

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE POR MEIO DE EXPERIMENTO  
FATORIAL DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO TÉRMICO DE  
ENVOLTÓRIAS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS:  
CONTRIBUIÇÃO À REVISÃO DAS NORMAS BRASILEIRAS**

Autora: Camila Carvalho Ferreira

Ouro Preto

Escola de Minas da UFOP

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



# **ANÁLISE DE SENSIBILIDADE POR MEIO DE EXPERIMENTO FATORIAL DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO TÉRMICO DE ENVOLTÓRIAS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS: CONTRIBUIÇÃO À REVISÃO DAS NORMAS BRASILEIRAS**

Autora: Camila Carvalho Ferreira

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Civil, área de concentração: Construção Metálica.

Orientador: Henor Artur de Souza

Orientadora: Eleonora Sad de Assis

Ouro Preto

Escola de Minas da UFOP

2016

F383a

Ferreira, Camila Carvalho.

Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais [manuscrito]: contribuição à revisão das normas brasileiras / Camila Carvalho Ferreira. - 2016. 435f.: il.: color; graf.; tabs; mapas.

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza.

Coorientadora: Profa. Dra. Eleonora Sad de Assis.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Metálica.

1. Construção - Desempenho. 2. Conforto térmico. 3. Análise fatorial. 4. Normas técnicas (Engenharia). I. Souza, Henor Artur de. II. Assis, Eleonora Sad de. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 728.1:006.022

Catálogo: [www.sisbin.ufop.br](http://www.sisbin.ufop.br)

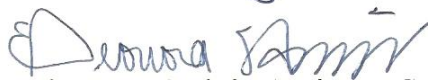
**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE POR MEIO DE EXPERIMENTO FATORIAL DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO TÉRMICO DE ENVOLTÓRIAS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS: CONTRIBUIÇÃO À REVISÃO DAS NORMAS BRASILEIRAS**

**AUTORA: CAMILA CARVALHO FERREIRA**

Esta tese foi apresentada em sessão pública e aprovada em 19 de fevereiro de 2016, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



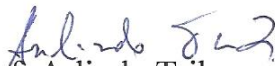
Prof. Henor Artur de Souza, D.Sc. - UFOP (Presidente)



Profa. Eleonora Sad de Assis, D.Sc. - UFMG



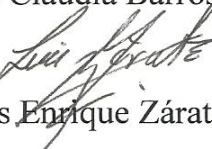
Prof. Adriano Pinto Gomes, D.Sc. - IFMG



Prof. Arlindo Tribess, D.Sc. - USP/SP



Profa. Cláudia Barroso Krause, D.Sc. - UFRJ



Prof. Luis Enrique Zárate Galvez, D.Sc. - PUC/MG

*Ao meu avô, Prof. Omar Campos Ferreira, pelo seu exemplo sempre inspirador e motivador sob as mais diversas formas.*



## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida durante o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Professor João Artur de Souza pelo auxílio em relação aos conhecimentos estatísticos.

Às bolsistas Françoise Santana Viana e Glenda Paola Barboza Lami que colaboraram neste trabalho.

Ao Professor Henor Artur de Souza pelo empenho, orientação e disponibilidade durante todo o processo de desenvolvimento deste estudo.

À Professora Eleonora Sad de Assis pela orientação, referência e confiança depositada ao longo desses anos de aprendizado.

À minha família por todo incentivo dado desde o início desta caminhada, especialmente aos meus pais pelo carinho, apoio a toda prova e colaboração constante. Bárbara, sua ajuda foi de grande valia.

Ao Henrique, pela compreensão e respeito.

Aos amigos do LABCON/UFMG, Ana Carolina Veloso, Patrícia Soares, Raquel Diniz e Rejane Lora, pelo constante apoio e ajuda. Em especial a Iraci Stensjö, por se importar com tamanho carinho, sempre disposta a uma discussão e a um aconselhamento, auxiliando nos momentos difíceis. A todas obrigado pela amizade.

Às colegas Débora Freitas, Larissa Camilo e Viviane Gomes pelo companheirismo. Foram muitas indas e vindas à Ouro Preto, mas sempre muito divertidas.

## RESUMO

O usual baixo desempenho térmico de edificações residenciais ocasiona o aumento de consumo de energia pelo uso de condicionamento artificial para a obtenção de conforto. Com o intuito de regular o desempenho térmico mínimo de uma edificação, foram instituídas normas nacionais de desempenho, a norma NBR 15.220 e a norma NBR 15.575. Contudo, o Brasil possui uma diversidade climática considerável ao longo do seu território, com diferentes demandas para o desempenho térmico de edificações, em que as variáveis que impactam no desempenho térmico terão influências diferenciadas. Assim, o objetivo deste trabalho é a avaliação daqueles fatores que apresentam maior influência no desempenho térmico de uma edificação residencial multifamiliar para diferentes climas do Brasil. Para tal, a metodologia adotada consiste no emprego do experimento fatorial abrangendo as principais variáveis de desempenho térmico segundo a literatura. As variáveis estudadas são: a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes, a absorvância das paredes, a transmitância térmica dos vidros, a existência de sombreamento, o emprego da ventilação natural, a transmitância térmica das coberturas, a capacidade térmica das coberturas, a absorvância das coberturas e a existência de ático ventilado. Optou-se por trabalhar com o experimento fatorial das paredes e coberturas separado em função do número de testes que seriam necessários realizar. Os fatores, conforme o experimento fatorial, foram variados em dois níveis pré-estabelecidos, para que pudesse ser analisada a sua contribuição na variável resposta, as horas de conforto. A resposta do edifício às variações dos fatores em análise foi obtida por meio de simulação computacional para 26 localidades com diferentes climas conforme a classificação climática de Nimer (1979). O caso de estudo adotado foi um protótipo de habitação multifamiliar de seis pavimentos e quatro apartamentos por andar, sendo que cada unidade habitacional possui dois dormitórios, um banheiro, uma sala e cozinha. Verificou-se uma diferença de comportamento térmico entre um dos dormitórios, em razão deste possuir uma área de parede exterior maior que os demais ambientes. Os fatores com maior influência foram a capacidade térmica, a ventilação natural e a absorvância para as paredes e a transmitância térmica e a absorvância para as coberturas. As recomendações obtidas foram comparadas com as recomendações da norma NBR 15.220 e da norma NBR 15.575 e o que se pode verificar é que o atendimento aos requisitos normativos não garantem condições de



conforto térmico para alguns contextos climáticos, principalmente no caso da norma NBR 15.575. Constatou-se assim a necessidade de uma revisão do método de avaliação prescritivo das normas de desempenho que se baseiam fortemente na transmitância térmica da envoltória.

Palavras chave: simulação no EnergyPlus, desempenho térmico, experimento fatorial, normas de desempenho térmico.

## ABSTRACT

The usual low thermal performance of residential buildings causes increased energy consumption by the use of artificial conditioning to obtain comfort. With the intention of regulate the minimum thermal performance of a building, national performance standards were established, the NBR 15220 and the NBR 15575. However, Brazil has considerable climatic diversity throughout its territory, with different demands for the thermal performance of buildings, in which the variables that impact the thermal performance will have different influences. Thereby, the aim of this work is the assessment of factors which have the greatest influence on the thermal performance of a multi-family residential building for different climates in Brazil. For this purpose, the methodology adopted the factorial experiment involving the main variables of thermal performance according to the literature. The analyzed variables are: the thermal transmittance of the walls, the heat capacity of the walls, the absorbance of the walls, the thermal transmittance of the glasses, the existence of shading, the use of natural ventilation, the thermal transmittance of the roofing, the heat capacity of the covers, the absorbance of the covers and the existence of ventilated attic. The factorial experiment was run for walls and covers in separate based on the number of tests that would be required to conduct. Following the factorial experiment the factors were varied in two preset levels in order to analyze their roles on the response variable, which was the number of hours in thermal comfort. The building's response to variations of the factors being analyzed was determined by computer simulation for 26 locality with different climates according to Nimer's climate classification. The case of study was a multi-family housing prototype with six floors and four apartments per floor. Each housing unit has two bedrooms, a bathroom, a living room and kitchen. It was observed a difference in the thermal behavior of one of the bedrooms, since it has an exterior wall area bigger than the other rooms. The factors most influential were the heat capacity, the natural ventilation rate and the absorbance for the walls. For rooftops the factors were the thermal transmittance and absorbance. The comparison among achieved recommendations and those from NBR 15220 and NBR 15575 showed that compliance with regulatory requirements do not ensure thermal comfort for some climatic contexts, especially in the case of NBR 15575. Since Brazilian thermal performance standards are strongly based on thermal

transmittance of the envelope, a review of their prescriptive methods is thought to be needed.

Keys words: simulation in EnergyPlus, thermal performance, factorial design, thermal performance standards

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 Gráfico para a determinação do PPD a partir do PMV .....	51
FIGURA 2.2 Detalhe da zona de conforto para países quentes em desenvolvimento segundo GIVONI (1992).....	53
FIGURA 2.3 Variação da temperatura de conforto em relação à temperatura operativa média em pesquisas de campo conduzidas por Humphreys .....	58
FIGURA 2.4 Variação da temperatura de conforto com a temperatura externa média mensal .....	58
FIGURA 2.5 Faixas aceitáveis de temperatura operativa para espaços climatizados naturalmente.....	67
FIGURA 2.6 Limites de temperatura operativa aceitáveis para edificações condicionadas naturalmente.....	74
FIGURA 2.7 Diagrama bioclimático sobre o qual foi plotada a zona de conforto para a população aclimatada à cidade de Natal, RN.....	77
FIGURA 3.1 Caracterização da inércia térmica a partir do atraso e amortecimento, segundo akutsu (1983).....	82
FIGURA 3.2 Distribuição dos climas brasileiros segundo Nimer (1979).....	88
FIGURA 3.3 Espacialização das recomendações arquitetônicas por tipo climático do Brasil ..	93
FIGURA 3.4 Interação entre fatores: (a) sem interação e (b) com interação .....	119
FIGURA 4.1 Fluxograma resumo do método proposto .....	127
FIGURA 4.2 Amostragem das cidades e sua localização no território brasileiro .....	130
FIGURA 4.3 Domicílios Particulares Permanentes X Número de Moradores por Domicílio..	132
FIGURA 4.4 Quantidade Média de Habitantes por Domicílios por Regiões.....	132
FIGURA 4.5 Edificação adotada como estudo de caso .....	134
FIGURA 4.6 Geometria do estudo de caso: (A) Planta do pavimento tipo; (B) esquadrias adotadas na edificação .....	134
FIGURA 5.1 Histograma de frequência para dos dados de saída: (A) zona térmica 1; (B) zona térmica 2; (C) zona térmica 4 .....	143
FIGURA 4.7 Planta da unidade habitacional a ser avaliada com as respectivas zonas térmicas .....	144

FIGURA 4.8 Modelo tridimensional da edificação com a localização das zonas térmicas em análise elaborado no plug-in Open Studio no SketchUp.....	145
FIGURA 4.9 Detalhe da abertura para ventilação do ático .....	149
FIGURA 4.10 Cidades brasileiras com arquivos climáticos TRY.....	150
FIGURA 5.2 Mapa com a regionalização dos grupos de cidades conforme as recomendações obtidas .....	343
FIGURA 5.3 Mapas do Brasil: (A) grupo de cidades conforme recomendações geradas; (B) zoneamento bioclimático segundo a norma NBR 15.220-3 (2005) .....	345

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 Variáveis de conforto térmico (continua).....	43
QUADRO 2.2 Escala de sensação térmica de sete pontos da norma ASHRAE .....	47
QUADRO 2.3 Indicadores definidos nas Tabelas de Mahoney (continua).....	61
QUADRO 2.4 Resumo das recomendações de projeto por Mahoney (continua).....	62
QUADRO 3.1 Classificação climática de Nimer (1979) .....	88
QUADRO 3.2 Resumo das recomendações arquitetônicas conforme o clima (continua).....	91
QUADRO 3.3 Quadro resumo das recomendações obtidas a partir das referências analisadas .....	105
QUADRO 3.4 Diretrizes construtivas para as oito zonas bioclimáticas.....	106
QUADRO 3.5 Fatores em dois níveis .....	116
QUADRO 3.6 Combinação de fatores para experimento $2^3$ .....	116
QUADRO 3.7 Ordem de Yates para experimento $2^3$ .....	117
QUADRO 4.1 Domínios climáticos brasileiros segundo Nimer (1979) .....	128
QUADRO 4.2 Localidades representativas de cada um dos domínios climáticos brasileiros e suas respectivas zonas bioclimáticas segundo a NBR 15.220-3 (continua) .....	130
QUADRO 4.4 Resumo das variáveis abordadas nas prescrições normativas em vigor no Brasil .....	135
QUADRO 4.5 Ordem de Yates para o experimento fatorial das paredes externas com as respectivas características termofísicas (continua) .....	138
QUADRO 4.5 Ordem de Yates para o experimento fatorial das paredes externas com as respectivas características termofísicas (conclusão) .....	138
QUADRO 4.6 Ordem de Yates para o experimento fatorial da cobertura com as respectivas características termofísicas (continua).....	139
QUADRO 4.6 Ordem de Yates para o experimento fatorial da cobertura com as respectivas características termofísicas (conclusão).....	139
QUADRO 5.1 Quadro resumo das recomendações geradas pelas análises das horas de conforto .....	334
QUADRO 5.2 Quadro resumo das recomendações geradas pelas análises fatoriais.....	335
QUADRO 5.3 Quadro resumo das recomendações finais para cada uma das localidades analisadas .....	336

QUADRO 5.4 Resumo das recomendações sugeridas para cada um dos cinco grupos de cidades.....	344
QUADRO 5.5 Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a capacidade térmica das paredes .....	346
QUADRO 5.6 Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a transmitância térmica das paredes .....	347
QUADRO 5.7 Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a ventilação natural pelas aberturas .....	348
QUADRO 5.8 Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para o sombreamento das aberturas .....	349
QUADRO 5.9 Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a capacidade térmica das coberturas.....	350
QUADRO 5.10 Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a transmitância térmica das coberturas.....	351

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 Limites de conforto estabelecidos na Tabela de Mahoney .....	59
TABELA 2.2 Grupos higrotérmicos das Tabelas de Mahoney.....	60
TABELA 2.3 Recomendações de performance térmica da envoltória segundo Mahoney .....	63
TABELA 2.4 Descrição das categorias e os limites para edificações condicionadas artificialmente (PMV) e condicionadas naturalmente (K) da EN 15251. ....	73
TABELA 2.5 Resumo dos Limites de Temperatura do Ar de Conforto Térmico para estudos no Brasil .....	79
TABELA 3.1 Resistência térmica superficial interna e externa.....	84
TABELA 3.3 Aberturas para ventilação .....	107
TABELA 3.4 Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação.....	107
TABELA 3.5 Critérios de vedações quanto a transmitância térmica de paredes externas ....	110
TABELA 3.6 Critérios de vedações quanto a capacidade térmica de paredes externas .....	110
TABELA 3.7 Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica.....	110
TABELA 3.8 Área mínima de ventilação.....	111
TABELA 4.1 Distribuição dos domicílios particulares permanentes segundo a quantidade de cômodos para o Brasil no ano de 2000. ....	133
TABELA 4.2 Distribuição dos domicílios particulares permanentes segundo a quantidade de dormitórios no Brasil em 2000. ....	133
TABELA 4.3 Níveis para o experimento fatorial para as paredes.....	137
TABELA 4.4 Níveis para o experimento fatorial para a cobertura .....	137
TABELA 5.1 Efeitos dos fatores para o experimento fatorial das paredes para a cidade de Boa Vista (continua).....	141
TABELA 4.6 Classificação dos tipos de envoltória adotadas, conforme os valores limites de Mahoney.....	146
TABELA 4.5 Envoltórias utilizadas no estudo e suas respectivas propriedades termofísicas (continua) .....	147
TABELA 4.6 Características dos materiais utilizados na simulação computacional .....	148
TABELA 5.80 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Manaus .....	185



TABELA 5.81 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Manaus .....	186
TABELA 5.82 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Manaus .....	187
TABELA 5.83 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Manaus .....	188
TABELA 5.84 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Manaus .....	188
TABELA 5.85 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Manaus .....	189
TABELA 5.116 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Rio Branco.....	190
TABELA 5.117 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Rio Branco.....	191
TABELA 5.118 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Rio Branco.....	192
TABELA 5.119 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Rio Branco.....	193
TABELA 5.120 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Rio Branco.....	194
TABELA 5.121 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Rio Branco.....	194
TABELA 5.152 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Tucuruí.....	196
TABELA 5.153 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Tucuruí.....	197
TABELA 5.154 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Tucuruí.....	198
TABELA 5.155 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Tucuruí.....	199
TABELA 5.156 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Tucuruí.....	200

TABELA 5.157 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Tucuruí.....	200
TABELA 5.146 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para São Luís.....	202
TABELA 5.147 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para São Luís.....	203
TABELA 5.148 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para São Luís.....	204
TABELA 5.149 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para São Luís.....	205
TABELA 5.150 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para São Luís.....	206
TABELA 5.151 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para São Luís.....	206
TABELA 5.8 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Boa Vista.....	208
TABELA 5.9 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Boa Vista.....	209
TABELA 5.10 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Boa Vista.....	210
TABELA 5.11 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Boa Vista.....	211
TABELA 5.12 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Boa Vista.....	211
TABELA 5.13 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Boa Vista.....	212
TABELA 5.104 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Pedro Afonso.....	213
TABELA 5.105 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Pedro Afonso.....	214
TABELA 5.106 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Pedro Afonso.....	215

TABELA 5.107 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Pedro Afonso .....	216
TABELA 5.108 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Pedro Afonso .....	217
TABELA 5.109 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Pedro Afonso .....	217
TABELA 5.44 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Cratéus.....	219
TABELA 5.45 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Cratéus.....	220
TABELA 5.46Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Cratéus.....	221
TABELA 5.47 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Cratéus.....	222
TABELA 5.48 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Cratéus.....	223
TABELA 5.49 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Cratéus.....	223
TABELA 5.26 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Cabrobó .....	225
TABELA 5.27 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Cabrobó .....	226
TABELA 5.28 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Cabrobó .....	227
TABELA 5.29 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Cabrobó .....	228
TABELA 5.30 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Cabrobó .....	229
TABELA 5.31 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Cabrobó .....	229
TABELA 5.128 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Salvador .....	231

TABELA 5.129 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Salvador .....	232
TABELA 5.130 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Salvador .....	233
TABELA 5.131 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Salvador .....	234
TABELA 5.132 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Salvador .....	235
TABELA 5.133 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Salvador .....	235
TABELA 5.74 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para João Pessoa.....	237
TABELA 5.75 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para João Pessoa.....	238
TABELA 5.76 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para João Pessoa.....	239
TABELA 5.77 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para João Pessoa.....	240
TABELA 5.78 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para João Pessoa.....	241
TABELA 5.79 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para João Pessoa.....	241
TABELA 5.92 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Natal .....	243
TABELA 5.93 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Natal .....	244
TABELA 5.94 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Natal .....	245
TABELA 5.95 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Natal .....	246
TABELA 5.96 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Natal .....	246

TABELA 5.97 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Natal .....	247
TABELA 5.98 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Pão de Açúcar .....	248
TABELA 5.99 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Pão de Açúcar .....	249
TABELA 5.100 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Pão de Açúcar .....	250
TABELA 5.101 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Pão de Açúcar .....	251
TABELA 5.102 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Pão de Açúcar .....	251
TABELA 5.103 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Pão de Açúcar .....	252
TABELA 5.122 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Rio de Janeiro .....	253
TABELA 5.123 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Rio de Janeiro .....	254
TABELA 5.124 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Rio de Janeiro .....	255
TABELA 5.125 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Rio de Janeiro .....	256
TABELA 5.126 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Rio de Janeiro .....	257
TABELA 5.127 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Rio de Janeiro .....	257
TABELA 5.68 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Jataí.....	259
TABELA 5.69 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Jataí.....	260
TABELA 5.70 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Jataí.....	261

TABELA 5.71 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Jataí.....	262
TABELA 5.72 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Jataí.....	262
TABELA 5.73 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Jataí.....	263
TABELA 5.50 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Cuiabá .....	264
TABELA 5.51 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Cuiabá .....	265
TABELA 5.52 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Cuiabá .....	266
TABELA 5.53 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Cuiabá .....	267
TABELA 5.54 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Cuiabá .....	268
TABELA 5.55 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Cuiabá .....	268
TABELA 5.14 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Bom Jesus do Piauí .....	270
TABELA 5.15 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Bom Jesus do Piauí .....	271
TABELA 5.16 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Bom Jesus do Piauí .....	272
TABELA 5.17 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Bom Jesus do Piauí .....	273
TABELA 5.18 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Bom Jesus do Piauí .....	274
TABELA 5.19 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Bom Jesus do Piauí .....	274
TABELA 5.62 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Garanhuns .....	276

TABELA 5.63 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Garanhuns .....	277
TABELA 5.64 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Garanhuns .....	278
TABELA 5.65 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Garanhuns .....	279
TABELA 5.66 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Garanhuns .....	279
TABELA 5.67 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Garanhuns .....	280
TABELA 5.86 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Maringá.....	281
TABELA 5.87 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Maringá.....	282
TABELA 5.88 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Maringá.....	283
TABELA 5.89 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Maringá.....	284
TABELA 5.90 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Maringá.....	284
TABELA 5.91 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Maringá.....	285
TABELA 5.110 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Ponta Porã .....	286
TABELA 5.111 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Ponta Porã .....	287
TABELA 5.112 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Ponta Porã .....	288
TABELA 5.113 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Ponta Porã .....	289
TABELA 5.114 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Ponta Porã .....	290

TABELA 5.115 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Ponta Porã .....	290
TABELA 5.20 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Brasília .....	292
TABELA 5.21 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Brasília .....	293
TABELA 5.22 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Brasília .....	294
TABELA 5.23 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Brasília .....	295
TABELA 5.24 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Brasília .....	296
TABELA 5.25 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Brasília .....	296
TABELA 5.56 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Florianópolis .....	298
TABELA 5.57 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Florianópolis .....	299
TABELA 5.58 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Florianópolis .....	300
TABELA 5.59 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Florianópolis .....	301
TABELA 5.60 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Florianópolis .....	302
TABELA 5.61 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Florianópolis .....	302
TABELA 5.38 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Campos do Jordão .....	304
TABELA 5.39 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Campos do Jordão .....	305
TABELA 5.40 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Campos do Jordão .....	306



TABELA 5.41 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Campos do Jordão .....	307
TABELA 5.42 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Campos do Jordão .....	308
TABELA 5.43 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Campos do Jordão .....	308
TABELA 5.32 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Caldas.....	310
TABELA 5.33 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Caldas.....	311
TABELA 5.34 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Caldas.....	312
TABELA 5.35 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Caldas.....	313
TABELA 5.36 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Caldas.....	314
TABELA 5.37 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Caldas.....	314
TABELA 5.2 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Belo Horizonte .....	316
TABELA 5.3 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Belo Horizonte .....	317
TABELA 5.4 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Belo Horizonte .....	318
TABELA 5.5 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Belo Horizonte .....	319
TABELA 5.6 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Belo Horizonte .....	319
TABELA 5.7 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Belo Horizonte .....	320
TABELA 5.134 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Santa Maria.....	322

TABELA 5.135 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Santa Maria.....	323
TABELA 5.136 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Santa Maria.....	324
TABELA 5.137 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Santa Maria.....	325
TABELA 5.138 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Santa Maria.....	326
TABELA 5.139 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Santa Maria.....	326
TABELA 5.140 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para São Joaquim.....	328
TABELA 5.141 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para São Joaquim.....	329
TABELA 5.142 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para São Joaquim.....	330
TABELA 5.143 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para São Joaquim.....	331
TABELA 5.144 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para São Joaquim.....	332
TABELA 5.145 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para São Joaquim.....	332
TABELA A.1 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Belo Horizonte ...	380
TABELA A.2 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Belo Horizonte .....	381
TABELA A.3 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Boa Vista .....	382
TABELA A.4 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Boa Vista.....	384
TABELA A.5 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Bom Jesus do Piauí .....	384
TABELA A.6 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Bom Jesus do Piauí .....	386
TABELA A.7 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Brasília.....	386

TABELA A.8 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Brasília .....	388
TABELA A.9 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cabrobó .....	388
TABELA A.10 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cabrobó .....	390
TABELA A.11 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Caldas.....	391
TABELA A.12 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Caldas .....	392
TABELA A.13 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Campos do Jordão .....	393
TABELA A.14 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Campos do Jordão .....	395
TABELA A.15 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cratés.....	395
TABELA A.16 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cratés .....	397
TABELA A.17 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cuiabá .....	397
TABELA A.18 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cuiabá.....	398
TABELA A.19 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Florianópolis ....	398
TABELA A.20 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Florianópolis	400
TABELA A.21 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Garanhuns .....	400
TABELA A.22 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Garanhuns ...	402
TABELA A.23 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Jataí.....	402
TABELA A.24 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Jataí .....	404
TABELA A.25 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para João Pessoa.....	405
TABELA A.26 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para João Pessoa .	406
TABELA A.27 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Manaus .....	407
TABELA A.28 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Manaus.....	409
TABELA A.29 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Maringá.....	409
TABELA A.30 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Maringá .....	411
TABELA A.31 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Natal.....	411
TABELA A.32 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Natal .....	413
TABELA A.33 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pão de Açúcar ..	413
TABELA A.34 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Pão de Açúcar .....	415
TABELA A.35 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pedro Afonso ...	416

TABELA A.36 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Pedro Afonso .....	417
TABELA A.37 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Ponta Porã .....	418
TABELA A.38 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Ponta Porã .....	420
TABELA A.39 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio Branco .....	420
TABELA A.40 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Rio Branco .....	422
TABELA A.41 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio de Janeiro .....	422
TABELA A.42 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Rio de Janeiro .....	424
TABELA A.43 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Salvador .....	424
TABELA A.44 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Salvador .....	426
TABELA A.45 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Santa Maria .....	427
TABELA A.46 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Santa Maria .....	428
TABELA A.47 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Joaquim .....	429
TABELA A.48 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para São Joaquim .....	430
TABELA A.49 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Luís .....	431
TABELA A.50 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para São Luís .....	432
TABELA A.51 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Tucuruí .....	433
TABELA A.52 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Tucuruí .....	435

## LISTA DE ABREVIATURAS

$Ab_{S_{COB}}$  - Absortância térmica da cobertura

$Ab_{S_{PAR}}$  - Absortância solar das paredes externas

$c$  – calor específico do material (kJ/kgK)

$C_{nd}$  - ganho ou perda de calor pelo processo de trocas térmicas de condução (W/m<sup>2</sup>)

$C_{nv}$  - ganho ou perda de calor pelo processo de trocas térmicas de convecção (W/m<sup>2</sup>)

CT – Capacidade térmica (kJ/m<sup>2</sup>K)

$CT_{COB}$  - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m<sup>2</sup>K)

$CT_{PAR}$  - Capacidade térmica das paredes externas (kJ/m<sup>2</sup>K)

$e$  – espessura (m)

$E_{vp}$  - perda de calor pelo processo de trocas térmicas por evaporação do suor na pele (W/m<sup>2</sup>)

$F_{atico}$  - Existência de ático ventilado

$FS_o$  – Fator de ganho solar de elementos opacos (%)

$F_{VENT}$  – Presença de ventilação natural nos ambientes

$I_{clo}$  – Isolamento térmico da vestimenta

$I_{met}$  – Taxa metabólica

$M$  – Fluxo metabólico

$R_{ad}$  - ganho ou perda de calor pelo processo de trocas térmicas de radiação (W/m<sup>2</sup>)

$S_{cr}$  - fluxo de calor armazenado no interior do corpo (W/m<sup>2</sup>).

Somb - Existência de sombreamento nas aberturas

$S_{sk}$  - perda de calor por difusão d'água (W/m<sup>2</sup>)

$T_a$  – Temperatura do ar (°C)

$T_{comf}$  – Temperatura de conforto (°C)

$T_{ext}$  – Temperatura do ar externo (°C)

$T_n$  – Temperatura neutra (°C)

$T_o$  - Temperatura operativa ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{rm}$  - Temperatura radiante média ( $^{\circ}\text{C}$ )

$U$  - Transmitância térmica ( $\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$ )

$U_{\text{COB}}$  - Transmitância térmica da cobertura ( $\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$ )

$U_{\text{PAR}}$  - Transmitância térmica das paredes externas ( $\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$ )

$UR$  - Umidade relativa do ar (%)

$U_{\text{VID}}$  - Transmitância térmica dos vidros ( $\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$ )

$v_a$  - Velocidade do ar ( $\text{m}/\text{s}$ )

$W$  - Fluxo energético usado para o trabalho mecânico

$\alpha$  - Absortância

$\lambda$  - Condutividade térmica ( $\text{W}/\text{m}.\text{K}$ )

$\rho$  - Refletância

$\tau$  - Transmitância

$\phi$  - Atraso térmico (h)

$\varepsilon$  - Emitância

$R$  - Resistência térmica ( $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$ )

$R_{\text{SE}}$  - Resistência superficial externa do fechamento ( $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$ )

$R_{\text{SI}}$  - Resistência superficial interna do fechamento ( $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$ )

## LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

BEN - Balanço Energético Nacional

DOE - *United States Department of Energy*

EPW - *Energyplus Weather Data*

ISO - *International Organization for Standardization*

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

NBR - Norma Brasileira

PMCMV - Programa Minha Casa Minha Vida

PMV - Voto Médio Previsto (*Predicted Mean Vote*)

SWERA - Solar and Wind Energy Resource Assessment

TMY2 - Test Meteorological Year

TRY - Typical Reference Year

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>11</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>13</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>15</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>28</b>
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	<b>30</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>31</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>1.1. Contextualização do Tema</b> .....	<b>35</b>
<b>1.2. Delimitação do Tema</b> .....	<b>38</b>
<b>1.3. Objetivo geral e Objetivos Específicos</b> .....	<b>39</b>
<b>1.4. Estrutura da Tese</b> .....	<b>39</b>
<b>2. CONFORTO TÉRMICO</b> .....	<b>41</b>
<b>2.1. O Conforto Térmico e seus Parâmetros</b> .....	<b>41</b>
<b>2.2. Índices de Conforto</b> .....	<b>46</b>
<b>2.3. A abordagem analítica</b> .....	<b>48</b>
2.3.1. <i>O Voto Médio Estimado – PMV</i> .....	<b>48</b>
2.3.2. <i>O Diagrama Bioclimático de Givoni (DBG) e sua zona de conforto térmico</i> 52	
2.3.3. <i>Zona de conforto térmico da ASHRAE 55</i> .....	<b>53</b>
<b>2.4. A Abordagem Adaptativa</b> .....	<b>54</b>
2.4.1. <i>Conforto térmico e a temperatura interna do ambiente</i> .....	<b>56</b>
2.4.2. <i>Conforto térmico e a temperatura externa local</i> .....	<b>58</b>
2.4.3. <i>Tabelas de Mahoney</i> .....	<b>59</b>
2.4.4. <i>Modelo de Humphreys (1978)</i> .....	<b>63</b>
2.4.5. <i>Desenvolvimento de Auliciems do modelo de Humphreys (1978)</i> .....	<b>64</b>
2.4.6. <i>Modelo de Auliciems (1981)</i> .....	<b>64</b>
2.4.7. <i>O Gráfico de Nicol (1994)</i> .....	<b>64</b>
2.4.8. <i>Modelo de DeDear e Brager para a ASHRAE 55 (2013)</i> .....	<b>65</b>
2.4.9. <i>Norma EN 15251 (2007)</i> .....	<b>68</b>



2.4.10.	<i>Modelo de Humphreys, Rijal e Nicol (2010)</i> .....	68
<b>2.5.</b>	<b>Modelos Analíticos X Adaptativos</b> .....	<b>69</b>
2.5.1.	<i>Flutuação das condições de conforto para ambientes naturalmente ventilados</i> .....	70
<b>2.6.</b>	<b>Normalização em Conforto Térmico</b> .....	<b>71</b>
2.6.1.	<i>Normas Internacionais de Conforto</i> .....	71
<b>2.7.</b>	<b>Zonas e Faixas de Conforto Térmico para o Brasil</b> .....	<b>75</b>
<b>3.</b>	<b>DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES</b> .....	<b>80</b>
<b>3.1.</b>	<b>A Arquitetura e o Clima</b> .....	<b>86</b>
<b>3.2.</b>	<b>Estudos sobre o Desempenho Térmico de Edificações</b> .....	<b>94</b>
<b>3.3.</b>	<b>Normas de Desempenho Térmico</b> .....	<b>105</b>
<b>3.4.</b>	<b>Análise de Sensibilidade de Parâmetros</b> .....	<b>114</b>
3.4.1.	<i>Conceitos relacionados à análise de sensibilidade de parâmetros</i> .....	114
3.4.2.	<i>Estudos de análise de sensibilidade de parâmetros para edificações</i> .....	120
<b>3.5.</b>	<b>Considerações Finais</b> .....	<b>124</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>126</b>
<b>4.1.</b>	<b>Caracterização da Amostra</b> .....	<b>127</b>
<b>4.2.</b>	<b>Estudo de Caso</b> .....	<b>131</b>
<b>4.3.</b>	<b>Planejamento do Experimento Fatorial</b> .....	<b>134</b>
4.3.1.	<i>Definição dos parâmetros do projeto experimental</i> .....	135
4.3.2.	<i>Revisão Metodológica: o efeito dos fatores</i> .....	140
<b>4.4.</b>	<b>Modelagem para a simulação</b> .....	<b>144</b>
4.4.1.	<i>Geometria da edificação</i> .....	144
4.4.2.	<i>Parâmetros de Simulação no EnergyPlus</i> .....	145
4.4.3.	<i>Parâmetros de entrada das características termofísicas das envoltórias</i> 146	
4.4.4.	<i>Parâmetros de entrada de cargas internas</i> .....	148
4.4.5.	<i>Parâmetros de entrada da ventilação natural</i> .....	148
4.4.6.	<i>Arquivos climáticos</i> .....	149
4.4.7.	<i>Parâmetros de saída</i> .....	150
<b>4.5.</b>	<b>Definição das horas de conforto</b> .....	<b>150</b>
<b>4.6.</b>	<b>Caracterização das horas de conforto do clima externo das localidades</b> 151	
<b>4.7.</b>	<b>Tratamento de dados</b> .....	<b>151</b>

<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>153</b>
<b>5.1. Horas de Conforto.....</b>	<b>153</b>
5.1.1. <i>Quente Equatorial: super úmido, úmido e semiúmido .....</i>	<i>154</i>
5.1.2. <i>Quente Tropical Equatorial: semiúmido, semiárido brando e semiárido forte .....</i>	<i>158</i>
5.1.3. <i>Quente Tropical Nordeste Oriental: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido .....</i>	<i>162</i>
5.1.4. <i>Quente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido .....</i>	<i>166</i>
5.1.5. <i>Subquente Tropical Nordeste Oriental: semiúmido .....</i>	<i>170</i>
5.1.6. <i>Subquente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido... ..</i>	<i>172</i>
5.1.7. <i>Subquente Temperado: super úmido .....</i>	<i>176</i>
5.1.8. <i>Mesotérmico Brando Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido .....</i>	<i>178</i>
5.1.9. <i>Mesotérmico Brando Temperado: super úmido.....</i>	<i>181</i>
5.1.10. <i>Mesotérmico Mediano Temperado: super úmido .....</i>	<i>183</i>
<b>5.2. Resultados Fatorial .....</b>	<b>184</b>
5.2.1. <i>Quente Equatorial: super úmido, úmido e semiúmido .....</i>	<i>184</i>
5.2.2. <i>Quente Tropical Equatorial: semiúmido, semiárido brando e semiárido forte .....</i>	<i>207</i>
5.2.3. <i>Quente Tropical Nordeste Oriental: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido .....</i>	<i>230</i>
5.2.4. <i>Quente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido .....</i>	<i>252</i>
5.2.5. <i>Subquente Tropical Nordeste Oriental: semiúmido .....</i>	<i>275</i>
5.2.6. <i>Subquente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido... ..</i>	<i>280</i>
5.2.7. <i>Subquente Temperado: super úmido .....</i>	<i>297</i>
5.2.8. <i>Mesotérmico Brando Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido .....</i>	<i>303</i>
5.2.9. <i>Mesotérmico Brando Temperado: super úmido.....</i>	<i>320</i>
5.2.10. <i>Mesotérmico Mediano Temperado: super úmido .....</i>	<i>327</i>
<b>5.3. Recomendações Finais .....</b>	<b>333</b>
<b>5.4. Comparação das Recomendações Obtidas com as Recomendações Normativas .....</b>	<b>345</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>356</b>
<b>6.1. Avaliação do Método .....</b>	<b>356</b>

6.2. Influência das Variáveis para os Diferentes Contextos Climáticos .....	358
6.3. Comparação das Recomendações Obtidas por Simulação com as Recomendações Normativas .....	359
6.4. Considerações Finais .....	361
7. REFERÊNCIAS .....	364
APÊNDICE A –RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES .....	380

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Contextualização do Tema

O déficit habitacional é uma realidade brasileira, havendo a necessidade de construção de um elevado número de habitações de interesse social, visando suprir este déficit. Dentre as medidas governamentais para supressão do déficit habitacional está o Plano Nacional pela Moradia Digna, o PlanHab. Incorporado ao PlanHab estão o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC e o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, cujo objetivo é universalizar o acesso à moradia digna para todo cidadão brasileiro, por meio da construção de 31 milhões de novas unidades habitacionais até o ano de 2023 (BRASIL, 2010).

Diante desta realidade, a necessidade de se produzir novas unidades habitacionais em larga escala tem conduzido à prática de projetos padronizados para todo o território nacional. Entretanto, é preciso considerar o impacto de tais soluções no desempenho térmico da edificação. A adoção de uma mesma tipologia de projeto e de um mesmo sistema construtivo para localidades com condições climáticas distintas, poderá ocasionar em problemas térmicos na edificação. Igualmente, é preciso considerar que o emprego de determinados materiais com condutividades térmicas elevadas e pequenas espessuras poderá impactar as condições de desempenho térmico da edificação, uma vez que os materiais influenciam sobremaneira as condições de desempenho da edificação. Coloca-se, assim, em evidência, a grande relevância da avaliação de desempenho dos sistemas construtivos e soluções de projeto adotadas, visando proporcionar um desempenho térmico adequado da edificação ao clima, além de garantir também um maior conforto por parte de seus usuários e menor consumo de energia para condicionamento artificial das edificações.

Deste modo, é observada uma tendência atual de busca do aprimoramento no desempenho das edificações, em razão dos impactos gerados no conforto do usuário e no alto consumo energético por parte das construções. Além de promover o conforto do usuário, a arquitetura deve atuar de forma a minimizar os impactos ambientais decorrentes da sua demanda de energia, assim como garantir o melhor desempenho térmico das edificações, privilegiando o condicionamento passivo e reduzindo assim a utilização de sistemas de climatização artificial e, conseqüentemente, o consumo de energia operante da edificação.

O desempenho energético que uma edificação terá está diretamente vinculado ao seu desempenho térmico, uma vez que a inadequação por parte da edificação às condições climáticas locais pode representar um expressivo aporte de energia. É o envelope da edificação a interface entre o ambiente externo e o interno, controlando assim as trocas de calor entre a edificação e o meio ambiente. O comportamento térmico da envoltória de uma edificação está relacionado às suas características termofísicas, tais como a transmitância térmica, a capacidade térmica, a absorvância solar, etc. Além destes parâmetros, irão também interferir nas trocas de calor do edifício com o meio, a permeabilidade da edificação aos ventos, sua exposição à insolação, a existência ou não de sombreamento das aberturas, entre outros.

O usual baixo desempenho térmico de edificações residenciais no Brasil tem sido causa do aumento de consumo de energia, devido ao conseqüente uso de condicionamento artificial para se obter o conforto nos ambientes. Muitas vezes esse baixo desempenho térmico relaciona-se com a reaplicação de um mesmo projeto para localidades com contextos climáticos diferenciados.

Com a finalidade de regular o desempenho térmico mínimo de uma edificação, foram instituídas normas nacionais de desempenho que estabelecem os parâmetros mínimos. A normalização de desempenho térmico tem como finalidade avaliar e regulamentar um padrão mínimo de desempenho para as edificações, garantindo as condições de habitabilidade e conforto destas.

Atualmente, estão em vigor no Brasil duas normas que abordam o desempenho das edificações: a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) e a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013). A primeira norma de desempenho criada no Brasil foi a norma NBR 15.220 – Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005), dividida em cinco partes. Esta norma foi desenvolvida com ênfase na avaliação de habitações unifamiliares de interesse social e apresenta recomendações de projeto baseado no zoneamento bioclimático nela proposto. No que se refere à envoltória, esta norma estabelece três tipos de paredes (leve, leve refletora e pesada) e três tipos de coberturas (leve isolada, leve refletora e pesada) a serem selecionadas conforme as condições climáticas. Para cada tipo de parede e cobertura foram determinados valores limites da transmitância térmica, atraso térmico e do fator solar.

Com o intuito de ampliar a abrangência da avaliação de desempenho térmico de edificações, em 2008 foi publicada a norma NBR 15.575 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho, sendo revista em 2013 e publicada como NBR 15.575 – Edifícios habitacionais: desempenho (ABNT, 2013). Esta norma abrange o desempenho da edificação em vários aspectos, entre os quais o desempenho térmico que pode ser avaliado por três procedimentos: simplificado (prescritivo), simulação ou medição. O procedimento simplificado verifica o atendimento de critérios mínimos referentes às características termofísicas de transmitância e capacidade térmica, para os sistemas de fechamento e de cobertura, conforme estabelecido nas partes 4 e 5 da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013).

Embora vigorem nacionalmente, alguns estudos assinalam inconsistências entre as recomendações especificadas nestas normas, principalmente no que concerne aos valores limites estabelecidos para as características termofísicas das paredes e coberturas (LOURA; ASSIS; BASTOS, 2010; OLIVEIRA, 2015).

Outro aspecto que motiva discussões, refere-se ao fato de que as recomendações de ambas as normas basearam-se no zoneamento bioclimático brasileiro, proposto na terceira parte da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), quando é possível se observar que, mesmo dentro de uma mesma zona bioclimática, existem cidades com características climáticas distintas, o que demandaria soluções de projeto distintas. Pode-se exemplificar o caso de Belo Horizonte-MG, cidade de clima continental, e Santos-SP, cidade litorânea sob a influência constante das brisas marinhas, ambas pertencentes à zona bioclimática 3. Além disso, questiona-se a aplicabilidade de um único índice de conforto, o Diagrama de Givoni para a classificação bioclimática de todo o território brasileiro. Estudos realizados por Araújo (1996) no clima quente e úmido, Xavier (1999) no clima subtropical e por Gonçalves (2000) no semiárido, indicam ser recomendável à utilização de um índice específico para cada um destes domínios climáticos.

Além disso, é importante efetuar ressalvas em relação aos métodos de avaliação de desempenho térmico adotados nas normas para a obtenção de conforto térmico. A norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), por exemplo, adota em seus procedimentos de avaliação prescritivo e de simulação, temperaturas de conforto obtidas nas condições extremas de frio ou calor, sendo seus valores também extremos. Por exemplo, 33,1°C e 8,7°C foram consideradas temperaturas satisfatórias para uma mesma localidade. Nenhum dos índices

frequentemente utilizados atualmente permitem uma faixa tão ampla ser considerada como conforto (FERREIRA; PEREIRA, 2012).

É preciso que sejam conhecidas as condições ideais de desempenho térmico e de conforto a priori de se dar prosseguimento às normativas de eficiência energética. Sem tais premissas, há o risco de se deparar com edificações que cumpram todos os requisitos que a norma impõe e, ainda assim, não se conseguir obter as respectivas categorias de conforto.

Faz-se então imprescindível para o subsídio de normas e regulamentos nacionais de desempenho termoenergético de edificações, a avaliação das variáveis de influência no desempenho térmico das edificações em diferentes contextos climáticos, assim como avaliar a conformidade das prescrições normativas para cada uma das zonas bioclimáticas atualmente definidas baseadas apenas no Diagrama de Givoni, ainda que tenha sofrido algumas adaptações para o Brasil (RORIZ; GHISI; LAMBERTS, 2001).

O controle do desempenho térmico da envoltória da edificação é uma importante parte para a conservação de energia nas edificações e para a garantia de alcançar o conforto térmico. É então benéfico a identificação dos parâmetros de projeto mais importantes no desenvolvimento de soluções de projeto mais eficientes para diferentes climas, principalmente para um país de dimensões continentais como o Brasil, com grande diversidade climática.

Estabelecendo-se a relação e a importância dos parâmetros da envoltória, torna-se viável atingir o desempenho térmico e energético da edificação por meio de seleção adequada das variáveis de projeto.

## **1.2. Delimitação do Tema**

Existem múltiplos fatores capazes de influenciar o comportamento térmico dos edifícios. Com o intuito de identificar a importância relativa destes fatores, assim como eventuais interdependências, o presente trabalho conduz uma análise de sensibilidade para tal fim. A resposta da edificação para a análise de sensibilidade é traduzida pelo indicador de horas de conforto anual. A análise de sensibilidade é conduzida por meio da técnica de planejamento experimental.

A resposta do edifício às variações dos fatores em análise é obtida por meio de simulação computacional. O objeto de estudo adotado é um protótipo de habitação multifamiliar de seis pavimentos e quatro apartamentos por andar.

### **1.3. Objetivo geral e Objetivos Específicos**

O objetivo principal a que se propõe este trabalho é avaliar quais são os fatores com maior impacto no desempenho térmico de uma edificação residencial para diferentes contextos climáticos brasileiros por meio do experimento fatorial.

Os objetivos específicos são:

- Definir critérios que possam contribuir com a avaliação de desempenho térmico de edificações a partir dos critérios propostos pelas normas nacionais de desempenho (NBR 15.220 e NBR 15.575);
- Analisar comparativamente o comportamento térmico de edificações residenciais em diferentes cidades de uma mesma zona bioclimática;
- Avaliar o conforto térmico a partir de índices de conforto regionalizados e a aplicabilidade do atual zoneamento bioclimático quantos às diretrizes de projeto e conforto térmico
- Avaliar a aplicabilidade do experimento fatorial como ferramenta de análise de desempenho térmico.

### **1.4. Estrutura da Tese**

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo este o primeiro deles, onde é feita a contextualização do problema e os objetivos a que se pretende este trabalho.

No segundo capítulo expõe-se uma revisão da literatura acerca do conforto térmico, apresentando suas variáveis e modelos analíticos e adaptativos. Apresentam-se também as normas de conforto e de desempenho térmico existentes, as variáveis envolvidas em suas avaliações e critérios. Neste capítulo discute-se também a aplicabilidade das zonas e limites de conforto para o caso brasileiro.



No terceiro capítulo são apresentados conceitos referentes ao desempenho térmico de edificações. São também explanados de forma geral os métodos de análise de sensibilidade aplicados para análises de desempenho térmico. É descrito em pormenores o experimento fatorial completo de dois níveis e como analisar estatisticamente os efeitos de cada fator.

No quarto capítulo a proposta da metodologia a ser adotada neste trabalho é apresentada e detalhada. Além de apresentar o estudo de caso, são definidas as variáveis a serem abordadas, assim como os respectivos níveis de variação e a entrada destes dados no programa de simulação.

No quinto capítulo os resultados obtidos são expostos e discutidos, permitindo a extração dos fatores com papel ativo no desempenho térmico das edificações residenciais multifamiliares e identificar aqueles cujo impacto é pouco significativo. São também realizadas comparações com parâmetros normativos adotados como limitadores para a promoção do melhor desempenho das edificações.

Por fim, no sexto capítulo realiza-se uma síntese dos principais resultados obtidos para, em seguida, as conclusões referentes ao trabalho serem colocadas, assim como algumas propostas de trabalhos futuros.

## 2. CONFORTO TÉRMICO

A definição do conforto térmico possui profundas implicações na maneira como se projeta e se opera uma edificação, assim como a quantidade de energia requerida para o seu condicionamento e o impacto resultante na qualidade do ambiente construído. Surgem assim dois grandes objetivos relacionados ao desempenho das edificações: assegurar o conforto térmico, por um lado, e limitar o consumo de energia, por outro.

O conforto térmico está associado à sensação térmica<sup>1</sup> na qual o ser humano se sente confortável e é função do metabolismo e do ritmo de trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente. Ou seja, o homem se sentirá em conforto em condições nas quais o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo humano for nulo e, além disso, a temperatura da pele e o nível de suor estiverem dentro de certos limites. Segundo a Norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013, p. 3), o conforto térmico pode ser definido como “...um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”<sup>2</sup>. Esta definição aponta haver uma componente subjetiva na definição do conforto térmico do indivíduo.

### 2.1. O Conforto Térmico e os seus Parâmetros

O homem é um ser homeotérmico, o que significa que a temperatura interna do seu organismo deve se manter praticamente estável em torno de 37°C, independente das condições climáticas às quais ele é exposto. Há uma tolerância mínima de variação em torno desta temperatura, sem que ocorram danos ao organismo.

O corpo humano está constantemente produzindo energia por meio do processo de metabolismo, que converte os alimentos consumidos em forma útil de energia. Do total de energia produzida pelo metabolismo, em função da atividade desempenhada, apenas uma parte dessa energia é utilizada em trabalhos externos ao corpo, havendo a necessidade de dissipar o excedente na forma de calor. Tal energia é dissipada para o ambiente por meio de trocas térmicas entre o corpo humano e o seu entorno (RIVERO, 1985; FROTA; SCHIFFER, 2001).

---

<sup>1</sup> Sensação térmica é o sentimento consciente comumente classificado nas categorias frio, fresco, levemente fresco, neutra, levemente morno, morno e quente, requerendo uma avaliação subjetiva (ASHRAE, 2013).

<sup>2</sup> “... that condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment and is assessed by subjective evaluation.”

O metabolismo será função de variáveis como a idade, o sexo, a estação do ano e o grau de aclimação ao meio e, principalmente, da atividade realizada (RIVERO, 1985).

Para controlar estas trocas de calor com o meio, o organismo humano possui os mecanismos de termorregulação. Estes são solicitados quando as condições externas do ambiente ultrapassam determinadas condições ambientais. Quando muito exigida, a termorregulação pode ocasionar fadiga, tanto com relação à sensação de frio quanto de calor (FROTA; SCHIFFER, 2001; ASHRAE, 2013).

A energia que precisa ser liberada pelo corpo humano para o ambiente ocorre por meio de trocas de calor sob duas formas: calor sensível e calor latente. O calor sensível compreende as trocas secas, função da diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente, e abrange os processos de condução de calor, convecção de calor e radiação térmica. Já o calor latente é proveniente da troca de massa e envolve mudanças de estado de agregação da água pela transpiração, que engloba os processos de difusão de massa e convecção de massa.

Assim, as formas essenciais de trocas térmicas e de massa entre o corpo e o ambiente que o circunda, são descritas como (FANGER, 1972):

- Condução de calor: são os processos de trocas de calor diretas através das superfícies em contato com o corpo e são função da diferença de temperatura no meio. Normalmente sua contribuição é restrita às trocas de calor através da vestimenta e no contato dos pés com o piso;
- Convecção de calor: são os processos de trocas de calor entre a superfície do corpo ou da vestimenta e o ar adjacente e são função da temperatura das superfícies e das condições de temperatura e de velocidade do ar vizinho;
- Radiação térmica: são os processos de trocas de calor que envolvem as perdas ou ganhos diretos para o entorno e são função da temperatura das superfícies do entorno;
- Difusão e Evaporação: são as trocas térmicas decorrentes da difusão de vapor d'água e da evaporação do suor da pele e está limitada pela quantidade de água no ar (umidade relativa), pela velocidade do ar junto ao corpo e pela quantidade de suor que o organismo é capaz de produzir e que migra até a pele;

- **Respiração:** envolvem as trocas de calor latente devido à dissipação de calor através das perdas de vapor de água pela respiração, além das trocas decorrentes da diferença de temperatura entre o ar e os pulmões (parcela sensível).

