

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DE HABITAÇÕES DE BAIXO,
MÉDIO E ALTO PADRÃO, EDIFICADAS NA CIDADE DE RONDONÓPOLIS-MT, EM
ZONA DE CLIMA TROPICAL

Durval Negri Filho

Dissertação de Mestrado

Rondonópolis

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DE HABITAÇÕES DE BAIXO,
MÉDIO E ALTO PADRÃO, EDIFICADAS NA CIDADE DE RONDONÓPOLIS-MT, EM
ZONA DE CLIMA TROPICAL.

DURVAL NEGRI FILHO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Ambiente e Sociedade

Orientador: Prof. Dr. Jeater Waldemar Maciel Correa Santos

Rondonópolis

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

N391a Negri Filho, Durval.

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DE HABITAÇÕES DE BAIXO, MÉDIO E ALTO PADRÃO, EDIFICADAS NA CIDADE DE RONDONÓPOLIS-MT, EM ZONA DE CLIMA TROPICAL. / Durval Negri Filho. -- 2021
154 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Jeater Waldemar Maciel Corrêa Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rondonópolis, 2021.
Inclui bibliografia.

1. Rondonópolis-MT. 2. Clima Tropical. 3. Zoneamento Bioclimático. 4. Conforto Térmico. 5. Conjunto Habitacional Social.

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

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 6 (MT-270) - - Cep: 78735901 -Rondonópolis/MT
Tel : (66) 3410-4020 - Email : mestrado.ppgeo.cur@gmail.com

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DE HABITAÇÕES DE BAIXO, MÉDIO E ALTO PADRÃO, EDIFICADAS NA CIDADE DE RONDONÓPOLIS-MT, EM ZONA DE CLIMA TROPICAL."

AUTOR : Mestrando Durval Negri Filho

Dissertação defendida e aprovada em 04/12/2021.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Jeater Waldemar Maciel Correa Santos
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Interno	Doutor(a)	Caio Augusto Marques dos Santos
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Externo	Doutor(a)	Sandra Mara Alves da Silva Neves
Instituição : UNEMAT		
Examinador Suplente	Doutor(a)	EDISON FORTES
Instituição : UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ		
Examinador Suplente	Doutor(a)	Fábio Henrique Soares Angeoletto
Instituição : UNIVERSIDADE AUTÔNOMA DE MADRID		

RONDONÓPOLIS, 23/12/2021.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter permitido a realização de um sonho;

Ao meu orientador, prof. Dr. Jeater W. M. C. Santos, por todos os conhecimentos compartilhados, pela disposição e estímulo para que conseguisse vencer mais esse desafio;

À minha esposa Helen, pois, seu auxílio e companheirismo foram fundamentais em diversos momentos;

Aos meus filhos Mateus e Elisa, aos meus pais, Durval e Aparecida, e minha família em geral, pelo amor e apoio.

À minha cunhada Andressa Knupp pelo auxílio com a tradução do resumo.

Aos queridos colegas de curso de mestrado pelo companheirismo e amizade desenvolvidos ao longo do programa, principalmente à minha Sobrinha Isabela Negri;

Ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/PPGEO-ICHS-CUR (LASERGE) pelo empréstimo dos aparelhos utilizados na pesquisa bem como o fornecimento de dados, sem os quais, seria muito difícil realizar a presente pesquisa;

À tia Vanya Marien, pela ajuda em momentos de sufoco;

Aos moradores dos conjuntos habitacionais analisados que participaram da pesquisa tanto autorizando a instalação dos equipamentos como fazendo registros de observações sensíveis. Certamente sem tal colaboração a pesquisa não teria alcançado os resultados inéditos que alcançou;

Aos meus amigos e companheiros de trabalho do IFMT – Campus Rondonópolis, na colaboração para que este trabalho se tornasse realidade;

Enfim, a todos que de uma forma ou outra, contribuíram para a realização desta pesquisa, o meu muito obrigado.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o nível de conforto térmico apresentado por casas de conjuntos habitacionais sociais (CHS) construídos em diferentes épocas e locais, na cidade de Rondonópolis-MT, em plena zona de clima tropical. Para tanto, utilizou-se dados medidos continuamente por uma semana, durante a estação seca regional e mais uma semana durante a estação chuvosa, com emprego de termo-higrográfos instalados dentro de casas de 3 conjuntos habitacionais sociais e, para efeito de controle, em mais duas casas, com padrão construtivo superior. Além dos dados medidos, preparou-se uma planilha para registro de observações sensíveis de conforto térmico e condições do tempo atmosférico no local de cada casa durante as coletas, as quais foram registradas pelos moradores. Já para acompanhamento do ritmo das mudanças do tempo atmosférico em nível local durante as campanhas de coleta, e assim verificar como estes influem no ritmo do microclima das casas estudadas, utilizou-se dados de uma estação meteorológica automática pertencente a rede meteorológica nacional operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia, instalada no campus da Universidade Federal de Rondonópolis. Os resultados permitiram verificar que: o zoneamento bioclimático brasileiro precisa ser atualizado, pois classifica alguns municípios em zonas erradas (como é o caso de Rondonópolis), contribuindo para agravar a questão do desconforto térmico das casas de CHS; o ritmo climático em nível local afeta de diferentes formas e, em nível de intensidade distintos, o conforto térmico apresentado pelas casas; o nível de conforto térmico das casas de CHS é ruim (o pior das casas avaliadas) e que não tem melhorado com o tempo, a despeito dos inegáveis avanços em termos de materiais de construção com propriedades para amenizar o desconforto térmico, que é muito alto, sobretudo em climas tropicais, como o de Rondonópolis; O desconforto térmico das casas foi comprovado tanto pelos dados medidos por aparelhos como os de percepção sensível dos moradores. Assim, concluiu-se que as casas de CHS de Rondonópolis apresentam baixo desempenho em termos de conforto térmico tanto em decorrência da classificação errada do município de Rondonópolis no zoneamento bioclimático brasileiro, como pelo emprego de materiais inadequados para construção de moradias sociais em áreas de climas tropicais. Mesmo as casas construídas em conjuntos sociais mais recentes continuam a submeter seus moradores a significativo desconforto térmico, o qual se mostrou muito inferior aos das casas de melhor padrão construtivo. Esse é um grave problema já que tais habitações, via de regra se destinam a população de baixa renda que, que não tem dinheiro para recorrer a aparelhos climatizadores de ambientes, revelando o desconforto térmico como mais um traço das desigualdades sociais de Rondonópolis.

Palavras-Chave: Rondonópolis-MT, Clima Tropical, Zoneamento Bioclimático, Conforto Térmico, Conjunto Habitacional Social.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the level of thermal comfort presented by houses in social housing complexes (SHC) built at different times, in the city of Rondonópolis, Mato Grosso, in the middle of the tropical zone. Data were measured continuously for one week, during the regional dry season and another week during the rainy season, using thermo-hygrographs installed inside the houses of 3 housing complexes and, for control purposes, in two more houses, with superior constructive pattern. In addition to the measured data, a spreadsheet was prepared to record sensitive observations of thermal comfort and weather conditions at the location of each house, during collections, which were recorded by the residents. To monitor the rhythm of changes in atmospheric weather at the local level, during the collection campaigns, data from an automatic meteorological station belonging to the national meteorological network operated by the National Institute of Meteorology, installed on the campus of the Federal University of Rondonópolis, was used. It was found that the local climate rhythm affects the thermal comfort presented by the houses in different ways and at different levels of intensity, indicating that the Brazilian bioclimatic zoning needs to be updated, as it classifies some municipalities in wrong zones (such as **Rondonópolis**), contributing to aggravate the issue of thermal discomfort in SHC houses; That the thermal comfort level of SHC houses is bad (the worst of the houses evaluated) and that it has not improved over time, despite the undeniable advances in terms of building materials with properties to soften thermal discomfort, which is very high, especially in tropical climates such as Rondonópolis; The thermal discomfort of the houses was confirmed by data measured by devices and by the residents' perception. It was concluded that SHC houses have a low performance in terms of thermal comfort and that, even with the advances that construction technologies have obtained, such houses continue to subject their residents to significant thermal discomfort. This reality is serious since such social housing, as a rule, is intended for the low-income population, which is precisely why, most of the time, does not have the money to use room air conditioning devices, which would improve the thermal comfort of their homes and, thus, they suffer from the consequences that discomfort affects them in their daily lives.

Keywords: Rondonópolis-MT, Tropical Climate, Bioclimatic Zoning, Thermal Comfort, Social Housing Complex.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P1 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	87
Gráfico 2: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	88
Gráfico 3: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P2 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	90
Gráfico 4: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	91
Gráfico 5: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P3 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.	92
Gráfico 6: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	93
Gráfico 7: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P4 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na	

habitatação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.	94
Gráfico 8: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	95
Gráfico 9: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P5 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	97
Gráfico 10: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.	98
Gráfico 11: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P6 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.	100
Gráfico 12: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.	101
Gráfico 13: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P1 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	102
Gráfico 14: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.	103

Gráfico 15: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P2 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	104
Gráfico 16: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	105
Gráfico 17: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P3 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	107
Gráfico 18: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	108
Gráfico 19: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P4 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.	109
Gráfico 20: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	110
Gráfico 21: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P5 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.	111
Gráfico 22: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	112
Gráfico 23: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P6 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.....	114
Gráfico 24: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	115
Gráfico 25: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Máximo Aquecimento do Dia durante a estação chuvosa regional.	117

Gráfico 26: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Máximo Aquecimento do Dia durante a estação seca regional..	118
Gráfico 27: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Mínimo Aquecimento do Dia durante a estação chuvosa regional.	120
Gráfico 28: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Máximo Aquecimento do Dia durante a estação seca regional..	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática da atmosfera urbana, adaptada de Oke (1978; 2004 apud Assis 2010). As dimensões horizontais e verticais das unidades climáticas são variáveis nesta perspectiva.....	22
Figura 2: Classificação climática proposta por Strahler (1969).	27
Figura 3: Centros dispersores das massas de ar que atuam na América do Sul.	29
Figura 4: A mPa e seus ramos de penetração no território brasileiro.....	31
Figura 5: Classificação climática de NIMER para o Brasil.....	33
Figura 6: Zoneamento bioclimático brasileiro.....	35
Figura 7: Carta bioclimática adaptada a partir de Givoni (1992).	35
Figura 8: Recomendações técnico-construtivas para cada zona bioclimática.	36
Figura 9: Destaque para localização de Rondonópolis na Zona Bioclimática 6.	37
Figura 10: Carta Bioclimática apresentando as normais climatológicas de cidades desta zona, destacando a cidade de Goiânia, GO.....	38
Figura 11: Diretrizes construtivas para a Zona Bioclimática 6.	38
Figura 12: Gráfico do déficit habitacional por faixa de renda domiciliar no Brasil.....	46
Figura 13: Termohigrômetro	52
Figura 14: Localização de Rondonópolis e área de estudo.	55
Figura 15: Comparação da situação do Município de Rondonópolis (polígono rosa) em relação as zonas das Classificações climáticas a) NIMER (2003); b) NIMER E BRANDÃO (1989) e c) Zoneamento Bioclimático da NBR-15220-03 (2005).....	60
Figura 16: Variação da Altitude dos Terrenos do Sítio Urbano da Cidade de Rondonópolis..	67
Figura 17: Localização no contexto da malha urbana da cidade de Rondonópolis das edificações com baixo padrão de construção (P1, P2, P3 e P4) escolhidas para o estudo.	68
Figura 18: Aspectos Externos da Construção da Habitação P1 localizada no Conjunto Habitacional do Jardim Atlântico na cidade de Rondonópolis no setor leste da cidade de Rondonópolis.....	69
Figura 19: Aspectos Externos da Construção da Habitação P2 localizada no Conjunto Habitacional no Residencial Três Américas no setor leste da cidade de Rondonópolis.	70
Figura 20: Aspectos Externos da Construção da Habitação P3 localizada no Conjunto Habitacional no Residencial Três Américas no setor leste da cidade de Rondonópolis.	71

Figura 21: Vista Aérea Parcial do Conjunto Habitacional Jardim Belo Horizonte onde se Localiza a Habitação (P4) de Baixo Padrão de Construção.	72
Figura 22: Aspectos Externos da Construção da Habitação P4 localizada no Conjunto Habitacional Jardim Belo Horizonte no setor oeste da cidade de Rondonópolis.	72
Figura 23: Localização no Contexto da Malha Urbana da Cidade de Rondonópolis das Edificações Habitacionais (P5 e P6) com Padrões de Construção Médio e Alto Respectivamente. Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).	74
Figura 24: Vista Aérea Parcial do Bairro Santa Marina/Parque Sagrada Família onde se Localiza a Habitação (P5) de Médio Padrão de Construção.	74
Figura 25: Aspectos Externos da Construção da Habitação P5 localizada no Bairro Santa Marina/Pq Sagrada Família no setor sudeste da cidade de Rondonópolis.	75
Figura 26: Vista Aérea Parcial do Bairro Jardim Sunflower onde se Localiza a Habitação (P6) de Alto Padrão de Construção. Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).	76
Figura 27: Aspectos Externos da Construção da Habitação P6 localizada no Bairro Jardim Sunflower no setor leste da cidade de Rondonópolis.	77
Figura 28: Telas do programa RevZBBR mostrando a classificação bioclimática de Rondonópolis e Cuiabá segundo novas revisões da NBR (2005).	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Detalhamento das estratégias de condicionamento térmico.	35
Tabela 2: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	83
Tabela 3: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Negri Filho, D.	86
Tabela 4: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	88
Tabela 5: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Negri Filho, D.	90
Tabela 6: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Negri Filho, D.	93
Tabela 7: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Negri Filho, D.	96
Tabela 8: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Negri Filho, D.	98
Tabela 9: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	101
Tabela 10: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	103
Tabela 11: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	105
Tabela 12: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Negri Filho, D.	107
Tabela 13: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.	110
Tabela 14: Características físicas dos moradores das casas estudadas que realizaram os registros de conforto térmico das casas a partir de observação sensível.	116
Tabela 15: Nível de Conforto Térmico das Habitações segundo o registro das observações sensíveis realizadas pelos moradores durante os dias 24 a 30/03/2020 (período da primeira coleta - estação chuvosa)	118

Tabela 16: Nível de Conforto Térmico das Habitações segundo o registro das observações sensíveis realizadas pelos moradores durante os dias 20 a 26/09/2021 – (período da segunda coleta - estação seca)	119
Tabela 17: Classes de Conforto Térmico estimada para as Casas Estudadas em Rondonópolis a partir do Emprego do Índice de Desconforto – ID	120
Tabela 18: Classes de Conforto Térmico estimada para as Casas Estudadas em Rondonópolis a partir do Emprego do Índice de Temperatura e Umidade – ITU.....	121
Tabela 19: Detalhamento das estratégias de condicionamento térmico.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Padrão de Construção de Habitações Unifamiliares no Brasil segundo a Norma NBR 12.721:2006.....	63
Quadro 2: Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil.....	66
Quadro 3: Padrões de construção das habitações unifamiliares escolhidas para o estudo do conforto térmico na cidade de Rondonópolis.	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Definição de Clima e sua Importância para os Estudos Geográficos	22
2.1.1 Escalas espaciais do clima	23
2.1.2 Escalas temporais do clima.....	23
2.2 Clima Urbano.....	24
2.3 Clima, Zonas Bioclimáticas e Conforto Térmico em Edificações Residenciais	28
2.3.1 Climatologia Clássica-Separatista	29
2.3.2 Climatologia dinâmica.....	30
2.3.3 Principais Zonas Climáticas do Globo.....	31
2.3.4 As Massas de ar e Climas do Brasil.....	32
2.3.5 Os principais tipos de climas brasileiros.....	37
2.3.6 Zoneamento Bioclimático Brasileiro para Normatização de Edificações Habitacionais	39
2.3.7 Recomendações bioclimáticas para Rondonópolis/MT	42
2.3.8 Clima e os Projetos Arquitetônicos dos Conjuntos Habitacionais Populares no Brasil	44
2.4 A relação Clima, Conforto Ambiental	46
2.4.1 Conforto Ambiental de Edificações Habitacionais.....	46
2.4.2 Conforto térmico de Edificações Habitacionais	48
2.4.3 Os Efeitos diretos do Desconforto Térmico para o Corpo Humano	49
2.5 Déficit Habitacional no Brasil e a Importância dos Conjuntos Habitacionais Populares	50
3. METODOLOGIA.....	54
3.1 Área de Estudo.....	54
3.2 Materiais e Técnicas	57

4. RESULTADOS	64
4.1 A Adequação do enquadramento do clima local do município de Rondonópolis-MT no zoneamento bioclimáticos oficial brasileiro	64
4.2 A Distribuição e Representatividade Espacial dos Conjuntos Habitacionais Populares na cidade de Rondonópolis.....	67
4.3 Padrões de Construção e Características Topoclimáticas das Áreas onde se situam as Habitações Escolhidas para a Avaliação do Conforto Térmico na Cidade de Rondonópolis ..	69
4.4 Caracterização Geral do Ritmo Climático Local do Município de Rondonópolis nos Dois Períodos de Coleta de Dados do Estudo.....	86
4.5 A Influência do ritmo climático em nível local no conforto térmico das habitações da cidade de Rondonópolis.....	89
4.6 O Conforto térmico das habitações selecionadas para o estudo a partir de registros realizados por sensores de elementos do clima	89
4.7 Síntese do Conforto Térmico das Habitações Estudadas nos dois Períodos de Coleta a Partir de Dados Medidos	120
4.8 Segundo as Observações Sensíveis Registradas pelo Moradores das Residências Tabelas e Gráficos preparados para este fim e por períodos de coleta (estação seca e chuvosa).....	125
4.9 A adequação dos Modelos Matemáticos do Conforto Térmico Escolhidos para o Estudo.	129
5. Discussão dos Resultados	131
5.1 Sobre a Classificação do Clima Local de Rondonópolis no Zoneamento Bioclimático Brasileiro	131
5.2 Sobre o nível de conforto térmico das habitações de interesse social (his) dos conjuntos habitacionais de Rondonópolis.....	134
6. Conclusões e considerações finais.....	137
7. Referências	139

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos no Brasil têm aumentado consideravelmente a necessidade por habitações de programas de cunho social, graças ao déficit habitacional existente no País, que segundo dados da Fundação João Pinheiro de 2019, é de aproximadamente 5,8 milhões de unidades. Apesar de ter existido o Banco Nacional de Habitações (BNH), entre os anos de 1964 e 1986, não foi o suficiente para atender a demanda por habitações por parte da crescente população urbana brasileira (ORSI, 2016).

Em Rondonópolis, as áreas voltadas para a habitação de interesse social, começaram a ser implantadas na década de 1970, devido à grande procura, por parte da população de baixa renda, que crescia de maneira acelerada (SUZUKI, 1996, p. 165). Apesar de todos os projetos contratados já terem sido finalizados e entregues aos beneficiários, atualmente o município conta com um déficit habitacional de 10.719 (dez mil, setecentos e dezenove) famílias cadastradas no sistema habitacional, aguardando contemplação com Habitação de Interesse Social. (SOUZA, 2021)

A fim de atenuar essa questão, o governo brasileiro ao longo dos últimos anos, vem desenvolvendo muitos programas habitacionais, sobretudo, destino à população considerada baixa renda, com rendimento de até três salários-mínimos (MARAFON et al., 2014). No entanto, tal expansão tem ocorrido - quase sempre - apenas no sentido quantitativo e não qualitativo. Observa-se, ainda, a replicação por parte das construtoras de um padrão de conjuntos habitacionais em todo o território nacional, sendo que as diversidades regionais (climáticas, culturais ou de disponibilidade de materiais e de mão-de-obra qualificada) são deixadas de lado.

Uma importante ferramenta para a construção de casas capazes de garantir conforto térmico aos moradores mesmo de conjuntos habitacionais sociais é o zoneamento bioclimático que no Brasil definido por meio da NBR 15220 e que entrou em vigor no ano de 2005. Contudo, de acordo com vários estudos (GUARDA et al., 2018; LEÃO, 2006; ROTTA, 2009; MENEZES, 2006; MARAFON et al., 2014) as construtoras brasileiras também não respeitam as determinações dessa NBR para a construção das casas de conjuntos habitacionais sociais, sendo essa, portanto, uma das principais causas destas não ofertarem o nível adequado de conforto térmico aos seus moradores.

Assim, os conjuntos habitacionais executados acabam por apresentar deficiências,

dentre as quais se destacam as más condições de conforto ofertadas aos seus moradores. Tal afirmação foi comprovada por diversos autores, tais como Leão (2006), Rotta (2009) e Menezes (2006), por exemplo, citados por Marafon et al. (2014).

Segundo Rybczynski (1996), o conceito de conforto à moradia surgiu no século XVIII, inicialmente relacionado ao conforto térmico, evoluindo para outras esferas, com o passar do tempo. Para a Ashrae (2013), conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa.

O ser humano é um ser homeotérmico e controla sua temperatura, encontrando-se em um estado de conforto térmico quando o calor dissipado para o ambiente está em equilíbrio com o calor produzido em seu metabolismo sem recorrer a mecanismos de termorregulação (suor, vasodilatação, arrepios, vasoconstrição) (FROTA et al., 2003).

Porém, conforme Orsi (2016) e Giles et al. (1990), considerando os estudos de Lee e Henschel (1966), alertam que há níveis de desconforto térmico que além do desconforto em si, podem causar, em casos mais intensos, sofrimento, tensão física, perda de concentração, desequilíbrios fisiológicos e hospitalizações.

São bem conhecidos os efeitos negativos de elevadas temperaturas para o ser humano no que concerne a suas funções biológicas e, conseqüentemente, em suas várias atividades, como destacam Frota et al. (2013) e Ayoade (1986).

É importante destacar, que não raramente, são registradas ondas de calor em diversas localidades do planeta (a exemplo das ocorridas em Chicago no ano de 1993 e na Europa nos anos de 2005 e 2019), as quais levam a morte milhares de pessoas que tem organismos mais frágeis e vulneráveis (a exemplo de idosos e crianças).

Apesar de muitos estudos terem sido desenvolvidos com relação aos parâmetros de conforto térmico das edificações habitacionais ao clima onde se inserem, como Marafon (2014), Soares et al. (2016), Oliveira (2006), entre outros, ainda não existem pesquisas desse tipo sobre as edificações dos conjuntos habitacionais sociais em Rondonópolis. Portanto, por Rondonópolis pertencer a uma região de clima tropical, que tem como uma das suas principais características a ocorrência de elevadas temperaturas durante todos os meses do ano (SANTOS, 1996), e ainda, por contar com um grande número de conjuntos habitacionais populares (RONDONÓPOLIS, 2017), a realização de estudos a fim de investigar se as estratégias bioclimáticas são empregadas na construção das casas desses conjuntos reveste-se de grande importância social bem como interesse científico.

Assim, o presente estudo tem como objetivo principal analisar o nível de conforto térmico apresentado por casas de conjuntos habitacionais sociais (CHS) construídos em diferentes épocas, na cidade de Rondonópolis no Mato Grosso, em plena zona tropical. Esse objetivo se desdobra em quatro específicos: Caracterizar o clima Local de Rondonópolis; Avaliar a representatividade espacial dos conjuntos habitacionais populares na área da malha urbana consolidada de Rondonópolis; Avaliar o conforto térmico de casas de conjuntos habitacionais com padrão de construção baixo, médio e alto da área urbana consolidada de Rondonópolis e verificar se houve alteração no padrão de construção das residências dos conjuntos habitacionais construídos recentemente em relação ao conforto térmico que oferecem aos moradores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição de Clima e sua Importância para os Estudos Geográficos

O estudo do clima é primordial para a Geografia, pois visa a compreender como, cronologicamente, as marcas deixadas pelo clima configuram o relevo, vegetação e solo, além disso traçar as atividades humanas. Resumindo, estudar e entender o clima é primordial para entender a evolução dos diferentes domínios de paisagens que compõem o planeta Terra (BRITO et al., 2015).

Para Santos (2015), o clima é um dos elementos naturais principais na formação da paisagem geográfica, pois dele dependem o desenvolvimento das espécies e sua disseminação pelo planeta que sempre estiveram associadas às características climáticas. Ainda segundo a autora, a maioria das atividades humanas e das condições de vida dependem do clima, como por exemplo, as atividades econômicas, agricultura, indústria, saúde e cotidiano humano.

Segundo Ayoade (1986), sobre o clima:

O clima influencia o homem de diversas maneiras e o homem influencia o clima através de suas várias atividades. Até recentemente a ênfase maior residia no controle que o clima exercia sobre o homem e suas atividades. Com o aumento populacional e o aumento das capacidades tecnológicas/científicas da humanidade, percebeu-se que o homem pode influenciar e de fato tem influenciado o clima, apesar dessa ação ser feita principalmente numa escala local (p. 286).

Segundo Mendonça (2000), a saúde humana é fortemente influenciada pelo clima. As condições térmicas, de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar exercem destacada influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas. Para Critchfield, citado por AYOADE (1986, p. 289), “a saúde humana, a energia e o conforto são mais afetados pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente”.

Isso inclui também o conforto térmico de residências, por isso as preocupações com os padrões construtivos, as características de moradia, como ventilação, iluminação, insolação, umidade relativa e temperatura ambiente (interna das edificações). Pois, todos esses fatores influenciam direta ou indiretamente na saúde humana, no conforto térmico e,

por conseguinte, nas doenças do aparelho circulatório (MURARA e AMORIM, 2010, p. 90).

2.1.1 Escalas espaciais do clima

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007 *apud* BRITO, 2015), as escalas espaciais de estudo climático são compartimentadas em macroclima, mesoclima e microclima, sendo esta compartimentação muito usada nas pesquisas.

- **Macroclima:** é a maior das unidades climáticas. Compartimenta o globo, segundo o clima. Trabalha com áreas extensas superior a 2.000 km de abrangência. A definição do clima nesta escala é subordinada aos parâmetros de circulação geral da atmosfera, fatores astronômicos e fatores geográficos maiores, tais como a divisão entre oceano e continente.
- **Mesoclima:** unidade intermediária entre as grandezas superior e inferior do clima (macroclima e microclima). Espacialmente reflete o clima de um continente, grandes áreas florestadas, desertos por exemplo. Trabalha intimamente ligada com algum outro elemento de destaque na paisagem como a vegetação ou o relevo. A dimensão espacial do microclima pode variar de dezenas de km² até centenas de km². O que condiciona esta dimensão espacial é a dinâmica dos sistemas atmosféricos regionais ou secundários.
- **Microclima:** é a menor e mais imprecisa escala de trabalho. Varia de local para local. Os fatores que definem esta escala estão condicionados ao movimento do ar na superfície, tipos de uso do solo e obstáculos urbanos.

2.1.2 Escalas temporais do clima

Ainda referenciados em Mendonça e Danni-Oliveira (2007, *apud* BRITO, 2015), as escalas temporais para estudo climático são subdivididas em geológica, histórica e contemporânea.

- **Escala geológica:** são estudados neste nível a variação dos fenômenos climáticos que ocorreram no planeta desde a sua formação. É nessa escala que se desenvolvem os estudos da paleoclimatologia. São investigados indicadores

geológicos, biológicos e morfológicos que guardam por grandes lapsos temporais as marcas do clima. Além disso, é a partir desta escala que se estuda as mudanças do clima em milhões de anos passados.

- **Escala histórica:** referência um tempo passado, desde a era registrada pelo homem. Para tanto, são analisados relatos de viagem, desenhos rupestres, ferramentas antigas até os primeiros registros meteorológicos executados. A partir da coleta de informações, o pesquisador começa a montar qual era o tipo climático reinante.
- **Escala contemporânea:** é nesta escala em que se encontra a maioria dos trabalhos feitos na atualidade. São coletados dados a partir de uma série temporal de aproximadamente 30 - 35 anos. Desde 1950, com a criação da Organização Meteorológica Mundial (OMM) ocorre a produção sistemática de dados meteorológicos, diferenciada de acordo com o desenvolvimento em pesquisa tecnologia em nosso país, a partir do melhoramento na infraestrutura de órgãos públicos e de agências de pesquisas.

2.2 Clima Urbano

O clima e suas formas de manifestações é (e sempre foi) um dos elementos da natureza dos mais impactantes e que mais influenciam a existência dos organismos e seus ambientes naturais. Ingenuidade seria, entretanto, desconsiderar a influência que o próprio homem é capaz de exercer sobre o clima (principalmente na escala local), criando assim uma dinâmica de impacto mútuo (BOVIS, 2012).

O clima influencia o homem de diversas maneiras, e o homem influencia o clima através de suas várias atividades. Até recentemente a ênfase maior residia no controle que o clima exercia sobre o homem e suas atividades. Com o aumento populacional e o aumento das capacidades tecnológicas/científicas da humanidade, percebeu-se que o homem pode influenciar e de fato tem influenciado o clima, apesar dessa ação ser feita principalmente numa escala local (AYOADE, 1986, p. 286).

Para o homem, esta afirmativa é ainda mais evidente principalmente quando a abordagem acerca do clima é feita considerando-se os núcleos urbanos e seus fenômenos climáticos próprios. Pois, o clima exerce influência no homem assim como o homem

também exerce um papel importante na dinâmica climática por meio das suas várias atividades (BOVIS, 2012).

Se a sociedade influi no clima em escala global isso ainda é alvo de muita discussão entre os inúmeros cientistas, entretanto parece ser unânime que o homem seja capaz de alterar o clima em escala local. E uma das áreas mais afetadas é a cidade. O meio urbano é alvo das mais arbitrarias práticas modificadoras da paisagem ocasionadas pelo homem. Um exemplo é a formação das chamadas ilhas de calor, que pode acarretar principalmente em doenças respiratórias, gerando aumento nos gastos do governo local na área da saúde (NÓBREGA E LEMOS, 2011).

Dessa forma, percebe-se que inicialmente há ações antrópicas locais no ambiente (a urbanização, o desmatamento e o desenvolvimento da agricultura), as quais modificam localmente o ambiente e o clima. O conjunto destas diversas alterações no ambiente poderá, então, influenciar o tempo e clima locais em curto prazo e, talvez, o clima regional e global em longo prazo (NUNES E MENDES, 2012).

Ao se tratar da construção de conjuntos habitacionais sociais ou um complexo de conjuntos habitacionais, comumente implantados nas periferias urbanas, algumas características são preponderantes, como: a necessidade de uma grande área, retirar a vegetação quando existente e possivelmente haverá grande concentração de construções aglomeradas, uma vez que as casas e terrenos são de tamanhos reduzidos e muitos projetos apresentam casas geminadas e, geralmente, falta arborização, somando-se a estas características, as elevadas temperaturas registradas no verão em cidades de clima tropical (Rondonópolis), é de se esperar que exista um impacto ambiental relativamente acentuado, resultando em desconforto térmico (ORSI, 2016).

O estudo do clima urbano teve origem ainda no século XIX, com Luke Howard, em Londres, e hoje em dia, considerando que a maior parte da população se encontra nas cidades, torna-se cada vez mais necessário, em função da qualidade de vida nas cidades e das alterações no ambiente natural geradas pela urbanização (SILVEIRA, 2007).

As cidades são sistemas complexos, abertos a fluxos de energia e massa, e caracterizados por um contínuo processo de mudança. A concentração de área construída e verticalizada, resultado da rápida expansão do tecido urbano, implica em alterações no comportamento dos parâmetros meteorológicos. Os espaços ocupados por indústrias e comércio, com altos índices de áreas pavimentadas, associados à presença de poluentes, criam condições que alteram as propriedades da baixa troposfera e do clima local (ASSIS, 2010).

Para Hidore e Oliver (2002 *apud* ASSIS, 2010), o clima de uma área urbana é uma modificação substancial de um clima local, no entanto, ainda não é possível estabelecer com exatidão qual o número de habitantes, concentração populacional, grau de impermeabilização ou densidade de edificações em que essa perturbação do clima local se inicia. Ainda segundo os autores, fatores naturais como a topografia e drenagem podem atenuar os efeitos da urbanização.

Comparando valores térmicos e hídricos entre áreas rurais e urbanas pode-se verificar grandes efeitos da alteração do clima sobre as cidades, na concentração de poluentes e materiais particulados. As modificações na superfície, faz com que a cidade produza um aumento de calor, alterações na ventilação, umidade e precipitações. Sendo assim, a própria urbanização provoca modificações na composição química da atmosfera, atingindo, frequentemente, condições adversas (ASSIS, 2010).

De acordo com Landsberg (1981, p.18 *apud* SILVEIRA, 2007), as características das superfícies urbanas que interferem nas condições climáticas locais são: (1) a rugosidade, que influencia a direção e velocidade dos ventos e a distribuição vertical da temperatura do ar; (2) o albedo, que interfere na distribuição vertical da temperatura do ar; (3) a capacidade calorífica e a condutividade dos materiais, que têm influência nas distribuições horizontal e vertical da temperatura do ar; e (4) a permeabilidade, que está relacionada com o escoamento das águas pluviais.

Segundo Monteiro (2003, p. 19), o clima urbano é “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Apesar de local, o clima urbano é intrinsecamente relacionado com o clima regional, numa escala mais ampla.

Monteiro (2003, p. 24 *apud* SILVEIRA, 2007) reúne em três grandes grupos o resultado da produção do clima urbano, sob o ponto de vista da percepção humana:

- a) o conforto térmico que é expresso através de componentes termodinâmicos, como o calor, ventilação e umidade, e afeta a todos permanentemente;
- b) a qualidade do ar, onde a poluição atmosférica é um dos grandes problemas na qualidade ambiental das grandes cidades;
- c) os meteoros de impacto, que são todas as formas meteóricas, hídricas, mecânicas ou elétricas que podem causar transtornos na circulação e nos serviços nas cidades.

impede a formação de ambientes de transição entre o rural e o urbano.

2.3 Clima, Zonas Bioclimáticas e Conforto Térmico em Edificações Residenciais

A transformação do ambiente natural ocorre em consequência das mudanças e fenômenos climáticos em função do tempo (cronológico), ou por meio da ação do Homem.

Os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera, litosfera (AYOADE, 1996). Assim, o desenvolvimento da vida e sua dispersão pela terra são diretamente ligadas e influenciadas pelas propriedades climáticas do lugar.

O clima talvez seja o mais importante componente do ambiente natural, ele afeta os processos geomorfológicos, os da formação dos solos, e o crescimento e desenvolvimento das plantas. Os organismos, incluindo o homem, são influenciados pelo clima. As principais bases da vida para a humanidade, principalmente o ar, a água, o alimento e o abrigo estão na dependência do clima (AYOADE, 2010, p. 286).

Ayoade (1996) diz que na ciência da atmosfera, é feita a distinção entre tempo (meteorológico) e clima, entende que o tempo é o estado médio das condições atmosféricas numa dada porção de tempo e em um dado lugar, além de lidar apenas com eventos específicos. Enquanto clima é a síntese do tempo num dado lugar durante um longo período (entre 30 a 35 anos) e abrange maior número de dados do tipo: variabilidades climáticas, condições extremas e probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo.

O tempo meteorológico é um dos elementos mais dinâmicos do meio ambiente, pois está a todo o momento se modificando. Essa constante movimentação é devida à instabilidade que os elementos atmosféricos apresentam em relação aos fatores que os modificam (SANTOS, 2015).

Sobre os elementos constitutivos do clima, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) citam três: a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica, que interagem na formação dos diferentes climas da Terra. No entanto, ressaltam que tais elementos, variam tanto espacial como temporalmente por consequência da influência dos fatores geográficos do clima, a saber: a latitude, a altitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. Ainda segundo os autores, “a circulação e a dinâmica atmosférica

superpõem-se aos elementos e fatores climáticos e imprimem ao ar uma permanente movimentação.

A fim de se conhecer o clima de diferentes localidades, o que é importante pois atende as particularidades de diversas áreas do conhecimento e auxilia na organização das atividades humanas, os aspectos climáticos de diferentes localidades são analisados com objetivo de sintetizar as informações do clima de um dado local e efetuar a classificação climática (NASCIMENTO, OLIVEIRA, LUIZ, 2017).

Segundo Nobrega (2009), os pesquisadores no domínio do mesoclima sempre se preocuparam com a questão de classificar os macroclimas. O autor citando El Tom (2003), externa que a complexidade das dificuldades envolvidas exigiu a adoção de várias abordagens e técnicas distintas e, portanto, resultou na presença de vários sistemas de classificações climáticas. De modo geral, tem-se observado que os critérios utilizados nos principais sistemas variam entre a precipitação, temperatura, vegetação e massas de ar, sejam como variáveis independentes ou como diferentes combinações.

Sobre as abordagens, existem duas ideias centrais, a clássica ou separatista e a dinâmica.

A climatologia clássica é também chamada de climatologia separatista, uma vez que os elementos climáticos, tais como temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade, precipitação, direção e velocidade dos ventos e radiação solar, são tratados de maneira independente e, justamente por isso, muitas vezes, são considerados isoladamente. A principal crítica a essa visão clássica está justamente no fato de a conexão entre os elementos do clima não ser considerada, o que, definitivamente, não representa a realidade (CUNHA e VECCHIA, 2007).

2.3.1 Climatologia Clássica-Separatista

A metodologia adotada pelos estudos climáticos, que se apoiam na abordagem clássica, se baseia no tratamento e na utilização de apenas alguns atributos que compõem o clima. Caracristi (2002), destaca negativamente o fato dessa abordagem trabalhar os elementos climáticos de forma isolada, através de análises geralmente unidimensionais, ressaltando puramente os aspectos quantitativos e descritivos do fenômeno climático, levando a formulações generalistas e a grandes abstrações. Essa fragmentação dos fenômenos é agravada pelo fato de a climatologia tradicional se utilizar, insistentemente, de valores médios dos diversos elementos climáticos.

De acordo com Borsato (2000), sabe-se que as médias estão longe de retratar a realidade. O mesmo autor cita um exemplo que confirma essa ideia: duas cidades podem apresentar a mesma média de temperatura e de precipitação, contando, porém, com uma dinâmica climática distinta uma da outra, levando em conta a distribuição da pluviosidade ao longo das estações do ano e as oscilações da temperatura (CUNHA e VECCHIA, 2007).

Dentro desse pensamento, a ideia central da climatologia clássica é expressa por Hann (1882 *apud* MONTEIRO, 1991), clima é o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera sobre determinado lugar da superfície terrestre. Esta concepção considera os dados a partir de suas médias, o que representa uma abstração desconectada da realidade, pois os elementos do tempo (meteorológico) interagem, entre si, no tempo e no espaço, sobretudo por não serem elementos estáticos, artificiais ou subjetivos (CUNHA e VECCHIA, 2007).

Ainda segundo a definição de Köppen (1906 *apud* MONTEIRO, 1991) considera clima como o estado médio da atmosfera e o processo ordinário de tempo em dado lugar, considerando-se que o tempo meteorológico se altera, porém, o clima se mantém constante. Nesta definição, é ressaltado o fato de o clima representar o que é esperado, baseado em experiências e registros prévios e de o tempo representar o que é observado em um dado momento, como um evento pontual. Esta definição, porém, ainda considera a importância de valores médios no estudo do clima (CUNHA e VECCHIA, 2007).

2.3.2 Climatologia dinâmica

A atual abordagem da climatologia está relacionada à Meteorologia Dinâmica e a proposta climática de Max Sorre como pode ser notada no método sintético das massas de ar e dos tipos de tempo de Pédelaborde (1970) e nos estudos desenvolvidos por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro. A grande diferença entre concepções de Pedelaborde e Monteiro refere-se ao paradigma da totalidade expresso em Pedelaborde e o ritmo expresso por Monteiro (FERREIRA, 2012).

Segundo Tarifa (2002), utilizando-se da abordagem dinâmica, “O(s) clima(s) é (são) uma composição da totalidade dos ritmos dos estados da atmosfera sobre um lugar na superfície da Terra, para uma determinada relação espaço-tempo”. Para Cunha e Vecchia (2007), o objetivo primordial da abordagem dinâmica é considerar os elementos climáticos

de maneira integrada, considerando a impossibilidade de tratá-los de maneira dissociada quando o que se busca é a compreensão da realidade.

