas e planaltos e serras modelados em coberturas plataformais ou litologias mais resistentes à erosão (Figura 4).

Neste sentido, destacam-se as Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia, constituídos por embasamento ígneo-metamórfico cratônico e capeamento sedimentar, de idades paleoproterozoica a neoproterozoica ou paleozoica (MAIA; MARMOS, 2010). Dominando o sudeste do Amazonas, estas superfícies circundam porções das bacias afluentes do rio Madeira, a oeste da calha do rio Aripuanã, como os rios Roosevelt e Manicoré, e ainda se restringem a uma faixa menor a oeste da calha do rio Juruena (IBGE, 1995; MAIA; MARMOS, 2010).



**Figura 4:** Domínios geomorfológicos propostos para o estado do Amazonas.  
Fonte: Maia; Marmos, (2010).

- **Clima**

De acordo com a classificação climática de Köppen, a área possui um clima tropical chuvoso, caracterizando-se por elevada temperatura média anual, variando de 27 a 25 °C, com máxima e mínima mensal de 36 e 17 °C respectivamente. A média de umidade relativa do ar varia entre 85 e 90%, podendo alcançar níveis abaixo dos 50% nos períodos de seca, enquanto que a precipitação média anual da região é de 2500 mm, aproximadamente (ALVAREZ et al., 2013; VIDOTTO et al., 2007). O município de Manicoré-AM pode ser climatologicamente

caracterizado, segundo Martins et al. (2020), como Awa'a' superúmido megatérmico, com deficiência hídrica moderada no inverno e Evapotranspiração potencial (ETP) no verão, inferior que 48%.

- **Vegetação**

O Amazonas é conhecido por possuir a maior floresta tropical do mundo, que se divide em ombrófila densa (Floresta Pluvial Tropical), ombrófila Aberta (Floresta de Transição), savana (cerrado/campo, campinarana), Formações Pioneiras de influência fluvial (vegetação aluvial), e área de tensão ecológica (MCZEE, 2008).

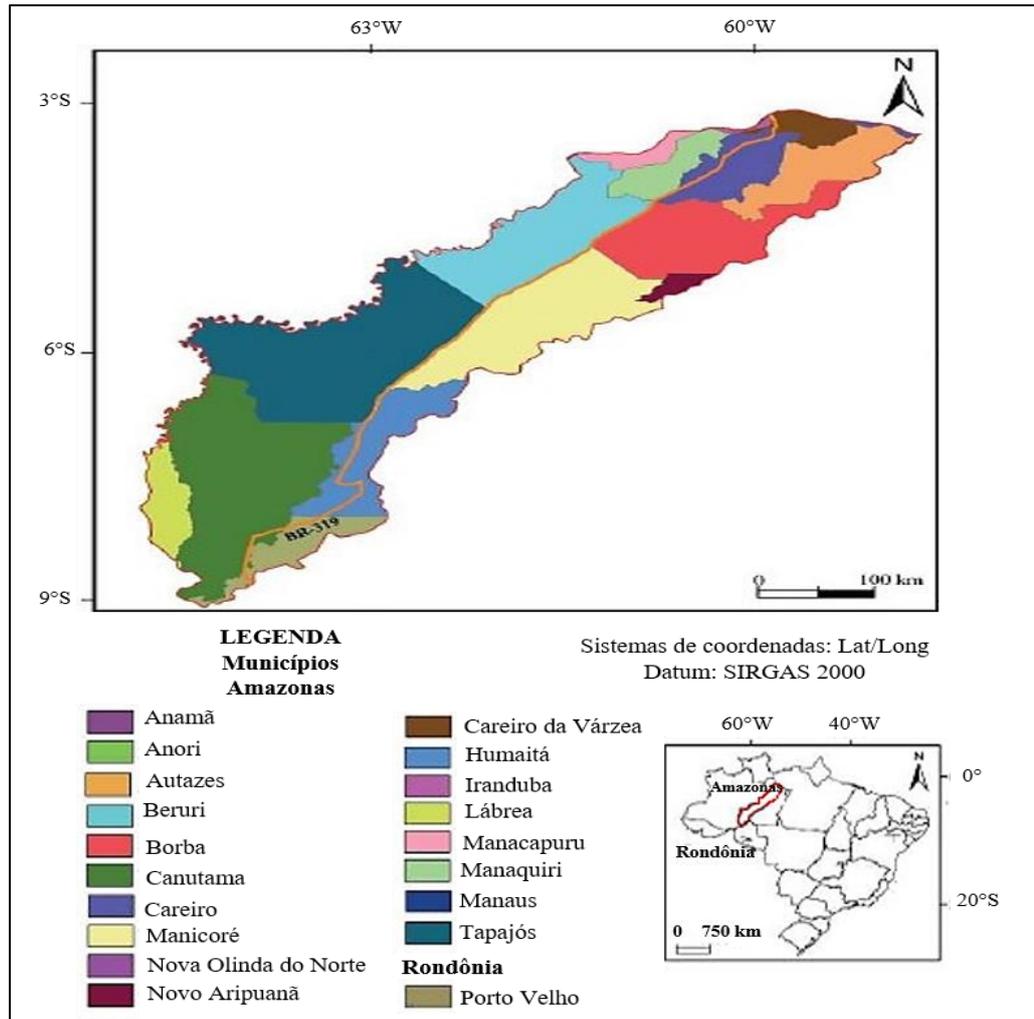
Na região de Manicoré-AM, a vegetação é composta majoritariamente por Floresta Ombrófila Densa, que equivalem a aproximadamente 65,4% da vegetação natural existente (SILVA; PEREIRA, 2005).

- **Hidrografia**

Da margem direita do rio Amazonas, o rio Madeira é o principal afluente. Sua bacia hidrográfica abrange quase 1,4 milhões de km<sup>2</sup>, representando 23% da área total da Bacia Amazônica. Esta área compreende porções de três países da América do Sul: Bolívia, Brasil e Peru (MUNIZ; FILIZOLA, 2014).

O Rio Madeira origina-se na Bolívia na confluência dos rios Beni e Mamoré, é conhecido por suas águas brancas devido a uma imensa quantidade de sedimentos em suspensão, em grande aporte proveniente dos Andes (SIOLI 1968; BERNINI et al., 2016). Recebe também, ao longo do seu trajeto, vários afluentes (Jaci-Paraná, Abunã, Machado, Candeias do Jamari, Marmelos, Manicoré, Canumã, Aripuanã, Acará e Madeirinha). Suas águas correm sobre as rochas dos Andes, do Cráton Amazônico e da Bacia Amazônica, formando vastas planícies aluviais ao longo das margens do rio, geradas pela deposição de sedimentos transportados pela água (HORBE et al., 2013).

Enfatizando o local de estudo, o município de Manicoré-AM encontra-se à margem direita do Rio Madeira, pertencendo aos municípios do Baixo Interflúvio Madeira-Purus (Figura 5). A área hidrográfica do Baixo Interflúvio Madeira-Purus é composta por dezesseis sub-bacias, que pertencem a dois grandes rios no contexto internacional. O Madeira, à direita, e Purus, à esquerda (SILVA; MANIESI; SOUZA, 2021).

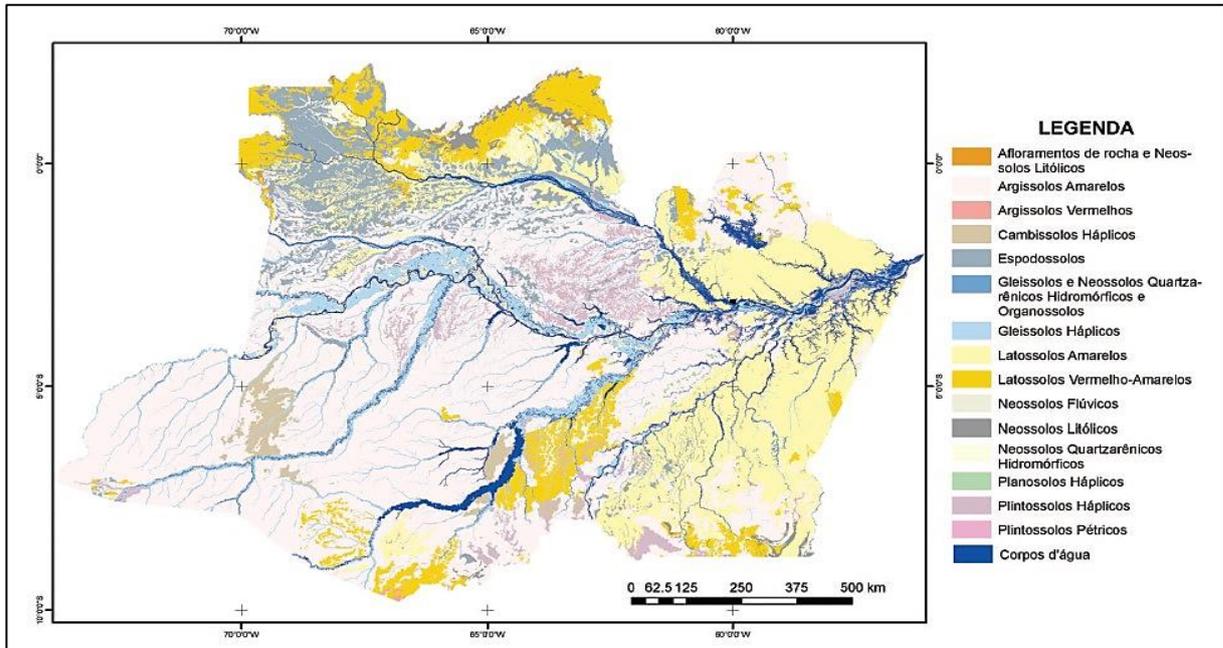


**Figura 5:** Municípios pertencentes ao Interflúvio Madeira-Purus.  
Fonte: Silva; Maniesi; Souza, (2021).

- **Pedologia**

Os solos mais comuns na região amazônica pertencem à classe Latossolos e Argissolos, que se distinguem pelo alto grau de intemperismo e baixa fertilidade natural (FONSECA et al., 2019) (Figura 6). Os Argissolos abrangem aproximadamente 45% do estado. Latossolos compõem 26% da área, principalmente os Latossolos amarelos. Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos dominam as planícies de inundações, perfazendo 9% do solo amazônico, e são quase completamente férteis quando ocorrem às margens de rios barrentos (Solimões, Madeira, Purus, Juruá, etc.). Os Espodossolos cobrem 7% da área do estado, enquanto que os Plintossolos, com 3,5% (MAIA; MARMOS, 2010).

O solo que predomina a região de Manicoré-AM, é classificado como Latossolo Amarelo (CAMPOS et al., 2011). Segundo o MCZEE (2008), os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos predominam no sul/sudeste do estado do Amazonas, bem como no norte do estado na fronteira com a Venezuela.