Assim, pode-se dizer que há conforto térmico além de, quando das trocas de calor sensível e latente entre o corpo e o meio forem equilibradas à energia a ser dissipada, também a temperatura da pele e o nível de suor, função do metabolismo, estiverem dentro de determinados limites.

Do balanço térmico do corpo humano, das equações de troca de calor e das variáveis fisiológicas tem-se que, para que se obtenha conforto térmico, a resposta fisiológica do organismo humano ao desconforto térmico é função da produção de energia metabólica decorrente da atividade que estiver exercendo, de fatores ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) e do tipo de vestimenta que o indivíduo estiver usando. O efeito conjugado destas variáveis é que definirá o grau de conforto ou desconforto térmico experimentando pelos indivíduos.

A sensação de conforto térmico é influenciada por estes fatores, que irão atuar no fluxo das trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente circundante. Ou seja, as trocas de calor entre o corpo humano e o entorno são função de fatores tanto ambientais como pessoais. No QUADRO 2.1 faz-se uma descrição destas variáveis.

**QUADRO 2.1** Variáveis de conforto térmico (continua)

Variável	Símbolo	Unidade	Definição
Temperatura do ar	$T_a$	°C	É a temperatura do ar em torno do usuário no ambiente. A temperatura do ar tem influência sobre a troca de calor por convecção entre as pessoas e o ambiente que a circunda.
Temperatura radiante média	$T_{rm}$	°C	É a temperatura uniforme de um ambiente imaginário, no qual a transferência de calor radiante do corpo humano é igual à transferência de calor radiante no ambiente real não uniforme.

**QUADRO 2.1** Variáveis de conforto térmico (conclusão)

Variável	Símbolo	Unidade	Definição
Velocidade relativa do ar	Va	m/s	No caso de ambientes térmicos a velocidade relativa do ar refere-se apenas à resultante, ou seja, a velocidade omnidirecional. A velocidade relativa do ar é uma média da velocidade do ar instantânea em um dado intervalo de tempo e/ou da velocidade da pessoa no ambiente. A velocidade relativa do ar irá interferir nos processos de convecção de calor e evaporação (convecção de massa).
Umidade do ar	pa	kPa	A umidade refere-se ao vapor de água contido no ar. A caracterização da umidade pode ser dada por meio da umidade absoluta do ar ou pela pressão parcial de vapor de água. A umidade absoluta do ar é a quantidade de água contida em um volume de ar do ambiente. E a pressão parcial de vapor de água é a pressão que o vapor de água poderia exercer se ocupasse sozinho todo o volume ocupado pelo ar úmido, à mesma temperatura. Já a umidade absoluta do ar saturado será a quantidade máxima de água que o ar é capaz de conter a uma dada temperatura. A relação entre a umidade absoluta e a umidade absoluta do ar saturado resulta na umidade relativa, dada geralmente sob a forma de percentual. A variável umidade terá influência sobre a difusão e a evaporação do suor na pele do corpo humano.
Taxa metabólica	Imet	met	A taxa metabólica é a taxa de produção de energia do corpo e irá variar de acordo com a atividade desempenhada pelo indivíduo
Isolamento térmico da vestimenta	I <sub>clo</sub>	clo	A vestimenta reduz a sensibilidade do corpo às variações de temperatura e de velocidade do ar. Isso porque a vestimenta funciona como um isolante térmico, que mantém junto ao corpo uma camada de ar. O isolamento térmico da vestimenta é então descrito como o isolamento intrínseco da pele para a superfície externa das roupas, desconsiderando a resistência fornecida pela camada de ar ao redor do corpo. O valor desse isolamento será em função das propriedades e características dos materiais empregados na fabricação da peça de vestimenta.

Fonte: FANGER, 1972

Os valores das taxas metabólicas podem ser obtidos por meio de dados tabelados na norma ISO 7730 (ISO, 2005) e na norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013). Pode-se também obter o valor da taxa metabólica por meio do consumo de oxigênio e da frequência de batimentos cardíacos, conforme a norma ISO 8996 (ISO, 1990).

Apesar dos valores tabelados auxiliarem na obtenção de informações pouco acessíveis da taxa metabólica, seu uso pode incorrer em erros consideráveis, uma vez que considera em sua estimativa apenas a atividade desempenhada em si e desconsideram a pessoa que a está desempenhando, seu esforço, sua adaptação, entre outras características como a idade e a condição de saúde (XAVIER, 2000).

Para quantificar o isolamento térmico da vestimenta, utiliza-se o Índice de Resistência Térmica ( $I_{cl}$ ), expresso em *clo*, sendo que 1 *clo* equivale a  $0,155\text{m}^2\text{K/W}$ . Os valores de isolamento térmico da vestimenta podem ser obtidos nas normas ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) e ISO 9920 (ISO, 1995).

A influência de cada uma dessas variáveis nos processos de trocas de calor não são equivalentes, sendo que a temperatura do ar e a temperatura radiante média, embora possuam maior influência sobre o conforto térmico, uma vez que determinam a dissipação de calor por convecção e radiação, não são suficientes para a caracterização da condição de conforto térmico do ambiente. Em uma pesquisa conduzida por Griffiths (1990) em usuários de edificações com condicionamento passivo, obteve-se que ter a “temperatura ideal” é uma das variáveis consideradas mais importantes por parte dos usuários de uma edificação (NICOL; HUMPHREYS; ROAF, 2012). Evans (2007) afirma que as variações de temperatura são essenciais para os vários recursos do desenho bioclimático.

Já em climas quentes e úmidos, a velocidade do ar assume um papel de suma relevância, sendo responsável de forma geral por perdas convectivas e pelo incremento da evaporação do suor na pele proveniente do movimento do ar. Araújo (1996) observou que as pessoas eram mais sensíveis à velocidade do ar no clima quente e úmido de Natal do que à temperatura do ar. Nicol (2004) averiguou que o movimento do ar pode ser equivalente à redução de  $4^\circ\text{C}$  na temperatura em climas quentes e úmidos no norte da Índia e Iraque. Outras pesquisas apontam resultados congruentes, demonstrando que o limite superior da faixa de conforto pode ser expandido em até  $2^\circ\text{C}$  com o movimento do ar em climas tropicais (NICOL, 2004).

Givoni (1992) sugere que deve haver distinção nos limites máximos de velocidade do ar em ambientes residenciais e comerciais. Em ambientes comerciais a velocidade máxima de 0,8 m/s deve ser adotada para que seja evitado o levantamento de papéis e desconforto térmico local, em virtude de geração de correntes de ar localizadas. Em edificações residenciais é admissível uma velocidade do ar de até 2m/s, permitindo que em países de clima tropical, o limite de temperatura possa ser estendido para até 32°C e o limite da umidade relativa em 90% (GIVONI, 1992).

A umidade relativa do ar, apesar de ter uma enorme influência sobre o conforto térmico, também interfere nos limites da faixa de conforto local. Ainda não há um consenso em relação às faixas de conforto para a umidade do ar. A última edição da norma ASHRAE 55 de 2013 não determina um limite inferior de umidade e sugere que o limite superior seja de 12g/kg para ambientes climatizados. Givoni (1992) coloca que a umidade relativa do ar em valores médios ou baixos possui pouco impacto sobre a zona de conforto de pessoas sedentárias usando roupas com baixa resistência térmica. Já Nicol (2004) assinalou que na faixa de umidade relativa do de 30 a 75%, a umidade do ar não tem influência no conforto térmico. No entanto, altos teores de umidade podem dificultar o efeito de resfriamento evaporativo oriundo do movimento do ar. O autor ainda sugere a redução da faixa de conforto em 1°C para qualquer faixa de umidade relativa do ar acima de 75%.

Os efeitos relativos da temperatura radiante são influenciados pela velocidade do ar e pelas vestimentas. Seus efeitos são fundamentais em climas quentes, como os da maior parte do Brasil, influenciando sobremaneira as condições de conforto.

## **2.2. Índices de Conforto**

Para predizer de forma simplificada o conforto térmico em um ambiente, muitos foram os pesquisadores que desenvolveram índices de conforto térmico, com o intuito de estimar a sensação térmica das pessoas, avaliando o efeito combinado dos fatores ambientais nas respostas fisiológicas do corpo humano.

Segundo Fanger (1972), quando um grupo de pessoas está submetido a um mesmo ambiente térmico, satisfazer a todas as pessoas do grupo ao mesmo tempo, em razão da variação biológica entre os seres humanos, envolve gênero, idade, peso, entre outras

variáveis. Assim, pode-se somente pensar em uma condição de conforto térmico ideal que compreenda a satisfação do maior número possível de pessoas (FANGER, 1972).

A sensação térmica do corpo humano é função da troca térmica do organismo com o ambiente, produzindo ou perdendo calor conforme o mecanismo natural do organismo, sendo classificada de acordo com o rigor da sensação ao frio ou ao calor. A sensação térmica se dá conforme a facilidade ou dificuldade na realização das trocas térmicas com o ambiente. Se o ambiente possibilitar essas trocas de forma fácil, o homem se encontrará em equilíbrio homeotérmico. Caso contrário, a sensação será de desconforto, podendo afetar o desempenho das atividades do usuário.

A escala de sensação térmica usualmente aplicada é a da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), que classifica a sensação térmica em uma escala de valores de sete pontos, que são: Frio, Fresco, Levemente Fresco, Neutra, Levemente Morno, Morno e Quente (QUADRO 2.2). Por meio dessa escala, pode-se levantar a sensação térmica do usuário e correlacioná-la com as variáveis ambientais.

**QUADRO 2.2** Escala de sensação térmica de sete pontos da norma ASHRAE

+3	Quente
+2	Morno
+1	Levemente Morno
0	Neutra
-1	Levemente Fresco
-2	Fresco
-3	Frio

Fonte: ASHRAE 55, 2013

Atualmente existem basicamente duas abordagens referentes aos índices de conforto térmico, cada uma com suas potencialidades e limites: a abordagem analítica e a abordagem adaptativa. A abordagem analítica utiliza dados de estudos realizados em câmaras climáticas para embasar a sua teoria, tendo como principal exemplo o trabalho desenvolvido por Fanger (1972). Já a abordagem adaptativa utiliza dados obtidos em estudos de campo. A seguir cada uma dessas abordagens é mais bem explicitada.



### 2.3. A abordagem analítica

A abordagem analítica de conforto térmico é derivada do balanço das trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente envolvente em estado estacionário e tem sido adotado em vários documentos normativos para a avaliação de conforto térmico para ambientes interiores, podendo-se citar as normas ISO 7730 (ISO, 2005) e ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013).

Entre os modelos analíticos de conforto destaca-se mundialmente o modelo de Fanger, sendo este adotado pelas normas ISO 7730 (ISO, 2005) e ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013). Já no Brasil, o Diagrama de Givoni é usualmente o modelo aplicado em ambientes naturalmente ventilados.

A seguir estes modelos de conforto térmico serão descritos, apresentando as condições para as quais foram desenvolvidos e suas abordagens.

#### 2.3.1. O Voto Médio Estimado – PMV

O modelo de conforto térmico de maior representatividade da abordagem do balanço térmico humano é o modelo do Voto Médio Estimado (*Predicted Mean Vote – PMV*), desenvolvido por Fanger (1972), a partir de estudos realizados em câmaras climatizadas. Neste estudo 1296 pessoas foram expostas em ensaios de três horas a diferentes temperaturas do ar e radiante média, velocidade do ar e umidade do ar, vestidas com vestimentas com diferentes níveis de isolamento térmico, com diferentes níveis de atividade. As pessoas permaneciam sentadas e opinavam sobre as sensações térmicas segundo a escala sétima desenvolvida pelo autor.

Por ser considerado um dos índices de conforto térmico mais completo é adotado pela norma ISO 7730 (ISO, 2005) e pela norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), sendo largamente empregado nos estudos de conforto térmico. O PMV baseia-se em uma equação que correlaciona a sensação térmica com as quatro variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa do ar) e duas variáveis pessoais (vestimenta e atividade metabólica), estimando o conforto térmico dos usuários por meio de dois parâmetros: o Voto Médio Estimado (PMV) e a Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD).

O modelo de Fanger (1972) combina o balanço térmico com a fisiologia da termorregulação para determinar o intervalo das temperaturas de conforto no qual os ocupantes da

edificação irão se sentir confortáveis. De acordo com essa abordagem, o corpo humano emprega processos fisiológicos (por exemplo, sudorese, tremores, regulação do fluxo de sangue para a pele), com o intuito de manter o equilíbrio entre a energia produzida pelo metabolismo e o calor perdido pelo corpo para o ambiente. A manutenção deste balanço é a primeira condição para se atingir a sensação térmica de neutralidade. Para ser capaz de prever as condições em que a neutralidade térmica pode ocorrer, Fanger (1972) investigou os processos fisiológicos do corpo humano quando este se encontra próximo à condição de neutralidade térmica e determinou que os únicos processos fisiológicos que influenciam o equilíbrio térmico, neste contexto, são a taxa de suor e a temperatura média da pele em função do nível de atividade exercida, o metabolismo.

O balanço térmico no corpo humano é função da energia produzida pelo corpo e das perdas térmicas para o entorno e pode ser expresso pela Equação 2.1(ASHRAE, 2013),

$$M - W = S_{sk} + S_{cr} \pm R_{ad} \pm C_{nd} \pm C_{nv} \pm E_{vp} \quad 2.1$$

onde  $M$  é o fluxo metabólico ( $W/m^2$ );  $W$  é o fluxo de energia usado para o trabalho mecânico ( $W/m^2$ );  $R_{ad}$  é o ganho ou perda de calor pelo processo de trocas térmicas de radiação ( $W/m^2$ );  $C_{nd}$  é o ganho ou perda de calor pelo processo de trocas térmicas de condução ( $W/m^2$ );  $C_{nv}$  é o ganho ou perda de calor pelo processo de trocas térmicas de convecção ( $W/m^2$ );  $E_{vp}$  é a perda de calor pelo processo de trocas térmicas por evaporação do suor na pele ( $W/m^2$ );  $S_{sk}$  é perda de calor por difusão d'água ( $W/m^2$ );  $S_{cr}$  é o fluxo de calor armazenado no interior do corpo ( $W/m^2$ ).

Para que a pessoa esteja em conforto térmico, o equilíbrio térmico é uma condição necessária, mas não suficiente, devendo também ser considerado a temperatura da pele e a sudorese, assim como o desconforto localizado. Pela relação da sensação térmica das pessoas com as variáveis ambientais e pessoais, o autor formulou uma expressão (Equação 2.2) de balanço térmico para predição do conforto térmico (ISO, 2005),

$$PMV = [ (0,303)^{-1} ( (0,036 \times M) + 0,028 ) \times L ] \quad 2.2$$

onde PMV é o voto médio estimado adimensional; M é o fluxo metabólico de produção de calor em função da atividade ( $W/m^2$ ); L é a carga térmica atuante sobre o corpo ( $W/m^2$ ), dada por:

$$L = M - W - S_{sk} - S_{cr} \pm R_{ad} \pm C_{nd} \pm C_{nv} - E_{vp} \quad 2.3$$

O valor estimado do PMV é um valor numérico representativo da sensação de desconforto por frio ou por calor, sendo um índice que utiliza uma escala de sete pontos para a determinação do nível da sensação térmica, representada no QUADRO 2.2 (ISO, 2005).

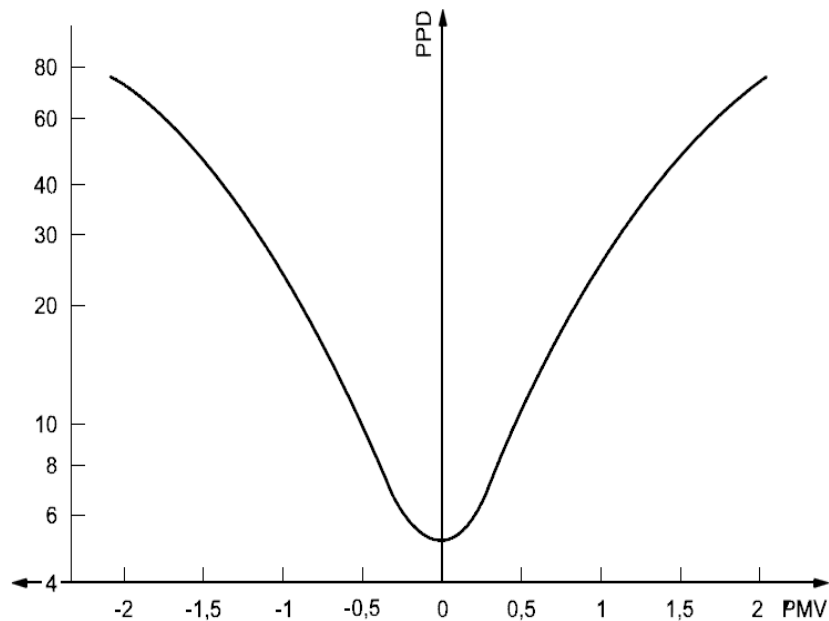
Pela escala mostrada no QUADRO 2.2 pode-se notar que a sensação térmica de neutralidade corresponde ao índice PMV igual a 0, sendo os valores negativos para o frio e os valores positivos para o calor.

Como a sensação de conforto é algo subjetivo que varia de indivíduo para indivíduo, Fanger (1972) coloca que, devido a essas diferenças subjetivas pessoais, nenhum ambiente será capaz de gerar satisfação a todos os seus usuários e sempre haverá pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico. Com o objetivo de estimar tal insatisfação, o autor criou a Percentagem Estimada de Insatisfeitos (*Predicted Percentage of Dissatisfied – PPD*). O percentual PPD é derivado do PMV e estima a quantidade de pessoas desconfortáveis termicamente.

A partir dos valores do PMV, o PPD pode ser obtido por meio de uma expressão relacionada ao PMV (Equação 2.4) ou pela curva do gráfico apresentado na FIGURA 2.1 (ISO, 2005).

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0,03353PMV^4 + 0,2179PMV^2)} \quad 2.4$$

**FIGURA 2.1** Gráfico para a determinação do PPD a partir do PMV



Fonte: ISO, 2005.

Observa-se pela curva mostrada na FIGURA 2.1 que mesmo quando o PMV é igual à zero, ainda assim haverá um PPD no valor de 5%. Esse valor é decorrente das diferenças individuais, sendo impossível especificar um ambiente térmico que propicie conforto térmico para todos ao mesmo tempo.

A vantagem do índice PMV refere-se à sua flexibilidade e abrangência das principais variáveis que influenciam a sensação térmica. Além disso, apresenta boa aplicabilidade em edificações climatizadas artificialmente tanto em climas quentes como frios (FANGER; TOFTUM, 2002).

Alguns estudos de campo realizados em climas tropicais têm questionado os resultados obtidos a partir do PMV. Pesquisas desenvolvidas neste clima, apontaram que a sensação correlata observada na escala de sensação térmica da norma ASHRAE durante a pesquisa distingue-se dos resultados do PMV, principalmente em edificações ventiladas naturalmente. Pode-se citar como exemplo as pesquisas de Humphreys (1976), Sharma e Ali (1986), Busch (1992), deDear e Brager (1998), Taki et al. (1999), Nicol et al. (1999), entre outros.

As condições em que as pessoas se encontram confortáveis nesses climas diferem das predições do PMV, particularmente em edificações condicionadas naturalmente. O PMV

tende a superestimar a resposta dos ocupantes a altas temperaturas e a subestimar a baixas temperaturas (NICOL, 2004). Isto porque as temperaturas de conforto estabelecidas são fixas e iguais para todo o mundo.

Outra limitação referente à predição de conforto térmico por meio do PMV em climas quentes é inerente ao modelo e também está relacionada com a faixa de conforto térmico, que delimita uma zona de conforto de até 30°C, com velocidade máxima do ar em 1 m/s, ambas condições recorrentes neste tipo de clima (NICOL, 2004).

Além disso, existem outras questões relacionadas à abordagem do balanço térmico: o conhecimento prévio da taxa metabólica e do isolamento térmico das vestimentas. Os valores normalmente utilizados são obtidos por meio de tabelas encontradas na norma ISO 7730 (ISO, 2005) e na norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013). Contudo, estas tabelas focam na atividade desempenhada pela pessoa sem considerar a pessoa que a desenvolve e suas respectivas vestimentas, o que gera imprecisões em suas estimativas, que podem chegar à ordem de 25% para o caso do isolamento térmico das roupas e mais de 50% na estimativa da taxa metabólica (XAVIER, 2000).

Além disso, o modelo PMV que considera o balanço térmico em sua abordagem, não trata os mecanismos de adaptação dos seres humanos e seu comportamento. Cada um desses efeitos isolados são fontes de erro, que somadas podem resultar em erros significativos (NICOL, 2004).

Xavier (1999), por exemplo, avaliando a aplicabilidade de índices de conforto para a população da cidade de Florianópolis constatou haver uma discrepância entre o PMV e a resposta térmica dos usuários. O mesmo resultado foi obtido para a cidade de Natal por Araújo (1996).

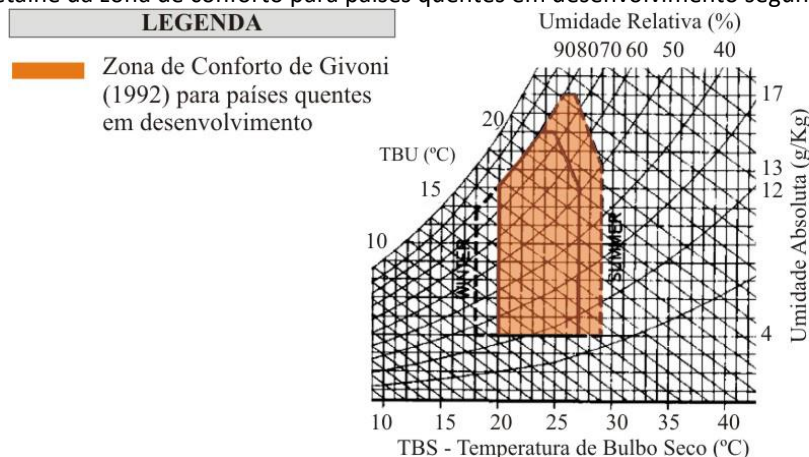
### *2.3.2. O Diagrama Bioclimático de Givoni (DBG) e sua zona de conforto térmico*

O Diagrama Bioclimático de Givoni (DBG) é um índice de conforto térmico para pessoas sedentárias, traçado sobre uma carta psicrométrica. Determina uma zona de conforto e uma zona expandida de conforto em função de soluções arquitetônicas de adaptação ao clima local.

Apresentada em 1969 por Givoni, os limites originais de conforto foram determinados com base em pesquisas conduzidas nos Estados Unidos, Europa e Israel. Posteriormente, Givoni (1992) observou que o conforto térmico em edificações ventiladas está diretamente relacionado com a variação do clima externo e da experiência de uso dos habitantes. Então, baseando-se em estudos conduzidos em locais de clima quente, o autor propôs uma zona de conforto diferenciada para países em desenvolvimento, onde o termo desenvolvimento refere-se, na verdade, não às condições econômicas dos países, mas ao fato das populações estarem adaptadas a edificações sem condicionamento artificial, aceitando uma faixa maior de variação dos fatores ambientais, tais como a temperatura e a velocidade do ar.

Para os países desenvolvidos, a zona de conforto é delimitada pelas temperaturas de bulbo seco de 18 a 25°C no inverno e 20 a 27°C no verão e umidades absolutas entre 4 g/kg e 12 g/kg para umidade relativa em torno de 50% e aumenta até 15 g/kg para umidade relativa em torno de 80%. Considerando os mecanismos de adaptação dos seres humanos, Givoni (1992) sugere um segundo diagrama para países em desenvolvimento (FIGURA 2.2), Givoni (1992) sugere que esses limites podem ser estendidos em 2°C no caso da temperatura de bulbo seco e em 2g/kg na umidade absoluta (GIVONI, 1992; LIMA et al., 2005).

**FIGURA 2.2** Detalhe da zona de conforto para países quentes em desenvolvimento segundo GIVONI (1992)



Fonte: LIMA et al., 2005.

### 2.3.3. Zona de conforto térmico da ASHRAE 55

A norma ASHRAE 55 foi desenvolvida pela American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) e tem como propósito especificar a combinação dos fatores do

ambiente térmico interno e dos fatores pessoais que irão produzir condições aceitáveis no ambiente térmico para a maioria dos ocupantes do espaço.

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) trabalha com um conceito de conforto em que há pertinência que uma mesma zona de conforto seja aplicável para qualquer localidade do planeta. De acordo com este conceito, o conforto térmico será influenciado apenas pela variação das vestimentas e das atividades realizadas pelos ocupantes, não ocorrendo a adaptação por parte deste ao clima local.

Este é um conceito de conforto térmico aplicável exclusivamente para edifícios climatizados artificialmente em atividade sedentária ou leve, em que os usuários se sentem confortáveis em uma faixa restrita de condições ambientais. Em locais de clima tropical, os valores limites estabelecidos para a umidade relativa e velocidade do ar não são compatíveis com locais de clima quente e úmido, em razão da aclimação local, resultando em sensações de desconforto térmico mais severas do que os usuários realmente percebem.

#### **2.4.A Abordagem Adaptativa**

Há que se considerar que a sensação térmica será influenciada não só pelos mecanismos termorreguladores e pela atividade humana, mas também pela capacidade de adaptação das populações a diferentes condições climáticas.

Pesquisas em todo o mundo têm mostrado que a temperatura interna dos ambientes variando com a estação do ano não só é plausível, como desejável em qualquer edificação. Temperaturas que são ideais no verão, quando se veste uma camiseta e shorts, podem ser extremamente elevadas quando em vestimenta de inverno. As pessoas experimentam diferentes experiências térmicas no verão e no inverno, e modificam seu comportamento de acordo com essas condições climáticas. A relação entre a temperatura interna de conforto e a temperatura externa em diferentes climas pode ser usada para sugerir recursos apropriados para o conforto térmico e para a eficiência energética de edificações.

Os modelos adaptativos de conforto térmico são oriundos de pesquisas de campo em edifícios reais com seus usuários em atividades cotidianas, sendo a sensação de conforto térmico levantada no local sob estas condições, em contraste aos estudos realizados em câmaras climáticas, que se baseiam em condições estritamente controladas de pesquisa. Em pesquisas de campo os entrevistados usam seu vestuário normal e desenvolvem suas

atividades habitualmente. Os resultados destas pesquisas foram analisados estatisticamente para estimar a temperatura na qual a média dos participantes de mesmas características físicas (idade, peso e sexo) da pesquisa estavam em conforto, usualmente chamada de “temperatura de conforto” ou “temperatura neutra” – ou, alternativamente, a temperatura na qual o maior número de pessoas estaria confortável (NICOL; HUMPHREYS; ROAF, 2012).

Esta abordagem baseia-se no princípio adaptativo que estabelece que as temperaturas termicamente confortáveis são socialmente, historicamente, tecnologicamente e economicamente condicionadas e dependentes das variações sazonais, geográficas e culturais. O conceito fundamental da abordagem adaptativa é de que se ocorrer uma alteração que cause desconforto, a reação das pessoas é a de tentar restaurar sua condição de conforto por meio de uma série de medidas, e entre essas estão as atitudes comportamentais (NICOL; HUMPHREYS; ROAF, 2012).

A principal variável contextual na abordagem adaptativa é o clima. Em um estudo conduzido por Humphreys (1976), o autor correlacionou todas as pesquisas de campo até então realizadas e concluiu ser possível obter a temperatura ótima de conforto correlacionando-a com a temperatura externa média experimentada. O clima no qual habitam irá influenciar sobremaneira as pessoas, de forma cumulativa na resposta do indivíduo no clima interno. Em um ambiente variável, os usuários respondem às mudanças no ambiente, seja para adequar o ambiente ao seu gosto ou para se adaptarem ao ambiente. Isso indica que a temperatura de conforto não é constante, variando ao longo do tempo, com a idade e a atividade do usuário (ROAF; CRICHTON; NICOL, 2009).

De acordo com a hipótese adaptativa, as pessoas não são receptores passivos do seu ambiente térmico, mas interagem continuamente com ele, adaptando-se e aclimatando-se. Os fatores contextuais e o histórico térmico passado influenciam as preferências e expectativas térmicas dos usuários. A adaptação é definida como a atenuação gradual da resposta humana a repetidos estímulos ambientais e podem ser classificadas em três tipos de categorias (DeDEAR; BRAGER, 1998):

- comportamental: compreende a adaptação por meio da vestimenta e do controle do ambiente (abrir e fechar janelas, ligar o ventilador, entre outros);



- fisiológico: aclimatação por meio de mudanças inerentes ao sistema termorregulador: suor, arrepio, sono, entre outros);
- psicológico: percepções e reações das informações sensoriais devido à repetição.

Em resumo, a aclimatação pode ser entendida como a capacidade do corpo humano em se acomodar às condições ambientais na qual está exposto.

Também em seus estudos, Humphreys (1978) analisou os dados das pesquisas de campo encontrando uma relação entre a temperatura neutra relatada com a temperatura média mensal do ar externo do local em estudo, havendo forte correlação para edificações condicionadas naturalmente.

Humphreys (1976) mostrou que as condições de conforto preferidas dependem das temperaturas às quais a população está acostumada, tipicamente a temperatura externa média mensal.

Em razão disso, recentemente as normas internacionais, como a norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) e a norma europeia EN 15251 (CEN, 2007), reconheceram a possibilidade de que a temperatura de conforto possa variar com as alterações das condições externas. As normas adaptativas são preferencialmente aplicáveis em edificações naturalmente ventiladas, em substituição aos índices da abordagem analítica.

Para o caso brasileiro, estes modelos tem melhor aplicabilidade em relação aos modelos analíticos, uma vez que os modelos adaptativos são de particular importância para as edificações naturalmente ventiladas, caso comum no Brasil. Além disso, considera a adaptação, enquanto que os modelos analíticos foram desenvolvidos para condições bem específicas e distintas da realidade do Brasil. Talvez seja necessário reajustar os modelos adaptativos existentes à realidade brasileira. Estudos à respeito tem sido realizados, como o trabalho de Pereira e Assis (2010).

#### *2.4.1. Conforto térmico e a temperatura interna do ambiente*

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) define o modelo adaptativo como um modelo que relaciona a temperatura interna do ambiente ou os intervalos de temperaturas aceitáveis, aos parâmetros climáticos externos. Assim, esses índices diferenciam-se pela sua simplicidade, em razão de geralmente apresentarem apenas uma temperatura de conforto

térmico correlacionada com a temperatura média mensal externa. Essa relação é explicitada por meio de uma expressão linear da temperatura interna de conforto ( $T_n$ ) em função da temperatura externa do ar ( $T_{ext}$ ), conforme expressado pela Equação 2.5 (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

$$T_n = A \times T_{ext} + B \quad 2.5$$

Usualmente, a temperatura de conforto adaptativo ( $T_n$ ) é expressa em termos da temperatura operativa<sup>3</sup> ao invés da temperatura do ar interno do ambiente, como, por exemplo, na EN15251 (CEN, 2007). A temperatura operativa ( $T_o$ ) é uma medida que combina a temperatura do ar ( $T_a$ ) e a temperatura radiante média ( $\bar{T}_r$ ) em um único valor, para expressar seu efeito conjunto. A temperatura operativa é uma média ponderada das duas variáveis e os pesos dependem dos coeficientes de transferência de calor por convecção ( $h_c$ ) e por radiação ( $h_r$ ) na superfície da vestimenta do ocupante (Equação 2.6). É utilizada para expressar a temperatura de conforto no espaço.

$$T_o = A \times T_A + (1 - A) \times \bar{T}_r \quad 2.6$$

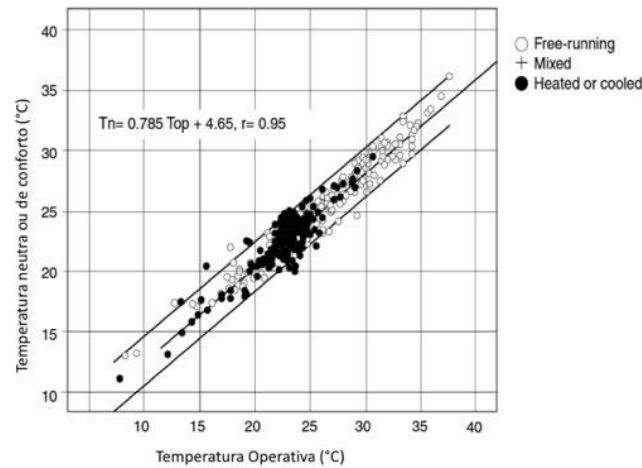
sendo  $A = 0,5$  para velocidade do ar menor do que  $0,2$  m/s,  $A = 0,6$  para velocidade do ar de  $0,2$  a  $0,6$  m/s,  $A = 0,7$  para velocidade do ar de  $0,6$  a  $1,0$  m/s.

Na FIGURA 2.3 mostra-se a relação básica existente entre as temperaturas operativas e as temperaturas de conforto no modelo adaptativo. A linha central representa a temperatura neutra média para uma dada temperatura operativa e a faixa de conforto em que 95% de todos os resultados estão entre as duas linhas externas. É mostrado que a temperatura de conforto calculada a partir da pesquisa de campo é altamente correlacionada com, e na maioria dos casos quase igual a, a temperatura operativa média medida durante a pesquisa de campo (NICOL; HUMPHREYS; ROAF, 2012).

---

<sup>3</sup>A temperatura operativa pode ser definida como a temperatura uniforme de um ambiente imaginário, no qual a transferência de calor radiante e por convecção do corpo humano é igual à transferência de calor radiante e por convecção no ambiente real não uniforme (ASHRAE, 2013).

**FIGURA 2.3**Variação da temperatura de conforto em relação à temperatura operativa média em pesquisas de campo conduzidas por Humphreys

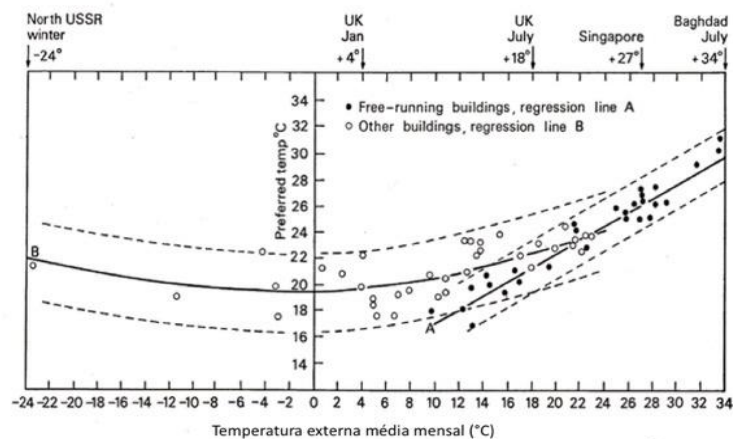


Fonte: HUMPHREYS, 1976

#### 2.4.2. Conforto térmico e a temperatura externa local

Uma vez estabelecida a relação entre a temperatura interna média do ambiente e a temperatura de conforto (HUMPHREYS, 1976), foi observado haver também uma forte relação entre a temperatura de conforto interna e a temperatura externa, permitindo que o efeito do clima na temperatura de conforto possa ser estimado. Notou-se que a temperatura de conforto em edifícios ventilados naturalmente varia linearmente com a temperatura externa (FIGURA 2.4).

**FIGURA 2.4**Variação da temperatura de conforto com a temperatura externa média mensal



Fonte: NICOL; HUMPHREYS, 2002

Pode-se presumir que a temperatura externa diária seja mais apropriada na escala do tempo para o uso na predição do conforto térmico adaptativo do que as médias mensais. Contudo, os meses representam a escala temporal mais comumente adotada pelas estações de medição para a coleta de variáveis climatológicas, sendo então a adoção da escala mensal adotada por razões pragmáticas (DEDEAR; BRAGER, 2002).

#### 2.4.3. Tabelas de Mahoney

As Tabelas de Mahoney foram desenvolvidas por Mahoney em 1968 e foram posteriormente aprimoradas por Koenigsberger, Mahoney e Evans (1970). Foram desenvolvidas para climas com pouca oscilação de umidade e com poucos recursos para a avaliação climática, oferecendo assim um método simplificado de análise climática associada a faixas de conforto, que dependem do período do dia e da relação entre a temperatura média do ar e a umidade relativa do ar. A proposta de Mahoney começa analisando os dados climáticos mensais de temperatura, umidade relativa e precipitação, para, ao final, gerar uma série de recomendações básicas de projeto. As Tabelas de Mahoney caracterizam o impacto climático geral em relação ao clima usando os indicadores de aridez e umidade.

As tabelas são divididas em três partes: Quadro de Análises Climáticas pelas Normais Climatológicas; Quadro de Classificação dos Indicadores e Tabela de Recomendações Arquitetônicas.

Conhecendo-se os dados de amplitude térmica anual (AMR) e de temperatura média anual (AMT), uma zona de conforto pode ser estabelecida com base em um conceito inicial de conforto adaptativo. No caso da metodologia estabelecida por Mahoney, os limites das zonas de conforto foram estabelecidos mês a mês e para os períodos do dia e da noite, correlacionando a umidade com a amplitude térmica anual, conforme é mostrado na TABELA 2.1.

**TABELA 2.1** Limites de conforto estabelecidos na Tabela de Mahoney

Grupo higrométrico	AMT acima de 20°C		AMT entre 15 – 20 °C		AMT abaixo de 15°C	
	Dia [°C]	Noite [°C]	Dia [°C]	Noite [°C]	Dia [°C]	Noite [°C]
Grupo 1	26 – 34	17 – 25	23 - 32	14 – 23	21 – 30	12 – 21
Grupo 2	25 – 31	17 – 24	22 - 30	14 – 22	20 – 27	12 – 20
Grupo 3	23 – 29	17 – 23	21 - 28	14 – 21	19 – 26	12 – 19
Grupo 4	22 - 27	17 - 21	20 - 25	14 - 20	18 - 24	12 - 18

Fonte: KOENIGSBERGER et al., 1977.

Na aplicação das Tabelas de Mahoney, a amplitude térmica superior a 10°C foi considerada como um indicador da necessidade de uso da inércia térmica na edificação, enquanto uma amplitude inferior a esse valor aponta para o uso da ventilação cruzada como estratégia eficiente.

Outro ponto relevante de se ressaltar é que diferencia a proposta das Tabelas de Mahoney, sendo sua principal contribuição metodológica, é a introdução de duas diferentes zonas de conforto, uma para o dia e outra para a noite, diferentemente dos conceitos propostos por Givoni (1992) que, por exemplo, aborda apenas as diferenças sazonais entre verão e inverno. A proposição de duas zonas de conforto responde às diferenças entre o nível de atividade física, às alterações das vestimentas assim como a mudança das expectativas ao longo do dia (EVANS, 2007).

Para a avaliação do conforto no ambiente diurno, comparam-se os valores da temperatura média mensal máxima com os limites de conforto estabelecidos para este período do dia, averiguando se há condições de conforto ou estresse térmico, classificando em “quente”, “frio” ou “confortável”. De forma análoga, a avaliação é realizada para o período da noite, comparando-se os limites de conforto para esse período com a temperatura média mensal mínima. A amplitude térmica é determinada como a diferença entre a temperatura média mensal máxima e a mínima, enquanto as condições de umidade são comparadas entre a umidade média mensal com os intervalos simplificados de umidade para cada mês (KOENIGSBERGER et al., 1977).

Mahoney classifica a umidade média do ar em faixas, que combinadas com a temperatura média do ar irão resultar em diferentes faixas de conforto. As faixas da umidade do ar são denominadas de grupos hidrotérmicos, explicitando a importância da umidade, e são apresentadas na TABELA 2.2 (KOENIGSBERGER et al., 1977).

**TABELA 2.2** Grupos higrotérmicos das Tabelas de Mahoney

Grupos higrométricos	Intervalos de valores médios mensais	Observações
Grupo 1	Entre 0 e 30%	Umidade muito baixa
Grupo 2	Entre 30 e 50%	Baixa, condições de deserto
Grupo 3	Entre 50 e 70%	Média, condições intermediárias
Grupo 4	Acima de 70%	Alta, zonas equatoriais

Fonte: KOENIGSBERGER et al., 1977.

Os indicadores de aridez e umidade, que irão caracterizar o clima e as correspondentes estratégias a serem adotadas, são função das condições de conforto, da amplitude térmica e dos grupos higrotérmicos, assim como da pluviosidade média mensal (QUADRO 2.3). A etapa final do processo se dá com a seleção das recomendações de projeto de acordo com o número ocorrências de meses nos diferentes indicadores (KOENIGSBERGER et al., 1977).

**QUADRO 2.3** Indicadores definidos nas Tabelas de Mahoney

<b>Indicador</b>	<b>Condições</b>	<b>Relação com o projeto</b>
A1: Árido 1	Grupo higrométrico 1, 2 ou 3 e amplitude mensal > 10°C	Capacidade térmica necessária
A2: Árido 2	Stress térmico noturno por calor e grupo higrométrico 1 ou 2 ou Stress térmico diurno por calor e conforto à noite e grupo higrométrico 1 ou 2	Dormir ao ar livre é desejável
A3: Árido 3	Stress térmico diurno por frio	Proteção contra o frio
H1: Úmido 1	Estresse térmico diurno por calor e grupo higrométrico 4 ou Estresse térmico diurno por calor e grupo higrométrico 3 ou 3 e amplitude mensal < 10°C	Movimento do ar é essencial
H2: Úmido 2	Conforto no período diurno e grupo higrométrico 4	Movimento do ar é desejável
H3: Úmido 3	Pluviosidade mensal > 200 mm	Proteção contra as chuvas nas áreas de circulação

Fonte: KOENIGSBERGER et al., 1977.

A amplitude térmica mensal inferior a 10 °C foi considerado o limite para identificar o número de meses com condições quente e úmida, considerando que oscilações grandes indicam condições quente e seca.

As recomendações de projeto propostas por Mahoney são apresentadas no QUADRO 2.4 e dependem do rigor calculado pelos indicadores.

**QUADRO 2.4**Resumo das recomendações de projeto por Mahoney

<b>Recomendações Arquitetônicas</b>	
Planta de situação	Construções orientadas segundo eixo longitudinal leste-oeste, a fim de diminuir a exposição ao sol.
	Plantas compactas com pátios internos
Espaçamento entre construções	Grandes espaçamentos para favorecer a penetração do vento.
	Como acima, mas com proteção contra vento quente ou frio.
	Distribuição compacta.
Circulação do ar	Construções com orientação simples, aberturas que permitam circulação de ar permanente.
	Construções com orientação dupla, circulação de ar cruzada, aberturas de ar controláveis.
	Basta renovação higiênica do ar.
Dimensões das aberturas	Grandes: 40% a 80% das fachadas norte e sul
	Médias: 25% a 40% da superfície das paredes.
	Intermediárias: 20% a 35% da superfície das paredes.
	Pequenas: 15 a 25% da superfície das paredes.
Posição das aberturas	Aberturas nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano, do lado exposto ao vento.
	Como acima, mas também aberturas nas paredes internas.
Proteção das aberturas	Proteger da insolação direta.
	Proteger da chuva.
Paredes e pisos	Construções leves, baixa inércia térmica.
	Construções maciças, tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
Coberturas	Leve (pouca inércia), superfície refletora, uso de câmara de ar.
	Leve e bem isolada.
	Maciça, tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
Espaços exteriores	Espaço para dormir ao ar livre.
	Adequada drenagem para a chuva.
	Proteção contra chuvas violentas.

Fonte: KOENIGSBERGER et al., 1977.

Mahoney classifica os elementos de fechamento opaco em leves e pesados. Na TABELA 2.3 estão descritas as características termofísicas destes elementos conforme a sua classificação (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977).

**TABELA 2.3** Recomendações de performance térmica da envoltória segundo Mahoney

	Transmitância Térmica - U (W/m <sup>2</sup> K)	Fator Solar - FS <sub>o</sub> (%)	Atraso térmico - φ (h)
<b>PAREDES</b>			
Leve	U ≤ 2,80	FS <sub>o</sub> ≤ 4,0	φ ≤ 3,0
Pesada	U ≤ 2,00	FS <sub>o</sub> ≤ 4,0	φ ≥ 8,0
<b>COBERTURAS</b>			
Leve	U ≤ 1,10	FS <sub>o</sub> ≤ 4,0	φ ≤ 3,0
Leve e bem isolada	U ≤ 0,85	FS <sub>o</sub> ≤ 3,0	φ ≤ 3,0
Pesada	U ≤ 0,85	FS <sub>o</sub> ≤ 3,0	φ ≥ 8,0

Fonte: (KOENIGSBERGER; MAHONEY; EVANS, 1970)

Evans (2000) sugere adicionar, além dos indicadores de aridez e umidade, um terceiro indicador de frio. Segundo o autor, esses três indicadores podem ser relacionados com os três cantos extremos da carta psicrométrica: frio, quente-úmido e quente-seco. Esta abordagem está claramente relacionada com a zona de conforto e a busca de estratégias passivas para alterar as condições existentes em busca de conforto.

É notável que para Mahoney (KOENIGSBERGER; MAHONEY; EVANS, 1970) a variável de principal influência nas condições de desempenho da edificação é a capacidade térmica das superfícies, uma vez que o autor trabalhou em regiões áridas.

#### 2.4.4. Modelo de Humphreys (1978)

O modelo de Humphreys foi desenvolvido empregando o resumo estatístico de cerca de trinta estudos de campo de conforto térmico conduzidos entre 1930 e 1975, englobando mais de 200.000 registros de sensações térmicas em diferentes regiões do planeta, relacionando o conforto interno com o clima (HUMPHREYS, 1978). A relação encontrada pelo autor está apresentada na Equação 2.7,

$$T_n = 0,534 \times T_o + 11,9 \quad 2.7$$

onde  $T_n$  é a temperatura de conforto ou de neutralidade (°C) e  $T_o$  é a temperatura externa mensal média (°C) para a localidade, obtida por meio das normais climatológicas.



#### 2.4.5. Desenvolvimento de Auliciems do modelo de Humphreys (1978)

Auliciems (1981) revisou e atualizou a relação entre a temperatura externa e a temperatura neutra interna, adicionando dados de novas pesquisas e retirando alguns dados que o autor considerou inadequados de alguma forma (Equação 2.8).

$$T_n = 0,27 \times T_o + 17,7 \quad 2.8$$

onde  $T_n$  é a temperatura de conforto ou de neutralidade (°C) e  $T_o$  é a temperatura externa mensal média (°C).

#### 2.4.6. Modelo de Auliciems (1981)

Este modelo, desenvolvido por Auliciems em 1981 (AULICIEMS; SZOKOLAY, 1997), considera as respostas fisiológicas para parâmetros internos medidos e as expectativas dos ocupantes baseadas em determinantes climáticos e culturais. Neste modelo, a equação proposta considera a temperatura de conforto ou de neutralidade ( $T_n$ ), em °C, em função da temperatura média mensal externa ( $T_o$ ), em °C, como mostrado na Equação 2.9,

$$T_n = 0,314 \times T_o + 17,6 \quad 2.9$$

#### 2.4.7. O Gráfico de Nicol (1994)

O gráfico de Nicol é uma ferramenta simples e efetiva para a estimativa da demanda de aquecimento e de resfriamento requerida para a promoção do conforto na edificação em um dado lugar e para uma população local, e se fundamenta no princípio adaptativo de que a temperatura na qual a pessoa encontra conforto interno varia com a temperatura externa média (NICOL; HUMPHREYS ; ROAF, 2012).

A média da temperatura externa diária ( $T_{om}$ ) é estimada a partir de dados meteorológicos como mostrado na Equação 2.10,

$$T_{om} = (T_{omax} + T_{omin})/2 \quad 2.10$$

onde  $T_{\text{omax}}$  é a média mensal da temperatura externa máxima diária ( $^{\circ}\text{C}$ ) e  $T_{\text{omin}}$  é a média mensal de temperaturas externas mínimas diárias no período da pesquisa ( $^{\circ}\text{C}$ ).

A análise de dados recentes (HUMPHREYS; RIJAL; NICOL, 2010) sugerem que a equação deve ser,

$$T_n = 0,53 (T_{\text{om}}) + 13,8 \quad 2.11$$

A temperatura de conforto pode ser calculada para cada mês do ano.

#### 2.4.8. Modelo de DeDear e Brager para a ASHRAE 55 (2013)

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) em suas versões anteriores a de 2004 baseava sua avaliação da sensação de desempenho térmico apenas no modelo de balanço térmico do corpo humano. Com o intuito de propor condições universalmente aplicáveis a todos os tipos de edificações, climas e populações a norma ASHRAE deu início ao projeto RP - 884. Este projeto coletou 21.000 conjuntos de dados brutos compilados a partir de estudos de campo em 160 edifícios localizados em quatro continentes com zonas climáticas variadas. Tais edifícios foram separados em dois grupos: naturalmente ventilados e com sistemas de condicionamento de ar. Com base neste banco de dados foi formulado um modelo para aplicação em edifícios naturalmente ventilados, uma vez comprovada as limitações do modelo baseado no balanço térmico do corpo humano, até então utilizado para estas edificações. Nesse novo modelo, a faixa de temperatura de conforto é relacionada com o valor da média mensal de temperatura externa do ar e os limites de conforto são definidos por  $T_n \pm 2,5^{\circ}\text{C}$  para 90% de usuários satisfeitos e  $T_n \pm 3,5^{\circ}\text{C}$  para 80% de usuários satisfeitos, em atividades leves (1,1 a 1,4 met) e usando vestimenta com resistência térmica de 0,7 clo no verão.

Os limites de aceitabilidade de 80% são recomendados para aplicações típicas e devem ser utilizados quando não houver outra informação disponível à respeito. É recomendável que os limites de aceitabilidade de 90% sejam aplicados quando um alto padrão de conforto térmico for desejável. Para sua estimativa adotam-se as Equação 2.12 e Equação 2.13(DEDDEAR; BRAGER, 2002):

$$T_n = 0,31 \times T_o + 17,8 \quad 2.12$$

onde  $T_n$  é a temperatura de conforto ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_o$  é a temperatura externa média para a pesquisa ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$$T_{\text{aceitável}} = 0,31T_o + 17,8 \pm T_{\text{lim}} \quad 2.13$$

onde  $T_{\text{aceitável}}$  define os limites aceitáveis das zonas ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_o$  é a temperatura externa média para a pesquisa ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_{\text{lim}}$  é o intervalo aceitável das temperaturas (para 80% ou 90% dos ocupantes estarem satisfeitos). Os limites dados são  $T_{\text{lim}(80)} = 3,5^{\circ}\text{C}$  e  $T_{\text{lim}(90)} = 2,5^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

Este modelo foi adotado a partir da revisão de 2004 da norma de conforto térmico ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013). Essa norma apresenta o modelo adaptativo opcional para determinar as condições térmicas aceitáveis em espaços naturalmente ventilados, que correlaciona a temperatura interna do ambiente com o clima exterior. Este modelo adota a temperatura operativa<sup>4</sup> de conforto como variável para a caracterização da condição de conforto térmica interna do ambiente.