Nesse enfoque, os elementos do clima não são analisados separadamente, mas sim em conjunto. Esse novo paradigma da Climatologia foi introduzido na França por Sorré (1947), seguido por Pedelaborde (1970), de Strahler (1951) e que teve grande aplicação no Brasil a partir dos estudos de Monteiro (1971) e Nimer (1979) (HIERA, SOUZA FILHO, BORSATO, 2016).

Sorre (1957) trata clima como o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera, em determinado lugar, em sua sucessão habitual. Esta definição representa grande avanço e pode ser considerada como um divisor de águas na climatologia. Max Sorre é visto como o idealizador da climatologia dinâmica. Sua definição admite que os estados atmosféricos variam com o tempo cronológico e, talvez o mais importante, com certo ritmo. É importante notar que a análise rítmica dos tipos de tempo propõe um estudo do clima pelos seus elementos integrados na unidade "tempo", mostrando toda a variabilidade do clima em uma sucessão diária (CUNHA e VECCHIA, 2007).

2.3.3 Principais Zonas Climáticas do Globo

Provavelmente pelo seu estilo abrangente e eficaz em diferenciar os climas do mundo, a classificação climática proposta por Strahler (1969), é sem dúvida uma das mais utilizadas, tanto no ambiente científico como no cotidiano e, por isso mesmo é muito divulgada em livros didáticos (NASCIMENTO, LUIZ, OLIVEIRA, 2016).

Baseado nas características dos regimes das massas de ar e nos elementos precipitação e temperatura, o autor divide os climas do globo terrestre em quatro principais grupos: os climas das latitudes baixas, controlados pelas massas de ar equatoriais e tropicais; os climas das latitudes médias, controlados pelas massas de ar tropicais e polares; os climas das latitudes altas, controlados pelas massas de ar polares; e o clima das grandes altitudes, onde o relevo é o fator determinante (NASCIMENTO, LUIZ, OLIVEIRA, 2016).

Esses grupos climáticos são subdivididos em 13 zonas climáticas, conforme pode ser visualizado na figura 02.

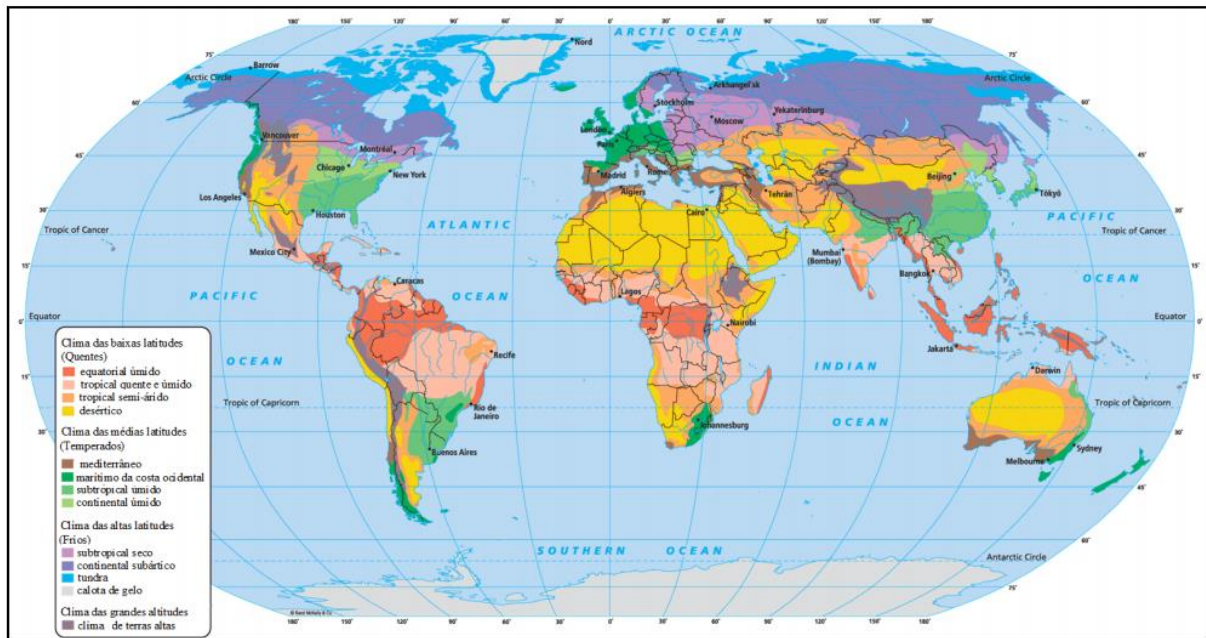


Figura 2: Classificação climática proposta por Strahler (1969).

Fonte: <https://tabbara.wikispaces.com/file/view/Climate.jpg/162755973/Climate.jpg>. Acesso em: 17/08/2016.

Rossato (2011), aponta que Strahler, além de considerar os elementos precipitação e temperatura para definir e distinguir as regiões climáticas do mundo, na proposta de classificação climática também é incorporado o paradigma dinâmico no que se refere às características e aos regimes das massas de ar. Para Sant’Anna Neto (2001), essa é contribuição mais significativa na busca de uma classificação climática de base genética e dinâmica.

2.3.4 As Massas de ar e Climas do Brasil

A Climatologia Geográfica é nova no Brasil, tendo surgido a partir 1962, com as publicações dos trabalhos do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, pois até então, a grande maioria dos trabalhos em clima eram produzidos utilizando-se somente as abordagens generalizadoras, fundamentadas em valores totais e nas médias, sem considerar a dinâmica atmosférica.

Monteiro admitia o entendimento do clima por meio de uma concepção geográfica, dada a complexidade e heterogeneidade do espaço urbano. Assim, com base na visão da cidade, enquanto local de morada da sociedade, o clima é entendido como o “ritmo de sucessão habitual dos estados atmosféricos sobre os lugares” (RAMPAZZO, 2015;

BORSATO E MENDONÇA, 2015).

A nova perspectiva é dinâmica (série e sucessão) e está baseada em uma propriedade intensiva da atmosfera – a própria ideia de tempo meteorológico, essencialmente associativa. Parece-me que não há dúvida de que o paradigma novo é o do ritmo em substituição à média dos elementos discretamente dissociados à atmosfera e expressos como meras propriedades extensivas (MONTEIRO, 1976, p. 23 *apud* RAMPAZZO, 2015).

Segundo Zavattini (2009 *apud* BORSATO e MENDONÇA, 2015)

A partir de Monteiro, surgiu uma nova vertente, sem que se abandonasse a climatologia tradicional. Por meio do estudo publicado no ano de 1962, Monteiro inicia sua caminhada rumo à sistematização dos estudos climáticos à luz do método dinâmico, dando origem à “escola de climatologia geográfica brasileira”

Monteiro (1962, p. 12) acredita “na necessidade de recorrer à dinâmica atmosférica, não apenas esporadicamente, na interpretação de fatos isolados, mas com a devida ênfase na própria definição climática regional”. O estudo da dinâmica das massas de ar possibilita a compreensão da gênese dos tipos de tempo (BORSATO E MENDONÇA, 2015).

Uma massa de ar pode ser descrita como uma porção individualizada da atmosfera quanto às suas características ou qualidades. Abrangem uma grande extensão horizontal, apresentando espessura bem desenvolvida, homogeneidade horizontal de suas propriedades físicas, principalmente temperatura e umidade e, pequena ou mesmo nenhuma variação dessas propriedades no sentido vertical. Segundo Hare (1963 *apud* Ayoade, 2003), “uma massa de ar pode ser definida, como um grande corpo de ar horizontal e homogêneo, deslocando-se como uma entidade reconhecível e tendo tanto origem tropical quanto polar” (TORRES e MACHADO, 2008).

As Massas de ar podem ser semi-fixas, outras migratórias, tendo como área origem (A região onde uma massa de ar adquire as suas propriedades e características de temperatura e umidade) as grandes massas líquidas, regiões polares e as grandes extensões continentais e tendem a adquirir as características correspondentes às áreas por onde se deslocam, o frio das regiões polares, o calor dos trópicos, a umidade dos oceanos ou a secura dos continentes. O estado do tempo dentro de uma massa de ar varia localmente e diariamente, devido ao aquecimento ou arrefecimento, ou ainda, à precipitação ao longo do tempo cronológico (BORSATO e MENDONÇA, 2008).

Segundo Torres e Mendonça (2008),

Em decorrência da Circulação Geral da Atmosfera, as massas de ar podem ser originadas em diferentes áreas, de diferentes latitudes e, assim, recebem denominações distintas, baseadas na respectiva área de origem: Polares (P), Tropicais (T), Equatoriais (E). Porém, para uma mesma condição de latitude, a massa de ar pode se formar sobre continentes ou sobre oceanos, sendo então denominadas: Continental (c) ou marítima (m), respectivamente. Em geral, ocorre que as massas de ar continentais são “secas” e as marítimas são “úmidas”, tendo-se como exceção, a região de origem Amazônica que, embora sendo uma área continental, sua densa floresta, a grande evaporação, evapotranspiração e umidade do ar, aliadas à sua rica bacia fluvial, dão origem a massas de ar geralmente quentes e úmidas.

E ainda destacam que, “dependendo da estação, as massas que atuam na América do Sul e no Brasil (Figura 03) se alteram, pois, estas avançam ou recuam sobre o território brasileiro. Esses seus avanços e/ou recuos é que vão caracterizar os tipos climáticos que predominam no País.”

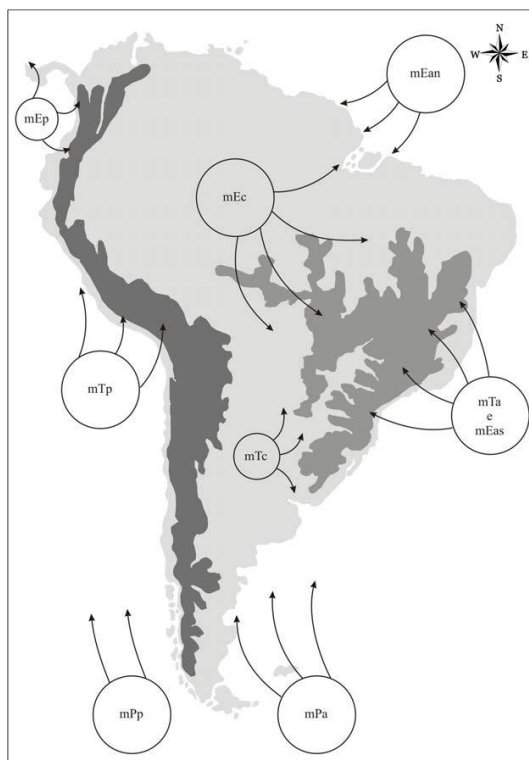


Figura 3: Centros dispersores das massas de ar que atuam na América do Sul. Adaptado de: Forsdyke (1969); Tubelis e Nascimento (1984) e Nimer (1989 apud TORRES e MACHADO, 2008).

Segue uma breve caracterização das diversas massas de ar que atuam no território brasileiro, segundo Torres e Machado (2008):

A) As massas de ar Equatoriais (Continental e Oceânicas) originam-se na faixa equatorial de pressões baixas, sendo instáveis, dotadas de elevadas temperaturas e umidade, associadas, pois, à pequena amplitude térmica anual. A forte convecção no interior da massa de ar provoca a condensação do vapor d'água, nebulosidade constante e chuvas abundantes.

A.1) mEc: A massa de ar Equatorial Continental é causada, basicamente, pela baixa pressão da Região Amazônica, ou seja, forma-se sobre o continente aquecido, onde dominam as calmarias e os ventos fracos, sobretudo no verão.

A.2) mEa: Ocorre tanto no Hemisfério Norte (mEan), quanto no Hemisfério Sul (mEas). Estas massas de ar são comumente tratadas de forma conjunta com as massas de ar tropicais, uma vez que são todas constituídas ou “alimentadas pelos Alísios boreais e austrais” (AZEVEDO, 1968). São, pois, comuns aos dois hemisférios e formam-se sobre o Oceano Atlântico sendo, então, massas de ar quentes e úmidas.

B) As massas Tropicais marítimas estão associadas aos anticiclones do Atlântico e do Pacífico. A pequena umidade dessas massas de ar dá origem a chuvas leves, principalmente de origem orográfica, que ocorrem junto ao litoral. Limitam-se ao sul com as massas polares, formando as Frentes Polares.

B.1) mTp: A massa de ar Tropical Marítima do Pacífico tem efeito direto nas condições climáticas do Brasil somente no verão. Nesta época, a massa de ar pode elevar-se orograficamente na face ocidental da Cordilheira do Andes, descendo pela sua face oriental como brisa de montanha (seca), indo alimentar a Depressão do Chaco.

B.2) mTa: A massa de ar Tropical do Atlântico Sul ocorre o ano todo no Brasil (mas destacadamente no inverno), atingindo o litoral brasileiro. Forma-se na região marítima quente do Atlântico Sul, recebendo calor e umidade na superfície.

B.3) mTc: A massa de ar Tropical Continental, adquire maior importância durante o verão, ou melhor, dos fins da primavera ao início do outono. Sua região de origem é a estreita zona baixa, quente e árida à leste dos Andes e ao sul do Trópico.

C) Frente Polar: As massas de ar que deixam o continente Antártico, penetram por sobre os oceanos onde se “aquecem” e ganham umidade rapidamente. Com o desaparecimento da subsidência, elas se tornam instáveis e com tal estrutura invadem o continente sul-americano, entre os dois centros de ação, do Pacífico e do Atlântico, seguindo duas trajetórias diferentes condicionadas pelo relevo: a primeira, a oeste dos Andes (mPp) e a segunda, sob a forma de grandes anticiclones, a leste da Cordilheira (mPa).

C.1) mPa: A Massa de ar Polar Atlântica está associada aos anticiclones que se formam na região sub-Antártica (Mar de Weddel), que no inverno está ocupada por gelos flutuantes e banquisas (ou ice field campo de gelo), “produzidas pelo próprio congelamento das águas do oceano” (GUERRA e GUERRA, 1997). Inicialmente, esta massa de ar possui ar frio, seco e estável. À medida que a massa se desloca sobre o oceano - Atlântico (mPa) e/ou Pacífico (mPp) – ganha “calor” e umidade. Essa massa de ar propicia tempo frio e causa o fenômeno da geada, principalmente nos estados da Região Sul do país. Os anticiclones polares ocorrem durante todo o ano, mas são mais frequentes e fortes durante o inverno.

Dada a configuração do relevo brasileiro, especialmente na porção sul, a massa Polar Atlântica consegue penetrar a fundo no território nacional, quando ocorre o inverno no Hemisfério Sul, atingindo todas as regiões, direta e/ou indiretamente. A mPa avança sobre o País seguindo três ramos ou três orientações principais (Figura 04).



Figura 4: A mPa e seus ramos de penetração no território brasileiro. Adaptado de: Tubelis e Nascimento (1984 apud TORRES e MENDONÇA, 2008).

2.3.5 Os principais tipos de climas brasileiros

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utiliza oficialmente a proposta de classificação climática desenvolvida por Nimer (1979), a partir da concepção da classificação climática proposta por Strahler (1969), para diversos atlas geográficos e livros didáticos. Dessa maneira, nesse trabalho a classificação climática disponibilizada por Nimer, com base na classificação de Strahler, será utilizada por considerar o clima a partir da dinâmica de atuação das massas de ar num determinado lugar, expressando dessa maneira harmonia com o conceito de clima de Max Sorre.

Na classificação de Nimer (1979), o clima de uma região é representado pelo conjunto estatístico de suas condições durante um intervalo específico de tempo. Essas condições geralmente incluem a temperatura, precipitação e umidade. O mapa de climas do IBGE (BRASIL, ano), baseado na classificação climática de Nimer, são apresentadas as divisões climáticas do País (NOVAIS, 2011), de acordo com a temperatura média e a quantidade de meses secos (Figura 05).

- Clima Quente (temperatura média $> 18^{\circ}\text{C}$ durante todo o ano)
 - Super úmido (sem seca e subseca);
 - Úmido (de 1 a 3 meses secos);
 - Semiúmido (de 4 a 5 meses secos);
 - Semiárido (de 6 a 11 meses secos).
- Clima Subquente (temperatura média entre 15°C e 18°C em pelo menos um mês no ano)
 - Superúmido (sem seca e subseca);
 - Úmido (de 1 a 3 meses secos);
 - Semiúmido (de 4 a 5 meses secos);
 - Semiárido (6 meses secos).
- Mesotérmico Brando (temperatura média entre 10°C e 15°C em pelo menos um mês no ano)
 - Superúmido (sem seca e subseca);
 - Úmido (de 1 a 3 meses secos);
 - Semiúmido (de 4 a 5 meses secos).
- Mesotérmico Mediano (temperatura média $< 10^{\circ}\text{C}$ em pelo menos um mês no ano)

- Superúmido (sem seca e subseca);
- Úmido (de 1 a 3 meses secos).



Figura 5: Classificação climática de NIMER para o Brasil.
 Fonte: IBGE (2003).

A proposta de classificação dos climas brasileiros de Nimer se apoia na definição de três sistemas: o primeiro é relativo à gênese climática baseada nos padrões de circulação atmosférica, configurando três climas zonais (equatorial, tropical e temperado); o segundo emprega as frequências médias de valores extremos de temperatura, definindo regiões térmicas (quente, subquente, mesotérmico brando e mesotérmico mediano); e o terceiro, que relaciona o número de meses secos com o tipo de vegetação natural predominante, define regiões com padrões homogêneos de umidade e seca (que variam de superúmido a semiárido) (NASCIMENTO, LUIZ, OLIVEIRA, 2016).

Dentro dessa proposta de classificação de climas de Nimer para o Brasil, as cidades de Cuiaba-MT e Rondonópolis-MT estão na mesma classificação, a saber: Tropical Brasil Central, Quente e Semi-Úmido.

2.3.6 Zoneamento Bioclimático Brasileiro para Normatização de Edificações Habitacionais

A elaboração de um mapeamento bioclimático para o Brasil vem sendo desenvolvida desde a década de 80 por diferentes instituições de pesquisa. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), em 1985, desenvolveu metodologia com o objetivo de avaliar o desempenho de habitações unifamiliares térreas, estabelecendo requisitos e critérios de desempenho para os componentes das edificações em situações de inverno e de verão. Foi definido um zoneamento climático de verão, com 11 zonas, e um zoneamento climático de inverno, com 9 zonas (MADEIRA, 1999 *apud* MARTINS, BITTENCOURT, KRAUSE, 2012).

Silva (1994), a partir do uso das normais climatológicas de 204 estações meteorológicas brasileiras, estabelece um zoneamento bioclimático em função dos desvios da zona de conforto proposta por Givoni (1992). Tal zoneamento foi composto de 3 grandes zonas e suas respectivas subzonas, representando um total de 13 zonas bioclimáticas para fins de edificações. Em 1997, institutos de pesquisas dentro do contexto do Programa Brasileiro de Construção Habitacional elaboraram critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social. O documento apresenta 8 zonas bioclimáticas, abrangendo, para cada uma delas, critérios para verão e inverno. No ano seguinte, no contexto do Projeto de Inovação Tecnológica, Roriz, Lamberts e Ghisi (1998) propuseram um zoneamento bioclimático para fins de estudo do conforto térmico em habitações de interesse social, resultando em 8 zonas bioclimáticas (MARTINS, BITTENCOURT, KRAUSE, 2012).

O primeiro zoneamento bioclimático de caráter normativo para o Brasil foi apresentado em 2003, como parte 3 da NBR 15220, que entra em vigor em 2005. O atual zoneamento consiste na divisão do território brasileiro em 8 zonas bioclimáticas, para as quais são apresentadas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. (NBR, 2005)

A avaliação de desempenho térmico de uma edificação pode ser feita tanto na fase de projeto, quanto após a construção. Em relação à edificação construída, a avaliação pode ser feita através de medições in-loco de variáveis representativas do desempenho, enquanto que na fase de projeto esta avaliação pode ser feita por meio de simulação computacional ou através da verificação do cumprimento de diretrizes construtivas. Esta parte da NBR apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na fase de projeto.

Ao mesmo tempo em que estabelece um Zoneamento Bioclimático Brasileiro, são feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixados. (NBR, 2005).

O zoneamento bioclimático brasileiro, NBR 15220:2003, compreende oito diferentes zonas, homogêneas quanto ao clima, conforme apresentação na Figura 06. Para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, por meio de sua melhor adequação climática. (NBR, 2005)

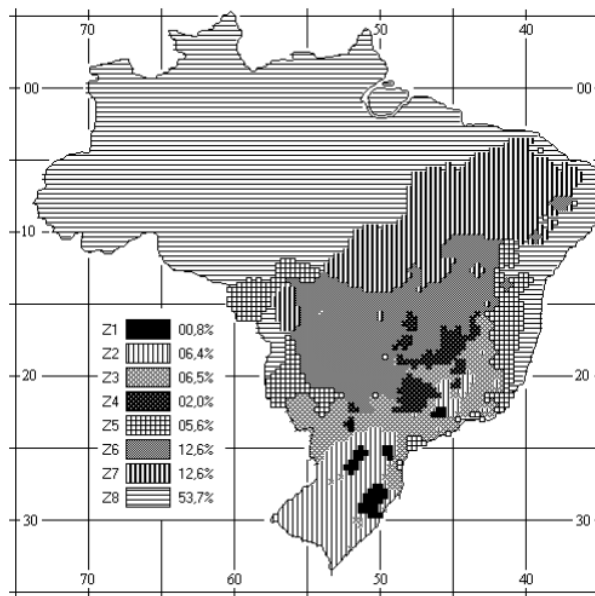


Figura 6: Zoneamento bioclimático brasileiro.
Fonte: NBR (2005).

A legenda do gráfico aponta a porcentagem do território brasileiro que é classificado segundo cada zona.

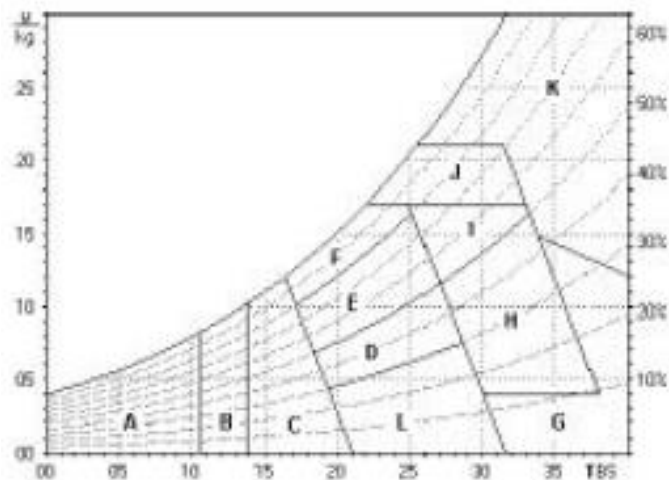


Figura 7: Carta bioclimática adaptada a partir de Givoni (1992).

Fonte: NBR (2005).

Foram estipuladas recomendações técnico-construtivas de condicionamento térmico passivo para cada uma dessas zonas (Figura 08 e Tabela 01), por meio de sua melhor adequação climática.

A – Zona de aquecimento artificial (calefação)	G + H – Zona de resfriamento evaporativo
B – Zona de aquecimento solar da edificação	H + I – Zona de massa térmica de refrigeração
C – Zona de massa térmica para aquecimento	I + J – Zona de ventilação
D – Zona de Conforto Térmico (baixa umidade)	K – Zona de refrigeração artificial
E – Zona de Conforto Térmico	L – Zona de umidificação do ar
F – Zona de desumidificação (renovação do ar)	

Figura 8: Recomendações técnico-construtivas para cada zona bioclimática.

Fonte: NBR (2005)

A tabela 01 apresenta o detalhamento das diferentes estratégias de condicionamento térmico passivo segundo a NBR 15.220-3.

Tabela 1: Detalhamento das estratégias de condicionamento térmico.

Fonte: NBR (2005)

ESTRATÉGIA	DETALHAMENTO
A	O uso de aquecimento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio.
B	A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfície envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar.
C	A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido.
D	Caracteriza a zona de conforto térmico (a baixas umidades).
E	Caracteriza a zona de conforto térmico.
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.
G E H	Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar.
H E I	Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem.
I E J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.
K	O uso de resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.
L	Nas situações em que a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura do ar estiver entre 21°C e 30°C, a umidificação do ar proporcionará sensações térmicas mais agradáveis. Essa estratégia pode ser obtida através da utilização de recipientes com água e do controle da

ventilação, pois esta é indesejável por eliminar o vapor proveniente de plantas e atividades domésticas.

2.3.7 Recomendações bioclimáticas para Rondonópolis/MT

Segundo a NBR (2005), Rondonópolis está localizada na zona bioclimática 6 (Figura 09). Para essa zona algumas estratégias são necessárias para otimizar o desempenho térmico.

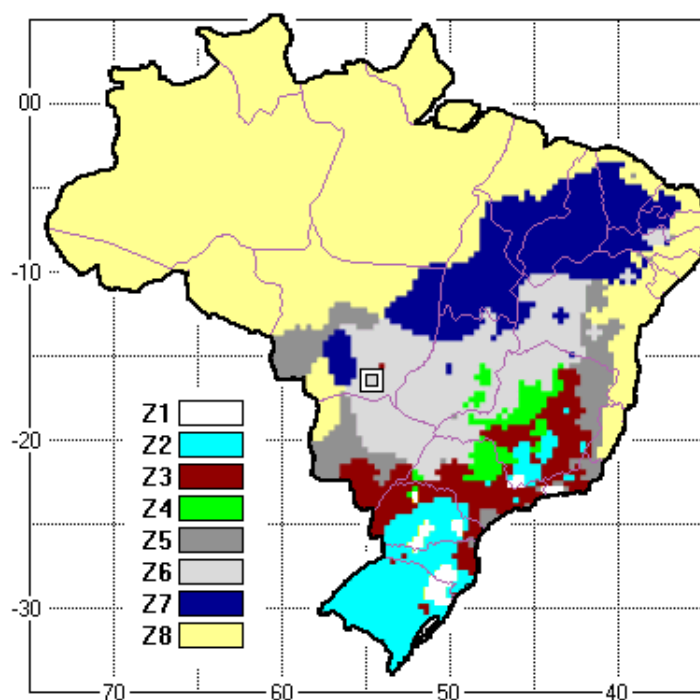


Figura 9: Destaque para localização de Rondonópolis na Zona Bioclimática 6.
Fonte: NBR (2005)

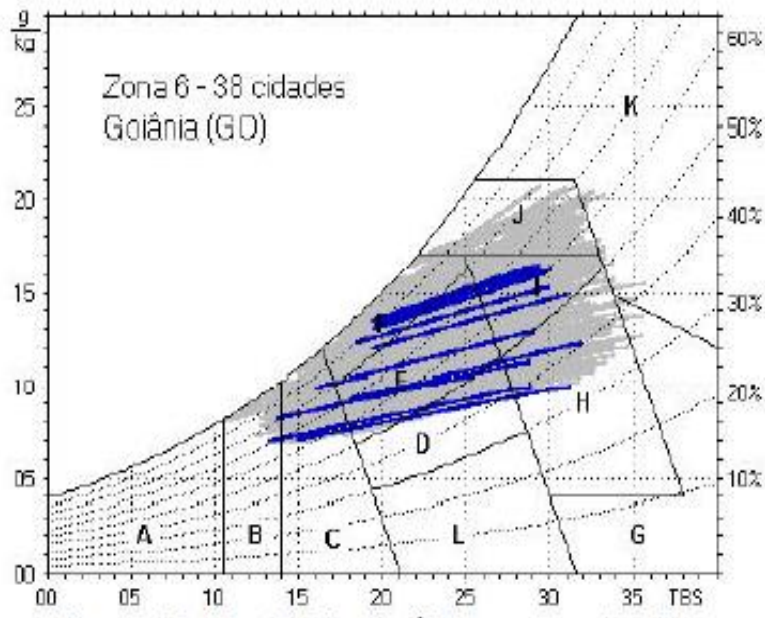


Figura 10: Carta Bioclimática apresentando as normais climatológicas de cidades desta zona, destacando a cidade de Goiânia, GO.
 Fonte: NBR (2005)

Para a zona bioclimática 6, o detalhamento das diferentes estratégias de condicionamento térmico passivo são as seguintes: C, G/H e I/J (Figura 11).

Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 6	
Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias	Sombrear aberturas
Tipos de vedações externas para a Zona Bioclimática 6	
Vedações externas	
Parede: Pesada	
Cobertura: Leve isolada	
Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 6	
Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
Inverno	C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)
Nota: Os códigos H, J e C são os mesmos adotados na metodologia utilizada para definir o Zoneamento Bioclimático do Brasil (ver anexo B).	

Figura 11: Diretrizes construtivas para a Zona Bioclimática 6.
 Fonte: NBR (2005)

2.3.8 Clima e os Projetos Arquitetônicos dos Conjuntos Habitacionais Populares no Brasil

Observando o processo de desenvolvimento das civilizações, verifica-se a grande influência das condições climáticas nas atividades humanas, pois o clima é um enorme fator condicionante da vida na Terra e, os seres vivos, para poderem sobreviver, tiveram que se adaptar. As moradias são uma maneira de adequação aos diversos climas presentes na terra, seja para se abrigar do frio, do calor, da chuva, do vento, das intempéries em geral.

Através de experiências de várias gerações o ser humano aprendeu a adaptar suas moradias ao clima local. Na Roma antiga, por exemplo, existiam túneis subterrâneos onde uma fornalha aquecia o ar, que por sua vez aquecia os ambientes. No deserto do Colorado, nos Estados Unidos, as habitações eram construídas nas encostas de pedra, de forma a protegê-las da incidência dos raios solares. Outro exemplo, no norte da China, por apresentar clima muito severo, as edificações foram construídas subterrâneas. Constata-se através da história que as edificações do passado eram mais bem adequadas ao clima que as atuais (MADEIRA, 1999).

Com o avanço tecnológico e transformações socioeconômicas, os seres humanos diversificaram e evoluíram os tipos de moradias, alterando a concepção arquitetônica, onde a forma se sobrepõe à função. Além disso, em muitos locais os dados meteorológicos não são levantados, analisados e tratados, a fim de que os profissionais estabeleçam critérios nos projetos que possam garantir maior afinidade entre arquitetura e o clima local onde serão inseridas as obras, enfim, estabelecer relação projeto-clima-indivíduo (MADEIRA, 1999).

Guarda et al. (2018), demonstram em seu trabalho, que no estado do Mato Grosso, devido ao rigor climático, com altas temperaturas durante o ano todo em seu extenso território, há um agravamento na questão do conforto térmico em residências do tipo habitações de interesse social (HIS), forçando os moradores a adotar o uso de sistemas de condicionamento de ar quando possível, o que poderia ser minimizado se fossem adotadas estratégias de adequação das edificações ao clima local.

Marafon et al. (2014) disseram que devido em muitas construtoras se preocuparem mais com a quantidade de empreendimentos a serem lançados e vendidos do que com a qualidade com que as residências são construídas e, conseqüentemente, o conforto térmico que as mesmas conseguem oferecer aos seus habitantes, elas são pensadas e construídas apenas no sentido quantitativo e não qualitativo.

Assim, muitos conjuntos habitacionais executados acabam por apresentar deficiências, dentre as quais se destacam: as más condições de conforto térmico, ofertadas aos seus usuários (GUARDA et al., 2018; LEÃO, 2006; ROTTA, 2009; MENEZES, 2006 e MARAFON et al., 2014). Esta dissociação entre clima e edificação acarreta problemas de ordens econômica e social, e a solução dos mesmos acontece forçosamente pela arquitetura bioclimática, onde os projetos arquitetônicos passarão a fazer a interação das condicionantes climáticas da região (MADEIRA, 1999).

Os projetos arquitetônicos com sustentação ambiental são uma manipulação consciente da forma da edificação e propriedades de seus elementos, com o objetivo de atingir a temperatura interna, umidade, renovação do ar e iluminação desejada, com o mínimo de consumo de energia convencional (SANTAMOURIS, 1995 *apud* MADEIRA 1999).

Acredita-se que a incorporação de conceitos bioclimáticos à edificação é uma das práticas mais eficientes e baratas para a economia de energia (NASCIMENTO e SACT, 2013).

O projeto bioclimático satisfaz as necessidades do ser humano em termos térmicos, de iluminação e acústica, com uma preocupação com as condições climáticas e uso de técnicas que incluem o estudo da luz solar, do aquecimento e movimentação do ar através da envolvente do edifício, quando necessário. Isso para determinadas horas do dia e meses do ano; com o uso de materiais disponíveis na região e, além disso, tenta integrar a edificação com o espaço envolvente (GIVONI, 1998 *apud* SACT, 2013).

Nesse sentido, a observância do zoneamento bioclimático Brasileiro tem fundamental importância na concepção de uma arquitetura adaptada ao local, ou seja, arquitetura bioclimática, onde estratégias bioclimáticas como orientações e diretrizes construtivas são utilizadas pelo profissional.

Clímaco e Amorim (2008) definem arquitetura bioclimática como:

(...) arquitetura que se abre para dar entrada e absorver energia solar em regiões ou épocas de temperaturas baixas; é a arquitetura que exclui do sol em épocas ou regiões de temperaturas altas; que atrasa a entrada do calor para as horas mais frias; é aquela que se abriga da radiação solar através da cobertura, ocupa a área de sombra delimitada por ela e se abre completamente para a ventilação dissipar o ar aquecido e a umidade excessiva; enfim, é a arquitetura que tira partido das condições oferecidas pelo ambiente natural para atender às necessidades básicas do seu usuário, o homem na construção de seu abrigo (p. 01).

Para Nascimento e Sacht (2013), a arquitetura bioclimática, em sua essência aborda o clima como uma variável importante no processo do projeto das moradias, e é por meio das estratégias bioclimáticas que é possível obter de forma natural condições de conforto térmico para os usuários da moradia, que variam em função do clima, das técnicas construtivas e do tipo de utilização

Pois, quando não se observa o Clima como uma variável importante no processo do projeto das moradias, possivelmente haverá desconforto térmico, conforme pode ser confirmado em Leão (2006), no qual demonstra por meio do seu trabalho que as residências estudadas por ele, apresentaram comportamento térmico insatisfatório, a ponto de o clima térmico no interior das residências ser mais desconfortável que o clima externo (clima local).

2.4 A relação Clima, Conforto Ambiental

2.4.1 Conforto Ambiental de Edificações Habitacionais

O conforto ambiental está relacionado à satisfação do indivíduo em relação às condições que uma determinada moradia proporcione, como condições de bem-estar, conforto térmico, acústico, visual, de aromas, segurança e capacidade de orientação dentro de tal espaço (MENEZES, 2006).

Conforme Kovaleski e Capraro (2018), apesar da sua importância, na maioria das vezes, questões relativas ao conforto ambiental acabam ficando em segundo plano pois alguns construtores priorizam outros aspectos relativos à execução da obra, tais como: melhoria dos índices de produtividade e qualidade; diminuição do desperdício; cumprimento de prazos e, principalmente, redução de custos. Ainda segundo os autores, normalmente esses mesmos construtores, consideram como empecilhos soluções que buscam incrementar a qualidade do ambiente e a sensação de conforto ambiental nas edificações, assim, tais iniciativas são vistas como gastos desnecessários a serem minimizados, ou seja, não existe a percepção do conforto como valor agregado.

Os autores atribuem parte deste pré-conceito acerca da questão do conforto ambiental a projetos pedagógicos dos cursos de graduação, tanto de Engenharia Civil quanto de Arquitetura. Argumentam que na indústria da construção são inúmeras as

dificuldades de disseminação do conhecimento científico do meio acadêmico para a prática profissional. Isto inclui a questão do conforto ambiental nas edificações.

Ainda segundo os autores, problemas relacionados ao tipo de construção e terreno podem ocasionar diversos prejuízos para o conforto ambiental da edificação, entre eles:

- Ambientes mal ventilados, em função da implantação da edificação no lote;
- Problemas de ruído, uma vez que as construções são voltadas diretamente para a rua e próximas do alinhamento predial;
- Falta de privacidade, devido à proximidade entre as unidades e pequeno tamanho dos lotes

Além das questões relativas ao conforto ambiental, os autores destacam que, na maior parte dos casos, as soluções projetuais adotadas acabam criando uma arquitetura pobre, monótona, baseada na repetição de “modelos prontos”.

Segundo Kowaltowski et al. (2001 *apud* KOVALESKI e CAPRARO, 2018), existem poucos estudos que avaliam o conhecimento da população sobre conforto ambiental. Chvatal (1997 *apud* KOVALESKI e CAPRARO, 2018) afirmaram que, mesmo entre os profissionais da construção, os conceitos de conforto térmico e de eficiência energética são pouco conhecidos. Estes autores listam uma série de fatores que dificultam a disseminação do conhecimento sobre conforto ambiental, entre eles:

- Dificuldade de se obter informações e materiais de referência para a elaboração de projetos;
- Deficiência na formação acadêmica dos profissionais, principalmente na síntese da teoria com a prática;
- Códigos de obras e clientes que exigem pouco dos projetistas, tanto em relação ao conforto quanto em relação à eficiência energético/ambiental dos edifícios;
- Ausência de regulamentações e normas específicas;
- Falta de exemplos de excelência que sirvam de referência para os profissionais da indústria da construção.

Apesar de conforto ambiental contemplar o estudo de algumas subáreas, dentre elas, o conforto térmico, acústico, luminoso e ergonômico (AMORIM e BRAGA, 2009), especificamente nesse trabalho, o foco é o estudo do conforto térmico de moradias de conjuntos habitacionais populares.

2.4.2 Conforto térmico de Edificações Habitacionais

A preocupação do homem concernente a seu bem-estar e conforto é proporcional à evolução da humanidade, ou seja, quanto mais evoluídas se tornam as pessoas, mais exigentes ficam com relação a seu conforto e bem-estar (DIAS, 2009).

Para Xavier (1999) “O conforto térmico pode ser visto e analisado, sob dois aspectos: do ponto de vista pessoal; do ponto de vista ambiental”.

Do ponto de vista pessoal, isto é, aquele onde uma determinada pessoa que se encontre em um determinado ambiente esteja em estado confortável com relação à sua sensação térmica. Em seus estudos realizados em câmaras climatizadas na Dinamarca, Fanger, (1970), define conforto térmico como sendo, "uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico". Essa tornou-se uma definição clássica desde então, estando inclusive incluída em normas e manuais de conforto térmico como a ASHRAE 55 (1992).

Do ponto de vista ambiental (e por ambiental entenda-se a moradia), os estudos de conforto propõem o estabelecimento de um estado térmico para determinado ambiente, com relação às suas variáveis físicas, a fim de que um menor número de pessoas estejam insatisfeita com ele.

Segundo Fanger, (1970), como o conforto térmico envolve variáveis físicas ou ambientais e também variáveis subjetivas ou pessoais, não é possível que um grupo de pessoas sujeitas ao mesmo ambiente, ao mesmo tempo, esteja todo ele satisfeito com as condições térmicas do mesmo, devido às características individuais das pessoas (XAVIER, 1999).

As variáveis físicas de influência para a obtenção do conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade do ar e velocidade relativa do ar. As variáveis pessoais envolvidas nas análises, são: atividade desempenhada pela pessoa (indicativa da quantidade de calor produzida pelo organismo, e apresentada sob a forma de taxa metabólica) e vestimenta utilizada pela pessoa (indicativa da resistência térmica oferecida às trocas de calor entre o corpo e o ambiente, e apresentada sob a forma de isolamento térmico das roupas) (XAVIER, 1999).

Sobre conforto térmico em moradias, Rybczynski (1996) comenta que, “o conceito

de conforto à moradia surgiu no século XVIII, inicialmente relacionado ao conforto térmico, evoluindo para outras esferas, com o passar do tempo”.

2.4.3 Os Efeitos diretos do Desconforto Térmico para o Corpo Humano

Para Frota e Schiffer (2003) o ser humano é um ser homeotérmico e controla sua temperatura, encontrando-se em um estado de conforto térmico quando o calor dissipado para o ambiente está em equilíbrio com o calor produzido em seu metabolismo sem recorrer a mecanismos de termorregulação (suor, vasodilatação, arrepios, vasoconstrição).