**Figura 6:** Mapa exploratório de solos do estado do Amazonas.  
Fonte: IBGE/SIPAM, citado por Maia; Marmos, (2010).

## 6.2. Mapeamento da arborização na área urbana de Manicoré-AM

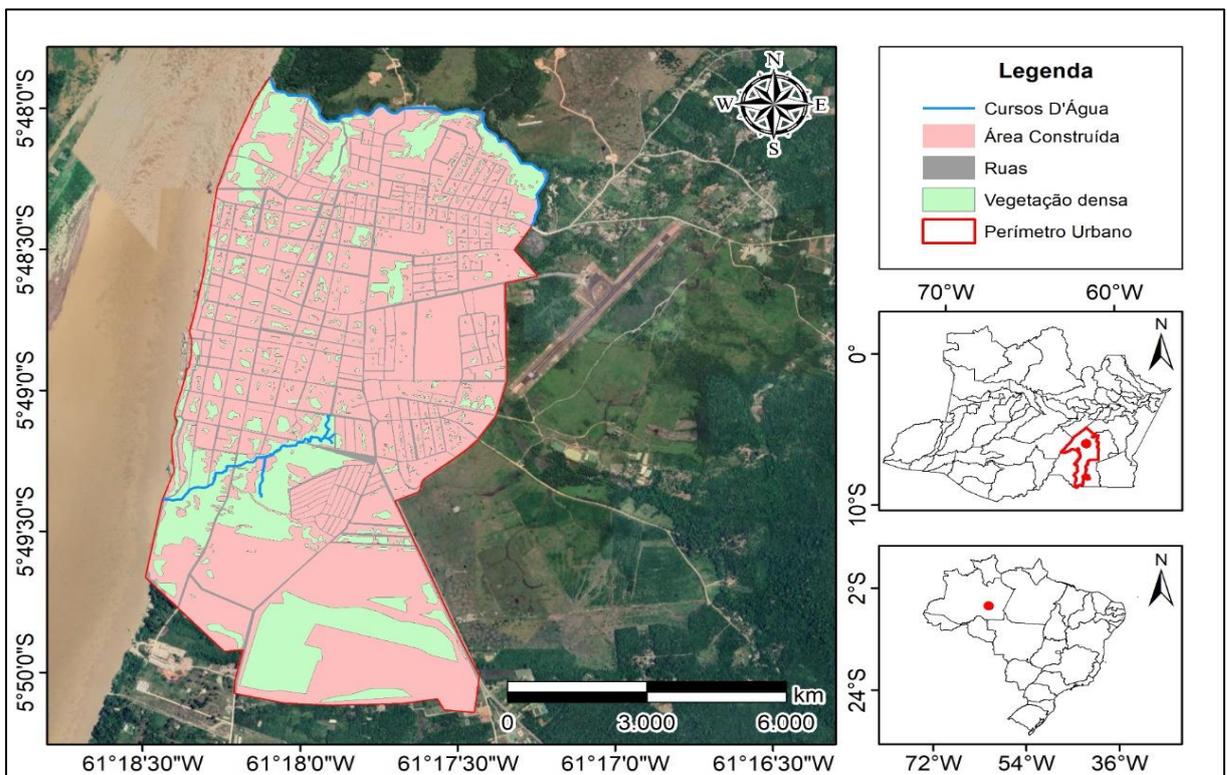
Para elaboração do mapa, foi utilizado o software SIG QGIS versão 3.16, fazendo uso da imagem de satélite CBERS 4A, datada do dia 20 de setembro de 2021 às 10:30 a.m. órbita 173 e ponto 107, adquirida junto ao Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Figura 7). A plataforma deste satélite, possui quatro sistemas imageadores, os quais possuem resoluções ditas como ótimas que auxiliam em estudos municipais ou regionais (INPE/CBERS, 2021). Desta forma, a fim de se alcançar o resultado desejado, optou-se por utilizar apenas as imagens da Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN) de ampla varredura, utilizando sensor WPM por apresentar a resolução de 2 m.

A composição da imagem CBERS-4A foi realizada pela ferramenta *Construir Raster* seguiu a conformação RGB (3-2-1), este modelo de composição mostra os limites entre solo, água e floresta por suas tonalidades de magenta, verde e azul, respectivamente. Na sequência foi realizado a fusão com a banda pancromática por meio da ferramenta *Pansharpering* para adquirir a resolução de 2 metros e obter a melhor classificação da imagem CBERS-4A.

Depois desse procedimento, realizou-se a classificação do uso e ocupação do solo pela técnica de fotointerpretação. Segundo os autores Rizzi e Rudorff (2005) e Panizza e Fonseca (2011), trata-se de um método lógico e sistemático baseado no estudo das propriedades das formas levando em conta a disposição de elementos de textura de uma mesma classe, organizados em estruturas bem ou mal definidas, resultando em formas identificáveis. Vale salientar que a fotointerpretação é um técnica básica de geoprocessamento que quantifica elementos da paisagem para elaboração do mapa.

Com esses procedimentos foi possível a identificação de quatro classes de uso e ocupação do solo de acordo com a classificação do (IBGE, 2013), Área Construída (áreas onde a cobertura vegetal foi retirada em sua totalidade, áreas cobertas por gramíneas nativas ou plantadas, áreas urbanizadas, áreas em processo de urbanização incipiente); Ruas (rodovias de acesso urbanas) Cursos D'Água (cursos hídricos) e Vegetação Densa (fragmentos florestais, matas ciliares e formação arbustiva).

Ainda nesta sequência, calculou-se os índices percentuais das classes por meio da ferramenta Calculate Geometry obtendo-se dados percentuais das classes de uso do solo.

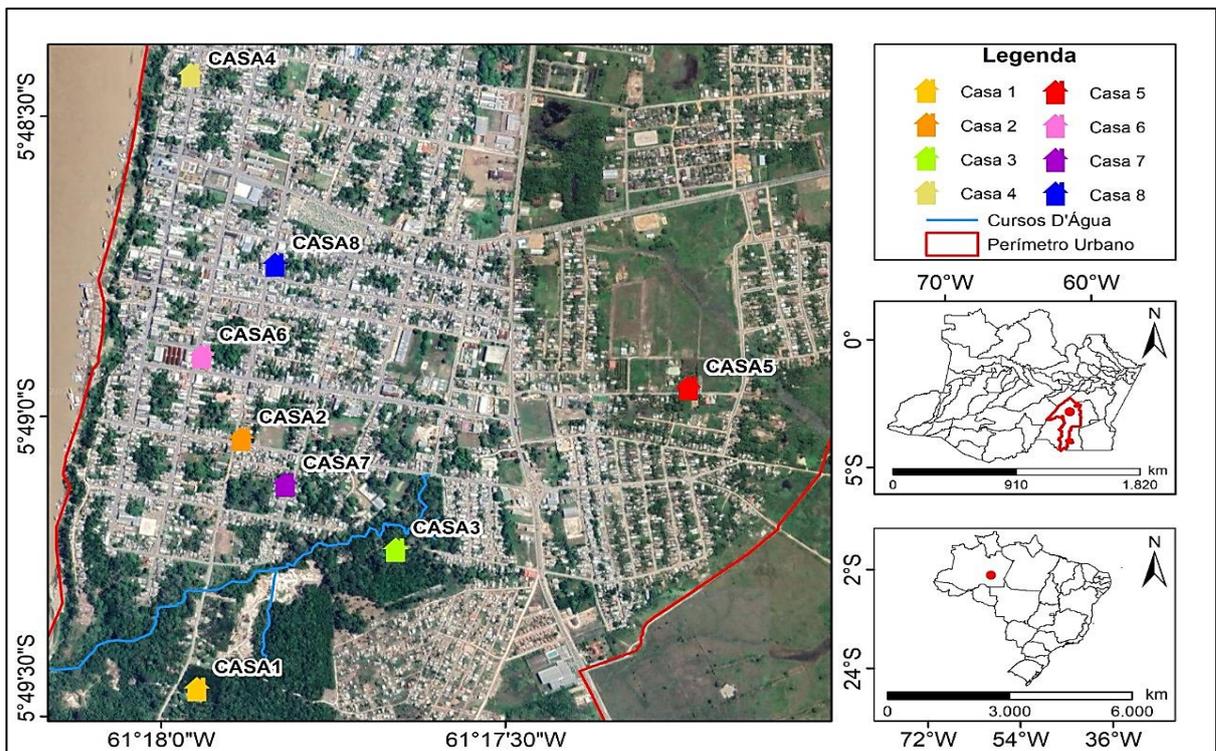


**Figura 7:** Mapa do perímetro urbano de Manicoré-AM.  
Fonte: Autoria própria (2022).

### 6.3. Descrição dos pontos de coletas de dados

Os locais definidos para a pesquisa, foram os que se mostraram mais adequados para a efetivação da coleta de dados dentro do perímetro urbano da cidade de Manicoré-AM (Figura 8), levando em consideração dois ambientes (área com maior e menor índice de arborização). Após as identificações das áreas, foram selecionadas quatro tipos de residências (Figura 9), sendo as mesmas para o ambiente arbóreo e para o não-arbóreo, totalizando oito residências.

A amostragem foi feita por conveniência, ou seja, pelos residentes que aceitaram fazer parte da pesquisa. Para isso, foi entregue um termo de consentimento livre e esclarecido durante as visitas de campo (APÊNDICE A). Em uma amostra de conveniência, os pesquisadores de campo selecionam populações de estudo que são mais acessíveis, mais colaborativas ou mais propensas a participar do processo (FREITAG, 2018).



**Figura 8:** Localização das residências estudadas na cidade de Manicoré-AM.

Fonte: Autoria própria (2022).

As características das residências foram as mais semelhantes possíveis, para que não ocorresse discrepância durante a análise comparativa dos dados, com relação as suas localizações. A escolha das superfícies, pretendeu verificar, a alta influência que as mesmas exercem nas trocas de calor entre o ambiente interno e externo, definindo as condições de conforto do ambiente interno.



**Figura 9:** Residências avaliadas nas regiões arbóreas e não-arbóreas.  
Fonte: Autoria própria (2022).

Na Tabela 5, tem-se os diferentes tipos de materiais construtivos verificados nos pontos de coleta da Figura 9.

**Tabela 5:** Padrões construtivos das residências estudadas.

Casas	Parede	Cobertura/Abreviatura	Idade da Casa
1*	Tijolos, com reboco em cimento, revestida com massa corrida. Pé direito de 3,0 m	Forro de madeira e telhas de fibrocimento (FM)	35 anos
2**	Tijolos, com reboco em cimento, revestida com massa corrida. Pé direito de 3,0 m	Forro de madeira e telhas de fibrocimento (FM)	32 anos
3*	Tijolos, com reboco em cimento, revestida com massa corrida. Pé direito de 3,0 m	Laje pré-moldada (LAJE)	30 anos
4**	Tijolos, com reboco em cimento, revestida com massa corrida. Pé direito de 3,0 m	Laje pré-moldada (LAJE)	43 anos
5*	Construção em madeira castanheira ( <i>Bertholletia excelsa</i> ). Pé direito de 3,30 m	Forro em madeira Tauari, e telhas de fibrocimento (MAD)	15 anos

6**	Construção em madeira maracatiara ( <i>Astronium lecointei</i> ). Pé direito de 2,84 m	Forro em madeira maracatiara, e telhas de fibrocimento (MAD)	30 anos
7*	Tijolos, com reboco em cimento, revestida com massa corrida. Pé direito de 3,0 m	Forro em Policloreto de Vinila (PVC), e telhas cerâmicas (TC)	12 anos
8**	Tijolos, com reboco em cimento, revestida com massa corrida. Pé direito de 3,0 m	Forro em Policloreto de Vinila (PVC), e telhas cerâmicas (TC)	24 anos
*Arbórea			
**Não-arbórea			

Fonte: Autoria própria (2022).

**Casa 1-** A residência está localizada no Bairro Dom Bosco. A residência possui paredes externas e internas na cor branca, e rodeada por varandas. O ambiente é bastante arbóreo, além de dispor de árvores frutíferas como, azeitoneira, mangueira, cajueiro, também possui plantações de açaí, do tipo *Euterpe oleraceae* (Açaí-de-touceira) e *Euterpe precatoria* (açaí-solteiro). O equipamento ficou alocado na parede da sala de estar, esse processo se repetiu para as outras residências estudadas. Escolheu-se um ponto na sala de estar, longe de eletrodomésticos que poderiam influenciar nas medições das variáveis, como por exemplo, a televisão.

**Casa 2-** A residência está situada no Bairro de Auxiliadora. O local é desprovido de arborização, sua rua é composta por pavimentação asfáltica e com alto fluxo de veículos, além de dispor de grandes comércios em seu entorno.

**Casa 3-** A residência encontra-se situada no Bairro de Nossa Senhora Aparecida, em meio a uma área de grande cobertura vegetal, rodeada por árvores frutíferas e próxima ao igarapé do Caxangá. Algumas espécies de árvores encontradas no ambiente, são ameaçadas de extinção, segundo o Código Florestal Brasileiro, como a castanha-do-Brasil. Também há a presença de animais, como, pequenos primatas que se alimentam das frutas encontradas no terreno. No interior e exterior da casa, as paredes são da coloração amarela e bege, respectivamente. O piso é constituído por material cerâmico. De acordo com o residente, a área era bem mais vegetada do que atualmente, porém, no ano de 2015, ocorreu um processo de invasão próximo à propriedade, o que reduziu a área vegetativa para dar lugar ao espaço contruído.