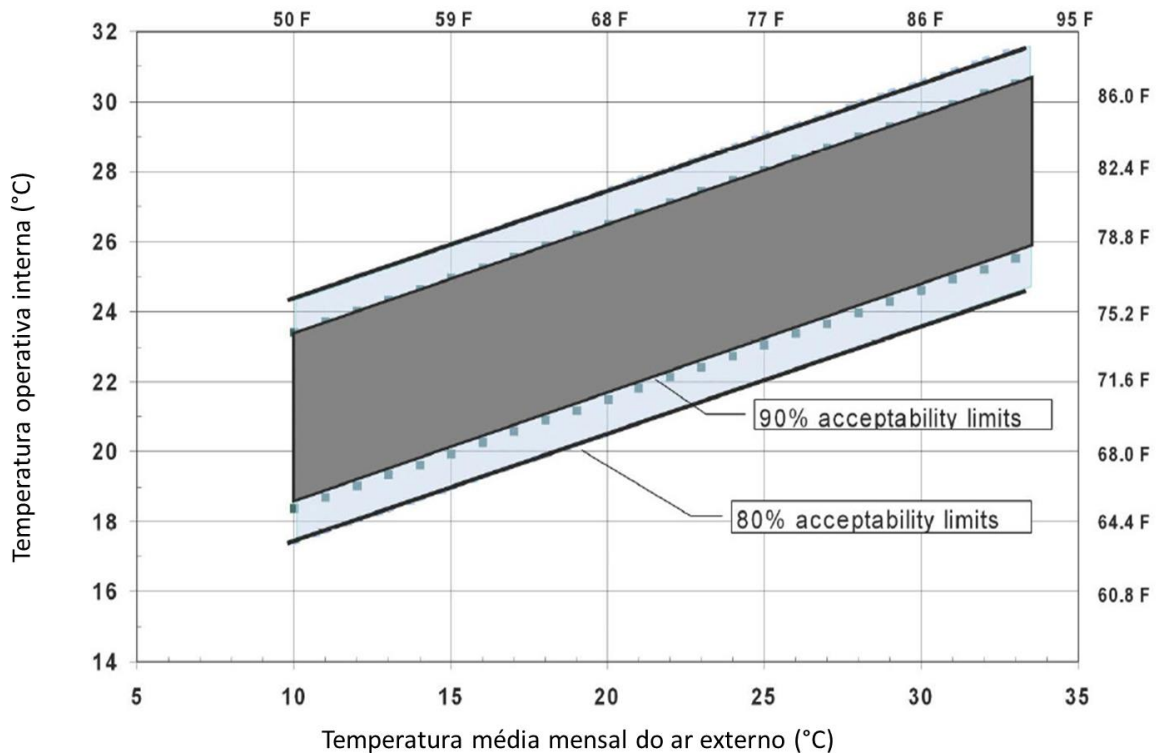
A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) estabelece um intervalo de temperatura operativa de conforto, considerando a aceitabilidade de 80% por parte dos seus ocupantes. Este valor é baseado em dois critérios. O primeiro é o de que existirão 10% de ocupantes insatisfeitos em razão do desconforto do corpo como um todo e o segundo de que existirão outros 10% de ocupantes insatisfeitos devido aos desconfortos locais do corpo, totalizando assim 20%. Os limites admissíveis de temperatura operativa são apresentados na FIGURA 2.5.

No relatório ASHRAE RP- 884 (ASHRAE, 1998), os autores identificaram haver diferenças no grau de ajuste termoregulatório comportamental que ocorre nos usuários de edificações residenciais e de escritórios. Apesar da maior parte integrante da base de dados do trabalho serem de edificações de escritórios, algumas delas eram residenciais, o que permitiu algumas análises e comparações no comportamento dos usuários. Foi observado pelos autores que no caso das edificações residenciais, houve uma porcentagem baixa de condições do ambiente interno que satisfizessem as recomendações da norma ASHRAE considerando o modelo analítico. Além disso, as velocidades do ar interno foram geralmente

---

superiores nas edificações residenciais em comparação aos escritórios. Quanto à taxa metabólica estimada, esta permaneceu praticamente constante nas duas tipologias em análise, em torno de 1,2 met. Já em relação ao vestuário, a variação sazonal nos níveis de isolamento térmico médio foi relativamente menor no caso das edificações de escritórios e muito maiores no isolamento médio das edificações residenciais da amostra, sugerindo que o ajuste das roupas representa uma resposta adaptativa mais poderosa em casa do que nos locais de trabalho.

**FIGURA 2.5** Faixas aceitáveis de temperatura operativa para espaços climatizados naturalmente



Fonte: ASHRAE, 2013

Em relação às respostas térmicas subjetivas, DeDear, Brager e Cooper (1998) observaram que para cada variação da sensação térmica observada no usuário em uma sensação na escala sétima de sensações, a variação correspondente na temperatura operativa foi em torno de 3°C a 5°C para o caso dos edifícios residenciais e de 2°C para os edifícios de escritórios. Apesar destas diferenças, não se pode discernir diferenças exageradas na avaliação dos ocupantes quanto à qualidade do ambiente interno da edificação entre as tipologias residencial e de escritórios. Embora o desempenho no que se refere ao critério

físico objetivo do ambiente interno não resultasse adequado, as classificações de aceitabilidade térmica dos usuários para as edificações residenciais foram comparáveis àquelas para os edifícios de escritórios (DEDEAR, BRAGER e COOPER, 1998). Isto demonstra a aplicabilidade do modelo adaptativo, que faz parte da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), também para edifícios residenciais.

No estudo desenvolvido por Cândido et al. (2011) é discutida a ampliação da zona de conforto proposta pela norma ASHRAE (2013), baseado na preferência dos ocupantes brasileiros por maior movimento do ar do que os limites estabelecidos por esta norma, especialmente para as regiões de clima quente e úmido, onde há uma forte demanda por altas velocidades do ar. Esta demanda é principalmente notável quando há a ocorrência de temperaturas operativas superiores ao valor de 26°C.

#### 2.4.9. Norma EN 15251 (2007)

O modelo adaptativo constante na norma Europeia EN 15251 (CEN, 2007) adotou como base os dados do projeto SCATs, medidos durante o período de um ano em escritórios situados na França, Grécia, Portugal, Suécia e Reino Unido, resultando na seguinte equação de regressão Equação 2.15

$$T_n = 0,33T_{rm} + 18,8 \quad 2.14$$

A temperatura de conforto é definida de acordo com a média exponencial ponderada da temperatura externa ( $T_{rm}$ ) com o valor de  $\alpha$  de 0,8 como a melhor maneira de descrever as variações da temperatura de conforto com o tempo (NICOL; HUMPHREYS, 2010).

#### 2.4.10. Modelo de Humphreys, Rijal e Nicol (2010)

Fazendo uso das bases de dados dos projetos RP-884 e SCAT's, Humphreys, Rijal e Nicol (2010) obtiveram 209 pesquisas totalizando em torno de 58.000 observações que permitiram relacionar a temperatura externa média e a temperatura neutra por meio da Equação 2.15

$$T_n = 0,53 \times T_o + 13,8 \quad 2.15$$

onde  $T_n$  é a temperatura de conforto ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_o$  é a temperatura externa média para a pesquisa ( $^{\circ}\text{C}$ ).

## 2.5. Modelos Analíticos X Adaptativos

Os modelos adaptativos são de particular importância para as edificações naturalmente ventiladas. As expectativas quanto ao conforto térmico dos usuários de edificações climatizadas artificialmente e naturalmente são distintas, havendo então a necessidade de abordagens diferenciadas para estes dois casos. Inúmeras pesquisas (ARAÚJO, 1996; deDEAR; BRAGER, 1998; XAVIER, 1999; GONÇALVES, 2000; DEDEAR; BRAGER, 2002; FANGER; TOFTUM, 2002; NICOL, 2004) têm demonstrado que as flutuações na temperatura que ocorrem em edificações naturalmente ventiladas podem produzir sensações de conforto térmico com temperaturas do ar significativamente mais altas que aquelas preferidas sob as condições constantes de ambientes climatizados artificialmente.

Pessoas que vivem ou trabalham o ano todo em espaços climatizados artificialmente provavelmente irão desenvolver expectativas elevadas para a homogeneidade e temperaturas mais amenas. Em contraste, pessoas que vivem ou trabalham em edificações ventiladas naturalmente, onde são capazes de abrir as janelas, acostumam-se com a diversidade térmica, que reflete os padrões da variabilidade climática diária e sazonal. A percepção térmica desses usuários provavelmente se estende sobre um amplo intervalo de temperaturas, maior que aquele refletido na zona de conforto proposta pelo método PMV (DEDEAR; BRAGER, 2002).

Uma das críticas em relação ao modelo de conforto adaptativo é que ele negligencia o efeito da umidade relativa e do movimento do ar na temperatura em que as pessoas se sentem confortáveis. Contudo, Nicol, Humphreys e Roaf (2012) colocam que o modelo adaptativo não precisa fazer a consideração dessas variáveis. Segundo os autores, Nicol (2004) estudou o efeito da umidade relativa e do movimento do ar na temperatura de conforto em climas quentes e sugere que o movimento do ar criado pelos ventiladores aumenta a temperatura de conforto em média  $2^{\circ}\text{C}$ , mas o efeito da alta umidade é menos consistente. Há uma percepção generalizada de que a alta umidade faz com que as pessoas se sintam com mais calor, mas tal sensação pode ser em razão de outros fatores, como a sudorese a que são experimentados.

### 2.5.1. Flutuação das condições de conforto para ambientes naturalmente ventilados

A temperatura em que as pessoas se sentem confortáveis não é fixa e está sujeita a flutuações, em resposta a uma mudança tanto no ambiente externo, como no ambiente interno, consequentes da modificação do clima e costume social (NICOL; HUMPHREYS; ROAF, 2012).

As variações de temperatura decorrentes da influência de ondas de calor ou frentes frias, podem ser aceitáveis, contanto que não sejam muito bruscas e que permitam a adaptação das pessoas de forma gradual. Além disso, as variações de temperatura no ambiente interno não devem ser superiores à metade da variação externa (NICOL, 2004).

Em seus estudos de campo, Humphreys (1978) aponta que em escritórios e escolas, raramente as pessoas ajustam suas vestimentas durante o dia. Ou seja, a temperatura durante as horas de ocupação em qualquer dia não deve variar muito da temperatura de conforto. As variações de temperatura dentro de  $\pm 1^\circ\text{C}$  da temperatura de conforto seria pouco percebida; mas já uma alteração de  $\pm 2^\circ\text{C}$  pode causar algum desconforto em uma pequena porção de ocupantes.

Roriz (2003) ressalta que um modelo de variação horária dos limites confortáveis implicaria não só em um maior detalhamento de Zona de Conforto, como também vantagens relacionadas aos estudos sobre a adequação climática de edificações. O autor coloca que muitos estudos sobre a adequação climática de edificações são realizadas em valores horários, assim se o cálculo se embasar em limites horários constantes para as temperaturas de conforto, seus resultados poderiam comprometer a interpretação dos fenômenos reais envolvidos no processo.

Faz-se necessário também considerar que a resistência térmica para as trocas de calor e de massa entre o corpo humano e o meio ambiente se alteram ao longo do dia. Durante a noite, por exemplo, os colchões e roupas de cama representam uma resistência significativa, resultando na preferência das pessoas por temperaturas menores do que as desejadas durante o dia. Outra questão refere-se ao ciclo circadiano do organismo humano, que considera os ciclos da temperatura durante o dia, com as temperaturas mínimas ocorrendo logo após o nascer do Sol e as temperaturas máximas ocorrendo duas ou três horas após o meio-dia. É então razoável supor que as preferências térmicas humanas irão variar ao longo

do dia. Mesmo os modelos de conforto térmico adaptativo adotam intervalos constantes de conforto, quando deveriam acompanhar a oscilação horária da temperatura exterior (RORIZ, 2003).

## **2.6. Normalização em Conforto Térmico**

Tanto o conforto térmico do ocupante da edificação como o seu consumo de energia estão diretamente relacionados com a temperatura do ambiente interno da edificação no contexto dos climas temperados e frios. Para os climas tropicais, como exposto no item 2.1, nem sempre a temperatura será a principal variável para o conforto térmico.

Uma forma de definir qual a condição de conforto a ser promovida na edificação é a partir das diretrizes estabelecidas pelas normas internacionais de conforto térmico. O estabelecimento destas normas tem como principal objetivo a restrição de práticas inadequadas de projeto que resultem na construção e operação de edificações de baixo desempenho térmico e energético.

### *2.6.1. Normas Internacionais de Conforto*

As normas de conforto térmico amplamente aceitas e utilizadas atualmente são a norma ISO 7730 (ISO, 2005) e a norma norte americana ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), sendo estas normas aplicadas na maioria das edificações residenciais e comerciais. Estas duas normas baseiam a determinação da sensação térmica e o grau de desconforto das pessoas no índice PMV/PPD, fundamentado nas atividades desenvolvidas pelos ocupantes da edificação e suas vestimentas.

A norma ISO 7730 (ISO, 2005) - *Ergonomics of the Thermal Environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria* apresenta métodos para prever a sensação térmica corrente e o grau de desconforto das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados. Ela possibilita a determinação analítica e interpretação do conforto térmico utilizando o método PMV/PPD e critérios de conforto térmico local, acrescidos em sua última revisão. O desconforto local, segundo a norma, pode ser decorrente da assimetria da temperatura radiante; correntes de ar; gradiente de temperatura vertical e temperatura dos pavimentos. Além disso, nesta mesma revisão, foi acrescentado um método para avaliação de períodos longos e informações para condições em estado não estacionário e a adaptação.



Um dos pontos críticos na norma ISO 7730 (ISO, 2005) refere-se ao efeito da velocidade do ar. É sabida a importância, no conforto térmico, da velocidade do ar em climas quentes. Contudo, o valor limite estabelecido pela norma para esta variável é de 1,5 m/s. Outra questão importante de ressaltar é a importância da umidade relativa do ar no conforto térmico do usuário e os requisitos mínimos a serem cumpridos. Atualmente, considera-se que a influência da umidade relativa na temperatura ambiente, desde que dentro dos limites de conforto, é relativamente pequena, de tal modo que a versão atual recomenda uma umidade relativa entre 30% e 70%.

Esta norma especifica “classes” ou “categorias” de acordo com os intervalos de PMV que ocorrem na edificação. Assim:

- Edifícios Classe A mantêm seu ambiente interno dentro de  $-0,2 < PMV < 0,2$  (PPD  $\leq 6\%$ );
- Edifícios Classe B mantêm seu ambiente interno dentro de  $-0,5 < PMV < 0,5$  (PPD  $\leq 10\%$ );
- Edifícios Classe C mantêm seu ambiente interno dentro de  $-0,7 < PMV < 0,7$  (PPD  $\leq 15\%$ ).

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) - *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* é similar à norma ISO 7730 (ISO, 2005) e especifica os parâmetros ambientais e individuais que irão produzir condições de conforto térmico aceitáveis a pelo menos 80% dos ocupantes de um determinado espaço. Esta norma baseia sua avaliação da sensação térmica no método PMV, sendo que a sensação térmica é exclusivamente influenciada por quatro fatores ambientais (temperatura do ar, radiação térmica, umidade relativa e velocidade do ar) e dois fatores individuais (atividade desempenhada e vestimenta utilizada). Além de especificar os parâmetros ambientais e individuais que resultarão em conforto, a norma ASHRAE 55 (2013) apresenta ainda diagramas para a análise de conforto térmico.

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) incluiu um segundo critério para avaliação de conforto térmico que se baseia na abordagem de conforto adaptativo, sendo sua aplicabilidade em edifícios naturalmente ventilados durante o verão ou em climas quentes, conforme apresentado anteriormente no item 2.4.8.

A norma EN 15251 (CEN, 2007) foi desenvolvida pelo *Comité Européen de Normalisation* (CEN) em resposta às solicitações da União Europeia para normas de apoio na definição de

Diretrizes para o Desempenho Energético de Edifícios (EPBD- *Energy Performance of Buildings Directive*). A norma inclui considerações de outros aspectos do ambiente como a qualidade do ar interno, iluminação e acústica, visto que eles também impactam no uso de energia da edificação. Esta norma traz as linhas gerais da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), assim como as considerações de se usar o método PMV para edifícios climatizados artificialmente e um modelo adaptativo para ser aplicado na avaliação de edifícios condicionados naturalmente.

Esta norma também utiliza categorias de edificações, definidas pela natureza do edifício, ao invés de se referir diretamente à definição de limites das variáveis ambientais às quais os ambientes estão expostos. Edificações condicionadas artificialmente e naturalmente possuem a mesma descrição de categorias. A Categoria II é recomendada como o critério usual. As descrições de categoria na norma (TABELA 2.4), são feitas de acordo com a natureza do edifício, em uma tentativa de superar a tendência das classes da ISO 7730 (ISO, 2005) que favorecem os edifícios de elevado consumo de energia.

**TABELA 2.4** Descrição das categorias e os limites para edificações condicionadas artificialmente (PMV) e condicionadas naturalmente (K) da EN 15251.

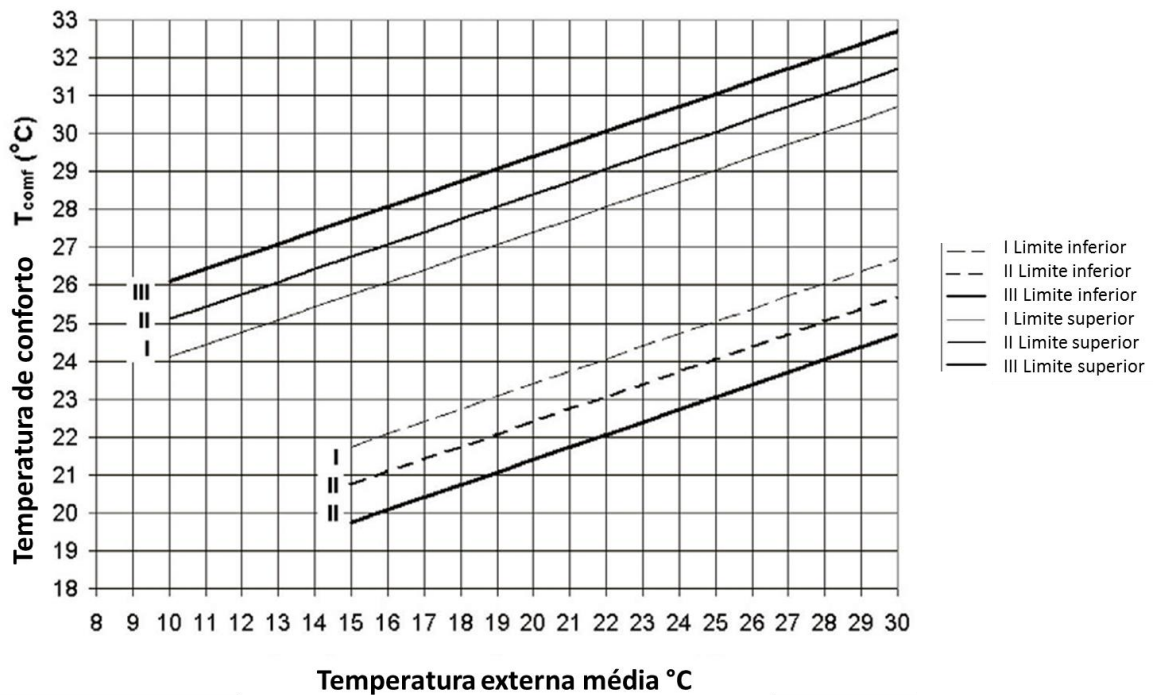
<i>Classe/categoria</i>	<i>Categoria</i>	<i>Limitação PMV</i>	<i>Limitação K</i>
I	Alto nível de expectativas e é recomendado para espaços ocupados por pessoas muito sensíveis e frágeis com requerimentos especiais como deficientes, doentes, crianças muito novas e idosos	$\pm 0,2$	$\pm 2$
II	<b>Níveis normais de expectativas e deve ser usado para edificações novas e reformadas</b>	$\pm 0,5$	$\pm 3$
III	Aceitável, nível de expectativa moderado e deve ser usado para edificações existentes	$\pm 0,7$	$\pm 4$

Fonte: CEN, 2007.

O modelo adaptativo da norma EN 15251 (CEN, 2007) é similar ao da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), mas utiliza dados do projeto europeu SCATs, coletados em cinco países

européus como alternativa à base de dados RP884 da ASHRAE. Contudo, a base de dados do SCATs possui um conjunto de dados de conforto bem limitado. Estes dados foram todos coletados no mesmo período de tempo, da mesma forma e usando o mesmo conjunto padrão de equipamentos. A forma gráfica da norma adaptativa é mostrada na FIGURA 2.6.

FIGURA 2.6 Limites de temperatura operativa aceitáveis para edificações condicionadas naturalmente



Fonte: CEN, 2007.

É importante ressaltar que esta norma estabelece apenas os limites de temperatura do ar, o que pode levar a uma análise equivocada de condição conforto quando os usuários não irão experimentar essa situação, como no caso de locais com altas taxas de umidade relativa do ar e temperaturas próximas ao limite superior estabelecido como critério.

Além destas normas, existem normas complementares como a norma ISO 8996 (ISO, 2004) – *Ergonomics of the Thermal Environment: determinations of metabolic rate* que especifica diferentes métodos para a determinação e medição da taxa de calor metabólica e a norma ISO 9920 (ISO, 2007) *Ergonomics of the Thermal Environment: estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble* que especifica os métodos para a estimativa das características térmicas, resistência à perdas de calor sensível e à

perda por evaporação, em condições de estado estacionário, para uma determinada vestimenta, baseado em valores de vestimentas conhecidas, trajes e tecidos.

No Brasil é inexistente uma norma específica de conforto térmico para edifícios naturalmente ventilados. Vigoram apenas normas de desempenho térmico e regulamentos de eficiência energética de edificações que incluem o conforto térmico.

## **2.7. Zonas e Faixas de Conforto Térmico para o Brasil**

Os estudos referentes à determinação das zonas de conforto para o Brasil são ainda incipientes quando se pondera o tamanho do território do país.

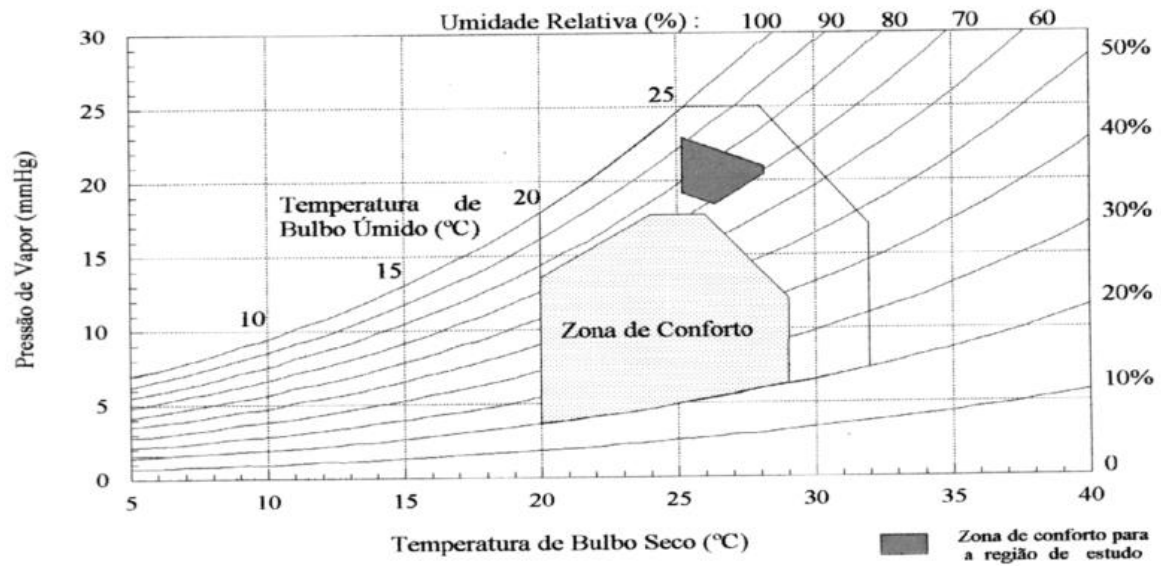
Como previamente colocado, os índices de conforto térmico compõem-se como importantes subsídios para o desenvolvimento do projeto arquitetônico. Contudo, a dificuldade deste tipo de abordagem está na grande variação climática existente no Brasil, país de dimensões continentais, havendo a necessidade de enfatizar fatores ambientais distintos de acordo com a aclimação da população para cumprir com os requisitos de conforto térmico (ASSIS, 2001). Associado a esta questão, está também o fato de existirem poucos dados meteorológicos disponíveis para a adequada avaliação desta diversidade climática. A adoção das normas internacionais para o caso brasileiro é questionável. São vários os trabalhos desenvolvidos no Brasil, que constataram que a sensação térmica dos usuários baseada em normas internacionais, sem a devida confirmação de sua aplicabilidade a usuários adaptados a climas tropicais, pode subestimar o limite máximo da temperatura de conforto térmico, e conseqüentemente, estimular o uso desnecessário de ar condicionado (BARBOSA, 1997).

Em estudo conduzido por Lima et al. (2005) foi avaliada a aplicabilidade de índices de conforto térmico em clima tropical para a cidade de Natal, Rio Grande do Norte. O clima da cidade de Natal caracteriza-se por ser um clima quente e úmido durante todo o ano. O estudo teve como base o trabalho desenvolvido por Araújo (1996). A autora desenvolveu uma pesquisa de campo em escolas de 2º grau de Natal, RN, com o objetivo de identificar os parâmetros de conforto térmico para esta população. A autora identificou que a faixa de conforto ocorre entre 25,1°C a 28,1°C para esta cidade. Em prosseguimento, os autores comparam essa zona de conforto com as zonas geradas por outros índices de conforto térmico existentes: Temperatura Efetiva, Temperatura Efetiva Corrigida, Nova Temperatura Efetiva, Temperatura Efetiva Padrão, Diagrama Bioclimático de Givoni (1992), método PMV

de Fanger (1972), método PMV reformulado por Fanger e Toftum (2002) e os modelos adaptativos de Humphreys (1973), Auliciems (1981) DeDear e Brager (2002). Comparando as zonas geradas por cada um destes modelos com a zona estabelecida por Araújo (1996), os autores constataram haver uma sobreposição das zonas de conforto resultantes a partir dos modelos de Humphreys (1973) e deDear e Brager (2002) e ambas se mostraram limitadas para uma situação de ar parado, sendo que a zona de Humphreys (1973) apresentou um limite superior de temperatura para uma velocidade do ar de 2 m/s mais adequado para as condições de Natal (RN), cidade foco do estudo. No que se refere à umidade relativa do ar, a extensão dos limites superiores de temperatura de conforto térmico em razão dos valores de umidade relativa acima de 75%, valor este superior aos 70% recomendados em normas de conforto internacionais, aumenta a aplicabilidade do modelo.

Os autores comentam neste trabalho que a aplicação do Diagrama de Givoni (1992) para o clima quente e úmido mostrou-se admissível apenas quando há a extensão da zona de conforto até os 32°C por meio do incremento da ventilação, aproximando-se dessa forma das necessidades de conforto local, representando uma situação típica (FIGURA 2.7). Contudo, o limite inferior mostrou-se pouco representativo, havendo a necessidade de revisá-lo, uma vez que há uma baixa ocorrência dessas temperaturas no clima de Natal. No que se refere à umidade relativa do ar, a limitação está no fato de que em climas quentes e úmidos prevalecem as altas taxas de umidades, ultrapassando os limites superiores da zona de conforto dos índices. E no caso de ambientes passíveis de serem ocupados durante todo o período do dia, como as residências, a zona de conforto proposta por Givoni (1992) é a menos recomendada. Assim os autores concluem que, embora seja um dos índices mais utilizados em trabalhos nacionais, os limites propostos no Diagrama de Givoni (1992) podem ser inadequados para aplicação em clima quente e úmido (LIMA et al., 2005).

**FIGURA 2.7** Diagrama bioclimático sobre o qual foi plotada a zona de conforto para a população aclimatada à cidade de Natal, RN



Fonte: ARAÚJO, 1996

No trabalho desenvolvido por Negreiros (2010), a autora tem como objetivo reconhecer formas adequadas de avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais com condicionamento passivo também para a cidade de Natal. Para tal, a autora compara as respostas de alguns índices de conforto térmico adaptativo (Auliciems; 1981, Nicol e Humphreys; 2002; DeDear e Brager; 2002), com os resultados obtidos por Araújo (1996) e com resultados de simulações de desempenho térmico para diferentes modelos. Neste trabalho foi observado que utilizando-se os índices de Auliciems (1981) e de Nicol e Humphreys (2002), obteve-se maiores ocorrências na zona de desconforto por frio e menores variações de resultados para os diferentes casos simulados. Já o índice de DeDear e Brager (2002) mostrou-se o mais adequado para a análise nesse tipo de clima. Além disso, Negreiros (2010) aponta que a delimitação da zona de conforto é influenciada pela velocidade do ar e pela temperatura radiante média, sendo fundamental considerar a extensão da zona de conforto por efeito da velocidade do ar para os climas quentes e úmidos, como o da cidade de Natal.

Pereira e Assis (2010) discutem a aplicação de índices adaptativos para várias das condições climáticas brasileiras com o objetivo de identificar um modelo que seja sensível às condições climáticas nacionais e considere a aclimação da população. Neste trabalho, as autoras compararam os índices adaptativos desenvolvidos por Aluciemis (1981), Humphreys (1978),

Nicol e Humphreys (2002) e deDear e Brager (2002), com estudos brasileiros (ARAÚJO, 1996; XAVIER, 1999; GONÇALVES, 2000) que investigaram em campo o conforto térmico de usuários em ambientes interiores, de forma a identificar os parâmetros de conforto térmico para populações aclimatadas brasileiras. Comparando as temperaturas neutras com faixas de conforto, as autoras constataram que aparentemente o modelo de Humphreys (1976) seria o mais adequado para uma abordagem geral do território nacional. Para verificar essa premissa, Pereira e Assis (2010) aplicaram os índices a dados horários para a determinação da temperatura de conforto térmico, assim como as respectivas faixas de conforto. Assim, as diferentes zonas resultantes para valores de temperatura neutra semelhantes puderam ser comparadas e avaliadas quanto aos períodos de desconforto por frio e por calor gerados. Verificou-se que a temperatura neutra gerada a partir das equações de Auliciems (1981) e deDear e Brager (2002) apresentaram os melhores resultados para o caso brasileiro. A amplitude da faixa de conforto de melhor resultado foi de  $T_n \pm 2^\circ\text{C}$ , para pouco desconforto, e  $T_n \pm 4^\circ\text{C}$ , para desconforto.

Assim é de fundamental importância identificar a aplicabilidade dos índices existentes para a condição brasileira. Alguns estudos nesse sentido já foram realizados:

Barbosa (1997) identificou os limites de conforto para a cidade de Londrina, PR, entre  $18^\circ$  e  $29^\circ\text{C}$  focando em edifícios residenciais, comprovando a aplicabilidade da faixa de conforto de Givoni (1992) para países em desenvolvimento.

Xavier (1999) realizou uma investigação sobre as condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis, SC. Os limites de temperaturas confortáveis obtidos foram de  $20^\circ\text{C}$  a  $26^\circ\text{C}$ , encontrando boa correspondência com a zona de conforto proposta por Givoni (1992) para países desenvolvidos.

Em 2000, Gonçalves avalia a aplicabilidade de índices de conforto térmico para a cidade de Belo Horizonte, MG, por meio de população universitária, obtendo os limites de temperaturas confortáveis de  $20,8^\circ\text{C}$  e  $24,7^\circ\text{C}$ . O autor identificou as zonas de conforto propostas por Givoni (1992) e Szokolay (1987) como sendo as mais apropriadas para Belo Horizonte.

Para a cidade de Teresina, PI, Silveira, Kallas e Ribeiro (2003) conduziram uma pesquisa para a determinação da zona de conforto térmico para ambientes escolares, delimitada entre

27,4°C e 31,6°C. Loureiro (2003) em seu trabalho identificou como faixa de conforto para a cidade de Manaus, AM, 21°C a 23°C.

Utilizando também população universitária da cidade de Ouro Preto, MG, Fontanella e Souza (2011) obtiveram as temperaturas de 21°C e 23°C como limites de conforto. Linck, Albernard e Grigoletti (2012) realizaram um estudo sobre as preferências térmicas de moradores de habitações de interesse social em Santa Maria, RS, e concluíram que a faixa de conforto local é de 28,6°C a 30,9°C. Na TABELA 2.5 mostram-se de forma resumida os limites de temperatura de conforto térmico obtidos a partir de estudos realizados em território nacional.

**TABELA 2.5**Resumo dos Limites de Temperatura do Ar de Conforto Térmico para estudos no Brasil

Cidade	Limites de Temperatura de Conforto Térmico	
	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
Santa Maria (RS)	28,6	30,9
Florianópolis (SC)	20,0	26,0
Londrina (PR)	18,0	29,0
Belo Horizonte (MG)	20,8	24,7
Ouro Preto (MG)	21,0	23,0
Natal (RN)	25,1	28,1
Teresina (PI)	27,4	31,6
Manaus (AM)	25,6	28,3

Nem todos os estudos acima citados abordaram os limites de conforto locais referentes à umidade, impossibilitando uma comparação para esta variável.



### 3. DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

Avaliar o desempenho térmico de uma edificação significa contemplar sua resposta térmica frente à influência do meio ambiente externo e sua ocupação, comparando-o a requisitos mínimos pré-estabelecidos, de forma a atender ao conforto térmico do usuário. O comportamento térmico de uma edificação pode ser expresso a partir da variação da temperatura do ar e umidade relativa do ar dos ambientes internos (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

A envoltória da edificação é responsável por separar o espaço interno do ambiente exterior, modificando e protegendo-o do efeito direto das variáveis climáticas. Além do clima externo e da ocupação da edificação, os ganhos de calor através das superfícies influenciam no comportamento térmico da edificação (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014)

A transferência de calor e de massa nas edificações ocorre por: condução, convecção, radiação e evaporação ou condensação de vapor d'água. O processo de transmissão de calor por condução pode ocorrer sob dois regimes: o regime estacionário ou uniforme e o regime variável. O primeiro caracteriza-se pelo fluxo de calor constante, característico em condições em que as temperaturas dos meios externo e interno permanecem uniformes, como em edificações condicionadas artificialmente. Já no caso do regime transiente ou variável, o fluxo de calor varia com o tempo, resultando em alterações contínuas em pelo menos uma das temperaturas do sistema. Ocorre em edificações condicionadas naturalmente em que há variação na incidência da radiação solar e da temperatura externa (RIVERO, 1985).

As propriedades termofísicas dos materiais que afetam o fluxo de calor que entra e sai da edificação, e conseqüentemente, as condições térmicas internas e de conforto dos ocupantes, são:

- Condutividade, resistência e transmitância térmica;
- massa específica;
- calor específico;
- características das superfícies em relação à radiação – absortância, refletância e emissividade;
- coeficiente de convecção em relação às superfícies;

- transparência à diferentes comprimentos de onda de radiação solar (GIVONI, 1976).

Considerando o processo de transmissão de calor por condução em regime permanente, a propriedade fundamental da envoltória é a condutividade térmica, que define a transmitância térmica e, seu inverso, a resistência térmica (GIVONI, 1976). A condutividade térmica ( $\lambda$ ) representa a capacidade da superfície em conduzir calor por unidade de tempo e é função da densidade ( $\rho$ )<sup>5</sup> do material (W/m.K). O fluxo de calor através de uma dada superfície irá depender também da espessura do elemento e dos coeficientes superficiais. Essa relação é dada pela resistência térmica (R), definida como a propriedade em resistir à passagem do calor e é diretamente proporcional a sua espessura e inversamente proporcional a sua condutividade térmica. A unidade é m<sup>2</sup>.K/W. O inverso da resistência térmica é a transmitância térmica (U) (W/m<sup>2</sup>.k) (ABNT, 2005a). O isolamento do componente pode ser caracterizado tanto por sua resistência térmica (R), como pela sua transmitância térmica (U). As equações para cálculo destas variáveis são apresentadas na parte 2 da norma NBR 15.220 (2005).

Sob condições flutuantes, é a capacidade térmica que terá efeito decisivo na determinação das condições térmicas internas. A capacidade térmica (CT) é um indicativo da capacidade do fechamento em reter calor em maior ou menor quantidade. Segundo a norma NBR 15220 (ABNT, 2005a), a capacidade térmica é a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema. A capacidade térmica é calculada por meio da Equação 3.1 (ABNT, 2005b):

$$CT_a = \sum_{i=1}^n e_i \times c_i \times \rho_i \quad 3.1$$

onde  $e_i$  é a espessura do material (m);  $c_i$  e o calor específico do material (c)<sup>6</sup> (kJ/kg K);  $\rho_i$  é a densidade do material ( $\rho$ ) (kg/m<sup>3</sup>).

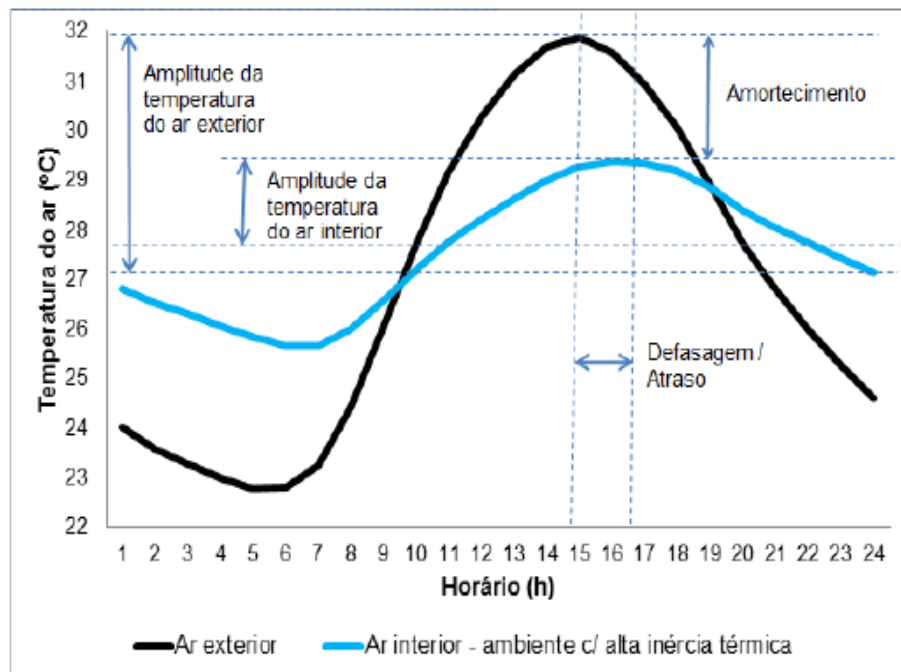
A capacidade térmica é usualmente relacionada com a inércia térmica dos componentes, contudo não é o único fator a determinar a inércia térmica dos ambientes. Segundo Brito (2015), a melhor definição de inércia térmica, considerando os edifícios brasileiros e o regime transiente, é a apresentada por Akutsu (1983), baseada no atraso e amortecimento,

<sup>5</sup> “Quociente da massa pelo volume aparente de um corpo”, dado em kg/m<sup>3</sup> (ABNT, 2005a, p.2).

<sup>6</sup> “Quociente da capacidade térmica pela massa” (ABNT, 2005a, p.2).

em relação ao perfil diário das temperaturas do ar interior e exterior, sendo que a temperatura do ar interior é função da interação térmica entre todas as superfícies internas e elementos que compõem a edificação, de acordo com o comportamento da envoltória exposta às condições climáticas locais. Sob estas condições descritas, quanto maior o amortecimento da amplitude da temperatura do ar interior comparada à amplitude da temperatura do ar exterior e maior for a diferença entre os perfis dessas temperaturas, maior será a inércia térmica do ambiente, conforme é apresentado na FIGURA 3.1.

**FIGURA 3.1** Caracterização da inércia térmica a partir do atraso e amortecimento, segundo Akutsu (1983)



Fonte: BRITO, 2015

Além da composição das envoltórias, as superfícies externas podem ter desempenhos diferentes em relação à radiação solar incidente, podendo transmitir, refletir, absorver e reemitir esta radiação de acordo com as suas propriedades e da diferença de temperatura. As propriedades que irão determinar o comportamento em relação às trocas de calor radiante são a absorvância ( $\alpha$ ), refletância ( $\rho$ ), a transmitância ( $\tau$ ) e a emitância ( $\epsilon$ ). A maior parte das superfícies opacas absorvem uma porção da radiação incidente, sendo o restante refletido. Já nas superfícies translúcidas há uma parcela que é diretamente transmitida para

o interior da edificação. A proporção da radiação solar a passar por cada um destes processos dependerá respectivamente da refletividade ( $\rho$ ), da absorvidade ( $\alpha$ ) e da transmissividade ( $\tau$ ) do material da superfície mais externa. A soma destas três parcelas da radiação incidente corresponde a 100% do total, ou seja (INCROPERA et al., 2008):

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

3.2

Quando expostas à radiação, as superfícies externas da edificação irão absorver parte da radiação incidente proporcionalmente à sua absorvância, sendo que uma parte desta radiação será re-emitada para o exterior e outra parte transferida ao interior por condução. (INCROPERA et al., 2008).

A propriedade térmica que governa a emissão da radiação para o ambiente interno é a emissividade ( $\epsilon$ ). Os materiais podem ser classificados em dois tipos de acordo com a sua emissividade: os metálicos, com baixas emissividades, compreendidas entre 0,05 e 0,30 e os não metálicos, com altas emissividades, que variam de 0,85 a 0,90 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Os materiais e elementos construtivos se comportam-se termicamente em função de suas propriedades térmicas. São três as etapas da passagem do fluxo de calor por um fechamento: resistência externa da envoltória em contato com o meio externo, o fechamento em si e a resistência interna da envoltória em contato com o meio interno, ou seja, de ambiente a ambiente.

As trocas térmicas que atuam no exterior da envoltória são uma combinação dos efeitos da radiação térmica e da convecção sobre a superfície externa desta. Os coeficientes superficiais determinam as trocas de calor entre a superfície externa e o ar de entorno e, também, as trocas por radiação com outras superfícies e com o céu. O coeficiente de radiação está relacionado com a emissividade e a temperatura das superfícies e com a quantidade de radiação incidente. Já o coeficiente de convecção é função da velocidade do ar em contato com a superfície. O movimento do ar sobre a superfície exposta à radiação é responsável por retirar parte do calor, uma vez que acelera o processo de convecção. A combinação destes fatores compõe a resistência térmica superficial. Quando a superfície

considerada está limitando o material e o meio exterior, a resistência superficial considerada é a externa. Analogamente, quando a superfície limita o material e o meio interior, a resistência superficial é a interna (GIVONI, 1976; OLGAYAY, 2015).

Quando a temperatura externa é superior à temperatura do ambiente interno, a superfície externa da envoltória receberá o fluxo de calor por convecção e radiação, caracterizando a primeira fase da transmissão de calor. O aumento da temperatura da superfície externa dependerá da sua resistência superficial externa ( $R_{SE}$ ).

A última etapa do processo de transmissão de calor em um fechamento, quando já atravessou o material, são as trocas térmicas entre a superfície interna do material, estando esta em contato com o ar interno do ambiente, que ocorrerá por convecção e por radiação. O fluxo de calor que incide irá elevar a temperatura da superfície interna do fechamento em relação à temperatura do ar. As perdas de calor por convecção dependerão da resistência superficial interna do fechamento ( $R_{SI}$ ) e as perdas por radiação, da emissividade superficial do material ( $\epsilon$ ). Os valores de resistência térmica superficial estão apresentados na TABELA 3.1. A etapa intermediária do fluxo de calor é a condução de calor através do fechamento.

**TABELA 3.1** Resistência térmica superficial interna e externa

$R_{si}$ ( $m^2k/W$ )			$R_{se}$ ( $m^2k/W$ )		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Fonte: ABNT, 2005b.

Os fechamentos das edificações podem ser distinguidos por dois tipos: os fechamentos opacos e os transparentes. Essa distinção é feita com base na diferença de comportamento frente à radiação solar. A diferença fundamental entre os dois é justamente sua capacidade de transmitir ou não a radiação solar direta para o ambiente interno. Esta capacidade de transmitir ou não a radiação solar pode ser especificada pelo fator solar.

Nas superfícies transparentes ou translúcidas a intensidade do fluxo de calor depende do efeito da radiação solar incidente, da diferença de temperatura do ar e da parcela que

penetra por transparência de acordo com a radiação incidente e transmissividade do elemento (ABNT, 2005a).

As superfícies translúcidas costumam ser os fechamentos nos quais as principais trocas térmicas ocorrem em uma edificação, seja por condução, convecção ou radiação. No que se refere às trocas por condução e convecção, o comportamento é similar ao dos fechamentos opacos. Já em relação à radiação, é que ocorre a maior diferença de comportamento térmico entre os fechamentos opacos e translúcidos. Nos fechamentos translúcidos há uma parcela da radiação que é transmitida diretamente para o interior em função da alta transmissividade do vidro ( $\tau$ ). Assim, a principal demanda está em controlar as parcelas transmitida diretamente, absorvida e, posteriormente, após de ter transferido por condução, reemitida para o interior (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Segundo Koenigsberger et al. (1977) as principais variáveis que podem alterar o ganho de calor pela abertura são a orientação e tamanho da abertura, o tipo de vidro e o uso de proteções solares internas e externas.

A trajetória solar de um determinado local se dará de forma distinta para cada latitude. De acordo com a latitude local o período de exposição solar, assim como sua intensidade, pode ser menor ou maior. O tamanho da abertura irá determinar e definir o aporte de calor que pode entrar ou sair do ambiente. Isto porque boa, além de boa parte da radiação incidente ser transmitida, os vidros são geralmente bons condutores de calor, apresentando alta transmitância térmica. A orientação da abertura também irá influenciar neste ganho, uma vez que os períodos de exposição a insolação são distintos para as diferentes orientações (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

As proteções solares de aberturas são uma importante forma de reduzir os ganhos térmicos através destes elementos. Elas irão atuar na redução do ganho de radiação direta. Existem dois tipos de proteção: as internas e as externas, localizadas na abertura conforme o próprio nome apresenta. As proteções solares internas são basicamente as cortinas e persianas. Quando se adota a proteção solar interna ao elemento translúcido, o dispositivo poderá interceptar a energia solar incidente apenas quando esta já atravessou a superfície translúcida, eliminando apenas a porção da energia radiante a ser refletida pelo vidro novamente. Parte da energia que atinge o dispositivo interior é absorvida, sofrerá convecção e será então re-irradiada para o ambiente. No caso das proteções externas a radiação direta

é bloqueada antes de atingir a superfície envidraçada, assim a convecção e a re-irradiação ocorrerão para o ar externo, reduzindo os ganhos térmicos em relação aos dispositivos de proteção internos. Em geral, pode-se dizer que a proteção solar exterior incrementa sua efetividade em cerca de 35% em relação à proteção solar interna (OLGYAY, 2015).

O efeito da proteção solar para as superfícies translúcidas dependerá da refletância da radiação solar do material aplicado e sua cor de pintura; da localização do dispositivo de proteção adotado que irá influenciar na re-irradiação assim como nos impactos das trocas de calor por convecção; e no arranjo específico do método de sombreamento aplicado (OLGYAY, 2015).

Além da composição das superfícies da edificação, a sua orientação também irá influenciar em seu desempenho térmico, uma vez que a orientação regula a influência de dois fatores climáticos: a radiação solar incidente na envoltória e seus efeitos no aquecimento desta e dos ambientes internos da edificação, e a ventilação, associada à direção dos ventos dominantes e à orientação da edificação (GIVONI, 1976).

A ventilação em uma edificação pode ocorrer por dois processos distintos: por diferença de pressão, a ventilação cruzada, ou por diferença de temperatura, denominada de efeito chaminé. A ventilação em uma edificação pode ter três funções básicas: a de promover o conforto do usuário, facilitando a troca térmica entre este e o ambiente por meio da convecção de calor; manter a qualidade do ar; e o resfriamento das superfícies interiores por convecção de calor e de massa (MASCARÓ, 1991).

### **3.1. A Arquitetura e o Clima**

Para melhorar o desempenho térmico das edificações, estas devem estar adequadas ao clima em que estão inseridas, de forma a obter o melhor proveito das características climáticas favoráveis, enquanto se evitam as indesejáveis. Há uma estreita relação entre o clima e o desempenho térmico de edifícios. Portanto, é de grande relevância a compreensão de alguns conceitos climáticos, assim como das classificações climáticas atuais, para se obter o melhor desempenho das edificações.

O clima de uma dada região pode ser entendido como um padrão de variações de vários elementos climáticos e suas combinações, características daquela localidade. Assim, o clima de um dado local será definido por uma série de fatores climáticos. Estes fatores são

subdivididos em fatores astronômicos (distância do Sol, sua radiação e os movimentos da Terra), fatores geográficos ou estáticos (latitude, altitude, inclinação do terreno, revestimento do solo e posição dos continentes e mares) e fatores meteorológicos ou dinâmicos (circulação do ar atmosférico seja na forma de ventos, frentes frias, massas de ar entre outros) (SERRA, 1975).

Uma nova corrente de climatologistas entende que é preciso recorrer à dinâmica atmosférica para que se possa definir adequadamente a climática regional, compreendendo assim não só a gênese dos fenômenos, mas também a ineficiência dos valores médios dos elementos climáticos para a caracterização climática, ao ocultar o ritmo do clima (MONTEIRO, 1962). O conceito de ritmo para tal aplicação refere-se ao “encadeamento, sucessivo e contínuo, dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno aos mesmos estados” (MONTEIRO, 1976, p. 30). Este conceito foi introduzido por Monteiro (1976) e busca estabelecer o mecanismo sequencial da ocorrência dos diferentes tipos de tempo, analisando os elementos fundamentais do clima em unidades de tempo compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional (ZAVATTINI, 2004).

As classificações climáticas agrupam regiões do globo terrestre em que os efeitos combinados dos diversos fatores climáticos resultam em condições climáticas aproximadamente homogêneas. As classificações que se baseiam apenas nos fatores estáticos atingem apenas as escalas zonais e regionais. Para se atingir a escala local, deve-se incluir, segundo Nimer (1979), também os fatores dinâmicos na classificação.

A classificação climática desenvolvida por Nimer (1979) diferencia-se das classificações convencionais sob alguns aspectos. O primeiro deles refere-se ao fato de considerar a noção de ritmo climático, introduzindo assim, na climatologia tradicional, a climatologia dinâmica, abordagem esta que tem sido atualmente adotada pelos climatologistas, pois além de mais completa, aborda os elementos climáticos de forma abrangente. Além disso, essa classificação se diferencia por não adotar nenhum dos critérios classificatórios climáticos tradicionais, como Köppen ou Gausson. Selecionam-se critérios livres, conforme os aspectos e índices considerados expressivos na climatologia local. Desta forma, esta classificação climática, além de permitir que o climatologista não utilize os enquadramentos pré-estabelecidos pelos critérios tradicionais, permite que use parcialmente diversos critérios de diferentes autores, conforme a significância para o clima.



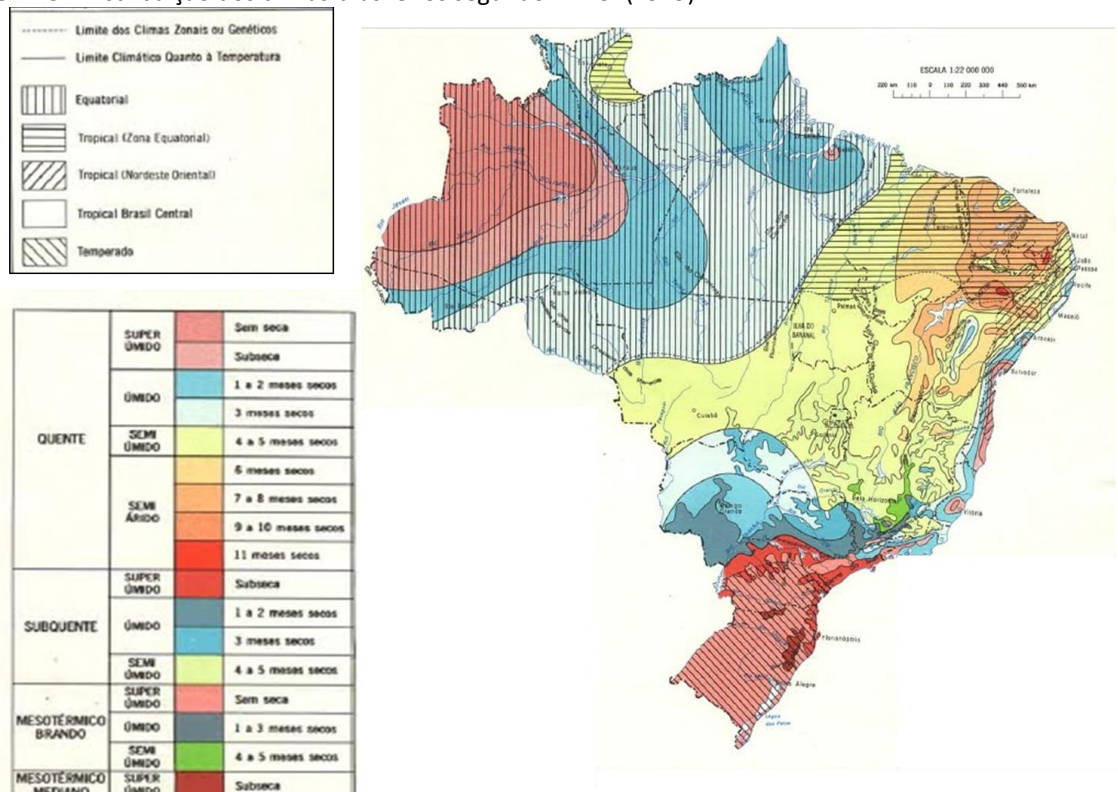
Em resumo, a classificação proposta por Nimer (1979) é baseada em três sistemas, conforme apresentado no QUADRO 3.1.