Conforme cita Orsi (2016), Giles et al. (1990), considerando os estudos de Lee e Henschel (1966), há níveis de desconforto térmico que além do desconforto em si, podem causar, em casos mais intensos, sofrimento, tensão física, perda de concentração, desequilíbrios fisiológicos e hospitalizações.

Segundo Orsi (2016), são bem conhecidos os efeitos negativos de elevadas temperaturas para o ser humano no concerne a suas funções biológicas e, conseqüentemente, em suas várias atividades, como destacam Frota e Schiffer (2013) e Ayoade (1986).

Para Ayoade (1986), a influência do clima na saúde humana ocorre de maneira direta e indireta, e positiva ou negativa. O Autor elenca ainda que os extremos térmicos e higrométricos acentuam a debilidade do organismo no combate às enfermidades, intensificando processos inflamatórios e criando condições ao desenvolvimento de doenças contagiosas; no entanto, temperatura mais amena, umidade e radiação moderadas tornam-se predicados terapêuticos à saúde.

Todavia, a temperatura pode, para alguns tipos de doenças, mais do que qualquer outro elemento climático, ser o desencadeador principal, como é o caso da mortalidade infantil por doenças respiratórias e infecções respiratórias agudas.

É importante destacar, que não raramente, são registradas ondas de calor em diversas localidades do planeta (a exemplo das ocorridas em Chicago no ano de 1993 e na Europa nos anos de 2005 e 2019), as quais levam a morte milhares de pessoas que tem organismos mais frágeis e vulneráveis (a exemplo de idosos e crianças).

O Brasil possui um extenso território, conseqüentemente, possui também distintos climas regionais e locais, acarretando diferenciadas características para os projetos de

edificações nas diversas regiões do país. Dessa maneira fica claro a importância do projeto arquitetônico ser concernente ao zoneamento bioclimático ao qual se insere a HIS no tocante ao conforto térmico. E quando tais recomendações das normas que regem a construção de moradias de interesse social no Brasil (no caso a NBR 15.220-3) são negligenciadas por parte das construtoras, os moradores têm que se valer do uso de aparelhos climatizadores de ambiente (ventilador, ar condicionado, etc.) para obter conforto térmico. E àqueles que não tem condições de se valer dessas soluções, acabam ficando à mercê do desconforto térmico, podendo inclusive comprometer sua saúde.

2.5 Déficit Habitacional no Brasil e a Importância dos Conjuntos Habitacionais Populares

No Brasil, há uma grande necessidade por moradias de programas de cunho social graças ao déficit habitacional existente no país, que é de aproximadamente 5,8 milhões de unidades das quais 79% concentraram-se em famílias de baixa renda, segundo os dados da Fundação João Pinheiro de 2019. Esses são os dados mais atualizados sobre o déficit habitacional, pois não foi realizado o Censo Demográfico de 2020 em função da pandemia.

A Fundação indica também que 87,7% do déficit habitacional quantitativo (moradias em falta, seja por habitação precária, coabitação familiar, pessoas demais por metro quadrado, ou custo alto de aluguel) está localizado nas áreas urbanas. Além disso, ele demonstra que o déficit habitacional absoluto no Brasil passou de 5,657 milhões em 2016 para 5,877 milhões em 2019. Essas moradias representam 8% dos domicílios do país.

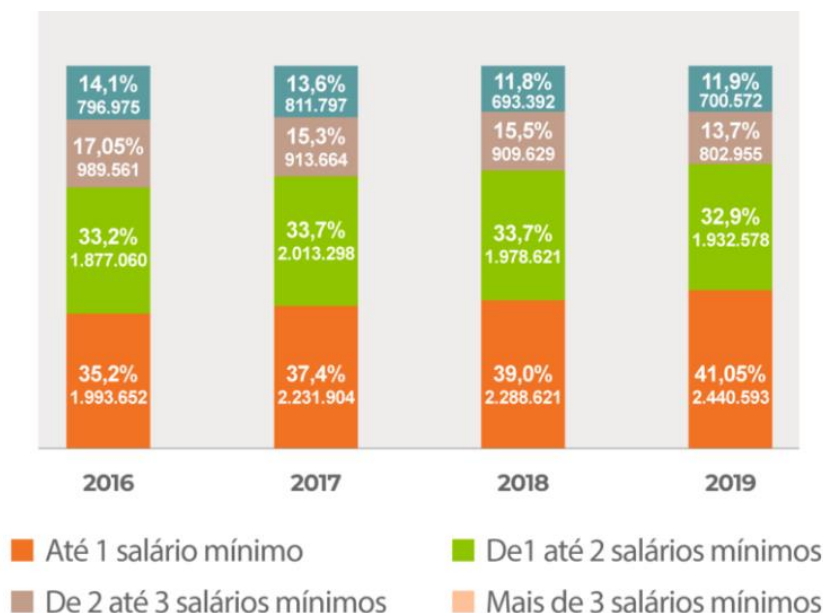


Figura 12: Gráfico do déficit habitacional por faixa de renda domiciliar no Brasil.
Fonte: Prado (2021)

Segundo Lis (2021), o levantamento divulgado divide os 5,8 milhões de domicílios faltantes nas seguintes categorias:

- Habitação precária: 1.482.585
- Coabitação: 1.358.374
- Ônus excessivo com aluguel urbano: 3.035.739

Os estados com maiores déficits habitacionais, com relação ao número total de domicílios, estão nas regiões Norte e Nordeste do país: Amapá (17,8%), Roraima (15,2%), Maranhão (15,25%), Amazonas (14,82%) e Pará (13,55%).

De acordo com a pesquisa, esse elevado déficit está relacionado, principalmente, a moradias precárias, já o menor déficit habitacional do país é o do Rio Grande do Sul, com 5,06%.

Para os autores Veras e Monteiro (2017), a habitação constitui-se um bem de extrema importância e um direito de todo cidadão. No plano internacional ela aparece como um direito no Artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos, adotada em 10 de dezembro de 1948, pela Assembleia Geral das Nações Unidas.

Já no contexto nacional, os autores apontam dois marcos jurídicos que trazem garantias legais a habitação. O primeiro é a Constituição Federal de 1988, principalmente

em seu artigo 6º que inclui a moradia como um dos direitos sociais e os artigos 182º e 183º que visam nortear a política urbana.

O segundo é a Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, que regulamentou o capítulo da Política Urbana (arts. 182º e 183º) da Constituição Federal de 1988, com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

A Lei nº 4.380, de 21 de agosto de 1964, instituiu o Plano Nacional da Habitação e criou o Banco Nacional da Habitação (BNH) e após 22 anos de existência, o BNH foi extinto pelo Decreto-Lei nº 2.291, de 21 de dezembro de 1986, do então presidente da República José Sarney. Essa operacionalização de política habitacional no país, não foi o suficiente para atender a demanda da crescente população urbana brasileira (ORSI, 2016).

Os programas e os conjuntos habitacionais não atenderam as populações para os quais foram previstos, sendo a atuação política do BNH mais voltada como geradora de mão de obra do que atuação social, pois “o saldo quantitativo de oferta de habitação [continuou] irrisório para o mercado popular, ante a demanda de moradias por parte de classes de mais baixa renda”. Essa política financiou as edificações de luxo, estimulando o mercado superior. Com isso, as residências destinadas às famílias de menor renda tinham carência de “infraestrutura, seja no que tange às deficiências de construção envolvendo aspectos como qualidade do material utilizado, limitações do projeto arquitetônico” ou ainda quanto [...] “à localização dos conjuntos que oneram excessivamente a força de trabalho nos seus deslocamentos diários” (VÉRAS, BONDUKI, 1986 apud OLIVEIRA, 2014).

Buscando diminuir a demanda por moradias, o governo brasileiro vem desenvolvendo diversos programas habitacionais e, por meio destes, tem atendido, sobretudo, a população considerada de baixa renda, com rendimento de até três salários-mínimos.

Segundo Oliveira (2014), Luís Inácio Lula da Silva, ao assumir a presidência, cria o Plano Nacional de Habitação, que se constituía no primeiro plano destinado a habitação desde a falência do BNH, gerido pelo recém-criado Ministério das Cidades. Dentro deste plano, criava o Sistema Nacional de Habitação que estabelecia as bases do desenho

institucional da Política. Entre os planos estava a participação do setor privado no atendimento da população com renda superior a cinco salários-mínimos e a criação de subsistemas. O primeiro subsistema seria o de Habitação de Interesse Social (subsídio à população de menor renda) e o segundo, o subsistema de Habitação de Mercado (que tinha como objetivo incluir novos agentes, facilitando a promoção imobiliária).

Ainda segundo a autora, entre 2005 e 2008 foram criados novos programas, sobretudo aqueles que movimentavam o FNHIS (Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social) e eram destinados à população de até três salários-mínimos de renda mensal.

Porém os programas que obtiveram recursos provenientes do FGTS, em sua maioria, podiam ser acessados por famílias com renda acima de três salários-mínimos, chegando até a doze salários-mínimos. Esse subsistema acabou sendo acessado pelo mercado imobiliário, a taxas de juros inferiores aos construtores na produção de residências para as camadas com faixa de renda superior a três salários-mínimos (SHIMBO, 2010).

O pacote habitacional “Minha Casa Minha Vida” foi lançado em 2009, como forma de acelerar as ações do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) no setor habitacional, e “foi apresentado como uma das principais ações do governo em reação à crise econômica internacional e também como uma política social de grande escala” (SHIMBO, 2010).

O objetivo do programa é de incentivar a construção de moradias para famílias de 0 a 10 salários-mínimos, variando a taxa de juros conforme a renda (Lei 11.977 de 2009). O programa adotou um modelo baseado na parceria entre estados, municípios, governo federal e empreendedores. Buscava-se através do incentivo ao setor imobiliário privado atingir a demanda habitacional da classe social mais baixa, que até então, por motivos diversos, sempre esteve fora dos setores beneficiados pelas políticas habitacionais no Brasil (BONDUKI, 2008).

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa caracteriza-se como descritiva, já que buscou descrever o nível de conforto térmico existente nas moradias dos conjuntos habitacionais sociais (populares) da cidade de Rondonópolis e a relação deste com a qualidade de vida dessa população.

Também se caracteriza como uma pesquisa de abordagem quanti-qualitativa, pois o conforto térmico das casas estudadas foi caracterizado tanto a partir de medições realizadas com auxílio de aparelhos como também a partir de registros das percepções sensíveis dos moradores dessas casas. Tanto num como noutro caso, lançou-se mão de técnicas padronizadas de coleta e análise dos dados.

Quanto ao método: Caracteriza-se como hipotético-dedutivo proposto por Popper, que consiste em analisar as hipóteses na solução de um problema real (MARCONI e LAKATOS, 2009). Assim, a pesquisa foi desenvolvida sobre a seguinte hipótese: **“A tecnologia da engenharia de construção civil, lançando mão de projetos arquitetônicos e materiais adequados, podem produzir casas com adequado nível de conforto térmico mesmo em cidades situadas em climas tropicais.”**

Esta hipótese foi estabelecida com base na análise dos resultados de diversos outros estudos de mesma natureza realizados no Brasil (GUARDA et al., 2018; LEÃO, 2006; ROTTA, 2009; MENEZES, 2006; MARAFON et al., 2014), pelos quais constata-se que uma das principais causas das casas de conjuntos habitacionais populares não oferecem conforto térmico adequado aos seus moradores, se deve ao fato das construtoras não seguirem integralmente as recomendações da NBR 15220:3-2005 para tais edificações.

3.1 Área de Estudo

O município de Rondonópolis situa-se no sul do estado de Mato Grosso, à uma altitude média de 227 metros, em pleno bioma da vegetação do Cerrado e, tendo sua posição geográfica determinada pelas seguintes coordenadas: 16° 28' 15" sul e 54° 38' 08" oeste. A 210km da capital Cuiabá, está estrategicamente posicionado no entroncamento das Rodovias BR-163 e BR-364, sendo, portanto, uma importante rota de ligação entre as regiões norte e sul do país bem como de escoamento da produção agropecuária do Estado (Figura 14).

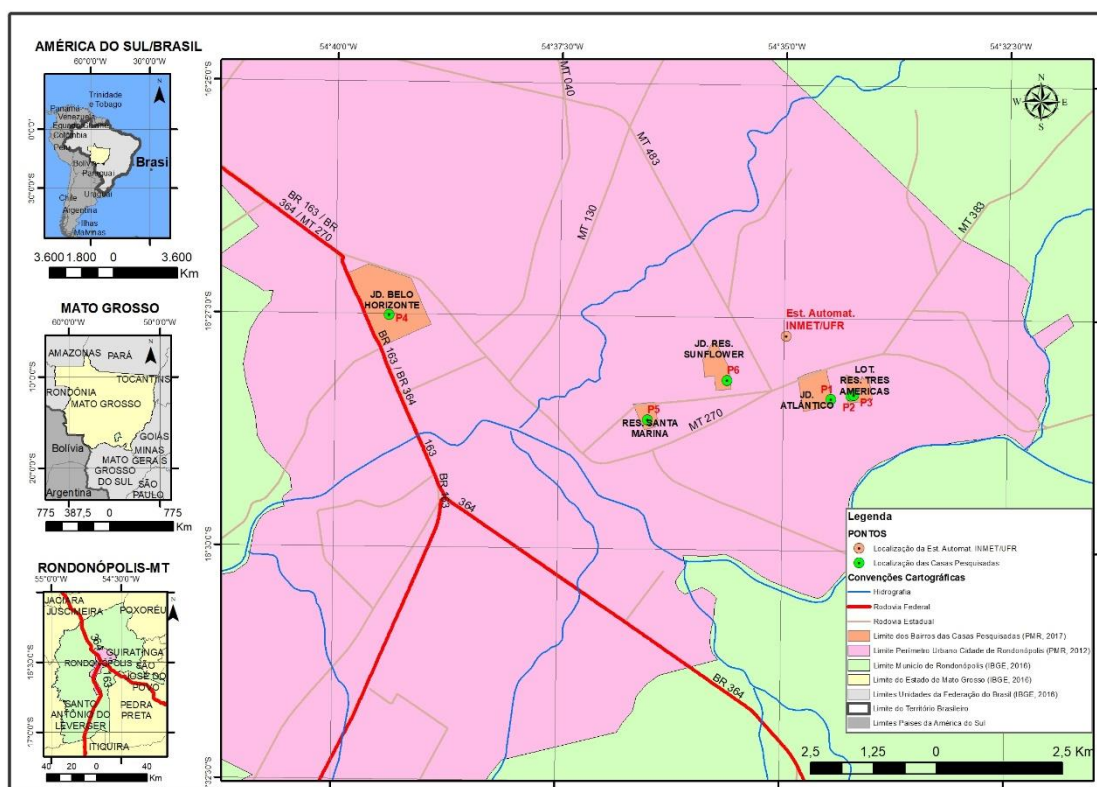


Figura 13: Localização de Rondonópolis e área de estudo.

O município possui uma área de 4.800,914 km², e segundo as estimativas do IBGE uma população de e 239.613 habitantes (IBGE, 2021), e uma densidade demográfica de 49,9 hab/km².

Apesar de Rondonópolis ser o segundo maior PIB do estado de Mato Grosso, e ser conhecida nacionalmente pelo seu excelente desempenho agropecuário, que lhe garante a liderança do ranking de exportações do Estado e o reconhecimento como a capital do agronegócio e do bitrem (RONDONÓPOLIS, 2021), isto não se reflete diretamente na qualidade de vida de sua população de baixa renda. Pois sua população (sobretudo a mais pobre) é afligida por diversos problemas socioeconômicos e ambientais tais como: segregação socioespacial dos conjuntos habitacionais sociais, intensa e desordenada ampliação do perímetro urbano e da malha urbana com reflexo em abrupta redução da sua cobertura vegetal urbana e problemas de inundação nas microbacias urbanas (NEGRI, 2008, TRASSI, 2015, NOGUEIRA, 2016, RONDONÓPOLIS, 2017), altos índices de desemprego e pessoas trabalhando no setor informal da cidade (TEODORO, 2019), problemas de saneamento básico tanto em seus bairros quanto em suas estruturas de coleta

e tratamento de esgotos (ARAÚJO, 2019), níveis elevados de poluição atmosférica (LEANDRO, 2017) entre outros. Tais desigualdades socioeconômicas, ambientais e espaciais, infelizmente marcam a realidade geográfica de Rondonópolis.

Muitos desses conjuntos habitacionais sociais, são localizados distantes em relação à área central da cidade, sofrendo dessa maneira com a falta de serviços públicos e privados, principalmente pela inexistência de comércio local e gerando novos vazios urbanos.

Segundo Negri (2008)

Atualmente, no processo de ocupação do espaço urbano, prevalecem os interesses de classes sociais. As classes dominantes ocupam os melhores locais, enquanto para a classe operária e de menor poder aquisitivo sobram às áreas de menor valor, que na maioria das vezes encontra-se distante do centro e dos equipamentos públicos que a cidade oferece (lazer, segurança, transporte, energia elétrica, saúde, entre outros). Assim, embora as cidades sejam o resultado de um produto coletivo, elas são habitadas de modo desigual pelas classes sociais. (p.102)

O processo de produção do espaço urbano de Rondonópolis, assim como a maioria das cidades de porte médio, demonstra um crescimento acelerado da população e da mancha urbana de forma desordenada, gerando inúmeras contradições sociais e espaciais, como a segregação sócio-espacial. (NEGRI, 2008)

O principal instrumento de especulação imobiliária utilizado pelos promotores imobiliários é a instalação de loteamentos distantes do centro da cidade em áreas completamente vazias entre estes e o restante da cidade. A construção de conjuntos habitacionais foi iniciada neste período, pois dessa forma haveria maiores chances do Estado provê-los com infra-estrutura básica, as quais passariam pelos terrenos vazios, valorizando-os. Essa estratégia do mercado imobiliário contribuiu em muito para o aumento da malha urbana e, conseqüentemente, também para o aumento do perímetro urbano em várias oportunidades no decorrer da história recente de Rondonópolis. (NEGRI, 2008, p.54)

Esse crescimento desordenado da cidade, que na maioria das vezes favorece a elite em detrimento aos mais pobres, também se manifesta na qualidade da cobertura vegetal na mancha urbana de Rondonópolis (NOGUEIRA, 2016).

Conforme a interpretação dos resultados de seu trabalho, Araújo (2019), classificou Rondonópolis, no geral, com o saneamento ambiental regular, dado a homogeneidade apresentada no resultado.

Dessa maneira, o resultado desta pesquisa só tende a confirmar o cenário atual no Brasil, onde os corpos d'água urbanos apresentam elevados índices de contaminação, além das margens dos córregos servirem como depósito de resíduos sólidos e o leito dos rios como canal de disseminação de resíduo líquido, transformando em veículo para disseminação de doenças. Tudo isso é causado pelo impacto da urbanização acelerada e inadequada, ou seja, há geração de esgoto e não há sistema de esgotamento sanitário compatível, assim como há geração de resíduos e não há a coleta e destinação adequada. (p.76)

Através do biomonitoramento da poluição atmosférica, Leandro (2017), constatou que a poluição do ar em Rondonópolis tem impactos que podem ser mensuráveis na saúde humana e na biodiversidade urbana, além de apontar que as políticas públicas no controle da poluição do ar são quase inexistentes, sendo necessárias formas de monitoramento que devem ser diversas, móveis e contínuas para uma análise real da poluição como um todo. Indica ainda o aprimoramento do biomonitoramento como ferramenta de gestão e diagnóstico.

Por fim, corroborando com outros autores, Leandro (2017) culpa a urbanização acelerada e ineficiência na gestão pública como responsável pela poluição atmosférica em Rondonópolis.

A urbanização acelerada provocou estresse oxidativo e alterações no metabolismo e morfologia das folhas. Os parâmetros encontrados nas técnicas aqui apresentadas, utilizando aves e plantas estão alterados e o sistema imune desses organismos foram afetados por lugares poluídos. Assim como se espera de agentes bioindicadores e biomonitoradores, ou seja, indivíduos populosos, amplamente especializados sofrem com alterações do metabolismo urbano. Como causas prováveis dessas alterações descritas o aumento da frota de veículos e transporte público deficiente, juntamente com períodos frequentes de aumento de focos de queimadas são alçozes de ineficiência em gestão pública. Já que o Estado não exerce controle sobre tais iniciativas. (LEANDRO, 2017, p.112)

3.2 Materiais e Técnicas

O estudo foi desenvolvido segundo as seguintes fases:

Para alcançar o objetivo geral desse estudo, foram realizados diversos passos metodológicos, sendo que cada um deles contribuiu para uma maior compreensão da realidade climática, social e urbana de Rondonópolis, e, a partir de uma análise integrada

deles, se avançou na compreensão do problema da pesquisa, que é avaliar o nível de conforto térmico apresentado por casas de conjuntos habitacionais sociais (CHS) construídos em diferentes épocas, na cidade de Rondonópolis no Mato Grosso, em plena zona tropical.

Assim, o primeiro passo foi caracterizar o clima local de Rondonópolis e a adequação ou não de seu enquadramento segundo o zoneamento bioclimático brasileiro expresso pela NBR-15220-03 (2005). Isto porque, em regiões tropicais sua influência sobre o conforto térmico das moradias poder ser muito alto. Para tanto foram utilizados estudos em nível regional (NIMER, 2003; NIMER, BRANDÃO, 1989) bem como em nível local (SANTOS, 1996; SETTE, 1996; TRASSI, 2015).

O segundo passo foi avaliar a distribuição e representatividade dos conjuntos habitacionais populares de Rondonópolis. Para tanto partiu-se da base de mapeamentos produzidos para atualização do Plano Diretor Municipal de Rondonópolis, conforme o relatório 03 (Produção de Mapeamentos Temáticos para a Fase de Diagnóstico do Processo de Atualização do PDM/ROO/2006) disponível em: <http://www.rondonopolis.mt.gov.br/media/docs/plano-diretor/2017/Relatorio%20Mapeamentos%201%2010%20000.pdf>.

Basicamente se utilizou o mapa temático sobre representatividade dos conjuntos habitacionais populares na área urbana de Rondonópolis.

Como terceiro passo da pesquisa foi realizado a avaliação in loco do nível de conforto térmico das moradias dos conjuntos habitacionais populares de Rondonópolis. Para tanto foi necessário: a) definir os locais/moradias e períodos de coleta; b) descrever o padrão arquitetônico das moradias selecionadas; c) caracterizar o ritmo climático local durante os períodos de coleta; d) calibrar os aparelhos para as coletas; e) elaborar o instrumento de registros de conforto térmico por observação sensível do próprio morador.

a) DEFINIÇÃO DOS LOCAIS E PERÍODOS DE COLETA DOS DADOS

Os meses, semanas e a frequência da coleta de dados

Em relação aos períodos de coleta, foram realizadas duas campanhas de coleta de dados, correspondentes aos meses de março de 2020 e setembro de 2021 sendo, portanto,

representativos aos períodos de estação chuvosa e estação seca respectivamente.

A fim de abranger todos os períodos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite), os aparelhos (sensores termohigrômetros) foram configurados para registrar a umidade e temperatura do ar de hora em hora.

Foram coletados dados meteorológicos para posterior análise em 6 residências, sendo 3 com o mesmo tipo de variação topoclimática e padrão de construção (Padrão Baixo) e, e 3 com padrões diferentes de construção, porém como a mesma variação topoclimática entre elas.

A coleta dos dados de temperatura e UR nas residências

A coleta de dados nas unidades habitacionais selecionadas para estudo, tem como objetivo medir o microclima interno nos períodos representativos do dia a partir do registro de temperatura e umidade relativa do ar com instalação de equipamentos (termo higrômetros) que possuem sensores de tais elementos meteorológicos acoplados a um datalogger¹.

Nas moradias, os aparelhos foram instalados na sala de estar. A escolha deste ambiente é justificada por ser o local de maior permanência das famílias (FARIAS, 2015). Foram fixados na parede com fita dupla face na altura de 1,50 a 1,80 metros do nível do solo, em parede sem insolação direta e que receba ar frontal de fora (por janela ou porta).

Os termohigrômetros utilizados foram os de modelo ITLOG-80, da marca Instrutemp, (Figura 13), disponibilizados pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do PPGeo-CUR, com as seguintes especificações técnicas:

- Mede e registra dados de temperatura e umidade
- Download instantâneo de dados para o computador
- Interface USB para configuração e download de dados
- Incluso software que permite uma fácil reconfiguração
- Registro de dados com intervalos de 1 minuto a 4 horas
- Medidas em °C ou °F
- Hora, data e unidades sincronizados pelo computador
- Faixa de temperatura:- 40° a 60 °C
- Faixa de Umidade: 10 a 99% UR

¹ O Datalogger é um instrumento eletrônico que registra dados de temperatura e/ou umidade, em um determinado intervalo de tempo preestabelecido, para análise posterior.

- Precisão: $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $\pm 4\%$
- Leituras de Memória: Máx 16,320 temperatura e umidade relativa
- Alimentação: 01 bateria de lítio (inclusa)
- Compatível com: Windows XP, Windows Vista, Windows 7



- Dimensões e Peso: 87 X 60 X 19mm / 85g

Figura 14: Termohigrômetro

b) **DESCRIÇÃO DO PADRÃO ARQUITETÔNICO DAS MORADIAS**

A classificação do padrão de construção das moradias selecionadas para o estudo se deu com base na NBR 12.721:2006, com pequenos ajustes para fins de conforto térmico.

Foram selecionadas para o estudo moradias de conjuntos habitacionais antigos e outros construídos recentemente, a fim de se verificar se houve melhora nas técnicas e materiais de construção dessas moradias populares.

A termo de comparação foram selecionadas moradias de melhor padrão construtivo e construídas em loteamentos que não são padrão conjuntos habitacionais populares.

Para poder avaliar corretamente a possível influência de tais edificações elas foram descritas em detalhe e citando-se inclusive as diferenças em termos de técnicas de construção e materiais.

Para tanto, foram levantados documentos junto as construtoras no caso dos conjuntos habitacionais e junto aos moradores no caso das demais moradias escolhidas para o estudo.

c) COLETA DE DADOS DO RITMO CLIMÁTICO LOCAL DURANTE AS FASES DE COLETA DE DADOS

Para análise do ritmo climático durante as fases de coleta foram obtidos os registros da estação automática do INMET no Campus da UFMT/Rondonópolis e a partir deles foi elaborado um gráfico de análise rítmica com a plotagem dos dados de chuvas, temperaturas, vento (velocidade média/h), pressão atmosférica, e umidade relativa do ar. Além disso foi verificado em jornais na internet, a atuação de sistemas atmosféricos em nível regional durante o período da coleta a fim de verificar se houve o domínio de dois ou mais sistemas atmosféricos no clima local de Rondonópolis durante as etapas de coleta. Isto é necessário para se ponderar o quanto o clima local influência no comportamento dos microclimas das moradias em estudo.

d) CALIBRAR OS APARELHOS PARA AS COLETAS

A calibragem dos aparelhos é fase fundamental para a validade dos resultados. Pois, se os erros instrumentais não forem considerados, não se pode confrontar os dados coletados nos diferentes locais. Para tanto, utilizou-se o procedimento simples de se deixar os aparelhos instalados todos num mesmo local durante dois dias. Em seguida os registros foram descarregados para o computador e numa planilha calculou-se as médias de temperatura e umidade em cada dia. E para cada média calculou-se o desvio absoluto dos valores dos registros de todos os sensores. E por fim calculou-se a média que cada aparelho teve durante todas as leituras em relação as médias. Esse valor foi considerado como o fator de ajuste para eliminar o erro instrumental de cada sensor em relação ao outro.

e) OBSERVAÇÃO SENSÍVEL REGISTRADA PELOS MORADORES

Para complementar os dados dos registros automáticos foi elaborado um questionário impresso para que os moradores registrassem suas observações sensíveis em três horários: 8h, 15h e 20h, durante 1 semana em cada estação, pois segundo Ochoa (2012), é de extrema importância obter dados de observações sensíveis dos moradores, pois a combinação das informações sobre a satisfação do usuário com o ambiente em que vive e os dados obtidos de medições técnicas constitui um recurso de fundamental importância para efetuar-se uma análise crítica das condições de conforto sugeridas por diversas pesquisas e normas internacionais.

E por fim, concomitantemente aos dias em que há o registro de dados pelos

Termohigrômetros, foi disponibilizada, para um morador da residência, uma planilha impressa para coleta dos dados de observação sensíveis, a fim de investigar a percepção pessoal de cada indivíduo sobre as condições térmicas da residência nos três momentos do dia, como forma de balizamento dos dados registrados pelos aparelhos e principalmente sobre o resultado dos índices (Apêndice 03).

Vale ressaltar a importância de se analisar a percepção das pessoas que consiste basicamente no contato do indivíduo com seu ambiente de estímulo, pois a aplicação de um índice de conforto térmico existente e amplamente difundido pode não exprimir a realidade local, visto que outros fatores podem influenciar na sensação térmica e, portanto, devem ser considerados, como a percepção do indivíduo com relação ao conforto térmico (MARTINI et al., 2014).

E o último passo, foi a modelagem do conforto térmico das moradias estudadas. Para tanto foi utilizado dois índices.

O Índice de Temperatura e Umidade – ITU e o Índice de Desconforto – ID - como indicadores. As equações 1 e 2, mostram como obter os índices, respectivamente.

$$\text{ITU} = 0,8 * T_a + (U_r * T_a) \setminus 500 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{ID} = T_a - 0,55 * (1 - 0,01 * U_r) * (T_a - 14,5) \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

T_a: temperatura do ar em °C

U_r: umidade relativa do ar em %.

A partir do resultado do ITU (Equação 1), ter-se-á os critérios de classificação desse índice segundo valores propostos por Givone (1992), como:

21 < ITU < 24 = Confortável

24 < ITU < 26 = levemente desconfortável

ITU > 26 = extremamente desconfortável

A partir do resultado do ID (Equação 2), ter-se-á os critérios de classificação desse índice segundo valores propostos por Thom adaptado por Santos et al. (2012) para climas tropicais, como:

ID < 24 = Bem estar (Confortável)

24 < ID < 26 = Parcialmente confortável

$26 < ID \leq 28 =$ Desconfortável

$ID \geq 28 =$ Muito Desconfortável

As coletas dos dados de observações sensíveis do conforto térmico feito pelos moradores foram utilizadas para validar o resultado da modelagem do conforto térmico obtido com a aplicação destes índices.

4. RESULTADOS

4.1 A Adequação do enquadramento do clima local do município de Rondonópolis-MT no zoneamento bioclimáticos oficial brasileiro

Por conta de sua posição em plena zona tropical, no domínio fitogeográfico do Cerrado e no centro do continente sul-americano, o clima local de Rondonópolis tem como principais características as altas temperaturas durante o ano todo e a sazonalidade das chuvas com estação seca bem definida, podendo, portanto, ser classificado como Clima Quente-Semi Úmido segundo a proposta de Strahler (NIMER, 1979) ou como **Clima B2(w) A'a'** segundo a proposta de Thornthwaite (1948) empregada por Santos (1996), sendo o B2 referente a sua eficiência de umidade, ou seja, clima úmido de segunda classe, com índice de umidade efetiva entre 40 e 60, típico de locais onde predominam formações fitofisionômicas florestais ripárias, e com alta concentração das chuvas (cerca de 86%) na estação chuvosa (primavera-verão), e exibindo um moderado déficit de água no solo (seca) na estação de outono-inverno (w). Já em termos de regime térmico, caracteriza-se como um clima **Megatérmico (A'** com evapotranspiração potencial acima de 114cm) e baixa concentração das temperaturas altas no verão (CETv do tipo **a'**) revelando que estas se mostram elevadas durante todos os meses do ano.

O clima local de Rondonópolis exhibe regime térmico caracterizado pela temperatura média anual de 25°C, sendo a média das máximas de 32,6°C e a média das mínimas 18,6°C. Setembro e outubro são os meses mais quentes com temperaturas médias acima de 26°C, os meses de junho (21,9°C) e julho (22,3°C) são aqueles que apresentam as menores médias (SETTE, 1996 *apud* ELY, 1998). De acordo com Trassi (2015) o regime das chuvas na região apresenta uma estação prolongada de déficit de água, em torno de 5 meses, mas os valores de débito não são altos (em média 255mm).

É de extrema importância que se conheça o clima de Rondonópolis quando se deseja desenvolver um projeto de construção de moradias sociais, para isso existe a (NBR, 2005) que recomenda diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixados, a fim de otimizar o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor

adequação climática. Além das diretrizes, a NBR (2005) estabelece o zoneamento bioclimático (Figura 15-c).

Porém, quando se confronta os limites do zoneamento bioclimático para cada zona proposta (exemplo Rondonópolis, zona 6), com diversos tipos de classificações climáticas propostas, como em Strahler (NIMER, 1979) - Figura 15-a, em Nimer e Brandão (1989) - Figura 15-b, entre outros, é notória a diferença, pois esses autores chegam à resultados muito parecidos entre si, no entanto, longe da divisão retratada pelo zoneamento bioclimático (Figura 15-c).

Desta forma, com base nas especializações dos limites apresentados nas duas classificações climáticas apresentadas na Figura 15 (“a” e “b”), Rondonópolis não poderia estar classificada numa zona diferente da do município de Cuiabá, tratando-se, portanto, de um possível erro na definição do enquadramento da zona do município de Rondonópolis.

Dessa maneira, a fim de buscar mais subsídios no sentido de se verificar se está ou não correto o enquadramento do município de Rondonópolis na zona 06 do zoneamento bioclimático brasileiro (NBR, 2005) se fez uso do software Analysis Bio desenvolvido e distribuído gratuitamente pelo LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, por meio do link: <http://labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-bio>.

Este software, a partir da entrada de alguns parâmetros do clima em nível local, permite determinar o enquadramento do referido local no zoneamento bioclimático do brasileiro. Assim, entrando com parâmetros do clima local de Rondonópolis e também do município de Cuiabá, este software classifica os dois na mesma zona bioclimática, corroborando assim, o que já se podia inferir a partir dos mapeamentos apresentados na Figura 15.

O problema de Rondonópolis ter sido classificado em zona bioclimática incorreta de acordo com o zoneamento expresso na NBR, 2005, foi o procedimento adotado em tal zoneamento. Neste, inicialmente o território brasileiro foi dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. Em seguida, tais zonas foram subdivididas em 6500 células, cada uma das quais foi caracterizada pela posição geográfica e pelas seguintes variáveis climáticas:

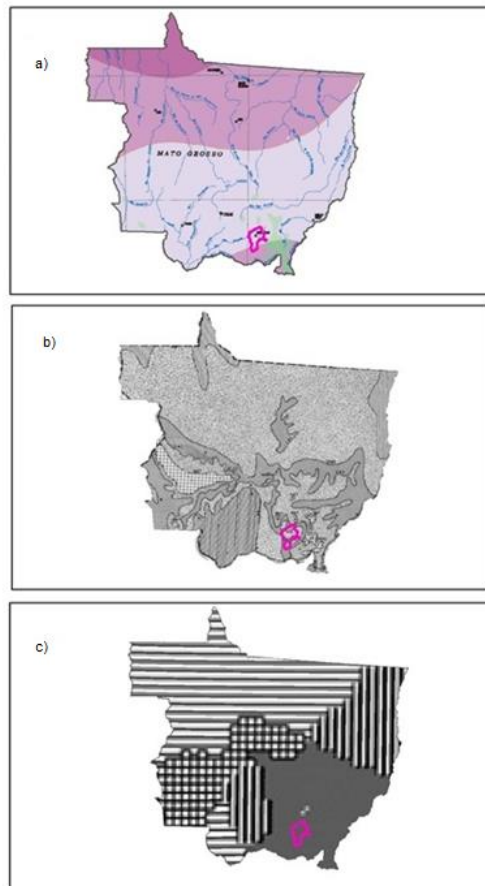


Figura 15: Comparação da situação do Município de Rondonópolis (polígono rosa) em relação as zonas das Classificações climáticas a) NIMER (2003); b) NIMER E BRANDÃO (1989) e c) Zoneamento Bioclimático da NBR-15220-03 (2005).

Fonte: Organizado pelo autor

- a) Médias mensais das temperaturas máximas;
- b) Médias mensais das temperaturas mínimas; e
- c) Médias mensais das umidades relativas do ar.

Entretanto, somente para 330 destas 6.500 células (municípios) havia dados meteorológicos medidos. Para as demais 6.270 células (municípios) tais informações foram estimadas a partir de técnicas de interpolação espacial.

Os 330 municípios que tiveram dados efetivamente medidos certamente foram classificados com melhor precisão (que é o caso, por exemplo, do município de Cuiabá. Pois estes contaram com as seguintes informações para sua classificação neste zoneamento:

- a) dados das Normais Climatológicas medidos desde 1961 a 1990 em 206 cidades;
- b) dados das Normais Climatológicas e outras fontes medidos desde 1931 a 1960 em 124 cidades;
- c) para as demais células (municípios) o clima foi estimado, por interpolação, através dos passos 1 e 2, como foi inclusive o caso do município de Rondonópolis.

Passo 1 - Médias mensais de temperaturas máximas e mínimas

Os valores de cada célula foram considerados como médias ponderadas entre quatro células vizinhas (acima, abaixo, à esquerda e à direita). Na ponderação, as células com dados medidos tiveram peso quatro e as demais, peso um.

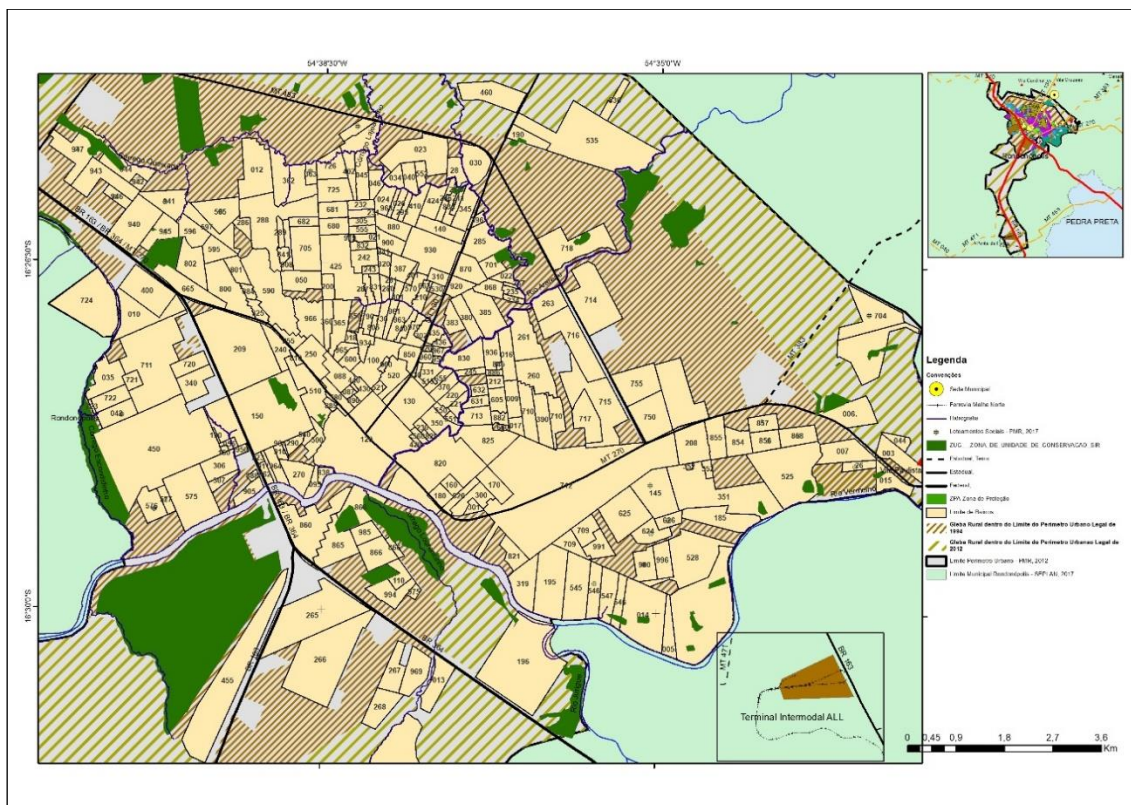
Passo 2 - Médias mensais de umidades relativas

Através dos algoritmos das relações psicrométricas (“Algorithms for Building Heat Transfer Subroutines”, ASHRAE, 1996), foram primeiramente calculadas as umidades absolutas (gramas de vapor d’água/quilo de ar seco) das cidades com clima medido.