**Casa 4-** A residência está localizada na região central do município, próximo ao Hospital Regional, de escolas estaduais e municipais, de centros comerciais e do porto fluvial da cidade. O local foi caracterizado como não-arbóreo, com residências assentadas próximas umas das

outras e com pouca circulação de ar. As paredes externas e internas são pintadas em tinta azul claro, enquanto o teto é na coloração branca, e o piso é constituído de material cerâmico.

**Casa 5-** A residência localiza-se no Bairro Mazzarello 2. Sua localização é mais afastada da região central da cidade, o que torna o ambiente mais livre para a circulação de ar. A residência é constituída de madeira reaproveitada da espécie *Bertholletia excelsa* (castanheira), cujo os cômodos internos também são confeccionados pelo mesmo material, já a forração é de madeira *Couratari tauari* (Tauari), e a cobertura é de telha de fibrocimento. A residência possui varandas, e é rodeada por árvores frutíferas. A rua onde a casa está localizada, é bastante arborizada.

**Casa 6-** A residência está situada no Bairro Centro. A residência é construída por madeira, da espécie *Astronium lecointei*, conhecida popularmente por madeira Muiracatiara ou Maracatiara. As paredes internas e o forro também são compostas pela mesma madeira, enquanto a cobertura, é de telha de fibrocimento. A coloração das paredes externas é em tom de areia, e para o ambiente interno, é na cor natural da madeira. O piso é de material cerâmico, além de dispor de uma pequena varanda. O ambiente não é arejado, devido estar localizado em uma das principais ruas da cidade, pontos comerciais, restaurantes e escolas, portanto, há muito movimento de veículos e pessoas.

**Casa 7-** A residência está situada no Bairro Santa Luzia, próxima ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. A casa é rodeada por varandas e bastante aberta, o que permite uma melhor circulação de ar. Seu tempo de construção, é relativamente nova, datando 12 anos. O entorno da residência é considerado como arborizado, apresentando diversas espécies de vegetação, a maioria frutíferas. As paredes externas da casa, são na cor lilás, enquanto que as paredes internas, são alternadas em azul e lilás. O equipamento ficou em uma posição na sala de estar, em que permitia o recebimento de ventilação natural do ambiente externo.

**Casa 8-** A residência está localizada no Bairro Mazzarello, em uma área bastante movimentada, próxima a bares, churrascarias e comércio. O local foi considerado como não-arborizado. As cores das paredes são alternadas em laranja e lilás, e o piso é de material cerâmico. O aparelho ficou alocado na sala de estar, em um ponto onde houvesse o recebimento da ventilação natural, proporcionada pela porta e janela do ambiente.

#### 6.4. Medidas de Temperatura ( $T_a$ ) e Umidade relativa do ar (UR)

As medidas de temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram realizadas com o

auxílio de oito *Dataloggers* com Display, Modelo HT-70 (Tabela 6) e NDTH-01 (Tabela 7), também conhecido como Termohigrômetro.

**Tabela 6:** Termohigrômetro Modelo HT-70

	<b>Marca/Modelo</b>	Instruterm/Mod. HT-70
	<b>Escala de Temperatura</b>	- 40 a 70°C / - 40 a 158° F
	<b>Precisão</b>	± 1°C
	<b>Resolução</b>	0,1°C
	<b>Escala de Umidade Relativa</b>	0 a 100% U.R
	<b>Precisão</b>	± 3,0%
	<b>Resolução</b>	0,1% U.R.
	<b>Memória</b>	32.700 registros

Fonte: Fabricante Instruterm

**Tabela 7:** Termohigrômetro Modelo NDTH-01

	<b>Marca/Modelo</b>	Next/Mod. NDTH-01
	<b>Escala de Temperatura</b>	- 40 ~ 60°C / - 22 ~ 140° F
	<b>Precisão</b>	± 5°C
	<b>Resolução</b>	0,1°C
	<b>Escala de Umidade Relativa</b>	0 a 100% U.R
	<b>Precisão</b>	± 3,0%
	<b>Resolução</b>	0,1% U.R.
	<b>Memória</b>	12.000 registros

Fonte: Fabricante Next

Os equipamentos foram etiquetados (Figura 10) e passaram por período de testes, antes de serem instalados. Para cada tipo de residência, os equipamentos foram alocados internamente, precisamente na sala de estar, e ficaram operando mensalmente. Os meses destinados a coleta de dados, foram Dezembro/2021 e Janeiro/2022 (período chuvoso) e Junho e Julho/2022 (período seco). A cada 10 minutos os aparelhos registravam os valores de temperatura e umidade relativa do ar. A frequência de medição se deu de forma contínua

abrangendo um período de 06:00h até as 23:00h.



**Figura 10:** Organização dos equipamentos antes da instalação nas residências.  
Fonte: Autoria própria (2022).

A escolha do local para a instalação dos termohigrômetros, seguiu o critério de este ser o ambiente mais utilizado pela família. O equipamento ficou alocado na parede da sala de estar, a 1,10 m em relação a superfície, seguindo às instruções da norma ISO 7726 de 1998.

### 6.5. Índice de Conforto Térmico Humano (ICH)

Para calcular o Índice de Conforto no ambiente interno das residências, utilizou-se a equação do Índice de Conforto Térmico Humano (ICH), disponibilizado na literatura.

O ICH, foi obtido a partir das observações de temperatura e umidade relativa do ar, as quais serviram como variáveis de entrada, seguindo a equação dada por Anderson, (1965) citado por Rosemberg, (1983); e Santos e Melo, (2010):

$$ICH = T_a + \frac{5}{9} (e_a - 10), \quad (1)$$

em que ( $T_a$ ) é a temperatura do ar em graus Celsius;  $e_a$  é a pressão parcial de vapor d'água que pode ser calculada do seguinte modo:

$$e_a = \frac{(e_s \cdot UR)}{100}, \quad (2)$$

onde ( $e_s$ ) é a pressão de vapor do ar saturado e pode ser calculada usando a equação de Tetens

(1973):

$$e_s = 6,10 \times 10^{\gamma}, \quad (3)$$

onde

$$\gamma = \frac{(7,5 \cdot T_a)}{(273,3 + T_a)}$$

Os resultados dos cálculos foram comparados com os valores disponíveis na Tabela 8, onde encontram-se a classificação dos graus de conforto térmico em função dos valores de ICH.

**Tabela 8:** Índices de Conforto Térmico Humano (ICH)

ICH (°C)	Graus de Conforto
20 – 29	Confortável
30 – 39	Graus de conforto variando
40 – 45	Desconforto suportável
46 ou mais	Desconforto insuportável

Fonte: Santos e Melo (2010).

#### 6.6. Análise estatística e processamento dos dados

Após o tratamento dos dados, foram calculadas as médias horárias mensais e médias mensais de Temperatura ( $T_a$  °C) e Umidade relativa do ar (UR %), considerando cada ponto de coleta. Nessa etapa, foi utilizado o software Excel. Já para o Índice de Conforto Térmico Humano (°C), foram geradas apenas as médias horárias mensais.

O comportamento da média horária mensal da  $T_a$  e UR do ar, foram apresentadas em gráficos de linha para os meses do período seco e chuvoso da região. Já a dispersão do ICH horário mensal, foi apresentada em Diagrama de caixas (Boxplots), realizados em linguagem de programação em R, versão 3.6.1 com interface R-Studio (R Core Team, 2019). As análises de correlação para o ICH em função das áreas e dos períodos hidrológicos da região, foram feitas através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney, a nível de 5% de significância.

O teste de Mann-Whitney é fundamentado nos postos dos valores alcançados pela combinação de duas amostras. Se o valor-p for menor ou igual ao nível de significância (0,05), rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que a diferença entre as medianas da população é estatisticamente significativa (ALMEIDA et al., 2022). Acerca disto, o teste de Mann-Whitney foi gerado para apurar se houve diferença significativa entre as medianas dos parâmetros analisados, isto é, do (ICH em função de Áreas, e do ICH em função de períodos hidrológicos), levando em consideração cada tipo de residência.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1. Variabilidade Horária Mensal da Temperatura e Umidade Relativa do ar

#### 7.1.1. Temperatura do ar ( $T_a$ ) para os Períodos Chuvoso e Seco

Verificou-se que entre as residências com o mesmo padrão construtivo, há, visualmente, diferenças nas variáveis de  $T_a$  entre áreas arbóreas (A-A) e não-arbóreas (A-NA). Destaca-se que as temperaturas médias do ar, tendem a reduzir conforme a finalização das horas do dia (Figura 11), permanecendo equilibradas até o nascer do Sol. Isso ocorre devido à diminuição da radiação solar incidente no local, período em que há a perda de calor para o ambiente, ocorrido pela dissipação da energia que foi armazenada durante o dia (LOPES; JARDIM, 2012).

No mês de dezembro/2021, período chuvoso, notou-se que a  $T_a$  para as casas do Tipo 1 foram semelhantes para o período da manhã, com aumento visual para a A-NA a partir das 13 h, e ocorrendo a redução durante o período noturno (Figura 11a). Em termos da média mensal, a diferença de  $T_a$  entre as áreas, foi de 0,6 °C (Tabela 9).

**Tabela 9:** Temperatura média mensal do ar (°C) entre áreas arbóreas e não-arbóreas, no interior das residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso e meses do período seco na cidade de Manicoré-AM.

Meses/Ano	Área	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Dezembro/2021	Arbórea	28,3	28,2	29,1	27,9
	Não-arbórea	28,9	28,9	29,5	29,4
Janeiro/2022	Arbórea	27,5	27,7	28,4	27,2
	Não-arbórea	28,3	28,1	28,5	28,9
Junho/2022	Arbórea	27,4	26,0	28,7	27,7
	Não-arbórea	29,0	29,0	28,7	29,5
Julho/2022	Arbórea	28,9	29,5	29,1	29,1
	Não-arbórea	31,1	31,3	31,3	31,3

Fonte: Autoria própria (2022).

Para as residências do Tipo 2, os dados apresentaram comportamento semelhante entre as áreas ao longo do dia, ocorrendo maiores valores de  $T_a$  para A-NA (Figura 11b). A diferença entre as médias mensais de  $T_a$  entre as áreas, foi de 0,7 °C (Tabela 9).

Observou-se que as residências do Tipo 3, se sobressaíram das demais, constando os maiores valores de  $T_a$  para o mês de dezembro/2021 (Tabela 9). Verificou-se também, picos de

$T_a$  nos horários de 12 às 16, na A-A (Figura 11c). Essa particularidade, pode ter ocorrido devido a formação de um microclima local, ou até mesmo pela condutividade térmica da espécie da madeira, utilizada na construção da moradia. A condutividade térmica varia entre as espécies (Tabela 4), sendo assim, podendo ter influenciado nos dados desse ponto. A diferença de  $T_a$  entre as áreas, foi de 0,4 °C.

Notou-se que as residências do Tipo 4, destacaram-se termicamente, por terem sofrido maior interferência térmica pelos efeitos da arborização (Figura 11d). As telhas cerâmicas, possuem alto albedo e alta emissividade (Tabela 1), dessa maneira, a diferença térmica entre as áreas, foi de 1,5 °C (Tabela 9). Amorim; Sant'Anna Neto e Dubreuil (2009), reiteram que, superfícies com alto albedo e emissividade, tendem a ficar mais frias quando expostas à radiação solar porque absorvem menos radiação. Estas, emitem mais radiação térmica para o espaço e transferem menos calor para o ambiente. Por outro lado, quanto menor o albedo e a emissividade, maior a absorção de calor e sua persistência no ambiente circundante.

Para o mês de janeiro/2022, o comportamento da  $T_a$ , foi parecida entre as áreas das residências do Tipo 1. Observou-se picos de temperatura nos horários das 8, 15 e 17, tanto na A-A quanto na A-NA (Figura 11e). A diferença térmica entre as áreas, foi de 0,8 °C (Tabela 9). A Tabela 1, informa que a telha de fibrocimento, possui baixo coeficiente de reflexão (albedo), o que aumenta a absorção de calor e a sua duração no ambiente, podendo justificar os aumentos repentinos de  $T_a$  encontrados entre as áreas.