**QUADRO 3.1** Classificação climática de Nimer (1979)

Sistema	Classificação
Primeiro	relativo à gênese climática, os padrões de circulação atmosférica, definindo três climas zonais: equatorial, tropical e temperado.
Segundo	delimita as regiões térmicas (mesotérmico mediano ou brando, subquente e quente) e é fundamentado na frequência e médias dos valores extremos mensais. O critério classificatório aplicado neste sistema foi o de Köppen, estabelecendo o limite de 18°C para os climas quentes (>18°C) e subquentes (<18°C). Além disso, estabeleceu-se os limites de 15°C e 10°C do mês mais frio para o mesotérmico brando (15 a 10°C) e mesotérmico médio (10 a 0°C).
Terceiro	classifica as regiões quanto aos padrões de umidade e seca mensais (super úmido, úmido, semiúmido e semiárido). Para este sistema foi utilizado o critério de Gausson e Bagnouls.

Os tipos climáticos decorrentes da classificação de Nimer (1979) para o território brasileiro, assim como sua distribuição espacial são apresentados na FIGURA 3.2.

**FIGURA 3.2** Distribuição dos climas brasileiros segundo Nimer (1979)



Fonte: NIMER, 1979

A Região Norte do Brasil possui uma condição de homogeneidade climática, apresentando temperaturas sempre elevadas em razão da contínua alta umidade, que, juntamente com a intensa nebulosidade, não possibilita máximas diárias excessivas. A amplitude térmica diária varia entre 8 e 14°C. A amplitude térmica diária é mais expressiva do que a amplitude sazonal (NIMER, 1979).

Sob a análise climatológica, a Região Nordeste é altamente complexa, apresentando grandes variações pluviométricas e pouca variação térmica. Tais características decorrem da sua posição geográfica em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica. Em função das baixas latitudes, as temperaturas são bastante elevadas, apresentando-se amenas apenas nas superfícies mais elevadas. A amplitude térmica diária não é relevante. O grande diferencial desta região está na irregularidade das precipitações, resultando na coexistência do clima semi-árido em grande parte do seu território com os climas superúmidos, úmidos e semi-úmidos (NIMER, 1979).

Já a Região Sudeste do país, em relação ao regime de temperatura, é aquela que apresenta maior diversificação climática. Os grandes contrastes morfológicos determinam a variedade climática da região, em termos de temperatura e precipitação. Outro fator atuante na região é a latitude, caracterizando-a como uma região de transição entre os climas quentes predominantes nas regiões Norte e Nordeste e os climas mesotérmicos de tipo temperado existente na Região Sul do Brasil. Todavia, esta transição aproxima o clima da região mais para os climas tropicais do que para os temperados. Verifica-se o predomínio de temperaturas amenas e uma grande amplitude térmica sazonal, havendo a ocorrência de temperaturas baixas durante o inverno, principalmente nos locais de maior altitude (NIMER, 1979).

A Região Centro-Oeste apresenta em seu território uma grande diversificação climática. Embora os fatores dinâmicos não atuem como diversificadores climáticos, os fatores estáticos o fazem em conjunto com a continentalidade. Nesta região ocorrem altas temperaturas, mas também temperaturas muito baixas no período de inverno, determinadas pela altitude (NIMER, 1979).

Por fim, a Região Sul apresenta uma característica de uniformidade quanto à pluviometria e ao ritmo estacional de seu regime. Já as temperaturas apresentam certa variabilidade. Observa-se o domínio exclusivo do clima mesotérmico do tipo temperado, de forma

desvinculada da altitude, como ocorre na Região Sudeste do país. Este tipo de clima é marcado pelo ritmo das estações, sendo o período quente sempre vinculado ao solstício de verão e o período frio ao solstício de inverno. Durante o verão não há a influência da latitude como fator de distribuição térmica, sendo o relevo o fator regulador da temperatura neste período. Já durante o inverno, a distribuição da temperatura será determinada pela maritimidade, latitude e relevo (NIMER, 1979).

Com relação ao conforto térmico, os elementos climáticos terão níveis distintos de importância na resposta fisiológica do corpo de acordo com o contexto climático. Na abordagem do conforto térmico, os principais elementos climáticos são a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, os ventos e a precipitação (GIVONI, 1976). No entanto, uma mesma temperatura pode ocasionar sensações térmicas distintas em razão de outros elementos climáticos como o vento e a umidade local.

O entendimento do clima é importante para o conhecimento dos seus rigores, comportamento de maior frequência e sazonalidades. Contudo não são suficientes para uma melhor integração entre o usuário e o clima. É fundamental a compreensão dos efeitos dos fatores climáticos na arquitetura. Pode-se tirar partido ou evitar os efeitos do clima, por mediação da edificação, de forma a se obter conforto térmico no interior da edificação. O estudo do clima voltado às relações com os seres vivos é denominado de Bioclimatologia (OLGYAY, 2015).

Denomina-se bioclimático o projeto desenvolvido com o objetivo de utilizar as condições climáticas favoráveis a partir de seus próprios elementos com o intuito de satisfazer as exigências de conforto térmico do homem (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

A escolha adequada dos materiais que irão compor a envoltória de uma edificação em climas quentes deve se basear principalmente em duas características ambientais de grande relevância para o desempenho das edificações: a temperatura máxima e a amplitude diária. A radiação solar também irá influenciar o desempenho térmico da edificação, o que torna a orientação e a absorvância das superfícies externas relevantes para o desempenho térmico neste tipo de clima. As propriedades termofísicas mais importantes neste caso são a condutividade térmica, o calor específico e a massa específica, que definem a resistência térmica e a capacidade térmica do fechamento. Como anteriormente colocado, a resistência térmica será responsável por moderar o fluxo de calor das superfícies externa para a interna.

A capacidade térmica está relacionada com a moderação da resposta interna quanto às flutuações nas temperaturas (GIVONI, 1976).

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) colocam que a radiação solar é a principal variável responsável pelos ganhos térmicos de uma edificação<sup>7</sup> no clima brasileiro e irá atuar diretamente nas condições internas de conforto. Neste contexto, a ventilação natural e o sombreamento assumem papel de importância como estratégias bioclimáticas.

A ventilação natural só será eficaz se as temperaturas do ar se encontrarem no intervalo de 20°C a 32°C, sendo que a partir dos 27°C a ventilação só é eficiente se estiver associada a valores de umidade relativa entre 15% e 75%. Para temperaturas acima de 32°C, a ventilação deixa de ser uma estratégia efetiva para o conforto, pois a partir daí os ganhos térmicos por convecção representariam aquecimento do ambiente ao invés de resfriamento (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). Além disso, existem climas em que as estratégias de ventilação e sombreamento são benéficas durante um determinado período apenas.

Ferreira, Souza e Assis (2014) promoveram um estudo sobre a análise climática do Brasil e da literatura relativa à bioclimatologia de forma a obter recomendações arquitetônicas e construtivas para diferentes tipos climáticos e contrapuseram as informações levantadas com o intuito de elaborar um quadro resumo de recomendações arquitetônicas e construtivas para os contextos climáticos mais gerais do Brasil. Os principais autores adotados neste trabalho foram: Givoni (1976), Mascaró (1983), o material produzido para o Ministério da Educação e Cultura (BRASIL, 1983) e Blume (1984). Para os climas existentes no território brasileiro as recomendações identificadas na literatura são apresentadas no QUADRO 3.2.

**QUADRO 3.2**Resumo das recomendações arquitetônicas conforme o clima (continua)

	Tropical de altitude	Tropical	Temperado	Quente e úmido	Quente e seco
<b>1. Planta de situação</b>					
Construções orientadas segundo eixo longitudinal leste-oeste		X			
Plantas compactas com pátios internos					X
Plantas compactas	X				
Formas alongadas			X		
Voltadas para o vento dominante				X	

<sup>7</sup>Sem ocupação

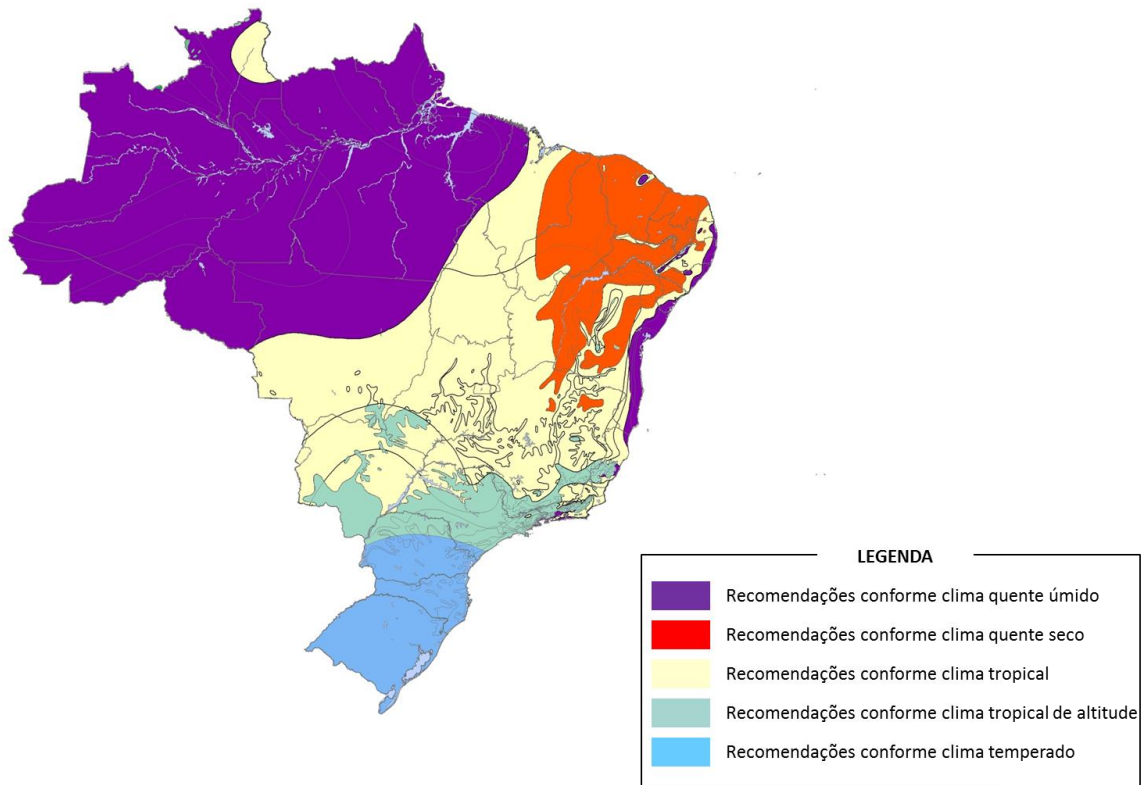
**QUADRO 3.2** Resumo das recomendações arquitetônicas conforme o clima (conclusão)

<b>2. Espaçamento entre construções</b>					
Grandes espaçamentos para favorecer a penetração de vento		X		X	
Grandes espaçamentos para favorecer a penetração de vento, mas com proteção contra vento quente ou frio			X		
Distribuição compacta, proteger ventos frios	X				
Distribuição compacta					X
<b>3. Circulação do ar</b>					
Construções com orientações simples, aberturas que permitam circulação do ar permanente				X	
Construções com orientação dupla, circulação de ar cruzada, aberturas de ar controláveis	X	X	X		
Incremento da umidade					X
<b>4. Dimensões das aberturas</b>					
Grandes: 40 a 80% das fachadas norte e sul.				X	
Médias: 25% a 40% da superfície das paredes	X	X	X		
Pequenas: 15% a 25% da superfície das paredes					X
<b>5. Posição das Aberturas</b>					
Aberturas nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano, do lado exposto ao vento e nas paredes internas				X	
Aberturas nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano, do lado exposto ao vento		X			
Aberturas nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano	X		X		X
<b>6. Proteção das aberturas</b>					
Proteger da insolação direta durante todo o ano				X	X
Proteger da insolação direta durante o verão	X	X	X		
Proteger da chuva				X	
<b>7. Paredes</b>					
Construções leves, baixa inércia térmica				X	
Construções maciças, alta inércia térmica	X		X		X
Paredes isoladas					
Cores claras				X	X
Cores médias a escuras			X		
<b>8. Coberturas</b>					
Leve (pouca inércia térmica), superfície refletora, uso de câmara de ar			X	X	
Leve e bem isolada					
Construções maciças, alta inércia térmica	X				X

Fonte: FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2014.

Assim, espacializando as recomendações, encontra-se a configuração da distribuição no território brasileiro conforme é apresentado na FIGURA 3.3.

**FIGURA 3.3** Espacialização das recomendações arquitetônicas por tipo climático do Brasil



Fonte: FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2014.

A partir da definição das regiões climáticas do país, correlacionou-se as recomendações arquitetônicas obtidas na literatura de referência com os tipos de clima existentes. Ressalva-se que estas recomendações assumem forma generalista, havendo a necessidade de serem mais bem detalhadas. Uma limitação encontrada neste trabalho refere-se à definição das recomendações para climas intermediários. Para estes climas não foi possível se obter a definição das recomendações, sendo apenas sugerida a adaptação das recomendações definidas para os outros tipos climáticos a que se assemelham em determinado período do ano. Entretanto, algumas delas são de difícil definição, como, por exemplo, a inércia térmica, deixando assim indefinidas algumas recomendações para o grande domínio tropical (FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2014).

### **3.2. Estudos sobre o Desempenho Térmico de Edificações**

Como foi previamente exposto, o clima irá influenciar no desempenho térmico das edificações, havendo uma constante troca de calor e de massa entre o meio e estas, regulada pelas envoltórias.

Os trabalhos referentes ao desempenho térmico de edificações residenciais desenvolvidos no Brasil, tipologia de interesse no presente estudo, encontram algumas limitações. Uma delas está associada à sensação térmica do usuário para o caso brasileiro. A solução usualmente adotada tem sido a aplicação de normas internacionais, desenvolvidas para contextos climáticos bastante diferenciados do existente no Brasil, sendo, conseqüentemente, sua aplicabilidade ainda discutível, conforme a literatura apresentada no item 2.7 deste trabalho, e que ainda requer estudos que confirmem sua aplicabilidade para o caso brasileiro (BARBOSA, 1997).

Outro ponto bastante questionável é que em geral os métodos tradicionais vigentes de avaliação de desempenho térmico de edificações com caráter prescritivo tendem a se basear quase que estritamente em parâmetros como a resistência térmica ou a transmitância térmica. A escolha destes parâmetros é acertada quando a avaliação se destina à edificações inseridas em climas frios ou temperados, com necessidade de aquecimento dos ambientes e cujo principal objetivo é a redução do consumo de energia, por meio da diminuição das perdas de calor para o ambiente externo, havendo a necessidade de limitação dos valores da resistência térmica e da estanqueidade ao ar dos caixilhos (AKUTSU, 1998).

O caso brasileiro distingue-se destes, pois para as condições climáticas locais o mais crítico é alcançar o conforto térmico durante o verão, havendo em alguns casos a necessidade de uso de sistemas de condicionamento de ar para o resfriamento dos ambientes. Segundo Akutsu e Vittorino (1997), para tais condições os métodos tradicionais apresentam-se inadequados.

No caso de climas majoritariamente quentes como em boa parte do território brasileiro, em que boa parte das trocas de calor nas edificações ocorre por radiação, parâmetros como a ventilação e a radiação solar possuem relevância significativa para o conforto térmico. Ao se basear apenas na resistência térmica dos fechamentos nos métodos de avaliação, a contribuição da ventilação e da radiação solar é desconsiderada, principalmente no desempenho das edificações não condicionadas artificialmente. Neste tipo de edificação o

foco não é mais o consumo de energia, mas sim o conforto térmico de seus ocupantes, dependente de variáveis como a temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e a temperatura radiante média do ambiente (AKUTSU; VITTORINO, 1997).

Assim, a resistência térmica e seu recíproco, a transmitância térmica, baseados na transferência de calor em estado estacionário, mostraram-se uma aproximação aceitável para o caso das edificações condicionadas artificialmente em climas com pequenos ganhos solares e com baixa amplitude térmica exterior em comparação com a diferença de temperatura média entre o exterior e o interior. Estes parâmetros não se mostraram apropriados para avaliar o desempenho térmico das envoltórias de edificações condicionadas naturalmente em climas com grande amplitude térmica. Outros parâmetros têm se mostrado mais apropriados, como, por exemplo, a capacidade térmica (BARRIOS; HUELSZ; RECHTMAN, 2011).

São poucos os estudos realizados acerca dos parâmetros que influenciam o desempenho térmico de edificações no Brasil e os poucos existentes não contemplam boa parte do território brasileiro. A seguir serão apresentados estudos que contribuíram para o tema.

Um dos trabalhos pioneiros na área de métodos para avaliar o desempenho térmico de edificações no Brasil foi o de Barbosa (1997), cujo objetivo era estabelecer um método de para edificações residenciais unifamiliares. A autora propõe que a avaliação seja feita por simulações que utilizem arquivos climáticos do tipo TRY (Ano Climático de Referência) e que a zona de conforto adotada seja a de Givoni (1992) para países em desenvolvimento de clima quente. A quantidade de horas de conforto anuais em que a temperatura interna encontra-se fora dos limites de conforto de Givoni (1992) não deve ultrapassar o valor limite estabelecido de 1000 horas para garantir o bom desempenho da edificação. Em uma complementação ao trabalho desenvolvido por Barbosa (1997), Barbosa e Lamberts (2002) propõem a substituição do limite de 1000 horas de desconforto anuais por 1752 horas, o que equivale a 20% das horas anuais em desconforto. Cabe destacar que o uso de arquivos climáticos do tipo TRY encontra as limitações da ausência de dados medidos de radiação e a eliminação das situações climáticas extremas (CARLO, 2002).

Outro trabalho de grande relevância na área foi o desenvolvido por Akutsu (1998). Neste trabalho a autora propõe como método de avaliação de desempenho a simulação computacional, com a caracterização das condições de exposição ao clima por dias típicos de



projeto, para a obtenção das temperaturas internas do ar. As temperaturas internas são comparadas com os limites de conforto estabelecidos pela norma ISO 7730 (ISO, 2005), tendo a edificação que apresentar no mínimo 80% das horas anuais dentro da região de conforto. No mesmo estudo, a autora analisou a resposta térmica de uma edificação térrea unifamiliar, considerando-se as condições dinâmicas de exposição ao clima da cidade de São Paulo, zona bioclimática 3 segundo a parte 3 da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), e as correlacionou com os parâmetros que caracterizam as respostas térmicas da edificação. Os parâmetros considerados foram a resistência térmica das paredes externas, a capacidade térmica das paredes externas, o valor médio da resistência térmica das paredes externas e das paredes internas e o valor médio da capacidade térmica das paredes externas e das paredes internas.

Foram avaliadas 30 opções de paredes com diferentes características referentes à resistência e à capacidade térmica, sendo fixados: os valores da absorvância ( $\alpha=0,5$ ), a inexistência de dispositivos de sombreamento nas aberturas e as trocas de ar em 1 ren/h. Os resultados obtidos apontaram não haver diferença significativa observada entre os dados considerando apenas as paredes externas e aqueles considerando as paredes externas e internas, levando a autora a considerar apenas os resultados para as paredes externas por uma questão de simplificação do trabalho.

A partir dos resultados, a autora notou haver uma forte correlação entre os valores de resistência térmica das paredes e os valores máximos da carga térmica de aquecimento, o que corrobora com a utilização da resistência térmica como um elemento regulador e indicador de desempenho térmico de edificações em climas frios, onde há a necessidade de aquecimento. No entanto, para o caso da edificação condicionada naturalmente, a maior correlação observada foi para a capacidade térmica. Akutsu (1998) concluiu que, para as condições climáticas de verão, é possível utilizar a capacidade térmica em substituição à resistência térmica como um indicador de desempenho térmico de edificações condicionadas naturalmente.

Outros estudos foram realizados em localidades distintas com o intuito de identificar os parâmetros que caracterizam as respostas térmicas da edificação para o clima local. Rotta (2009) avaliou as condições de desempenho térmico de edificações multifamiliares para o clima de Santa Maria (RS), zona bioclimática 2, e concluiu que, no período de verão, foram as

características termofísicas da envoltória os fatores determinantes no desempenho térmico das edificações, principalmente a capacidade térmica da envoltória. No inverno, outros fatores apresentaram-se mais decisivos. A autora também observa que a norma NBR 15.220-3 (ABNT, 2005) é mais adequada para os climas quentes do país e que esta norma se equivoca ao recomendar coberturas leves para localidades de clima frio com uma grande amplitude térmica diária, como no caso da cidade de Santa Maria. Além disso, as recomendações deveriam abranger também os períodos mais adequados para a ventilação, outro fator de relevância para esse tipo climático e que apresenta impactos distintos conforme uso e período do ano.

Também para a zona bioclimática 2, mas para o clima de Pelotas (RS), Oliveira, Silva e Cunha (2011) realizaram um estudo de desempenho térmico utilizando simulações computacionais. Foram consideradas cinco configurações: o caso base; coberturas com isolamento e cores claras; paredes externas com massa térmica e cores claras; uso de venezianas nos fechamentos transparentes; e a totalização de todas as combinações anteriormente propostas. Os autores concluíram que a melhor solução refere-se à adoção de coberturas isoladas com baixas absorptâncias.

Outro estudo de desempenho térmico de edifícios multifamiliares para a cidade de Pelotas (RS) foi desenvolvido por Curcio e Silva (2013) por meio de monitoramento. Os autores perceberam que a orientação solar dos ambientes e das aberturas influenciam de forma significativa no desempenho térmico durante o período frio, auxiliando também o desempenho no período de verão. Já para o período quente, as características térmicas das paredes externas são decisivas, sendo recomendados baixos valores de transmitância térmica e altos valores de capacidade térmica (paredes pesadas). Estratégias como a ventilação natural seletiva e o sombreamento também contribuem para o desempenho térmico das habitações, contudo é preciso considerar que o período de frio se sobrepõe ao período de calor para esta localidade (CURCIO; SILVA, 2013).

Estudos equivalentes foram elaborados para localidades da zona bioclimática 3. Com o objetivo de avaliar o desempenho térmico de residências na cidade de Florianópolis que fazem uso da ventilação natural, Matos (2007) conduziu um estudo com base em simulações paramétricas. A autora adotou um caso base, uma residência unifamiliar, e a definição das estratégias a serem adotadas neste caso foram de acordo com as recomendações da norma

NBR 15.220 (ABNT, 2005) para a zona bioclimática 3. As variáveis consideradas na avaliação paramétrica foram a área de ventilação, sombreamento das aberturas, transmitância térmica e capacidade térmica de paredes e cobertura, absorvância de coberturas, a orientação da edificação e, por fim, diferentes estratégias de ventilação.

Para o estudo foram definidas três variações de cobertura: cobertura sem isolamento e com atraso térmico no limite do especificado pela parte 3 da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), cobertura com isolamento e com atraso térmico no limite do especificado pela parte 3 da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) e cobertura com isolamento e com atraso térmico bem abaixo do limite do especificado pela parte 3 da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005). Já para as paredes foram cinco tipos, sendo que três delas com capacidade térmica elevada e outras duas com baixa capacidade térmica. Os resultados obtidos permitiram à autora concluir que alguns limites estabelecidos pela norma NBR 15.220-3 (ABNT, 2005c) não são adequados, como, por exemplo, o atraso térmico para as paredes. Duas das paredes avaliadas possuíam valores de atraso térmico superior ao limite estabelecido pela norma, contudo os resultados obtidos nas simulações indicaram que, quando a transmitância encontra-se dentro dos limites da norma, as paredes pesadas obtinham melhor desempenho. Além disso, as simulações mostraram que as coberturas escuras resultaram em desempenho muito inferior às claras, sendo então a absorvância da cobertura fundamental para o desempenho da edificação neste tipo de clima (MATOS, 2007).

A influência da envoltória no desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ocupadas e ventiladas naturalmente em Florianópolis foi estudada por Pereira (2009) e os resultados obtidos permitiram à autora concluir que o envelope exerce influência sobre o desempenho térmico de edificações residenciais com tais características. A propriedade que apresentou maior correlação com o conforto foi a capacidade térmica e a pior correlação ocorreu para a transmitância térmica. Pode-se verificar que, para as condições do estudo, o mais indicado é adoção de envelopes com maiores valores de capacidade e atraso térmicos (PEREIRA, 2009).

Também no âmbito da avaliação de desempenho térmico de habitações de interesse social unifamiliares, Grigoletti e Sattler (2010) desenvolveram uma análise para o clima de Porto Alegre (RS), zona bioclimática 3, e concluíram que a cobertura possui papel fundamental no desempenho térmico de edificações térreas. As principais estratégias para esse clima foram

a captação da radiação solar durante os períodos frios e da inércia térmica da edificação. Para este tipo de edificação, a orientação mostrou-se pouco significativa (GRIGOLETTI; SATTLER, 2010).

Já para a zona bioclimática 6, com o objetivo de determinar quais são os parâmetros mais influentes no desempenho térmico de uma habitação unifamiliar para o clima de Campo Grande (MS), Silva et al. (2014) realizaram uma série de simulações alterando os parâmetros termofísicos e avaliando seu impacto no desempenho térmico da edificação. Os parâmetros estudados foram a transmitância térmica das paredes internas, externas e da cobertura, a capacidade térmica das paredes internas, externas e da cobertura, a absorvância solar das paredes externas e da cobertura, e a emissividade à radiação de onda longa da cobertura. Os autores constataram que os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica da cobertura e a absorvância solar das paredes e coberturas.

Para avaliar o desempenho térmico em habitações populares em climas tropicais, Leão (2006) adotou um estudo de caso de habitação unifamiliar para a cidade de Cuiabá (MT), zona bioclimática 7, e concluiu que as paredes e coberturas leves prejudicaram o desempenho térmico da edificação. Além da envoltória pesada, o autor recomendou a ventilação natural e o sombreamento das aberturas.

Loureiro (2003) analisou o desempenho térmico de residências na cidade de Manaus, zona bioclimática 8, e chegou às seguintes estratégias de conforto: ventilação permanente, envoltórias leves e de baixa resistência e forros isolantes além de ático ventilado na composição da cobertura.

Negreiros e Pedrini (2013) em um estudo de desempenho térmico de residências unifamiliares voltado para o clima quente úmido da cidade de Natal, zona bioclimática 8, observaram que a ventilação natural contribuiu de forma expressiva para a melhoria do desempenho térmico. Além disso, as melhores condições de conforto foram obtidas para as coberturas claras com forro e as piores para a habitação sem forro seguido pelo caso com paredes escuras. A absorvância, tanto da cobertura quanto das paredes, mostrou-se uma variável para a qual o desempenho térmico é bastante sensível.

A pesquisa conduzida por Silveira (2014) avaliou o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ventiladas naturalmente para os climas de Curitiba, Campinas e

Natal. A análise de desempenho foi realizada a partir de simulações computacionais para 36 diferentes componentes de fachada, 48 casos de componentes de cobertura, 8 orientações de implantação, 9 valores de absorvância para fachadas e 16 temperaturas de *setpoint* para controle da ventilação natural. Os resultados obtidos nesta pesquisa apontaram que as características termofísicas da envoltória mostraram-se decisivas no desempenho térmico da residência, influenciando significativamente os fluxos de calor.

De modo geral, as paredes com melhor desempenho foram aquelas que possuíam tanto reduzida transmitância térmica quanto elevada capacidade térmica, mesmo para o clima quente e úmido de Natal. A adoção de paredes com isolamento resistivo, no caso a lâ de rocha, não resultou em melhorias consideráveis no conforto térmico, havendo casos inclusive de reduzi-lo. Quanto à absorvância das paredes externas, o autor observou uma grande representatividade desta variável na obtenção do conforto térmico. Quanto maior o valor da absorvância, maior são as horas de desconforto por calor em todos os climas e menor as horas de desconforto por frio para Curitiba e Campinas. No entanto, para a cidade de Curitiba, em razão do predomínio de desconforto por frio, o aumento da absorvância ocasionou na redução de horas de desconforto total. No que se refere à cobertura, para os três climas em questão, as horas de conforto estão fortemente relacionadas com a transmitância da cobertura. Quanto menor a transmitância, melhores as condições de conforto. Outro resultado referente à cobertura é de que o isolamento radiante e resistivo mostraram-se boas soluções na melhoria do desempenho térmico, assim como o átrio não ventilado. A orientação da edificação teve uma representatividade menor no desempenho térmico da edificação (SILVEIRA, 2014).

Uma avaliação de habitações unifamiliares para o clima quente e úmido foi desenvolvida por Oliveira (2006). Por meio de simulações, o autor verificou que entre os parâmetros térmicos para este tipo climático, os mais sensíveis foram a ventilação natural, a transmitância e a absorvância térmica da cobertura. Embora não tenha sido tão significativo como os parâmetros anteriores, o sombreamento também contribuiu para a melhoria do desempenho térmico. Os parâmetros transmitância e absorvância térmica das paredes e a área de abertura não impactaram de forma significativa no desempenho dos ambientes, segundo o autor. Contudo, deve-se atentar ao fato de que o autor utilizou como variável de saída a temperatura do ar interno dos ambientes. Esta variável não expressa

adequadamente os efeitos da radiação, fundamental para climas quentes, podendo este fato ter limitado os resultados obtidos.

Com enfoque no desempenho térmico de coberturas, Lamberts (1990) observou que a transmissão de calor pela cobertura é função da absorvância da superfície externa, governada por sua cor; da emissividade a radiação de onda longa no interior do ático, que irá influenciar nas trocas por radiação entre o forro e a telha; a taxa de ventilação no ático, que pode contribuir para a remoção de calor das superfícies por convecção; e a resistência térmica do forro. Avaliando 10 tipos de coberturas para o dia típico de verão para Porto Alegre, o autor concluiu que tanto a absorvância da telha como o isolamento sobre o forro são capazes de melhorar consideravelmente o desempenho térmico da edificação. A ventilação do ático também contribuiu para a melhoria do desempenho, mas de forma menos significativa.

Alguns estudos realizados enfocaram no impacto da inércia térmica no desempenho térmico das edificações. Papst (1999) investigou o uso da inércia térmica em edificações residenciais unifamiliares durante todo o período do dia, na cidade de Florianópolis, zona bioclimática 3, e concluiu haver benefício no uso dessa propriedade térmica nas paredes externas para tal condição climática, tanto para o período quente como para o frio. Aliada à inércia térmica, recomenda-se também o emprego de uma boa orientação solar da edificação, devendo as paredes de orientação leste e oeste receberem sombreamento no verão, e também a ventilação seletiva. É relevante enfatizar que a inércia térmica só apresentou resultados positivos quando associada ao isolamento térmico da cobertura, evitando assim o ganho de calor por radiação no período quente e a perda de calor no período frio.

O uso da inércia térmica em edificações na cidade de São Carlos (SP), zona bioclimática 4, foi o foco do trabalho desenvolvido por Dornelles e Roriz (2005). Os autores constataram que os sistemas construtivos com maior inércia proporcionam ambientes mais confortáveis para o clima semiúmido com invernos frios e secos, e verões quentes e úmidos (DORNELLES; RORIZ, 2005). Em um estudo complementar a este, os mesmos autores notaram que, para os meses mais frios, o uso de inércia térmica só apresenta bons resultados quando combinado com aquecimento solar passivo e ventilação seletiva. Já para os meses quentes, para otimizar o desempenho térmico com o uso da inércia térmica, deve-se sombrear as fachadas e aberturas com o objetivo de reduzir os ganhos de calor solar, além de permitir a ventilação

seletiva, principalmente no período noturno, para a redução das temperaturas internas (DORNELLES; RORIZ, 2005).

Brito, Akutsu e Tribess (2011) verificaram, por meio de simulações, que para o clima da cidade de São Paulo, zona bioclimática 3, sistemas construtivos com maior inércia térmica apresentam melhor desempenho térmico do que os sistemas com baixa inércia térmica.

Akutsu, Brito e Chieppe (2012) realizaram um estudo acerca do efeito da capacidade térmica e da resistência térmica no desempenho térmico de habitações para a cidade de São Paulo e os resultados obtidos apontaram a importância da inércia térmica na melhoria do desempenho térmico para este tipo de edificação. Além disso, os autores concluíram que a inércia térmica da edificação está associada não apenas às características termofísicas das paredes, como também está fortemente associada ao isolamento térmico da cobertura. Outra conclusão importante refere-se às propriedades termofísicas, capacidade e resistência térmica, uma vez que foi observado que, de modo geral, o aumento da capacidade térmica das paredes resulta em um aumento da inércia térmica como um todo, o que não ocorre com a resistência térmica. Contudo, quando a capacidade térmica da parede sofre uma redução, esta pode ser equilibrada com o aumento da resistência térmica conforme as características de isolamento térmico da cobertura.

Sales, Brito e Akutsu (2014) analisaram o desempenho térmico de uma habitação também em São Paulo por meio de simulação, adotando dois sistemas construtivos com inércias térmicas significativamente diferentes e variações no seu projeto arquitetônico (variação na área dos ambientes e das aberturas, alteração na área envidraçada da fachada e variações no pé direito). Os resultados obtidos permitiram aos autores concluir que os sistemas construtivos leves são mais afetados por variações nos parâmetros de projeto avaliados. A variação na área dos ambientes até um limite de 35% e a variação de até 0,5m no pé direito mínimo de 2,5 m não produziram efeitos significativos no desempenho térmico da edificação. Já o aumento na área envidraçada da fachada resultou em um impacto expressivo, mostrando a necessidade de ser bem avaliado para que não prejudique o desempenho da edificação.

O efeito da cor e da massa térmica da envoltória na temperatura interna foi estudado por Cheng, Ng e Givoni (2005) para o clima quente, e úmido e concluíram que quanto maior a incidência de radiação e quanto mais leve a envoltória da edificação, maior será a influência

da absorvância no desempenho da edificação. Quanto ao efeito da massa térmica, seu efeito positivo ou negativo, irá depender das circunstâncias, como modo de operação, padrões de uso e ventilação dos ambientes.

Os efeitos da aplicação de isolantes térmicos nas paredes e coberturas no conforto térmico e nas cargas térmicas de condicionamento foi foco de estudo de Akutsu e Vittorino (1991). Os autores colocam que para o caso do clima brasileiro, predominantemente quente, o período crítico para o conforto térmico ocorre durante o verão. Para tal situação não se aplica a ideia de que quanto maior a resistência térmica dos componentes, menores os ganhos térmicos, havendo conseqüente melhoria do desempenho térmico da edificação. Na realidade, sob estas condições, os componentes isolantes atuam em alguns momentos como uma barreira ao ganho térmico e em outros como uma barreira às perdas de calor gerado pelas cargas internas, o que torna a modelagem do fenômeno bem mais complexa do que nos casos de regime permanente. Além disso, os autores ressaltam que a resistência térmica por si só não é suficiente para caracterizar o comportamento térmico de edificações, sendo necessário considerar também a inércia térmica. A avaliação correta da contribuição do isolamento térmico deve considerar tanto a condição de ganho como de perda de calor. De modo geral, o uso do isolamento na cobertura resultou na redução dos valores máximos diários e no aumento dos valores mínimos diários da temperatura do ar interior. Contudo, os autores constataram que não há uma relação proporcional entre o aumento da resistência térmica do isolante e as variações nos valores máximos e mínimos da temperatura do ar interior.

A influência da absorvância solar no desempenho térmico de habitações populares foi estudada por Schaeffer et al. (2014) para o clima de Florianópolis. As simulações realizadas no trabalho mostraram que a absorvância influencia fortemente o desempenho térmico de edificações, sobretudo nas situações de calor.

Estudos referentes à ventilação natural em edificações residenciais e seus impactos foram desenvolvidos por Sorgato, Versage e Lamberts (2011a) e Cândido et al. (2011). Sorgato, Versage e Lamberts (2011a) realizaram uma análise para verificar a influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais. A avaliação foi desenvolvida por meio de simulações computacionais no programa EnergyPlus de uma edificação residencial multifamiliar, situada na zona bioclimática 3 (cidade de Florianópolis) e zona bioclimática 8 (cidade de Salvador). As paredes da edificação são compostas por tijolo



cerâmico de oito furos quadrados (9x19x19 cm) e emboço de 2,5 cm de espessura em ambas as faces. Esta componente apresenta uma transmitância térmica correspondente a 1,80 W/(m<sup>2</sup>K), capacidade térmica de 231,00 kJ/m<sup>2</sup>K e a absorvância de 0,40. Já a laje entre pavimentos foi considerada como sendo uma laje pré-moldada com cerâmica de 12,0 cm de espessura. Para que a influência da área de ventilação pudesse ser avaliada, foram considerados três fatores de ventilação correspondentes a 25%, 50% e 100% da área de abertura do ambiente. Os autores concluíram que a área de ventilação influi profundamente no desempenho térmico dos ambientes de permanência prolongada de edificações residenciais, tendo sido obtidos os melhores resultados no que concerne ao desempenho térmico para a faixa de 8% a 15% da área útil do ambiente, principalmente para os limites superiores desta faixa, tanto para a zona bioclimática 3 como para a 8.

A ventilação natural foi tema de estudo de Cândido et al. (2011) para a melhoria do conforto térmico e corroborou com estudos prévios que indicam que o aumento do movimento de ar em climas quentes é essencial para a melhoria do conforto térmico (CÂNDIDO et al., 2011).

Outro estudo desenvolvido por Sorgato, Versage e Lamberts, aborda o sombreamento das janelas dos dormitórios de edificações residenciais por meio de simulações para a mesma edificação e localidades do estudo anterior. O sombreamento das aberturas foi elaborado com veneziana horizontal com refletância de 50%. A existência do dispositivo impactou na temperatura operativa do ambiente, chegando a reduzir em até 1,5°C a temperatura interna dos ambientes tanto em Florianópolis quanto Salvador (SORGATO; VERSAGE; LAMBERTS, 2011b).

No QUADRO 3.3 apresenta-se um resumo das recomendações obtidas a partir dos estudos apresentados de variáveis que contribuíram para o desempenho térmico, separados por zona bioclimática.

**QUADRO 3.3**Quadro resumo das recomendações obtidas a partir das referências analisadas

Cidade	ZB	Autor	Paredes			Aberturas		Coberturas			
			$U_{par}$	$CT_{par}$	$\alpha_{par}$	Somb	$F_{vent}$	$U_{cob}$	$CT_{cob}$	$\alpha_{cob}$	$F_{atico}$
Curitiba	1	Silveira (2014)	■	■	■			■	■	■	■
Santa Maria	2	Rotta (2009)		■			■	■	■		
Pelotas		Oliveira, Silva e Cunha (2011) Curcio e Silva (2013)		■		■	■	■	■		
Florianópolis	3	Matos (2007)		■		■		■	■		
		Pereira (2009)		■				■	■		
Porto Alegre		Grigoletti e Sattler (2010)		■		■		■	■		
Campinas		Silveira (2014)	■	■				■	■	■	
Campo Grande	6	Silva et al. (2014)	■	■				■	■		
Cuiabá	7	Leão (2006)		■		■	■	■	■		
Natal	8	Negreiros e Pedrini (2013)	■	■				■	■		
		Silveira (2014)	■	■				■	■	■	

■ Recomendações anuais  
 ■ Recomendações sazonais  
 ■ Recomendações que não foram avaliadas

### 3.3. Normas de Desempenho Térmico

As normas de desempenho térmico são importantes instrumentos para garantir exigências mínimas e melhorar as condições de conforto na edificação. Elas têm como objetivo avaliar e regular os ganhos através da envoltória de edificações, permitindo identificar os sistemas construtivos mais adequados para uma determinada região climática.

A primeira norma brasileira de desempenho criada foi a NBR 15.220 (ABNT, 2005), dividida em cinco partes. A primeira parte da norma apresenta as definições de conceitos relacionados ao desempenho térmico, enquanto que na segunda parte são apresentados os métodos de cálculo das grandezas envolvidas. É a parte 3 desta norma que define o zoneamento bioclimático brasileiro, com oito zonas bioclimáticas e suas respectivas diretrizes construtivas. O zoneamento proposto pela norma foi desenvolvido dividindo-se o território brasileiro em 6500 células, com 36 km de lado cada uma delas, caracterizadas pelas médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e umidades relativas do ar. Dentre as 6500 células, somente 330 possuíam dados climáticos medidos, para as demais células o clima foi estimado por interpolação. Para a classificação do clima para cada uma das células, aplicou-se o Diagrama Bioclimático (GIVONI; 1992) com algumas adaptações, agrupando então as células classificadas com um mesmo tipo climático (RORIZ; GHISI; LAMBERTS, 2001). As recomendações de projeto expostas na norma NBR 15.220-3 (ABNT, 2005c) são referentes ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse

social e tomam como base parâmetros e condições de conforto fixados. Esses parâmetros e condições de contorno são descritos na norma como sendo:

- a) tamanho das aberturas para ventilação;
- b) proteção das aberturas;
- c) fechamentos externos (tipo de parede externa e tipo de cobertura), com base na transmitância térmica, no atraso térmico e no fator solar.

A partir de tais parâmetros foram propostas as diretrizes construtivas para as oito zonas bioclimáticas. Estas diretrizes não possuem caráter obrigatório, apenas de recomendações e são descritas no QUADRO 3.4.

**QUADRO 3.4** Diretrizes construtivas para as oito zonas bioclimáticas (continua)

ZB	Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas	Fechamentos externos	Estratégias de condicionamento térmico passivo	
1	Médias	Permitir sol durante o período frio	Parede leve	Inverno	Aquecimento solar da edificação
			Cobertura leve isolada		Fechamentos internos pesados (inércia térmica)
2	Médias	Permitir sol durante o inverno	Parede leve	Inverno	Aquecimento solar da edificação
			Cobertura leve isolada		Fechamentos internos pesados (inércia térmica)
3	Médias	Permitir sol durante o inverno	Parede leve refletora	Verão	Ventilação cruzada
			Cobertura leve isolada	Inverno	Aquecimento solar da edificação
	Médias	Sombrear aberturas	Parede pesada	Verão	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento
			Cobertura leve isolada	Inverno	Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
5	Médias	Sombrear aberturas	Parede leve refletora	Verão	Aquecimento solar da edificação
			Cobertura leve isolada	Inverno	Fechamentos internos pesados (inércia térmica)
	Médias	Sombrear aberturas	Parede leve refletora	Verão	Ventilação cruzada
			Cobertura leve isolada	Inverno	Fechamentos internos pesados (inércia térmica)

**QUADRO 3.4** Diretrizes construtivas para as oito zonas bioclimáticas (conclusão)

6	Médias	Sombrear aberturas	Parede pesada	Verão	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento
					Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
			Cobertura leve isolada	Inverno	Fechamentos internos pesados (inércia térmica)
7	Pequenas	Sombrear aberturas	Parede pesada	Verão	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento
			Cobertura pesada		Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
8	Grandes	Sombrear aberturas	Parede leve refletora	Verão	Ventilação cruzada permanente
			Cobertura leve refletora		

Fonte: ABNT, 2005c, organizado pela autora.

Os valores limites adotados para as aberturas para ventilação e para transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de fechamento são apresentados nas TABELA 3.2 e TABELA 3.3, respectivamente.

**TABELA 3.2** Aberturas para ventilação

Aberturas para ventilação	A (em % da área de piso)
Pequenas	$10\% < A < 15\%$
Médias	$15\% < A < 25\%$
Grandes	$A > 40\%$

Fonte: ABNT, 2005c.

**TABELA 3.3** Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação

Vedações externas		Transmitância térmica - U W/m <sup>2</sup> .K	Atraso térmico - $\phi$ Horas	Fator solar - FS <sub>o</sub> %
Paredes	Leve	$U \leq 3,00$	$\phi \leq 4,3$	$FS_o \leq 5,0$
	Leve refletora	$U \leq 3,60$	$\phi \leq 4,3$	$FS_o \leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,20$	$\phi \geq 6,5$	$FS_o \leq 3,5$
Coberturas	Leve isolada	$U \leq 2,00$	$\phi \leq 3,3$	$FS_o \leq 6,5$
	Leve refletora	$U \leq 2,30.FT$	$\phi \leq 3,3$	$FS_o \leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,00$	$\phi \geq 6,5$	$FS_o \leq 6,5$

Fonte: ABNT, 2005c.

Como observam Cândido et al. (2011) esta norma possui três padrões distintos de ventilação natural. O primeiro deles, denominado de “ventilação cruzada”, indica a necessidade do fluxo de ar através dos ambientes internos e é aplicável para as zonas bioclimáticas 2, 3 e 5. O segundo padrão é chamado de “ventilação seletiva” e se refere à ventilação que deve ocorrer especificamente durante as estações quentes e/ou quando a temperatura interior é superior à temperatura externa, aplicável às zonas 4, 6 e 7. O último padrão é o de “ventilação permanente”, sugerido para a zona 8, onde há uma forte dependência da ventilação natural para a obtenção de conforto térmico dos ocupantes. Apenas para a zona bioclimática 1 não é recomendado o emprego da ventilação natural, uma vez que esta zona corresponde às regiões de clima mais frio do país. Apesar destas recomendações, os autores questionam o fato de que a ventilação natural na norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) não esteja associada a uma forte preocupação em relação ao fluxo de ar nos ambientes internos, atendendo suas recomendações apenas às áreas de abertura e o padrão de ventilação. Tais recomendações não são suficientes para garantir o fluxo de ar adequado nos ambientes internos, havendo a necessidade de maior aprofundamento e novas contribuições acerca do tema.

Uma consideração relevante acerca do zoneamento bioclimático brasileiro proposto na norma NBR 15.220-3 (ABNT, 2005c) refere-se ao fato de ter adotado o Diagrama Bioclimático de Givoni (1992) para o estabelecimento de uma zona de conforto para todo o Brasil. Há que se considerar que a extrapolação do Diagrama de Givoni para todo o território nacional ocasiona em divergência quanto à zona de conforto térmico, uma vez que é de conhecimento, diante do exposto no item 2.7 do presente trabalho, que este índice não poderia ser aplicado à populações adaptadas a climas úmidos (ARAÚJO, 1996). Uma vez que o diagrama de Givoni foi desenvolvido para um indivíduo em condições distintas, para sua aplicação, os limites de conforto do diagrama necessitam ser ajustados.

Algumas considerações a respeito do zoneamento adotado para o país foram colocadas por diversos autores. Pereira e Assis (2005) questionam a classificação bioclimática da cidade de Belo Horizonte, classificada na zona 3, assim como Florianópolis e Santos. As autoras avaliaram haver maior proximidade do clima de Belo Horizonte com o de Brasília, ambas cidades de clima continental no domínio semiárido, sem a influência das brisas marinhas constantes das cidades litorâneas que modificam a umidade local. Bogo (2008) identifica

como outra limitação o fato de serem classificadas em uma mesma zona bioclimática cidades com altitudes distintas. Martins, Bittencourt e Krause (2012) observaram divergências de classificação no semiárido nordestino, em que se constatou que as cidades do semiárido alagoano se assemelham mais às características climáticas da zona bioclimática 7 e não às características da zona 8, em que estão originalmente inseridas, provavelmente sob a influência das cidades litorâneas alagoanas de clima quente e úmido. Os autores ressaltam ainda a necessidade de se estabelecer um zoneamento sazonal de forma a contemplar as variações climáticas existentes.

Outra discussão envolvendo o atual zoneamento bioclimático brasileiro refere-se às variáveis climáticas utilizadas. Bastos, Krause e Beck (2007) sugerem a consideração da disponibilidade de ventos locais como variável para a classificação bioclimática, uma vez que a ventilação natural se mostra como uma estratégia fundamental para se obter conforto e um melhor desempenho térmico em edifícios localizados em clima tropical, como grande parte do Brasil. O agrupamento de regiões com regimes de vento inteiramente distintos em uma mesma zona poderá ocasionar em soluções arquitetônicas errôneas, segundo os autores.

Rocha, Assis e Gonçalves (2009) propuseram o aperfeiçoamento do zoneamento bioclimático para o estado de Minas Gerais, agregando dados regionais de vento. Os autores obtiveram quatro zonas bioclimáticas para o estado. Comparando os resultados com o zoneamento da norma, os autores concluíram que não houve semelhança entre as zonas bioclimáticas determinadas. Adicionalmente, o trabalho apresentou-se mais abrangente, originando apenas quatro zonas quando comparado às seis zonas previstas pela norma para o território mineiro.

A pesquisa desenvolvida por Costa, Barbirato e Goulart (2012) avaliou o desempenho térmico de edificações residenciais para diferentes cidades na zona bioclimática 8. As cidades escolhidas foram Belém (PA), Fortaleza (CE), Maceió (AL), Salvador (BA) e Rio de Janeiro (RJ). As autoras concluíram que, embora estejam em uma mesma zona bioclimática, há diferenças nas necessidades das estratégias de projeto a serem adotadas em cada uma das cidades em questão para se alcançar um desempenho térmico adequado e assim promover o conforto térmico do ambiente interno, sendo a norma limitada em suas recomendações.

No trabalho desenvolvido por Oliveira (2012), o autor analisou a pertinência dos valores recomendados pela norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005) como limites para a transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar para as paredes externas e coberturas. A análise foi conduzida por simulações de uma habitação de interesse social na zona bioclimática 2 e indicou que os limites estabelecidos pela norma não são válidos para se obter as melhores condições de conforto. Valores mais elevados do que os limites da norma NBR15220 (ABNT, 2005) de atraso térmico e de absorvância resultaram em melhores condições para o interior da edificação, na zona 2.

Outra norma de desempenho em vigor no Brasil, a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), estabelece três procedimentos informativos para a avaliação da adequação de desempenho térmico de habitações: o procedimento simplificado, por simulação computacional e por medições realizadas nas edificações ou em protótipos em escala real. Pelo procedimento simplificado, os fechamentos externos (paredes e coberturas) devem atender aos critérios especificados na norma NBR 15.575-4 (ABNT, 2013b) e na norma NBR 15.575-5 (ABNT, 2013c). Esses critérios referem-se à transmitância térmica, capacidade térmica e área de ventilação, conforme é apresentado nas TABELA 3.4 a TABELA 3.6 de acordo com a zona bioclimática da localidade, segundo a norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005c).

**TABELA 3.4** Critérios de vedações quanto a transmitância térmica de paredes externas

Transmitância Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α ≤ 0,6 U ≤ 3,7	α > 0,6 U ≤ 2,5

Fonte: ABNT, 2013b.

**TABELA 3.5** Critérios de vedações quanto a capacidade térmica de paredes externas

Capacidade Térmica (CT) (KJ/K)	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
-	≥ 130

Fonte: ABNT, 2013b.

**TABELA 3.6** Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica

Transmitância Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)				
Zona 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
U ≤ 2,30	α ≤ 0,6 U ≤ 2,30	α > 0,6 U ≤ 1,50	α ≤ 0,4 U ≤ 2,30 FV	α > 0,4 U ≤ 1,50 FV

α é a absorvância à radiação solar da superfície externa da cobertura

NOTA O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15.200-2

Fonte: ABNT, 2013c.