Portanto, o fato de Rondonópolis ter seu clima classificado pelo método da interpolação espacial conforme passos 1 e 2 acima descritos, pode ter contribuído para seu incorreto enquadramento na zona 6 desse zoneamento bioclimático e, desta forma, para que os projetos arquitetônicos empregados nos conjuntos habitacionais sociais da cidade tenham pouca chance de garantir conforto térmico para seus moradores.

4.2 A Distribuição e Representatividade Espacial dos Conjuntos Habitacionais Populares na cidade de Rondonópolis

A fim de avaliar a distribuição e representatividade dos conjuntos habitacionais populares de Rondonópolis foi produzido um mapa temático (Mapa 04), a partir da base de mapeamentos produzidos para atualização do Plano Diretor Municipal de Rondonópolis, conforme o relatório 03 (Produção de Mapeamentos Temáticos para a Fase de Diagnóstico do Processo de Atualização do PDM/ROO/2006) (Cartograma 1).



Cartograma 1: Distribuição espacial dos limites dos bairros residenciais e glebas rurais existentes na área urbana consolidada de Rondonópolis-MT.

Por meio dessas cartas foi possível chegar aos seguintes dados: Cerca de 45% do total da área de loteamentos residenciais de Rondonópolis (72,59 km²), é destinado a loteamentos com moradias de no máximo, baixo padrão de construção (entendido aquelas com área construída de até 70m² e terrenos predominantemente com tamanhos entre 200 e 300m²).

E destes 45%, 12,9% referem-se exclusivamente a loteamentos de conjuntos habitacionais financiados por programas governamentais, como o BNH e mais recentemente o Minha Casa Minha Vida.

1), a fim de especificar os padrões de construção das residências que serão estudadas no tocante ao conforto térmico, no qual, a descrição da cobertura externa, altura do pé direito, uso de materiais isolantes térmicos entre o forro e telhado e a arquitetura da construção, são de extrema importância no conforto térmico que a residência proporciona aos moradores.

Quadro 1: Padrão de Construção de Habitações Unifamiliares no Brasil segundo a Norma NBR 12.721:2006

Fonte: Adaptado de ABNT (2006).

Sigla	Nome e Descrição	Dormitórios	Área Real (m²)
PB	Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque. Térreas, erigidas em: alvenaria de blocos cerâmicos, blocos de concreto com revestimento interno e externo de reboco grosso ou paredes estruturais maciças de concreto armado, com pintura de cal ou base de látex. Cobertura em telhas de barro ou de fibrocimento sobre estrutura de madeira, forros de madeira, "EUCATEX" ou gesso; pode também ser constituída de laje pré-moldada revestida internamente.	2	58,64
PM	Residência unifamiliar padrão médio: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel); Erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos, revestidas interna e externamente com reboco fino e pintura à base de látex; Cobertura de telhas de barro sobre estrutura de madeira, forro de laje, erigidas com estrutura mista (concreto/alvenaria); Projeto arquitetônico e civil sem vistas à desempenho térmico.	3	106,44
PA	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, isolada de ambos os lados, em terrenos de boas proporções, obedecendo a estilo arquitetônico definido (em sentido de reduzir os aquecimentos do clima local). 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel); Erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos, com pé direito acima do recomendado pela NBR 15.575, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é de 2,5 metros de altura, cobertura de telhas de barro ou equivalente sobre tesouras de madeira e forro em concreto com acabamento interno em gesso além do uso de mantas entre o telhado e a laje, feitas de vários materiais, como pet, vidro e isopor com propósito principal de auxiliar no isolamento térmico da residência	4	224,82

Durante às pesquisas em campo, observando os conjuntos habitacionais antigos, construídos em programas habitacionais extintos, como por exemplo COHAB e os novos do programa minha casa minha vida, percebe-se grandes diferenças em suas concepções.

Uma grande diferença observada entre eles está no tamanho dos terrenos, os mais antigos, na maioria das vezes, foram erigidos em terrenos com maiores proporções do que

os atuais, o que possibilitou a construção das residências mais afastadas dos muros e conseqüentemente entre si, facilitando a ventilação natural ao contrário do que se vê nos conjuntos atuais, onde os terrenos são menores, prejudicando dessa maneira a ventilação das residências e o conforto térmico delas.

Deve ser considerado também que a própria implantação dessas edificações, geralmente em locais menos beneficiados pela ventilação, e a disposição das unidades de forma adensada e desordenada, comprometem o aproveitamento dos recursos naturais e prejudicam o conforto térmico no interior da moradia. Ademais, os moradores não têm muitos recursos financeiros para minimizar o desconforto térmico que é causado (LYRA, 2007).

Essa disposição desordenada e adensada das unidades habitacionais se deve à política para combater o déficit habitacional associada à sistemática de restrição de custos, que levou à redução da área da habitação de interesse social, visando a construção de mais unidades.

Em especial as habitações de interesse social notadamente são caracterizadas pela tendência pronunciada de sua miniaturização quanto ao espaço habitável justificada pelo viés econômico em detrimento do desempenho técnico, social, humano e funcional. A questão não se resume apenas à redução da área da unidade habitacional, pois fatores importantes como a qualidade do espaço projetado, o arranjo espacial e a capacidade de mobiliar também são comprometidos (LEITE, 2006, p. 81).

Segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), sistema construtivo é um conjunto de elementos e instalações que integrados devem atender um programa de necessidades previamente estabelecido e atender as exigências dos usuários ao longo da vida útil da edificação.

No Brasil e o no mundo são utilizados diferentes sistemas construtivos. Sua escolha depende do tipo da edificação, a finalidade, além de atender os requisitos estruturais e econômicos e da localidade da construção. Todos esses elementos devem ser levados em consideração, na hora da determinação do sistema construtivo pelo engenheiro ou arquiteto (MORAES, 2018).

Atualmente, no ramo da construção civil, existem diversos **sistemas construtivos** para a execução de uma edificação. No Brasil, o método mais utilizado é a alvenaria convencional, porém novas tecnologias estão aparecendo e começando a ser utilizadas. Entre os vários sistemas construtivos, os que predominam são: alvenaria

convencional, alvenaria estrutural, steel frame, wood frame e paredes de concreto (PEREIRA, 2020).

Em Rondonópolis, tem se observado nas construções das unidades dos conjuntos habitacionais a utilização das técnicas que podem ser observadas no Quadro 2 a seguir

Quadro 2: Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil.

Fonte: Pereira (2020). Organizado por: Negri Filho (2021).

Tipo	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Alvenaria de Vedação ou Convencional	Edificações de alvenaria de vedação ou convencional compõem-se por vigas, pilares e lajes de concreto armado. Estes elementos fazem parte da estrutura para a sustentação da edificação e a alvenaria tem função somente de vedar e separar ambientes. Para isso, normalmente são utilizados os blocos cerâmicos. Este sistema é o mais utilizado no Brasil devido a não necessidade de mão de obra qualificada e especializada, porém isso acarreta muitas patologias no decorrer da obra, gerando retrabalho e bastante resíduos.	<ul style="list-style-type: none"> • Suporta grandes vãos; • Grande disponibilidade de mão de obra e materiais; • Pouca exigência de qualificação da mão de obra; • Facilita futuras reformas e mudanças no projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior custo • Maior tempo de execução • Gera muitos resíduos
Alvenaria Estrutural	Na alvenaria estrutural, une-se a estrutura e a vedação da edificação, utilizando blocos cerâmicos ou de concreto, os dois específicos para este fim. O projeto de alvenaria estrutural deve ser muito bem detalhado e compatibilizados com os projetos elétrico e hidro-sanitário. Deve também, definir os vãos da edificação de acordo com a modulação do bloco que será utilizado. A alvenaria estrutural necessita de mão de obra mais especializada, pois se as paredes não ficarem niveladas e no prumo, podem ocorrer acidentes, já que as paredes sustentam a edificação.	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez e facilidade de construção; • Redução da mão de obra; • Maior economia; • Maior qualidade na execução; • Menor desperdício de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> • As paredes não podem ser removidas sem recolocar um elemento estrutural para suprir as cargas; • Limitações estéticas nos projetos arquitetônicos; • Vãos livres limitados.
Paredes de Concreto	As paredes de concreto consistem em um sistema construtivo em paredes estruturais maciças de concreto armado. Estas paredes são concretadas com o auxílio de formas de madeira ou metálica que são montadas <i>in loco</i> de acordo com o projeto arquitetônico. As instalações hidráulicas e elétricas são embutidas, então não há quebra de paredes e retrabalhos. Este sistema é viável para construções de larga escala, onde as formas serão reutilizadas várias vezes, pois o custo delas é alto.	<ul style="list-style-type: none"> • Alta produtividade; • Alta resistência ao fogo; • Pouco desperdício de materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa flexibilidade; • Não tem bom isolamento térmico e acústico; • Devido ao uso de formas, tem alto custo para produção em pequena escala.

Os pontos onde foram coletados os dados para este estudo (dados de temperatura e UR do Ar e de observações sensíveis por parte dos moradores) foram selecionados de acordo com as particularidades verificadas no padrão de construção das residências e na disposição das mesmas, numa mesma faixa de altitude, tentando evitar a influência da variação topoclimática, pois segundo Pereira et al. (2002) “Fatores do tipo topoclimáticos como exposição e configuração do terreno influenciam na temperatura do ar e conseqüentemente no potencial de aquecimento das residências”.

Para isso, foi verificado o perfil de elevação (Figura 16) do relevo do sítio urbano de Rondonópolis, dividido em 3 cotas altimétricas, 207 m (cota inferior), 250 m (cota intermediária) e 326 m (cota superior) e então, selecionadas residências que se encontram dentro do mesmo contexto topográfico.



Figura 16: Variação da Altitude dos Terrenos do Sítio Urbano da Cidade de Rondonópolis.
Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).

Deste modo os registros dos dois conjuntos de dados meteorológicos foram adquiridos nos seguintes bairros: Jardim Atlântico, Residencial Três Américas, Residencial Sagrada Família, Residencial Granville e Jardim Belo Horizonte. A classificação total das casas da pesquisa pode ser observada no Quadro 3.

Quadro 3: Padrões de construção das habitações unifamiliares escolhidas para o estudo do conforto térmico na cidade de Rondonópolis.

Fonte: Negri Filho, D. (2021).

Código do ponto de coleta	Padrão de construção da habitação	Bairro em que se localiza	Ano de construção
P1	Padrão Baixo – PB	Jardim Atlântico	1982
P2	Padrão Baixo – PB	Residencial Três Américas	2011
P3	Padrão Baixo – PB	Residencial Três Américas	2011
P4	Padrão Baixo – PB	Jardim Belo Horizonte	1982
P5	Padrão Médio – PM	Residencial Santa Marina/ Sagrada Família	2000
P6	Padrão Alto – PA	Residencial Sunflower	2015

As localizações das residências de conjuntos habitacionais com padrão de construção baixo e com mesma variação topoclimática (intervalo da cota altimétrica entre intermediária e superior) podem ser observadas na figura 17.

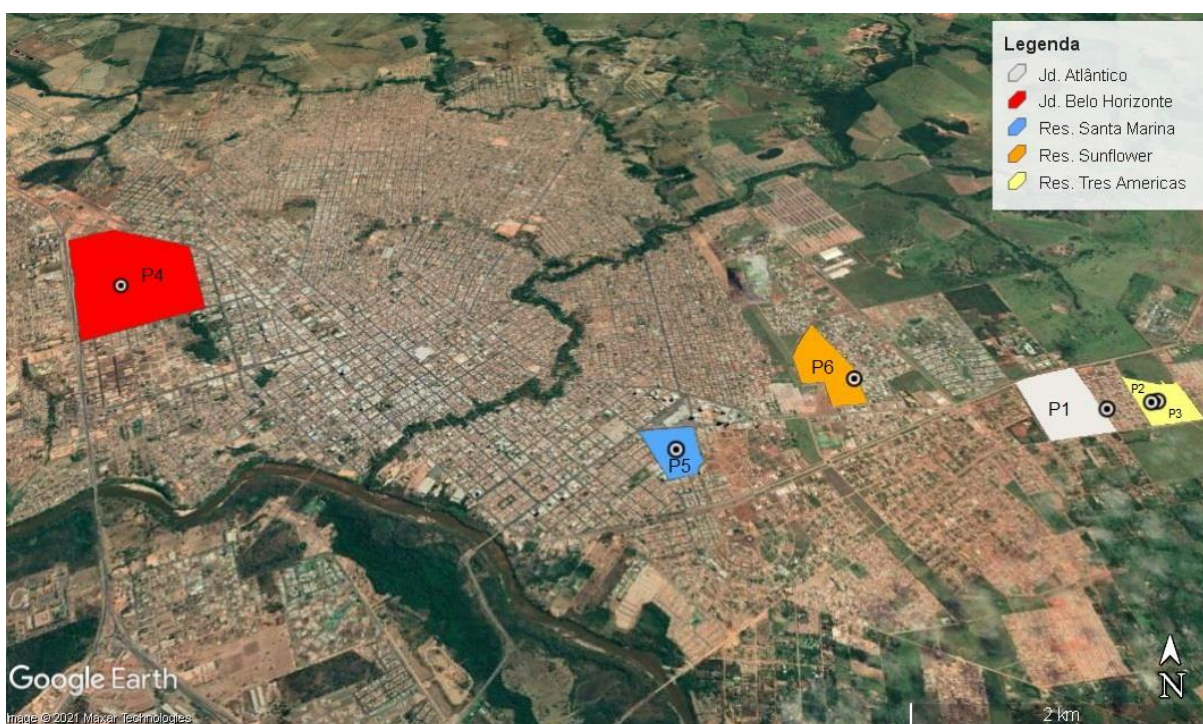


Figura 17: Localização no contexto da malha urbana da cidade de Rondonópolis das edificações com baixo padrão de construção (P1, P2, P3 e P4) escolhidas para o estudo.

Fonte: Google Earth (Acesso em fev. 2020).

Jardim Atlântico

Localizado na zona leste da cidade o Jardim Atlântico foi constituído em 1982 e caracteriza-se por possuir lotes pequenos e densamente construídos pois, a maioria das residências foram modificadas e aumentadas, com pouca presença de vegetação arbórea nas calçadas e nos quintais. O padrão de construção predominante é de residências térreas,

erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos e telhados de barro.

O ponto P1 refere-se à localização da residência no Jardim atlântico, cuja Fachada é possível ser observada na Figura 18 e que se encaixa no padrão baixo de construção. Esta residência conta com forro de madeira, pé direito de 2,5 metros e telhado de barro.



Figura 18: Aspectos Externos da Construção da Habitação P1 localizada no Conjunto Habitacional do Jardim Atlântico na cidade de Rondonópolis no setor leste da cidade de Rondonópolis.
Fonte: Negri Filho, D. (2021).

Loteamento Residencial Três Américas

Localizado na zona leste da cidade o Residencial Três Américas foi constituído em 2011 e caracteriza-se por possuir lotes pequenos com a maioria das residências ainda no projeto original, com pouca presença de vegetação arbórea nas calçadas e nos quintais. O padrão de construção predominante é de residências térreas, erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos e telhados de barro.

O ponto P2 refere-se à localização da primeira residência no Residencial Três Américas, cuja Fachada é possível ser observada na Figura 19 e que se encaixa no padrão baixo de construção. Esta residência conta com forro de PVC, pé direito de 2,5 metros e

telhado de barro.



Figura 19: Aspectos Externos da Construção da Habitação P2 localizada no Conjunto Habitacional no Residencial Três Américas no setor leste da cidade de Rondonópolis.
Fonte: Negri Filho, D. (2021).

Por fim, o ponto P3 refere-se à localização da segunda residência no Residencial Três Américas, cuja Fachada é possível ser observada na Figura 20 e que se encaixa no padrão baixo de construção. Esta residência conta com forro de PVC, pé direito de 2,5 metros e telhado de barro.



Figura 20: Aspectos Externos da Construção da Habitação P3 localizada no Conjunto Habitacional no Residencial Três Américas no setor leste da cidade de Rondonópolis.
Fonte: Negri Filho, D. (2021).

Jardim Belo Horizonte

Localizado na zona Oeste da cidade o Jardim Belo Horizonte (Figura 21) foi constituído em 1982 e caracteriza-se por possuir lotes de tamanhos bem superiores aos encontrados nos conjuntos residenciais atuais e, densamente construídos pois a maioria das residências já foram modificadas e aumentadas, conta com pouca presença de vegetação arbórea nas calçadas e nos quintais. O padrão de construção predominante é de residências térreas, erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos, forros de laje e telhados de barro.

O ponto P4 refere-se à localização da residência no Jardim Belo Horizonte, cuja Fachada é possível ser observada na Figura 22 e que se encaixa no padrão baixo de construção. Essa moradia é do tipo padrão baixo de construção, apesar de ter uma pequena construção da frente, não está ligada à casa, a qual está em seu modelo original de construção. Esta residência conta com forro de laje, pé direito de 2,5 metros e telhas de barro.

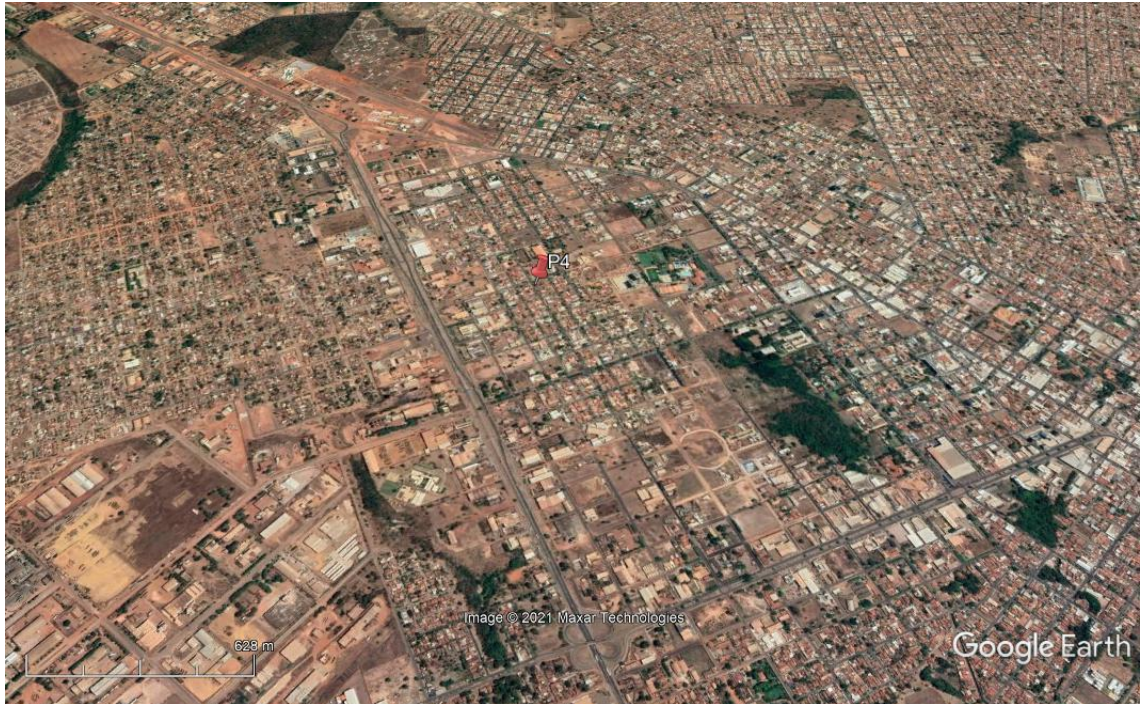


Figura 21: Vista Aérea Parcial do Conjunto Habitacional Jardim Belo Horizonte onde se Localiza a Habitação (P4) de Baixo Padrão de Construção.

Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).



Figura 22: Aspectos Externos da Construção da Habitação P4 localizada no Conjunto Habitacional Jardim Belo Horizonte no setor oeste da cidade de Rondonópolis.

Fonte: Negri Filho, D. (2021).

Residencial Sagrada Família

Localizado na Leste da cidade, depois do Jardim Atlântico, em 1982 foi lançado o loteamento Sagrada Família (Figura 23) com 5300 lotes, uma quantidade enorme que foi vendido em seis meses. A expansão se deu, primeiramente, em prol dos níveis e categorias das construções, fazendo intermediar no processo de conversão da gleba de terra, com lotes grandes, os quais visavam uma classe média alta e depois com lançamento de lotes populares (MOREIRA, 2017).

Hoje o residencial Sagrada Família é tema de grande discussão dos moradores, sempre com notícias vinculadas nas mídias, cobrando melhorias em questão de asfalto, iluminação pública, falta de água, falta de drenagem etc. Segundo o Jornal *On line* Portal MT (2018), apesar do Residencial Sagrada Família ser considerada área nobre de Rondonópolis, a situação é de total abandono, não tem o mínimo de estrutura. Outro grande problema encontrado no residencial, é a especulação imobiliária,

Outra falta de investimento é que no bairro há uma grande especulação imobiliária com muitos terrenos baldios, onde os moradores sentem inseguros com o matagal, há casos de queimadas poluindo ainda mais o ar seco nesta época do ano. A falta de iluminação pública é constante além do problema da falta de água (ATRIBUNAMT, 2018).



Figura 23: Localização no Contexto da Malha Urbana da Cidade de Rondonópolis das Edificações Habitacionais (P5 e P6) com Padrões de Construção Médio e Alto Respectivamente. Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).

O ponto P5 refere-se à localização da residência no Residencial Sagrada Família e que se enquadra em padrão médio de construção (Figura 24).

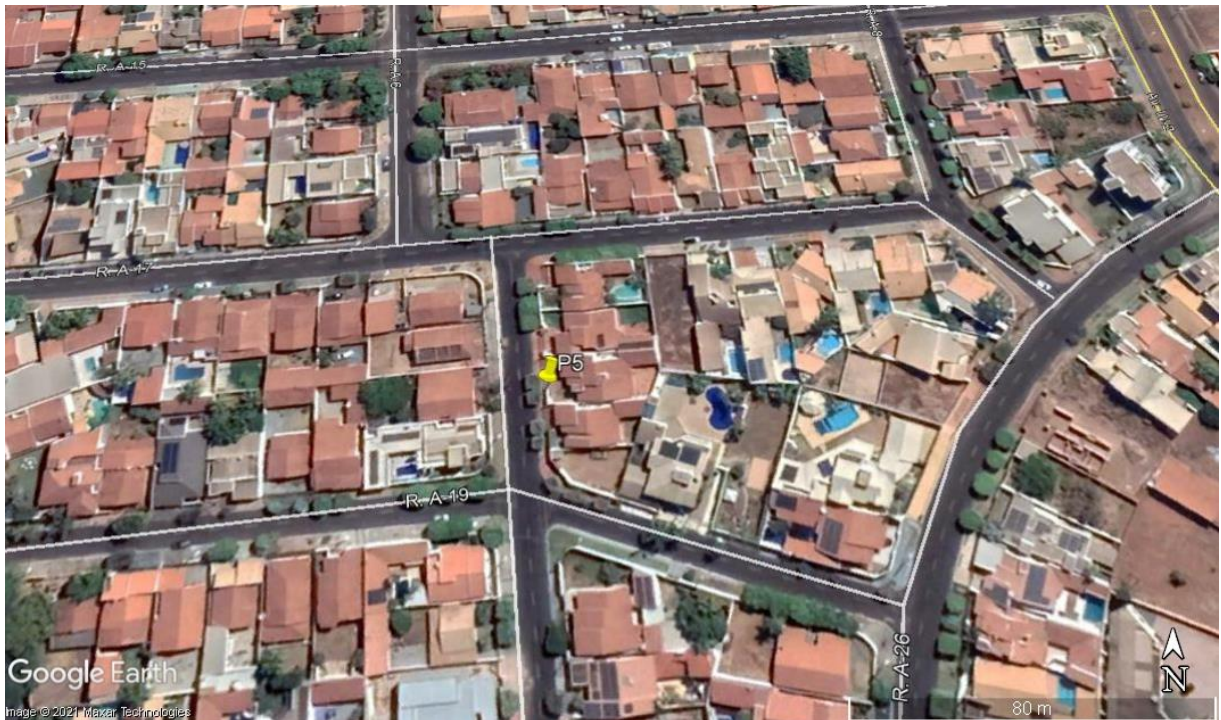


Figura 24: Vista Aérea Parcial do Bairro Santa Marina/Parque Sagrada Família onde se Localiza a Habitação (P5) de Médio Padrão de Construção.

Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).

Erigida em alvenaria de blocos cerâmicos, revestidas interna e externamente com reboco fino e pintura à base de látex; Cobertura de telhas de barro sobre estrutura de madeira, forro de laje, erigidas com estrutura mista (concreto/alvenaria); Projeto arquitetônico e civil sem vistas à desempenho térmico. A Fachada é possível ser observada na figura 25.



Figura 25: Aspectos Externos da Construção da Habitação P5 localizada no Bairro Santa Marina/Pq Sagrada Família no setor sudeste da cidade de Rondonópolis.
Fonte: Negri Filho, D. (2021).

Residencial Granville I

Localizado na zona leste da cidade o Residencial Granville I (Figura 26) foi constituído em 2004 e caracteriza-se por possuir lotes de boas proporções com residências de 1 ou 2 pavimentos, algumas edificações unifamiliares e muitos terrenos ainda baldios. O padrão de construção é Médio e/ou Alto, com residências erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos e telhados de barro ou equivalentes, com forro de concreto.



Figura 26: Vista Aérea Parcial do Bairro Jardim Sunflower onde se Localiza a Habitação (P6) de Alto Padrão de Construção. Fonte: Google Earth (acesso em fev. 2020).

Por fim, o ponto P6 refere-se à localização da residência no Residencial Granville I, cuja Fachada é possível ser observada na Figura 27. Erigida em alvenaria de blocos cerâmicos, com pé direito acima do recomendado pela NBR 15.575, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é de 2,5 metros de altura, 1 pavimento, cobertura de telhas de concreto sobre tesouras de madeira e forro em concreto com acabamento interno em gesso além do uso de mantas entre o telhado e a laje com propósito principal de auxiliar no isolamento térmico da residência., Isolada de ambos os lados, em terrenos de boas proporções, obedecendo a estilo arquitetônico definido (em sentido de reduzir os aquecimentos do clima local).



Figura 27: Aspectos Externos da Construção da Habitação P6 localizada no Bairro Jardim Sunflower no setor leste da cidade de Rondonópolis.

Detalhamento do padrão de construção das casas utilizadas no estudo

Neste trabalho, busca-se avaliar se há diferenças no desempenho de conforto térmico apresentado por casas com baixo padrão de construção referentes a vários conjuntos habitacionais fruto de programas governamentais realizados em diferentes épocas na cidade de Rondonópolis, e, destes em relação às casas com padrão de construção mais elevado construídas em “bairros sociais” da cidade (Quadro 3).

Portanto, é muito importante compreender as propostas dos projetos e materiais empregados no sentido de se verificar se, por meio de tecnologias “passivas” (sem emprego de aparelhos para artificialmente melhorar o conforto térmico de tais casas), estas apresentam bom desempenho de conforto térmico para seus moradores.

- ✓ O Projeto e Padrão de Construção das Habitações de Baixo Padrão em Conjuntos Habitacionais da Cidade

Assim, por ordem cronológica, as habitações populares de baixo padrão (nos termos da NBR 12.721:2006) mais antigas consideradas no presente estudo, referem aos

conjuntos habitacionais onde se situam os pontos P1 e P4 que foram implantados no ano de 1982 na cidade.

Estes apesar de terem sido financiadas pelo mesmo programa de habitação, o BNH, possuem projetos de construção significativamente diferentes, o que, em tese, deve promover também diferente nível de conforto térmico aos seus moradores. Em seguida, vem os pontos P2 e P3 que também se referem a habitações edificadas em conjuntos habitacionais, mas, porém, construídos mais recentemente (no ano de 2011) na cidade.

A casa do ponto P1 (Figura 18), construída no Jardim Atlântico em 1982, tinha originalmente 38m² de construção, 1 pavimento, erigida em alvenaria de blocos cerâmicos, piso cimento queimado, telhados de barro sem forro, com área ocupando todo o terreno de 200 m². Atualmente, essa residência conta com forro de madeira, pé direito de 2,5 mts e piso cerâmico.

A casa do ponto P4 (Figura 22), localizada no Jardim Belo Horizonte, foi construída em 1982, com área em torno de 65m² sobre terreno de 250 m². O padrão de construção configura-se por 1 pavimento, pé direito de 2,5 mts, erigida em alvenaria de blocos cerâmicos, piso cimento queimado, forro de laje e telhado de barro.

Comparando as casas dos pontos P1 e P4, percebe-se que a P4 teve um melhor conceito de construção, pois tinha quase o dobro do tamanho de construção, contava com forro de laje e terreno com maior dimensão.

As outras duas residências, situadas nos pontos P2 e P3 (Figuras 19 e 20), trata-se de casas idênticas, construídas pelo programa minha casa minha vida, localizadas no loteamento Jardim Três Américas, e foram construídas no ano de 2011. São casas de 1 pavimento com 48m² de construção, erigidas em alvenaria de blocos cerâmicos, pisos cerâmicos e telhados de barro com forro de PVC, pé direito de 2,5 mts em terreno com 230m².

As quatro casas, P1, P2, P3 e P4, são de baixo padrão de construção, oriundas de programas governamentais de habitações sociais (BNH e PMCMV), contudo, com quase 30 anos de diferença entre eles.

As maiores diferenças encontradas entre as residências dos conjuntos habitacionais implantados em 1982, são em relação ao tipo de materiais empregados no forro e no piso. Enquanto a casa do ponto P1 foi concebida sem forro, a casa do ponto P4 foi entregue com forro de laje. Com relação ao material do piso, tanto a casa do P1 quanto a do P4 foram

entregues com piso de cimento queimado. Já as casas dos pontos P2 e P3, de conjuntos habitacionais implantados em 2011, possuem forro de PVC e com piso de cerâmica.

- ✓ O Projeto e Padrão de Construção das Habitações de Médio e Alto Padrão em Conjuntos Sociais da Cidade

As casas dos pontos P5 e P6 se enquadram em Padrão Médio e alto de construção respectivamente nos termos da NBR 12.721:2006.

A residência P5 (Figura 25) foi edificada em 2001 com 200 m² de construção, em terreno de 450 m², localizado no bairro Santa Marina/ Pq. Sagrada Família. Trata-se de uma edificação em alvenaria de blocos cerâmicos, revestidas interna e externamente com reboco fino e pintura à base de tinta látex. Possui 1 pavimento e cobertura de telhas de barro sobre estrutura de madeira, forro de laje, erigidas com estrutura mista (concreto/alvenaria); Projeto arquitetônico e civil sem vistas à desempenho térmico. A sala onde foi coletado os dados internos, tem área de 32 m². e pé direito com 3 mts de altura.

A casa do ponto de coleta P6 (Figura 27) foi construída em 2015, e possui 425 m² de construção em terreno de 1.080 m², localizado no bairro Jardim Sunflower, erigida em alvenaria de blocos cerâmicos, com pé direito acima do recomendado pela NBR 15.575, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é de 2,5 mts de altura, 1 pavimento, cobertura de telhas de concreto sobre tesouras de madeira e forro em concreto com acabamento interno em gesso além do uso de mantas entre o telhado e a laje com propósito principal de auxiliar no isolamento térmico da residência. A sala onde foi coletado os dados tem 47.5 m² com pé direito de 3,9 mts. Esta residência encontra-se isolada de ambos os lados, obedecendo a estilo arquitetônico definido, entre outras coisas, para reduzir os aquecimentos do ar decorrentes dos tipos de tempo característicos do clima local de Rondonópolis.

4.4 Caracterização Geral do Ritmo Climático Local do Município de Rondonópolis nos Dois Períodos de Coleta de Dados do Estudo

No período dos dias 24 a 30/03/2020 o ritmo climático local na cidade de Rondonópolis registrado a partir da estação meteorológica automática do INMET instalada na área do campus da Universidade Federal de Mato Grosso nas seguintes coordenadas:

Lat. -16,46; Long. -54,88 e Alt. 289,9m, foi marcado por chuvas nos dias 24, 26, 27 e 28, sendo que os totais diários destas foram mais significativos nos três últimos quando ficaram entre 8 e 12mm. O acumulado de chuvas do período dessa primeira coleta de dados foi de 42,6mm, sendo que nos dias 26, 28 e 29 estas ocorreram durante o dia (entre as 7 e 14h no dia 26 e entre as 16 e 17h no dia 28 e entre as 10 e 11h no dia 29) e nos dias 24, e 30 estas ocorreram exclusivamente no fim da tarde e no período da noite e assim, afetando menos a variação da temperatura do ar na cidade.

A temperatura do ar variou entre 23,1 e 34,7°C, ou seja, com amplitude térmica absoluta de 11,6°C. As mínimas ocorreram em torno das 06h da manhã e as máximas entre as 12 e 15h na maioria dos dias. Mas no dia 26, possivelmente influenciada pela nebulosidade de um chuva frontal que em 2h alcançou uma altura de cerca 12mm, a máxima desse dia alcançada as 12h não superou a 29,5°C. Além disso, após esse momento, a temperatura caiu 5,3°C durante a chuva, e voltando a subir após a mesma cessar, e assim, alcançando outro pico de máxima (29,1°C) nesse mesmo dia as 18h (Prancha 1a – Apêndice 01). Esse padrão de dois picos da temperatura máxima num mesmo dia também foi observado no dia 25, mas com repique menos acentuado (3,8°C) que o observado no dia 26, mas certamente também influenciado pela nebulosidade e também por ventos acima de 4 m/s ocorridos as 15h neste dia. Em relação a umidade relativa do ar, observa-se que seus valores oscilaram entre 55 e 90% nas leituras instantâneas. E as chuvas do dia 26 possivelmente também foram responsáveis pela alteração no padrão predominante do ritmo da umidade relativa do ar, que nesse dia manteve-se o tempo todo acima de 75%. Nos demais dias seu comportamento é bem característico, sendo alta todo o tempo e caindo apenas no período das 9 às 18h quando as temperaturas são mais elevadas, e exibindo os valores mínimos exatamente no horário das máximas da temperatura do ar.

O segundo período de coletas de dados para este estudo (medições na estação seca), os registros foram realizados entre os dias 20 e 26/09/2021 (Prancha 1b – Apêndice 01). Nesse período não ocorreu chuvas em nenhum dos dias de coleta e as temperaturas do ar foram sensivelmente mais elevadas do que as registradas no período das primeiras coletas (24 a 30/03/2020 – estação chuvosa). Nesse período, as máximas oscilaram entre cerca de 20 e 42°C, exibindo assim uma amplitude térmica absoluta de cerca de 22°C que foi, portanto, o dobro da observada na estação chuvosa durante as coletas realizadas em 2020 (Prancha 1 “a” e “b” – Apêndice 01).

O padrão de variação da temperatura do ar foi bastante característico com as mínimas ocorrendo em torno das 6h da manhã e as máximas entre as 12 e 15 horas nos dias 20, 21, 24 e 26 e entre as 14 e as 18 horas nos dias 22, 23 e 25.

Essa alteração no horário que ocorreu as temperaturas máximas diárias durante esse período de coleta deve-se ao fato de terem sido registrados valores significativamente maiores de umidade relativa do ar nos dias em que as máximas ocorreram mais tarde (entre 14 e 18 horas) do que as registradas nos demais dias.

Outro fator que também poderia explicar a razão de tal diferença no horário em que se deu as temperaturas máximas diárias seria a nebulosidade, mas infelizmente não foi realizado a coleta dos dados de radiação que permitiram se estimar o nível de cobertura de nuvens do céu nesse local durante o período dessa coleta. De modo geral, os valores da umidade relativa do ar foram sensivelmente inferiores àqueles registrados durante as coletadas da estação chuvosa.

Durante a primeira coleta (estação chuvosa) os valores mínimos da umidade relativa foram sempre superiores a 50%. Já durante a segunda coleta (estação seca) seus valores mínimos ficaram em torno de 10% e os máximos em torno de 70%. Ou seja, o ar foi em nível local foi muito mais seco do que durante as coletas da estação seca. (Prancha 1 “a” e “b” – Apêndice 01)

Em resumo, o clima local da cidade de Rondonópolis observado durante as coletas realizadas na estação chuvosa, foi marcado por tipos de tempo chuvoso, com ar mais úmido e temperaturas elevadas. Já os tipos de tempo observados durante as coletas da estação seca foram marcados por tempo seco (ausência de chuvas), valores de umidade relativa do ar inferiores à observadas na estação chuvosa e temperaturas do ar mais quentes ainda que as observadas na estação chuvosa.

Essas diferenças no ritmo climático das duas estações (seca e chuvosa) se refletiu claramente nos microclimas das casas avaliadas neste estudo. Tal reflexo ficou evidente tanto no registro das temperaturas do ar como da umidade relativa realizado dentro das casas, que foram significativamente mais afetadas em termos de conforto térmico durante a estação seca do que na estação chuvosa, como será detalhado nos resultados a seguir apresentados.

4.5 A Influência do ritmo climático em nível local no conforto térmico das habitações da cidade de Rondonópolis

Nesse tópico será apresentado, a partir do confronto entre os dados das condições do tempo observadas na cidade de Rondonópolis por meios dos registros da estação meteorológica automática do INMET instalada no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, e os dados de medições de temperatura e umidade do ar, realizadas no mesmo período na área interna das habitações selecionadas para estudo com emprego de registradores termo-higrógrafos, como a interação dos materiais e projeto arquitetônico dessas edificações e o ritmo do clima local de Rondonópolis tanto da estação chuvosa como seca regional, determinam o nível de conforto térmico que tais habitações oferecem aos seus moradores.

Logo em seguida, o nível de conforto térmico dessas habitações será caracterizado a partir das observações sensíveis registradas pelos seus moradores, as quais, permitiram se obter duas formas de avaliação de qual é de fato o nível de conforto térmico de tais edificações, uma por meio de dados medidos por aparelhos e outro por dados sentidos pelo corpo humano dos moradores dessas casas.

4.6 O Conforto térmico das habitações selecionadas para o estudo a partir de registros realizados por sensores de elementos do clima

- Resultados das medições realizadas no período chuvoso do ano de 2020

As temperaturas do ar registradas no interior da moradia P1 nesse primeiro período de coletas, variou entre 26,3 a 32,7°C (6,4°C de amplitude) e só tiveram seu ritmo afetado pelas condições atmosféricas do clima local no dia 26 possivelmente pelas 2h de chuva que totalizaram 12mm nesse dia (Gráfico 1).