As flutuações na  $T_a$  nas casas do Tipo 2, comportaram-se de forma bem semelhante, não demonstrando desigualdades acentuadas em ambas as áreas (Figura 11f). A diferença nesta variável, considerando as duas áreas, foi de 0,4 °C (Tabela 9).

A distribuição dos dados nas residências do Tipo 3, mantiveram-se similar ao do mês de dezembro/2021 (Figura 11g). As médias mensais de  $T_a$  entre as áreas, foram próximas, totalizando uma diferença de 0,1 °C (Tabela 9).

Por fim, as residências do Tipo 4 apresentaram diferença de 1,7 °C entre as áreas (Tabela 9). Assim como no mês de dezembro, as flutuações da  $T_a$ , foram similares entre as áreas (Figura 11h).

Diante do exposto, o mês de dezembro/2021, apresentou temperaturas médias mensais do ar, superiores ao mês de janeiro/2022 (Tabela 9). Isso condiz com um estudo realizado por Martins et al. (2020), onde os autores verificaram que o município de Manicoré-AM apresentou a Normal Climatológica provisória da Temperatura do ar mais alta para o mês de dezembro em relação a janeiro, 26,40 °C e 26,02 °C, respectivamente. Logo, o mês de dezembro apresentou-

se mais quente do que o mês de janeiro, em ambas as áreas (Tabela 9).

Ao longo das estações de verão e outono, ocorre o período chuvoso da região amazônica. Os sistemas atmosféricos incumbidos pela precipitação no período chuvoso, são: a Zona de Convergência do Atlântico Sul, conhecida como ZCAS, que se expande da Amazônia até o sudeste do país, a Alta da Bolívia (AB) e a Monção da América do Sul (MARTINS et al., 2020; PEDREIRA JR, 2018; ROHLEDER et al., 2022).

Um dos principais sistemas atmosféricos de larga escala que atua na faixa tropical, é a circulação de monção, que está associada com a reversão da direção dos ventos em baixos níveis durante a etapa de transição entre o verão (muita chuva) e o inverno (pouca chuva) (GAN et al., 2009). No decorrer dos meses de verão (inverno amazônico), desenvolve-se um anticiclone associado à forte convecção da região Amazônica, designado Alta da Bolívia (AB), de modo que em anos com menos chuva na Amazônia, os centros da (AB) são menos intensos (VIEIRA, 2013). A ZCAS é um fenômeno meteorológico que desempenha um papel dominante nas condições pluviométricas na região onde atua, resultando em alta pluviosidade na América do Sul (FERREIRA, SANCHES, DIAS; 2004).

Através do início do período seco (junho/2022), observou-se médias mensais maiores de  $T_a$  na A-NA, em relação aos meses do período chuvoso, com exceção da casa do Tipo 3 (Tabela 9).

As residências do Tipo 1, apresentaram  $T_a$  acentuadas para o período da tarde entre as áreas, estabilizando-se durante o período noturno (Figura 11i). A diferença térmica para essas residências, foi de 1,6 °C (Tabela 9).

Nas residências do Tipo 2, o comportamento da  $T_a$ , assemelharam-se entre as áreas. Contudo, ocorreu um aumento repentino na referida variável, de 14 para às 15 h, estabelecendo-se a partir das 16 h (Figura 11j). A diferença térmica para essas residências, foi de 3,0 °C entre as áreas (Tabela 9).

Notou-se que as residências do Tipo 3, manifestaram o mesmo comportamento de  $T_a$ , com uma pequena diferença às 22 h na A-A (Figura 11k). Notou-se que entre essas residências, não houve diferença térmica, considerando as médias mensais desta variável (Tabela 9).

As casas do Tipo 4, mostraram semelhança no comportamento dos dados, considerando os demais meses (Figura 11l). No entanto, a A-NA apresentou a maior média mensal de  $T_a$  para o mês avaliado, constando uma diferença de 1,8 °C (Tabela 9).

O mês de julho/2022, apresentou as maiores médias mensais de  $T_a$  em todas as residências da A-NA (Tabela 9).

Nas casas do Tipo 1, notou-se similaridade no comportamento das flutuações de  $T_a$  entre as áreas, ocorrendo um pequeno decaimento dos dados entre 22 e 23 h na A-NA (Figura 11m). A diferença na média mensal de  $T_a$ , foi de 2,2 °C entre as áreas (Tabela 9).

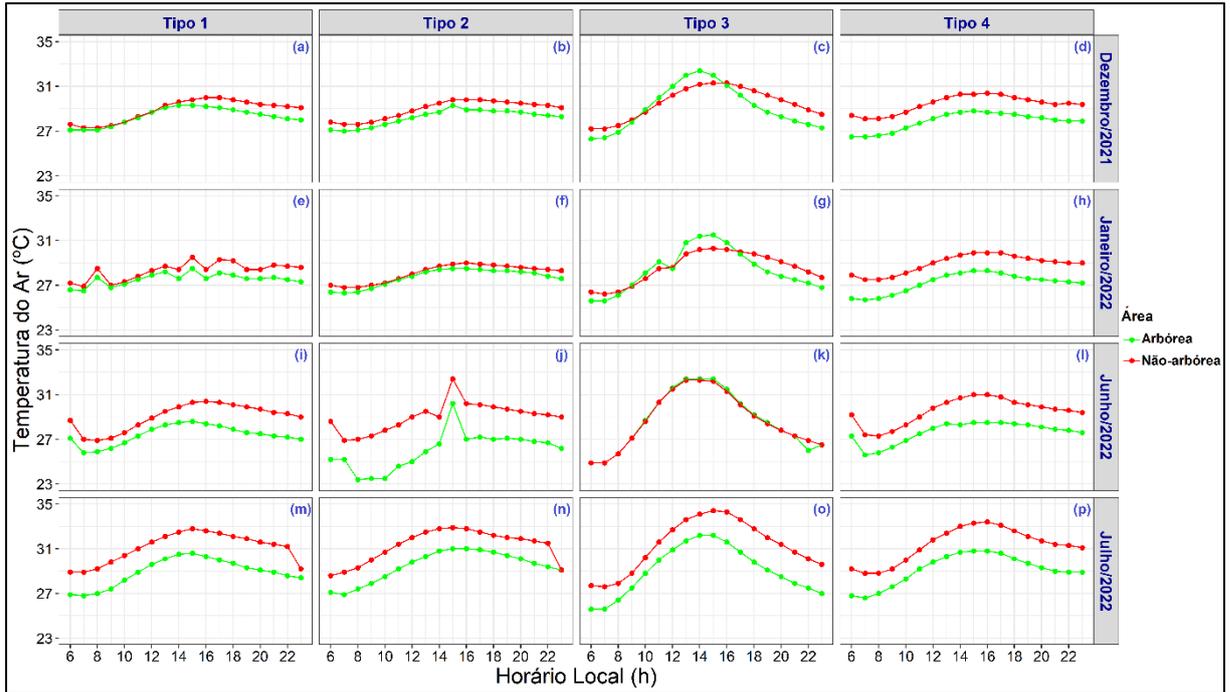
As flutuações da  $T_a$  nas residências do Tipo 2, assemelharam-se às residências do Tipo 1 (Figura 11n). Também, ocorreu uma diminuição amena da temperatura entre 22 e 23 h na A-NA. A diferença na média mensal de  $T_a$  entre as áreas, foi de 1,8 °C.

Nas residências do Tipo 3, os valores de  $T_a$  aumentaram substancialmente a partir das 8 h, chegando próximo a 35 °C às 15 h na A-NA. Esse comportamento repetiu-se na A-A, porém, com valores inferiores para essa área (Figura 11o). As residências dos Tipos 3 e 4, apresentaram os mesmos valores médios mensais de  $T_a$  entre as áreas, portanto, a diferença térmica entre as áreas para essas residências, foi de 2,2 °C (Tabela 9).

O comportamento da  $T_a$ , mostrou-se crescente nas residências do Tipo 4, no entanto com suas flutuações mais acentuadas entre as áreas, principalmente na A-NA, comparadas aos meses anteriores (Figura 11p).

Para os meses do período seco, observou-se que Julho/2022, apresentou maiores valores de  $T_a$ , isto é, foi mais quente comparado ao mês de Junho/2022. Contrariamente, no estudo realizado por Martins et al. (2019), os autores encontraram a Normal Climatológica provisória da Temperatura do ar de 26,63 °C para o mês de junho, e 26,46 °C para o mês de julho, no município de Manicoré-AM.

Durante o período seco, caracterizam-se elevadas temperaturas e baixo grau de umidade. Este período ocorre na estação de inverno da região. 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 JR, 2018; ROHLEDER et al., 2022).



**Figura 11:** Comportamento da média horária mensal da Temperatura do ar entre áreas arbóreas e não-arbóreas, considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso (a - h) e meses do período seco (i - p) em Manicoré-AM.  
Fonte: Autoria própria (2022).

#### 7.1.2. Umidade relativa do ar (UR) para os Períodos Chuvoso e Seco

A Tabela 10, informa a quantidade de UR para cada residência estudada, entre as áreas, durante os meses do período chuvoso e seco.

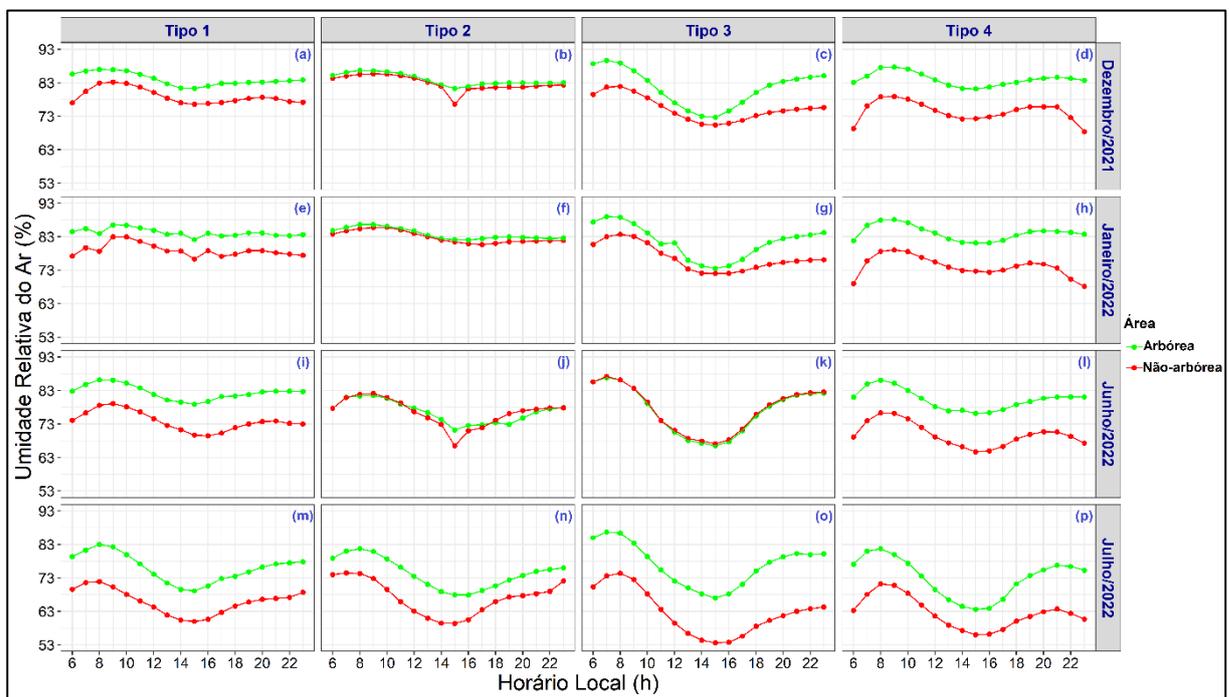
**Tabela 10:** Média mensal da Umidade relativa do ar (%) entre áreas arbóreas e não-arbóreas, em residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso e meses do período seco na cidade de Manicoré-AM.

Meses/Ano	Área	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Dezembro/2021	Árborea	84,0	84,0	81,5	84,0
	Não-arborea	79,0	82,9	75,3	74,5
Janeiro/2022	Árborea	84,2	83,8	81,4	84,1
	Não-arborea	79,0	82,9	76,7	74,1
Junho/2022	Árborea	82,5	76,6	77,0	80,3
	Não-arborea	73,9	76,5	77,4	69,9
Julho/2022	Árborea	76,0	74,4	77,0	73,0

Não-arbórea 66,0 67,1 62,6 62,5

Fonte: Autoria própria (2022).