Além dos critérios para os fechamentos, a norma estabelece também critérios quanto ao tamanho das aberturas para ventilação dos ambientes de permanência prolongada. Os critérios são apresentados na TABELA 3.7.

**TABELA 3.7** Área mínima de ventilação

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação (A)	
	Zonas 1 a 7 (aberturas médias)	Zona 8 (aberturas grandes)
Mínimo	A ≥ 7% da área de piso	A ≥ 12% da área de piso (região norte), A ≥ 8% da área de piso (regiões nordeste e sudeste)

Fonte: ABNT, 2013b.

O valor das aberturas para ventilação (A) é calculado a partir da seguinte relação,

$$A = 100 \times \left( \frac{A_A}{A_p} \right) (\%) \quad 3.3$$

onde  $A_A$  é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente ( $m^2$ ), sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitem a livre circulação do ar e  $A_p$  é a área de piso do ambiente ( $m^2$ ).

Caso estes critérios não sejam atendidos, há a possibilidade de comprovar desempenho térmico adequado da edificação por meio do procedimento de simulação. A edificação deve ser modelada conforme as características de projeto. As simulações serão realizadas para um dia típico de verão e de inverno.

Uma das críticas direcionadas à norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) está no fato desta norma basear seu método de avaliação por simulação em dias típicos. Segundo Mascaró (1983), o projeto bioclimático deve ter como base condições climáticas típicas ou normais e não condições extremas, como são caracterizados os dias típicos. Barbosa (1997), conforme já colocado, também apresenta objeções em relação ao uso dos dias típicos de projeto ao invés de arquivos climáticos que possibilitem simulações por períodos superiores a um único dia, permitindo assim abranger alterações climáticas comuns em algumas localidades do Brasil. Além disso, Ferreira e Pereira (2012) ressaltam que as temperaturas de conforto obtidas pelos dias típicos estabelecidos pela norma nas condições extremas de frio ou calor



são bastante extremas: como exemplo, 8,7°C e 33,1°C foram consideradas como temperaturas satisfatórias em uma mesma cidade. Comparando com os índices de conforto já apresentados no item 2.2, nenhum deles permitem uma faixa tão ampla ser considerada como de conforto. As autoras sugerem, então, o uso de um índice adaptativo de conforto e de arquivo climático anual para se realizar a avaliação. Ainda, em relação a esta questão, é preciso ressaltar que a norma não apresenta todos os dados necessários para a aplicação de dias típicos de projeto. Sorgato, Melo e Lamberts (2013) analisaram o método de simulação proposto pela norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) e identificaram resultados diversificados entre si de acordo com os valores adotados como dado de entrada para os parâmetros não estabelecidos relacionados ao dia típico, tais como o tipo de céu e a data do dia típico de projeto que irão influenciar na irradiação solar que atinge as superfícies da edificação (SORGATO; MELO; LAMBERTS, 2013).

Alguns estudos acerca da aplicabilidade da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) também foram desenvolvidos. Brito, Akutsu e Tribess (2011) concluíram que edificações que obtiveram o desempenho mínimo estabelecido pela norma para a cidade de São Paulo, não garantiram conforto térmico segundo a norma ISO 7730 (ISO, 2005). Pereira e Ferreira (2014) realizaram uma avaliação de desempenho térmico de uma edificação multifamiliar segundo os critérios da Norma 15.575 (ABNT, 2013) e o critério de conforto da ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), em diferentes zonas bioclimáticas, e os resultados mostraram que há uma dissociação entre o desempenho e o conforto térmico. Observou-se que os sistemas construtivos que atendem aos critérios da norma não garantem condições de conforto aos usuários na maioria das zonas bioclimáticas, questionando, assim, o método de avaliação de desempenho proposto pela norma, principalmente a simulação por dia típico e a comparação das temperaturas internas com as externas máximas ou mínimas (PEREIRA; FERREIRA, 2014).

Santo, Alvarez e Nico-Rodrigues (2013) realizaram uma profunda análise da norma 15.575 (ABNT, 2013), abrangendo vários dos seus aspectos metodológicos. O primeiro ponto abordado pelas autoras refere-se ao emprego do dia típico de projeto para avaliação de desempenho, principalmente do dia típico de verão, uma vez que, segundo elas, além de se tratar de uma situação extrema para o calor, não possui representatividade estatística. Quando se ampliou o período de análise por simulação de um único dia para os nove dias mais quentes do ano, obteve-se uma variação no nível de desempenho. Este fato aponta que

os critérios adotados pela norma em questão são inadequados, gerando desempenhos equivocados. Questiona-se, ainda, que a variável adotada para a avaliação seja a temperatura do ar, enquanto as principais normas de conforto internacionais, a norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) e a norma EN 15251 (CEN, 2007) empregam a temperatura operativa como principal variável de análise do conforto térmico. A avaliação de conforto quando embasada na temperatura do ar parte do princípio que o ganho térmico por radiação solar não é um fator determinante, o que não corresponde à realidade brasileira. As autoras concluíram que a extrema simplificação na metodologia de análise da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), assim como a ausência de correlação com referenciais de conforto térmico, fazem a metodologia da norma questionável (SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2013).

Também questionando o método de avaliação da norma 15.575 (ABNT, 2013), Chvatal (2014) comparou o procedimento de avaliação simplificado para desempenho térmico proposto pela norma e o comparou com os resultados obtidos com método de simulação. Os resultados obtidos pela autora indicaram que o procedimento simplificado não é sensível aos impactos da transmitância e da absorvância da envoltória como o método de simulação, podendo originar em uma classificação de desempenho equivocada. Além disso, a autora também observou que a capacidade térmica influencia os limites destas variáveis, não devendo os parâmetros termofísicos serem avaliados de forma desassociada.

Soares (2014) avaliou as prescrições da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) para a zona bioclimática 2 para uma habitação de interesse social e concluiu que os limites dos parâmetros termofísicos propostos pela norma mostraram-se muito elevados em relação aos valores com melhor desempenho térmico. Também os critérios adotados pelo método de simulação de dias típicos provocaram a aprovação de sistemas construtivos com valores de parâmetros termofísicos muito abaixo ou acima dos valores limites estabelecidos pelo método simplificado.

Ferreira, Souza e Assis (2015) avaliaram o conforto térmico de uma edificação residencial multifamiliar adotando os valores limites normativos das normas NBR 15.220 (ABNT, 2005) e NBR 15.575 (ABNT, 2013) para cada uma das zonas bioclimáticas brasileiras. Além dos valores normativos, foram também avaliados os valores limites para características termofísicas das paredes e coberturas segundo as Tabelas de Mahoney (KOENIGSBERGER;

MAHONEY; EVANS, 1970). A análise foi realizada por meio de simulações para o período de um ano-padrão em 8 cidades brasileiras. Os resultados indicaram que os valores limites para as características termofísicas das paredes e coberturas propostos pelas Tabelas de Mahoney geram melhores condições de conforto para os casos analisados, superando o desempenho dos valores normativos. As simulações realizadas mostram também que a absorvância tem grande influência no desempenho térmico final da envoltória. Os piores resultados são obtidos para o caso das superfícies escuras, mesmo sendo os valores da transmitância térmica mais restritivos para estes casos, conforme as normas. Esse fato aponta também para a necessidade de se considerar a associação das variáveis envolvidas na caracterização termofísica das envoltórias para a definição de valores limites (FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2015).

### **3.4. Análise de Sensibilidade de Parâmetros**

#### *3.4.1. Conceitos relacionados à análise de sensibilidade de parâmetros*

Diante do que já foi exposto até aqui, pode-se entender que para diferentes contextos climáticos, os atuais parâmetros de desempenho térmico e estratégias bioclimáticas terão pesos e atuações distintas. Para se obter o melhor desempenho térmico o peso destes parâmetros deve ser ponderado para cada tipo de o clima, de forma a melhor utilizá-los.

As técnicas de análise de sensibilidade tornam possível identificar os parâmetros sensíveis ao desempenho térmico de edificações. O processo de planejamento apropriado e de execução de experimentos, intencionalmente delineados para fornecer dados ricos em informações especialmente adequadas ao objetivo pretendido, é denominado de planejamento experimental, permitindo a realização e controle de experimentos com multivariáveis, alterando-se as variáveis de entrada e avaliando a influência nas variáveis de saída (REDDY, 2011).

Ainda segundo Reddy (2011), as técnicas de planejamento experimental foram desenvolvidas em torno de 100 anos atrás, originalmente no contexto das pesquisas agrícolas, migrando subsequentemente para a engenharia industrial e depois para outros campos. As aplicações do planejamento experimental expandiram-se para a área de modelagem de edificações muito bem. Tem sido aplicado para identificar quais

subconjuntos, dentre as várias variáveis, influenciam a variável resposta e para determinar a relação quantitativa entre as variáveis independentes e a variável resposta.

Os resultados gerados pelos experimentos planejados conduzem a uma redução na variabilidade do processo, redução nos tempos e custos de operação, além de permitir a identificação dos parâmetros de projeto que afetam o desempenho do processo (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2012).

Geralmente, o planejamento experimental e a modelagem de edificações envolvem três questões: (1) definição do conjunto de variáveis a serem estudadas e suas possíveis relações; (2) formular como os testes devem ser conduzidos para que se possa minimizar a influência de erros desconhecidos e incontroláveis; e (3) reduzir o conjunto de dados a um tamanho mais manejável enquanto se detém o máximo de informação original possível (FIELD, 2009; REDDY, 2011).

Os experimentos planejados são importantes ferramentas para a determinação do subconjunto de variáveis envolvidas que possuem maior influência no desempenho do processo,

A análise de sensibilidade consiste na modificação das entradas do modelo com o objetivo de observar seus efeitos nas saídas do modelo. A principal diferença entre as técnicas de análise de sensibilidade está na forma na qual os parâmetros são variados, diferenciando-se as abordagens local e global. A análise de sensibilidade local foca os efeitos em torno de um caso base, variando um único parâmetro por vez em diferentes níveis, enquanto os demais parâmetros são mantidos constantes. Este tipo de técnica não permite explorar as interações entre os parâmetros. Já a análise de sensibilidade global varia todos os parâmetros simultaneamente, analisando a interação completa de todos os fatores (TIAN, 2013).

Dentre as diversas técnicas de análise de sensibilidade, a única que permite a análise de todas as combinações possíveis das variáveis investigadas, permitindo compreender a estrutura das inter-relações entre um grande número de variáveis é a análise fatorial (HAIR et al., 2005). Isto é, os experimentos fatoriais são uma alternativa para descobrir interações entre as variáveis (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2012). O planejamento experimental é

uma técnica que se baseia em critérios científicos e estatísticos definidos, com o objetivo de determinar a influência das variáveis nos resultados de um dado processo.

No experimento fatorial todos os fatores<sup>8</sup> são variados em conjunto. O número de fatores irá depender do número de variáveis e de níveis de experimentação. O tipo mais simples é o fatorial  $2^k$ , terminologia derivada do fato de que apenas dois níveis para cada fator  $k$  são assumidos, um indicando o nível baixo (-) e o nível alto (+) ou indicando a presença ou ausência de um fator. Cada combinação de nível de fator pode ser testado mais de uma vez com o intuito de minimizar o efeito de erros aleatórios, o que é denominado de réplica (REDDY, 2011). É normalmente aplicado em experimentos que possuem muitos fatores e, para não tornar o experimento inviável devido a sua dimensão, trabalha-se cada um em dois níveis (PINTO, 2003).

Assim, um experimento qualquer com dois fatores A e B em dois níveis apresentará a estrutura conforme apresentada no QUADRO 3.5.

**QUADRO 3.5**Fatores em dois níveis

Fator	Nível baixo (-)	Nível alto (+)
A	A-	A+
B	B-	B+

O número de testes ( $t_c$ ) será de  $2^k$ , onde  $k$  representa o número de fatores. Tomando como exemplo um experimento de 3 fatores, o número de combinações possíveis será de  $2^3=8$ . O teste poderá ser realizado de forma aleatória, sendo depois organizado em uma tabela. O primeiro teste ( $t_c=(1)$ ) refere-se a todos os fatores no nível baixo. Quando o teste é denominado de  $t_c=a$ , indica que apenas o fator A está no nível alto e assim por diante para cada fator, conforme é mostrado na QUADRO 3.6.

**QUADRO 3.6**Combinação de fatores para experimento  $2^3$  (continua)

Tc	A	B	C
(1)	-	-	-
A	+	-	-
B	-	+	-
ab	+	+	-

<sup>8</sup>Combinação linear das variáveis originais formando variáveis estatísticas para maximizar seu poder de explicação do conjunto completo de variáveis (HAIR et al., 2005).

**QUADRO 3.6** Combinação de fatores para experimento  $2^3$  (conclusão)

Tc	A	B	C
c	-	-	+
ac	+	-	+
bc	-	+	+
abc	+	+	+

Retomando o exemplo de 3 fatores, a tabela, denominada de Ordem de Yates, com os testes organizados é apresentada no QUADRO 3.7.

**QUADRO 3.7** Ordem de Yates para experimento  $2^3$ 

tc	A	B	C	AB	AC	BC	ACB
(1)	-	-	-	+	+	+	-
a	+	-	-	-	-	+	+
b	-	+	-	-	+	-	+
ab	+	+	-	+	-	-	-
c	-	-	+	+	-	-	+
ac	+	-	+	-	+	-	-
bc	-	+	+	-	-	+	-
abc	+	+	+	+	+	+	+

Os sinais dos fatores que combinam variáveis, como AB, por exemplo, são resultantes da multiplicação dos sinais das variáveis presentes no fator para cada teste. Retomando o exemplo de AB, para o teste (1), as variáveis A e B possuem sinal negativo (-). A multiplicação do sinal negativo (-) de A pelo sinal negativo (-) de B, resulta em um sinal positivo (+) para o fator AB. Essa multiplicação é feita para todos os fatores em todos os testes.

Denomina-se efeito de um fator a variação na resposta resultante da alteração no nível deste fator. Quando o efeito se referir aos fatores primários é dito efeito principal. O efeito principal de um dado fator é a diferença entre a resposta média no nível alto e a resposta média no nível baixo de acordo com a Equação 3.4 (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2012).

$$A = \overline{Y_{A+}} - \overline{Y_{A-}} \quad 3.4$$

Assim, no exemplo dado de uma fatorial de dois níveis e 3 fatores, o cálculo dos efeitos principais é apresentado nas Equações 3.5, 3.6 e 3.7 mostradas a seguir,

$$A = \overline{Y_{A+}} - \overline{Y_{A-}} = \frac{a + ab + ac + abc}{4n} - \frac{(1) + b + c + bc}{4n} \quad 3.5$$

$$B = \overline{Y_{B+}} - \overline{Y_{B-}} = \frac{b + ab + bc + abc}{4n} - \frac{(1) + a + c + ac}{4n} \quad 3.6$$

$$C = \overline{Y_{C+}} - \overline{Y_{C-}} = \frac{c + ac + bc + abc}{4n} - \frac{(1) + a + b + ab}{4n} \quad 3.7$$

onde  $n$  é o número de observações totais.

Em alguns experimentos pode ocorrer de a diferença na resposta entre os níveis de um fator não ser equivalente em todos os níveis dos outros fatores, ou seja, o nível do fator em questão depende do nível escolhido para o outro fator. Neste caso, diz-se que há uma interação entre os fatores. Quando a interação é grande, os efeitos principais correspondentes possuem pouco significado prático, o que não significa que não há efeito do fator. O que ocorre é que o conhecimento da interação entre os fatores é mais útil do que o conhecimento do efeito principal. A interação que se refere à combinação de dois fatores é dita de segundo nível, o de três fatores de terceiro nível e assim por diante. Matematicamente, o efeito da interação entre dois fatores é a diferença das médias entre os efeitos de um fator nos níveis do outro fator (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2012).

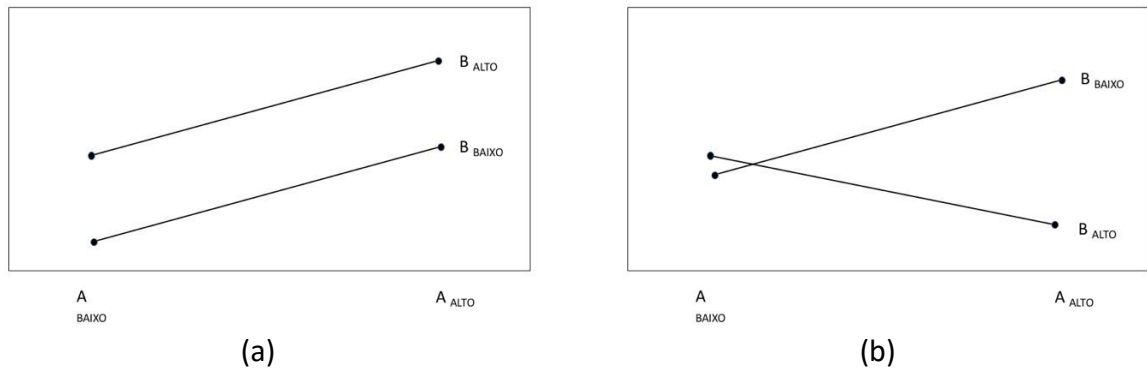
$$AB = \frac{1}{4n} [abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)] \quad 3.8$$

$$AC = \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - b + abc] \quad 3.9$$

$$BC = \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc] \quad 3.10$$

$$ABC = \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)] \quad 3.11$$

A ocorrência de interação entre os fatores pode também ser avaliada graficamente. Quando não há interação as linhas da FIGURA 3.4 (a) não se cruzam e quando há interação as linhas se cruzam (FIGURA 3.4 (b)).

**FIGURA 3.4** Interação entre fatores: (a) sem interação e (b) com interação

Entre os procedimentos de experimentos planejados destaca-se o experimento fatorial, aplicado quando vários fatores são de interesse, analisando todas as combinações possíveis dos níveis dos fatores são investigados. Não há restrições no que se refere à quantidade de fatores e níveis que um projeto fatorial pode conter (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2012).

A influência de cada variável no processo é delimitada por meio de alterações controladas no processo e avaliação do impacto nos resultados obtidos nas interações.

Para validar os resultados obtidos é utilizada a análise estatística de variância por meio da ANOVA, verificando-se se as variações observadas são função das variações atribuídas ou devido a possíveis erros ocorridos durante os experimentos (MONTGOMERY; RUNGE; HUBELE, 2012).

Para identificar modelos estatisticamente robustos de desempenho entre a variável resposta e os vários fatores, recorre-se às técnicas da Análise de Variância (ANOVA). A análise de variância permite avaliar o grau de confiança das medidas obtidas, ou seja, se os efeitos são significativamente diferentes de zero. Em particular, a ANOVA testa se várias populações têm a mesma média, comparando a dispersão das médias amostrais com a variação existente dentro das amostras (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2012).

A decomposição da ANOVA permite separar a variação total da soma dos quadrados observada (SST) em suas várias causas contribuintes (Equação 3.12).

$$SST = SSA + SSB + SS(AB) + \dots + SSE$$



onde SST é variação total da soma dos quadrados observada; SSA e SSB são a soma dos quadrados associados a cada fator, havendo, portanto, o mesmo número de termos e de fatores; SS(AB) é a soma dos quadrados associado à interação dos fatores; SSE é o erro ou soma dos quadrados residuais.

Pela ANOVA será calculado o  $F_{\text{ratio}}$ , que é a razão da média quadrática das variáveis pela média quadrática do erro, valor obtido após a análise de variância de cada uma das variáveis.  $F_{\text{ratio}}$  será utilizado para a comparação com o valor de  $F_{\text{critico}}$ , que se superior ao valor de  $F_{\text{ratio}}$  indica que o fator é significativo. O usual é adotar um valor correspondente a 0,05 para  $F_{\text{critico}}$  (FIELD, 2009).

Para que a análise estatística ANOVA seja válida para o experimento fatorial é preciso assegurar que as variáveis possuam distribuição aproximadamente normal (FIELD, 2009). O emprego da análise de sensibilidade por ANOVA pode falhar se a distribuição de densidade da variável de saída for distante da normalidade. Neste caso, de fato, os fatores de segunda ordem não serão capazes de descrever a incerteza da saída do modelo (MARA; TARANTOLA, 2008). Além disso, Hopfe e Hensen (2011) colocam que, caso a distribuição não seja normal, o pressuposto e, portanto, também as estimativas dos parâmetros e intervalos de confiança tornam-se não confiáveis.

Apreendidos os conceitos básicos relacionados à análise fatorial, pode-se então estruturar o experimento. A primeira etapa é a definição das variáveis de entrada, denominadas fatores. Em seguida, definem-se os limites dessas variáveis, seus níveis e formas de controle. O próximo passo consiste na definição das variáveis de saída, que devem ser quantitativas e significativas diante do problema em questão. Durante o procedimento, é possível medir o erro e o grau de confiança dos resultados.

#### *3.4.2. Estudos de análise de sensibilidade de parâmetros para edificações*

Os estudos de análise de sensibilidade têm demonstrado sua aplicabilidade para a análise de desempenho térmico de edificações, conforme afirma Tian (2013). Mara e Tarantola (2008) encorajam a aplicação da análise de sensibilidade para o desenvolvimento de modelos térmicos de edificações em particular. Além disso, ela auxilia na compreensão da relação entre as variáveis de entrada e as previsões, identificando as variáveis mais fracas e as mais

fortes. Mesmo assim, a análise de sensibilidade tem sido ainda pouco empregada para este fim. Relacionado às edificações, ela tem sido mais explorada para a análise energética da edificação.

Saltelli, Tarantola e Campolongo (2010) acreditam que a análise de sensibilidade pode ajudar consideravelmente no uso de modelos de edificações, fornecendo critérios objetivos de julgamento para diferentes fases do processo de construção do modelo.

Yildiz et al.(2012) realizaram uma análise de sensibilidade global (Método de Monte Carlo) dos parâmetros que influenciam o consumo energético de edificações residenciais térreas na China. Os resultados obtidos apontaram que os parâmetros de projeto mais sensíveis foram a ventilação natural, a área de abertura e coeficiente de ganho solar dos elementos transparentes.

Já Hygh et al. (2012) propuseram a análise de sensibilidade por regressão linear multivariada para 27 parâmetros por meio de simulações de um edifício comercial e observaram a adequabilidade deste tipo de análise como ferramenta de avaliação nos estágios iniciais de projeto da edificação.

Rodríguez et al. (2013) descrevem uma metodologia para a execução da análise de sensibilidade para simulações energéticas de edificações e que possibilitou uma fácil compreensão do desempenho da edificação. O estudo foi desenvolvido a partir de um estudo de caso. Os níveis dos parâmetros adotados foram obtidos a partir do método de amostragem aleatória pelo Hipercubo Latino, para então realizar a análise de sensibilidade (RODRÍGUEZ et al., 2013).

No estudo de Encinas e Herde (2013) a análise de sensibilidade, tanto global como local, foi conduzida com o intuito de identificar os parâmetros mais sensíveis para o conforto no período de verão para edificações residenciais multifamiliares em Santiago, no Chile. Os parâmetros que se mostraram mais sensíveis foram aqueles relacionados com a redução do superaquecimento dos ambientes, como a proteção solar das aberturas e a ventilação noturna.

Yu et al. (2013) acreditam ser benéfico identificar os parâmetros de projeto mais relevantes com o intuito de desenvolver soluções alternativas de projeto mais eficientes. Este estudo executou uma análise de sensibilidade de eficiência energética para avaliar o impacto dos

parâmetros de projeto da envoltória e identificar as características importantes em edificações residenciais multifamiliares. Oito parâmetros da envoltória foram analisados e comparados para o clima quente e o clima frio na China. A transmitância térmica das paredes e as áreas de aberturas foram os mais sensíveis (YU et al., 2013).

Silva e Ghisi (2013) realizaram uma análise de sensibilidade global dos parâmetros pertinentes ao desempenho térmico e eficiência energética de edificação residencial, baseado no método de simulação pelo Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (INMETRO, 2012). Os parâmetros avaliados foram a transmitância térmica das paredes externas e internas, e da cobertura, a capacidade térmica das paredes externas e internas, e da cobertura, a absorvância solar das paredes externas e da cobertura, a emissividade a ondas longas da cobertura, contato da cobertura com o exterior, contato do piso com o exterior ou com o solo, fator de ventilação das aberturas<sup>9</sup>, existência de veneziana nas aberturas, orientação solar e transmitância térmica dos vidros. As distribuições de probabilidade das variáveis utilizadas no trabalho foram a discreta e a triangular, uma vez que cada parâmetro tem suas peculiaridades, como uma alternativa à distribuição normal. A preferência pela distribuição triangular como alternativa à distribuição normal, baseou-se no fato dessa distribuição manter diferentes probabilidades de ocorrência para os valores, também de forma simétrica e com maior probabilidade de ocorrência em torno da média. Como variável de saída adotaram o grau-hora de resfriamento, o consumo relativo com aquecimento e o consumo relativo com refrigeração. O estudo foi realizado para o clima de Florianópolis. Os autores constataram que os parâmetros que mais influenciaram positivamente nos grau-horas de resfriamento foram a absorvância solar da cobertura, a transmitância térmica da cobertura e o contato da cobertura com o exterior. Os parâmetros que influenciaram negativamente foram a capacidade térmica da cobertura e das paredes externas, e o contato da edificação com o solo. No consumo relativo com aquecimento e com refrigeração, foram a absorvância solar da cobertura e a sua emissividade.

Silva et al. (2014) aplicaram a análise de variância com o objetivo de determinar parâmetros mais influentes no desempenho térmico de habitações unifamiliares para o clima de Campo

---

<sup>9</sup>Abertura para ventilação em relação à abertura do vão.

Grande (MS), por meio de experimento de simulação computacional. Ao todo foram eleitos nove parâmetros da envoltória da habitação variados em dois níveis e a análise de variância aplicada para obter a influência de cada parâmetro no desempenho térmico. Os autores concluíram que o método de análise de variância é aplicável para a análise de edificações por meio de simulações, apresentando grande precisão estatística.

No campo da análise fatorial, o número de trabalhos desenvolvidos na área de edificações é mais limitado. Pinto (2003) aplicou a análise fatorial para a avaliação pós-ocupação do desempenho térmico em edifícios de escritórios com o objetivo de identificar a importância de fatores arquitetônicos dentro das condições climáticas locais. Os fatores arquitetônicos em questão eram a orientação das fachadas da edificação, a ocorrência de ventilação nos ambientes e a existência de películas nos vidros. O método estatístico aplicado foi o fatorial de dois níveis com análise de significância pela ANOVA.

Bracarense (2003) avaliou a iluminação natural no interior do ambiente resultante de diversas aberturas laterais e beirais segundo o projeto fatorial em três níveis, também aplicando a ANOVA para avaliar a significância das variáveis envolvidas.

Com o intuito de avaliar a sensibilidade de variáveis em avaliações energéticas de edificações, Loura (2006) realizou um experimento fatorial de dois níveis. As variáveis estudadas foram a ocupação e a ventilação natural. As significâncias das variáveis foram testadas por meio da análise de variância. A análise foi eficaz para o estudo de caso adotado pela autora, identificando que a interferência da ventilação natural foi mais significativa que a da ocupação.

Ferreira (2012) aplicou o projeto fatorial de dois níveis para avaliar a contribuição, no desempenho térmico de edificação, das variáveis abordadas nas diretivas portuguesas e europeias para o desempenho de edificações. As variáveis estudadas foram o coeficiente de transmissão térmica das superfícies opacas e translúcidas, a relação entre a área envidraçada e a área de fachada, a inércia térmica, a taxa de renovação de ar e o fator solar. As horas de conforto da edificação foram obtidas por meio de simulações. Os resultados apontaram que a taxa de renovação do ar e a relação entre a área envidraçada e a área total de fachada foram os fatores que mais contribuíram para a variação da resposta.

Com o objetivo de analisar a influência de parâmetros no indicador de graus-hora para resfriamento e nos consumos relativos para aquecimento e resfriamento de cinco tipologias de edificações residenciais unifamiliares, segundo o regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (INMETRO, 2012), Almeida (2014) adotou o planejamento fatorial de dois níveis como técnica experimental de sua pesquisa. Os parâmetros considerados foram a transmitância térmica das paredes e da cobertura, a capacidade térmica das paredes e da cobertura, a absorvância solar das paredes e da cobertura, o contato da cobertura com o exterior, o contato do piso com o solo, a existência de veneziana e a orientação solar. As respostas às variações foram obtidas por meio de simulação computacional para a cidade de Florianópolis. A análise de variância determinou quais os parâmetros mais influentes. Este estudo apresenta a peculiaridade de ter analisado apenas a influência dos efeitos de primeira (efeito do parâmetro individual) e segunda (termo composto por dois parâmetros) ordens. A análise da influência dos parâmetros indicou que a absorvância solar das paredes e das coberturas foram os mais influentes para o clima em estudo.

### **3.5. Considerações Finais**

Para abordar adequadamente o desempenho térmico de uma edificação, é preciso estabelecer critérios de conforto térmico *a priori*. Uma das grandes dificuldades no estabelecimento de uma metodologia de análise de desempenho térmico no Brasil reside no fato de não existir ainda no país um índice de conforto ou um conjunto de índices de conforto validado(s). Os estudos sobre as zonas de conforto no Brasil são ainda poucos e locais. Um estudo mais abrangente foi desenvolvido por Pereira e Assis (2010) e indicou o uso do índice de DeDear e Brager (2002) para avaliações de conforto no Brasil. Além da definição do índice, é preciso definir também a forma dos dados climáticos que serão analisados: se anuais, mensais ou horários. Roriz (2003) observa que dados horários possibilitam um detalhamento maior da zona de conforto e aprimoram as análises de desempenho térmico das edificações.

É também fundamental definir melhor a metodologia para a avaliação de desempenho térmico. Atualmente, as metodologias apresentadas pelas normas de desempenho, a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) e a norma NBR15.575 (ABNT, 2013), mostram-se insuficientes, seja pela utilização de dia típico de projeto, o que não favorece a uma caracterização climática

adequada, seja pela adoção de parâmetros termofísicos comprovadamente inadequados para diversos climas, o que acabaria por prejudicar a análise do desempenho térmico da edificação, além das questões que envolvem as incoerências entre os métodos propostos entre as duas normas. O usual é que os métodos tradicionais com caráter prescritivo tendam a se basear quase que estritamente em parâmetros como a resistência térmica ou a transmitância térmica, o que tem se mostrado falho. Este tipo de método é aplicável para regimes de troca de calor estacionários, como ocorre nos climas frios, e não o é para regimes transientes, como ocorre nos climas quentes. Além disso, vários estudos apontaram haver forte correlação entre a inércia térmica dos elementos e o conforto, enquanto a correlação entre a resistência térmica e o conforto mostrou-se fraca.

Vários estudos assinalam como adequadas as metodologias que se baseiam em simulações térmicas com arquivos climáticos anuais, possibilitando assim uma avaliação mais coerente e próxima da realidade da edificação quando construída. O ideal é considerar como variável de saída a temperatura operativa, que possibilita avaliar também a influência das trocas por radiação, tão fundamental no clima quente. Esta variável de saída deve ser comparada com a temperatura de conforto e suas respectivas faixas, possibilitando somar as horas anuais de conforto. Barbosa (1997) e a norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) recomendam como aceitáveis condições em que se obtenha no máximo 20% das horas anuais em desconforto.

É também importante entender quais são as principais variáveis atuantes no desempenho térmico para cada tipo climático. Este tipo de estudo é ainda incipiente em território brasileiro. O conhecimento desta influência permitiria elaborar critérios normativos mais adequados e aprimorar o desempenho térmico das edificações. Uma das formas de avaliar a sensibilidade das variáveis é por meio do experimento fatorial planejado, já que este método permite a análise de variáveis combinadas. Este é um ponto relevante, uma vez que, por exemplo, estudos como de Papst (1999), Dornelles e Roriz (2005) e Matos (2007) mostraram que, para alguns climas, a inércia térmica somente será benéfica no caso de estar associada ao isolamento da cobertura ou à ventilação natural.

## 4. METODOLOGIA

Descreve-se aqui a metodologia adotada para a avaliação da importância das variáveis na adequação climática das edificações residenciais. De forma bastante sucinta, a metodologia consiste na montagem de um experimento fatorial para estabelecer os parâmetros de maior influência no desempenho térmico de edificações residenciais em diferentes contextos climáticos brasileiros, definidos a partir de um estudo da climatologia. A opção pelo experimento fatorial se deve ao fato deste se distinguir dos demais métodos de análise multivariável, por ser o único tipo de experimento a permitir descobrir a interação entre as variáveis.

A resposta térmica da edificação e as condições de conforto foram obtidas por meio de simulações computacionais com o programa EnergyPlus versão 8.1, que considera o regime transiente de trocas térmicas e de massa sob condições dinâmicas de exposição ao clima e tem sido amplamente explorado como ferramenta auxiliar para a avaliação de desempenho térmico de edificações. O modelo de conforto adotado foi o mesmo da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), o de deDear e Brager (2002). A partir das horas de conforto obtidas por simulação para cada teste fatorial obteve-se as variáveis e/ou interação de variáveis que possuem real relevância no desempenho térmico para cada tipo climático existente no país por meio da ANOVA. Estes resultados são comparados com as prescrições normativas para a observância de sua concordância ou não.

A edificação padrão escolhida a ser modelada no programa foi uma edificação residencial multifamiliar, determinada a partir de pesquisa mercadológica, de forma a ser representativa de uma tipologia atualmente construída nas várias regiões do Brasil.

As etapas resumidas da metodologia empregada são representadas na FIGURA 4.1.

FIGURA 4.1 Fluxograma resumo do método proposto



#### 4.1. Caracterização da Amostra

Para que a análise proposta neste trabalho abrangesse toda a diversidade climática brasileira, adotou-se como base a classificação climática de Nimer (1979), conforme exposto no item 3.1. Para o território brasileiro, de acordo com esta classificação, foram identificados 49 tipos climáticos, conforme é mostrado no QUADRO 4.1.



**QUADRO 4.1** Domínios climáticos brasileiros segundo Nimer (1979)

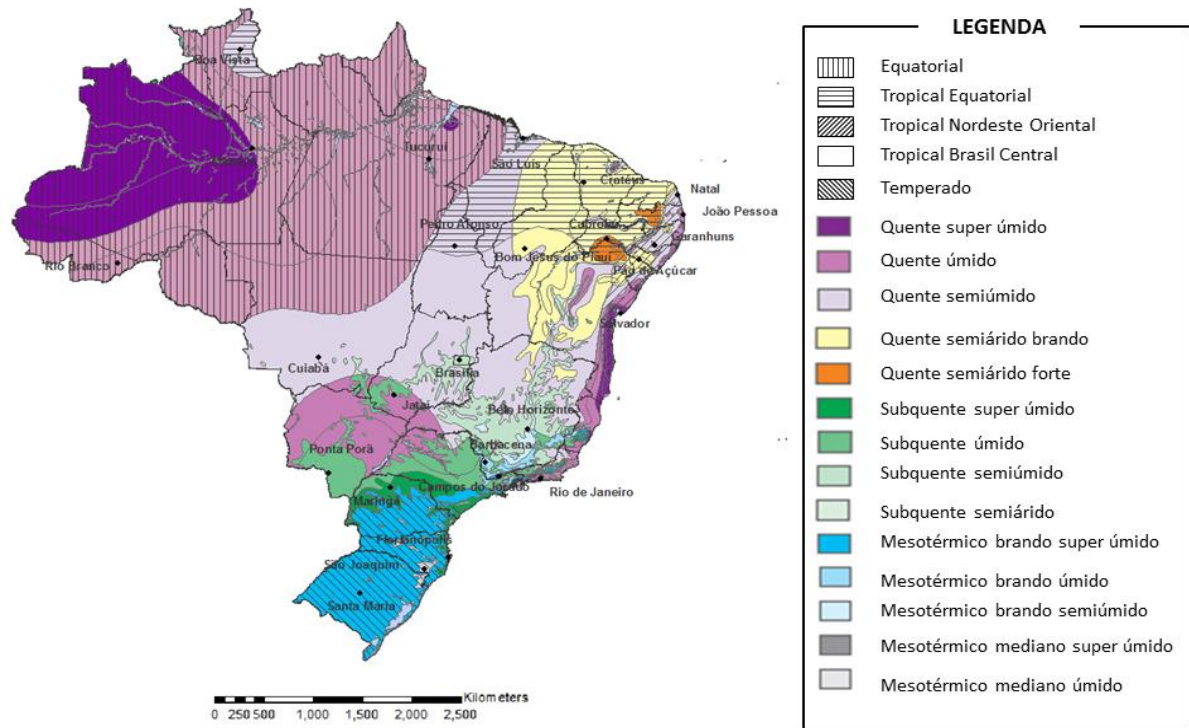
<b>Domínio climático</b>	<b>Subdomínios climáticos</b>	<b>Variedades climáticas</b>
Quente Equatorial	Super úmido	Sem seca Com subseca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos De 3 meses secos
Quente Tropical Brasil Central	Super úmido	Sem seca Com subseca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos De 3 meses secos
	Semiúmido	De 4 a 5 meses secos
	Semiárido	Brando de 6 meses secos Mediano de 7 a 8 meses secos Forte de 9 a 10 meses secos
Quente Tropical Nordeste Oriental	Super úmido	Sem seca Com subseca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos De 3 meses secos
	Semiúmido	De 4 a 5 meses secos
	Semiárido	Brando de 6 meses secos Mediano de 7 a 8 meses secos Forte de 9 a 10 meses secos
Subquente Tropical Nordeste Oriental	Semiúmido	De 4 a 5 meses secos
Subquente Equatorial	Super úmido	Com subseca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos De 3 meses secos
Subquente Tropical Brasil Central	Super úmido	Sem seca Com subseca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos De 3 meses secos
	Semiúmido	De 4 a 5 meses secos
	Semiárido	Brando de 6 meses secos
Subquente Temperado	Super úmido	Sem seca Com subseca
Mesotérmico Branco Tropical	Super úmido	Sem seca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos De 3 meses secos
	Semiúmido	De 4 a 5 meses secos
Mesotérmico Brando Temperado	Super úmido	Sem seca Com subseca
Mesotérmico Médio Tropical	Super úmido	Sem seca
	Úmido	De 1 a 2 meses secos
Mesotérmico Médio Temperado	Super úmido	Com subseca

Para a definição da amostra de localidades a serem avaliadas, optou-se por não realizar uma amostragem estatística, uma vez que estas técnicas resultariam em um grande número de localidades para análise, inviabilizando o trabalho. Além disso, há que se considerar a necessidade de dados climáticos para estas localidades. Algumas regiões do país possuem uma grande deficiências de estações meteorológicas, o que resultaria em um número de localidades pouco representativo para algumas regiões, enquanto outras concentrariam um grande número de estações.

Diante do exposto, mesmo se tendo o entendimento de não ser essa a condição ideal, a amostra foi definida selecionando-se uma localidade para representar cada tipo climático, o que resultaria em 49 localidades, número ainda elevado. Com o intuito de reduzir esse número para a dimensão do trabalho, mas sem prejuízo das informações, algumas variedades climáticas similares foram simplificadas e agrupadas em um único tipo climático. A simplificação consiste em classificar como um único grupo variedades climáticas com mesmo domínio e subdomínio climático que possuem diferenciação apenas na duração do período de secas. Desta forma, foram englobados como um único grupo: o super úmido sem seca e o super úmido com subseca, doravante denominado de super úmido apenas; o úmido com 1 a 2 meses secos e o úmido com 3 meses secos, denominado de úmido; e o semiárido com 6 meses secos e o semiárido com 7 a 8 meses secos, denominado de semiárido.

As localidades foram escolhidas de forma a contemplar todo o território brasileiro. Alguns domínios climáticos não possuem qualquer estação instalada, impossibilitando sua avaliação. Totalizaram-se assim 26 cidades, com sua distribuição espacial conforme mostrada na FIGURA 4.2. As cidades e os domínios climáticos a que correspondem estão apresentadas no QUADRO 4.2.

**FIGURA 4.2** Amostragem das cidades e sua localização no território brasileiro



**QUADRO 4.2** Localidades representativas de cada um dos domínios climáticos brasileiros e suas respectivas zonas bioclimáticas segundo a NBR 15.220-3 (continua)

Domínio climático	Subdomínios climáticos	Localidade	Zona bioclimática segundo a NBR 15.220-3 (ABNT, 2005)
Quente Equatorial	Super úmido	Manaus (AM)	8
	Úmido	Rio Branco (AC)	8
		Tucuruí (PA)	8
Quente Tropical Equatorial	Semiúmido	São Luís (MA)	8
		Boa Vista (RR)	8
	Semiárido Brando	Pedro Afonso (TO)	7
Quente Tropical Nordeste Oriental	Semiárido Forte	Cratêus (CE)	7
	Super úmido	Cabrobó (PE)	7
		Salvador (BA)	8
		João Pessoa (PB)	8
Quente Tropical Brasil Central	Semiúmido	Natal (RN)	8
		Pão de Açúcar (AL)	7
	Super úmido	Rio de Janeiro (RJ)	8
		Úmido	Jataí (GO)
Subquente Tropical Nordeste Oriental	Semiúmido	Cuiabá (MT)	7
		Bom Jesus do Piauí (PI)	7
	Semiárido		
Subquente Tropical Brasil Central	Super úmido	Garanhuns (PE)	5
		Super úmido	Maringá (PR)
	Úmido	Ponta Porã (MS)	3
Semiúmido	Brasília (DF)	4	

**QUADRO 4.2** Localidades representativas de cada um dos domínios climáticos brasileiros e suas respectivas zonas bioclimáticas segundo a NBR 15.220-3 (conclusão)

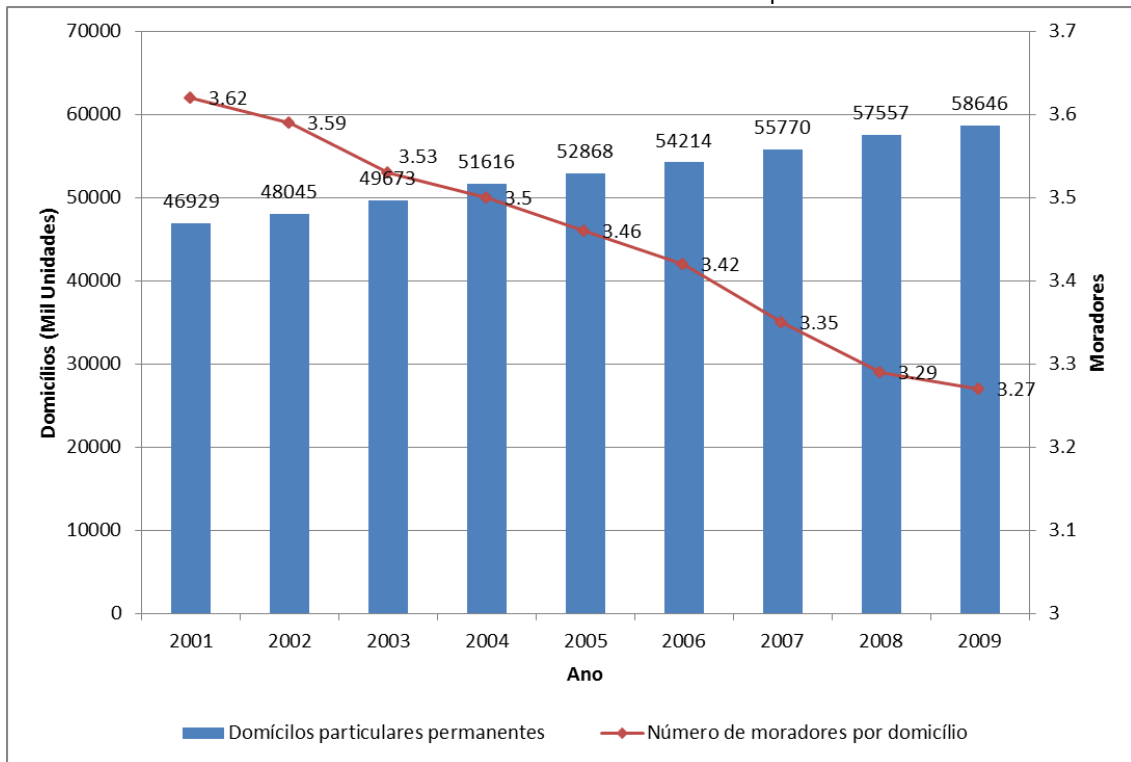
Domínio climático	Subdomínios climáticos	Localidade	Zona bioclimática segundo a NBR 15.220-3 (ABNT, 2005)
Subquente Temperado	Super úmido	Florianópolis (SC)	3
Mesotérmico Brando Tropical Brasil Central	Super úmido	Campos do Jordão (SP)	1
	Úmido	Caldas (MG)	1
	Semiúmido	Belo Horizonte (MG)	3
Mesotérmico Brando Temperado	Super úmido	Santa Maria (RS)	2
Mesotérmico Mediano Temperado	Super úmido	São Joaquim (SC)	1

As cidades foram ainda selecionadas de tal forma que contemplassem todas as zonas bioclimáticas do território brasileiro segundo a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005).

#### 4.2. Estudo de Caso

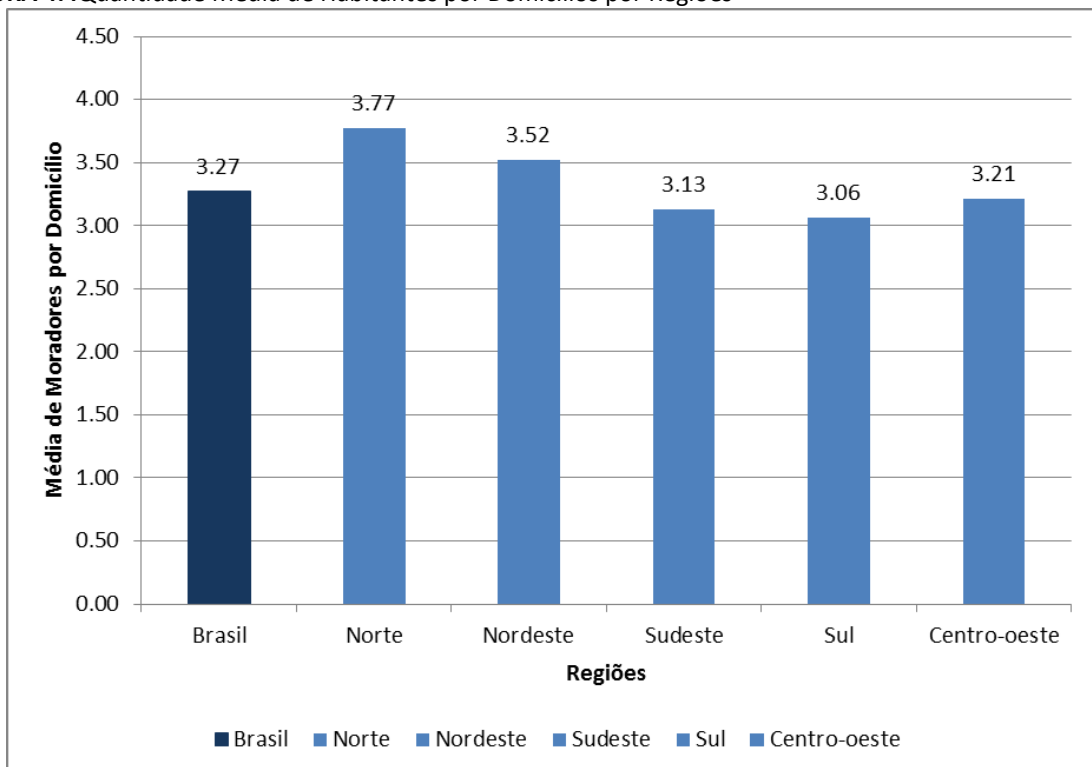
Para a definição do edifício-tipo foi realizado um estudo do mercado imobiliário brasileiro atualmente. O mercado imobiliário brasileiro caracteriza-se por ser bastante heterogêneo ao longo do território brasileiro, variando de região para região. Segundo o último censo realizado, o Censo 2010 (IBGE, 2011), existem no Brasil 56.541 mil domicílios para uma população de 190.732 mil habitantes, o que resulta em uma média de 3,27 habitantes por domicílio, conforme é mostrado na FIGURA 4.3. Comparando a média brasileira com as médias de outras regiões do Brasil, nota-se a não uniformidade desses valores, observando-se a maior média na Região Norte (3,77) e a menor média na Região Sul do país (3,06) (FIGURA 4.4).

**FIGURA 4.3** Domicílios Particulares Permanentes X Número de Moradores por Domicílio



Fonte: IBGE, 2011.

**FIGURA 4.4** Quantidade Média de Habitantes por Domicílios por Regiões



Fonte: IBGE, 2011.

Segundo o censo realizado pelo IBGE (2011), o estoque de residências é bastante diverso nas tipologias construídas, porém algumas características comuns às essas tipologias podem ser levantadas. Há a predominância de edificações com mais de seis cômodos<sup>10</sup>, como mostrado na TABELA 4.1, e com apenas dois dormitórios (TABELA 4.2).

**TABELA 4.1** Distribuição dos domicílios particulares permanentes segundo a quantidade de cômodos para o Brasil no ano de 2000.

<b>Cômodo</b>	<b>Absoluto</b>	<b>%</b>
1	679.966	1,52
2	1.821.012	4,07
3	4.368.826	9,77
4	7.158.306	16,01
5	10.176.945	22,76
6 ou mais	20.516.379	45,88

Fonte: IBGE, 2011.

**TABELA 4.2** Distribuição dos domicílios particulares permanentes segundo a quantidade de dormitórios no Brasil em 2000.

<b>Dormitórios</b>	<b>Absoluto</b>	<b>%</b>
1	13.000.449	29,07
2	19.078.188	42,66
3	10.239.636	22,90
4 ou mais	2.403.161	5,37

Fonte: IBGE, 2011.

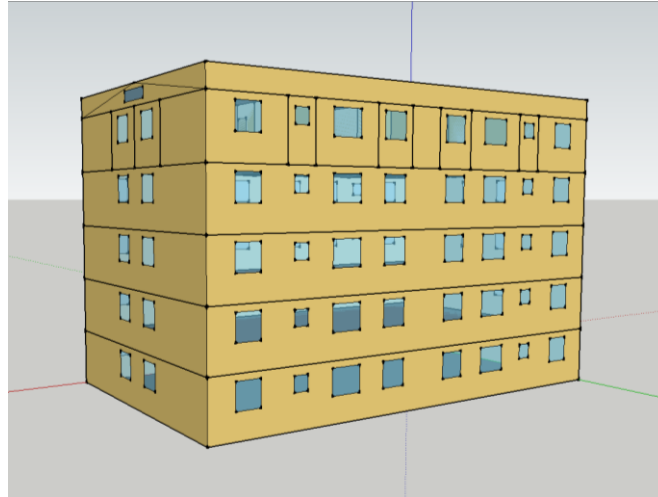
É observada também uma tendência de construção de edificações residenciais verticalizadas, de forma a produzir um número maior de habitações por terreno, em vista do grande *déficit* habitacional existente no Brasil.

Em conformidade com as características atuais do mercado imobiliário brasileiro, o estudo de caso foi definido como uma edificação residencial multifamiliar de seis pavimentos e quatro apartamentos por andar, totalizando 24 apartamentos. Cada apartamento é composto por seis cômodos (suíte, quarto, banheiro, sala, cozinha e circulação), conforme é mostrado nas FIGURA 4.5 e 4.6, assim como os indicadores do IBGE apontaram como sendo o mais representativo dos domicílios brasileiros (45,88%) com dois dormitórios (42,66%). Os

<sup>10</sup> Considerado no Censo como cada compartimento do domicílio particular permanente coberto por um teto e limitado por paredes, inclusive banheiro e cozinha de uso exclusivo dos moradores do domicílio (IBGE, 2011).

apartamentos possuem pé-direito de 2,80 metros. Esta edificação é a mesma adotada como estudo de caso para estudos do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (INMETRO, 2012) pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina.