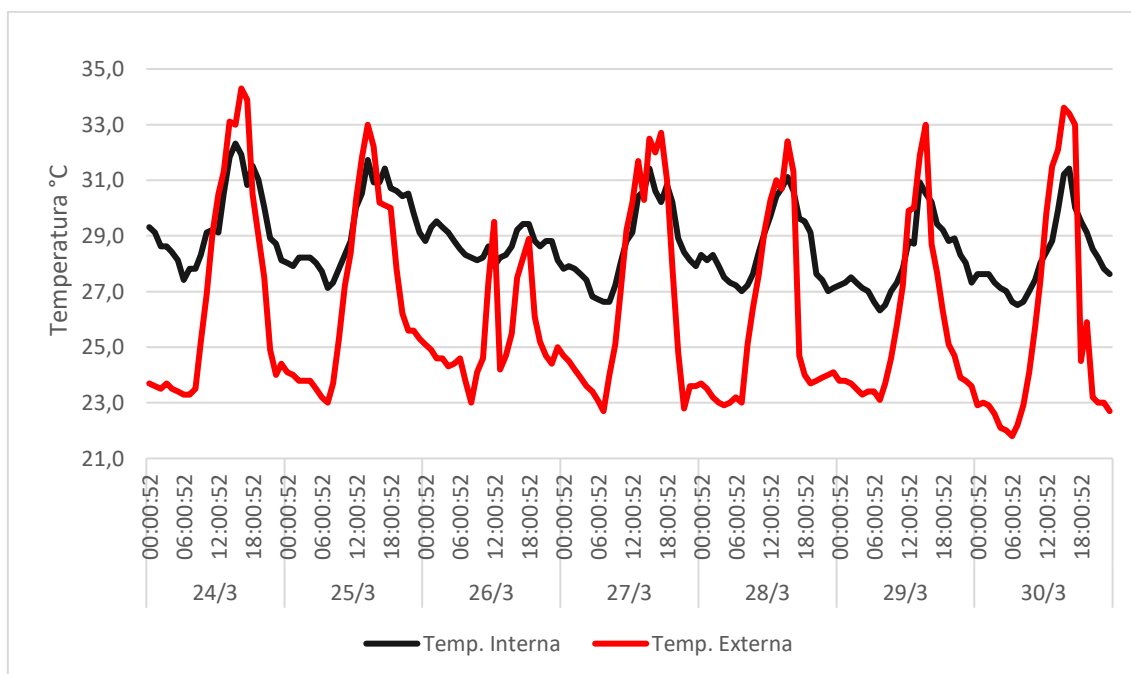


Gráfico 1: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P1 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Percebe-se que nesse período a temperatura do ar interno da casa estava sempre muito mais elevada que a temperatura externa e essa diferença só diminuía a partir das 6:00 da manhã, quando a temperatura do ar externo começa a subir e chega a ultrapassar a temperatura do ar interno da casa (ou seja, momento em que o ar fica mais quente fora da casa do que dentro) em torno das 11 ou 12h. A temperatura do ar externo continua sua marcha de elevação acompanhando a marcha zenital do Sol até alcançar o valor da máxima diária o que ocorre entre as 12 e 15h dependendo das demais condições atmosféricas do tempo em cada dia. Após atingir a máxima diária, a temperatura do ar externo começa a cair até registrar a nova temperatura mínima do ar o que se dará em torno das 6h do dia seguinte um pouco antes do Sol voltar a nascer.

Entretanto, mesmo com temperatura externa voltando a diminuir após ter atingido a máxima diária, nota-se que a temperatura do ar interno da casa não reage com sincronia, ficando com uma diferença em torno de 3 a 6°C mais elevada que a temperatura do ar externo por várias horas. Essa diferença pode ser melhor observada no gráfico 2, pelo qual nota-se que elas oscilam entre valores positivos (quando a temperatura do ar interno da casa

é superior ao do ar externo) e valores negativos (quando a temperatura do ar interno da casa é inferior ao do ar externo).

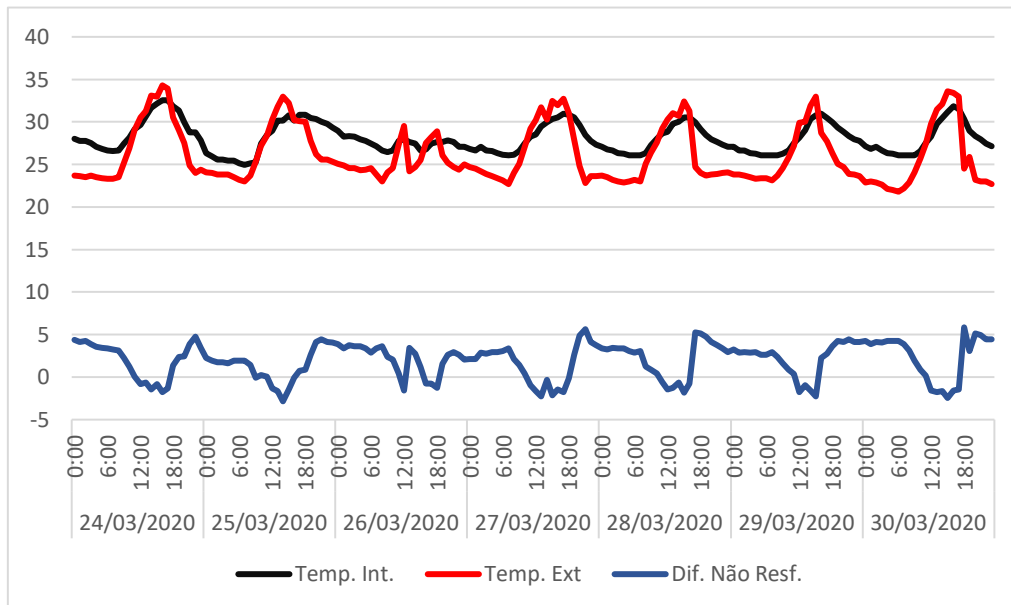


Gráfico 2: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT. Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com

termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Assim o conforto térmico dessa habitação, pode ser avaliado tanto pela sua capacidade de manter a temperatura do seu ar interno menor (mais fria) que a do ar externo, principalmente no período de máximo do dia, o que vamos denominar nesse estudo de “potencial de não aquecimento do ar da habitação - PNAAH”, o qual, como mostra o gráfico 2 no máximo chegou a cerca de 2,9°C durante esse período de primeira coleta (estação chuvosa regional). (Tabela 2)

Tabela 2: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	24/03/2020	25/03/2020	26/03/2020	27/03/2020	28/03/2020	29/03/2020	30/03/2020
0:00	4,4	2,3	3,9	2,2	3,4	3,3	4,3
1:00	4,2	2,0	3,4	2,2	3,3	2,9	3,9
2:00	4,3	1,8	3,8	2,9	3,5	3,0	4,2
3:00	3,9	1,8	3,7	2,8	3,4	2,9	4,1
4:00	3,6	1,7	3,7	3,0	3,4	3,0	4,3
5:00	3,5	2,0	3,4	3,0	3,1	2,7	4,3
6:00	3,4	2,0	2,9	3,1	2,9	2,7	4,3

7:00	3,3	2,0	3,4	3,4	3,1	3,0	3,9
8:00	3,2	1,5	3,7	2,2	1,3	2,4	3,2
9:00	2,3	-0,1	2,4	1,5	0,9	1,7	2,0
10:00	1,3	0,3	2,1	0,4	0,4	0,8	0,8
11:00	0,0	0,1	0,4	-0,9	-0,6	0,3	0,1
12:00	-0,9	-1,4	-1,6	-1,7	-1,5	-1,8	-1,6
13:00	-0,7	-1,7	3,5	-2,3	-1,3	-0,9	-1,8
14:00	-1,5	-2,9	2,8	-0,4	-0,6	-1,6	-1,7
15:00	-0,9	-1,5	1,2	-2,2	-1,9	-2,3	-2,5
16:00	-1,8	-0,1	-0,8	-1,5	-0,8	2,3	-1,6
17:00	-1,4	0,8	-0,8	-1,8	5,3	2,8	-1,5
18:00	1,4	0,9	-1,3	-0,1	5,2	3,7	5,9
19:00	2,4	2,7	1,6	2,7	4,8	4,3	3,1
20:00	2,5	4,2	2,7	4,9	4,2	4,2	5,2
21:00	3,9	4,5	3,0	5,7	3,8	4,5	5,0
22:00	4,8	4,2	2,7	4,2	3,4	4,2	4,5
23:00	3,5	4,1	2,1	3,8	3,0	4,2	4,5

E, por outro lado, o conforto térmico dessa habitação também pode ser avaliado em relação a sua inércia térmica, ou seja, seu potencial de conservação/armazenamento no período noturno do calor que recebeu pela radiação do Sol durante o período de luz do dia. O qual como mostra o gráfico 2, pode chegar manter a temperatura do ar dentro da casa até 5,9C° mais alta do que o ar fora dela no período noturno. Essa inércia térmica que atua para armazenar calor dentro da casa vamos denominar nesse estudo de “potencial de conservação do calor do ar da habitação - PCCAH” sendo este, outra importante medida do conforto térmico desta para seus moradores.

As temperaturas do ar interno da habitação P2, foram um pouco mais elevadas que as observadas na habitação P1, e variaram entre 27,1 e 35,3°C (8,2°C de amplitude) nesse período, e assim como no caso da P1, seu padrão normal de variação só foi afetado pelas chuvas do dia 26. (Gráfico 3)

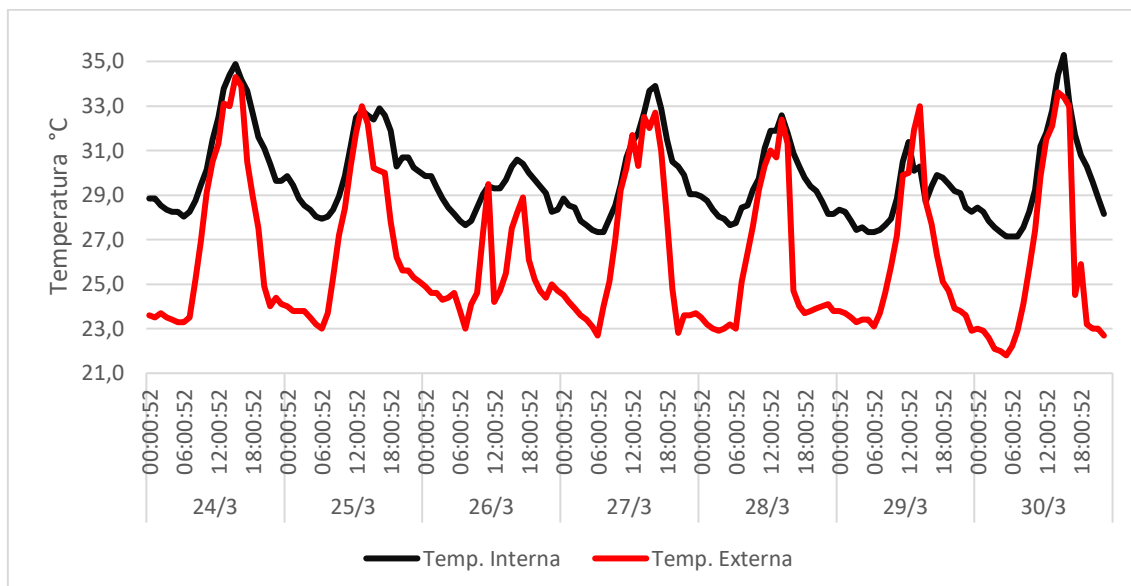


Gráfico 3: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P2 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Percebe-se que a temperatura interna da casa começa a aumentar a partir das 8:00 da manhã, acompanhando a temperatura externa e estabiliza em torno das 15:00 às 16:00, porém, nos dias 24, 27, 28 e 30/03, a temperatura interna alcança valores maiores do que a externa.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 4 quanto na Tabela 3.

Assim em termos de PNAAH a casa apresentou menor potencial que o observado na casa do P1, visto que a temperatura do seu ar interno se igualou a do ar externo em quase todos os dias desse período de coleta. O único dia em que ela conseguiu se manter um pouco mais fria nesse período de máximo aquecimento foi no dia 29 quando ficou com 2,7°C a menos do que a temperatura do ar externo. Já no período de resfriamento do dia, a casa manteve-se de 3,5°C a 7,5°C mais quente que o ar externo em todos os dias da coleta, mostrando um elevado potencial de desconforto térmico para seus moradores. (Gráfico 4, Tabela 3)

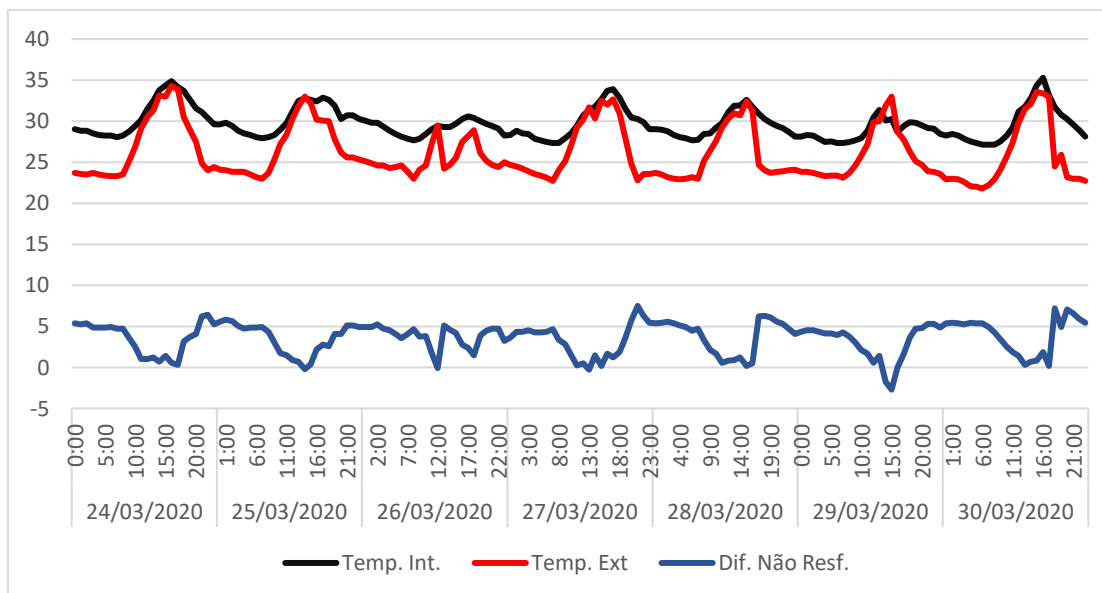


Gráfico 4: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 3: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	24/03/2020	25/03/2020	26/03/2020	27/03/2020	28/03/2020	29/03/2020	30/03/2020
0:00	5,3	5,5	4,9	3,6	5,3	4,3	5,3
1:00	5,2	5,8	4,9	4,3	5,4	4,5	5,4
2:00	5,3	5,6	5,2	4,3	5,5	4,5	5,3
3:00	4,8	5,0	4,7	4,5	5,3	4,3	5,2
4:00	4,8	4,7	4,5	4,2	5,1	4,1	5,4
5:00	4,8	4,8	4,0	4,2	4,9	4,1	5,3
6:00	4,9	4,8	3,5	4,3	4,4	3,9	5,3
7:00	4,7	4,9	4,0	4,6	4,7	4,2	4,9
8:00	4,7	4,3	4,6	3,3	3,3	3,7	4,2
9:00	3,5	3,0	3,7	2,8	2,1	3,0	3,4
10:00	2,5	1,7	3,8	1,5	1,6	2,1	2,5
11:00	1,0	1,4	1,7	0,2	0,5	1,6	1,8
12:00	1,0	0,9	-0,1	0,5	0,8	0,6	1,4
13:00	1,2	0,7	5,1	-0,3	0,9	1,4	0,3
14:00	0,7	-0,2	4,6	1,5	1,2	-1,8	0,7
15:00	1,4	0,4	4,2	0,2	0,2	-2,7	0,8

16:00	0,6	2,2	2,8	1,7	0,5	0,0	1,9
17:00	0,3	2,8	2,4	1,2	6,2	1,7	0,2
18:00	3,2	2,6	1,5	1,9	6,3	3,6	7,2
19:00	3,7	4,1	3,9	3,6	6,1	4,7	4,9
20:00	4,1	4,1	4,5	5,7	5,6	4,8	7,1
21:00	6,2	5,1	4,7	7,5	5,3	5,3	6,6
22:00	6,4	5,1	4,7	6,3	4,7	5,3	5,9
23:00	5,2	4,9	3,2	5,4	4,0	4,8	5,4

Na moradia do ponto P3 as temperaturas do ar interno variaram entre 26,8 a 32,8°C (6°C de amplitude) no período de coletas, e assim como as outras, teve seu padrão de variação afetado apenas em função das chuvas do dia 26. (Gráfico 5)

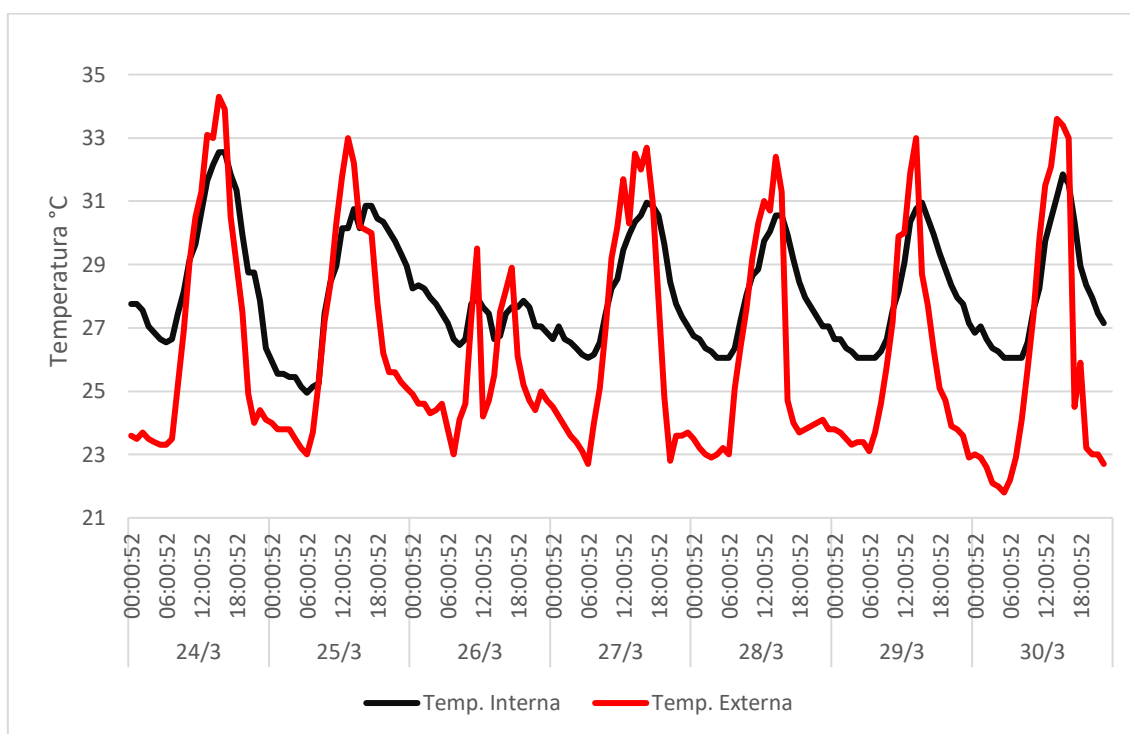


Gráfico 5: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P3 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 6 quanto na Tabela 4.

Em termos de PNAAH ela conseguiu manter a temperatura do seu ar interno até no máximo 2,9°C menor que as máximas diárias. Já em relação ao seu PCCAH a casa apresentou bom desempenho um pouco melhor que o observada na P1 e P2, uma vez que seu resfriamento no período noturno foi um pouco melhor, mas, de todo, a temperatura do ar dentro dela fica de 2,5 a 5,9°C acima da temperatura do ar externo no período da noite.

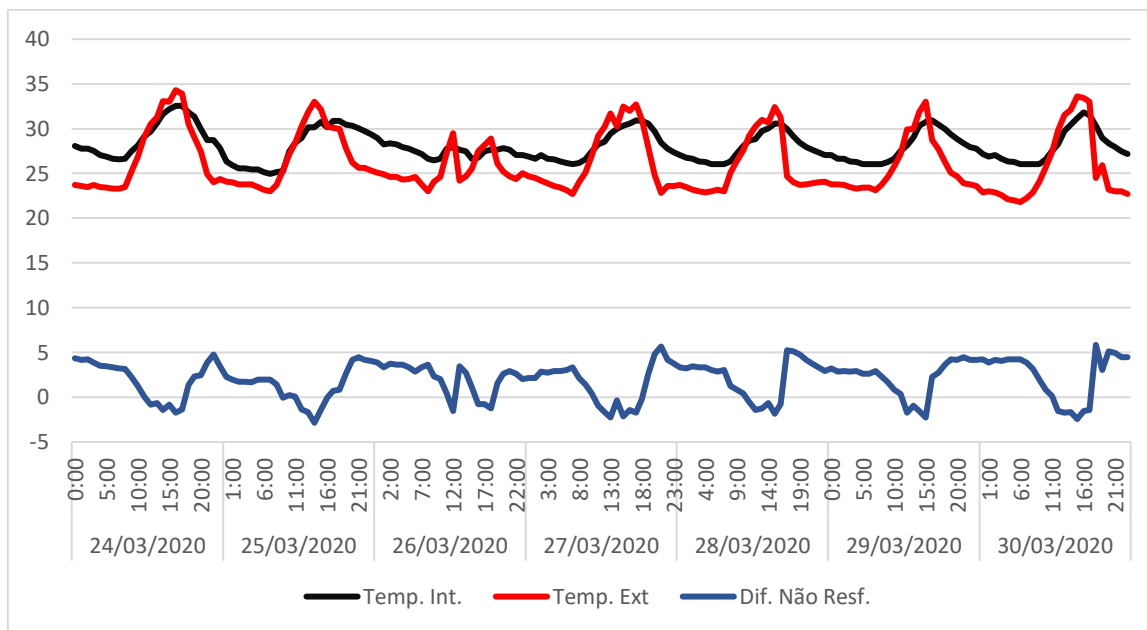


Gráfico 6: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 4: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	24/03/2020	25/03/2020	26/03/2020	27/03/2020	28/03/2020	29/03/2020	30/03/2020
0:00	4,4	2,3	3,9	2,2	3,4	3,3	4,3
1:00	4,2	2,0	3,4	2,2	3,3	2,9	3,9
2:00	4,3	1,8	3,8	2,9	3,5	3,0	4,2
3:00	3,9	1,8	3,7	2,8	3,4	2,9	4,1
4:00	3,6	1,7	3,7	3,0	3,4	3,0	4,3
5:00	3,5	2,0	3,4	3,0	3,1	2,7	4,3
6:00	3,4	2,0	2,9	3,1	2,9	2,7	4,3
7:00	3,3	2,0	3,4	3,4	3,1	3,0	3,9
8:00	3,2	1,5	3,7	2,2	1,3	2,4	3,2

9:00	2,3	-0,1	2,4	1,5	0,9	1,7	2,0
10:00	1,3	0,3	2,1	0,4	0,4	0,8	0,8
11:00	0,0	0,1	0,4	-0,9	-0,6	0,3	0,1
12:00	-0,9	-1,4	-1,6	-1,7	-1,5	-1,8	-1,6
13:00	-0,7	-1,7	3,5	-2,3	-1,3	-0,9	-1,8
14:00	-1,5	-2,9	2,8	-0,4	-0,6	-1,6	-1,7
15:00	-0,9	-1,5	1,2	-2,2	-1,9	-2,3	-2,5
16:00	-1,8	-0,1	-0,8	-1,5	-0,8	2,3	-1,6
17:00	-1,4	0,8	-0,8	-1,8	5,3	2,8	-1,5
18:00	1,4	0,9	-1,3	-0,1	5,2	3,7	5,9
19:00	2,4	2,7	1,6	2,7	4,8	4,3	3,1
20:00	2,5	4,2	2,7	4,9	4,2	4,2	5,2
21:00	3,9	4,5	3,0	5,7	3,8	4,5	5,0
22:00	4,8	4,2	2,7	4,2	3,4	4,2	4,5
23:00	3,5	4,1	2,1	3,8	3,0	4,2	4,5

As temperaturas do ar interno da moradia P4 variaram de 26,8 a 32,9°C (amplitude de 6,1°C) no período de coletas. E também só teve seu padrão de variação afetado pelas chuvas do dia 26. (Gráfico 7)

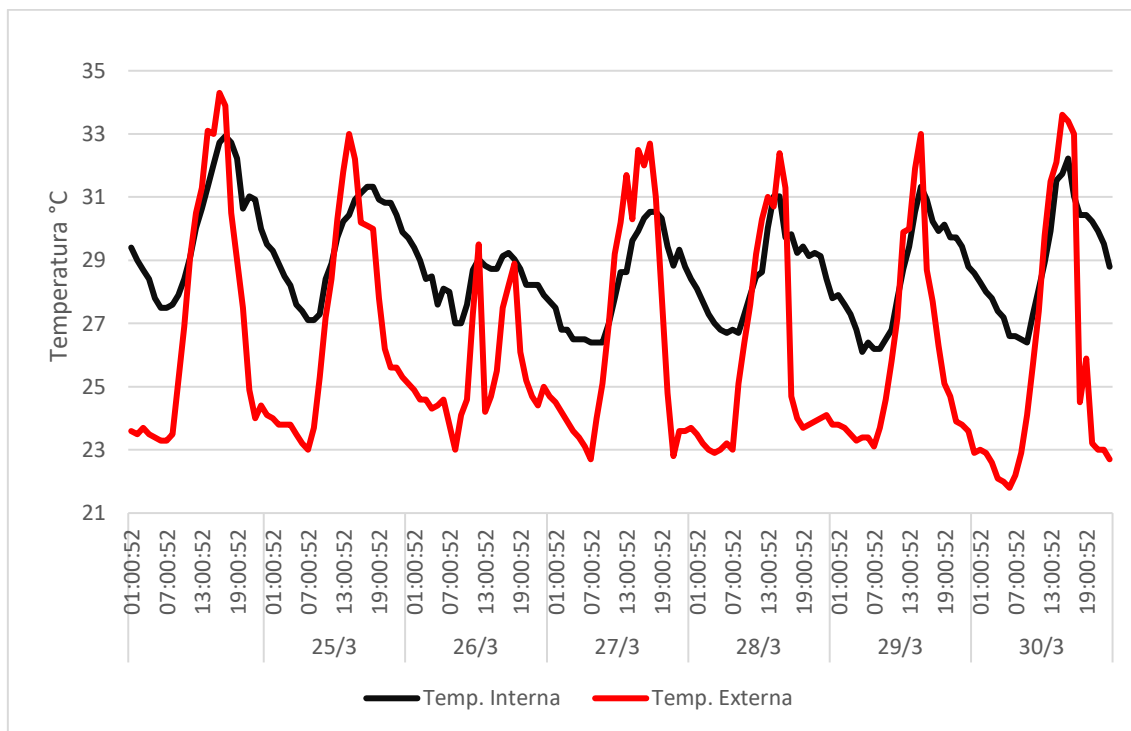


Gráfico 7: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P4 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 8 quanto na Tabela 5.

Seu desempenho em termos de PNAAH é menor do que o observado nas habitações dos pontos P1 a P3 (todas casas de conjuntos habitacionais populares), ficando na maioria das vezes praticamente com a mesma temperatura do ar externo nos horários de máximo aquecimento e, no máximo com 2,6°C a menos durante tais máximas. E mesmo em termos de PCCAH a casa também fica a desejar visto que também conserva muito calor ficando na maioria dos dias de 3,5 a 7,0°C mais quente do que a temperatura externa no período noturno.

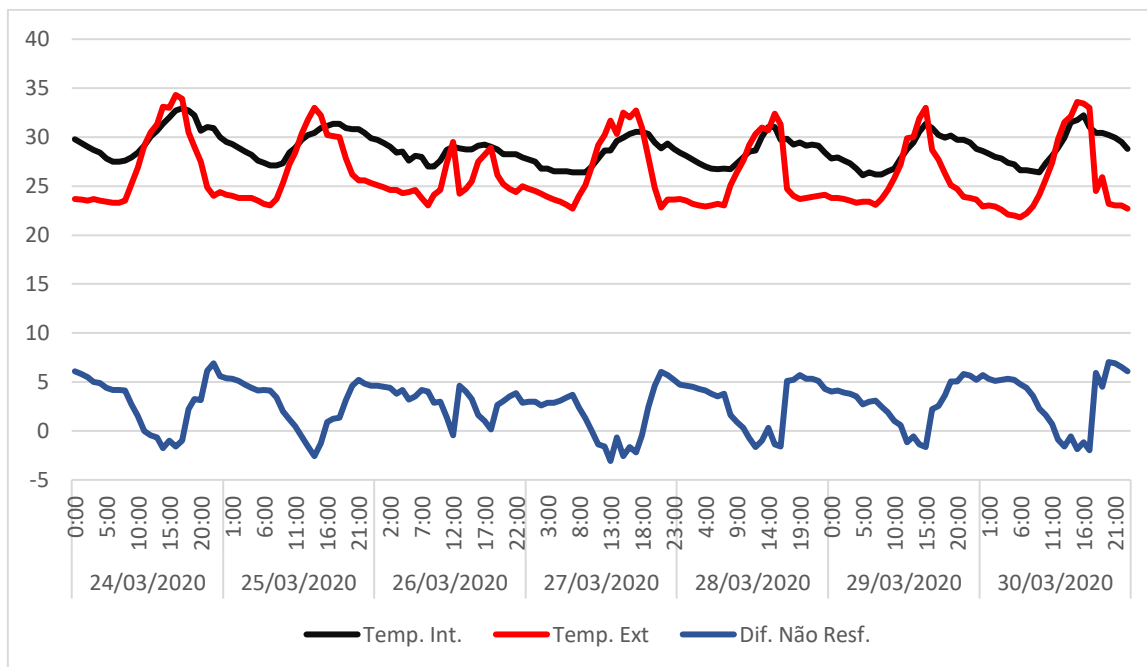


Gráfico 8: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 5: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	24/03/2020	25/03/2020	26/03/2020	27/03/2020	28/03/2020	29/03/2020	30/03/2020
0:00	6,1	5,4	4,6	3	4,7	4	5,7
1:00	5,8	5,3	4,5	3	4,6	4,1	5,3
2:00	5,5	5,1	4,4	2,6	4,5	3,9	5,1
3:00	5	4,7	3,8	2,9	4,3	3,8	5,2
4:00	4,9	4,4	4,2	2,9	4,1	3,5	5,3
5:00	4,4	4,1	3,2	3,1	3,8	2,7	5,2
6:00	4,2	4,2	3,5	3,4	3,5	3	4,8
7:00	4,2	4,1	4,2	3,7	3,8	3,1	4,4
8:00	4,1	3,4	4	2,4	1,6	2,5	3,6
9:00	2,7	2	2,9	1,3	0,9	1,9	2,3
10:00	1,5	1,2	3	0	0,3	1	1,6
11:00	0	0,5	1,4	-1,4	-0,7	0,6	0,7
12:00	-0,5	-0,6	-0,5	-1,6	-1,7	-1,2	-0,9
13:00	-0,7	-1,6	4,6	-3,1	-1,0	-0,6	-1,6
14:00	-1,8	-2,6	4,0	-0,7	0,3	-1,4	-0,6

15:00	-1,0	-1,3	3,2	-2,6	-1,4	-1,7	-1,9
16:00	-1,6	0,9	1,6	-1,7	-1,6	2,2	-1,2
17:00	-1,0	1,2	1,0	-2,2	5,1	2,5	-2,0
18:00	2,2	1,3	0,1	-0,5	5,2	3,6	5,9
19:00	3,2	3,1	2,6	2,4	5,7	5,0	4,5
20:00	3,1	4,6	3,0	4,6	5,3	5,0	7,0
21:00	6,1	5,2	3,5	6,0	5,3	5,8	6,9
22:00	6,9	4,8	3,8	5,7	5,1	5,6	6,5
23:00	5,6	4,6	2,9	5,2	4,3	5,2	6,1

Já as temperaturas do ar interno da moradia P5 variaram de 27,3 a 33,1°C (amplitude de 5,8°C) no período das coletas, e assim como as demais teve seu padrão de variação afetado pelas chuvas do dia 26. (Gráfico 9)

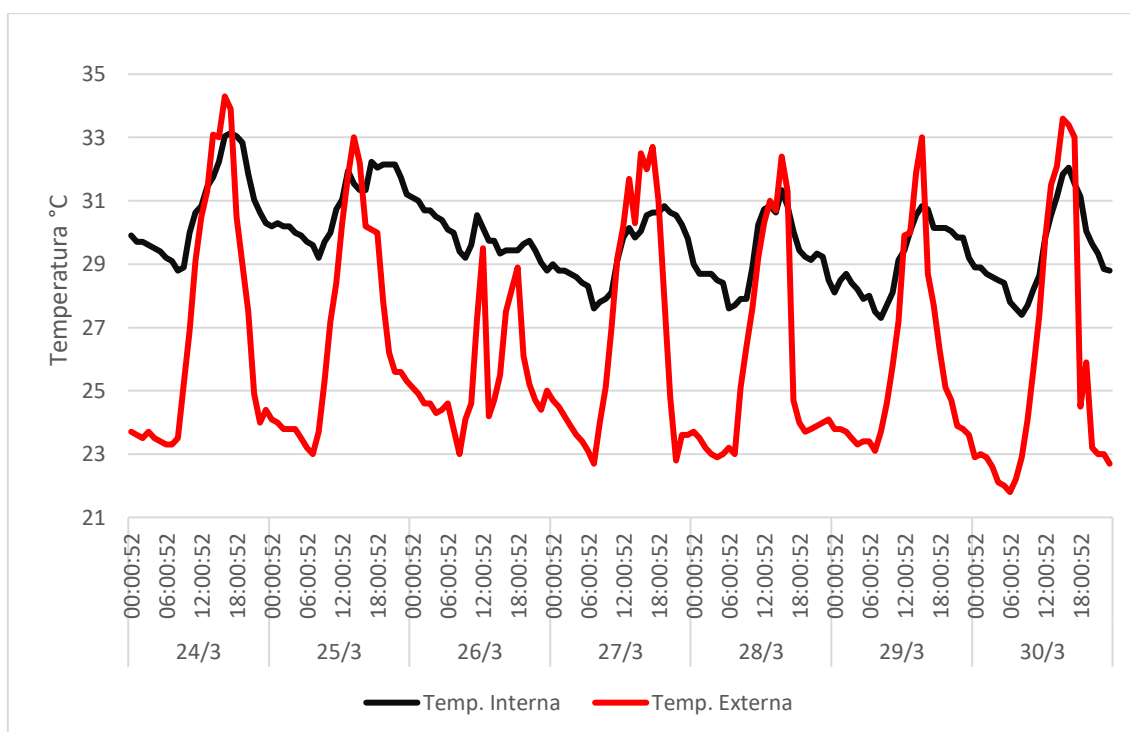


Gráfico 9: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P5 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 10 quanto na Tabela 6.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia a temperatura do seu ar interno praticamente se igualou a do ar externo na maioria dos dias, conseguindo no máximo ficar com 2,5°C a menos que a temperatura máxima externa. (Gráfico 10)

Já em termos de PCCAH seu desempenho também não foi bom, visto que quando o ar externo cai, a linha que demarca a temperatura interna pouco se altera, o que determina que esta fique sempre de 4,0 a 7,7°C mais elevada que a do ar externo no período de resfriamento do dia.

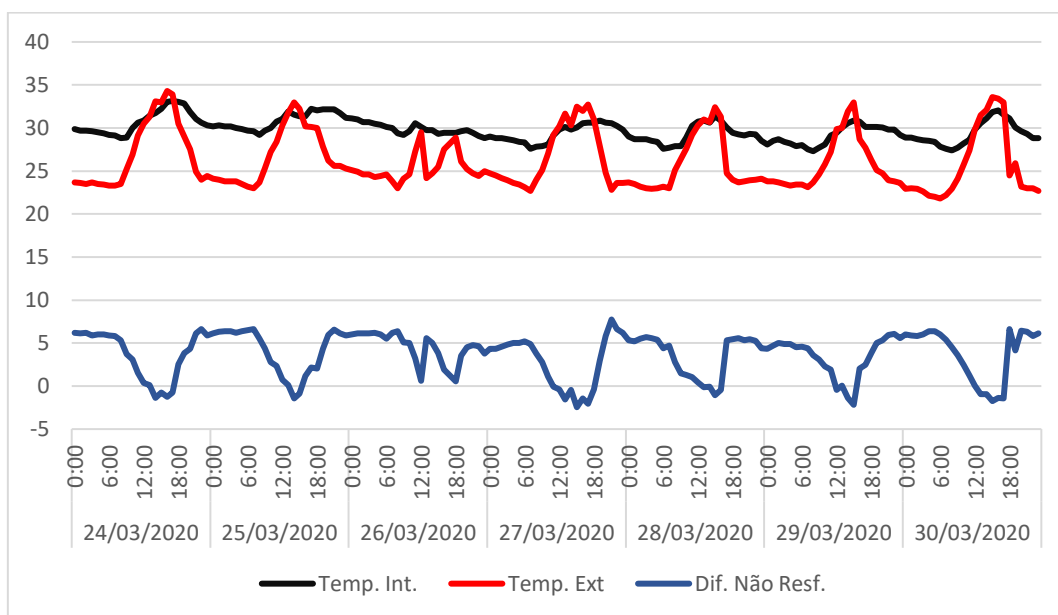


Gráfico 10: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 6: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	24/03/202	25/03/202	26/03/202	27/03/202	28/03/202	29/03/202	30/03/202
	0	0	0	0	0	0	0
0:00	6,2	6,1	6	4,3	5,3	4,3	6
1:00	6,1	6,3	6,1	4,3	5,2	4,7	5,9
2:00	6,2	6,4	6,1	4,6	5,5	5	5,8

3:00	5,9	6,4	6,1	4,8	5,7	4,9	6
4:00	6	6,2	6,2	5	5,6	4,9	6,4
5:00	6	6,4	6	5	5,4	4,5	6,4
6:00	5,9	6,5	5,5	5,2	4,4	4,6	6
7:00	5,8	6,6	6,2	4,9	4,7	4,4	5,4
8:00	5,3	5,5	6,4	3,8	2,8	3,6	4,5
9:00	3,7	4,4	5,1	2,8	1,5	3,1	3,6
10:00	3,1	2,8	5	1,1	1,3	2,3	2,5
11:00	1,5	2,3	3,2	-0,1	1,0	1,9	1,2
12:00	0,3	0,7	0,6	-0,4	0,4	-0,5	0,0
13:00	0,1	0,1	5,5	-1,6	-0,2	0,0	-1,0
14:00	-1,4	-1,5	5,0	-0,5	-0,1	-1,4	-1,0
15:00	-0,8	-0,9	3,8	-2,5	-1,1	-2,2	-1,8
16:00	-1,3	1,1	1,9	-1,5	-0,5	2,0	-1,4
17:00	-0,8	2,1	1,2	-2,1	5,3	2,4	-1,5
18:00	2,5	2,0	0,5	-0,4	5,4	3,8	6,6
19:00	3,8	4,3	3,5	2,9	5,5	5,0	4,1
20:00	4,3	5,9	4,5	5,8	5,3	5,3	6,4
21:00	6,1	6,5	4,7	7,7	5,4	5,9	6,3
22:00	6,6	6,1	4,6	6,6	5,2	6,0	5,8
23:00	5,9	5,9	3,8	6,2	4,4	5,6	6,1

As temperaturas do ar interno na moraria P6 exibiram muito menor amplitude que a observada em todas as demais habitações pesquisadas nesse período de coletas. A amplitude da temperatura do seu ar interno foi de no máximo 2°C ficando entre 29,3 e 31,3°C quase formando uma linha reta, demonstrando que as fortes oscilações da temperatura do ar externo do clima local, pouco lhe afetam, sejam no período de máximo aquecimento ou de máximo resfriamento do dia. (Gráfico 11)

Certamente seu comportamento térmico pouco influenciado pelas variações das condições atmosféricas do clima local se deva ao fato dessa habitação ter sido construída a partir de projeto arquitetônico que buscou dotá-la de estratégias para redução do forte aquecimento térmico característico do clima local de Rondonópolis, bem como terem sido utilizados na sua construção diversos materiais com potencial de isolamento térmico.