Na figura 12, os dados de UR, também foram diferentes entre áreas arbóreas (A-A) e não-arbóreas (A-NA), indicando que a arborização influencia na quantidade de vapor d'água encontrados nesses ambientes. Notou-se que a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à temperatura do ar (TOMÁS; LOMBARDO, 2012), ou seja, aumentou a temperatura e reduziu a umidade e vice-versa, para os meses de coleta.



**Figura 12:** Comportamento da média horária mensal da Umidade relativa do ar entre áreas arbóreas e não-arbóreas, considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para meses do período chuvoso (a - h) e meses do período seco (i - p) em Manicoré-AM.

Fonte: Autoria própria (2022).

A evapotranspiração possui grande relevância na contribuição da precipitação total sobre uma região, por meio da reciclagem de precipitação. A reciclagem do vapor d'água, pode ser entendida como uma ferramenta de realimentação entre o sistema Terra-Atmosfera, em que a água evaporada em determinada região, cairá novamente como precipitação nessa mesma região (NÓBREGA; CAVALCANTI; SOUZA, 2005).

As variabilidades e alterações do sistema climático decorrentes de fontes naturais e antropogênicas (acrécimo das emissões de gases de efeito estufa e desmatamento) afetam a reciclagem e os ciclos hidrológicos regionais (ROCHA et al., 2017).

No mês de dezembro/2021, a UR nas residências do Tipo 1 para a A-A, apresentou-se elevada nas primeiras horas do dia, chegando a 80% às 8 h, e ocorrendo a redução das porcentagens no decorrer das horas. As flutuações foram similares entre os ambientes, entretanto, com as porcentagens abaixo na A-NA (Figura 12a). A Tabela 10, informa uma diferença de 5% em UR entre as áreas, considerando a média mensal desta variável.

Há proximidade na UR nas residências do Tipo 2, demonstrando pouca diferença entre áreas. Exceto para às 15 h, em que se procedeu um declínio instantâneo da UR na A-NA (Figura 12b). Isso pode ser confirmado na Tabela 10, onde mostra a diferença média mensal de 1,1% apenas. A confinidade de UR nas residências em laje, pode ser justificada pela presença de corpos d'água nos arredores das moradias, sendo a A-A próxima ao igarapé do Caxangá, e a A-NA, próxima ao rio Madeira (Casa 3 e 4 – Figura 8).

As casas do Tipo 3, apresentaram altos índices de UR para A-A, atingindo 90% às 7 h, e mínimo com cerca de 73% às 15 h. Na A-NA, as flutuações acompanharam o comportamento dos dados da residência com a mesma tipologia. Entretanto, com o valor máximo de 83%, aproximadamente, e mínimo de 70% (Figura 12c). A diferença média mensal de UR nas residências dessa tipologia, foi de 6,2% (Tabela 10).

As moradias do Tipo 4, foram as mais representativas pelo efeito da quantidade de vapor d'água disponível entre os ambientes. Notou-se a ampla desigualdade entre os níveis de UR entre a A-A e A-NA (Figura 12d), indicando o diferencial na média mensal de 9,5% entre as áreas, e sendo o mais alto índice presenciado para o mês de dezembro (Tabela 10).

Para o mês de janeiro/2022, nas residências do Tipo 1, há pequenos picos de umidade durante às 6 e 9 h, 14 e 16 h, entre as áreas (Figura 13e). O mesmo ocorreu com as residências do Tipo 3 entre às 11 e 12 h (Figura 13g). A diferença na média mensal de UR entre as áreas, foi de 5,2% para a residência Tipo 1, e 4,7% para a residência Tipo 3 (Tabela 10).

Observou-se o aspecto das flutuações entre os dois meses, e pôde-se verificar que as residências do Tipo 2 e Tipo 4, tiveram o comportamento dos dados similares ao mês de dezembro/2021 (Figura 13f; 13h), respectivamente. A diferença na média mensal de UR entre as áreas, foi de 0,9 % na casa do Tipo 2 e 10% para a casa do Tipo 4 (Tabela 10).

Para o mês de junho/2022, as residências do Tipo 1 demonstraram alta diferença de UR comparado aos meses anteriores a junho (Figura 13i). A diferença na média mensal de UR entre as áreas, foi de 8,6% (Tabela 10).

Nas residências do Tipo 2, ocorreu um rápido declínio nos dados de UR entre 14 e 16 h na A-NA, estabilizando-se ao decorrer das horas do dia (Figura 13j). Nessas residências, assim

como nos demais meses, a diferença na média mensal de UR foi mínima, totalizando 0,1%, somente (Tabela10).

Nas residências do Tipo 3, o comportamento entre as flutuações foram as mesmas entre as áreas (Figura 13k), com uma pequena diferença de 0,4% na média mensal de UR (Tabela 10).

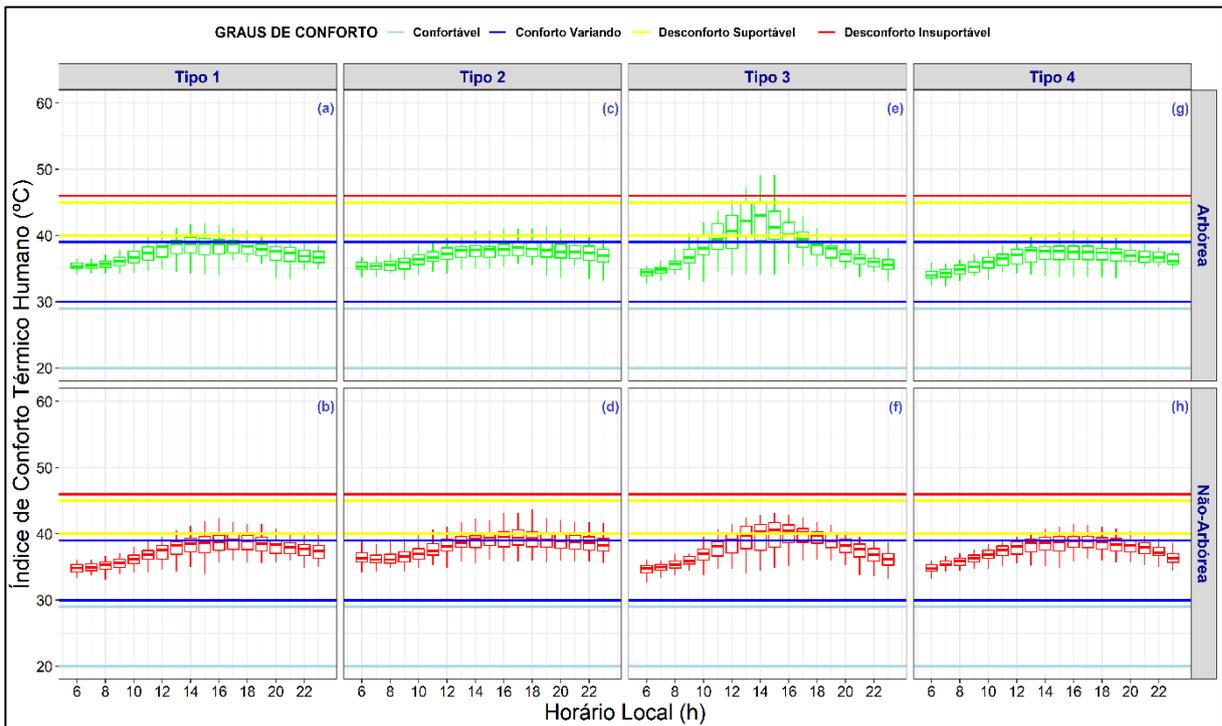
As residências do Tipo 4, obtiveram maiores valores de UR para o mês estudado, totalizando 10,4% de diferença na média mensal (Tabela 10). Também, apresentaram comportamento em suas flutuações de umidade, semelhantes aos meses anteriores (Figura13l).

Para o mês de julho/2022, em todas as residências os valores de UR estavam baixos em relação aos meses do período chuvoso, e isto evidenciou-se nas flutuações de umidade, de modo que os valores mais baixos de umidade, encontraram-se entre 12 e 16 h (Figura 13). Isto pode ser admitido na (Tabela 10), em que as médias mensais de UR foram inferiores aos outros meses.

## 7.2. Variabilidade Horária Mensal do ICH para o Período Chuvoso

Os valores observados no mês de dezembro/2021 mostra que não há nenhuma residência, independentemente do nível de arborização, considerada como Confortável. De fato, todas elas mantiveram-se entre as faixas de Conforto Variando a Desconforto Suportável, tanto na área arbórea (A-A) quanto na não arbórea (A-NA) (Figura 13). A tendência central do ICH se dá de forma ascendente até as 14 h em praticamente todos os casos. Além disso, já se observa dispersão horária no ICH desde às 6 h, com maiores amplitudes interquartis entre 12 e 16 h.

Diferente das demais residências, as do Tipo 3, apresentaram comportamento anômalo para o ICH, em detrimento ao esperado. De fato, observou-se que a partir das 10 h os graus de conforto obtidos para a residência na A-A já se mostra superior aos da A-NA (Figura 13e, f). Além disso, às 14 e 15 h, cerca de 25% das observações indicam Desconforto Insuportável e às 13 h pouco menos desse percentual se mantém no grau. Enquanto a residência na A-NA não ultrapassa o Desconforto Suportável.

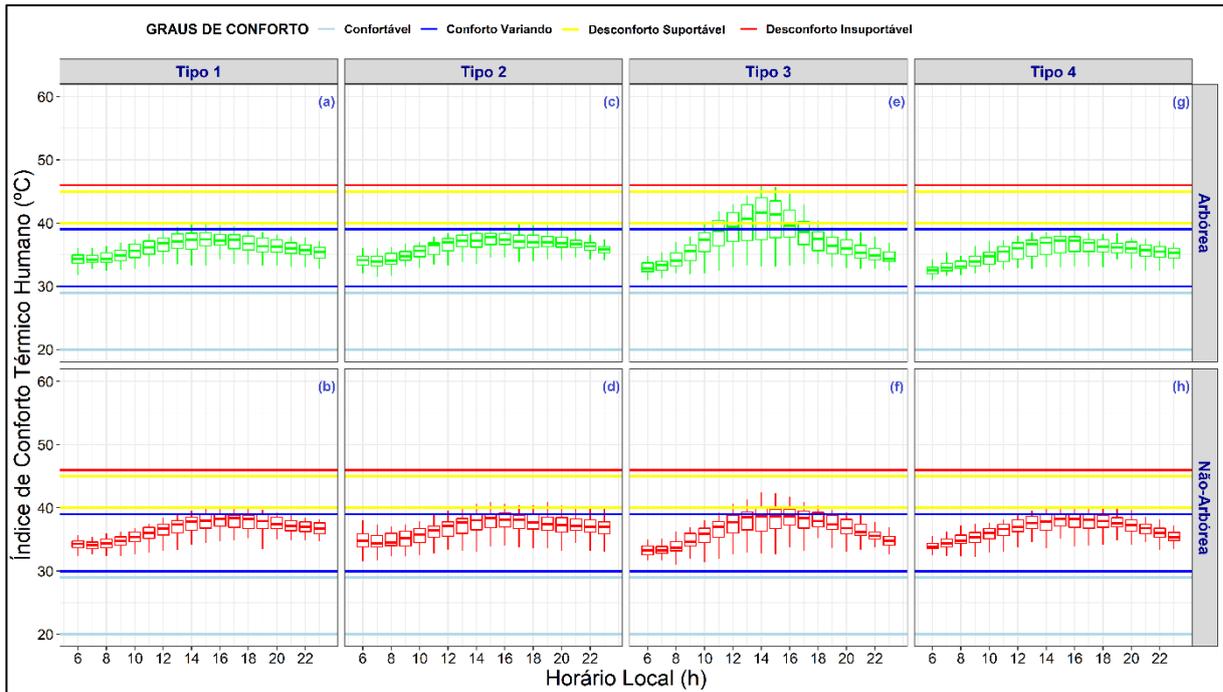


**Figura 13:** Variabilidade horária mensal do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Dezembro/2021 em Manicoré-AM.