**FIGURA 4.5** Edificação adotada como estudo de caso



**FIGURA 4.6** Geometria do estudo de caso: (A) Planta do pavimento tipo; (B) esquadrias adotadas na edificação



As janelas da sala e dormitórios possuem 1,50x1,20 m ( $A = 1,80 \text{ m}^2$ ), as da área de serviço 1,20x1,20 m ( $A = 1,44 \text{ m}^2$ ) e as do banheiro 0,60x0,60 m ( $A = 0,36 \text{ m}^2$ ).

### 4.3. Planejamento do Experimento Fatorial

A análise fatorial foi aplicada com o objetivo de determinar quais os parâmetros mais sensíveis para cada um dos tipos climáticos avaliados. O experimento fatorial adotado foi o

de dois níveis e a partir dele são definidas as simulações a serem realizadas. Os dados obtidos por simulação são utilizados como as variáveis de saída da análise fatorial e estatisticamente tratados pela análise de variância (ANOVA).

#### 4.3.1. Definição dos parâmetros do projeto experimental

O primeiro passo do planejamento fatorial consiste na definição dos parâmetros a serem avaliados. Os parâmetros de interesse são aqueles relacionados ao desempenho térmico de edificações. A partir da revisão bibliográfica e da análise das variáveis abordadas nas prescrições normativas em vigor no Brasil, enumeradas no QUADRO 4.3, foram levantados os parâmetros que influenciam o desempenho térmico de uma edificação.

**QUADRO 4.3** Resumo das variáveis abordadas nas prescrições normativas em vigor no Brasil

NBR 15.220	NBR 15.575
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tamanho das aberturas;</li> <li>▪ Proteção das aberturas;</li> <li>▪ Fechamento externo (transmitância térmica, atraso térmico, fator solar).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tamanho das aberturas;</li> <li>▪ Proteção das aberturas;</li> <li>▪ Orientação;</li> <li>▪ Número de renovações de ar;</li> <li>▪ Fechamento externo (transmitância térmica, absorvância e capacidade térmica).</li> </ul>

Concluiu-se que os parâmetros que deveriam ser abordados são:

- Transmitância térmica das paredes externas ( $U_{PAR}$ );
- Capacidade térmica das paredes externas ( $CT_{PAR}$ );
- Absortância solar das paredes externas ( $Abs_{SPAR}$ );
- Transmitância térmica dos vidros ( $U_{VID}$ );
- Existência de sombreamento nas aberturas (Somb);
- Ventilação natural ( $F_{VENT}$ );
- Transmitância térmica da cobertura ( $U_{COB}$ );
- Capacidade térmica da cobertura ( $CT_{COB}$ );
- Absortância térmica da cobertura ( $Abs_{COB}$ );
- Existência de ático ventilado ( $F_{ático}$ ).

Optou-se por não avaliar as paredes internas em uma tentativa de simplificar a análise, ou seja, elas foram mantidas com a mesma composição em todas as simulações.



Assim foram obtidas seis variáveis relacionadas às paredes e quatro relacionadas às coberturas, totalizando dez variáveis. Como, para uma fatorial em dois níveis, o número de testes é equivalente a  $2^k$ , este conjunto de variáveis resultaria então em 1.024 testes, o que se torna inviável para o universo de vinte e seis cidades, para se ter representatividade climática. Em razão da trabalhabilidade da análise, optou-se por realizar análise das paredes em separado das coberturas. Tal decisão reduz o número de testes totais de 26.624 para 80 (para cada cidade). Além disso, a análise será realizada para as quatro orientações principais: norte, leste, sul e oeste. Estas simulações para as diferentes orientações serão consideradas réplicas dos testes fatoriais. Considerando os 80 testes fatoriais, as quatro orientações e 26 cidades, totalizam-se 8.320 simulações a serem realizadas.

Contudo, para não se ignorar a interação entre os elementos da envoltória, após a análise fatorial e a obtenção dos parâmetros mais sensíveis para paredes e coberturas, foram realizadas simulações de desempenho considerando estes parâmetros de maior influência, para a devida confirmação de serem estes os parâmetros de maior influência no desempenho térmico de edificações para um determinado tipo climático.

Estes parâmetros determinados irão variar em níveis a partir de valores pré-determinados que, combinados entre si, irão resultar em conjuntos paramétricos de valores ordenados, conforme o planejamento fatorial. Aos fatores escolhidos atribuiu-se um nível dito baixo (-) e outro alto (+). É relevante ressaltar que um dos níveis produzirá um desempenho térmico superior, o que não significa necessariamente corresponder ao nível alto.

Para a definição dos fatores da transmitância térmica e da capacidade térmica das paredes e coberturas, foram eleitos os valores limites propostos por Mahoney (KOENIGSBERGER; MAHONEY; EVANS, 1970) para a classificação das superfícies em leves ou pesadas e em isolantes e não isolantes (TABELA 2.3 do item 2.4.3). Para a transmitância, seja das paredes ou da cobertura, considerou-se como nível alto as superfícies isolantes.

Já para a determinação dos níveis da absorvância solar, tanto da cobertura como das paredes, foram adotados os limites da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) de 0,3 para superfícies claras e de 0,7 para superfícies escuras.

A transmitância térmica dos vidros foi variada de acordo com os vidros disponíveis no mercado brasileiro.

Para a análise do sombreamento, o elemento de sombreamento utilizado foi a veneziana, por ser o mais utilizado nas edificações residenciais e também por ser o que a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) recomenda. Neste caso, a avaliação será em torno da existência ou não do dispositivo de proteção.

Assim como no caso do sombreamento, a ventilação natural dos ambientes e o ático ventilado são abordados a partir do uso ou não de tais estratégias.

Os níveis adotados para cada fator estão resumidos na TABELA 4.3 para as paredes externas e na TABELA 4.4 para a cobertura.

**TABELA 4.3** Níveis para o experimento fatorial para as paredes

Fator	FATOR A	FATOR B	FATOR C	FATOR D	FATOR E	FATOR F
Nível	Transmitância da parede ( $U_{PAR}$ ) [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Capacidade térmica da parede ( $CT_{PAR}$ ) [J/(m <sup>2</sup> .K)]	Absortância da parede ( $\alpha_{PAR}$ )	Transmitância do vidro ( $U_{VID}$ ) [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Sombreamento (Somb)	Ventilação ( $F_{vent}$ )
Baixo (-)	2,97	159,00	0,3	5,7	0	0
Alto (+)	1,85	331,45	0,7	3,2	1	1

**TABELA 4.4** Níveis para o experimento fatorial para a cobertura

Fator	FATOR A	FATOR B	FATOR C	FATOR D
Nível	Transmitância da cobertura ( $U_{COB}$ ) [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Capacidade térmica da cobertura ( $CT_{COB}$ ) [J/(m <sup>2</sup> .K)]	Absortância da cobertura ( $\alpha_{COB}$ )	Ventilação ático ( $F_{ATICO}$ )
Baixo (-)	1,94	37,0	0,3	0
Alto (+)	0,85	233,0	0,7	1

Definidos os níveis dos parâmetros envolvidos e a variável de saída, o experimento fatorial pode ser então elaborado. A Ordem de Yates do experimento fatorial das paredes externas é apresentada no QUADRO 4.4 e do experimento fatorial da cobertura no QUADRO 4.5.

**QUADRO 4.4** Ordem de Yates para o experimento fatorial das paredes externas com as respectivas características termofísicas (continua)

Testes		Fatores Arquiteturais						Características das paredes		
Ordem	tc	A	B	C	D	E	F	Isolante	Pesada	Escura
1	(1)	-	-	-	-	-	-			
2	a	+	-	-	-	-	-	X		
3	b	-	+	-	-	-	-		X	
4	c	-	-	+	-	-	-			X
5	d	-	-	-	+	-	-			
6	e	-	-	-	-	+	-			
7	f	-	-	-	-	-	+			
8	ab	+	+	-	-	-	-	X	X	
9	ac	+	-	+	-	-	-	X		X
10	ad	+	-	-	+	-	-	X		
11	ae	+	-	-	-	+	-	X		
12	af	+	-	-	-	-	+	X		
13	bc	-	+	+	-	-	-		X	X
14	bd	-	+	-	+	-	-		X	
15	be	-	+	-	-	+	-		X	
16	bf	-	+	-	-	-	+		X	
17	cd	-	-	+	+	-	-			X
18	ce	-	-	+	-	+	-			X
19	cf	-	-	+	-	-	+			X
20	de	-	-	-	+	+	-			
21	df	-	-	-	+	-	+			
22	ef	-	-	-	-	+	+			
23	abc	+	+	+	-	-	-	X		
24	abd	+	+	-	+	-	-	X	X	
25	abe	+	+	-	-	+	-	X	X	
26	abf	+	+	-	-	-	+	X	X	
27	acd	+	-	+	+	-	-	X		X
28	ace	+	-	+	-	+	-	X		X
29	acf	+	-	+	-	-	+	X		
30	ade	+	-	-	+	+	-	X		
31	adf	+	-	-	+	-	+	X		
32	aef	+	-	-	-	+	+	X		
33	bcd	-	+	+	+	-	-		X	X
34	bce	-	+	+	-	+	-		X	X
35	bcd	-	+	+	-	-	+		X	X
36	bde	-	+	-	+	+	-		X	
37	bdf	-	+	-	+	-	+		X	
38	bef	-	+	-	-	+	+		X	
39	cde	-	-	+	+	+	-			X
40	cdf	-	-	+	+	-	+			X
41	cef	-	-	+	-	+	+			X

**QUADRO 4.4** Ordem de Yates para o experimento fatorial das paredes externas com as respectivas características termofísicas (conclusão)

Testes		Fatores Arquiteturais						Características das paredes		
Ordem	tc	A	B	C	D	E	F	Isolante	Pesada	Escura
42	def	-	-	-	+	+	+			
43	abcd	+	+	+	+	-	-	X	X	X
44	abce	+	+	+	-	+	-	X	X	X
45	abcf	+	+	+	-	-	+	X	X	X
46	abde	+	+	-	+	+	-	X	X	
47	abdf	+	+	-	+	-	+	X	X	
48	abef	+	+	-	-	+	+	X	X	
49	acde	+	-	+	+	+	-	X		X
50	acdf	+	-	+	+	-	+	X		X
51	acef	+	-	+	-	+	+	X		X
52	adef	+	-	-	+	+	+	X		
53	bcde	-	+	+	+	+	-		X	X
54	bcdf	-	+	+	+	-	+		X	X
55	bcef	-	+	+	-	+	+		X	X
56	bdef	-	+	-	+	+	+		X	
57	cdef	-	-	+	+	+	+			X
58	abcde	+	+	+	+	+	-	X	X	X
59	abcdf	+	+	+	+	-	+	X	X	X
60	acdef	+	-	+	+	+	+	X		X
61	abdef	+	+	-	+	+	+	X	X	
62	abcef	+	+	+	-	+	+	X	X	X
63	bcdef	-	+	+	+	+	+		X	X
64	abcdef	+	+	+	+	+	+	X	X	X

**QUADRO 4.5** Ordem de Yates para o experimento fatorial da cobertura com as respectivas características termofísicas (continua)

Testes		Fatores Arquiteturais				Características da cobertura		
Ordem	tc	A	B	C	D	Isolante	Pesada	Escura
1	(1)	-	-	-	-			
2	a	+	-	-	-	X		
3	b	-	+	-	-		X	
4	c	-	-	+	-			X
5	d	-	-	-	+			
6	ab	+	+	-	-	X	X	
7	ac	+	-	+	-	X		X
8	ad	+	-	-	+	X		
9	bc	-	+	+	-		X	X
10	bd	-	+	-	+		X	
11	cd	-	-	+	+			X

**QUADRO 4.5** Ordem de Yates para o experimento fatorial da cobertura com as respectivas características termofísicas (conclusão)

Testes		Fatores Arquiteturais				Características da cobertura		
Ordem	tc	A	B	C	D	Isolante	Pesada	Escura
12	abc	+	+	+	-	X	X	X
13	abd	+	+	-	+	X	X	
14	acd	+	-	+	+	X		X
15	bcd	-	+	+	+		X	X
16	abcd	+	+	+	+	X	X	X

As envoltórias adotadas no estudo irão variar conforme os parâmetros analisados no experimento. Serão necessários quatro tipos de paredes externas: uma chamada de base, que não seja isolante e nem pesada; uma parede isolante e leve; uma parede não isolante e pesada; e outra isolante e pesada. Para o experimento fatorial das paredes externas a cobertura não sofrerá variações, sendo adotada a cobertura base para este experimento. De forma análoga, terão quatro tipos de coberturas e as paredes externas não sofrerão variações, sendo adotada a parede base para este experimento.

Para cada cidade foram realizados três experimentos tanto para as paredes externas como para a cobertura, cada um referente a um dos ambientes de permanência prolongada da unidade habitacional em estudo, com quatro réplicas. Cada réplica é relativa a cada uma das orientações principais (norte, leste, sul e oeste).

A variável de saída adotada foi a somatória de horas de conforto anual. A etapa de análise dos dados foi realizada no programa estatístico Minitab versão 17, para o cálculo do efeito e das interações dos fatores e também para a análise de variância (ANOVA), conforme item 3.4.1, sendo considerados como fatores significativos aqueles que apresentaram um valor de teste superior a 0,05.

Com o planejamento do experimento fatorial montado, foram então realizadas as simulações para a obtenção das variáveis de saída.

#### 4.3.2. Revisão Metodológica: o efeito dos fatores

Inicialmente são apresentados os resultados obtidos para o experimento fatorial das paredes externas para o clima de Boa Vista, a título de exemplo. Os efeitos calculados pelo Minitab para cada um dos fatores é apresentando na TABELA 4.5. A variável de saída nesta

análise são as horas de conforto. Os efeitos com sinal positivo significam que o respectivo fator contribui para o aumento das horas de conforto, enquanto que, por seguinte, o sinal negativo significa que o fator contribui para a diminuição da variável de saída. Quanto maior o valor absoluto do efeito, maior é a influência do fator nas horas de conforto. Dito isso, pode-se avaliar os efeitos dos fatores para as paredes no caso de Boa Vista.

**TABELA 4.5** Efeitos dos fatores para o experimento fatorial das paredes para a cidade de Boa Vista (continua)

Fator	Efeitos		
	Z01	Z02	Z04
a	-178.7	21.3	89.3
b	-44.5	-194.2	-102.6
c	-911.3	-812.2	-748.2
d	830.1	1057.6	1113.0
e	441.5	592.6	587.5
f	739.7	957.7	1047.0
ab	47.1	26.4	8.3
ac	405.0	463.3	465.3
ad	65.0	28.1	15.5
ae	72.5	102.8	102.2
af	88.3	125.7	164.7
bc	577.6	672.6	664.4
bd	342.7	189.2	164.9
be	284.6	145.0	116.7
bf	262.1	184.6	212.9
cd	7.4	-4.1	-14.7
ce	86.4	117.6	135.3
cf	623.9	721.7	753.7
de	-312.0	-295.6	-276.6
df	-406.0	-409.4	-380.6
ef	-103.4	-60.7	-5.9
abc	301.0	150.5	116.6
abd	26.9	-15.2	-36.0
abe	-20.3	-42.4	-50.1
abf	163.3	93.4	74.4
acd	-160.5	-193.1	-206.5
ace	28.7	47.4	39.2
acf	-255.8	-282.9	-292.6
ade	-62.6	-79.5	-94.7
adf	-327.1	-372.6	-371.7
aef	-5.5	19.7	31.5
bcd	-128.7	-181.2	-193.1
bce	51.4	22.0	10.9
bcf	-31.5	-207.1	-220.0

**TABELA 4.5** Efeitos dos fatores para o experimento fatorial das paredes para a cidade de Boa Vista (conclusão)

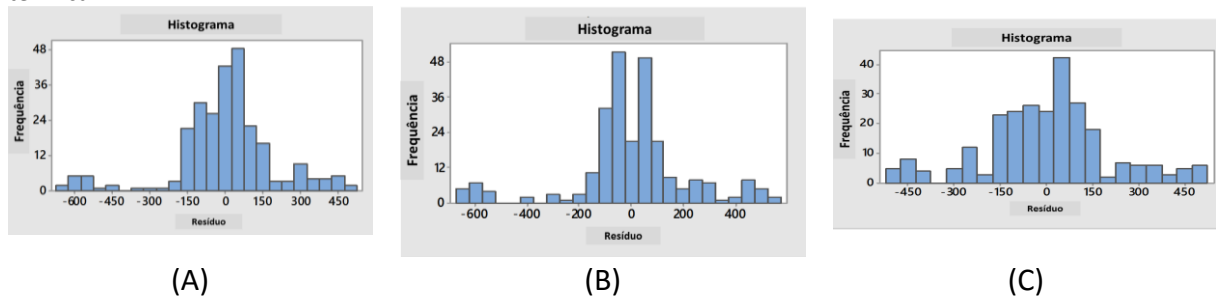
Fator	Efeitos		
	Z01	Z02	Z04
bde	-114.7	-121.5	-133.7
bdf	-252.0	-316.8	-326.8
bef	-19.5	-70.3	-67.5
cde	-75.9	-50.8	-58.5
cdf	100.3	134.2	149.1
cef	-81.1	-54.8	-52.6
def	-205.7	-194.5	-178.3
abcd	-138.6	-92.1	-79.8
abce	-254.8	-266.1	-261.2
abcf	-219.8	-146.5	-141.0
abde	-142.9	-144.9	-147.0
abdf	-58.4	9.1	20.3
abef	-115.1	-139.3	-158.5
acde	-26.7	-82.4	-84.3
acdf	3.6	-48.0	-63.4
acef	-91.9	-148.1	-171.4
adef	83.3	-4.5	-24.6
bcde	-78.9	-110.6	-117.1
bcdf	-39.0	-75.5	-92.6
bcef	-38.2	-95.1	-120.3
bdef	63.0	45.6	29.0
cdef	51.4	21.0	-0.7
abcde	-123.8	-53.3	-1.6
abcdf	-33.1	16.7	19.6
acdef	-136.6	-92.0	-86.3
abdef	237.1	292.3	299.5
abcef	350.9	297.5	280.9
bcdef	124.8	162.9	166.7
abcdef	213.7	292.4	323.6

Analisando os efeitos apresentados nesta tabela, pode-se reconhecer que o fator denominado de “bc”, por exemplo, que denota as paredes pesadas e escuras, possui um efeito positivo e alto no valor de 577,6 para a zona térmica 1, de 672,6 para a zona 2 e de 664,4 para a zona 4. Considerando que o clima de Boa Vista caracteriza-se por temperaturas externas sempre elevadas e sensação de desconforto por calor em parte do dia, o uso de paredes pesadas e escuras aparenta não ser plausível para este contexto climático, conforme indica o efeito positivo com alto valor. Avaliando os dados de saída (horas de conforto) obtidos por simulação, observou-se que as paredes pesadas e escuras

apresentam-se como um dos fatores com um dos menores valores de horas de conforto, ou seja, o fator não contribui para o aumento das horas de conforto, sendo inclusive bem inferior em relação ao caso base. Pode-se então concluir que o efeito não se mostrou representativo para o caso analisado. Este foi um comportamento observado em todas as cidades de clima quente avaliadas no presente trabalho.

A explicação para este comportamento está relacionada com a distribuição dos dados. As referências estudadas na revisão apontam que para uma avaliação adequada é preciso que os dados apresentem uma distribuição do tipo normal. Analisando a distribuição dos dados para o caso de Boa Vista (FIGURA 4.7), percebe-se que a distribuição dos dados não segue tal comportamento.

**FIGURA 4.7** Histograma de frequência para dos dados de saída: (A) zona térmica 1; (B) zona térmica 2; (C) zona térmica 4



O cálculo do efeito é uma média entre as variáveis de saída obtidas para os fatores positivos e para os fatores negativos. Uma vez que a distribuição não é normal, as médias deixam de ser representativas, tornando-se corrompidas e tendendo às variáveis de maior força. Em razão do exposto, os efeitos foram descartados para a avaliação da influência das variáveis. A influência é então obtida a partir da ANOVA, conforme a Equação 4.1, e a análise de aumento ou redução das horas de conforto com o intuito de classificar a influência como positiva ou negativa, é feita a partir da diferença em relação ao caso base.

$$Influência_i(\%) = \frac{MQ_i}{\sum MQ_i} \times 100 \quad 4.1$$

onde  $Influência_i$  é a influência do termo  $i$  no resultado analisado;  $MQ_i$  é a média quadrática do termo  $i$ ; e  $\sum MQ_i$  é a somatória das médias quadráticas de todos os termos.



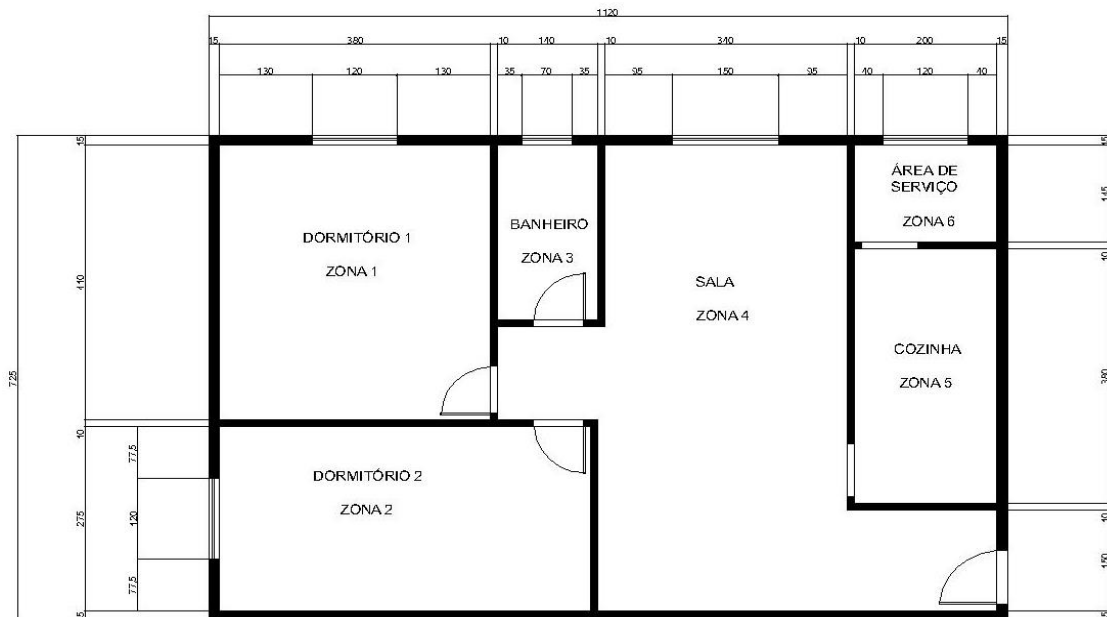
A seguir são apresentados os resultados obtidos pelo experimento fatorial para cada

#### 4.4. Modelagem para a simulação

##### 4.4.1. Geometria da edificação

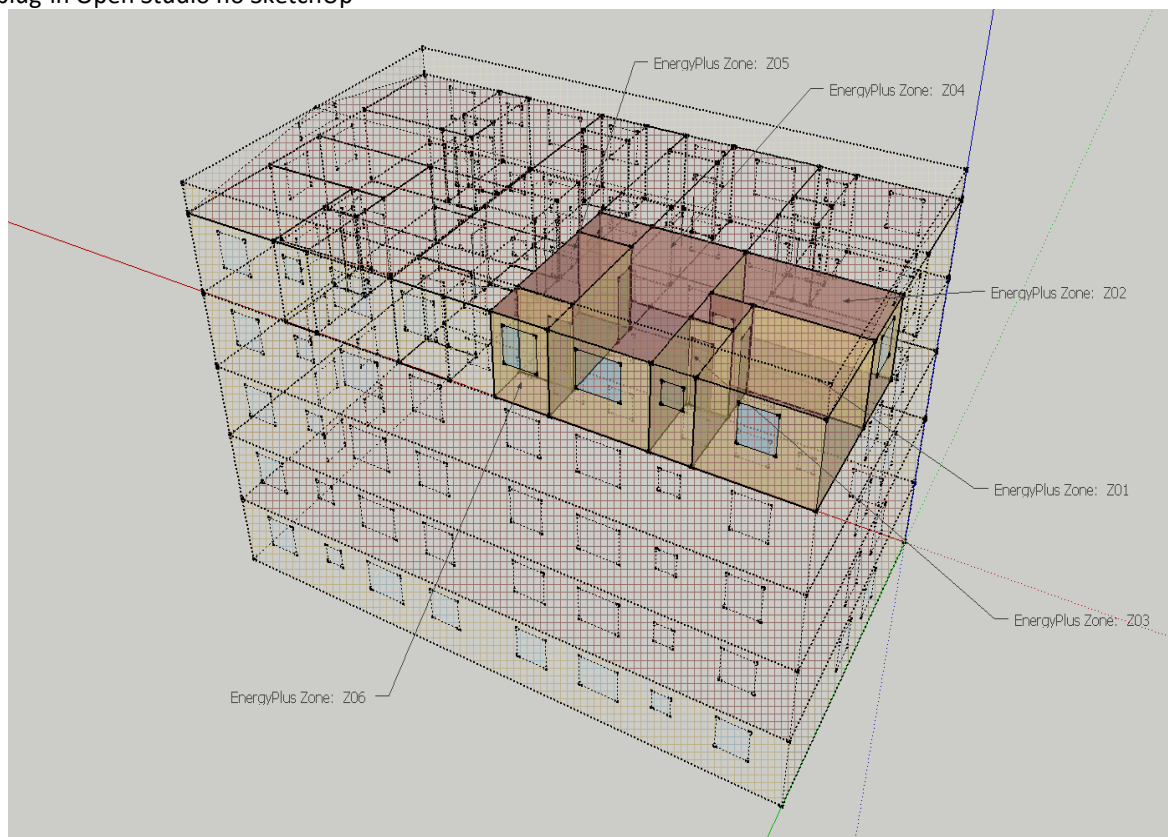
A edificação foi modelada conforme suas características geométricas (FIGURA 4.8). A unidade habitacional analisada foi uma das quatro que se encontra no último pavimento, possibilitando assim a análise dos efeitos das trocas térmicas na cobertura. A unidade habitacional foi dividida em seis zonas térmicas, conforme é mostrado na FIGURA 4.9. As zonas térmicas de interesse são as zonas 1, 2 e 4, correspondentes aos ambientes de permanência prolongada (dormitórios e sala).

**FIGURA 4.8** Planta da unidade habitacional a ser avaliada com as respectivas zonas térmicas



Escala 1/100

**FIGURA 4.9** Modelo tridimensional da edificação com a localização das zonas térmicas em análise elaborado no plug-in Open Studio no SketchUp



As unidades habitacionais do último pavimento foram modeladas como zonas térmicas similares às adotadas para a unidade habitacional em estudo. Não houve a separação por unidade habitacional nos demais pavimentos para simplificação do modelo e consequente redução do tempo de simulação.

Para a avaliação das orientações, optou-se por rotacionar a edificação ao invés de considerar as unidades com diferentes orientações, para que fossem mantidas as mesmas condições de ventilação e insolação.

#### 4.4.2. Parâmetros de Simulação no EnergyPlus

A seguir são apresentados os parâmetros básicos de simulação adotados no EnergyPlus (Versão: 8.1.0.008) neste trabalho:

- Edificação:
  - Ângulo da edificação com o eixo do Norte Verdadeiro: 0°;

- Terreno (caracterização do entorno no qual a edificação está inserida com o intuito de avaliar a influência deste na velocidade do vento local. As opções são: campo, subúrbio, cidade, oceano e urbano): subúrbio;
- Convergência de cargas térmicas: 0,04;
- Convergência de temperatura: 0,4;
- Distribuição solar: FullInteriorAndExterior;
- Cálculos de sombreamento: 20', valor *default* do programa;
- Algoritmo de convecção interna: TARP;
- Algoritmo de convecção externa: DOE-2;
- Algoritmo de solução: *Conduction Transfer Function* (CTF), solução que considera apenas o calor sensível;
- Timestep: 4, valor *default* do programa para ambiente que não usam ar condicionado.

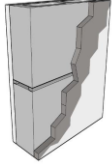
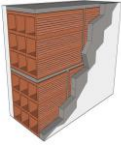
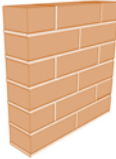
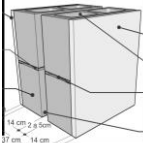
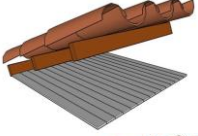
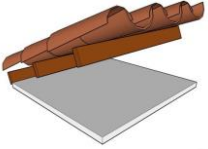
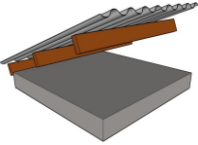
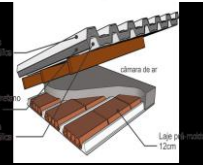
#### 4.4.3. Parâmetros de entrada das características termofísicas das envoltórias

A especificação das envoltórias foi baseada em suas características termofísicas e no experimento fatorial. A escolha ocorreu de forma que suas características obedecessem aos valores limites propostos por Mahoney (1968), conforme é apresentado na TABELA 4.6. As envoltórias utilizadas têm sua composição descrita na TABELA 4.7, assim como suas propriedades termofísicas apresentadas na TABELA 4.8. As propriedades termofísicas dos materiais que compõem as envoltórias foram especificadas conforme a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005b), Ordenes et al. (2003) e Morishita et al. (2013).

**TABELA 4.6** Classificação dos tipos de envoltória adotadas, conforme os valores limites de Mahoney

Tipo de envoltória		U (W/m <sup>2</sup> K)	ϕ (h)
Paredes externas	Isolante	≤2,00	≤3,0
	Pesada	≥2,80	≥8,0
	Isolante e pesada	≤2,00	≥8,0
Coberturas	Isolante	≤0,85	≤3,0
	Pesada	≥1,10	≥8,0
	Isolante e pesada	≤1,10	≥8,0

**TABELA 4.7** Envoltórias utilizadas no estudo e suas respectivas propriedades termofísicas (continua)

Envoltória		U (W/m <sup>2</sup> K)	CT (kJ/m <sup>2</sup> K)	Φ (h)
<i>Parede base</i> Argamassa externa (2,5 cm), bloco de concreto (9,0 cm), gesso (0,2 cm)		2,97	159,0	2,99
<i>Parede isolante</i> Argamassa (2,5 cm), bloco cerâmico (14,0 cm), gesso (0,2 cm)		1,85	105,0	2,97
<i>Parede pesada</i> Adobe (22,0 cm)		2,8	331,5	8,00
<i>Parede isolante e pesada</i> Argamassa (2,5 cm), bloco de concreto (14,0 cm), câmara de ar (2,0 a 5,0 cm), bloco de concreto (14,0 cm), argamassa (2,5 cm)		1,43	439,0	9,43
<i>Cobertura base</i> Telha cerâmica, câmara de ar (>5,0 cm), forro de gesso (3,0 cm)		1,94	37,0	1,5
<i>Cobertura isolante</i> Telha cerâmica, câmara de ar (>5,0 cm), espuma rígida de poliuretano (2,0 cm), forro de pvc (1,0 cm)		0,85	31,8	2,37
<i>Cobertura pesada</i> Telha fibrocimento, câmara de ar (>5,0 cm), laje maciça (10,0 cm)		2,06	233,0	5,0
<i>Cobertura isolante e pesada</i> Telha metálica (0,1 cm), poliuretano (4,0 cm), telha metálica (0,1 cm), câmara de ar (>5,0 cm), laje pré-moldada (12,0 cm)		0,53	176,0	11,2

A resistência térmica considerada para a câmara de ar da parede foi de 0,16 m<sup>2</sup>K/W, para superfícies de alta emissividade com espessura de 2,0 cm a 5,0 cm. Já para a cobertura, a resistência térmica considerada da câmara de ar com espessura de 6,0 cm com superfícies de alta emissividade e fluxo descendente foi de 0,21 m<sup>2</sup>K/W (ABNT, 2005b).

**TABELA 4.8**Características dos materiais utilizados na simulação computacional

Material	Espessura equivalente [m]	Condutividade térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m <sup>3</sup> ]	Calor específico [J/kg.K]
Argamassa reboco	0,025	1,15	2000	1000
Bloco de concreto (9,0 cm)	0,025	1,75	105	1000
Bloco de concreto (14,0 cm)	0,026	1,75	91	1000
Bloco cerâmico 6 furos quadrado (14,0 cm)	0,014	0,90	2290	920
Adobe	0,22	1,15	1800	837
Gesso	0,002	0,7	1200	840
Concreto maciço	0,10	1,75	2200	1000
Laje pré-moldada	0,095	1,05	1087	920
Telha cerâmica	0,01	1,05	2000	920
Telha de alumínio	0,001	230	2700	880
Telha de fibrocimento	0,003	0,95	1900	840
Forro de gesso	0,03	0,7	1200	840
PVC	0,01	0,2	1300	960
EPS	0,02	0,04	16	1420

O dispositivo modelado para sombreamento das aberturas foi uma veneziana horizontal, com refletância de 0,5. Nos testes com sombreamento foi considerada a presença do sombreamento durante todo o dia.

#### 4.4.4. Parâmetros de entrada de cargas internas

É sabido que as cargas internas irão influenciar o desempenho térmico das edificações, contudo, para a presente avaliação, como o enfoque está na envoltória da edificação, não foi considerada qualquer carga interna, seja ela de equipamentos, iluminação ou pessoas (ABNT, 2013).

#### 4.4.5. Parâmetros de entrada da ventilação natural

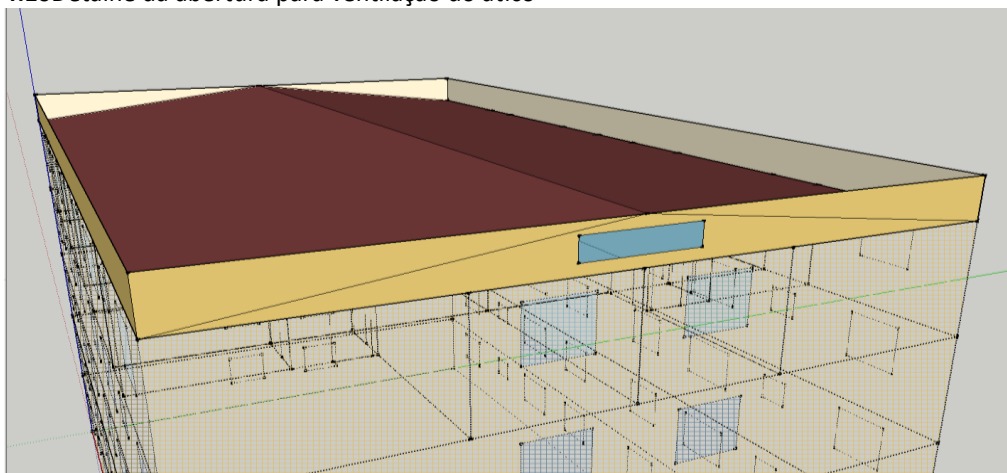
Para uma avaliação mais precisa do impacto da ventilação no desempenho térmico da edificação, optou-se por simular a ventilação natural no módulo “*Airflow Network*” do EnergyPlus. Os coeficientes de pressão foram calculados pelo programa. Os coeficientes de descarga adotados foram de 0,65 para as portas e de 0,6 para as janelas, valores *default* conforme manual do próprio programa.

Não foi considerado nenhum tipo de controle para o uso das aberturas nas simulações do experimento fatorial, com o intuito de avaliar o impacto desta variável tanto no desconforto por calor, quanto por frio. Quando a ventilação natural era um parâmetro ativo na avaliação, as janelas e portas eram consideradas abertas as 24 horas do dia. Apenas a porta de entrada

é exceção, sendo considerada sempre fechada. Os controles da ventilação foram inseridos apenas na simulação para a verificação das recomendações, podendo ser usado ou não o controle por temperatura associado à temperatura de conforto local.

Para a ventilação do ático, foram modeladas aberturas com dimensões de 2,20x0,5 metros, nos oitões, de acordo com o encontrado no mercado (FIGURA 4.10).

**FIGURA 4.10** Detalhe da abertura para ventilação do ático



#### 4.4.6. Arquivos climáticos

Uma das limitações encontradas no trabalho refere-se à disponibilidade de um número inexpressivo de arquivos climáticos para o Brasil. Encontram-se disponíveis 27 arquivos climáticos TRY<sup>11</sup> para as seguintes cidades brasileiras: Belém, Boa Vista, Bom Jesus da Lapa, Brasília, Campo Grande, Cuiabá, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Jacareacanga, Maceió, Manaus, Maringá, Natal, Petrolina, Porto Alegre, Porto Nacional, Porto Velho, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, Santa Maria, São Luís, São Paulo, Viçosa e Vitória. A distribuição espacial no território brasileiro é mostrado na FIGURA 4.11.

---

<sup>11</sup> Os arquivos climáticos do tipo *Test Reference Year*(TRY) são arquivos constituídos com um ano de dados médios, sem extremos de temperatura. Para a elaboração do TRY, o procedimento consiste na eliminação de anos de dados que contenham temperaturas médias mensais extremas, sejam elas altas ou baixas, até que se permaneça um único ano.

**FIGURA 4.11** Cidades brasileiras com arquivos climáticos TRY



Fonte: LABEEE, 2015

Todavia, tais arquivos climáticos não contemplam todos os tipos climáticos da classificação de Nimer (1979). Para suprir essa limitação, de forma complementar, adotou-se também os arquivos climáticos desenvolvidos por Roriz (2012). Estes arquivos foram elaborados a partir de dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos anos de 2000 a 2010. As simulações foram realizadas utilizando o arquivo climático para simulações anuais.

#### 4.4.7. Parâmetros de saída

As variáveis de saída solicitadas do *software* de simulação foram a temperatura externa do ar horária ( $^{\circ}\text{C}$ ), a temperatura neutra ou de conforto horária ( $^{\circ}\text{C}$ ), a temperatura operativa interna horária das zonas térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a temperatura do ar interno horária das zonas térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ).

As temperaturas de conforto são utilizadas para o cálculo da faixa de conforto e as temperaturas operativas para a verificação da condição de conforto ou não.

### 4.5. Definição das horas de conforto

Para determinar quais temperaturas operativas internas encontravam-se dentro da faixa de conforto, o modelo adotado para a quantificação das horas de conforto foi o desenvolvido por deDear e Brager (2002) (Equação 2.12), adotado pela norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013),

e conforme o recomendado por Pereira e Assis (2013) e Negreiros e Predrini (2013) para o país. A faixa de conforto utilizada foi a de  $\pm 3,5$  °C (Equação 2.13), de acordo com a recomendação da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) de 80% de satisfação dos usuários para aplicações típicas.

A partir das temperaturas do ar externas horárias oriundas dos arquivos climáticos, foram calculadas as horas de conforto pelo modelo de deDear e Brager (2002) e os limites de conforto superior e inferior para cada localidade. As temperaturas operativas foram obtidas por simulação para cada um dos ambientes de permanência prolongada da habitação durante as 24 horas do dia por um ano e estas comparadas com a faixa de conforto. Se se apresentassem dentro da faixa, eram contabilizadas como horas de conforto, caso contrário, como horas de desconforto. Se a temperatura operativa estivesse abaixo do limite inferior da zona de conforto, era considerada de desconforto por frio. De forma análoga, se estivesse acima do limite superior de conforto, era considerada como desconforto por calor. Essa distinção foi feita com o intuito de avaliar os rigores dos climas, considerando principalmente aqueles climas mistos. Os valores horários dentro de cada uma das faixas (conforto, desconforto por calor, desconforto por frio) foram somados anualmente e estes resultados utilizados nas análises.

#### **4.6. Caracterização das horas de conforto do clima externo das localidades**

Para a caracterização dos rigores por frio ou por calor do clima externo das localidades estudadas, adotou-se a metodologia proposta por Stensjö (2015) para avaliação da sensação térmica em uma planilha automatizada, desenvolvida aplicando-se o modelo adaptativo de DeDear e Brager (2002) à base de dados das Normais Climatológicas de 1960-1991, a partir da qual foram obtidos dados médios mensais e horários.

A análise das horas de conforto do clima externo das localidades foi feita a partir dos dados horários durante todo o ano, de acordo com o modelo de DeDear e Brager (2002) e intervalos de conforto de  $T_n \pm 3,5$ °C, identificando-se assim os períodos de sensação de conforto, de calor e frio.

#### **4.7. Tratamento de dados**

Os dados obtidos por simulação tiveram duas abordagens. Na primeira, eles compuseram as saídas para análise do experimento fatorial, a ser realizada no *software* estatístico Minitab



17. Os resultados obtidos neste tratamento estatístico permitirão inferir a respeito de quais variáveis são sensíveis e, entre elas, quais possuem maior influência no desempenho térmico da edificação para aquele tipo de clima. Uma segunda abordagem foi feita a partir de gráficos comparativos entre as horas de conforto obtidas e as diferenças em relação ao caso base. Estas análises irão permitir identificar quais são as recomendações para cada tipo de clima.

Estas recomendações serão testadas por meio de simulações que avaliarão de forma global as recomendações para as paredes externas e para as coberturas. Além disso, estas recomendações serão avaliadas sob os métodos normativos para discussão das concordâncias e discordâncias entre os resultados.

localidade.

## 5. RESULTADOS

No presente capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das simulações e do tratamento via experimento fatorial. É importante ressaltar que as análises realizadas acompanham a estrutura do experimento fatorial (QUADRO 4.4 e QUADRO 4.5), o que representa dizer que há um caso base em que nenhuma das variáveis em análise opera, utilizado como balizador para comparação com os casos em que há influência das variáveis. Neste trabalho, as superfícies isolantes (paredes ou coberturas) são consideradas aquelas em que a variável transmitância térmica está no nível alto da fatorial, de acordo com o item 4.3, de forma equivalente para as demais variáveis.

Os primeiros resultados apresentados são os resultados das horas de conforto e de desconforto por frio e por calor obtidos para cada uma das localidades selecionadas a partir das simulações. Os resultados são aqui apresentados de forma sintetizada por uma questão de fluidez do texto. As tabelas completas são apresentadas no Apêndice A.

Em seguida, são apresentados os resultados obtidos na fatorial e na análise de variância. Os resultados das horas de conforto e da análise de variância são analisados em conjunto para a determinação das recomendações para cada um dos contextos climáticos.

Por fim, são confrontadas os resultados obtidos para cada local com as recomendações normativas.

### 5.1. Horas de Conforto

Inicialmente, foi realizada uma análise do clima local para cada uma das localidades em estudo, com o intuito de determinar os períodos de sensação de conforto, de desconforto por frio e por calor. Esta análise do clima externo foi realizada a partir do método proposto por Stensjö (2015), em que os valores horários de temperatura externa do ar (°C) ao longo do ano são classificados de acordo com a sensação térmica resultante a partir do modelo adaptativo proposto por DeDear e Brager (2002). Em seguida, as horas de conforto para os ambientes internos foram obtidas a partir das simulações realizadas e são avaliadas com o intuito de identificar quais parâmetros impactam tanto positivamente quanto negativamente no desempenho térmico. São igualmente avaliadas as horas de desconforto, seja por calor ou por frio, para identificar as variáveis com maior influência nos rigores

climáticos. Esta segunda avaliação é de importância, sobretudo para climas mistos, para se evitar contradições entre as recomendações entre os períodos quentes e frios.

As zonas térmicas aqui referidas como zona térmica 1 (dormitório), zona térmica 2 (dormitório) e zona térmica 4 (sala), são aquelas estabelecidas no modelo de simulação computacional, conforme mostrado na FIGURA 4.8. Os resultados estão separados por domínio climático conforme Nimer (1979).

#### *5.1.1. Quente Equatorial: super úmido, úmido e semiúmido*

As cidades selecionadas para representar o domínio Quente Equatorial foram Manaus (AM) para o subdomínio super úmido, Rio Branco (AC) e Tucuruí (PA) para o subdomínio úmido e São Luís (MA) para o subdomínio semiúmido.

O clima da cidade de Manaus caracteriza-se por não possuir períodos de desconforto por frio e por ter tardes com sensação de desconforto por calor. Nos demais períodos a sensação térmica que predomina é a de conforto. Assim, a principal preocupação é com o rigor térmico por calor.

Para o clima de Manaus a melhor condição de conforto para todas as zonas ocorreu para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e sombreadas e emprego de ventilação natural. A pior condição incidiu sobre as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A análise das variáveis individualmente apontou que contribuíram para a melhoria das condições de conforto para todas as zonas térmicas a transmitância do vidro, o sombreamento e a ventilação natural. Não contribuíram para a melhoria das condições de conforto a transmitância térmica, a capacidade térmica e a absorvância das paredes, principalmente esta última. Para este clima mostrou-se determinante a redução do ganho térmico pelas aberturas e a retirada de calor por meio da ventilação.

Quanto à cobertura, a melhor condição de conforto coincidiu para todas as zonas como sendo a cobertura isolante, pesada e com ático ventilado. Já para o caso com o menor número de horas de conforto, houve uma variação entre as zonas e orientação delas. Para a zona térmica 1, para as orientações norte e oeste a cobertura pesada e escura apresentou-se como a pior condição, enquanto que para as orientações leste e sul ocorreu para a cobertura não isolante, leve e escura. No caso das zonas 2 e 4, o pior caso foi para a cobertura pesada e escura, com exceção da orientação sul. Para esta orientação a situação

da cobertura não isolante, leve e escura foi a que apresentou o menor número de horas de conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica, capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a absorvância apresentou efeito contrário.

Já o clima de Rio Branco caracteriza-se por períodos de desconforto por frio durante as madrugadas, com um período mais extenso durante os meses mais frios (junho, julho e agosto). A sensação de desconforto por calor ocorre no período da tarde. No restante do tempo a sensação térmica é de conforto.

Para as variações testadas para as paredes, o maior número de horas de conforto foi obtido para as paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e sombreadas para todas as zonas. A pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras para todas as zonas.

Analisando cada uma das variáveis individualmente, todas as zonas térmicas tiveram comportamentos similares. As variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto foram a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes, a transmitância térmica dos vidros e a existência de sombreamento nas aberturas. Reduziram as horas de conforto a absorvância, esta de forma significativa, e o emprego da ventilação natural.

A avaliação das horas de conforto para as combinações dos parâmetros da cobertura indicaram que os comportamentos de todas as zonas são semelhantes. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas isolantes e pesadas. A cobertura não isolante, leve e escura resultou na pior condição de conforto.

A análise individual das variáveis indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica da cobertura, capacidade térmica da cobertura e o ático da cobertura ventilado, enquanto que a absorvância apresentou efeito oposto.

O clima de Tucuruí caracteriza-se por apresentar a sensação de desconforto por calor no período da tarde durante todo o ano e nos demais períodos do ano a sensação é de conforto. Não é observada a sensação de desconforto por frio.

A melhor condição de conforto entre as variações das paredes foi obtida para a condição de paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidros isolantes e sombreamento e emprego da ventilação natural para todas as três zonas térmicas. A pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A análise das variáveis individualmente apontou aquelas que contribuíram para a melhoria das condições de conforto foram as variáveis transmitância térmica do vidro, o sombreamento das aberturas e a ventilação natural. A transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância das paredes, principalmente esta última, reduziram as horas de conforto em relação ao caso base. A principal estratégia para este contexto climático consiste na redução do ganho térmico pelas aberturas e o emprego da ventilação natural para retirada de calor.

Quanto a cobertura para o clima de Tucuruí, os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas pesadas com ático ventilado. A cobertura pesada e escura resultou na condição menos favorável ao conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho térmico foram a transmitância térmica, a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a absorvância teve um forte efeito oposto.

E, por fim, o clima da cidade de São Luís caracteriza-se por não possuir períodos de desconforto por frio e por ter tardes com sensação de desconforto por calor. Nos demais períodos a sensação térmica que predomina é a de conforto. Assim, a principal preocupação é com o rigor térmico por calor.

Par o clima de São Luís a melhor condição de conforto variou com a zona térmica e orientação destas. Para a zona 1 as melhores condições de conforto obtidas ocorreram para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante, sombreamento e ventilação natural para as orientações norte e leste e para as paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento para as orientações sul e oeste. Para a zona 2 a melhor condição de conforto ocorreu para as paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento para todas as orientações com exceção da leste. Para esta orientação a melhor condição de conforto foi obtida para as paredes não isolantes, leves, claras e

aberturas com vidro isolante, sombreamento e ventilação natural. Para a zona 4, todas as orientações apresentaram o mesmo resultado: paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento como a melhor condição de conforto. Para todas as zonas e orientações a pior condição de conforto correspondeu às paredes pesadas, escuras e aberturas sombreadas.

A análise das variáveis individualmente para a zona 1 mostrou que apenas a transmitância térmica e a capacidade térmica das paredes aumentaram as horas de conforto. Não contribuíram para a melhoria das condições de conforto a absorvância das paredes, principalmente esta, a transmitância térmica do vidro, o sombreamento e a ventilação natural. Para as zonas 2 e 4 as variáveis que aumentaram as horas de conforto foram a transmitância, a capacidade térmica das paredes, a transmitância térmica do vidro e o sombreamento, já as absorvância (principalmente) e a ventilação natural contribuíram para a redução das horas de conforto.

Para a zona térmica 1 o conforto será obtido por meio das características termofísicas das paredes externas, enquanto que para as demais zonas será a redução do ganho térmico pelas aberturas a garantir as melhores condições de conforto. As superfícies de cores escuras não são recomendadas.

Quanto a cobertura, a melhor condição de conforto coincidiu para todas as zonas como sendo a cobertura pesada e com ático ventilado e a pior condição de conforto foi para a cobertura não isolante, leves e escuras.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho térmico foram a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a transmitância térmica da cobertura e a absorvância apresentaram efeito contrário.

De forma geral, para este domínio climático observou-se que a absorvância e a ventilação natural são as principais variáveis para a obtenção de conforto. As paredes devem ser não isolantes, leves e claras, com exceção de Rio Branco em que estas devem ser pesadas. As aberturas devem reduzir o ganho por radiação e permitir a ventilação dos ambientes. As coberturas para Manaus e Rio Branco devem ser isolantes, pesadas e com ático ventilado,

enquanto que para Tucuruí e São Luís devem ser pesadas e com ático ventilado. As coberturas escuras devem ser evitadas.

#### 5.1.2. *Quente Tropical Equatorial: semiúmido, semiárido brando e semiárido forte*

As cidades representantes do domínio Quente Tropical Equatorial foram Boa Vista (RR) e Pedro Afonso (TO) para o subdomínio semiúmido, Cratêus (CE) para o subdomínio semiárido brando e Cabrobó (PE) para o subdomínio semiárido forte.

Na cidade de Boa Vista há o predomínio de desconforto por calor durante boa parte do dia no ano todo, todavia as manhãs e as noites possuem temperaturas do ar externo que resultam em sensação de conforto.

A melhor condição de conforto entre as variações das paredes foi obtida para a condição de paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes e sombreamento para a zona térmica 1 e para a condição de sombreamento para as demais zonas térmicas. Essa diferença de comportamento pode ser novamente entendida em razão da diferença de área de parede exposta entre as zonas. A pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A análise das variáveis individualmente apontou que contribuiriam para a melhoria das condições de conforto na zona térmica 1 a transmitância do vidro, o sombreamento e a ventilação natural, uma vez que estas variáveis resultaram em um aumento das horas de conforto em relação ao caso base. Entre as variáveis isoladas, a pior condição de conforto foi observada para as paredes escuras, reduzindo consideravelmente as condições de conforto para este caso. O mesmo comportamento das variáveis para a zona térmica 1 foi observado para as zonas 2 e 4.

A inércia térmica mostrou-se um parâmetro prejudicial ao desempenho da edificação, principalmente quando associada ao isolamento das superfícies ou a cores escuras. Assim, as principais estratégias são o sombreamento das aberturas, a adoção de paredes leves e claras.

Quanto a cobertura para o clima de Boa Vista, os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foram obtidos para as coberturas pesadas com ático ventilado e para as coberturas isolantes pesadas com ático ventilado. A cobertura escura resultou na condição menos favorável ao conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a transmitância, mesmo que tenha uma baixo impacto, e a absorvância tiveram efeito oposto.