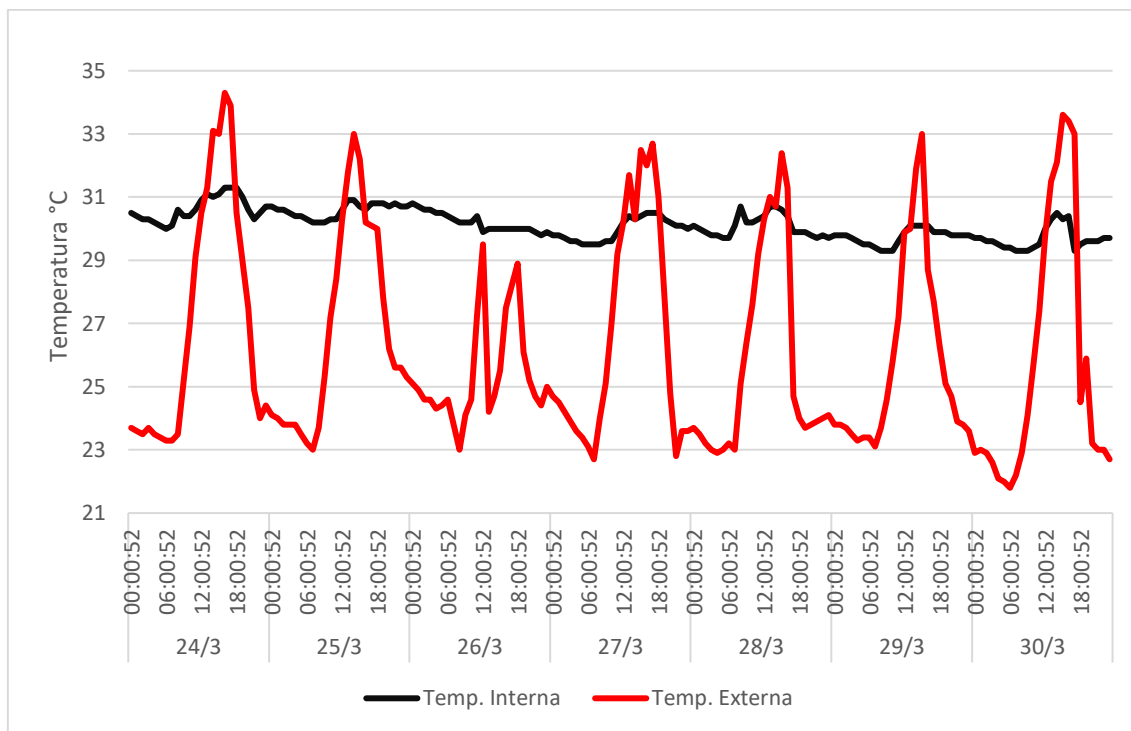


Gráfico 11: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P6 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 24 a 30/03/2020.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Percebe-se que a temperatura interna da casa começa a aumentar a partir das 8:00 da manhã, acompanhando a temperatura externa e se estabiliza em torno das 15:00 às 16:00.

A partir do momento em que a temperatura externa começa a diminuir, nota-se que a temperatura interna da casa pouco reage, ficando a temperatura do ar interno da casa muito mais elevada que a temperatura do ar externo.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 12 quanto na Tabela 7.

Em termos de PNAAH seu desempenho é bem elevado conforme pode ser observados tanto no Gráfico 12 quanto na Tabela 7, garantindo conforto térmico aos moradores. Pois com exceção do dia 26 quando houve 2 horas de chuva iniciando ao meio-dia, a casa manteve a temperatura do seu ar interno sempre menor que a do ar externo em até 3,7°C nesse período de coleta.

Entretanto, no período de resfriamento do dia, a casa manteve-se sempre de 5,0°C a 7,6°C mais quente que o ar externo em todos os dias da coleta, mostrando um elevado

potencial de desconforto térmico para seus moradores pela sua alta conservação de calor (PCCAH).

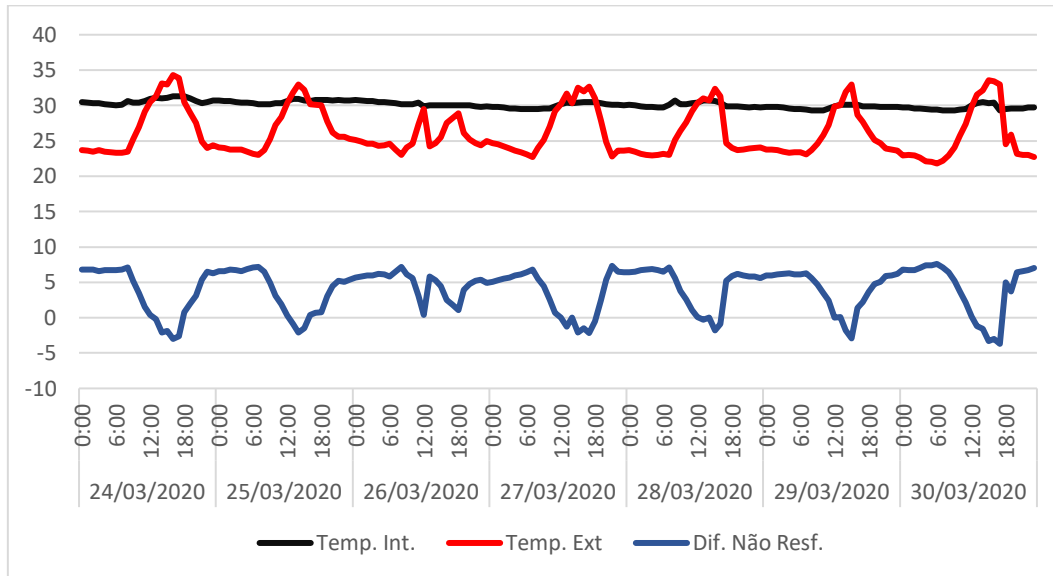


Gráfico 12: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 7: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	24/03/2020	25/03/2020	26/03/2020	27/03/2020	28/03/2020	29/03/2020	30/03/2020
0:00	6,8	6,6	5,7	5,1	6,4	6	6,8
1:00	6,8	6,6	5,8	5,3	6,5	6	6,7
2:00	6,8	6,8	6	5,5	6,7	6,1	6,7
3:00	6,6	6,7	6	5,7	6,8	6,2	7
4:00	6,7	6,6	6,2	6	6,9	6,3	7,4
5:00	6,7	6,9	6,1	6,1	6,7	6,1	7,4
6:00	6,7	7,1	5,8	6,4	6,5	6,1	7,6
7:00	6,8	7,2	6,5	6,8	7,1	6,3	7,1
8:00	7,1	6,5	7,2	5,5	5,6	5,6	6,4
9:00	5,2	4,9	6,1	4,5	3,8	4,7	5,2
10:00	3,5	3,1	5,6	2,6	2,6	3,5	3,7
11:00	1,5	1,9	3,1	0,7	1,1	2,4	2,1
12:00	0,4	0,3	0,4	0	0,1	0	0,2
13:00	-0,2	-0,9	5,8	-1,3	-0,3	0,1	-1,2

14:00	-2,1	-2,1	5,3	0	0	-1,8	-1,6
15:00	-1,9	-1,5	4,5	-2,1	-1,8	-2,9	-3,3
16:00	-3	0,4	2,5	-1,5	-0,9	1,4	-3
17:00	-2,6	0,7	1,8	-2,2	5,2	2,2	-3,7
18:00	0,8	0,8	1,1	-0,5	5,9	3,6	5
19:00	2	3	3,9	2,4	6,2	4,8	3,7
20:00	3,1	4,5	4,8	5,4	6	5,1	6,4
21:00	5,4	5,2	5,2	7,3	5,8	5,9	6,6
22:00	6,5	5,1	5,4	6,5	5,8	6	6,7
23:00	6,3	5,4	4,9	6,4	5,6	6,2	7

- Resultados das medições realizadas no período Seco do ano de 2021

As temperaturas do ar registradas no interior da moraria P1 nesse segundo período de coletas, variou entre 28,7 a 36,9°C (8,2°C de amplitude) (Gráfico 13).

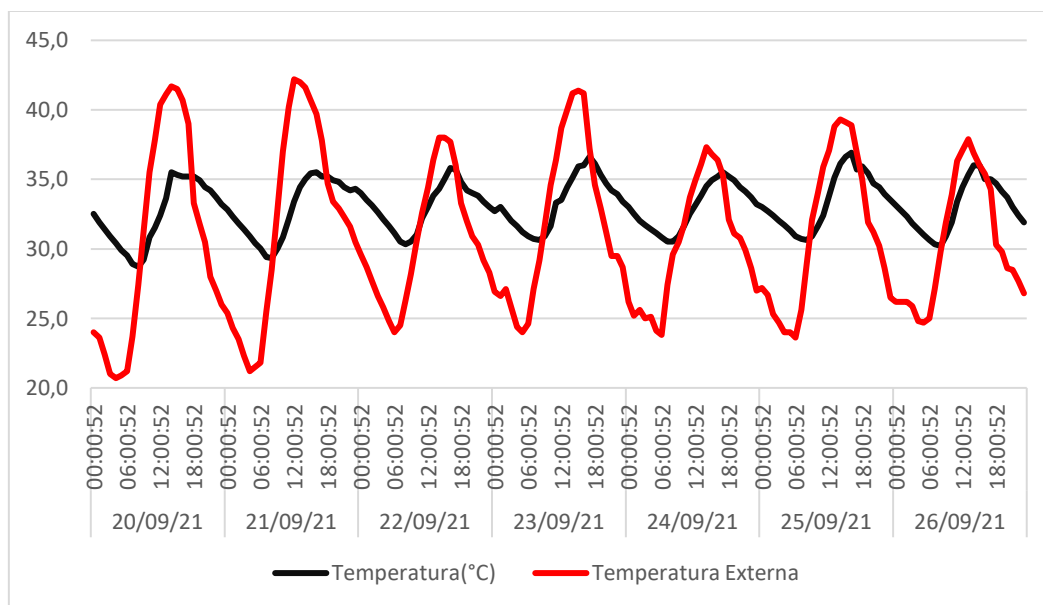


Gráfico 13: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P1 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Percebe-se que nos 2 primeiros dias desse segundo período de coletas (estação seca regional) a temperatura do ar interno da casa estava cerca de 8 a 9°C mais elevada que a temperatura externa, (nos demais dias, estabiliza em torno de 5 a 6°C mais elevada que a externa) e essa diferença começa a diminuir a partir das 6:00 da manhã, quando a temperatura do ar externo começa a subir e chega a ultrapassar a temperatura do ar interno da casa (ou seja, fica mais quente fora do que dentro da casa) em torno das 9 as 10h. A temperatura do ar externo continua sua marcha de elevação acompanhando a marcha zenital do Sol até alcançar o valor da máxima diária o que ocorre entre as 12 e 15h dependendo das demais condições atmosféricas do tempo em cada dia. Após atingir a máxima diária, a temperatura do ar externo começa a cair até registrar a nova temperatura mínima do ar o que se dará em torno das 6h do dia seguinte um pouco antes do Sol voltar a nascer.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 14 quanto na Tabela 8.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia a casa mostrou bom desempenho em termos de aquecer menos que a temperatura do ar externo, ficando essa diferença em no mínimo 2,9°C no dia 26 e chegando até 8,8°C no dia 21. (Gráfico 14; Tabela 8)

Já em termos de PCCAH seu desempenho também não foi tão bom nas coletas desse período, visto que quando a temperatura do ar externo caía no período noturno a casa não resfriava e chegando a ser a temperatura do ar interno até 9,7°C mais alta do que a do ar externo.

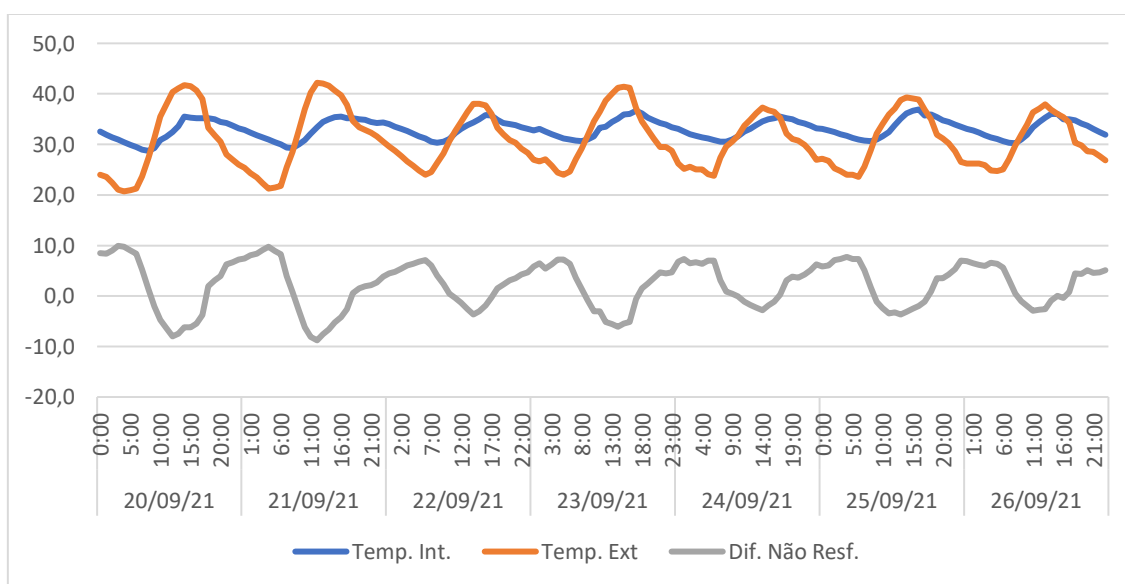


Gráfico 14: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 8: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P1 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21
0:00	8,5	7,4	4,4	5,8	6,8	5,8	6,9
1:00	8,3	8,0	4,8	6,4	7,3	6,0	6,5
2:00	9,0	8,3	5,4	5,4	6,4	7,1	6,1
3:00	9,9	9,1	6,0	6,2	6,7	7,3	5,9

4:00	9,7	9,7	6,3	7,2	6,3	7,7	6,6
5:00	9,0	8,9	6,8	7,2	7,0	7,3	6,3
6:00	8,3	8,2	7,1	6,3	7,0	7,3	5,6
7:00	5,2	3,9	6,0	3,6	3,1	5,1	3,2
8:00	1,3	0,8	4,0	1,4	0,9	1,7	0,4
9:00	-2,1	-2,9	2,3	-0,8	0,4	-1,2	-1,0
10:00	-4,7	-6,2	0,4	-3,0	-0,1	-2,4	-2,0
11:00	-6,3	-8,1	-0,4	-3,1	-1,2	-3,5	-2,9
12:00	-8,0	-8,8	-1,4	-5,2	-1,8	-3,3	-2,7
13:00	-7,5	-7,6	-2,6	-5,6	-2,3	-3,7	-2,6
14:00	-6,2	-6,6	-3,7	-6,1	-2,8	-3,2	-0,9
15:00	-6,2	-5,3	-3,0	-5,5	-1,9	-2,5	0,0
16:00	-5,5	-4,2	-1,9	-5,2	-1,2	-2,0	-0,4
17:00	-3,8	-2,6	-0,3	-0,6	0,2	-1,2	0,7
18:00	1,9	0,5	1,5	1,5	3,1	0,9	4,4
19:00	3,1	1,5	2,2	2,4	3,8	3,5	4,3
20:00	3,9	1,9	3,1	3,5	3,6	3,5	5,1
21:00	6,2	2,1	3,5	4,7	4,2	4,2	4,5
22:00	6,7	2,6	4,2	4,4	5,1	5,3	4,7
23:00	7,2	3,8	4,7	4,7	6,2	7,0	5,1

As temperaturas do ar interno da habitação P2, foram um pouco mais elevadas que as observadas na habitação P1, e variaram entre 27 e 39°C (12°C de amplitude) nesse período. (Gráfico 15)

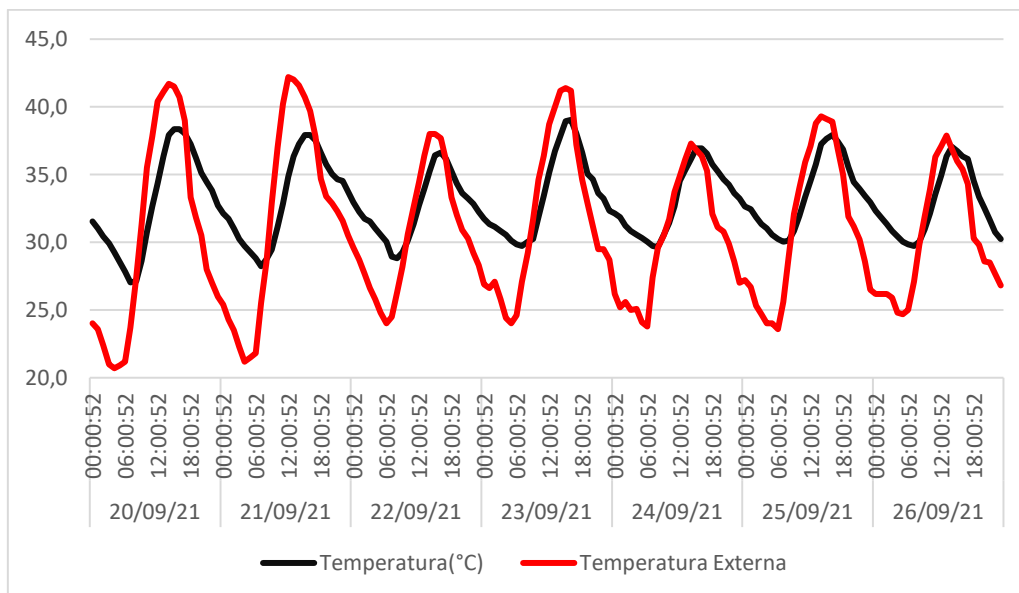


Gráfico 15: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P2 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Percebe-se que a temperatura interna da casa começa a aumentar a partir das 8:00 da manhã, acompanhando a temperatura externa e estabiliza em torno das 15:00 às 16:00.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 16 quanto na Tabela 9.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia essa casa também mostrou bom desempenho em termos de aquecer menos que a temperatura do ar externo, ficando essa diferença em no mínimo 1,1°C no dia 24 e chegando até 7,4°C no dia 21. (Gráfico 16; Tabela 9)

Já em termos de PCCAH seu desempenho também não foi tão bom nas coletas desse período, visto que quando a temperatura do ar externo caía no período noturno a casa não resfriava e chegando a ser a temperatura do ar interno até 8,9°C mais alta do que a do ar externo.

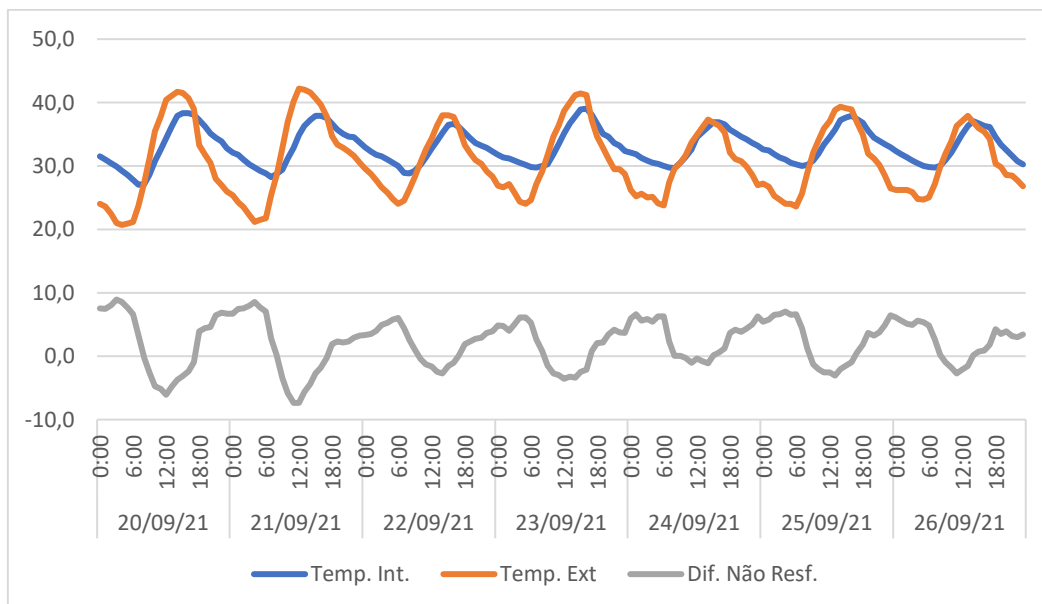


Gráfico 16: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 9: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P2 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21
0:00	7,5	6,7	3,3	4,8	5,9	5,4	6,1
1:00	7,4	7,4	3,5	4,7	6,6	5,7	5,6
2:00	8,0	7,5	4,0	4,0	5,6	6,5	5,1
3:00	8,9	7,9	4,9	5,0	5,8	6,6	4,9
4:00	8,5	8,5	5,2	6,1	5,4	7,0	5,6
5:00	7,6	7,7	5,7	6,1	6,2	6,5	5,3
6:00	6,6	7,0	6,0	5,2	6,2	6,6	4,8
7:00	3,3	2,7	4,4	2,6	2,3	4,4	2,6
8:00	-0,3	0,2	2,5	0,8	0,0	1,2	0,2
9:00	-2,7	-3,5	1,0	-1,5	0,0	-1,3	-1,0
10:00	-4,8	-5,9	-0,5	-2,8	-0,3	-2,1	-1,8
11:00	-5,2	-7,4	-1,3	-3,0	-1,1	-2,6	-2,8
12:00	-6,1	-7,4	-1,7	-3,6	-0,4	-2,6	-2,2
13:00	-4,8	-5,7	-2,5	-3,3	-0,8	-3,1	-1,6
14:00	-3,8	-4,4	-2,8	-3,4	-1,2	-2,1	0,1

15:00	-3,2	-2,8	-1,6	-2,5	0,1	-1,5	0,7
16:00	-2,4	-1,8	-1,1	-2,2	0,5	-1,0	0,9
17:00	-1,0	-0,3	0,1	0,8	1,2	0,5	1,8
18:00	3,9	1,9	1,9	2,0	3,6	1,8	4,2
19:00	4,4	2,3	2,3	2,1	4,1	3,6	3,5
20:00	4,6	2,1	2,7	3,4	3,8	3,2	3,9
21:00	6,4	2,3	2,9	4,1	4,3	3,7	3,1
22:00	6,8	2,9	3,6	3,7	5,0	4,8	3,0
23:00	6,7	3,2	3,9	3,6	6,2	6,4	3,4

Na moradia do ponto P3 as temperaturas do ar interno variaram entre 25,2 a 36,9°C (6°C de amplitude) no período de coletas. (Gráfico 17).

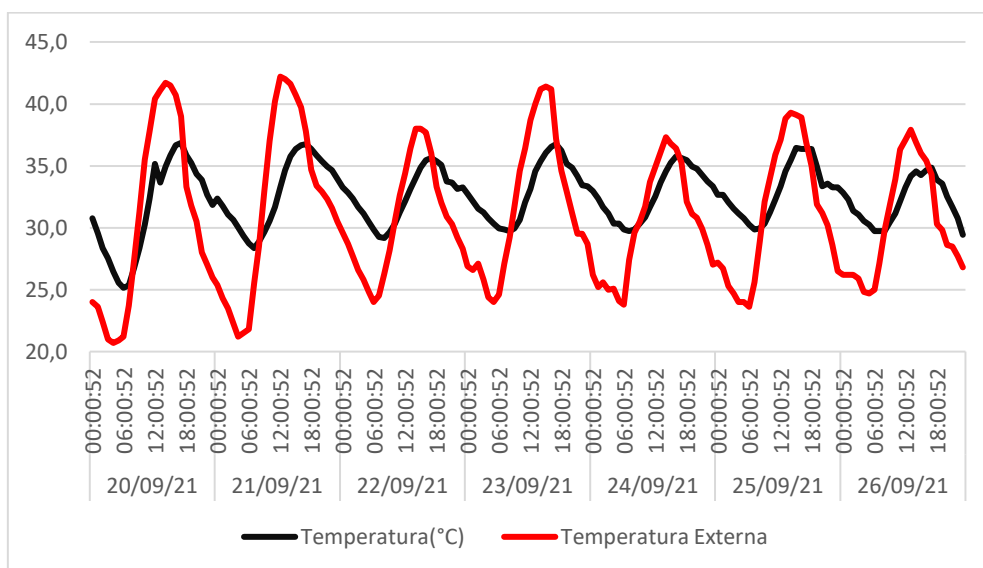


Gráfico 17: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P3 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 18 quanto na Tabela 10.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia essa casa também mostrou bom desempenho em termos de aquecer menos que a temperatura do ar externo, ficando essa diferença em no mínimo 2,8°C no dia 24 e chegando até 9,0°C no dia 21. (Gráfico 18; Tabela 10)

Em termos de PCCAH seu desempenho também não foi tão bom nas coletas desse período, visto que quando a temperatura do ar externo caía no período noturno a casa não resfriava e chegando a ser a temperatura do ar interno até 9,0°C mais alta do que a do ar externo.

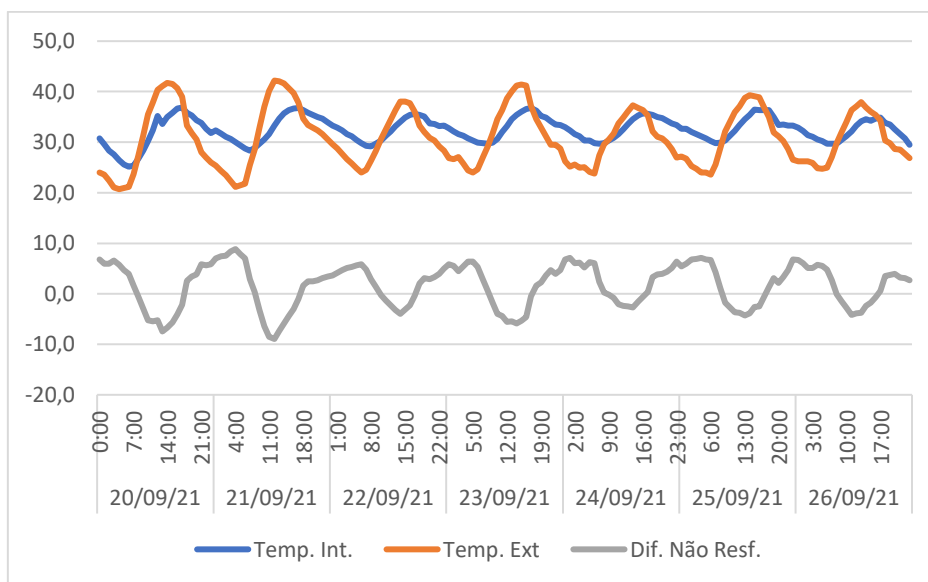


Gráfico 18: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 10: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P3 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21
0:00	6,8	7,0	3,7	5,9	6,8	5,5	6,7
1:00	6,0	7,5	4,2	5,6	7,2	6,0	6,1
2:00	6,0	7,6	4,7	4,5	6,1	6,8	5,2
3:00	6,6	8,4	5,1	5,5	6,2	6,9	5,2
4:00	5,8	8,9	5,4	6,4	5,3	7,2	5,8
5:00	4,7	7,9	5,7	6,4	6,3	6,8	5,6
6:00	4,0	7,0	5,9	5,4	6,1	6,7	4,8
7:00	1,7	2,9	4,8	2,8	2,4	4,3	2,7
8:00	-0,6	0,4	2,9	0,6	0,3	1,1	-0,1
9:00	-3,0	-3,3	1,5	-1,8	-0,1	-1,8	-1,5
10:00	-5,3	-6,5	-0,3	-4,0	-0,8	-2,8	-2,8

11:00	-5,5	-8,6	-1,4	-4,4	-2,1	-3,7	-4,2
12:00	-5,3	-9,0	-2,3	-5,6	-2,4	-3,8	-3,9
13:00	-7,5	-7,4	-3,3	-5,5	-2,5	-4,3	-3,8
14:00	-6,8	-5,9	-4,0	-5,9	-2,8	-3,8	-2,4
15:00	-5,7	-4,4	-3,2	-5,4	-1,6	-2,7	-1,8
16:00	-4,1	-3,1	-2,3	-4,7	-0,6	-2,6	-0,8
17:00	-2,2	-1,1	-0,4	-0,5	0,4	-0,5	0,6
18:00	2,6	1,7	2,1	1,7	3,4	1,4	3,6
19:00	3,5	2,5	3,1	2,3	3,9	3,1	3,8
20:00	3,9	2,5	2,9	3,7	4,0	2,2	4,0
21:00	5,9	2,7	3,4	4,7	4,4	3,4	3,2
22:00	5,7	3,1	4,0	4,0	5,2	4,7	3,1
23:00	5,9	3,5	5,0	4,7	6,4	6,8	2,7

As temperaturas do ar interno da moradia P4 variaram de 28,8 a 37,1°C (amplitude de 8,3°C) no período de coletas. (Gráfico 19)

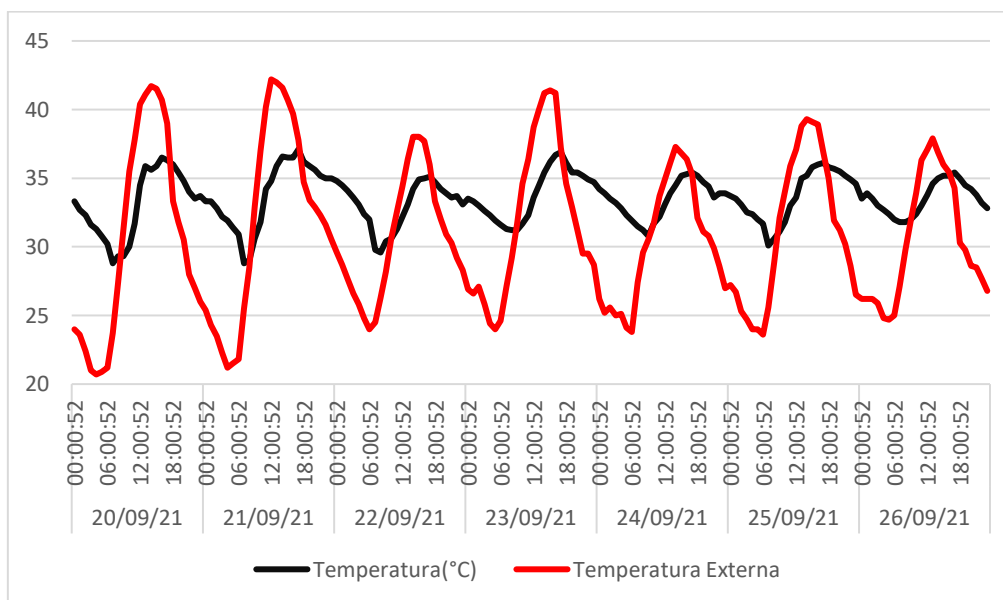


Gráfico 19: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P4 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Agora seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 20 quanto na Tabela 11.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia essa casa também mostrou bom desempenho em termos de aquecer menos que a temperatura do ar externo, ficando essa diferença em no mínimo 2,8°C no dia 24 e chegando até 7,4°C no dia 21. (Gráfico 20; Tabela 11)

Já em termos de PCCAH seu desempenho também não foi tão bom nas coletas desse período, visto que quando a temperatura do ar externo caía no período noturno a casa não resfriava e chegando a ser a temperatura do ar interno até 10,7°C mais alta do que a do ar externo.

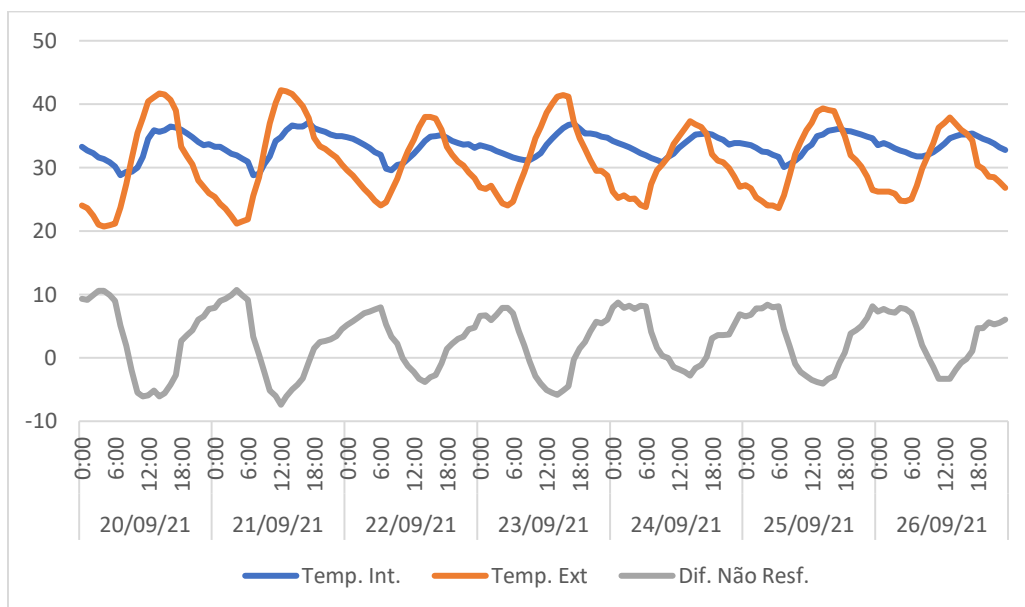


Gráfico 20: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 11: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P4 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21
0:00	9,3	7,9	5,2	6,6	8	6,5	7,3
1:00	9,1	9	5,8	6,7	8,7	6,8	7,7
2:00	9,9	9,3	6,4	5,9	7,9	7,8	7,3
3:00	10,6	9,9	7	6,8	8,2	7,8	7,1
4:00	10,6	10,7	7,3	7,9	7,7	8,4	7,9
5:00	9,9	9,9	7,6	7,9	8,2	8	7,7
6:00	9	9,1	8	7	8,1	8,1	7

7:00	5,1	3,3	5,3	4,2	4,1	4,5	4,7
8:00	1,9	0,5	3,3	2	1,6	1,7	2
9:00	-2	-2,3	2,2	-0,5	0,3	-1	0,1
10:00	-5,5	-5,2	0	-2,9	0	-2,2	-1,5
11:00	-6,1	-6	-1,3	-4,1	-1,5	-2,9	-3,3
12:00	-5,9	-7,4	-2,2	-5,1	-1,8	-3,5	-3,3
13:00	-5,2	-6,1	-3,3	-5,5	-2,2	-3,8	-3,3
14:00	-6,1	-5	-3,8	-5,8	-2,8	-4,1	-1,9
15:00	-5,6	-4,2	-3,1	-5,2	-1,6	-3,3	-0,8
16:00	-4,2	-3,2	-2,7	-4,5	-1,1	-2,9	-0,2
17:00	-2,7	-0,7	-0,9	-0,3	0,1	-0,8	1,1
18:00	2,7	1,5	1,4	1,5	3,1	0,8	4,7
19:00	3,6	2,5	2,2	2,5	3,6	3,8	4,7
20:00	4,3	2,7	3	4,2	3,6	4,3	5,6
21:00	6	2,9	3,3	5,7	3,7	5	5,3
22:00	6,5	3,4	4,5	5,4	5,3	6,3	5,5
23:00	7,7	4,5	4,8	6	6,9	8,1	6

As temperaturas do ar interno da moradia P5 variaram de 29,4 a 36,7°C (amplitude de 7,3°C) no período das coletas. (Gráfico 21).

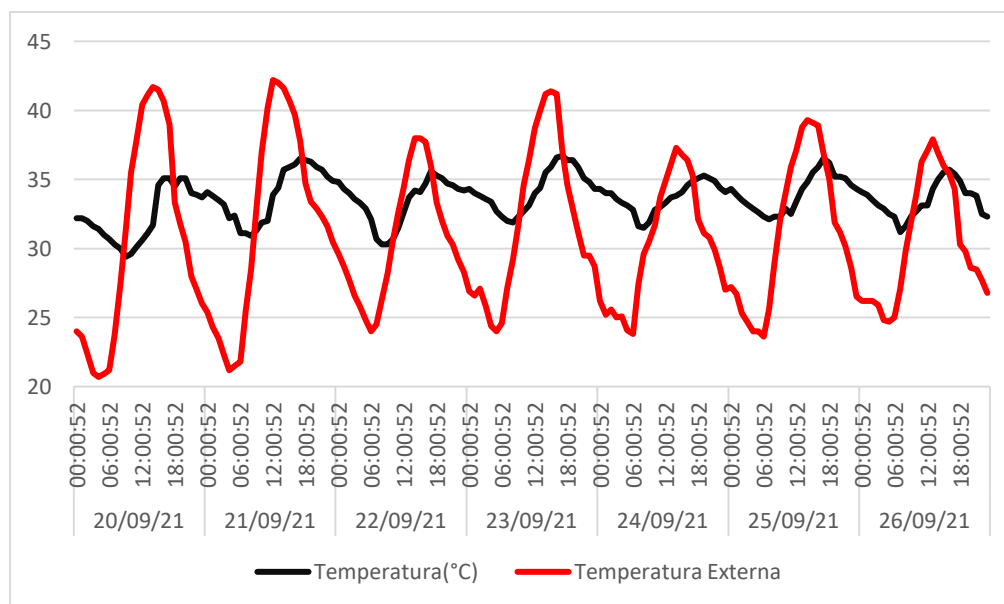


Gráfico 21: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P5 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 22 quanto na Tabela 12.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia essa casa também mostrou bom desempenho em termos de aquecer menos que a temperatura do ar externo, ficando essa diferença em no mínimo 3,5°C no dia 24 e chegando até 10,0°C no dia 20. (Gráfico 22; Tabela 12).

Em termos de PCCAH seu desempenho também não foi tão bom nas coletas desse período, visto que quando a temperatura do ar externo caía no período noturno a casa não resfriava e chegando a ser a temperatura do ar interno até 11,0°C mais alta do que a do ar externo.

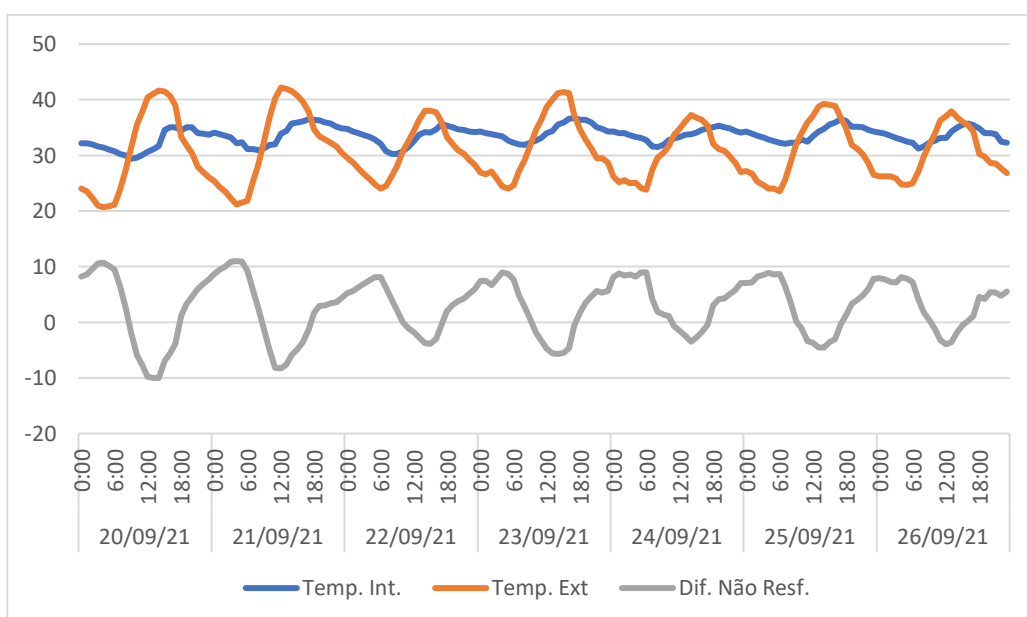


Gráfico 22: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 12: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P5 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21
0:00	8,2	8,7	5,2	7,4	8,1	7,1	7,9
1:00	8,6	9,5	5,6	7,4	8,8	7,2	7,7
2:00	9,6	10	6,3	6,7	8,4	8,2	7,3

3:00	10,6	10,9	7	7,8	8,6	8,5	7,2
4:00	10,7	11	7,5	9	8,2	8,9	8,1
5:00	10,1	10,9	8,1	8,7	9	8,6	7,8
6:00	9,5	9,3	8,1	7,7	9	8,7	7,3
7:00	6,6	5,6	6,2	4,9	4,2	6,5	4,1
8:00	2,6	2,4	4	2,7	1,9	3,4	1,8
9:00	-1,9	-1,6	2,1	0,6	1,4	0,2	0,4
10:00	-5,9	-5,1	0,1	-1,9	1,1	-1,1	-1,2
11:00	-7,7	-8,2	-1,1	-3,3	-0,7	-3,4	-3,2
12:00	-9,8	-8,3	-1,8	-4,7	-1,6	-3,7	-4
13:00	-10	-7,6	-2,7	-5,6	-2,4	-4,5	-3,6
14:00	-10	-5,9	-3,8	-5,7	-3,5	-4,5	-1,9
15:00	-6,9	-4,8	-3,9	-5,5	-2,7	-3,6	-0,5
16:00	-5,6	-3,6	-3	-4,6	-1,8	-3	0,3
17:00	-3,9	-1,3	-0,4	-0,5	-0,4	-0,4	1,1
18:00	1,2	1,7	2	1,8	3	1,2	4,6
19:00	3,3	2,9	3,1	3,5	4,2	3,3	4,2
20:00	4,6	3	3,8	4,7	4,3	4	5,4
21:00	6	3,4	4,3	5,6	5	4,9	5,3
22:00	6,9	3,6	5,1	5,3	5,8	6	4,8
23:00	7,7	4,4	5,9	5,6	7,1	7,8	5,5

As temperaturas do ar interno na moraria P6 exibiram muito menor amplitude que a observada em todas as demais habitações pesquisadas nesse período de coletas.