Fonte: Própria autoria (2022).

Para o mês de janeiro/2022, visualmente, a evolução diária do ICH é muito similar a do mês de dezembro/2021. Entretanto, observa-se uma leve diminuição nos valores máximos observados. Além disso, nenhuma residência foi considerada como Confortável, mas também nenhuma delas apresentou Desconforto Insuportável, tal como no mês anterior (Figura 14).

De modo geral, os graus de conforto para todas as residências, considerando as áreas arbóreas e não-arbóreas, se distribuem, com boa aproximação, entre Conforto Variando e, minimamente, Desconforto Suportável, exceto para as do Tipo 3 (A-A) (Figura 14e).



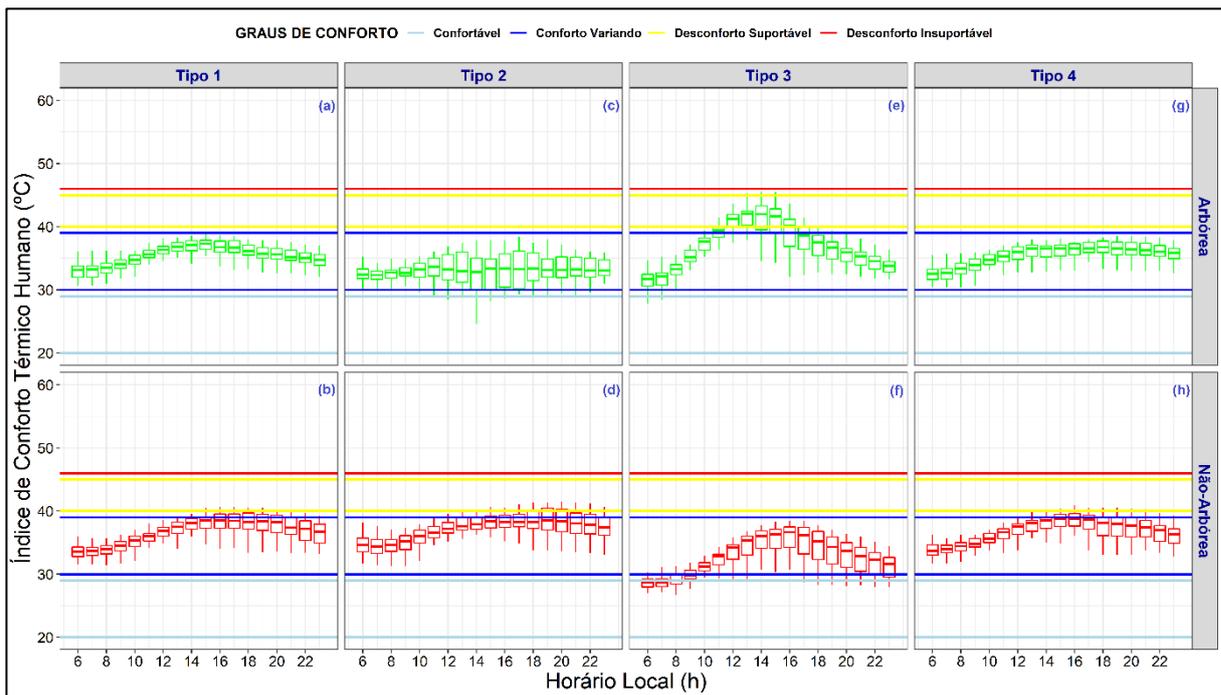
**Figura 14:** Variabilidade horária mensal do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Janeiro/2022 em Manicoré-AM.  
Fonte: Própria Autoria (2022).

### 7.3. Variabilidade Horária Mensal do ICH para o Período Seco

No mês de Junho/2022, início do período seco, observa-se que a evolução horária do ICH se diferencia dos meses do período chuvoso, anteriormente, apresentados. Como ponto de partida, destaca-se que em todas as residências localizadas na A-A, o ICH horário mensal se encontra, quase que totalmente, em regime de Conforto Variando, exceto para a residência do Tipo 3, a qual alcança o regime de Desconforto Suportável (Figura 15a,c,e,g). Além disso, é importante frisar que a evolução temporal ascendente da tendência central do ICH é observado apenas para as residências dos Tipos 1, 3 e 4, considerando a A-A. Por outro lado, a residência do Tipo 2 (A-A), tem evolução temporal da mediana, visualmente, constante. Já a dinâmica do ICH mediano para a residência do Tipo 4 (A-A) cresce até às 13 h e, em seguida, se mantém, com boa aproximação, constante. Por fim, são verificadas, ainda que em baixa frequência, ICH em graus de conforto considerado Confortável (Figura 15c, e).

Considerando a A-NA, vê-se que a dinâmica da tendência central do ICH é comum a todas as residências, mas que apenas para as dos Tipos 3 e 4 se verifica um decréscimo, visualmente, significativo a partir das 16 horas (Figura 15b, d, f, h). Outro detalhe sutil, é que mesmo que as distribuições do ICH para as residências dos Tipos 1, 2 e 4 estejam ligeiramente imersas no regime de Conforto Variando, os valores, em alguns momentos, são quase que

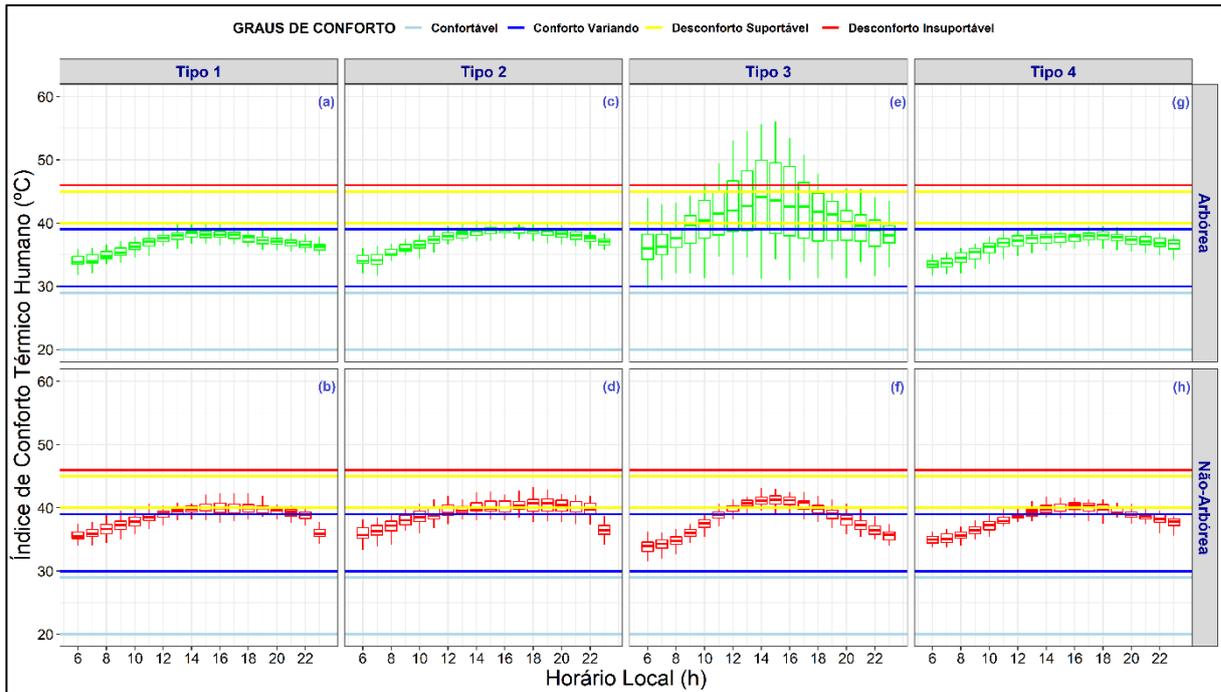
extremos ao próximo regime de conforto, isto é, Desconforto Suportável. De fato, das 14 até às 22 h isto é visível para as residências do Tipo 1. Para as do Tipo 2, isso já é visível a partir das 12 h (Figura 15c, d). E para as do Tipo 4, verifica-se tal fenômeno entre 13 e 21 h (Figura 15g, h). Por outro lado, isso não se observa para as residências do Tipo 3. Na realidade, neste caso se nota que na A-NA o ambiente é mais confortável em comparação à A-A, que por sua vez admite graus de conforto expresso como Desconforto Suportável entre 12 e 16 h (Figura 15e, f).



**Figura 15:** Variabilidade horária mensal do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Junho/2022 em Manicoré-AM.

Fonte: Própria autoria (2022).

No mês de julho/2022, de modo geral, o ICH em todos os casos se mostrou mais elevado quando comparado aos do mês de junho/2022. De fato, os graus de conforto percorrem desde o Conforto Variando até Desconforto Insuportável (Figura 16). Contudo, um ponto que cabe destaque, é que as amplitudes interquartis são as menores, quando comparadas aos dos meses anteriores, indicando assim menor variabilidade horária. Entretanto, para as residências do Tipo 3 na A-A, é exceção neste contexto, pois além de exibir as maiores amplitudes, é exatamente a residência que atinge graus de Desconforto Insuportável, vistos entre 11 e 17 h (Figura 16e, f). Ademais, as residências do Tipo 1 na A-NA são mais desconfortáveis entre 13 e 21 h (Figura 16a, b); as do Tipo 2 entre 10 e 22 h (Figura 16c, d) e as do Tipo 4 entre 13 e 20 h (Figura 16g, h).



**Figura 16:** Variabilidade horária mensal do ICH em diagramas de caixas para áreas Arborizadas (verde) e Não-Arborizadas (vermelho), considerando residências de FM (Tipo 1), LAJE (Tipo 2), MAD (Tipo 3) e TC (Tipo 4), para o mês de Julho/2022 em Manicoré-AM.  
Fonte: Própria autoria (2022).

Observou-se ICH elevados para os meses do período seco, principalmente no período da tarde nas áreas não-arbóreas. O período seco é caracterizado por apresentar temperaturas mais elevadas e reduzida umidade relativa do ar, o que implicou nesses altos índices de conforto. Arelado a isso, as mudanças no espaço natural em decorrência do crescimento urbano, altera o clima local, permitindo que o clima da cidade seja diferente do clima da área circundante (SOBREIRA et al., 2011).

A quantidade de construções com materiais impermeáveis afeta o aumento da temperatura e a diminuição da umidade relativa do ar, além disso, os pontos que estão localizados próximos à edificações, impedem o fluxo normal do vento na superfície da barreira existente. Por outro lado, espaços verdes com grandes áreas de vegetação ajudam a reduzir a temperatura do ar local e a manter a alta umidade relativa do ar (SANTOS et al., 2011).

#### 7.4. ICH em função das áreas para períodos hidrológicos

Notou-se que houve diferença significativa entre a área arbórea e não-arbórea para as residências do Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 4 considerando o período chuvoso (Tabela 11). Todavia, as residências do Tipo 3, mostraram que não houve diferença estatística significativa para o período chuvoso, apresentando o valor-p >0,05. Além disso, na atual residência, a amplitude

interquartílica (AIQ) foi maior para a área arbórea (Tabela 11). Nas residências dos Tipos 1, 2 e 4, as tendências centrais foram maiores em áreas não-arbóreas. As amplitudes interquartílicas, foram maiores em áreas não-arbóreas para as residências do Tipo 1 e 2, já nas do Tipo 4, apresentaram a mesma amplitude entre as áreas.

**Tabela 11:** ICH em função das áreas arbóreas e não-arbóreas durante o período chuvoso

Residência	Área	AIQ	Mediana	Valor-p
Tipo 1	Árborea	2,6	36,5	0,005
	Não-Árborea	3,1	36,9	
Tipo 2	Árborea	2,5	36,6	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Não-Árborea	3,1	37,4	
Tipo 3	Árborea	4,6	36,8	0,125
	Não-Árborea	3,8	36,8	
Tipo 4	Árborea	2,72	36,0	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Não-Árborea	2,72	36,9	

Fonte: Própria autoria (2022).