O clima externo da cidade de Pedro Afonso caracteriza-se pelo predomínio da sensação de conforto. As exceções ocorrem nos períodos da tarde em que ocorrem a sensação de desconforto por calor e nas madrugadas durante os meses de junho a outubro, quando ocorrem a sensação de frio.

Para o clima de Pedro Afonso a melhor condição de conforto dentre as condições avaliadas para as paredes da zona térmica 1 ocorreu para o caso das paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e sombreamento. Já no caso das zonas 2 e 4 as paredes pesadas foram substituídas por paredes isolantes e, como na zona 1, aberturas com vidros isolantes e sombreamento, sendo que para as orientações sul e oeste da zona 4 basta que as aberturas tenham vidro isolante e sombreamento. De forma geral, a pior condição de conforto foi resultante de paredes isolantes, pesadas e escuras.

Para as três zonas térmicas é observado que as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base foram a transmitância térmica dos vidros, o sombreamento e a existência de ventilação. As paredes isolantes, as paredes pesadas e as paredes escuras reduzem as horas de conforto nos ambientes para este clima. Foi observado o impacto bastante negativo no emprego de paredes escuras para este contexto climático.

Os resultados obtidos apontam que a principal preocupação deve ser a redução do ganho térmico pelas aberturas para este clima.

Em relação ao estudo das coberturas para Pedro Afonso, para todas as zonas térmicas o maior número de horas de conforto foi obtido para a cobertura pesada e com ático ventilado e o menor conforto para a cobertura não isolante, leve e escura para todas as zonas térmicas.

Avaliando cada uma das variáveis individualmente, para todos os ambientes, as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto na análise das configurações da cobertura, foram a capacidade térmica e o ático ventilado. Já a transmitância térmica e a absorvância foram responsáveis por reduzir as horas de conforto em relação ao caso base.



O clima externo de Cratéus caracteriza-se por noites, madrugadas e manhãs com sensação térmica de conforto térmico, com exceção dos meses de maio a agosto em que os inícios das manhãs apresentam temperaturas do ar que resultam na sensação de desconforto por frio. O final das manhãs até o final das tardes as temperaturas ocasionam a sensação de desconforto por calor.

Para o clima de Cratéus a melhor condição de conforto para as condições avaliadas para as paredes ocorreu para o caso das paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidros isolantes e sombreamento para todas as zonas, com exceção da orientação norte da zona térmica 1, na qual esta condição ocorreu para o caso das paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes e sombreamento. De forma geral, a pior condição de conforto foi resultante com paredes isolantes, pesadas e escuras.

Para a zona térmica 1 foi observado que as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base foram a transmitância térmica dos vidros e o sombreamento. As paredes isolantes, as paredes pesadas, as paredes escuras e o emprego da ventilação natural reduzem as horas de conforto neste ambiente.

O comportamento das zonas térmicas 2 e 4 são bastante similar ao da zona térmica 1, com a diferença que para o caso destas zonas a ventilação natural aumenta as horas de conforto em relação ao caso base ao invés de diminuir. Os resultados obtidos apontam que a principal preocupação deve ser a redução do ganho térmico pelas aberturas para este clima.

Em relação ao estudo das coberturas para Cratéus, para todas as zonas térmicas o maior número de horas de conforto foi obtido para a cobertura pesada e com ático ventilado e o menor para a cobertura não isolante, leve e escura para todas as zonas térmicas.

Avaliando cada uma das variáveis individualmente, para todos os ambientes, as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto na cobertura foram a capacidade térmica e o ático ventilado. Já a transmitância térmica e a absorvância foram responsáveis por reduzir as horas de conforto em relação ao caso base.

O clima de Cabrobó caracteriza-se por períodos de desconforto por frio durante as madrugadas e início das manhãs e por períodos de desconforto por calor durante as tardes. No restante do tempo a sensação térmica é de conforto.

Dentre as variações analisadas para as paredes, a que apresentou o maior número de horas de conforto dentre todas as combinações testadas para a zona térmica 1 e 2 foi a combinação de paredes não isolantes, leves e claras e aberturas com vidros isolantes e sombreadas. Já para a zona térmica 4, o mesmo resultado foi observado, com exceção da orientação leste, pois para esta orientação a ventilação foi favorável além das aberturas com vidros isolantes e sombreadas. As paredes não isolantes, leves e claras e a redução do ganho através das aberturas apresentaram-se como a melhor solução. A pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

Analisando cada uma das variáveis individualmente, as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base para a zona térmica 1 foram apenas a transmitância térmica dos vidros e o sombreamento. Para as zonas térmicas 2 e 4, além da transmitância térmica dos vidros e do sombreamento, a ventilação natural também contribuiu para o aumento das horas de conforto. Para todas as zonas o pior desempenho ocorreu para a absorvância. A transmitância e a capacidade térmica também resultaram a redução das horas de conforto.

Pode ser observado que para o contexto climático de Cabrobó, é fundamental reduzir os ganhos de calor pela abertura e que as paredes sejam não isolantes, leves e claras.

A avaliação das horas de conforto para as combinações dos parâmetros da cobertura, indicaram que os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas pesadas com ático ventilado. A cobertura escura resultou na pior condição de conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica, a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a absorvância apresentou efeito oposto.

Para o clima Quente Tropical Equatorial a redução do ganho térmico pelas aberturas e as coberturas claras são estratégias fundamentais para se obter um melhor desempenho térmico. Para Boa Vista as paredes devem ser isolantes, para Pedro Afonso pesadas e para Cratús e Cabrobó não isolantes e leves. Para todas as localidades as coberturas devem ser pesadas e com ático ventilado.

### 5.1.3. *Quente Tropical Nordeste Oriental: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido*

As cidades representantes do domínio Quente Tropical Nordeste Oriental foram Salvador (BA) para o subdomínio super úmido, João Pessoa (PB) para o subdomínio úmido, Natal (RN) para o subdomínio semiúmido e Pão de Açúcar (AL) para o subdomínio semiárido.

Para o clima de Salvador há o predomínio de desconforto por calor durante as tardes e de desconforto por frio durante as madrugadas nos meses mais frios. Os demais períodos possuem temperaturas do ar externo que resultam em sensação de conforto.

A melhor condição de conforto entre as variações das paredes foi obtida para a condição de paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidros isolantes e sombreamento e com o emprego da ventilação natural para todos os ambientes analisados. Já a pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A análise das variáveis individualmente apontou que contribuíram para a melhoria das condições de conforto de todas as zonas a transmitância do vidro, o sombreamento e a ventilação natural, esta última de fundamental importância. Não favoreceram ao aumento das horas de conforto a transmitância térmica, a capacidade térmica e a absorvância das paredes.

Para esta condição climática apresentou-se fundamental a redução de ganho por radiação e o emprego da ventilação natural para a redução do calor no interior dos ambientes.

Quanto a cobertura para o clima de Salvador, os comportamentos dos ambientes não são muito similares como foram para as paredes. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas isolantes, pesadas com ático ventilado para todas as zonas térmicas. Para a zona 1 com orientações norte e oeste a pior condição incidiu para as coberturas pesadas e escuras, enquanto que para as orientações leste e sul incidiu para as coberturas escuras. Para as zonas 2 e 4 as coberturas pesadas e escuras representaram também o pior caso. Fica evidente que as coberturas escuras devem ser evitadas no clima em questão, principalmente para as coberturas pesadas.

A análise de cada variável individualmente para o ambiente da zona térmica 1, apontou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho térmico foram a transmitância térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a capacidade

térmica e a absorvância tiverem efeito contrário. Já para as zonas térmicas 2 e 4 a capacidade térmica passa a aumentar as horas de conforto em relação com o caso base, juntamente com a transmitância térmica e o ático ventilado. Apenas a absorvância reduz as horas de conforto para este clima e zonas térmicas.

O clima de João Pessoa caracteriza-se pela predominância da sensação de conforto, que só não ocorre nos períodos da tarde com exceção dos meses mais frios, de maio a setembro, quando há o desconforto por calor. A sensação de desconforto por frio ocorre em um curto período da madrugada nos meses de julho e agosto.

A avaliação das combinações dos parâmetros para as paredes mostrou que o melhor desempenho foi alcançado para as paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e sombreamento e ventilação natural para a zona térmica 1. Para as zonas 2 e 4 as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidros isolantes e sombreamento e ventilação natural alcançaram o maior número de horas de conforto. Para todas as zonas a condição com o menor número de horas de conforto ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

Analisando cada uma das variáveis individualmente, observou-se que o comportamento térmico das zonas térmicas não variou. Para todas elas, a transmitância térmica do vidro, o sombreamento e a ventilação natural contribuíram para o aumento das horas de conforto. A transmitância das paredes, a capacidade térmica e a absorvância apresentaram comportamento contrário.

A avaliação das horas de conforto para as combinações dos parâmetros da cobertura indicaram que os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas isolantes, pesadas com ático ventilado. A cobertura escura resultou na pior condição de conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a transmitância da cobertura e a absorvância apresentaram efeito oposto.

A ventilação do ático é uma estratégia fundamental para a melhoria das condições de conforto para o clima em questão. Além disso, observou-se que para o clima de Jataí a cobertura tem importante papel no desempenho térmico da edificação.

Em Natal há o predomínio de desconforto por calor no período da tarde durante os meses mais quentes (janeiro a maio e outubro a dezembro). Já nos meses mais frios (junho a agosto) ocorre a sensação de desconforto por frio durante o início das manhãs. Durante o restante do ano há a sensação de conforto.

A melhor condição de conforto entre as variações das paredes para a zona térmica 1 foi obtida para as paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e sombreamento. Para a zonas 2 observou-se uma variação da melhor condição de conforto em função da orientação. Para as orientações norte e sul esta melhor condição de conforto ocorreu para as paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e sombreamento, enquanto que para as orientações leste e oeste ocorreu para as paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes e sombreamento. Para a zona 4 a melhor condição de conforto coincidiu com as paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes e sombreamento para todas as orientações. A pior condição de conforto para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A análise das variáveis individualmente apontou que contribuíram para a melhoria das condições de conforto na zona térmica 1 a transmitância das paredes, a transmitância do vidro, o sombreamento e a ventilação natural. As variáveis capacidade térmica das paredes e a absorvância reduziram as horas de conforto em relação ao caso base. Sendo que a pior condição de conforto foi observada para as paredes escuras, reduzindo consideravelmente as condições de conforto para este caso.

O mesmo comportamento das variáveis para a zona térmica 2 foi observado para a zona 4. Para estas zonas aumentaram as horas de conforto a transmitância térmica do vidro, o sombreamento das aberturas e a existência da ventilação natural. As demais variáveis reduziram as horas de conforto, principalmente a absorvância das paredes.

Enquanto que para a zona 1 as propriedades termofísicas apresentam relevância, na zona 2 e 4 são as características das aberturas as determinantes para o conforto térmico dos ambientes.

Quanto à cobertura para o clima de Natal, os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas pesadas com ático ventilado. A cobertura escura resultou na condição menos favorável ao conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho térmico foram a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a transmitância, mesmo que tenha uma baixo impacto, e a absortância tiveram efeito oposto.

O clima da cidade de Pão de Açúcar caracteriza-se por períodos de desconforto por frio durante as madrugadas dos meses de junho a outubro. Os períodos de desconforto por calor ocorrem dos meios das manhãs até o final das tardes, reduzindo-se este período nos meses de junho e julho. No restante do tempo a sensação térmica é de conforto.

Dentre as variações analisadas para as paredes, a que apresentou o maior número de horas de conforto dentre todas as combinações testadas, para as três zonas, foi a combinação de paredes não isolantes, leves e claras e aberturas com vidros isolantes e sombreadas e a presença da ventilação natural. A pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

Analisando cada uma das variáveis individualmente, as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base para todas as zonas foram a transmitância térmica dos vidros e do sombreamento e a ventilação natural. Para todas as zonas o pior desempenho térmico ocorreu para a absortância. A transmitância e a capacidade térmica também resultaram na redução das horas de conforto.

Pode ser observado que para o contexto climático de Pão de Açúcar é fundamental reduzir os ganhos de calor pela abertura e o uso da ventilação natural como forma de retirar o calor do interior dos ambientes.

A avaliação das horas de conforto para as combinações dos parâmetros da cobertura indicaram que os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas não isolantes, leves e claras com ático ventilado. A cobertura pesada e escura resultou na pior condição de conforto.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho térmico no caso da zona 1 foram a transmitância térmica, capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a absortância apresentou efeito oposto.

Já para as zonas 2 e 4 apenas a ventilação do ático aumentou as horas de conforto em relação ao caso base, enquanto que as demais variáveis reduzem as horas de conforto.

Para o domínio Quente Tropical Nordeste Oriental reduzir os ganhos térmicos pelas aberturas, permitir a ventilação natural e o ático ventilado são estratégias de importância para a obtenção de conforto térmico. Outra estratégia fundamental é restringir o uso de superfícies escuras, seja nas paredes ou cobertura.

#### *5.1.4. Quente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido*

Para o domínio Quente Tropical Brasil Central, as cidades representantes foram Rio de Janeiro (RJ) para o subdomínio super úmido, Jataí (GO) para o subdomínio úmido, Cuiabá (MT) para o subdomínio semiúmido e Bom Jesus do Piauí (PI) para o subdomínio semiárido.

O clima do Rio de Janeiro caracteriza-se por possuir períodos de sensação de frio apenas durante as madrugadas dos meses frios (maio a outubro). Os períodos de desconforto por calor restringem-se ao período da tarde dos meses mais quentes (janeiro a abril e dezembro). Nos demais períodos a sensação térmica que predomina é a de conforto.

Par o clima do Rio de Janeiro a melhor condição de conforto alterou conforme a zona e orientação destas. Para a zona térmica 1 a melhor condição ocorre para as paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e sombreamento e o uso da ventilação natural para todas orientações, com a exceção da orientação sul que ocorre para as paredes isolantes, pesadas e aberturas com vidro isolante e sombreamento e o uso da ventilação natural. Já para a zona 2 para a orientação norte a melhor condição foi para as paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e sombreamento e o uso da ventilação natural; para a orientação leste foi para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento e o uso da ventilação natural; já para as orientações sul e oeste a melhor condição ocorreu para as paredes isolantes e aberturas sombreadas e o uso da ventilação natural. No caso da zona térmica 4 com orientação norte o maior número de horas de conforto foi obtida para as paredes isolantes e aberturas sombreadas e o uso da ventilação natural. Para a orientação leste e oeste o maior número de horas de conforto foi para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento e o uso da ventilação natural. Por fim, para a zona 4 com orientação sul a melhor condição incidiu para as paredes pesadas e

aberturas com vidro isolante e sombreamento e o uso da ventilação natural. A pior condição incidu sobre as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A análise das variáveis individualmente não apresentou variação entre as zonas e orientações. Esta análise permitiu concluir que contribuíram para a melhoria das condições de conforto para todas as zonas térmicas a transmitância do vidro e a ventilação natural. Não contribuíram para a melhoria das condições de conforto a transmitância térmica, a capacidade térmica e a absorvância das paredes, principalmente esta última. O sombreamento não apresentou influência nas horas de conforto quando comparado ao caso base.

Para o clima do Rio de Janeiro a orientação possui uma forte relação com a condição de conforto na avaliação das configurações das paredes.

Quanto a cobertura, a melhor condição de conforto coincidiu para todas as zonas como sendo a cobertura isolante. A pior condição para todas as zonas ocorreu para as coberturas não isolantes, leves e escuras.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica e capacidade térmica da cobertura, enquanto que a absorvância e o ático ventilado apresentaram efeito contrário.

O clima da cidade de Jataí é caracterizado por madrugadas e inícios de manhãs com sensação de desconforto por frio. Um outro período em que se identifica a sensação de desconforto por frio ocorre nos meses de maio a setembro a partir das 20 horas. As tardes nesse clima são caracterizadas pela sensação de desconforto por calor. Os demais períodos encontram-se em conforto.

A melhor condição de conforto entre as variações das paredes foi obtida para a condição de paredes isolantes e pesadas e aberturas com vidros isolantes e sombreamento para todas as zonas. No entanto, para a pior condição houve variação entre as zonas. Para a zona térmica 1 a pior condição de conforto foi observada para as paredes escuras para todas as orientações, com exceção da orientação oeste em que a pior situação ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras. Esta mesma condição foi observada como a de menor número de horas de conforto para as zonas 2 e 4 para todas as orientações.



A análise das variáveis individualmente mostrou que para todas as zonas contribuíram para o aumento das horas de conforto a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes e o sombreamento das aberturas. Já a absorvância das paredes, a transmitância térmica dos vidros e a ventilação natural prejudicaram o desempenho das zonas.

As propriedades termofísicas das paredes assim como a redução dos ganhos térmicos pela abertura mostraram-se fundamental para as condições de conforto neste clima.

No que se refere a cobertura para o clima de Jataí, os comportamentos de todos os ambientes são equivalentes. A condição que obteve o maior número de horas de conforto foi com a transmitância de cobertura, capacidade térmica e absorvância e a condição que obteve o menor número de horas de conforto foi para coberturas não isolantes, leves, claras e com ático ventilado.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica da cobertura, capacidade térmica da cobertura e a absorvância. Já o ático ventilado teve efeito oposto.

O clima de Cuiabá caracteriza-se pela predominância da sensação de desconforto por calor, que inicia-se no meio das manhãs, prolongando-se durante todo o resto do dia. O desconforto por frio ocorre nos períodos da madrugada e início da manhã (até 6 horas) durante os meses frios (sensação de desconforto por frio). Das 6 horas às 10 horas, há a sensação de conforto.

Avaliando as combinações dos parâmetros para as paredes, o melhor desempenho foi obtido para as paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes e sombreamento e com o emprego de ventilação, para todas as zonas térmicas. O pior desempenho ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras para todas as zonas.

Analisando cada uma das variáveis individualmente, observou-se que o comportamento das zonas térmicas foi bastante homogêneo. Para todas elas, a transmitância térmica do vidro, o sombreamento e a ventilação natural contribuíram para o aumento das horas de conforto. A transmitância das paredes, a capacidade térmica e a absorvância demonstraram comportamento contrário.

Para o clima de Cuiabá, com um rigor térmico predominante por calor, as principais estratégias mostraram ser a redução do ganho de calor pelas aberturas e o emprego da ventilação natural.

A avaliação das horas de conforto para as combinações dos parâmetros da cobertura indicaram que os comportamentos de todos os ambientes são muito similares. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas isolantes, pesadas com ático ventilado. A cobertura escura resultou na pior condição de conforto, uma vez que o rigor térmico ocorre por calor e a cobertura escura acaba por absorver uma quantidade maior de calor.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica, capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a absorvância apresentou efeito oposto.

A ventilação do ático é uma estratégia fundamental para a melhoria das condições de conforto para o clima em questão. Para o clima de Cuiabá as principais estratégias estão relacionadas a redução do ganho de calor pelas superfícies e de sua retirada do interior por meio da ventilação.

Bom Jesus do Piauí caracteriza-se por apresentar temperaturas externas abaixo da zona de conforto no início da manhã e o restante das manhãs e todo o período da noite confortáveis. O período da tarde, com temperaturas acima da faixa de conforto, apresentam sensação térmica de calor.

Dentre as condições analisadas para as paredes, a que resultou em um maior número de horas de conforto para a zona térmica 1 foram as paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e venezianas. Para as zonas térmicas 2 e 4 as paredes devem ser leves e, diferente da zona 1, aberturas com vidros isolantes e venezianas. Percebe-se que a capacidade térmica influencia no desempenho da zona térmica 1, com maior área de paredes externas, enquanto nas zonas 2 e 4 isto não ocorre. Nestas zonas, o fundamental é a redução do ganho térmico pela abertura. Para todas as três zonas a pior condição (com menor número de horas de conforto) aconteceu para o caso das paredes isolantes, pesadas e escuras.

Por meio da análise individual das variáveis pode-se notar que as variáveis que aumentaram as horas de conforto na zona 1 foram a transmitância térmica das paredes e vidros e o

sombreamento. As demais variáveis, principalmente a absorvância, reduziram as horas de conforto em comparação ao caso base.

As zonas térmicas 2 e 4 apresentaram comportamento térmico similares. Para estas zonas apenas a transmitância térmica do vidro e o sombreamento aumentaram as horas de conforto. As demais variáveis reduziram as horas de conforto em relação ao caso base, sendo que a absorvância apresentou o menor número de horas de conforto entre todas.

Para as coberturas, a orientação interferiu no desempenho. Para todas as zonas, a melhor condição de conforto para as orientações norte e sul foi o caso da cobertura pesada e para as orientações leste e oeste o da cobertura pesada com ático ventilado. Essa variação ocorre provavelmente em função da direção do vento predominante. Para todas as zonas em todas as orientações, a pior condição ocorreu para coberturas escuras (não isolantes e leves).

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica, a capacidade térmica da cobertura e a ventilação no ático, enquanto que a absorvância foi a única variável a reduzir as horas de conforto.

Para os três ambientes, a ventilação do ático mostrou-se determinante nas condições de conforto entre os parâmetros avaliados para a cobertura. Observou-se que as melhores condições foram obtidas para as coberturas não isolantes pesadas e com ático ventilado, para as coberturas isolantes e com ático ventilado e para as coberturas isolantes pesadas e com ático ventilado.

Para este domínio climático foi observada uma grande variabilidade nas soluções para obtenção de conforto. De forma geral, reduzir os ganhos de radiação pelas aberturas e coberturas claras contribuem para o melhor desempenho térmico das edificações.

#### *5.1.5. Subquente Tropical Nordeste Oriental: semiúmido*

No caso do domínio Subquente Tropical Nordeste Oriental apenas uma localidade pode ser selecionada em razão da disponibilidade de arquivos climáticos: Garanhuns (PE) para o subdomínio semiúmido.

O clima de Garanhuns caracteriza-se por períodos de desconforto por frio durante as madrugadas. A partir de maio observa-se também o desconforto por frio no período da

noite. A sensação de desconforto por calor ocorre no meio da tarde por um breve período nos meses mais quentes (novembro a março). No restante do tempo a sensação térmica é de conforto.

Para as variações testadas para as paredes, o maior número de horas de conforto foi obtido para as paredes isolantes, pesadas e aberturas sombreadas para todas as zonas. A pior condição para todos os ambientes foi observada para as paredes não isolantes, leves e claras e abertura com vidro isolante e ventilação natural para todas as zonas.

Analisando cada uma das variáveis individualmente, as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base para a zona térmica 1 foram a transmitância térmica e a capacidade térmica das paredes, enquanto que a absorptância, a transmitância térmica do vidro, o sombreamento das aberturas e a ventilação natural reduziram as horas de conforto em relação ao caso base.

Para as zonas 2 e 4, as variáveis que aumentaram as horas de conforto foram a transmitância, a capacidade térmica e a absorptância das paredes. As variáveis que reduziram as horas de conforto em relação ao caso base foram a transmitância térmica dos vidros, o sombreamento e a ventilação.

Assim como em Florianópolis, em Garanhuns a absorptância tem um efeito negativo no desempenho térmico para a zona 1, com uma área de parede externas maior que as demais zonas, enquanto que para as outras zonas seu efeito no desempenho é positivo.

A avaliação das horas de conforto para as combinações dos parâmetros da cobertura indicaram que os comportamentos de todas as zonas são muito análogos. O maior número de horas de conforto foi obtido para as coberturas pesadas e escuras. A cobertura não isolante, leve, clara e com ático ventilado resultou na pior condição de conforto.

A análise individual das variáveis indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho foram a transmitância térmica, capacidade térmica da cobertura e a absorptância, enquanto que o ático ventilado apresentou efeito oposto.

#### 5.1.6. *Subquente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido*

Para o domínio Subquente Tropical Brasil Central as localidades escolhidas foram Maringá (PR) representando o subdomínio super úmido, Ponta Porã (MS) representando o subdomínio úmido e Brasília (DF) representando o subdomínio semiúmido.

A cidade de Maringá possui temperaturas externas do ar no período da madrugada e do início da manhã na zona de desconforto por frio. Também nos meses mais frios (maio a setembro) no período da noite há a sensação de desconforto por frio. A sensação de desconforto por calor ocorre nos meses mais quentes (de janeiro a março e de outubro a dezembro) no período da tarde. Nos demais períodos a sensação é de conforto.

A análise das simulações para as paredes externas apontou que para este clima, a condição com o maior número de horas de conforto foi obtida para o caso das paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e sombreamento para todas as três zonas térmicas. A condição com o menor número de horas de conforto ocorreu para as paredes não isolantes, pesadas e escuras.

Quando avaliadas individualmente, as variáveis que contribuíram para as horas de conforto da zona 1 foram a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes, a transmitância térmica dos vidros e o sombreamento, enquanto que as variáveis que reduziram as horas de conforto foram a absortância e a ventilação.

As zonas térmicas 2 e 4 novamente apresentaram comportamento térmico similares. Para estas zonas apenas a transmitância térmica do vidro e o sombreamento aumentaram as horas de conforto. As demais variáveis reduziram as horas de conforto em relação ao caso base, sendo que a absortância apresentou o menor número de horas de conforto entre todas.

Foi constatado que para a zona térmica 1 as características termofísicas das paredes possuem papel de relevância para a obtenção do conforto, enquanto que para as demais zonas esse papel é assumido pelo isolamento do vidro e pelo sombreamento.

A análise das horas de conforto para as variações da cobertura indicou que a orientação neste caso influenciou nas horas de conforto. Para as orientações norte, sul e oeste da zona térmica 1, as melhores condições foram para as coberturas isolantes, pesadas e escuras. E para a orientação leste as coberturas isolantes, pesadas e claras. Para esta zona a variação

ocorreu para o caso da absorvância da cobertura. Para o caso da zona térmica 2, para as orientações norte e leste, a melhor condição foi para as coberturas isolantes, pesadas e claras. Já para as orientações sul e oeste ocorreu para as coberturas isolantes, pesadas e escuras. E, por fim, para o caso da zona 4, o comportamento é similar ao da zona 2, mas há uma inversão nas melhores condições para as orientações, ou seja, para as orientações norte e leste, coberturas isolantes, pesadas e escuras; e para as orientações sul e oeste, coberturas isolantes, pesadas e claras.

A análise das variáveis individualmente mostrou que as zonas térmicas possuem comportamento similar no que se refere à cobertura. Para todas elas as variáveis transmitância térmica e capacidade térmica elevaram a quantidade de horas de conforto em relação ao caso base. A absorvância e a ventilação do ático reduziram as horas de conforto. É importante ressaltar que no caso da absorvância ela aumenta o desconforto por calor, mas reduz o desconforto por frio.

O clima da cidade de Ponta Porã é caracterizado por madrugadas e inícios de manhãs com sensação de desconforto por frio. Outro período em que se identifica a sensação de desconforto por frio ocorre nos meses de maio a setembro a partir das 19 horas. As tardes nesse clima durante os meses mais quentes (janeiro a abril e de outubro a dezembro) são caracterizadas pela sensação de desconforto por calor. Os demais períodos encontram-se em conforto.

A melhor condição de conforto variou entre as zonas térmicas e as orientações destas. Para a zona 1 nas orientações norte e leste as melhores condições de conforto foram obtidas para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento e a presença da ventilação natural. Já para as orientações sul e oeste a melhor condição de conforto ocorreu para as paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento. No caso da zona 2, a melhor condição de conforto foi obtida para as paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento, com exceção da orientação leste, em que o maior número de horas de conforto foi para o caso das paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento e presença da ventilação natural. Esta condição de conforto foi também a obtida como melhor para todas as orientações da zona térmica 4. Para todas as zonas, indiferente da orientação, a condição que apresentou o

menor número de horas de conforto foi com paredes pesadas e escuras e aberturas com sombreamento.

A análise das variáveis individualmente mostrou que para a zona 1 somente a transmitância e a capacidade térmica das paredes contribuíram para o aumento das horas de conforto, enquanto que as demais variáveis resultaram em uma redução das horas de conforto.

Já as zonas 2 e 4 também para este contexto climático apresentaram um comportamento similar, em que as variáveis que significaram em um aumento das horas de conforto em relação ao caso base foram a transmitância e a capacidade térmica das paredes, como na zona 1, além da transmitância térmica do vidro e o sombreamento das aberturas. Já a absorvância das paredes e a presença da ventilação natural representaram em uma redução das horas de conforto.

Observou-se que enquanto que para a zona 1 as propriedades termofísicas são suficientes para definir as condições de conforto, para as outras zonas a abertura possui um impacto expressivo, devendo também haver a preocupação com a redução do ganho térmico por este elemento.

No que se refere a cobertura para o clima de Ponta Porã, os comportamentos de todos os ambientes são equivalentes. A condição que obteve o maior número de horas de conforto foi para a cobertura isolante, pesada e escura e a condição que obteve o menor número de horas de conforto foi para a cobertura não isolante, leve, clara e com ático ventilado.

A análise de cada variável individualmente indicou que as variáveis que contribuíram para a melhoria do desempenho térmico foram a transmitância térmica da cobertura, capacidade térmica da cobertura e a absorvância. Já o ático ventilado teve efeito oposto.

A cidade de Brasília possui temperaturas externas do ar no período do início da manhã e final da noite (durante o inverno se estende ao início da noite) na zona de desconforto por frio. Nos demais períodos a sensação é de conforto.

A análise das simulações para as paredes externas apontou que para este clima, a zona térmica 1 apresentou um comportamento diferenciado em relação as zonas térmicas 2 e 4. Para esta zona a orientação influenciou nas horas de conforto obtidas para as condições analisadas. Para as orientações norte e leste, a condição que resultou no maior número de horas de conforto foi para as paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e

sombreamento. Para a orientação sul, as paredes isolantes pesadas e as aberturas com vidro isolante e sombreamento obtiveram a melhor condição. Já para a orientação oeste, o melhor resultado foi para as paredes pesadas e as aberturas sombreadas. Para as zonas 2 e 4, a melhor condição foi conseguida para as paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e sombreamento. Para todas as zonas e orientações, novamente, a pior condição de conforto ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

Quando avaliadas individualmente, as variáveis que contribuíram para as horas de conforto da zona 1 foram a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes e o sombreamento, enquanto que as variáveis que reduziram as horas de conforto foram a absorvância, a transmitância do vidro e a ventilação.

As zonas térmicas 2 e 4 mais uma vez apresentaram comportamento térmico similares. Para estas zonas apenas a transmitância térmica do vidro e o sombreamento aumentaram as horas de conforto. As demais variáveis reduziram as horas de conforto em relação ao caso base, sendo que a absorvância apresentou o menor número de horas de conforto entre todas.

Foi observado que para a zona térmica 1 a capacidade térmica do fechamento possui uma relevância maior para o conforto, enquanto que para as zonas térmicas 2 e 4 é a redução do ganho térmico por radiação pelas aberturas que passa a ter maior relevância.

A análise das horas de conforto para as variações da cobertura indicou que a orientação não interferiu nas horas de conforto. Para todas as zonas térmicas o melhor desempenho foi obtido para a cobertura pesada e escura e o pior para as coberturas não isolantes leves e com ático ventilado. Estes resultados são coerentes com as horas de desconforto do clima externo por frio no período da noite e início da manhã.

A análise das variáveis individualmente mostrou que as zonas térmicas possuem comportamento similar no que se refere à cobertura. Para todas elas, as variáveis transmitância térmica, capacidade térmica e a absorvância elevaram a quantidade de horas de conforto em relação ao caso base. Sendo assim, é importante ressaltar que no caso da absorvância ela aumenta o desconforto por calor, mas reduz o desconforto por frio. A ventilação do ático foi a única variável a reduzir as horas de conforto.



As recomendações gerais para este domínio climático são por redução do ganho térmico pelas aberturas, que as paredes externas não sejam escuras e que o ático não seja ventilado. Para as cidades de Maringá e Brasília a parede pesada ocasionou uma melhoria no desempenho térmico. Para todas as cidades a cobertura deve ser pesada, contudo para Maringá deve ser também isolante, para Ponta Porã isolante e escura, e para Brasília além de pesada, escura.

#### *5.1.7. Subquente Temperado: super úmido*

Assim como para o domínio Subquente tropical Nordeste Oriental, o domínio Subquente Temperado possui apenas a representação por uma cidade, Florianópolis, em razão da ausência de arquivo climático de outras localidades.

A cidade de Florianópolis apresenta um curto período de sensação de desconforto térmico por calor no mês de fevereiro das 14 horas às 15 horas. Já o período de sensação de desconforto por frio estende-se por todo o ano, principalmente de abril a novembro nos períodos da madrugada, manhãs e noites. Assim, o principal rigor para essa localidade constitui o por frio.

A análise das simulações para as paredes externas mostrou que a melhor condição de conforto irá depender da zona térmica e da orientação. Para a zona térmica 1 e orientação norte, o maior número de horas de conforto ocorreu para as paredes pesadas, escuras e a abertura sombreada. Para as outras orientações ocorreu para as paredes isolantes, pesadas, escuras e abertura sombreada e com a presença da ventilação natural. Para esta zona, o menor número de horas de conforto foi para as paredes isolantes, pesadas e escuras, com exceção da orientação sul que a pior condição ocorre para as paredes não isolantes, leves, claras e abertura com vidro isolante. No caso da zona térmica 2, para todas as orientações menos a sul, o maior número de horas de conforto foi obtido para as paredes isolantes, pesadas, escuras e abertura sombreada e presença da ventilação natural. Para a orientação sul, foi a combinação de paredes isolantes e pesadas e aberturas sombreadas a que apresentou o maior número de horas de conforto. Para todas as orientações a pior condição ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras. Já para a zona 4, as orientações leste, sul e oeste tiveram a melhor condição resultante das paredes isolantes, pesadas, escuras e aberturas sombreadas e ventiladas. Para a orientação norte a melhor condição de conforto ocorreu para paredes pesadas, escuras e aberturas com sombreamento. Assim como na

zona 2, a pior condição para todas as orientações ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

A avaliação individual das variáveis envolvidas permitiu observar que para a zona térmica 1, a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes, o sombreamento das aberturas e a presença da ventilação natural resultaram em um aumento das horas de conforto para este clima. No caso da absorvância e da transmitância térmica do vidro houve uma redução das horas de conforto em relação ao caso base.

As zonas térmicas 2 e 4 obtiveram comportamentos similares e para elas as variáveis que resultaram em aumento das horas de conforto foram a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica das paredes, a absorvância das paredes, o sombreamento das aberturas e a ventilação natural. Apenas a transmitância térmica do vidro reduziu as horas de conforto em relação ao caso base. Como variável isolada, a transmitância térmica dos vidros não se mostrou interessante para a melhoria do conforto térmico em Florianópolis, contudo quando associada à capacidade térmica mais alta das paredes ou à transmitância térmica baixas das paredes, pode ser sim uma boa estratégia para este clima.

A capacidade térmica apresentou-se como característica fundamental das paredes externas para a obtenção de uma melhor condição de conforto. Pode-se também notar que o fato da zona térmica 1 apresentar a área de parede exposta ao clima externo maior que as demais zonas, resultou em um impacto negativo no emprego de paredes escuras, reduzindo as horas de conforto, enquanto que nas demais zonas o emprego de paredes escuras auxiliou na obtenção de um número maior de horas de conforto.

A análise das horas de conforto para a cobertura indicou que para todas as zonas térmicas o melhor desempenho foi obtido para a cobertura pesada e escura e o pior para as coberturas não isolantes, leves e com ático ventilado. Estes resultados são coerentes com as horas de desconforto do clima externo por frio, que ocorrem em longos períodos.

A análise individual das variáveis indicou que para todas as zonas, as variáveis que aumentaram as horas de conforto em relação ao caso base foram a transmitância da cobertura, a capacidade térmica da cobertura e a absorvância. A única variável que reduziu as horas de conforto foi o ático ventilado, provavelmente em razão do predomínio do rigor por frio neste tipo de clima.

#### 5.1.8. *Mesotérmico Brando Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido*

As localidades selecionadas como representantes do domínio Mesotérmico Brando Tropical Brasil Central são Campos do Jordão (SP) para o subdomínio super úmido, Caldas (MG) para o subdomínio úmido e Belo Horizonte (MG) para o subdomínio semiúmido.

Campos do Jordão caracteriza-se por ter apenas os períodos da tarde durante todo o ano com sensação de conforto, sendo os demais períodos do dia caracterizados por apresentarem sensação de desconforto por frio durante todo o ano.

A observação das diversas combinações das variáveis para as paredes assinalou que para todas as zonas térmicas a condição que apresentou o maior número de horas de conforto foi a configuração com paredes isolantes, pesadas e escuras. Já a condição de pior desempenho alterou entre as zonas analisadas. Para a zona 1 ocorreu para o caso das paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento, condição que evita o ganho térmico, importante para climas predominantemente frios. Já para a zona 2, a condição com o menor número de horas de conforto oscilou conforme a orientação. Para a orientação norte foi oriunda também da condição de paredes isolantes e aberturas com vidro isolante e sombreamento. Para a orientação leste, para paredes não isolantes, leves e claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento. Já para as orientações sul e oeste, o emprego da ventilação natural resultou na pior condição de conforto. Por fim, no caso da zona 4 o emprego da ventilação natural para todas as orientações representou a pior condição.

Para o clima de Campos do Jordão pode-se apreender que para todas as zonas térmicas, as variáveis que contribuíram para o conforto foram a transmitância térmica, de forma contida, a capacidade térmica e a absorvância. As variáveis transmitância do vidro, o sombreamento das aberturas por venezianas e a ventilação, como reduzem o ganho interno de calor dos ambientes contribuíram para a redução das horas de conforto em relação ao caso base.

Para as coberturas, em todas as zonas, a melhor condição de conforto foi conseguida para as coberturas escuras para todas as zonas. Já a pior condição ocorreu para as coberturas pesadas com ático ventilado.

Dentre as variáveis, as que aumentaram as horas de conforto foram a transmitância térmica da cobertura e a absorvância, enquanto que a capacidade térmica e o ático ventilado reduziram as horas de conforto. Este comportamento foi observado para todas as zonas.

Caldas possui uma condição de clima externo em que somente o final das manhãs e tarde apresentam sensação de conforto térmico, apresentando os demais períodos desconforto por frio. Nesta cidade fica eminente que o principal rigor é por frio.

A análise das simulações para as paredes externas permitiu notar que para todas as zonas térmicas e orientações, a condição com o maior número de horas de conforto foi obtida para paredes pesadas e aberturas com vidro isolantes, com exceção da zona térmica 1 com orientação sul, na qual a melhor condição foi para as paredes pesadas e aberturas sombreadas. Já o pior desempenho não apresentou tal uniformidade entre as zonas e orientações. Para a zona térmica 1 para as orientações norte e leste, o menor número de horas de conforto ocorreu para as paredes escuras, enquanto que para a orientação sul foi para paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e ventilação. Já para a oeste ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras. No que se refere à zona térmica 2, o pior desempenho para as orientações norte e sul ocorreu para paredes escuras, já para as orientações leste e oeste aconteceu para as paredes isolantes, pesadas e escuras. Na zona térmica 4 o menor número de horas de conforto foi obtido para as paredes isolantes, pesadas e escuras, com exceção da orientação norte, na qual o menor número de horas refere-se às paredes escuras.

Quando avaliadas individualmente, as variáveis que contribuíram para as horas de conforto em todas as zonas foram a transmitância térmica das paredes, a transmitância dos vidros e o sombreamento, enquanto que as variáveis que reduziram as horas de conforto foram a capacidade térmica, a absorvância e a ventilação.

Observou-se que para a zona térmica 1 a capacidade térmica possui uma relevância maior para o conforto, enquanto que para as zonas térmicas 2 e 4 é a redução do ganho térmico por radiação pelas aberturas que passa a ter maior relevância.

Na análise das horas de conforto para todas as zonas térmicas o melhor desempenho foi obtido para a cobertura pesada e escura e o pior para as coberturas não isolantes leves e com ático ventilado. Estes resultados são coerentes com as horas de desconforto do clima externo por frio, que ocorrem em longos períodos.

A análise individual das variáveis indicou que para todas as três zonas, as variáveis que contribuem para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base são a

transmitância da cobertura, a capacidade térmica da coberturas e a absorvância. A única variável que reduziu as horas de conforto foi o ático ventilado, provavelmente em razão do domínio do rigor por frio neste tipo de clima.

O clima externo de Belo Horizonte caracteriza-se por madrugadas e princípios de manhãs com sensação térmica de desconforto por frio durante quase todo o ano, se prolongando um pouco mais nos meses mais frios (maio a agosto). Também no período frio, as temperaturas da noite ocasionam a sensação de desconforto por frio. Durante o restante do ano, as temperaturas encontram-se dentro da faixa de conforto estabelecida, com exceção do início da tarde em fevereiro (14 horas e 15 horas).

Foi observado que o clima externo possibilita o alcance de um grande número de horas de conforto. A condição com um maior número de horas de conforto foi obtida para a combinação de paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e com proteção solar para as zonas térmicas 1 e 2 (os dormitórios). Para a zona térmica 4 (sala) com orientações sul e oeste, as melhores condições obtidas foram as mesmas das outras duas zonas, mas para as orientações norte e leste o maior número de horas de conforto foi obtido para paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes e com sombreamento. Entretanto, a combinação de paredes pesadas e aberturas com vidros isolantes e com proteção solar obtiveram um número de horas de conforto bastante próximo à combinação de maior número, apresentando-se como uma boa solução. O número mais reduzido de horas de conforto para todas as zonas térmicas e orientações ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e escuras.

Para a zona térmica 1, é observado que as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto em relação ao caso base foram a transmitância térmica das paredes ( $U_{PAR}$ ), a transmitância térmica dos vidros e o sombreamento. A ventilação natural, embora não esteja entre as variáveis que aumentam as horas de conforto, reduziu expressivamente as horas de desconforto por calor em relação ao caso base, contudo, por outro lado, houve um aumento das horas de desconforto por frio. Este comportamento indica que a ventilação pode ser benéfica, desde que sazonal, atuante apenas nos períodos quentes. A capacidade térmica alta e as paredes escuras reduzem bastante as horas de conforto nesta zona.

O comportamento das zonas térmicas 2 e 4 apresentaram-se bastante similar ao da zona térmica 1. As variáveis, analisadas isoladamente, que contribuíram para o aumento das

horas de conforto foram transmitância das paredes, a transmitância dos vidros, o sombreamento e ventilação natural, esta última apenas nos períodos quentes.

Comparando o comportamento das zonas térmicas, é perceptível a diferença entre as zonas 1 e 2, embora possuam áreas semelhantes. A diferença se deve ao fato da zona térmica possuir duas paredes externas, enquanto a zona 2 possui apenas uma parede externa. Assim, a capacidade térmica assume maior relevância para a zona 1 que possui uma área de paredes expostas ao exterior maior, enquanto que para a zona 2 é de maior relevância para a obtenção de conforto, a redução do ganho por radiação.

No que se refere ao estudo das coberturas para Belo Horizonte a situação com maior número de horas de conforto ocorreu para coberturas isolantes, pesadas e escuras e com o menor número de horas de conforto para coberturas não isolantes, leves, claras e com ático ventilado.

Avaliando cada uma das variáveis individualmente, para todos os ambientes, as variáveis que contribuíram para o aumento das horas de conforto na cobertura foram a transmitância térmica, a capacidade térmica e a absortância. A única variável que não contribuiu para o aumento das horas de conforto foi o emprego do ático ventilado.

Em resumo, para este domínio climático as recomendações para as paredes externas variaram de localidade para localidade. Para as três cidades, as paredes devem ser pesadas, mas para Campos do Jordão devem ser também isolantes e escuras. Para Caldas e Belo Horizonte as aberturas devem reduzir o ganho por radiação. As coberturas devem ser escuras, sem ático ventilado, sendo que para Caldas devem ser também pesadas e para Belo Horizonte isolantes e pesadas.

#### *5.1.9. Mesotérmico Brando Temperado: super úmido*

O domínio Mesotérmico Brando Temperado é representado apenas pela cidade de Santa Maria (RS), subdomínio super úmido.

A cidade de Santa Maria possui a maior parte das temperaturas externas do ar na zona de desconforto por frio. O desconforto por frio abrange as madrugadas durante todo o ano, prolongando-se pelas manhãs e noites com exceção dos meses mais quentes (dezembro a abril). A sensação de desconforto por calor ocorre nos meses mais quentes no período da tarde. Nos demais períodos a sensação é de conforto.

A análise das simulações para as paredes externas apontou que para este clima, a condição com o maior número de horas de conforto para a zona térmica 1 foi obtida para o caso das paredes pesadas e aberturas com vidro isolante e a condição com o menor número de horas de conforto ocorreu para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante. As zonas 2 e 4 apresentaram comportamentos similares, tendo o melhor resultado ocorrido para as paredes pesadas e aberturas com vidro isolante para todas as orientações, com exceção da orientação sul, para a qual a melhor condição ocorreu para as paredes isolantes e aberturas com vidro isolante. Para estas zonas a condição com menor horas de conforto para a orientação norte e sul foi para as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante, e para as orientações leste e oeste ocorreu para as paredes isolantes e escuras.

Quando avaliadas individualmente, as variáveis que contribuíram para as horas de conforto da zona 1 foram a transmitância térmica das paredes, a capacidade térmica, a absorvância das paredes, o sombreamento e a ventilação natural, enquanto que as variáveis que reduziram as horas de conforto foram a transmitância do vidro. As zonas térmicas 2 e 4 divergiram do comportamento da zona 1 quanto à absorvância. Para estas zonas a absorvância reduz as horas de conforto. A capacidade térmica das paredes mostrou-se fundamental para a obtenção das melhores condições de conforto.

A análise das horas de conforto para as variações da cobertura indicou que para as zonas a melhor condição de conforto coincidiu para as coberturas isolantes, pesadas e escuras. A pior condição para as zonas 1 e 2 foram as coberturas não isolantes, leves, escuras e com ático ventilado. Já para a zona 4 a pior condição dependeu da orientação do ambiente. Para as orientações norte e sul foi para coberturas não isolantes, leves, claras com ático ventilado e para as orientações leste e oeste foi para coberturas não isolantes, leves, escuras.

A análise das variáveis individualmente mostrou que as zonas térmicas possuem comportamento similar para este aspecto. Para todas elas as variáveis transmitância térmica da cobertura e capacidade térmica da cobertura elevaram a quantidade de horas de conforto em relação ao caso base. A absorvância da cobertura e a ventilação do ático reduziram as horas de conforto. É importante ressaltar que no caso da absorvância ela aumenta o desconforto por calor, mas reduz o desconforto por frio.

#### *5.1.10. Mesotérmico Mediano Temperado: super úmido*

Assim como o domínio anterior, o domínio Mesotérmico Mediano Temperado é representado apenas pela cidade de São Joaquim (SC), subdomínio super úmido.

São Joaquim caracteriza-se pelo predomínio de temperaturas externas do ar que resultam na sensação de desconforto por frio. Estas temperaturas ocorrem durante todos os dias do ano, com exceção dos períodos da tarde em que a sensação térmica é de conforto.

A observação das diversas combinações das variáveis para as paredes assinalou que para todas as zonas térmicas a condição que apresentou o maior número de horas de conforto foi a de paredes isolantes, pesadas e escuras. Já a condição de pior desempenho térmico variou entre as zonas analisadas. Para a zona 1 e para a zona 2 a pior condição correspondeu com as paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes. Já para a zona 4, a pior condição alternou entre as paredes isolantes e aberturas com vidros isolantes para a orientação norte, as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante e a presença da ventilação natural para a orientação leste, e as paredes não isolantes, leves, claras e aberturas com vidro isolante sem a presença da ventilação natural para as orientações sul e oeste.

Para avaliar o impacto particular de cada uma das variáveis sob estudo, foram gerados gráficos com as horas de conforto para cada uma delas para o clima de São Joaquim, o que permitiu verificar que para todas as zonas térmicas, as variáveis que contribuíram para o conforto foram a transmitância térmica, de forma contida, a capacidade térmica e absorvância. A absorvância contribuiu expressivamente para o aumento das horas de conforto. As variáveis transmitância do vidro, o sombreamento das aberturas por venezianas e a ventilação, como reduzem o ganho interno de calor dos ambientes e neste clima há a prevalência do rigor térmico por frio, contribuíram para a redução das horas de conforto em relação ao caso base.

Para as coberturas, em todas as zonas, a melhor condição de conforto foi conseguida para as coberturas escuras para todas as zonas. Já a pior condição ocorreu para as coberturas isolantes, pesadas com ático ventilado. Dentre as variáveis, para todas as zonas, apenas a absorvância da acobertura aumentou as horas de conforto em relação ao caso base. A



transmitância térmica da cobertura, a capacidade térmica da cobertura e o ático ventilado reduziram as horas de conforto.

## **5.2. Resultados Fatorial**

O experimento fatorial permite identificar quais são os fatores (variáveis ou combinações destas) mais influentes a partir da ANOVA e do cálculo do efeito de cada fator. Além dos fatores mais influentes, a ANOVA fornece a significância estatística do modelo e de cada fator.

### *5.2.1. Quente Equatorial: super úmido, úmido e semiúmido*

Segundo a fatorial, os parâmetros das paredes estudados com maior influência para Manaus foram a absorvância e a ventilação natural, conforme apresentado nas TABELA 5.1 a TABELA 5.3. Outros fatores com influência, porém menor, foram a capacidade térmica das paredes e a transmitância do vidro.