Teve seu padrão de variação afetado no primeiro dia de coleta pelo resfriamento da temperatura externa no dia 20/09, onde alcançou sua menor temperatura nas madrugadas, 27,7°C. Nos demais dias, a amplitude da temperatura do seu ar interno foi de no máximo 3,5°C ficando entre 30 e 33,5°C quase formando uma linha reta, demonstrando que as fortes oscilações da temperatura do ar externo do clima local, pouco lhe afetaram, sejam no período de máximo aquecimento ou de máximo resfriamento do dia (Gráfico 23).

Certamente seu comportamento térmico pouco influenciado pelas variações das condições atmosféricas do clima local se deva ao fato dessa habitação ter sido construída a partir de projeto arquitetônico que buscou dotá-la de estratégias para redução do forte aquecimento térmico característico do clima local de Rondonópolis, bem como terem sido utilizados na sua construção diversos materiais com potencial de isolamento térmico.

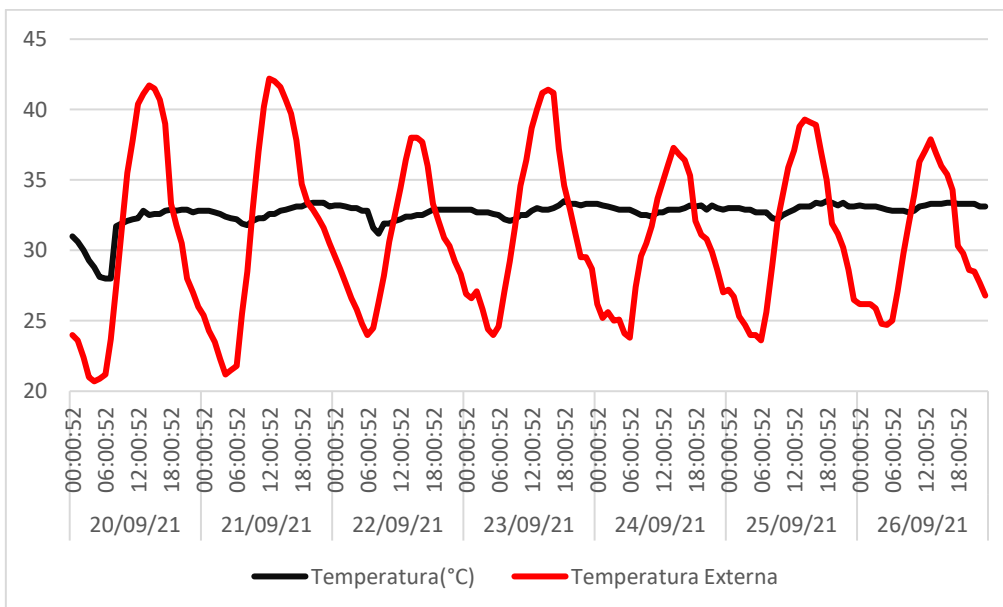


Gráfico 23: Variação das Temperaturas do Ar Interno da habitação P6 e Externo (clima local da cidade de Rondonópolis) no período de 20 a 26/09/2021.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Já seu desempenho térmico em termos de PNAAH e PCCAH podem ser observados tanto no Gráfico 24 quanto na Tabela 13.

Em termos de PNAAH nota-se que no período de máximo aquecimento do dia essa casa também mostrou bom desempenho em termos de aquecer menos que a temperatura do ar externo, ficando essa diferença em no mínimo 4,4°C no dia 24 e chegando até 9,6°C no dia 21. (Gráfico 24; Tabela 13)

Já em termos de PCCAH seu desempenho também não foi tão bom nas coletas desse período, visto que quando a temperatura do ar externo caía no período noturno a casa não resfriava e chegando a ser a temperatura do ar interno até 11,2°C mais alta do que a do ar externo.

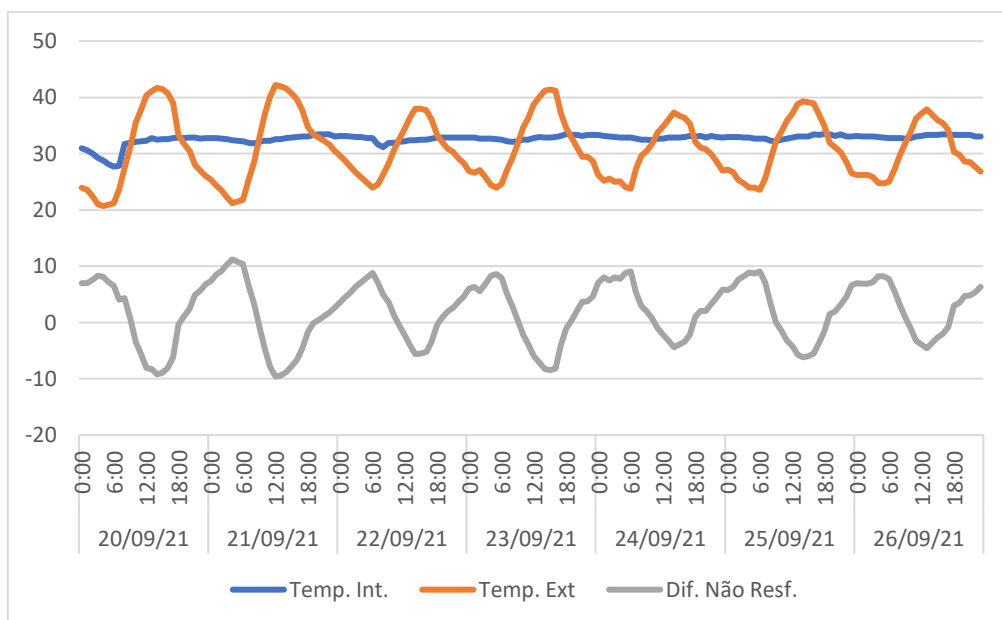


Gráfico 24: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Tabela 13: Diferença entre a temperatura instantânea do ar interno da Habitação P6 e do ar externo do clima local de Rondonópolis-MT.

Fonte: Negri Filho, D.

	20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21
0:00	7	7,4	3,6	6	7,1	5,8	7
1:00	7	8,5	4,5	6,3	8	6,3	6,9
2:00	7,6	9,2	5,4	5,6	7,5	7,7	6,9
3:00	8,3	10,3	6,4	6,9	8	8,2	7,2
4:00	8,1	11,2	7,2	8,3	7,8	8,9	8,2
5:00	7,2	10,8	8	8,6	8,8	8,7	8,2
6:00	6,5	10,4	8,8	7,9	9,1	9,1	7,8
7:00	4,1	6,4	7,1	5,1	5,3	7,1	5,7
8:00	4,3	3,3	4,9	2,9	2,9	3,4	3
9:00	0,6	-0,8	3,7	0,5	2	0,1	0,8
10:00	-3,4	-4,7	1,3	-2,1	0,7	-1,5	-1,1
11:00	-5,6	-7,9	-0,5	-3,9	-1	-3,2	-3,2
12:00	-8,1	-9,6	-2,2	-5,9	-2,2	-4,2	-3,9
13:00	-8,3	-9,4	-4	-7	-3,2	-5,7	-4,6
14:00	-9,2	-8,8	-5,6	-8,3	-4,4	-6,2	-3,6
15:00	-8,9	-7,8	-5,5	-8,5	-3,9	-6	-2,7

16:00	-8,1	-6,7	-5,2	-8,2	-3,4	-5,5	-2
17:00	-6,2	-4,7	-3,3	-4	-2,1	-3,6	-0,9
18:00	-0,4	-1,6	-0,4	-1,1	1	-1,5	3
19:00	1	-0,1	0,9	0,4	2,1	1,5	3,5
20:00	2,4	0,5	2	2,1	2,1	2	4,7
21:00	4,9	1,1	2,6	3,7	3,3	3,2	4,8
22:00	5,7	1,8	3,7	3,8	4,4	4,5	5,4
23:00	6,8	2,6	4,6	4,6	5,9	6,6	6,3

4.7 Síntese do Conforto Térmico das Habitações Estudadas nos dois Períodos de Coleta a Partir de Dados Medidos

O Potencial de Não Aquecimento do Ar da Habitação (PNAAH) no Período de Máximo Aquecimento do Ar Externo entre as Habitações de Conjuntos Habitacionais e entre estas e as de Conjuntos Sociais

Conforme pode-se observar no Gráfico 25 e 26 o PNAAH das casas estudadas variou significativamente entre elas tanto na estação chuvosa quanto seca regional.

Na estação chuvosa fica evidente que a casa P2 apresentou desempenho térmico bem inferior ao das demais casas, só conseguindo ficar mais fria que a temperatura máxima diária do ar externo apenas no dia 29/03/2021 e porque a moradora ligou o aparelho de ar-condicionado da casa pois não estava suportando ficar com ele desligado.

Ou seja, de fato, em nenhum dia a casa conseguiu ficar mais fria que o ambiente externo no horário de máximo aquecimento do dia. Já as casas P1, P4, P5 e P6 só não apresentaram bom desempenho térmico no dia 26 devido a influência das chuvas de 42mm que ocorreram durante 2h e iniciando ao meio-dia.

Nestas condições a temperatura do ar externo esfriou mais rápido do que a do ar interno dessas casas, razão pela qual elas ficaram um pouco mais até 1,5°C mais quente que o ar externo nesse momento do dia. A única casa que parece não ter sido afetada por essa condição de variação extremamente rápida do tempo atmosférico foi a P3 que provavelmente teve o aparelho de ar-condicionado ligado por seu morador nesse dia, razão por que teve temperatura do ar interno menor do que a do ar externo durante o momento da chuva do dia 26 (Gráfico 25).

Pode-se observar ainda que nessa coleta as casas de baixo padrão (casas de conjunto habitacionais) P2 e P4 tiveram pior desempenho que as casas P1 e P3. Entre as casas de médio e alto padrão tiveram desempenho parecido sendo que a de alto padrão foi ligeiramente mais bem evidenciado. Nesta coleta as casas conseguiram ficar sempre mais frias que a temperatura do ar externo nos períodos de máximo aquecimento do dia. Contudo, o quanto elas conseguiram ficar mais frias que o ambiente externo foi bem diferente.

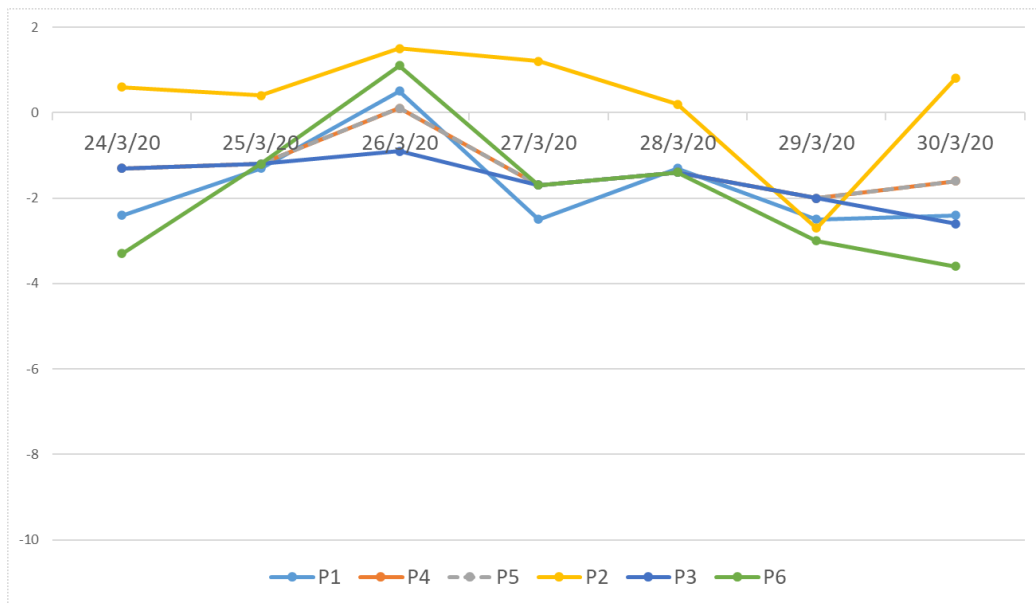


Gráfico 25: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Máximo Aquecimento do Dia durante a estação chuvosa regional.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

Já nas coletas da estação seca, sem ocorrência de chuvas e com as temperaturas do ar bem mais elevadas que as registradas na estação chuvosa, o desempenho térmico das casas foi melhor, com a temperatura do ar interno destas ficando sempre menos quente que a do ar externo. (Gráfico 26)

Nota-se que nestas condições as casas de alto e médio padrão apresentaram melhor desempenho de conforto térmico que as de baixo padrão em termos de PNAAH, sobretudo a de alto padrão (P6). E entre as casas de baixo padrão as casas P1, P3 e P4 exibiram desempenho muito semelhante. E a casa P2 novamente o pior desempenho entre todas, confirmando ser a casa com pior conforto térmico entre todas estudadas tanto na estação chuvosa quanto na seca (Gráfico 26).

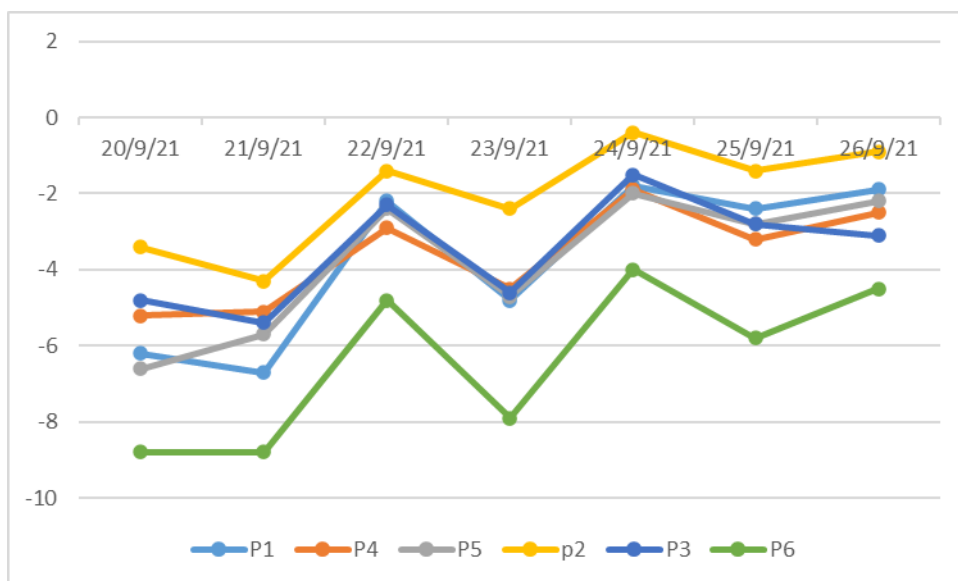


Gráfico 26: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Máximo Aquecimento do Dia durante a estação seca regional.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

- O Potencial de Conservação de Calor no Ar da Habitação (PCCAH) no Período de Máximo Resfriamento do Ar Externo entre as Habitações de Conjuntos Habitacionais e entre estas e as de Conjuntos Sociais

Em termos de desempenho em relação ao potencial de conservação de calor (PCCAH) as casas de baixo potencial de construção apresentaram melhor desempenho tanto nas coletas da estação chuvosa (Gráfico 27) quanto nas coletas da estação seca (Gráfico 28).

Tanto na estação chuvosa como na seca as casas de baixo padrão que armazenaram menos calor foram a P1 e P4 mostrando, portanto, melhor desempenho térmico nesse parâmetro que as casas P2 e P3. Deve-se recordar que as casas P1 e P4 são de conjuntos habitacionais aprovados em 1982 e as casas P2 e P3 de conjuntos habitacionais construídos em 2011.

Ou seja, esses dados demonstram que não houve melhora em termos de conforto térmico nas casas de baixo padrão em Rondonópolis, pelo contrário, baseando-se pelo desempenho da casa P2 tal parâmetro piorou o que compromete mais ainda a qualidade de vida da população pobre da cidade.

Agora entre as casas de alto é médio padrão, observa-se que a de médio padrão apresentou o melhor desempenho em termos de PCCAH de todas durante a estação chuvosa, mas o segundo pior desempenho nesse mesmo quesito na estação seca.

Já a casa de alto padrão (P6) apresentou o pior desempenho de todas tanto na estação chuvosa quanto seca nesse quesito. Perguntado ao proprietário ao que ele atribui esse resultado ruim de PCCAH de sua casa, ele disse que pensa ser pelo fato de a casa ficar 100% fechada durante a noite por conta do sistema de segurança, o que sem dúvida, contribui para que o ar quente que ela armazena durante o dia não seja liberado por nenhum vidro de banheiro ou outro tipo de abertura.

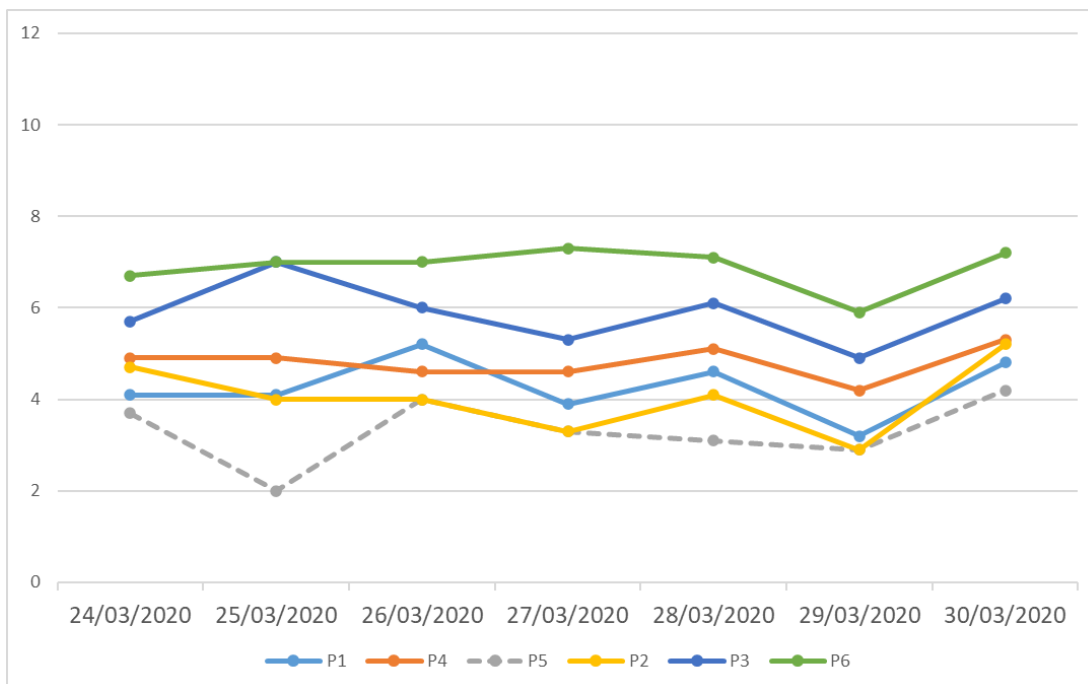


Gráfico 27: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Mínimo Aquecimento do Dia durante a estação chuvosa regional.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

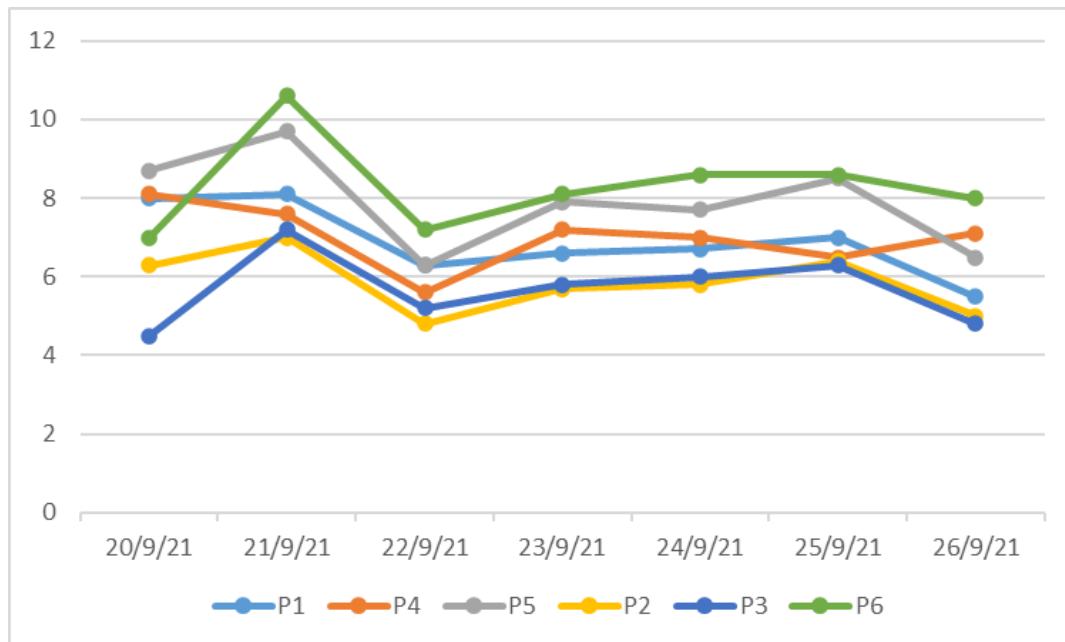


Gráfico 28: Diferença da Temperatura do Ar Interno das Habitações com o Ar Externo do Clima Local no Horário de Máximo Aquecimento do Dia durante a estação seca regional.

Fonte: Estação meteorológica do INMET do Campus da Universidade Federal de Rondonópolis e medidas in loco na habitação com termo-higrógrafo do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondonópolis.

4.8 Segundo as Observações Sensíveis Registradas pelo Moradores das Residências Tabelas e Gráficos preparados para este fim e por períodos de coleta (estação seca e chuvosa)

Uma segunda estratégia adotada neste estudo para avaliar o conforto térmico das casas estudadas foi coletar também o registro da percepção de conforto térmico de cada morador ao mesmo tempo em que os registros de temperatura e umidade de suas casas foram feitos com uso dos termo-higrógrafos.

Mesmo observando-se haver uma variação significativa em termos de idade e massa corpórea entre os moradores (Tabela 14), acredita-se que isso não influenciou negativamente de modo decisivo tais registros, como a análise destes dados deixa claro.

Tabela 14: Características físicas dos moradores das casas estudadas que realizaram os registros de conforto térmico das casas a partir de observação sensível.

CASA	SEXO	IDADE	PESO	ALTURA
P 1	Masculino	39	82Kg	1.80m
P 2	Feminino	28	68Kg	1.60m
P 3	Masculino	28	102Kg	1.77m
P 4	Feminino	59	70Kg	1.60m
P 5	Feminino	60	64Kg	1.63m
P 6	Masculino	52	73Kg	1.73m

De acordo com os registros de observações sensíveis de conforto térmico realizados pelos moradores das casas estudadas sobrepostos com a variação da temperatura do ar interno da casa medido pelo termo-higrógrafo (gráficos da Prancha 2) é possível observar que há uma forte coerência entre a percepção aumento ou diminuição do conforto térmico em harmonia com o aumento e diminuição da temperatura do ar dentro da casa durante os registros da estação seca (gráficos da prancha 2.b). Contudo, nos registros da estação chuvosa (gráficos da prancha 2.a) esta coerência foi menor, havendo diversos momentos em que a temperatura do ar da casa aumentava e o morador dizia não estar sentindo calor e também o inverso.

Esses resultados também se confirmam por meio dos dados das Tabelas 15 e 16, onde é possível verificar que durante a estação chuvosa a maioria dos moradores considerou suas casas com bom conforto térmico, uma vez que declararam não terem sentido calor no período da manhã, sendo a única a exceção a moradora da casa de médio padrão (P5) que considerou sentir calor na sua casa mesmo nesse período (Tabela 15).

Como ela também foi a única a conspirar que o conforto térmico da sua casa foi ruim nos três períodos também nas coletas da estação seca, acredita-se que o fator idade possa ter algum peso nesses resultados uma vez que ela é a pessoa mais idosa do grupo que realizou as observações sensíveis (Tabela 14).

No período da tarde, com exceção do morador da casa P1, todos os demais declararam sentir calor ou muito calor em suas casas, sendo o período que consideram que é quando as casas apresentam o pior desempenho em termos de conforto térmico durante a estação chuvosa.

No período noturno, três moradores disseram sentir calor e três também disseram não sentir (neutro). Ou seja, apesar das casas conservarem muito calor conforme os dados medidos revelaram, alguns moradores afirmam que não sentiram desconforto térmico nesse período.

Já nas coletas realizadas durante a estação seca do ano de 2021, o resultado foi bem diferente, sendo que todos os moradores afirmam sentir calor até mesmo no período da manhã, e que o desconforto térmico de suas casas foi pior nos períodos da tarde e noite. Sendo que a única exceção foi para o morador da casa de alto padrão (P6) que afirmou ter sentido menos calor que os demais no período da tarde (Tabela 16).

Os resultados das observações sensíveis do período da estação seca apresentam boa concordância com os resultados apurados a partir dos dados medidos pelos aparelhos (termo-higrógrafos) que foram instalados nessas casas. Contudo, os resultados da estação chuvosa não. O que pode estar causando tal diferença pode ser algum outro fator que não foi considerado nesse estudo.

Tabela 15: Nível de Conforto Térmico das Habitações segundo o registro das observações sensíveis realizadas pelos moradores durante os dias 24 a 30/03/2020 (período da primeira coleta - estação chuvosa)

		24/3/21	25/3/21	26/3/21	27/3/21	28/3/21	29/3/21	30/3/21	08:00	15:00	20:00		
Casa P1	08:00	1	1	1	1	1	1	1	100,0%	85,7%	57,1%		
	15:00	2	2	1	2	2	2	2					
	20:00	2	2	1	2	1	1	1					
									Neutro	Neutro	Neutro		
Casa P2	08:00	1	1	1	1	1	2	2	71,4%	28,6%	28,6%	28,6%	85,7%
	15:00	2	3	1	3	1	1	2					
	20:00	1	1	1	1	1	1	1					
									Neutro	Neutro	Calor	Muito calor	Calor
Casa P3	08:00	3	1	1	1	2	1	3	57,1%	100,0%	85,7%		
	15:00	3	3	3	3	3	3	3					
	20:00	1	1	1	1	1	1	3					
									Neutro	Muito Calor	Neutro		
Casa P4	08:00	1	1	1	2	1	1	2	71,4%	71,4%	42,9%	42,9%	
	15:00	2	2	1	2	1	2	2					
	20:00	1	3	1	1	2	2	2					
									Neutro	Calor	Neutro	Calor	
Casa P5	08:00	1	2	1	2	1	2	2	57,1%	57,1%	57,1%		
	15:00	2	3	1	2	3	3	3					
	20:00	2	2	1	2	2	3	3					
									Calor	Muito Calor	calor		
Casa P6	08:00	2	1	1	1	2	1	1	71,4%	100,0%	57,1%		
	15:00	2	2	2	2	2	2	2					
	20:00	1	2	1	2	1	1	2					
									Neutro	Calor	Neutro		

Tabela 16: Nível de Conforto Térmico das Habitações segundo o registro das observações sensíveis realizadas pelos moradores durante os dias 20 a 26/09/2021 – (período da segunda coleta - estação seca)

		20/9/21	21/9/21	22/9/21	23/9/21	24/9/21	25/9/21	26/9/21	08:00	15:00	20:00	
									Calor	Muito calor	Muito Calor	
Casa P1	08:00	2	2	2	2	2	2	3	85,7%	100,0%	100,0%	
	15:00	3	3	3	3	3	3	3				
	20:00	3	3	3	3	3	3	3				
									calor	Muito Calor	Calor	Muito Calor
Casa P2	08:00	2	2	1	2	1	2	1	57,1%	100,0%	42,9%	42,9%
	15:00	3	3	3	3	3	3	3				
	20:00	3	3	3	2	2	2	1				
									Calor	Muito Calor	Muito calor	
Casa P3	08:00	1	2	2	2	2	1	1	57,1%	100,0%	57,1%	
	15:00	3	3	3	3	3	3	3				
	20:00	2	2	2	3	3	3	3				
									Calor	Muito Calor	Muito Calor	Calor
Casa P4	08:00	2	1	2	2	3	3	3	42,9%	42,9%	85,7%	57,1%
	15:00	3	3	3	2	3	3	3				
	20:00	2	2	2	2	3	3	3				
									Calor	Muito Calor	Muito Calor	Muito Calor
Casa P5	08:00	2	1	2	2	3	3	3	42,9%	42,9%	85,7%	71,4%
	15:00	3	3	3	2	3	3	3				
	20:00	3	3	2	2	3	3	3				
									Calor	Calor	calor	
Casa P6	08:00	2	2	1	1	2	2	2	71,4%	71,4%	85,7%	
	15:00	2	2	2	2	3	2	3				
	20:00	2	2	2	2	3	2	2				

4.9 A adequação dos Modelos Matemáticos do Conforto Térmico Escolhidos para o Estudo.

Conforme pode-se observar nos resultados obtidos com a aplicação dos modelos matemáticos do Índice de Desconforto (ID) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU), apresentados respectivamente nas tabelas 17 e 18, nenhum deles se adequou coerentemente a realidade do clima local de Rondonópolis. Isto porque, tanto um quanto outro, seja para os dados coletados na estação chuvosa de 2020 e na estação seca de 2021, classificou a maioria absoluta das casas estudadas como sendo “muito desconfortável”.

Pelo índice de Desconforto a única casa que teria desempenho de conforto térmico classificado como “parcialmente confortável” e apenas pelos valores da temperatura mínima, seria a P3.

Pelo Índice de Temperatura e Umidade, ela também é a única classificada como um pouco mais de conforto térmico (“levemente desconfortável”) e apenas considerando-se a temperatura mínima.

Tabela 17: Classes de Conforto Térmico estimada para as Casas Estudadas em Rondonópolis a partir do Emprego do Índice de Desconforto – ID

		Cálculo de ID					
		Casa P1	Casa P2	Casa P3	Casa P4	Casa P5	Casa P6
Período Chuvoso	Temp. Mín.	26	27	25	26	27	29
	Temp. Méd.	29	30	28	29	30	30
	Temp. Máx.	32	35	33	33	33	31
Período Seco	Temp. Mín.	29	27	25	29	30	27
	Temp. Méd.	33	33	33	33	33	32
	Temp. Máx.	37	39	37	37	37	33
Legenda							
ID < 24 = Bem estar (Confortável)							
24 < ID < 26 = Parcialmente confortável							
26 < ID <= 28 = Desconfortável							
ID >= 28 = Muito Desconfortável							

Tabela 18: Classes de Conforto Térmico estimada para as Casas Estudadas em Rondonópolis a partir do Emprego do Índice de Temperatura e Umidade – ITU

Cálculo de ITU							
		Casa P1	Casa P2	Casa P3	Casa P4	Casa P5	Casa P6
Período Chuvoso	Temp. Mín.	26	27	25	26	27	29
	Temp. Méd.	29	30	28	29	30	30
	Temp. Máx.	32	35	33	33	33	31
Período Seco	Temp. Mín.	29	27	25	29	30	27
	Temp. Méd.	33	33	33	33	33	32
	Temp. Máx.	37	39	37	37	37	33
Legenda							
>21 e <24 Confortável							
>24 e <26 Levemente Desconfortável							
> 26 Extremamente Desconfortável							

Assim diante de tais resultados considerou-se que tais modelos não são adequados para a estimativa do conforto térmico em climas tropicais como o da cidade de Rondonópolis/MT.

5. Discussão dos Resultados

5.1 Sobre a Classificação do Clima Local de Rondonópolis no Zoneamento Bioclimático Brasileiro

O Zoneamento Bioclimático do território brasileiro é um recurso técnico de extrema importância para projetistas, pois contém as orientações sobre os parâmetros construtivos e estratégias passivas para edificações, no sentido de elevar os padrões de qualidade das habitações no tocante ao conforto térmico, a partir das características dos diferentes climas locais.

No entanto, vários autores apontados por Malta (2020), como (CARLO; AMORIM, 2017, AMORIM, 2015, RORIZ, 2014, RORIZ, 2013, RORIZ, 2012) externam que pesquisadores responsáveis pela proposta inicial deste Zoneamento Bioclimático, sobretudo membros da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), desde seu início, defendem sua revisão, pois sabem de suas imperfeições, sobretudo devido à imprecisão na caracterização climática do clima local de diversas cidades brasileiras.

Nesse sentido, autores como Bogo (2005) e Passos (2009), por exemplo, apontam que apesar de suas vantagens, esta norma apresenta, desde seu projeto, possíveis falhas na inserção e na recomendação das estratégias bioclimáticas para as cidades levantadas, o que pode influenciar negativamente pela adoção de estratégias bioclimáticas inadequadas à região/local onde está inserida uma dada edificação (MALTA, 2020).

De acordo com a NBR 15.220-3, que institui o zoneamento bioclimático brasileiro e as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, a cidade de Rondonópolis-MT está localizada na zona bioclimática 6 (Z6). Dentre os aspectos questionados dessa NBR, está a adoção pela equipe de pesquisadores que a elaborou de Normas Climatológicas de apenas 330 municípios brasileiros. O restante das mais de cinco mil e quinhentas cidades foi classificada por meio de interpolação espacial dos dados destes 330 municípios, que é precisamente o caso da cidade de Rondonópolis.

Para edificações de habitações unifamiliares de interesse social na zona 6, as diferentes estratégias de condicionamento térmico passivo são as expressas pelos códigos C, G/H e I/J, cujos detalhamentos podem ser vistos na tabela 19. Destas estratégias, as mais coerentes para se adotar no clima local de Rondonópolis são as estratégias “G e H” e “I e J” que são específicas para amenizar o desconforto térmico de habitações unifamiliares em regiões de climas quentes e secos. Contudo, há que se lembrar que o clima de Rondonópolis em termos térmicos é quente

o ano todo, mas em termos de umidade, possui duas estações bem definidas, sendo uma estação úmida (época das chuvas entre outubro e março) e outra seca (época de estiagens que pode variar de 3 a 6 meses, entre os meses de abril e setembro) (SANTOS, 1996).

Tabela 19: Detalhamento das estratégias de condicionamento térmico.

Fonte: ABNT (2005) - Organizado por Negri Filho, D.

Estratégia	Detalhamento
C	Adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido.
G e H	Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar.
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.

A estratégia “C”, refere-se a uma recomendação para o inverno, portanto não se enquadra na realidade climática do município de Rondonópolis,

Prevendo esse tipo de problema, a NBR 15220-3 recomenda para o ZB 7, as estratégias “H e I” da Tabela 5.1, que correspondem à maior conforto térmico nas habitações:

Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem. (ABNT, 2005, p.09)

Dessa maneira, considerando-se as características do clima local de Rondonópolis (SANTOS, 1996) e o zoneamento e as estratégias da NBR 15220-3 (Tabela 19) acredita-se que o município de Rondonópolis está classificado incorretamente na “ZB 6”, devendo, portanto, ser classificado como pertencente à “ZB 7”.

O município de Cuiabá-MT, também possui clima local tropical continental quente, ou seja, muito parecido com clima local do município de Rondonópolis, entretanto ele foi classificado no âmbito da NBR 15220-3 na zona bioclimática ZB 7.

Corroborando essa percepção foram publicadas pelo LabEEE/UFSC, entre 2012 e 2014, cinco propostas de revisão da NBR 15220-3. As novas propostas de revisão foram incitadas por Roriz (2012a, 2012b, 2013a, 2013b e 2014) para o zoneamento bioclimático do Brasil, contando com dados climáticos de mais de 1500 estações meteorológicas do território brasileiro, ou seja, o que representa hoje 27% municípios, e não apenas 6%, na criação da NBR 15220, (AMORIM e CARLO, 2017, p. 379). Inclusive nessas propostas, os municípios de Rondonópolis e Cuiabá são classificados na mesma zona bioclimática (a ZB 9), conforme pode ser observado na Figura 28.

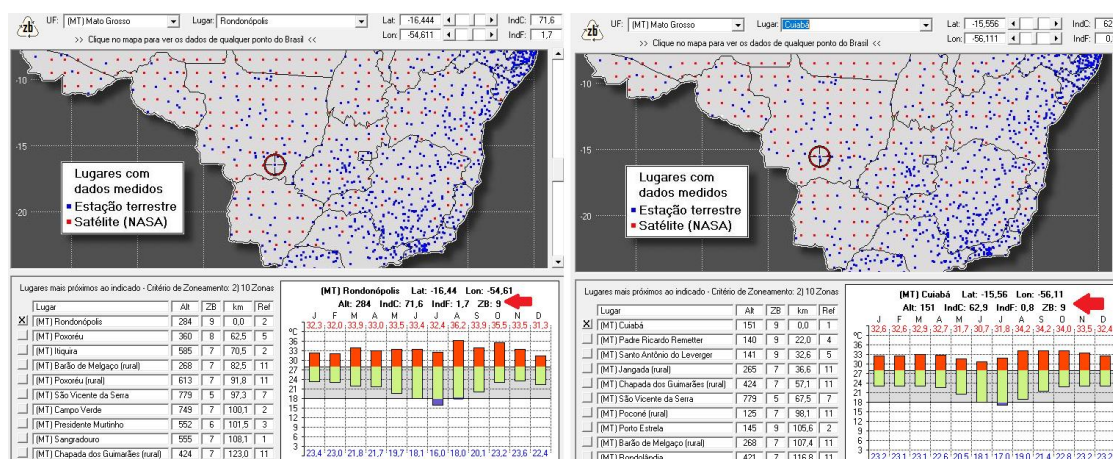


Figura 28: Telas do programa RevZBBR mostrando a classificação bioclimática de Rondonópolis e Cuiabá segundo novas revisões da NBR (2005).
 Fonte: RORIZ (2012)

Para Malta 2020, o resumo geral da proposição inicial até as versões finais de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro, permite destacar como fatores determinantes para a classificação do clima local nos municípios:

- A inclusão de um maior número de municípios nas análises, caracterizando um contributo significativo para a compreensão mais individualizada do clima;
- A consequente minimização dos recursos de análise de dados por interpolação;
- a inclusão de municípios de países vizinhos, que, ainda que territorialmente independentes do Brasil, exercem uma função importante na compreensão do clima pela adjacência geográfica;

- Uso da tecnologia e das simulações computacionais para a avaliação mais precisa dos perfis climáticos dos municípios.