Observou-se que houve diferença significativa entre as áreas para o período seco para todas as residências, pois o valor-p foi  $< 0,05$ . A tendência central foi maior na área arbórea para as residências do Tipo 3, e o mesmo ocorreu com a AIQ. Nas residências do Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 4, as amplitudes interquartílicas foram maiores para a área não-arbórea, assim como as medianas (Tabela 12).

**Tabela 12:** ICH em função das áreas arbóreas e não-arbóreas durante o período seco

Residência	Área	AIQ	Mediana	Valor-p
Tipo 1	Árborea	2,7	36,3	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Não-Árborea	3,5	37,9	
Tipo 2	Árborea	4,9	35,5	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Não-Árborea	3,4	38,2	
Tipo 3	Árborea	7,0	38,1	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Não-Árborea	6,1	35,6	
Tipo 4	Árborea	2,8	36,3	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Não-Árborea	3,4	37,7	

Fonte: Própria autoria (2022).

#### 7.5. ICH em função dos períodos hidrológicos entre as áreas arbóreas e não-arbóreas

Verificou-se que, somente as residências do Tipo 4, não apresentaram diferença

estatística para ICH's entre os períodos chuvoso e seco na área arbórea, pois o valor-p foi  $>0,05$  (Tabela 13). Notou-se a amplitude interquartílica maior para o período seco. Observou-se também, que a tendência central foi maior nas residências do Tipo 1 e 2, para o período chuvoso. As demais residências, apresentaram tendência central menor para o período seco (Tabela 13).

**Tabela 13:** ICH em função de períodos hidrológicos em área arbórea

<b>Área arbórea</b>				
Residência	Período hidrológico	AIQ	Mediana	Valor-p
Tipo 1	Chuvoso	2,6	36,5	$< 7,4 \times 10^{-9}$
	Seco	2,7	36,3	
Tipo 2	Chuvoso	2,5	36,6	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Seco	4,9	35,5	
Tipo 3	Chuvoso	4,6	36,8	$< 1,6 \times 10^{-10}$
	Seco	7,0	38,1	
Tipo 4	Chuvoso	2,72	36,0	0,051
	Seco	2,8	36,3	

Fonte: Própria autoria (2022).

Notou-se que existe diferença estatística para ICH's entre os períodos chuvoso e seco, na área não-arbórea. Observou-se a amplitude interquartílica maior para o período seco. A tendência central foi maior para o período seco, nas residências do Tipo 1, 2 e 4 (Tabela 14).

**Tabela 14:** ICH em função de períodos hidrológicos em área não-arbórea

<b>Área não-arbórea</b>				
Residência	Período hidrológico	AIQ	Mediana	Valor-p
Tipo 1	Chuvoso	3,1	36,9	$< 1,1 \times 10^{-15}$
	Seco	3,5	37,9	
Tipo 2	Chuvoso	3,1	37,4	$< 3,1 \times 10^{-13}$
	Seco	3,4	38,2	
Tipo 3	Chuvoso	3,8	36,8	$< 2,2 \times 10^{-16}$
	Seco	6,1	35,6	
Tipo 4	Chuvoso	2,72	36,9	$< 2,7 \times 10^{-10}$
	Seco	3,4	37,7	

Fonte: Própria autoria (2022).

## 8. CONCLUSÃO

As residências em telha cerâmica com a forração em PVC (Tipo 4), foram as que mais apresentaram diferença térmica entre áreas. Neste aspecto, a diferença térmica para os meses do período chuvoso foi de, 1,5 °C em dezembro/2021, e 1,7 °C em janeiro/2022. Para os meses do período seco, foi de, 1,8 °C em junho/2022, e 2,2 °C em julho/2022. Os índices de umidade relativa do ar, mostraram-se mais elevados nas áreas arbóreas, em comparação as áreas não-arbóreas, em ambos os períodos hidrológicos. Contudo, a área arbórea da residência do Tipo 3, apresentou-se mais quente em determinadas horas do dia, em relação a área não-arbórea.

Com relação ao ICH, não houve diferença significativa em termos de áreas, em se tratando do período chuvoso para as residências em madeira com cobertura em telha de fibrocimento e forração e madeira (Tipo 3), já para o período seco, todas as residências apresentaram diferença estatística significativa. Em termos de períodos hidrológicos, somente as residências do Tipo 4 na área arbórea, não apresentaram diferença estatística significativa. Já para a área não-arbórea, todas as residências mostraram-se estatisticamente significativas.

A ausência de cobertura vegetal, associada aos tipos de cobertura do solo em todas as épocas e períodos, determinou o conforto térmico em ambiente interno em Manicoré-AM. Acerca dos graus de Conforto, concluiu-se que nenhuma residência foi considerada confortável termicamente, mas que apesar disso, ainda assim, a arborização proporciona benefícios ao ambiente, além de atuar diretamente na qualidade de vida dos residentes. Logo, o planejamento urbano é indispensável para se ter uma melhor qualidade de vida dos cidadãos, de fato que há escassez de concentrações vegetativas dentro no local de estudo, o que prejudica muito o espaço construído.

## 9. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. C. et al. Utilização dos testes estatísticos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney para avaliação de sistemas de solos reforçados com geotêxteis. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 27, 2022.
- AB' SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza do Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. 7.ed. Ateliê Editorial, São Paulo –SP, 2003.
- AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL., V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 EM cidade tropical, **Revista de Geografia Norte Grande**, n.43, p. 65-80, 2009.
- ARTAXO, P. et al. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 41-46, 2014.
- ALVARES, C. A et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, E. D. L; BIUDES, M. S. Padrões da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de caso no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. **Boletim de geografia**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 5-16, 2012.
- AKUTSU, M.; BRITO, A. C. D; CHIEPE, C. P. O efeito da capacidade térmica e da resistência térmica de paredes no desempenho térmico de habitação na cidade de São Paulo. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2012.
- ALVES, R. S.; FIALHO, E. S. Monteiro, Carlos Augusto de Figueiredo; Mendonça, Francisco (ORGS). *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 28, n. 3, p. 188-193, 2011.
- AMORIM, M. C. C. T. Detecção remota de ilhas de calor Superficiais: exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil. **Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia**, v. 52, n.105, 2017.
- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 15 – Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 22-46, jun./2019.
- AMORIM, M. C. C. T; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 em cidade tropical. **Revista de Geografia Norte Grande**, n. 43, p. 65-80, 2009.
- AQUINO, H. O.; MORAIS NETO, R. F. D. **Desempenho e transmitância térmica e a transferência de calor no concreto: aspectos gerais e o isolamento térmico com EPS**. 62 f. TCC (Curso de Engenharia Civil) – UniEvangélica, Anápolis - GO, 2018.
- ASSIS, W. L. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial**. 2010. 299 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte – MG, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 15220-2**. Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a, 34 p.

AYOAD, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: DIFEL, 1986.

BARBOSA, H. M. J. Vapor de água na atmosfera: do efeito estufa às mudanças climáticas. **Revista USP**, n. 103, p. 67-80, 2014.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L.F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. **Paisagem e Ambiente**, n. 34, p. 129-148, 2014.

BERNINI, H. et al. **Descarga Sólida em Suspensão e dinâmica fluvial na bacia do rio Madeira: um perfil no período de cheia hidrológica**. IX Seminário latino-americano e V seminário ibero-americano de geografia física, 2016.

BONAMETTI, J. H. Arborização urbana. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 19, n. 36, p. 51-55, 2020.

BRASIL. Companhia Energética de Minas Gerais. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p.

BRASIL. **Espaços Públicos. Diagnóstico e metodologia de projeto**. São Paulo, ABCP, 2013. 91 p.

BRASIL. **Secretaria Nacional de Programas Urbanos Plano Diretor Participativo**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 92 p.

CAMPOS, M. C. C. et al. Relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 35:13-23, 2011.

CALIJURI, M. D. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologias e gestão**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

CAMARGO, M. G.; FURLAN, M. M. D. P. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e doenças térmicas. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, 2011.

CARVALHO, M. T. S. D. **Fatores que influenciam no conforto térmico no ambiente do trabalho: uma revisão sistemática**. 2018. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

CENAMO, M. C.; CARRERO, G. C.; SOARES, P. G. **Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+): Estudo de Oportunidades para o Sul do Amazonas**. vol 1. 1 ed. Manaus: IDESAM, 2011.

CHEGURY, J. Q. B. D. M. **Análise da variação termo-higométrica e das ilhas de calor em Cuiabá/MT**. 137 f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Cuiabá: UFMT. 2019.

CORIOLOANO, G. P.; RODRIGUES, W.; OLIVEIRA, A. F. D. Estatuto da Cidade e seus instrumentos de combate às desigualdades socioterritoriais: o Plano Diretor Participativo de Palmas (TO). **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 131-145, 2013.

CORTEZ, M. G. **Sistemas sociais de produção da castanha da Amazônia (Bertholletia excelsa Bonpl.) no município de Manicoré/Am**. 2011, 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Amazonas, 2011.

FARIA, L. Planejamento estratégico, estatuto da cidade e plano diretor: métodos e instrumentos de organização e gestão do espaço urbano. **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v. 10, n. 32, p. 162 -170, 2009

FERNANDES, L. A. Ambientes urbanos e fatores naturais na conformação das condições climáticas no período de inverno em Viçosa/MG. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 366-380, jul./dez. 2015.

FERREIRA, F.; PRADO, R. **Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial dos materiais utilizados em coberturas de edifícios no Brasil**. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2003.

FERREIRA, N. J.; SANCHES, M.; DIAS, M. A. F. S. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Períodos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.1, 89-98, 2004.

FRANCO, F. M. et al. Clima Urbano: Um Estudo De Caso Para Clima Tropical Continental. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 5, n. 1, p. 81-99, jan./jun. 2010.

FREITAG, R. M. K. Amostras sociolinguísticas: probabilísticas ou por conveniência?. **Revista de estudos da linguagem**, v. 26, n. 2, p. 667-686, 2018.

FREITAS, R. A. P. D. et al. Relação entre o Vapor D'Água Atmosférico e a Temperatura da Superfície do Mar Sobre a Região da Confluência Brasil-Malvinas com Base em Dados Coletados In Situ. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 04, p. 1687-1702, 2019.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 7 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FONSECA, J. D. S. et al. Uso de semivariograma escalonado na variabilidade espacial da textura do solo em uma área de terra preta arqueológica sob floresta em Manicoré-AM. **Acta Iguazu**, v. 8, n. 1, p. 102-116, 2019.

GAN, M. A. et al. Monção na América do Sul. **Chapter**, v. 19, p. 297-312, 2009.

GIORDANO, D. E.; KRÜGER, E. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. **Paranoá**, Brasília, n<sup>o</sup> 11, p. 13-22, 2014.

GOMES, L. D.; GOMES, L. D.; HACKENBERG, A. M. Avaliação do desempenho termoenergético da madeira laminada colada (mlc) como alternativa bioclimática em cobertura residencial. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. esp, p. 345-362, fev. 2020

GONÇALVES, W.; PAIVA, H.N. **Árvores para o ambiente urbano**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2004.

GONZALEZ, D. E. G. **Análise dos efeitos do albedo no microclima de cânions urbanos**. 2015. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2015.

GOULART, M. F. LABAKI, L. C. A influência da transmitância térmica de superfícies opacas no desempenho de um edifício naturalmente ventilado e com alta ocupação. **In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC**, 2020.

LARSEN GÜTHS, G.; GÜTHS, S.; MICHELS, C. Resistência térmica de cavidades de ar horizontais e fechadas para aplicações em edificações. **Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**, p. 399-405, 2018.

HONORATO, A. F. A.; ANDRADE, V. S. D. A. Ilhas de calor e frescor na área urbana da cidade de Aquidauana-MS. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 878-886, 2012.

HORBE, A. M. C. et al. Geoquímica das águas do médio e baixo rio Madeira e seus principais tributários-Amazonas-Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, p. 489-504, 2013.

Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia – IDESAM. Disponível em: <https://idesam.org/publicacoes/estudo-diagnostico-amazonia-pelo-clima-bases-para-a-acao-climatica-nas-capitais-da-amazonia-legal-brasileira/>. Acesso em: 18 de maio de 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Amazônia Legal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?edicao=30963&t=o-que-e>. Acesso em: 18 de maio de 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manicore/panorama>. Aceso em: 29 de julho de 2021.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual Técnico de uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. **Mapa geomorfológico do Brasil**: escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.

KOWALSKI, L. F.; MASIERO, É. Envelhecimento de pavimentos de concreto pigmentado e consequências sobre o albedo. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 10, n. 1, p. 126-147, 2021.

LABAKI, L. C. et al. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Revista Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LOPES, L. C. S.; JARDIM, C. H. Variações de temperatura e umidade relativa do ar em área urbana e rural durante o segmento temporal de inverno de 2011 em Contagem e Betim (MG). **Acta Geografica**, p. 205-221, 2012.

Macrozoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Amazonas – MCZEE. **Resumo Executivo**. Manaus: SDS, 2008. 79 p.

MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010. 275 p.

MANGILI, F. B.; ELY, D. F. Produção do espaço urbano e conforto térmico: o estudo de residências localizadas na cidade de Londrina (PR). **Revista de Geografia, Recife**, v. 33, n. 4, 2016.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira** - 1ª ed.- Brasília – 2003, 100p.

MARENGO, J. A.; SOUZA JR, Carlos. Mudanças Climáticas: Impactos e Cenários para a Amazônia. **São Paulo: ALANA** , 2018.

MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. G. **Clima e ambiente: introdução à climatologia para ciências ambientais**. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2008. 127 p.

MARTELLI, A.; SANTOS JÚNIOR, A. R. Arborização Urbana do município de Itapira–SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **REGET/UFMS**, v. 19, n. 2, p. 1018-31, 2015.

MARTINS, L. F. V. et al. Análise da compatibilidade da arborização viária com o ambiente construído na cidade de Luiziana, Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 103-127, 2011.

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.

MEIRELLES, F. D. A. et al. **Análise Ambiental e Socioeconômica dos municípios sob influência da rodovia BR-319**. Manaus: IDESAM, 2018.

MELLO, M. A. R. D; MARTINS, N.; NETO, J. L. S. A influência dos materiais construtivos na produção do clima urbano. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 5, 2009.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficinas de textos, 2007. 208 p. 1ª ed.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Tabela de municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/controlado-desmatamento-e->

[incendios-florestais/pdf/Listagemmunicípiosprioritáriosparaesdepreveno2021.pdf](#)>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.

MIRANDA, G. S. B.; DINIZ, F. R.; SILVA, M. P. D. Avaliação e comparação do índice de conforto térmico humano entre as cidades de São Paulo (SP) e Bauru (SP). **In: VII Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiência, Comportamento e Bem-Estar Animal**, 2017.

MOÇO, S. M. O. **O desconforto térmico no Verão em Portugal Continental e a percepção populacional para as alterações climáticas: comportamentos adotados aquando de vagas de calor**. 2014. 325 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Aberta de Lisboa, Lisboa, 2014.

MONTEIRO, L. M. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. 2008. 378 f. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MONTEIRO, F. F.; SILVEIRA, A. L. R. C. D. **Uso de dados de Sensoriamento Remoto para identificação de ilhas de calor em Teresina-PI**. 5º Seminário Internacional de Planejamento e Gestão Ambiental – URBENVIRON, Brasília, 2012.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 5 ed. Rio de Janeiro: Abes, 2012.

MUNIZ, L.; FILIZOLA, N. A influência da geomorfologia na variabilidade fluviométrica: o caso do Rio Madeira–Brasil. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 20, p. 6-10, 2014.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986-2010). **Boletim Goiano de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 113-127, jul./dez. 2011.

NAZARETH, P. A. **Planos diretores e instrumentos de gestão urbana e ambiental no Estado do Rio de Janeiro**. 2018.

NEVES, D. J. D.; ARAÚJO, R. S.; ARAVÉQUIA, J. A. Análise da água precipitável e dos fluxos de calor latente/sensível no início da estação chuvosa das regiões sudeste e centro-oeste do Brasil. **Ciência e Natura**, ed. esp., p. 202-206, nov. 2013.

NÓBREGA, R. S.; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P. Reciclagem de vapor d'água sobre a América do Sul utilizando reanálises do NCEP-NCAR. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 253-262, 2005.

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

NOGUEIRA, C. E. C. et al. Avaliação do conforto térmico nas residências convencional e inovadora do “Projeto CASA”, Unioeste, Campus de Cascavel. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 34, n. 1, p. 3-7, 2012.

OLIVEIRA, A. S et al. Benefícios da arborização em praças urbanas - o caso de Cuiabá/MT. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, nº 9, p. 1900-1915, FEV, 2013.

OLIVEIRA, E. V. **Meteorologia Aplicada**. Recife: IFPE, 2014.

OLIVEIRA, M. V. M. D.; ROSIN, J. A. R. D. G. Arborização dos espaços públicos: uma contribuição à sustentabilidade urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 3, p. 1-14, 2013.

PACHECO, J. B; SEIXAS, S. D. S; BRANDÃO, J. C. M. **Conflitos entre o uso e ocupação das áreas de preservação permanente e a fluvialidade na APA GUAJUMA**. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ISSN 2318-0358), 2019.

PANIZZA A.C.; FONSECA, F.P. Técnicas de interpretação visual de imagens. **Revista GEOUSP – Espaço e Tempo**. São Paulo, v.15, n.30, p. 30-43, 2011.

PAULO, F. L. L. D.; QUIRINO, A. M. S. Gestão urbana e arborização das cidades: diagnóstico qualitativo e quantitativo no município de Salgueiro, Pernambuco, Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 4, 2014.

PEDREIRA JUNIOR, A. L. et al. Variabilidade horária e intensidade sazonal da precipitação no município de Humaitá-AM. **Revista brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018.

RAMPAZZO, C. R. **Clima e produção do espaço urbano: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília**. 304 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente, 2015.

RAMPAZZO, C. R. **O clima urbano em Alfredo Marcondes/SP: Uma análise dos indicadores Geoambientais**. Monografia de Bacharelado apresentada ao Departamento de Geografia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente. 196 p. 2012.

R Core Team. **R:A Language and Environment for Statistical Computing**.Vienna, Austria, 2019. disponível em: <https://www.R-project.org/>.

REICHARDT, K; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2004.

REZENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, v. 41, n. 2, p. 255-271, 2007.

RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**. São Paulo, v.57, n.3, p. 226-234, 2005.

ROCHA, V. M. et al. Reciclagem de Precipitação na Bacia Amazônica: O Papel do Transporte de Umidade e da Evapotranspiração da Superfície. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 387-398, 2017.

ROHLER, L. A. S. et al. Avaliação de parâmetros ambientais em uma microrregião no sul do estado do Amazonas e suas relações com estresse térmico de bovinos leiteiros. **Ciência**

**Animal Brasileira** , v. 23, 2022.

RORIZ, M.; CHVATAL, K. M. S; CAVALCANTI, F. S. Sistemas construtivos de baixa resistência térmica podem proporcionar mais conforto. **Encontro Nacional**, v. 10, 2009.

ROSENBERG, N. J.; BLAND, B. L.; VERMA, S. B. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Wiley & Sons, 1983. 467p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Análise da variação de temperaturas locais em função das características de ocupação do solo em Curitiba. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 10, 2005.

RUAS, A. C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho- FUNDACENTRO, 1999.

SANCHES, P. M.; COSTA, J. A.; SILVA FILHO, D. F. Análise comparativa dos planos diretores de arborização enquanto instrumento de planejamento e gestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 4, p. 53-74, 2008.

SANTOS, J. S. D. et al. Análise das Condições do Campo Térmico em Ambiente Urbano: Estudo de Caso em Campus Universitário (Analysis of Conditions of Thermal Comfort in Urban Environment: a Case Study in University Campus). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p. 336-353, 2011.

SANTOS, F. D. O; PIMENTEL, M. R. S. Edificações e conforto térmico: a moradia como fonte de aprendizagem. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 44, 2012.

SANTOS, W. R. T; MELO, M. L. T. Índices de Conforto e Desconforto Térmico Humano segundo os Cenários Climáticos Do IPCC. **In: Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 16., Belém: SBMET, 2010.

SILVA, M. F.; MANIESI, V.; SOUZA, R. M. S. Vulnerabilidade a erosão e aplicações socioambientais no Baixo Interflúvio Madeira-Purus, AM/RO. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.3, p.598-612, 2021.

SILVA, K. E.; PEREIRA, K. P. **Alterações na cobertura vegetal dos municípios do Sul do Amazonas**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil. p. 1667 – 1671, 2005.

SILVEIRA, I. M. D. M.; CARVALHO, R. G. D. Microclima e conforto térmico na área da Mata da Bica, no município de Portalegre/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 01, p. 062-078, 2016.

SOBREIRA, Liése Carneiro et al. Expansão urbana e variações mesoclimáticas em João Pessoa, PB. **Ambiente construído**, v. 11, p. 125-138, 2011.

SOUZA, H. A. D; RODRIGUES, L. S. Ventilação natural como estratégia para o conforto térmico em edificações. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 65, n. 2, p. 189-194, 2012.

SOUZA, D. M. D.; NERY, J. O Conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Revista Geografia (Londrina)**, v. 21, n. 2, p. 65-83, 2013.

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.

TOMÁS, D. D.; LOMBARDO, M. A. Concentração de vapor d'água na atmosfera de áreas urbanas, São Paulo/Brasil. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 11, n. 25, p. 153-167, 2012.

UTIMURA, I. **Conforto térmico em habitações de favelas e possíveis correlações com sintomas respiratórios: o caso do Assentamento Futuro Melhor-SP**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife-PE, 2005. Versão digital.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2015.

VIDOTTO, E. et al. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **ACTA Amazônica**, v. 37, p. 385-400, 2007.

VIEIRA, S. D. O. **Efeitos da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre as chuvas da região Sul da Amazônia Brasileira**. 2013. Tese (doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia (INPA), Manaus.

WERNER, L.; BISOGNING, C.; MENEGOTTO. **Previsão da umidade relativa do ar diária de Porto Alegre**. Cadernos do IME – Série Estatística- v. 43, p.39 - 59, 2017.

## APÊNDICE

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal do Amazonas - UFAM  
 Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA  
 Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais -  
 PPGCA



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o(a) senhor(a) para participar da pesquisa intitulada: **AValiação DOS EFEITOS DA ARBORIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE MANICORÉ – AM** a qual é de responsabilidade da mestrandia Hilma Magalhães de Oliveira, Endereço: Rua Álvaro Maia, nº 2621, Ap 3, Bairro: São Pedro, Fone: (97)9917196-20, e-mail: [hilmaoliveira22@gmail.com](mailto:hilmaoliveira22@gmail.com), sob orientação da Prof.ª Drª Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino.

Este estudo tem como o principal objetivo, avaliar os efeitos da arborização no comportamento do Índice de Conforto Térmico Humano, entre diferentes tipos de residências na cidade de Manicoré-AM. Para atender o objetivo geral, elencam-se os seguintes objetivos específicos: a) Analisar a variação termohigrométrica interna das residências com os diferentes tipos de construção em níveis distintos de arborização; b) Comparar, a variabilidade do Índice de Conforto Térmico Humano em termos das áreas arbóreas e não-arbóreas; c) Relacionar a variabilidade do Índice de Conforto Térmico Humano em termos dos períodos hidrológicos da região amazônica.

Para isso, serão apenas coletadas informações sobre as variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, por meio de um sensor (termohigrômetro) instalado em ambiente interno e, serão coletadas informações físicas da moradia, como: cor, tipo de piso e estrutura.

Informamos que esta pesquisa se configura, por sua relevância para a comunidade local, pois o estudo sobre o Conforto Térmico do ambiente abarca questões de saúde pública, de consumo energético, de rentabilidade no trabalho, de planejamento urbano e em suma na qualidade de vida social.

Sua participação será voluntária, sem remuneração ou qualquer benefício em troca, pois a participação é de livre vontade do participante. Sua identidade será preservada, e as informações coletadas serão somente utilizadas para fins acadêmicos e científicos.

A pesquisa será realizada no período de: Dezembro/2021 a Julho/2022. Caso aceite participar, estará colaborando com informações indispensáveis para este estudo.