Diante do exposto pode-se inferir que a imprecisão do zoneamento bioclimático implementado no Brasil por meio da NBR 15220-3 tem contribuído para a existência de problemas de conforto térmico (ou termo-energético) em habitações de interesse social na maioria dos municípios brasileiros, os quais consequentemente atuam no comprometimento da qualidade de vida dos moradores de tais habitações, que se constituem por pessoas de baixa renda e que por isso tem grande vulnerabilidade socioambiental e não dispõem de recursos financeiros para adotar soluções técnicas para amenizar os problemas de falta de conforto térmico de suas moradias

5.2 Sobre o nível de conforto térmico das habitações de interesse social (his) dos conjuntos habitacionais de Rondonópolis

Nesse trabalho, foram analisadas duas residências (P2 e P3) do mesmo conjunto habitacional social e mesmo ano de construção 2011 e duas residências (P1 e P4) de diferentes conjuntos habitacionais, porém com o mesmo ano de edificação, 1982.

Comparando os resultados dos dados medidos e das avaliações subjetivas do nível de conforto térmico dessas moradias, é possível afirmar que não houve melhora entre as habitações dos conjuntos habitacionais mais recentes em relação aos mais antigos. Ao contrário, a moradia P2 teve a pior avaliação das quatro residências, seguida da P3. Esperava-se que com o passar dos anos, os materiais e as técnicas de edificação tivessem melhorado e as residências atuais oferecessem conforto térmico aos seus habitantes, porém foi ao contrário, as mais novas foram as mais desconfortáveis.

Na casa P2, no período chuvoso, em alguns dias da coleta de dados, a temperatura interna ficou acima da temperatura externa tornando assim, internamente, mais desconfortável que externamente nesses períodos.

A possível causa dessa diferença, são os materiais empregados na construção dessas residências (P2 e P3), que utilizam por exemplo forros de PVC, e ele não possui propriedade de isolante térmico.

Foram comparadas casas de padrões mais elevados de construção a fim de averiguar se com melhores tecnologias e materiais é possível se ter melhor conforto térmico, e foi exatamente isso que foi mostrado no estudo, quanto melhor foi o padrão da casa, melhor seu índice de conforto térmico.

Dessa maneira, é correto afirmar que com investimento em materiais é possível se obter melhores índices de conforto térmico, assim como mostrou Malta (2020) em seu estudo onde propõe alterações relativamente simples da envoltória nos projetos de HIS, que representam melhorias quanto ao desempenho termo-energético e se caracterizam como viáveis e lucrativas, principalmente considerando a faixa de renda e a vulnerabilidade social dos moradores, que, usualmente, não contam com recursos compatíveis com a necessidade de adequação das moradias.

Além dos resultados ruins em conforto térmico das residências que encontramos nesse estudo em Rondonópolis-MT, vários outros autores, seja no clima subtropical ou tropical no Brasil, corroboram com resultados parecidos, onde residências de conjuntos habitacionais sociais foram desconfortáveis termicamente em medições, como por exemplo (ORSI, 2019, em Araraquara-SP) (ROTTA, 2009, Santa Maria-RS) (MENEZES, 2006, Passo Fundo-RS) (MARAFON, 2014, Sinop-MT).

Em Cuiabá-MT, Leão (2006), demonstrou que os materiais utilizados na construção de residências de conjuntos populares sociais estudado por ele, para região de Cuiabá não apresentaram desempenho térmico satisfatório de acordo com a NBR 15220-3/2005.

Ele concluiu que a qualidade técnica das unidades habitacionais foi prejudicada em prol do baixo custo de execução, a utilização de materiais de construção de baixa qualidade e com padrões construtivos mínimos foram insuficientes para atingir o nível de conforto térmico desejado para a região da grande Cuiabá.

Ainda segundo o autor, as residências populares possuem ordem, espaço, proporção e metodologias construtivas praticamente fixas em todo o Brasil, as habitações populares não são projetadas e construídas respeitando o clima do local onde são edificadas, mas sim seguindo um planejamento social e político.

Assim como a moradia P2, as moradias do estudo do autor, apresentaram padrões construtivos tão baixos e por consequência desempenho térmico tão insatisfatório que tornaram o clima externo mais confortável termicamente que o interior das edificações, não definindo as unidades habitacionais mais utilizadas atualmente na região como abrigo.

Por fim, ele conclui que o trabalho de normalização do conforto térmico brasileiro é de vital importância para que os governantes possam utilizar as normas que definem os padrões construtivos mínimos para habitações populares, de acordo com a região, corroborando assim com a ideia da revisão do zoneamento bioclimático Brasileiro defendida durante este trabalho, a fim de adequar a cidade de Rondonópolis na Zona Bioclimática correta.

Voltando a este trabalho, poderia se ter chegado a resultados melhores se os perfis dos moradores fossem padronizados, como faixa etária, perfil físico e sexo, para não incorrer em dúvidas principalmente na avaliação dos questionários subjetivos.

E também, escolher moradores que não tivessem ar-condicionado em casa, pois, como as residências são pequenas, às vezes, mesmo ligando os aparelhos nos quartos, e os termohigrômetros estarem na sala capturando os dados, o ar da casa acaba sofrendo alteração em sua umidade e temperatura, mascarando assim os resultados em alguns momentos.

Por fim, existem vários outros dados subjetivos, como roupa, aparelhos ligados, outras pessoas na sala, que não foram computados por falta de tempo, que poderiam de alguma forma influenciar nos dados, mas não comprometido os resultados.

6. Conclusões e considerações finais

Realizadas as pesquisas e estudos propostos, alcançaram-se resultados que mostram as condições de desempenho térmico das habitações de interesse social construídas em Rondonópolis-MT em décadas distintas juntamente a residências de médio e alto padrão de construção.

Estas informações possibilitam outros estudos, visando a melhoria do conforto térmico em futuros programas habitacionais, além de outros trabalhos científicos nesta área, pois o que se observou é a ampla replicação projetual das HIS e a consequente inadequação das moradias ao clima local.

Destacou-se, dentre as normas estudadas, a NBR 15220-3 (2005), que propõe recomendações para concepção das habitações de interesse social a partir da divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima, contudo, percebeu-se que o zoneamento bioclimático brasileiro não classificou adequadamente o clima local de Rondonópolis, não apresentando recomendações de construções de moradias adequadas à realidade climática da cidade, podendo dessa maneira condenar a moradia a um baixo nível de desempenho. Logo, é urgente a reclassificação do zoneamento brasileiro para que corresponda efetivamente ao perfil climático da região.

Sobre metodologia, os índices de estimativa de conforto térmico propostos, (ITU e ID) não funcionaram para a realidade do clima local tropical de Rondonópolis, pois, tanto na estação seca como na chuvosa, nenhum deles se adequou coerentemente a realidade do clima local de Rondonópolis. Isto porque, tanto um quanto outro, classificou a maioria absoluta das casas estudadas como sendo “muito desconfortável”, assim diante de tais resultados considerou-se que tais modelos não são adequados para a estimativa do conforto térmico em climas tropicais como o da cidade de Rondonópolis.

Foi essencial a conjugação dos dados medidos com os dados percebidos (subjetivos), pois foi possível ter uma melhor confiança dos dados que estavam sendo obtidos de forma objetiva, porém, os resultados das análises subjetivas poderiam ser mais consistentes com os empregos desses dados pois não houve tempo para análise de todo volume registrado.

Nas avaliações sobre o conforto térmico das residências, as que tiveram os melhores resultados no sentido de não aquecer tanto no máximo aquecimento, ofertando assim conforto térmico aos moradores, foram P5 e P6, residências de melhor padrão de construção que as HIS,

porém no resfriamento, assim como as HIS, deixaram a desejar. Dessa maneira é possível concluir que as tecnologias do padrão de construção podem melhorar o conforto térmico das moradias em Rondonópolis, pois quando se tem maior investimento, utilizando-se de melhores materiais e técnicas, é possível obter melhor conforto térmico do que casas de conjuntos habitacionais sociais. No entanto, Malta (2020) propõe alterações relativamente simples da envoltória nos projetos de HIS, que representam melhorias quanto ao desempenho termoenergético e se caracterizam como viáveis e lucrativas, principalmente considerando a faixa de renda e a vulnerabilidade social dos moradores, que, usualmente, não contam com recursos compatíveis com a necessidade de adequação das moradias.

Outra questão que este trabalho procurou responder é se houve ou não melhora no padrão de construção dos conjuntos habitacionais sociais em relação ao conforto térmico. Não houve na evolução do tempo melhora, pois os dados registrados não deixam dúvida, principalmente P2 que foi construída em 2011, a qual teve os piores desempenhos térmicos de todas as casas avaliadas, tanto na época de chuva quanto na seca. A outra residência, P3, construída também em 2011 teve desempenho igual as de 1982 (P1 e P4).

Concluiu-se que as casas de CHS apresentam baixo desempenho em termos de conforto térmico e, que nem mesmo com os avanços que as tecnologias de construção tem obtido, tais habitações continuam a submeter seus moradores a significativo desconforto térmico. Essa realidade é grave uma vez que tais habitações, via de regra se destinam a população de baixa renda que, exatamente por isso, na maioria das vezes, não tem dinheiro para recorrer a aparelhos climatizadores de ambientes, que melhoraria o conforto térmico de suas casas e, assim, sofrem com as consequências que o desconforto lhe acomete no seu cotidiano.

7. Referências

ALMEIDA, Liliane Maria de Souza et al. **Determinação da temperatura de superfície com uso do sensor termal do landsat 8**. 2018. Disponível em: <<http://revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=1794>> Acesso em: 25 Set. 2018.

American Society of Heating and Air Conditioning Engineers – ASHRAE. **Physiological principles for comfort and health**. In: Handbook Fundamentals. Atlanta, 2001. p. 8.1 – 8.2.

AMORIM, A. C.; CARLO, J. C. **Análise das propostas de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro: estudo de caso de Colatina, ES. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 373-391, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/pjtsKtdjLtXFKfdfFf3Z5SM/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 Nov. 2021.

AMORIM, Cláudia Naves David. BRAGA, Darja KoS. **Métodos e Técnicas para Conforto Ambiental e Reabilitação do Espaço Construído**. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ASSIS, Wellyngton Lopes. **O sistema clima urbano do município de belo horizonte na perspectiva têmporo-espacial**. 2010. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências da UFMG. Belo Horizonte.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15220 - Desempenho térmico em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12:721:2006: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios**. Rio de Janeiro, p. 25. 2006.

AYOADE. J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**.4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BIOCLIMATISMO. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro**. Disponível em: <http://bioclimatismo.com.br/bioclimatismo/zoneamento-bioclimatico-brasileiro/>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BOGO, A.; PIETROBON, C. E.; BARBOSA, M. J.; GOULART, S.; PITTA, T.; LAMBERTS, R. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Núcleo de Pesquisa em Construção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

BONDUKI, Nabil. **Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula**. São Paulo, ARQ.URB, n.1, p. 70-101, 2008.

BORGES, Valéria Valente; ZAIDAN, Ricardo Tavares. **Geotecnologias a favor do planejamento urbano: uma aplicação no município de juiz de fora**. 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/virtu/files/2011/09/GEOTECNOLOGIAS-A-FAVOR-DO-PLANEJAMENTO-URBANO-UMA-APLICA%C3%87%C3%83O-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DE-JUIZ-DE-FORA.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018

BORSATO, V.A. (2000) - **A climatologia dinâmica e o ensino da geografia no segundo grau: uma aproximação ao problema**. Departamento de Geografia da UEM (Universidade Estadual de Maringá). Revista GeoNotas, volume 4, nº 1. ISSN 1415-0646

BORSATO, Victor da Assunção; MENDONÇA, Francisco de Assis. **PARTICIPAÇÃO DA MASSA POLAR ATLÂNTICA NA DINÂMICA DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO CENTRO SUL DO BRASIL**. Mercator (Fortaleza), Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 113-130, abr. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012015000100113&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 jul 2020.

Bovis, Renan Silva. **Características Termo-Higrométricas em Bairros com Diferentes Padrões Construtivos em Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente. 2012

BRITO, Érika Gomes. SILVA, Marcus Vinicius da, CRISPIM, Andrea Bezerra. **Climatologia**. Fortaleza:EduECE, 2015. 106 p.

CARACRISTI, I. **Geografia e representações gráficas: uma breve abordagem crítica e os novos desafios técnico-metodológicos perpassando pela climatologia**. Revista Brasileira de Cartografia. 2002.

CAVALCANTI. José H F; COUTINHO. Antônio S; Silva Luiz B; Cavalcanti. Mônica T, **Estação de Trabalho para Análise das Condições de conforto Ambiental**, Anais dos Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVI ENEGEP, Fortaleza, CE, 2006.

CLÍMACO, R; AMORIM, C. **Princípios Bioclimáticos da Arquitetura e do Urbanismo**. Brasília: UNB, 2008. Plano de Curso, UNB, 2008.

CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. VECCHIA, Francisco. As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. *Ciência e Natureza*, UFSM, 29 (1): 137 - 149, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/9767/5855>. Acesso em: 8 maio, 2020.

DE SOUZA, Débora Moreira; NERY, Jonas Teixeira. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica**. *Geografia (Londrina)*, v. 21, n. 2, p. 65-83, 2013.

DUARTE, Taise Ernestina Prestes Nogueira. **Expansão urbana e qualidade ambiental: uma análise da cobertura vegetal em Rondonópolis - MT entre os anos de 2006 e 2015**. 2016. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, MT

ELY, D. F. **A compartimentação e estruturação da paisagem do município de Rondonópolis - MT**. Goiânia: Dissertação de mestrado em Geografia. UFGO, 1998.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo. Studio Nobel. 2003.

GUARDA, Emeli & Durante, Luciane & Callejas, Ivan & Jorge, Stefany & Brandão, Raphael. (2018). **Estratégias Construtivas Para Adequação da Envoltória de uma Habitação de Interesse Social às Zonas Bioclimáticas Mato-Grossenses**. E&S Engineering and Science. 7. 45. 10.18607/ES201876138.

HIERA, M. D.; SOUZA FILHO, E. E.; BORSATO, V. A. **As Massas de Ar Atuantes na Bacia Hidrográfica Paraguai 3 Durante os meses de Verão em Padrões de Precipitação Chuvoso, Habitual e Seco**. Anais. XII simpósio brasileiro de climatologia geográfica variabilidade e suscetibilidade climática: implicações ecossistêmicas e sociais. Os climas do cerrado brasileiro, Goiânia, GO. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cadastro de Localidades Brasileiras Selecionadas**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_territorial/localidades/>. Acesso em: 18 out. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. Nota Técnica: **Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007 - 2011) por municípios (2010)**. Brasília: IPEA, 2013.

JÚNIOR, ARILSON JOSÉ DE OLIVEIRA. **Dispositivo móvel para análise de conforto térmico e ambiência**. 2016. 10 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Botucatu-SP, 2016.

KOVALESKI, Antonio C. CAPRARO, Luiz. **Conforto ambiental para estudantes de engenharia: uma proposta de ensino**. Anais do XLVI Congresso Brasileiro em engenharia, Salvador, BA. 2018.

LEANDRO, Deleon da Silva. **Qualidade ambiental em Rondonópolis-MT: formas de controle e análises para implantação de políticas públicas contra aumento de poluição**

atmosférica em cidades médias. 2017. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, MT.

LEÃO, M. **Desempenho Térmico em Habitações Populares para Regiões de Clima Tropical: Estudo de Caso em Cuiabá-MT.** 2006. Dissertação. (Mestrado). Departamento de Física. Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal de Mato Grosso. 105 f. Cuiabá, MT.

LIS, Laís. **Déficit habitacional do Brasil cresceu e chegou a 5,876 milhões de moradias em 2019.** G1, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/03/04/deficit-habitacional-do-brasil-cresceu-e-chegou-a-5876-milhoes-de-moradias-em-2019-diz-estudo.ghtml>>. Acesso em: 20 Dez. 2021.

MADEIRA, Aderina de Quadros. **Zoneamento Bioclimático do Estado do Paraná. Florianópolis, 1999.** 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

MALTA, Nayara Salera. **Habitação De Interesse Social na ZB8: Uma Abordagem Termo-Energética.** 2020. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES.

MARAFON, C.; LACO, M; SANCHES, J.C.M; LEÃO, M., LEÃO, E.F.T.B. **Estratégias bioclimáticas em avaliação de desempenho térmico nas habitações de interesse social em Sinop/MT.** Revista eletrônica em gestão, e educação e tecnologia ambiental - REGET V. 18 n. 3. 2014, p.1008-1021.

MARTINI, A. BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K.; VIEZZER, J.; GRISE, M. M.; NETO, E. M. L. **Percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas de Curitiba, PR.** Floresta, v. 44, n. 3, p. 515-524, 2014.

MARTINS, Tathiane Agra de Lemos; BITTENCOURT, Leonardo Salazar; KRAUSE, Cláudia Mariz de Lyra Barroso. **Contribuição ao zoneamento bioclimático brasileiro: reflexões**

sobre o semiárido nordestino. *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 59-75, junho 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 Jul. 2020.

MENDES, P.C. **A gênese espacial das chuvas de Uberlândia-MG**. 2001. 237f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MENEZES, M. S. **Avaliação do desempenho térmico de habitações sociais de Passo Fundo - RS**. 2006. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS.

MONTEIRO, Adriana Roseno; VERAS, Antonio Tolrino de Rezende. **A QUESTÃO HABITACIONAL NO BRASIL**. Mercator (Fortaleza) [online]. 2017, v. 16. Acesso em: 20 Dez. 2021, e16015. Disponível em: <<https://doi.org/10.4215/RM2017.E16015>>. Epub 24 Ago 2017. ISSN 1984-2201. <https://doi.org/10.4215/RM2017.E16015>.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Série “Teses e Monografias nº 25”. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p.

MONTEIRO, Carlos Augusto F. **Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de Clima Urbano no Brasil**. *GeoSul*, Florianópolis, Edufsc, n. 9, ano 5, p. 7-19, 1990.

_____. **Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas Considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional)**. *Revista Geográfica*. Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

_____. **Clima e Excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da**

atmosfera como fenômeno geográfico.1991. Florianópolis, UFSC.

_____ ; MENDONÇA, F. A. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MURARA, Pedro Germano dos Santos; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças circulatórias.** Revista brasileira de climatologia, v. 6, p. 79-92, 2010. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/abclima/revista/vol_6/RBC6.pdf. Acesso em: 09 abr. 2020.

NASCIMENTO, J.M.A. SACHT, Helenice. **Estratégias Bioclimáticas para Edifícios Destinados ao Clima da Cidade de Araras-SP.** Anais do VI Congresso de Iniciação Científica do Centro Universitário de Araras “Dr. Edmundo Ulson” – UNAR. Araras, SP. 2013.

NASCIMENTO, D.; OLIVEIRA, I.; LUIZ, G. **Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal/Brasil.** Élisée - Revista de Geografia da UEG, v. 5, n. 2, p. 59-86, 17 fev. 2017.

NIMER, E. **Circulação Atmosférica no Brasil: contribuição ao estudo da Climatologia no Brasil.** In: Revista Brasileira de Geografia. ano XXVIII. n. 3, 1966. Rio de Janeiro: IBGE, 1966.

NÓBREGA, Ranyére Silva. LEMOS, Thiago Verçosa da Silva. **O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife.** Revista de Geografia (UFPE) V. 28, No. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/228942/23352>. Acesso em: 23 maio, 2020.

NOGUEIRA, Taís Ernestina Prestes. **Expansão urbana e qualidade ambiental: uma análise da cobertura vegetal em Rondonópolis-MT entre os anos de 2006 e 2015.** 2016. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, MT

NOVAIS, Giuliano Tostes. **Caracterização Climática Da Mesorregião Do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba E Do Entorno Da Serra Da Canastra (Mg). 2011.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

NUNES, Bárbara Beatriz da Silva. MENDES, Paulo César. **Clima, Ambiente e Saúde: Um Resgate Histórico.** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 13, n. 42 jun/2012. p. 258–269. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>. Acesso em: 23 maio, 2020.

OLIVEIRA, A.G. de. **Metodologia para avaliação do desempenho térmico em residências uni familiares no clima quente úmido.** 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

OLIVEIRA, Viviane Fernanda de. **Do bnh ao minha casa minha vida: mudanças e permanências na política habitacional.** Caminhos de geografia, Uberlândia, v. 15, n. 50, p. 36–53, jun. 2014. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/22937/14957>>. Acesso em: 20 maio 2020.

ORSI, R. A. **(Des)conforto térmico e qualidade de vida em conjuntos habitacionais periféricos construídos através do programa minha casa minha vida.** Disponível em:< <https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/ANAIS%20PLURIS%202016.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2019.

PÉDELABORDE, Pierre. **Introducion à L'etude Scientifique du Climat.** Paris: SEDES, 1970, 352 p.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil.** *Escola Engenharia*, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>. Acesso em: 2 fev. 2020.

PIRES, Érika Gonçalves; JUNIOR, Laerte Guimarães. **Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8.** Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671> >. Acesso em: 25 set. 2019.

PRADO, Bruna Queiroz de Melo et al. **Avaliação de variáveis climatológicas da cidade de Uberlândia (MG) por meio da análise de componentes principais.** *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 407-413, jun. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522016000200407&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 maio. 2020.

PRADO, Cláudio. **Déficit habitacional reflete a desigualdade do país.** *fundacao1demaio*, 2021. Disponível em: < <https://www.fundacao1demaio.org.br/artigo/deficit-habitacional-reflete-a-desigualdade-do-pais/>>. Acesso em: 20 Dez. 2021.

RAMPAZZO, Camila Riboli. **CLIMA E PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Unesp, Presidente Prudente-SP, 2015.

RYBCZYNSKI, Witold. **Casa: Pequena História de Uma Idéia.** Rio de Janeiro: Record, 1996.266p.

RONDONÓPOLIS – Prefeitura Municipal de Rondonópolis / Programa de Pós-Graduação Em Geografia/UFMT. **Produção de Mapeamentos Temáticos para a Fase de Diagnóstico do Processo de Atualização do PDM/ROO/2006 - RELATÓRIO 03: Mapeamentos Produzidos em 1:10.000.** Rondonópolis: UFMT, 2017. 157p.

RONDONÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Economia.** Disponível em: < <http://www.rondonopolis.mt.gov.br/cidade/economia/>>. Acesso em: 21 Dez. 2021.

RORIZ, M. RevZbBr: **Propostas de Revisão do Zoneamento Bioclimático do Brasil**, 2012. São Carlos, SP: ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. Tese (Doutorado em Geografia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 240 p.

ROTTA, R. **Desempenho Térmico de Edificações Multifamiliares de Interesse Social em Conjuntos Habitacionais na Cidade de Santa Maria – RS**. 2009. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

SACHT, H. M. (no prelo). **Módulos de fachada para reabilitação eco-eficiente de edifícios**. Tese (Doutoramento em Engenharia Civil). Universidade do Minho. Guimarães, Portugal: 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima**. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2001.

SANTOS, J. W. M. C. **O Clima Local de Rondonópolis Segundo o Sistema de Classificação proposto por Thornthwaite (1948)**. Anais do 10º Encontro Nacional de Geógrafos. Recife, 1996. v. 01. p. 518 -519.

SANTOS, Juliane Gonçalves. **Variabilidade Pluviométrica na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFU, Uberlândia-MG, 2015.

SANTOS, L. D., Martins, I., Brito, P. **O conceito de qualidade de vida urbana na perspectiva dos residentes na cidade do Porto**. 2004. Estudos Regionais, N.º 9., Disponível em: http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER09/art01_rper9.pdf. Acesso em: 10 maio. 2020.

SETTE, D. M. **O Clima Urbano de Rondonópolis - MT.** São Paulo, 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade de São Paulo.

SHIMBO, Lúcia Zanin. **Habitação social, habitação de mercado: a confluência entre estado, empresas construtoras e capital financeiro.** Tese de doutorado. São Carlos: Escola de Engenharia da Universidade de São Carlos/USP, 2010.

SILVEIRA, Ana Lucia Ribeiro Camillo da. **Parâmetros Bioclimáticos para avaliação de Conjuntos Habitacionais na Região Tropical Subúmida do Brasil.** 2007. Tese (Doutorado). programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília.

SOARES, R. M. D.; ADAMS, B.; ULLMANN, V. **Desempenho térmico de habitação social: Norma NBR 15.575.** In: Revista de Arquitetura IMED, 5(2): 53-64. Passo Fundo: jul./dez. 2016.

SORRE, M. **Les Fondaments de la Geographie Humaine: lês fondaments biologiques.** 2. ed. Paris: Armand Colin, 1947.

SOUZA, Emilly Kristy Da Silva. **Desafios e Perspectivas de Combate ao Déficit Habitacional em Rondonópolis: Análise da Crescente Demanda Habitacional, Frente ao Processo de Empobrecimento da População Brasileira no Período da Pandemia.** Rondonópolis – MT. 2021. Dissertação (Lato Sensu). Universidade Federal de Rondonópolis. Rondonópolis, MT.

SUZUKI, Júlio César. **De Povoado a Cidade: a transição do rural ao urbano em Rondonópolis.** São Paulo: USP-FFLCH, 1996. (Dissertação de Mestrado).

TARIFA, J.R. **Os climas Maciços litorâneos da JuréiaItatins: um ensaio de ritmanálise.** Tese de Livre Docência. Laboratório de Climatologia e Biogeografia. Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. 2002.

TEODORO, Cláudio Adão. **O comércio informal de alimentos: causas e evidências na área urbana de Rondonópolis-MT**. 2019. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, MT.

TRASSI, Jaqueline da Silva. **Estudo do Potencial de Riscos de Inundações nas Microbacias da cidade de Rondonópolis, Mato Grosso**. 2015. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, MT.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Climatologia**. Ubá: Ed. Geographica, 2008. – (Série Textos Básicos de Geografia) 234p.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis**. 1999. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

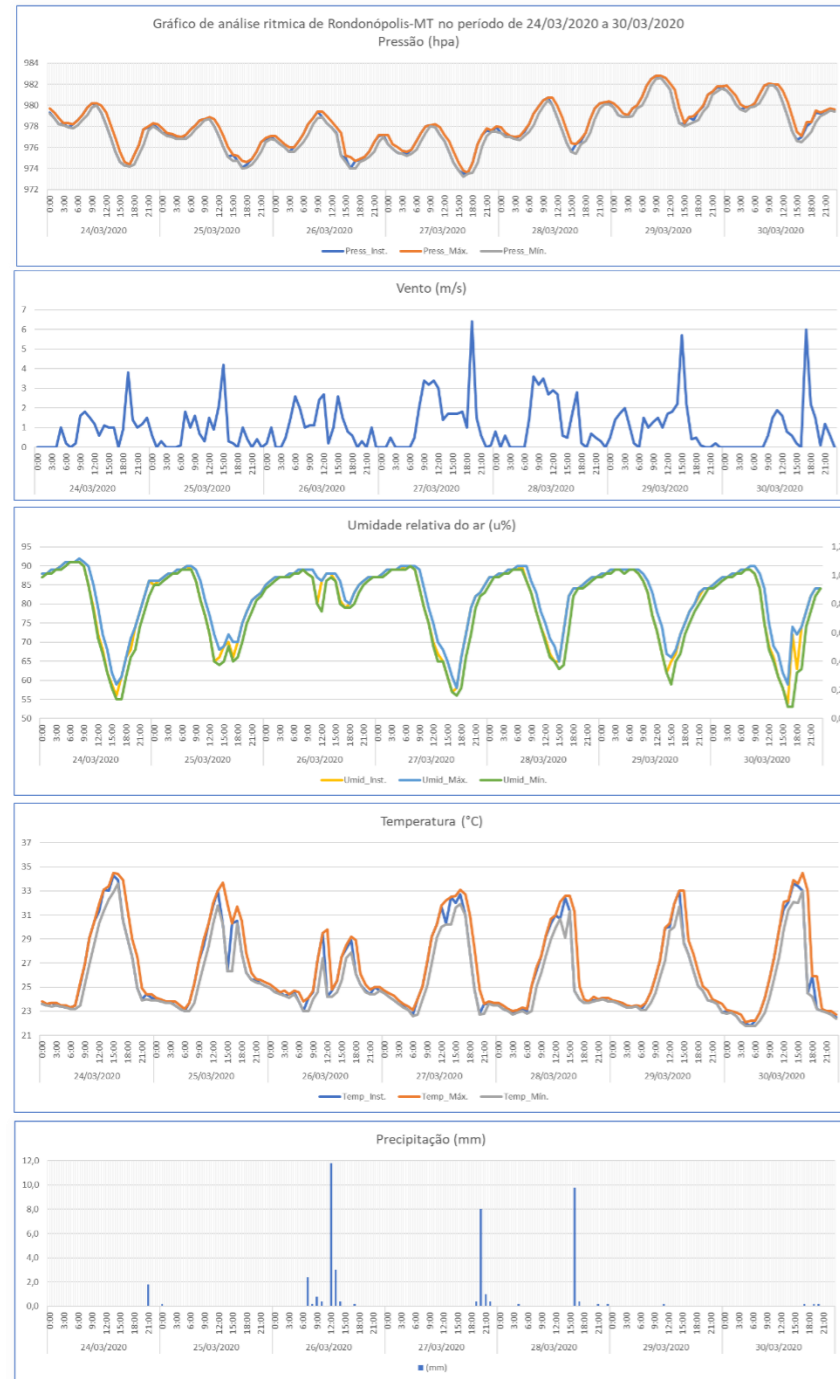
World Meteorological Organization - W.M.O. **World Climate Program Applications, Climate and Human Health**. 1987. Disponível em: < https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=16635# >. Acesso em: 15 jul. 2020.

Apêndices

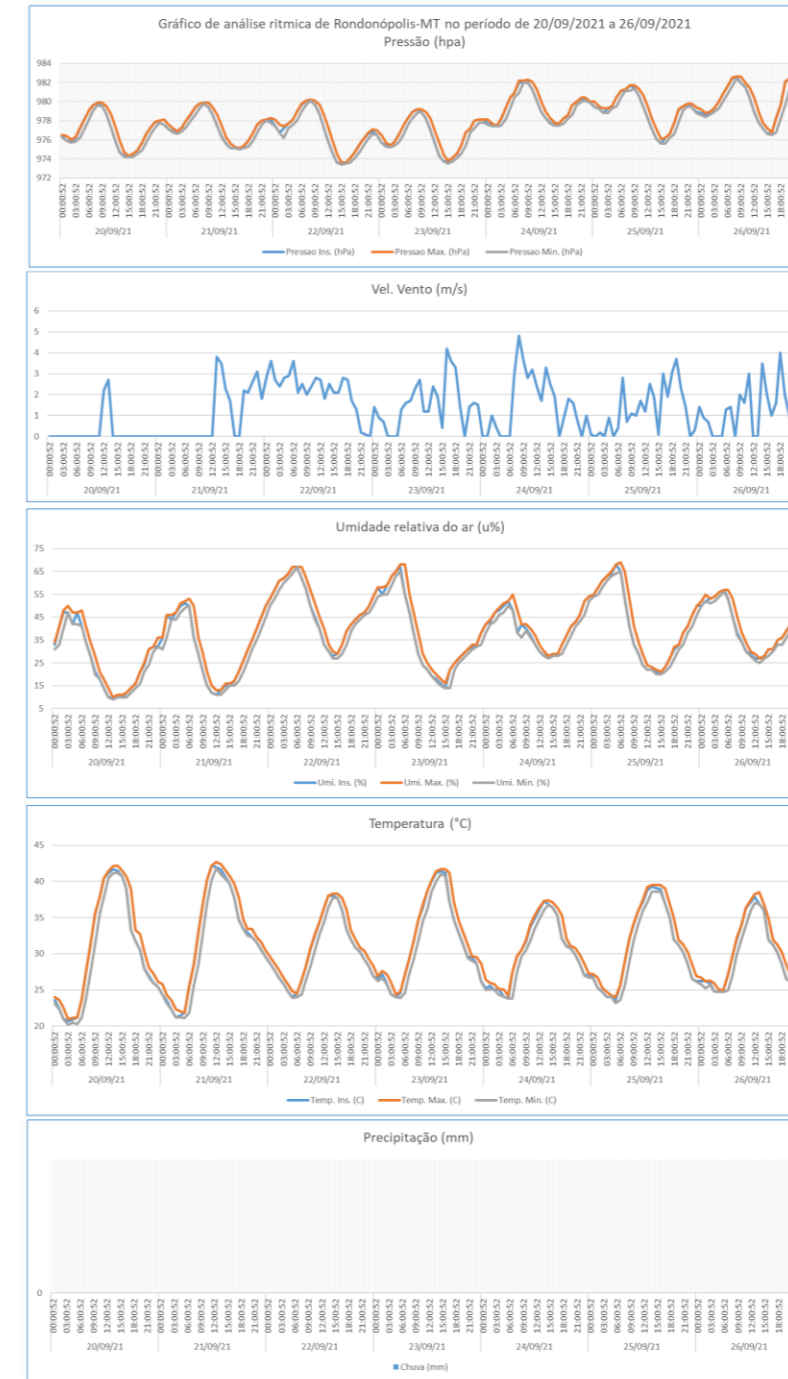
Apêndice 01

Prancha 1 - Gráficos de análise rítmica de Rondonópolis: a) no período de 24/03/2020 a 31/03/2020; b) no período de 20 a 26/09/2021

a)



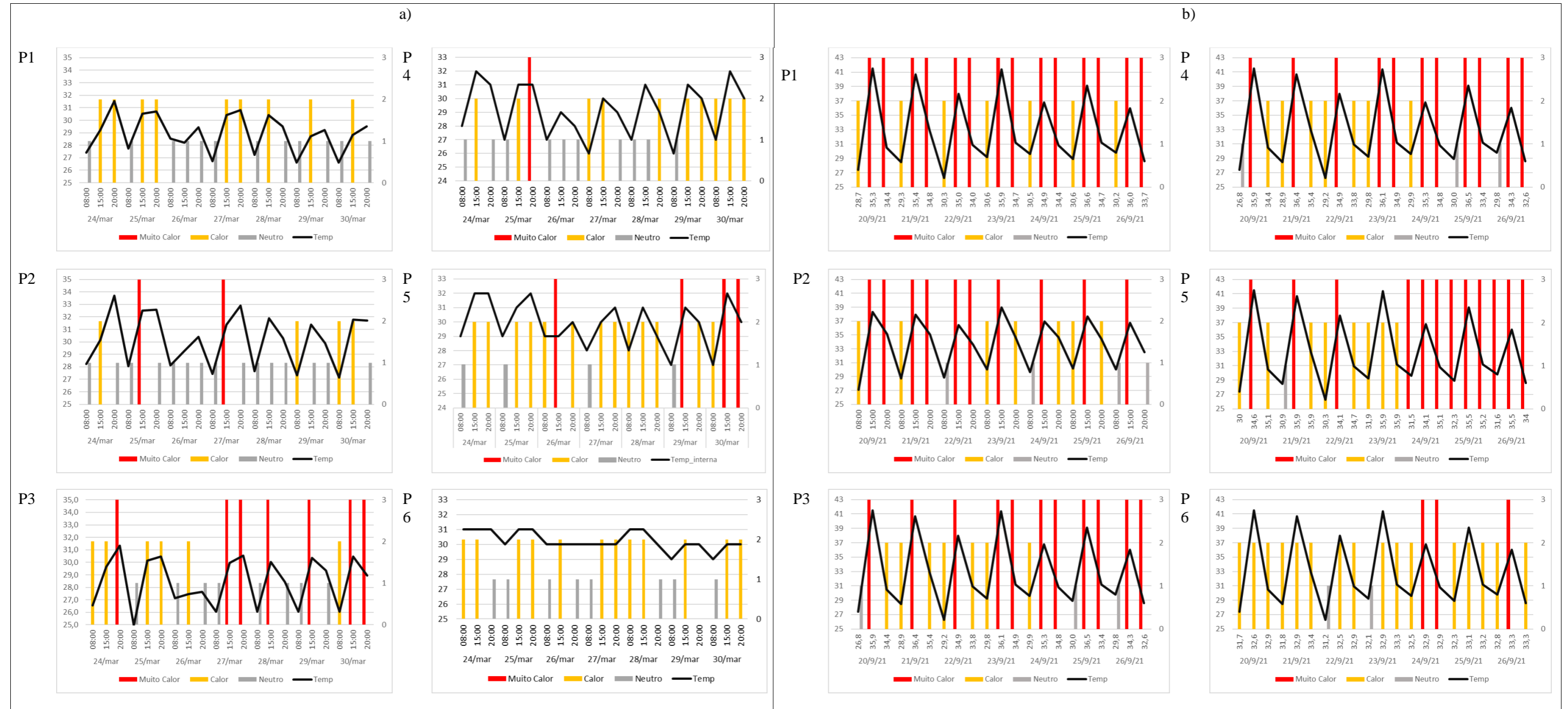
b)



Fonte: Dados da Estação Meteorológica Automática A907 do INMET, instalada no campus da Universidade Federal de Rondonópolis (Lat. -16,46; Long. -54,88; Alt. 289,9m), e disponibilizados via o site do órgão na Internet (<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A907>).

Apêndice 02

Prancha 2 – Variação da Temperatura do Ar das Casas Pesquisadas e Observações Sensíveis de Conforto Térmico Percebido pelos seus Moradores.



Legenda: Os registros realizados no período de 24 a 30/03/2020 – estação chuvosa - são os da letra ‘a’; Os registros realizados no período de 20 a 26/09/2021 – estação seca – são os da letra ‘b’.

Para plotar as sensações de conforto térmico do morador no gráfico, foi adotado a seguinte codificação: neutro=1; calor=2; e muito calor=3.

Fonte: Registro de Observações Sensíveis realizados pelos moradores e medidas in loco nas suas casas com termômetro higrógrafos do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Rondônia.

Apêndice 03

INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS PELOS MORADORES

Registro das observações meteorológicas sensíveis pelo morador

Unidade de Pesquisa nº: _____ Data: ____ / ____ / 202__

Dados do morador:

Sexo: () Fem. () Masc.

Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____

Instruções gerais para o preenchimento deste formulário:

- Realizar o preenchimento deste formulário durante os dias de duração da pesquisa sempre no mesmo ambiente da casa (sala, cozinha ou quarto)

- Antes de responder, permanecer no ambiente pelo menos por 10 minutos se não havia antes nenhum aparelho climatizador ligado. Se havia, desligar e aguardar pelo menos 30 minutos para iniciar o preenchimento.

1. Tipos de roupa que está usando no momento:

	8:00	15:00	20:00
Roupas leves			
Roupas de frio, porém leves			
Roupas de Frio			
Roupas de frio, pesadas			

2. Com relação à sua sensação térmica, como você está se sentindo neste momento? (marque um X de acordo com o horário)

	8:00	15:00	20:00
Com muito calor			
Com Calor			
Neutro (Nem calor nem frio)			
Com frio			
Com muito frio			

3. Como você preferia estar se sentindo agora? (Marque com um X de acordo com o horário)

	8:00	15:00	20:00
Bem mais quente			
Mais quente			
Assim mesmo			
Um pouco mais frio			
Mais frio			
Bem mais Frio			

4. Você fez o uso de climatização artificial (ventilador ou Ar Condicionado), no momento, para melhorar seu conforto térmico:

	Sim	Não	Ar Condicionado	Ventilador
8:00				
15:00				
20:00				

5. Neste momento o ambiente está com alguma porta ou janela aberta

	Sim	Não	Janela	porta
8:00				

15:00				
20:00				

6. Neste momento, as condições atmosféricas são:

6.1. Há vento?

	Sim	Não	Fraco	Forte
		o		
8:00				
15:00				
20:00				

6.2. O céu está nublado/parcialmente nublado ou limpo

	Sim	Não
8:00		
15:00		
20:00		

6.3. Está chovendo?

	Sim	Não	Fraco	Forte
		o		
8:00				
15:00				
20:00				

7. Marque abaixo se alguma das sensações listadas ocorreu na última hora:

	8:00	15:00	20:00
Impaciência devida ao desconforto térmico			
Dificuldade de concentração devido ao desconforto térmico			
Sonolência devida ao desconforto térmico			
Sede			
Secura nas mucosas da boca, nariz ou garganta			
Ruborização da pele			
Calafrios e/ou contrações musculares			

Observações gerais (ex: Havia algum equipamento ligado no ambiente de pesquisa (computador, tv, som, etc.), quantas pessoas estavam no ambiente no momento dos registros, etc.):