Para o clima de Manaus, o melhor desempenho está relacionado com as paredes não isolantes, leves e claras. É fundamental que as paredes sejam claras. As aberturas devem ter vidros isolantes e permitir a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 99,3%, para a zona 2 com 99,8% e para a zona térmica 4 com 98,6%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.1 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Manaus

Fator		Influência[%]	Fator		Influência[%]
1ª orden	Upar	0,95	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0,02
	CTpar	7,95	Upar*CTpar*Abs*Somb		0,01
	Abs	20,16	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0,02
	Uvid	5,85	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0,00
	Somb	0,31	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0,13
	Fvent	51,53	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0,00
2ª orden	Upar*CTpar	0,00	Upar*Abs*Uvid*Somb		0,00
	Upar*Abs	1,51	Upar*Abs*Uvid*Fvent		0,05
	Upar*Uvid	0,11	Upar*Abs*Somb*Fvent		0,01
	Upar*Somb	0,00	Upar*Uvid*Somb*Fvent		0,00
	Upar*Fvent	0,57	CTpar*Abs*Uvid*Somb		0,05
	CTpar*Abs	1,96	CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0,26
	CTpar*Uvid	0,02	CTpar*Abs*Somb*Fvent		0,29
	CTpar*Somb	0,44	CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0,34
	CTpar*Fvent	0,76	Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,01
	Abs*Uvid	0,11	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb		0,02
	Abs*Somb	0,36	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0,04
	Abs*Fvent	0,45	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent		0,00
	Uvid*Somb	0,65	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0,07
	Uvid*Fvent	0,04	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,14
Somb*Fvent	0,02	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,10	
3ª orden	Upar*CTpar*Abs	0,74	6ª orden	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00
	Upar*CTpar*Uvid	0,05			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,19			
	Upar*Abs*Fvent	0,03			
	Upar*Abs*Somb	0,01			
	Upar*Abs*Fvent	0,12			
	Upar*Uvid*Somb	0,00			
	Upar*Uvid*Fvent	0,00			
	Upar*Somb*Fvent	0,03			
	CTpar*Abs*Uvid	0,23			
	CTpar*Abs*Somb	0,14			
	Ctpar*Abs*Fvent	0,61			
	CTpar*Uvid*Somb	0,08			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,00			
	CTpar*Somb*Fvent	0,26			
	Abs*Uvid*Somb	0,21			
	Abs*Uvid*Fvent	0,63			
	Abs*Somb*Fvent	0,16			
	Uvid*Somb*Fvent	0,45			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.2 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Manaus

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,29	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,01	
	CTpar	2,48		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,02	
	Abs	14,69		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,02	
	Uvid	6,86		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,00	
	Somb	0,37		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,18	
	Fvent	64,65		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,02	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,01		Upar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	Upar*Abs	1,14		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,06	
	Upar*Uvid	0,06		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
	Upar*Somb	0,00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Fvent	0,26		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,02	
	CTpar*Abs	1,70		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,33	
	CTpar*Uvid	0,01		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,25	
	CTpar*Somb	0,33		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,34	
	CTpar*Fvent	0,45		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01	
	Abs*Uvid	0,22		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,03
	Abs*Somb	0,37			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,05
	Abs*Fvent	0,10			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
Uvid*Somb	0,67	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,08			
Uvid*Fvent	0,10	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,18			
Somb*Fvent	0,02	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,08			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,37	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01	
	Upar*CTpar*Uvid	0,05				
	Upar*CTpar*Somb	0,00				
	Upar*CTpar*Fvent	0,06				
	Upar*Abs*Fvent	0,08				
	Upar*Abs*Somb	0,02				
	Upar*Abs*Fvent	0,07				
	Upar*Uvid*Somb	0,00				
	Upar*Uvid*Fvent	0,00				
	Upar*Somb*Fvent	0,02				
	CTpar*Abs*Uvid	0,15				
	CTpar*Abs*Somb	0,21				
	CTpar*Abs*Fvent	0,29				
	CTpar*Uvid*Somb	0,12				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,00				
	CTpar*Somb*Fvent	0,25				
	Abs*Uvid*Somb	0,19				
	Abs*Uvid*Fvent	0,74				
	Abs*Somb*Fvent	0,14				
	Uvid*Somb*Fvent	0,52				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.3 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Manaus

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,19	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,01
	CTpar	1,87		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,02
	Abs	14,17		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,01
	Uvid	7,11		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,00
	Somb	0,13		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,19
	Fvent	65,01		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,02
2ª ordem	Upar*CTpar	0,02	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	Upar*Abs	1,06	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,06	
	Upar*Uvid	0,06	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
	Upar*Somb	0,00	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Fvent	0,22	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,03	
	CTpar*Abs	1,62	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,38	
	CTpar*Uvid	0,01	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,28	
	CTpar*Somb	0,34	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,40	
	CTpar*Fvent	0,34	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,02	
	Abs*Uvid	0,22	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,04
	Abs*Somb	0,32		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,05
	Abs*Fvent	0,02		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
	Uvid*Somb	0,67		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,09
	Uvid*Fvent	0,12		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,17
Somb*Fvent	0,00	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,08	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,35	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01
	Upar*CTpar*Uvid	0,06			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,04			
	Upar*Abs*Fvent	0,09			
	Upar*Abs*Somb	0,01			
	Upar*Abs*Fvent	0,05			
	Upar*Uvid*Somb	0,00			
	Upar*Uvid*Fvent	0,01			
	Upar*Somb*Fvent	0,01			
	CTpar*Abs*Uvid	0,16			
	CTpar*Abs*Somb	0,23			
	CTpar*Abs*Fvent	0,23			
	CTpar*Uvid*Somb	0,15			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,00			
	CTpar*Somb*Fvent	0,26			
	Abs*Uvid*Somb	0,19			
	Abs*Uvid*Fvent	0,77			
	Abs*Somb*Fvent	0,16			
	Uvid*Somb*Fvent	0,52			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

O experimento fatorial da cobertura obteve como fatores de maior influência para este clima a absortância e a transmitância térmica (TABELA 5.4 a

TABELA 5.6). Além desses fatores, também se apresentaram com influência significativa a ventilação do ático e a combinação de coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.4** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Manaus

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	14,24
	CTcob	0,09
	Abs	54,67
	Fatico	1,61
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,00
	Ucob*Abs	12,63
	Ucob*Fatico	0,01
	CTcob*Abs	0,00
	CTcob*Fatico	0,00
3ª ordem	Abs*Fatico	0,21
	Ucob*CTcob*Abs	0,03
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,04
4ª ordem	CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.5** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Manaus

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	17,12
	CTcob	0,06
	Abs	63,22
	Fatico	1,80
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,01
	Ucob*Abs	14,70
	Ucob*Fatico	0,01
	CTcob*Abs	0,00
	CTcob*Fatico	0,00
3ª ordem	Abs*Fatico	0,28
	Ucob*CTcob*Abs	0,05
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,05
4ª ordem	CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.6** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Manaus

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	13,09
	CTcob	0,05
	Abs	49,91
	Fatico	1,38
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,01
	Ucob*Abs	11,09
	Ucob*Fatico	0,01
	CTcob*Abs	0,00
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,21
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,07
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,03
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas devem ser isolantes, leves e claras, principalmente esta última. O ático deve ser ventilado. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 83,5%, para a zona 2 com 97,3% e para a zona térmica 4 com 75,9%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

Segundo a fatorial para Rio Branco, os parâmetros das paredes estudados com maior influência foram a absortância e a transmitância do vidro, conforme exposto nas TABELA 5.7 a TABELA 5.9. Outros fatores com influência, porém de segundo plano, foram a capacidade térmica (apenas para a zona térmica 1), o sombreamento e a ventilação natural.

TABELA 5.7 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Rio Branco

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.16	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.03	
	CTpar	2.43	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	43.13	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.70	
	Uvid	11.77	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.36	
	Somb	1.74	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.10	
	Fvent	2.42	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.23	
	2ª ordem	Upar*CTpar	0.23	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.17
Upar*Abs		3.08	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.12	
Upar*Uvid		1.17	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.10	
Upar*Somb		0.13	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.24	
Upar*Fvent		0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
CTpar*Abs		2.41	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.23	
CTpar*Uvid		1.25	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.07	
CTpar*Somb		1.32	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.99	
CTpar*Fvent		0.36	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
Abs*Uvid		0.31	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.14
Abs*Somb		0.01		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
Abs*Fvent		8.77		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03
Uvid*Somb		2.28		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.50
Uvid*Fvent		1.03		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.49
Somb*Fvent	0.22	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.41	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2.39	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.13
	Upar*CTpar*Uvid	0.51			
	Upar*CTpar*Somb	0.15			
	Upar*CTpar*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.06			
	Upar*Abs*Fvent	0.93			
	Upar*Uvid*Somb	0.27			
	Upar*Uvid*Fvent	0.36			
	Upar*Somb*Fvent	0.06			
	CTpar*Abs*Uvid	0.05			
	CTpar*Abs*Somb	0.36			
	CTpar*Abs*Fvent	0.91			
	CTpar*Uvid*Somb	0.27			
	CTpar*Uvid*Fvent	1.02			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.91			
	Abs*Uvid*Fvent	0.10			
	Abs*Somb*Fvent	0.39			
	Uvid*Somb*Fvent	0.00			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.8 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Rio Branco

	Fator	Influência [%]	Fator	Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.02	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.05	
	CTpar	0.61	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	38.73	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.68	
	Uvid	15.61	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.30	
	Somb	2.02	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.04	
	Fvent	3.77	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.27	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.09	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.12
	Upar*Abs	2.97		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.17
	Upar*Uvid	0.82		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.12
	Upar*Somb	0.10		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.24
	Upar*Fvent	0.00		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.03
	CTpar*Abs	4.25		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.09
	CTpar*Uvid	0.83	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	CTpar*Somb	0.98	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.92	
	CTpar*Fvent	0.07	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Abs*Uvid	0.46	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.17
	Abs*Somb	0.05		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	9.69		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.08
Uvid*Somb	2.41	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.44	
Uvid*Fvent	1.92	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.53	
Somb*Fvent	0.38	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.35	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.50	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.12
	Upar*CTpar*Uvid	0.34			
	Upar*CTpar*Somb	0.10			
	Upar*CTpar*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.09			
	Upar*Abs*Fvent	1.23			
	Upar*Uvid*Somb	0.19			
	Upar*Uvid*Fvent	0.22			
	Upar*Somb*Fvent	0.06			
	CTpar*Abs*Uvid	0.19			
	CTpar*Abs*Somb	0.30			
	CTpar*Abs*Fvent	1.43			
	CTpar*Uvid*Somb	0.16			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.76			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.87			
	Abs*Uvid*Fvent	0.05			
	Abs*Somb*Fvent	0.41			
	Uvid*Somb*Fvent	0.00			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



TABELA 5.9 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Rio Branco

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.03	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.05
	CTpar	0.60		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	38.60		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.66
	Uvid	16.30		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.28
	Somb	1.03		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.01
	Fvent	4.74		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.28
2ª ordem	Upar*CTpar	0.07	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.11	
	Upar*Abs	3.19	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.20	
	Upar*Uvid	0.75	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.13	
	Upar*Somb	0.08	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.25	
	Upar*Fvent	0.00	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	CTpar*Abs	4.85	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07	
	CTpar*Uvid	0.72	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.06	
	CTpar*Somb	0.90	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.92	
	CTpar*Fvent	0.03	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Abs*Uvid	0.53	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.19
	Abs*Somb	0.03		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	8.72		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.10
	Uvid*Somb	2.00		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.43
	Uvid*Fvent	2.12		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.58
Somb*Fvent	0.39	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.37	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.36	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.10
	Upar*CTpar*Uvid	0.34			
	Upar*CTpar*Somb	0.08			
	Upar*CTpar*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.11			
	Upar*Abs*Fvent	1.18			
	Upar*Uvid*Somb	0.16			
	Upar*Uvid*Fvent	0.16			
	Upar*Somb*Fvent	0.06			
	CTpar*Abs*Uvid	0.26			
	CTpar*Abs*Somb	0.33			
	Ctpar*Abs*Fvent	1.45			
	CTpar*Uvid*Somb	0.11			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.66			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.89			
	Abs*Uvid*Fvent	0.06			
	Abs*Somb*Fvent	0.44			
	Uvid*Somb*Fvent	0.00			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para o clima em análise, recomenda-se paredes não isolantes, leves e claras. É fundamental que as paredes sejam claras. As aberturas devem ter vidros isolantes, sombreadas e permitir a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,1%, para a zona 2 com 98,5% e para a zona térmica 4 com 98,2%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

O experimento fatorial da cobertura resultou na transmitância da cobertura e sua absorvância como os fatores de maior influência como fatores de maior influência (TABELA 5.10 a TABELA 5.12). Além desses fatores, também se apresentaram com influência significativa a capacidade térmica e a combinação de coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.10** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Rio Branco

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	21.87
	CTcob	3.79
	Abs	51.47
	Fatico	0.23
2ª ordem	Ucob*CTcob	1.27
	Ucob*Abs	13.73
	Ucob*Fatico	0.11
	CTcob*Abs	0.32
	CTcob*Fatico	0.02
	Abs*Fatico	0.27
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.19
	Ucob*CTcob*Fatico	0.01
	Ucob*Abs*Fatico	0.04
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.11**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Rio Branco

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	26,64
	CTcob	4,06
	Abs	48,99
	Fatico	0,13
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,92
	Ucob*Abs	13,81
	Ucob*Fatico	0,13
	CTcob*Abs	0,41
	CTcob*Fatico	0,01
	Abs*Fatico	0,29
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,28
	Ucob*CTcob*Fatico	0,02
	Ucob*Abs*Fatico	0,01
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.12**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Rio Branco

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	28,70
	CTcob	4,22
	Abs	44,05
	Fatico	0,18
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,82
	Ucob*Abs	14,43
	Ucob*Fatico	0,20
	CTcob*Abs	0,25
	CTcob*Fatico	0,03
	Abs*Fatico	0,30
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,13
	Ucob*CTcob*Fatico	0,01
	Ucob*Abs*Fatico	0,07
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas devem ser isolantes, podem ser leves ou pesadas e claras, principalmente esta última.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 93,3%, para a zona 2 com 95,7% e para a zona térmica 4 com 93,4%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar a variável de saída.

Para o clima da cidade de Tucuruí, o experimentou fatorial assinalou como parâmetros de maior influência a absorvância e a ventilação natural (TABELA 5.13 a TABELA 5.15). Além destes, a capacidade térmica e a transmitância térmica do vidro também apresentaram influência.

A condição de melhor desempenho ocorreu para paredes não isolantes, leves e claras com aberturas que permitam a ventilação e tenham vidro isolante. É de grande relevância evitar as paredes escuras para este clima e permitir a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 99,4%, para a zona 2 com 99,7% e para a zona térmica 4 com 99,4%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.13 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Tucuruí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.89	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0.00
	CTpar	4.70	Upar*CTpar*Abs*Somb		0.02
	Abs	34.99	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0.64
	Uvid	12.21	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0.08
	Somb	0.65	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0.01
	Fvent	21.01	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0.02
2ª ordem	Upar*CTpar	0.13	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.14
	Upar*Abs	2.75		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.19
	Upar*Uvid	1.02		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04
	Upar*Fvent	0.51		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	CTpar*Abs	0.99		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.05
	CTpar*Uvid	1.31	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.31	
	CTpar*Somb	0.85	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.65	
	CTpar*Fvent	0.64	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Abs*Uvid	0.11	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.11
	Abs*Somb	0.27		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	3.45		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.00
Uvid*Somb	1.28	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.26	
Uvid*Fvent	0.39	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.45	
Somb*Fvent	0.00	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.30	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2.87	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.06
	Upar*CTpar*Uvid	0.50			
	Upar*CTpar*Somb	0.01			
	Upar*CTpar*Fvent	0.27			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.01			
	Upar*Abs*Fvent	0.64			
	Upar*Uvid*Somb	0.07			
	Upar*Uvid*Fvent	0.13			
	Upar*Somb*Fvent	0.01			
	CTpar*Abs*Uvid	0.55			
	CTpar*Abs*Somb	0.12			
	CTpar*Abs*Fvent	0.38			
	CTpar*Uvid*Somb	0.02			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.49			
	CTpar*Somb*Fvent	0.12			
	Abs*Uvid*Somb	0.54			
	Abs*Uvid*Fvent	0.81			
	Abs*Somb*Fvent	0.11			
	Uvid*Somb*Fvent	0.17			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.14 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Tucuruí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.29	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	1.62	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.03	
	Abs	30.34	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.41	
	Uvid	14.51	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.06	
	Somb	0.66	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00	
	Fvent	28.71	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.04	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.07	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.07
	Upar*Abs	2.55		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.19
	Upar*Uvid	0.60		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04
	Upar*Fvent	0.18		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01
	CTpar*Abs	2.87		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.12
	CTpar*Uvid	0.62	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.24	
	CTpar*Somb	0.58	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.66	
	CTpar*Fvent	0.38	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.28	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.13
	Abs*Somb	0.23		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	3.99		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.00
Uvid*Somb	1.29	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.24	
Uvid*Fvent	0.58	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.50	
Somb*Fvent	0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.25	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.19	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
	Upar*CTpar*Uvid	0.34			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.05			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.72			
	Upar*Uvid*Somb	0.05			
	Upar*Uvid*Fvent	0.11			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.34			
	CTpar*Abs*Somb	0.19			
	CTpar*Abs*Fvent	0.94			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.28			
	CTpar*Somb*Fvent	0.10			
	Abs*Uvid*Somb	0.46			
	Abs*Uvid*Fvent	1.15			
Abs*Somb*Fvent	0.09				
Uvid*Somb*Fvent	0.26				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.15 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Tucuruí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.17	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	1.08	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.03	
	Abs	29.05	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.37	
	Uvid	14.95	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.06	
	Somb	0.28	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.01	
	Fvent	31.13	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.05	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.06	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.05
	Upar*Abs	2.47		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.17
	Upar*Uvid	0.55		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04
	Upar*Fvent	0.14		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	CTpar*Abs	3.06		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.14
	CTpar*Uvid	0.53	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.26	
	CTpar*Somb	0.53	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.70	
	CTpar*Fvent	0.31	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.30	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.13
	Abs*Somb	0.18		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	3.40		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	1.19		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.25
	Uvid*Fvent	0.64		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.52
Somb*Fvent	0.03	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.24	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.01	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Upar*CTpar*Uvid	0.38			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.65			
	Upar*Uvid*Somb	0.05			
	Upar*Uvid*Fvent	0.09			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.33			
	CTpar*Abs*Somb	0.21			
	CTpar*Abs*Fvent	0.95			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.24			
	CTpar*Somb*Fvent	0.12			
	Abs*Uvid*Somb	0.49			
	Abs*Uvid*Fvent	1.28			
	Abs*Somb*Fvent	0.11			
	Uvid*Somb*Fvent	0.24			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

Para o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.16 a TABELA 5.18) apontou que a absorvância e a transmitância da cobertura foram os parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto, sendo seguido pelo ático ventilado e pela composição de coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.16** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Tucuruí

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	11.01
	CTcob	0.67
	Abs	52.26
	Fatico	1.45
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.60
	Ucob*Abs	13.84
	Ucob*Fatico	0.02
	CTcob*Abs	0.12
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.25
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.06
	Ucob*CTcob*Fatico	0.01
	Ucob*Abs*Fatico	0.06
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático



**TABELA 5.17**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Tucuruí

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	13.93
	CTcob	0.74
	Abs	59.08
	Fatico	1.58
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.46
	Ucob*Abs	15.54
	Ucob*Fatico	0.02
	CTcob*Abs	0.13
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.31
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.06
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.06
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.18**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Tucuruí

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	15.55
	CTcob	0.90
	Abs	58.85
	Fatico	1.56
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.54
	Ucob*Abs	16.04
	Ucob*Fatico	0.04
	CTcob*Abs	0.14
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.39
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.08
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas recomendadas são as isolantes, leves, claras e com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 80,4%, para a zona 2 com 91,9% e para a zona térmica 4 com 94,2%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar altamente a variável de saída.

Para as paredes, dentre os fatores avaliados para São Luís, os que obtiveram maior influência, segundo a fatorial, foram a capacidade térmica, a absorvância e a ventilação natural, conforme o apresentado nas TABELA 5.19 a TABELA 5.21. A transmitância do vidro e o sombreamento foram outros fatores com influência de acordo com a fatorial.

A recomendação obtida foi de que as paredes devem ser não isolantes, leves e claras, sendo esta última característica determinante para as condições de conforto. As aberturas devem ter vidro isolante e permitir a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,1%, para a zona 2 com 97,8% e para a zona térmica 4 com 95,6%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.19 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para São Luís

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.03	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.23	
	CTpar	5.17	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.59	
	Abs	32.11	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.08	
	Uvid	3.40	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.24	
	Somb	0.31	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.48	
	Fvent	8.46	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.04	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.35	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.28
	Upar*Abs	0.01		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Upar*Uvid	0.40		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.21
	Upar*Somb	0.42		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.00
	Upar*Fvent	0.03		CTpar*Abs*Uvid*Somb	1.71
	CTpar*Abs	4.78		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	CTpar*Uvid	0.31		CTpar*Abs*Somb*Fvent	1.40
	CTpar*Somb	0.16		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.05
	CTpar*Fvent	0.08		Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.44
	Abs*Uvid	0.30		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb
Abs*Somb	5.57	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.12		
Abs*Fvent	3.96	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.69		
Uvid*Somb	0.00	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	3.42		
Uvid*Fvent	4.25	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.30		
Somb*Fvent	2.85	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.38		
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	5.52	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.35
	Upar*CTpar*Uvid	0.00			
	Upar*CTpar*Somb	0.08			
	Upar*CTpar*Fvent	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.50			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.02			
	Upar*Uvid*Somb	0.35			
	Upar*Uvid*Fvent	0.04			
	Upar*Somb*Fvent	0.02			
	CTpar*Abs*Uvid	0.19			
	CTpar*Abs*Somb	0.78			
	Ctpar*Abs*Fvent	0.28			
	CTpar*Uvid*Somb	0.48			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.04			
	CTpar*Somb*Fvent	0.47			
	Abs*Uvid*Somb	0.12			
	Abs*Uvid*Fvent	1.07			
	Abs*Somb*Fvent	1.16			
	Uvid*Somb*Fvent	1.47			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.20 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para São Luís

	Fator	Influência [%]	Fator	Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.34	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	4.62	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.14	
	Abs	41.08	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.39	
	Uvid	1.00	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.43	
	Somb	3.29	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.28	
	Fvent	3.65	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.11	
	2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.24
Upar*Abs		0.01	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.01	
Upar*Uvid		0.72	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
Upar*Somb		0.21	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
Upar*Fvent		0.03	CTpar*Abs*Uvid*Somb	1.58	
CTpar*Abs		0.71	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.08	
CTpar*Uvid		0.05	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.60	
CTpar*Somb		0.08	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
CTpar*Fvent		0.08	Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.48	
Abs*Uvid		0.17	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.54
Abs*Somb	5.78	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0.03	
Abs*Fvent	4.42	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent		0.94	
Uvid*Somb	0.04	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		3.34	
Uvid*Fvent	4.13	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.00	
Somb*Fvent	2.80	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		1.31	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	3.14	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
	Upar*CTpar*Uvid	0.06			
	Upar*CTpar*Somb	0.09			
	Upar*CTpar*Fvent	0.13			
	Upar*Abs*Fvent	0.95			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Uvid*Somb	0.05			
	Upar*Uvid*Fvent	0.06			
	Upar*Somb*Fvent	0.16			
	CTpar*Abs*Uvid	0.06			
	CTpar*Abs*Somb	2.07			
	Ctpar*Abs*Fvent	0.29			
	CTpar*Uvid*Somb	0.98			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.09			
	CTpar*Somb*Fvent	0.42			
	Abs*Uvid*Somb	0.03			
	Abs*Uvid*Fvent	1.76			
	Abs*Somb*Fvent	1.97			
	Uvid*Somb*Fvent	0.43			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes


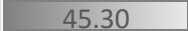


TABELA 5.21 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para São Luís

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.55	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.02
	CTpar	4.61		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.06
	Abs	41.84		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.47
	Uvid	0.53		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.44
	Somb	5.43		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.22
	Fvent	1.81		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.19
	2ª ordem	Upar*CTpar		0.02	Upar*Abs*Uvid*Somb
Upar*Abs		0.02	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.01	
Upar*Uvid		0.76	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.32	
Upar*Somb		0.20	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
Upar*Fvent		0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	1.26	
CTpar*Abs		0.41	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07	
CTpar*Uvid		0.02	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.51	
CTpar*Somb		0.14	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
CTpar*Fvent		0.09	Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.59	
Abs*Uvid		0.08	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.51
Abs*Somb		5.25		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
Abs*Fvent		3.64		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.87
Uvid*Somb		0.04		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	3.14
Uvid*Fvent		3.68		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
Somb*Fvent	2.48	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		1.62	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2.56	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.14
	Upar*CTpar*Uvid	0.07			
	Upar*CTpar*Somb	0.09			
	Upar*CTpar*Fvent	0.19			
	Upar*Abs*Fvent	1.10			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Uvid*Somb	0.02			
	Upar*Uvid*Fvent	0.05			
	Upar*Somb*Fvent	0.23			
	CTpar*Abs*Uvid	0.03			
	CTpar*Abs*Somb	2.41			
	CTpar*Abs*Fvent	0.31			
	CTpar*Uvid*Somb	1.11			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.10			
	CTpar*Somb*Fvent	0.45			
	Abs*Uvid*Somb	0.01			
	Abs*Uvid*Fvent	1.96			
	Abs*Somb*Fvent	2.16			
	Uvid*Somb*Fvent	0.23			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram absorvância da cobertura e a transmitância da cobertura (TABELA 5.22 a TABELA 5.24). O ático ventilado e a combinação das coberturas isolantes e escuras foram fatores considerados com influências sobre as horas de conforto.

**TABELA 5.22** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para São Luís

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		3.03
	CTcob		0.05
	Abs		45.30
	Fatico		1.72
2ª ordem	Ucob*CTcob		0.25
	Ucob*Abs		10.56
	Ucob*Fatico		0.01
	CTcob*Abs		0.05
	CTcob*Fatico		0.00
	Abs*Fatico		0.40
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.05
	Ucob*CTcob*Fatico		0.00
	Ucob*Abs*Fatico		0.03
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.23**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para São Luís

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	5.22
	CTcob	0.14
	Abs	62.14
	Fatico	2.71
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.32
	Ucob*Abs	13.63
	Ucob*Fatico	0.01
	CTcob*Abs	0.16
	CTcob*Fatico	0.02
	Abs*Fatico	0.53
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.02
Ucob*Abs*Fatico		0.07
CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.24**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para São Luís

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	6.47
	CTcob	0.14
	Abs	60.40
	Fatico	2.78
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.36
	Ucob*Abs	14.53
	Ucob*Fatico	0.03
	CTcob*Abs	0.08
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.70
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.01
Ucob*Abs*Fatico		0.10
CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

O recomendado é que as coberturas sejam isolantes, leves e claras com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 61,4%, para a zona 2 com 85,0% e para a zona térmica 4 com 85,7%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

#### *5.2.2. Quente Tropical Equatorial: semiúmido, semiárido brando e semiárido forte*

O experimento fatorial das paredes realizado para o clima de Boa Vista indicou que as variáveis com maior influência, conforme mostrado nas TABELA 5.25 a TABELA 5.27, são a absorvância das paredes, a transmitância térmica dos vidros e a ventilação natural, sendo que o primeiro reduz as horas de conforto enquanto os demais aumentam as horas de conforto.

É mostrado na TABELA 5.25 que a capacidade térmica ( $CT_{par}$ ) exerce uma influência considerada significativa para a zona 1, enquanto que para as demais zonas ela não é significativa do ponto de vista estatístico. Outro ponto relevante é que a ventilação mesmo quando combinada com paredes escuras, ainda assim consegue obter uma boa condição de conforto.

As recomendações para as paredes neste clima são de que sejam não isolantes, leves e claras. É fundamental que as paredes sejam claras neste clima. As aberturas devem ter vidros isolantes, serem sombreadas e permitirem a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 96,8%, para a zona 2 com 96,6% e para a zona térmica 4 com 97,1%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.



TABELA 5.25 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Boa Vista

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.63	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.38
	CTpar	3.90		Upar*CTpar*Abs*Somb	1.28
	Abs	16.38		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.95
	Uvid	13.59		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.40
	Somb	3.85		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.07
	Fvent	10.79		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.26
2ª ordem	Upar*CTpar	0.04	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	Upar*Abs	3.24	Upar*Abs*Uvid*Fvent	1.00	
	Upar*Uvid	0.08	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.17	
	Upar*Somb	0.10	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.14	
	Upar*Fvent	0.15	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.12	
	CTpar*Abs	6.58	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.03	
	CTpar*Uvid	2.32	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	CTpar*Somb	1.60	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.08	
	CTpar*Fvent	1.35	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.05	
	Abs*Uvid	0.00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.30
	Abs*Somb	0.15		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02
	Abs*Fvent	7.68		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.37
	Uvid*Somb	1.92		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	1.11
	Uvid*Fvent	3.25		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	2.43
Somb*Fvent	0.21	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.31	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.79	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.90
	Upar*CTpar*Uvid	0.01			
	Upar*CTpar*Somb	0.01			
	Upar*CTpar*Fvent	0.53			
	Upar*Abs*Fvent	0.51			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	1.29			
	Upar*Uvid*Somb	0.08			
	Upar*Uvid*Fvent	2.11			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.33			
	CTpar*Abs*Somb	0.05			
	CTpar*Abs*Fvent	0.02			
	CTpar*Uvid*Somb	0.26			
	CTpar*Uvid*Fvent	1.25			
	CTpar*Somb*Fvent	0.01			
	Abs*Uvid*Somb	0.11			
	Abs*Uvid*Fvent	0.20			
	Abs*Somb*Fvent	0.13			
	Uvid*Somb*Fvent	0.83			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.26 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Boa Vista

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.01	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.14
	CTpar	0.64		Upar*CTpar*Abs*Somb	1.20
	Abs	11.14		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.36
	Uvid	18.89		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.35
	Somb	5.93		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00
	Fvent	15.49		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.33
				Upar*Abs*Uvid*Somb	0.11
2ª ordem	Upar*CTpar	0.01	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.04	
	Upar*Abs	3.62	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.37	
	Upar*Uvid	0.01	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Upar*Somb	0.18	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.21	
	Upar*Fvent	0.27	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	CTpar*Abs	7.64	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.15	
	CTpar*Uvid	0.60	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	CTpar*Somb	0.35	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	CTpar*Fvent	0.58	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.05
	Abs*Uvid	0.00		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Somb	0.23		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.14
	Abs*Fvent	8.79		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	1.44
	Uvid*Somb	1.48		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.49
	Uvid*Fvent	2.83		CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.45
	Somb*Fvent	0.06	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.44
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.38			
	Upar*CTpar*Uvid	0.00			
	Upar*CTpar*Somb	0.03			
	Upar*CTpar*Fvent	0.15			
	Upar*Abs*Fvent	0.63			
	Upar*Abs*Somb	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	1.35			
	Upar*Uvid*Somb	0.11			
	Upar*Uvid*Fvent	2.34			
	Upar*Somb*Fvent	0.01			
	CTpar*Abs*Uvid	0.55			
	CTpar*Abs*Somb	0.01			
	CTpar*Abs*Fvent	0.72			
	CTpar*Uvid*Somb	0.25			
	CTpar*Uvid*Fvent	1.69			
	CTpar*Somb*Fvent	0.08			
	Abs*Uvid*Somb	0.04			
Abs*Uvid*Fvent	0.30				
Abs*Somb*Fvent	0.05				
Uvid*Somb*Fvent	0.64				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.27 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Boa Vista

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.13	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.10
	CTpar	0.17		Upar*CTpar*Abs*Somb	1.11
	Abs	9.13		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.32
	Uvid	20.21		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.35
	Somb	5.63		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.01
	Fvent	17.88		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.41
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.12	
	Upar*Abs	3.53	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.07	
	Upar*Uvid	0.00	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.48	
	Upar*Somb	0.17	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Upar*Fvent	0.44	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.22	
	CTpar*Abs	7.20	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.14	
	CTpar*Uvid	0.44	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.24	
	CTpar*Somb	0.22	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	CTpar*Fvent	0.74	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	Abs*Somb	0.30		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	9.27		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.12
	Uvid*Somb	1.25		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	1.46
	Uvid*Fvent	2.36		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.29
Somb*Fvent	0.00	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.45	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.22	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.71
	Upar*CTpar*Uvid	0.02			
	Upar*CTpar*Somb	0.04			
	Upar*CTpar*Fvent	0.09			
	Upar*Abs*Fvent	0.70			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	1.40			
	Upar*Uvid*Somb	0.15			
	Upar*Uvid*Fvent	2.25			
	Upar*Somb*Fvent	0.02			
	CTpar*Abs*Uvid	0.61			
	CTpar*Abs*Somb	0.00			
	CTpar*Abs*Fvent	0.79			
	CTpar*Uvid*Somb	0.29			
	CTpar*Uvid*Fvent	1.74			
	CTpar*Somb*Fvent	0.07			
	Abs*Uvid*Somb	0.06			
	Abs*Uvid*Fvent	0.36			
	Abs*Somb*Fvent	0.05			
	Uvid*Somb*Fvent	0.52			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Já para as coberturas, conforme o apresentado nas TABELA 5.28 a TABELA 5.30, os fatores que apresentaram maior influência foram a transmitância térmica, aumentando as horas de

conforto, e a absorvância da cobertura, reduzindo as horas de conforto. O ático ventilado também contribui para o aumento das horas de conforto no ambiente.

**TABELA 5.28** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Boa Vista

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	10.54
	CTcob	0.02
	Abs	52.70
	Fatico	4.59
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.01
	Ucob*Abs	11.22
	Ucob*Fatico	0.00
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.63
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.00
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.07
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.29** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Boa Vista

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9.97
	CTcob	0.03
	Abs	53.65
	Fatico	4.76
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.01
	Ucob*Abs	11.41
	Ucob*Fatico	0.02
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.61
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.00
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.09
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.30** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Boa Vista

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9.40
	CTcob	0.03
	Abs	49.18
	Fatico	4.33
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.00
	Ucob*Abs	10.20
	Ucob*Fatico	0.01
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.49
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.02
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.07
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>ático</sub>	ventilação do ático

As coberturas quando isolantes podem até serem escuras sem comprometer as condições de conforto do ambiente. Mas a recomendação é de coberturas isolantes, leves, claras e com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 79,8%, para a zona 2 com 80,6% e para a zona térmica 4 com 73,7%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

Para o clima da cidade de Pedro Afonso, o experimento fatorial assinalou como parâmetros de maior influência a absortância, a transmitância dos vidros e a ventilação (TABELA 5.31 a TABELA 5.33). Além destes, a capacidade térmica das paredes e o sombreamento também apresentaram influência.

TABELA 5.31 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Pedro Afonso

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,73	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,02	
	CTpar	4,71		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00	
	Abs	36,13		Upar*CTpar*Abs*Fvent	1,23	
	Uvid	11,87		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,24	
	Somb	0,95		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,14	
	Fvent	11,44		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,12	
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,10	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,20
Upar*Abs		3,33		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,20	
Upar*Uvid		1,34		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,06	
Upar*Somb		0,03		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,15	
Upar*Fvent		0,30		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,03	
CTpar*Abs		0,60		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,07	
CTpar*Uvid		1,73		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,13	
CTpar*Somb		1,01		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,81	
CTpar*Fvent		0,21		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,05	
Abs*Uvid		0,00		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,17
Abs*Somb		0,03			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00
Abs*Fvent		6,56			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,01
Uvid*Somb		1,57			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,48
Uvid*Fvent		1,29			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,49
Somb*Fvent	0,12	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,30	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	3,93	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,13	
	Upar*CTpar*Uvid	0,59				
	Upar*CTpar*Somb	0,06				
	Upar*CTpar*Fvent	0,23				
	Upar*Abs*Fvent	0,01				
	Upar*Abs*Somb	0,03				
	Upar*Abs*Fvent	1,06				
	Upar*Uvid*Somb	0,21				
	Upar*Uvid*Fvent	0,43				
	Upar*Somb*Fvent	0,01				
	CTpar*Abs*Uvid	0,21				
	CTpar*Abs*Somb	0,17				
	CTpar*Abs*Fvent	0,31				
	CTpar*Uvid*Somb	0,17				
	CTpar*Uvid*Fvent	1,02				
	CTpar*Somb*Fvent	0,00				
	Abs*Uvid*Somb	0,69				
	Abs*Uvid*Fvent	0,45				
	Abs*Somb*Fvent	0,16				
	Uvid*Somb*Fvent	0,00				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.32 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Pedro Afonso

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,33	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,01	
	CTpar	1,66		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00	
	Abs	34,84		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,98	
	Uvid	4,55		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,19	
	Somb	1,01		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,05	
	Fvent	3,31		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,13	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,09		Upar*Abs*Uvid*Somb	0,14	
	Upar*Abs	3,27		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,20	
	Upar*Uvid	0,92		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,09	
	Upar*Somb	0,02		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,11	
	Upar*Fvent	0,09		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,02	
	CTpar*Abs	2,95		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,04	
	CTpar*Uvid	1,02		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,11	
	CTpar*Somb	0,75		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,78	
	CTpar*Fvent	0,12		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03	
	Abs*Uvid	0,02		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,18
	Abs*Somb	0,02			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00
	Abs*Fvent	7,82			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,04
Uvid*Somb	1,58	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,38			
Uvid*Fvent	1,75	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,56			
Somb*Fvent	0,20	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,27			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2,15	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,10	
	Upar*CTpar*Uvid	0,47				
	Upar*CTpar*Somb	0,04				
	Upar*CTpar*Fvent	0,04				
	Upar*Abs*Fvent	0,00				
	Upar*Abs*Somb	0,07				
	Upar*Abs*Fvent	1,34				
	Upar*Uvid*Somb	0,13				
	Upar*Uvid*Fvent	0,31				
	Upar*Somb*Fvent	0,01				
	CTpar*Abs*Uvid	0,30				
	CTpar*Abs*Somb	0,20				
	CTpar*Abs*Fvent	1,23				
	CTpar*Uvid*Somb	0,08				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,74				
	CTpar*Somb*Fvent	0,00				
	Abs*Uvid*Somb	0,62				
	Abs*Uvid*Fvent	0,64				
Abs*Somb*Fvent	0,16					
Uvid*Somb*Fvent	0,02					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.33 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Pedro Afonso

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,22	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,01
	CTpar	1,24		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00
	Abs	35,65		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,87
	Uvid	15,38		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,20
	Somb	0,48		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,02
	Fvent	12,53		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,15
2ª ordem	Upar*CTpar	0,10	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,13	
	Upar*Abs	3,48	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,20	
	Upar*Uvid	0,91	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,09	
	Upar*Somb	0,02	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,12	
	Upar*Fvent	0,06	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,01	
	CTpar*Abs	3,59	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,04	
	CTpar*Uvid	0,99	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,13	
	CTpar*Somb	0,73	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,83	
	CTpar*Fvent	0,09	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03	
	Abs*Uvid	0,03	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,19
	Abs*Somb	0,02		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00
	Abs*Fvent	7,18		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,04
	Uvid*Somb	1,41		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,38
	Uvid*Fvent	1,81		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,60
Somb*Fvent	0,20	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,29	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1,85	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,08
	Upar*CTpar*Uvid	0,50			
	Upar*CTpar*Somb	0,04			
	Upar*CTpar*Fvent	0,10			
	Upar*Abs*Fvent	0,00			
	Upar*Abs*Somb	0,07			
	Upar*Abs*Fvent	1,31			
	Upar*Uvid*Somb	0,11			
	Upar*Uvid*Fvent	0,25			
	Upar*Somb*Fvent	0,01			
	CTpar*Abs*Uvid	0,35			
	CTpar*Abs*Somb	0,21			
	CTpar*Abs*Fvent	1,37			
	CTpar*Uvid*Somb	0,05			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,71			
	CTpar*Somb*Fvent	0,01			
	Abs*Uvid*Somb	0,65			
	Abs*Uvid*Fvent	0,82			
	Abs*Somb*Fvent	0,22			
	Uvid*Somb*Fvent	0,03			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes






A condição de melhor desempenho é para paredes não isolantes, leves e claras com aberturas que permitam a ventilação e tenham vidro isolante e sombreamento. É de grande relevância evitar as paredes escuras para este clima.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,9%, para a zona 2 com 84,5% e para a zona térmica 4 com 84,9%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

Para o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.34 a TABELA 5.36) apontou que a absorvância e a transmitância da cobertura foram os parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto, sendo seguido pela composição de coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.34** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Pedro Afonso

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		7,00
	CTcob		0,29
	Abs		53,27
	Fatico		0,50
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,30
	Ucob*Abs		13,39
	Ucob*Fatico		0,02
	CTcob*Abs		0,07
	CTcob*Fatico		0,00
	Abs*Fatico		0,23
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,01
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,04
	CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.35** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Pedro Afonso

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	8,31
	CTcob	0,24
	Abs	60,01
	Fatico	0,45
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,25
	Ucob*Abs	14,94
	Ucob*Fatico	0,01
	CTcob*Abs	0,08
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,21
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,02
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,02
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.36** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Pedro Afonso

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9,06
	CTcob	0,34
	Abs	59,66
	Fatico	0,41
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,21
	Ucob*Abs	14,79
	Ucob*Fatico	0,02
	CTcob*Abs	0,13
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,21
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,02
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,03
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas recomendadas são as isolantes, leves e claras.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 75,1%, para a zona 2 com 84,5% e para a zona térmica 4 com 84,9%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

Para Cratéus os parâmetros mais influentes para as paredes foram a absorvância e a transmitância térmica do vidro, a primeira prejudicando o desempenho térmico e a segunda aprimorando o desempenho térmico dos ambientes, conforme é apresentado nas TABELA 5.37, TABELA 5.38 e TABELA 5.39. Também possuem uma influência, apesar de menor, a capacidade térmica e a ventilação que atuam sobre a variável de saída, contudo de forma diferenciada entre as zonas em estudo. Para a zona 1 a capacidade térmica tem uma influência maior e a ventilação uma influência mais reduzida, mas ocorre o inverso para as zonas 2 e 4.

A recomendação é por paredes não isolantes, leves e claras com aberturas com vidros isolantes, sombreadas e que permitam a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,5%, para a zona 2 com 98,2% e para a zona térmica 4 com 98,2%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.37 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Cratêus

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.96	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	6.53		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	38.61		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.69	
	Uvid	12.03		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.24	
	Somb	1.17		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00	
	Fvent	8.63		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.19	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.02		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.10	
	Upar*Abs	2.44		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	Upar*Uvid	0.74		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.09	
	Upar*Somb	0.06		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.14	
	Upar*Fvent	0.04		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	CTpar*Abs	3.65		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.29	
	CTpar*Uvid	0.69		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.11	
	CTpar*Somb	1.19		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.96	
	CTpar*Fvent	0.01		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Abs*Uvid	0.02		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.12
	Abs*Somb	0.01			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02
	Abs*Fvent	7.36			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03
	Uvid*Somb	1.88	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.47	
	Uvid*Fvent	0.79	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.46	
Somb*Fvent	0.21	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.31			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.88	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Upar*CTpar*Uvid	0.30				
	Upar*CTpar*Somb	0.09				
	Upar*CTpar*Fvent	0.01				
	Upar*Abs*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Somb	0.07				
	Upar*Abs*Fvent	0.61				
	Upar*Uvid*Somb	0.17				
	Upar*Uvid*Fvent	0.21				
	Upar*Somb*Fvent	0.02				
	CTpar*Abs*Uvid	0.09				
	CTpar*Abs*Somb	0.37				
	CTpar*Abs*Fvent	1.19				
	CTpar*Uvid*Somb	0.07				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.58				
	CTpar*Somb*Fvent	0.00				
	Abs*Uvid*Somb	0.66				
	Abs*Uvid*Fvent	0.30				
Abs*Somb*Fvent	0.34					
Uvid*Somb*Fvent	0.04					

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.38 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Cratêus

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.28	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.03	
	CTpar	1.50		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	32.34		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.41	
	Uvid	16.00		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.24	
	Somb	1.67		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00	
	Fvent	14.07		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.25	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.08	
	Upar*Abs	2.65		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.14	
	Upar*Uvid	0.56		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.10	
	Upar*Somb	0.07		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.18	
	Upar*Fvent	0.02		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	CTpar*Abs	4.46		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.22	
	CTpar*Uvid	0.53		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	CTpar*Somb	0.84		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.92	
	CTpar*Fvent	0.00		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.05	
	Abs*Uvid	0.03		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.15
	Abs*Somb	0.00			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	7.99			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.06
	Uvid*Somb	2.04	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.46	
	Uvid*Fvent	1.85	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.48	
Somb*Fvent	0.40	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.30			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.92	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.05	
	Upar*CTpar*Uvid	0.32				
	Upar*CTpar*Somb	0.08				
	Upar*CTpar*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Somb	0.10				
	Upar*Abs*Fvent	0.97				
	Upar*Uvid*Somb	0.16				
	Upar*Uvid*Fvent	0.17				
	Upar*Somb*Fvent	0.05				
	CTpar*Abs*Uvid	0.08				
	CTpar*Abs*Somb	0.33				
	CTpar*Abs*Fvent	1.76				
	CTpar*Uvid*Somb	0.07				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.43				
	CTpar*Somb*Fvent	0.00				
	Abs*Uvid*Somb	0.66				
	Abs*Uvid*Fvent	0.16				
Abs*Somb*Fvent	0.36					
Uvid*Somb*Fvent	0.00					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.39 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Cratêus

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.16	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.04
	CTpar	0.95		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	31.68		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.45
	Uvid	17.04		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.22
	Somb	1.04		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00
	Fvent	15.65		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.28
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.07	
	Upar*Abs	2.65	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.17	
	Upar*Uvid	0.53	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.11	
	Upar*Somb	0.08	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.20	
	Upar*Fvent	0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.03	
	CTpar*Abs	4.42	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.16	
	CTpar*Uvid	0.51	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	CTpar*Somb	0.81	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.90	
	CTpar*Fvent	0.00	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.06	
	Abs*Uvid	0.08	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.17
	Abs*Somb	0.01		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	7.24		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.08
	Uvid*Somb	1.84		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.43
	Uvid*Fvent	2.16		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.51
Somb*Fvent	0.41	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.30	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.94	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.05
	Upar*CTpar*Uvid	0.30			
	Upar*CTpar*Somb	0.07			
	Upar*CTpar*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.10			
	Upar*Abs*Fvent	0.97			
	Upar*Uvid*Somb	0.15			
	Upar*Uvid*Fvent	0.15			
	Upar*Somb*Fvent	0.06			
	CTpar*Abs*Uvid	0.15			
	CTpar*Abs*Somb	0.35			
	CTpar*Abs*Fvent	1.65			
	CTpar*Uvid*Somb	0.06			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.38			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.73			
	Abs*Uvid*Fvent	0.13			
Abs*Somb*Fvent	0.40				
Uvid*Somb*Fvent	0.01				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica, contribuindo para a melhoria do desempenho térmico, e a absorvância, reduzindo as horas de conforto, (TABELA 5.40 a TABELA 5.42). O ático ventilado também contribui de forma bem reduzida para o aumento das horas de conforto. Observa-se também que a cobertura sendo isolante, a absorvância da cobertura perde em relevância.

**TABELA 5.40** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Cratêus

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		6.93
	CTcob		0.18
	Abs		56.06
	Fatico		1.66
2ª ordem	Ucob*CTcob		0.20
	Ucob*Abs		12.77
	Ucob*Fatico		0.02
	CTcob*Abs		0.03
	CTcob*Fatico		0.01
	Abs*Fatico		0.45
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	
Ucob*CTcob*Fatico			0.00
Ucob*Abs*Fatico			0.07
CTcob*Abs*Fatico			0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.41** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Cratéus

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	7.86
	CTcob	0.14
	Abs	56.36
	Fatico	1.81
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.14
	Ucob*Abs	14.21
	Ucob*Fatico	0.05
	CTcob*Abs	0.05
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.45
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.01
Ucob*Abs*Fatico		0.13
CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.42** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Cratéus

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	7.40
	CTcob	0.18
	Abs	52.39
	Fatico	1.74
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.17
	Ucob*Abs	11.46
	Ucob*Fatico	0.04
	CTcob*Abs	0.06
	CTcob*Fatico	0.02
	Abs*Fatico	0.54
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.03
	Ucob*CTcob*Fatico	0.01
	Ucob*Abs*Fatico	0.08
	CTcob*Abs*Fatico	0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático



As coberturas recomendadas pela fatorial são as isolantes, leves e claras. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 78,4%, para a zona 2 com 81,2% e para a zona térmica 4 com 74,1%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

Para Cabrobó os parâmetros mais influentes para as paredes foram a capacidade térmica e a absorvância, ambos reduzindo as horas de conforto, conforme é apresentado nas TABELA 5.43 e TABELA 5.45. Também possuem uma influência, apesar de menor, a transmitância do vidro e a ventilação, contribuindo para a melhoria do desempenho térmico. A transmitância térmica mesmo que possua uma influência pequena, esta é significativa.

Para as zonas 2 e 4 a capacidade térmica das paredes perde em importância. Assim, a recomendação é por paredes não isolantes, leves e claras. As aberturas devem possuir vidro isolante, sombreamento e permitirem a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,4%, para a zona 2 com 99,0% e para a zona térmica 4 com 97,3%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.43 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Cabrobó

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	2.43	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.01	
	CTpar	12.70		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.01	
	Abs	35.68		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.51	
	Uvid	10.59		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.05	
	Somb	0.75		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.06	
	Fvent	12.17		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.04	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.30		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.05	
	Upar*Abs	2.42		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.06	
	Upar*Uvid	0.34		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.32		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	CTpar*Abs	3.34		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	CTpar*Uvid	0.34		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.24	
	CTpar*Somb	0.65		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.55	
	CTpar*Fvent	0.16		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.00		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.06
	Abs*Somb	0.09			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.04
	Abs*Fvent	5.63			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	1.29	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.19	
	Uvid*Fvent	0.26	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.30	
Somb*Fvent	0.05	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.18			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.96	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Upar*CTpar*Uvid	0.06				
	Upar*CTpar*Somb	0.01				
	Upar*CTpar*Fvent	0.28				
	Upar*Abs*Fvent	0.02				
	Upar*Abs*Somb	0.03				
	Upar*Abs*Fvent	0.62				
	Upar*Uvid*Somb	0.03				
	Upar*Uvid*Fvent	0.01				
	Upar*Somb*Fvent	0.00				
	CTpar*Abs*Uvid	0.40				
	CTpar*Abs*Somb	0.15				
	CTpar*Abs*Fvent	1.25				
	CTpar*Uvid*Somb	0.00				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.17				
	CTpar*Somb*Fvent	0.07				
	Abs*Uvid*Somb	0.46				
	Abs*Uvid*Fvent	0.44				
Abs*Somb*Fvent	0.19					
Uvid*Somb*Fvent	0.17					

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.44 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Cabrobó

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	1.37	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.02	
	CTpar	5.55		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.01	
	Abs	30.97		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.27	
	Uvid	14.70		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.05	
	Somb	0.95		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.15	
	Fvent	19.96		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.09	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.18		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	Upar*Abs	2.44		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.08	
	Upar*Uvid	0.17		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.22		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	5.16		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.23	
	CTpar*Uvid	0.10		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.19	
	CTpar*Somb	0.49		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.65	
	CTpar*Fvent	0.24		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Abs*Uvid	0.13		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.07
	Abs*Somb	0.07			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07
	Abs*Fvent	5.33			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.02
	Uvid*Somb	1.52	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.23	
	Uvid*Fvent	0.71	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.36	
Somb*Fvent	0.13	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.16			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.74	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Upar*CTpar*Uvid	0.03				
	Upar*CTpar*Somb	0.00				
	Upar*CTpar*Fvent	0.08				
	Upar*Abs*Fvent	0.04				
	Upar*Abs*Somb	0.06				
	Upar*Abs*Fvent	0.72				
	Upar*Uvid*Somb	0.03				
	Upar*Uvid*Fvent	0.01				
	Upar*Somb*Fvent	0.00				
	CTpar*Abs*Uvid	0.22				
	CTpar*Abs*Somb	0.21				
	CTpar*Abs*Fvent	1.84				
	CTpar*Uvid*Somb	0.01				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.07				
	CTpar*Somb*Fvent	0.07				
	Abs*Uvid*Somb	0.46				
	Abs*Uvid*Fvent	0.86				
Abs*Somb*Fvent	0.20					
Uvid*Somb*Fvent	0.23					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.45 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Cabrobó

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	1.12	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.01	
	CTpar	4.42		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.01	
	Abs	28.51		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.27	
	Uvid	15.68		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.06	
	Somb	0.49		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.17	
	Fvent	22.91		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.12	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.20		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	Upar*Abs	2.42		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.09	
	Upar*Uvid	0.13		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Fvent	0.18		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	4.77		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.28	
	CTpar*Uvid	0.08		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.19	
	CTpar*Somb	0.50		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.66	
	CTpar*Fvent	0.27		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Abs*Uvid	0.19		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.08
	Abs*Somb	0.06			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.06
	Abs*Fvent	4.47			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03
	Uvid*Somb	1.30	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.24	
	Uvid*Fvent	0.98	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.38	
Somb*Fvent	0.17	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.16			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.71	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Upar*CTpar*Uvid	0.05				
	Upar*CTpar*Somb	0.01				
	Upar*CTpar*Fvent	0.03				
	Upar*Abs*Fvent	0.04				
	Upar*Abs*Somb	0.07				
	Upar*Abs*Fvent	0.66				
	Upar*Uvid*Somb	0.03				
	Upar*Uvid*Fvent	0.02				
	Upar*Somb*Fvent	0.00				
	CTpar*Abs*Uvid	0.16				
	CTpar*Abs*Somb	0.24				
	CTpar*Abs*Fvent	1.56				
	CTpar*Uvid*Somb	0.01				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.05				
	CTpar*Somb*Fvent	0.07				
	Abs*Uvid*Somb	0.49				
	Abs*Uvid*Fvent	0.94				
Abs*Somb*Fvent	0.23					
Uvid*Somb*Fvent	0.20					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica, contribuindo para a melhoria do desempenho térmico, e a absorvância, reduzindo as horas de conforto (TABELA 5.46 a TABELA 5.48). O ático ventilado também contribuiu para o aumento das horas de conforto.

**TABELA 5.46** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Cabrobó

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	13.22
	CTcob	0.79
	Abs	56.20
	Fatico	3.07
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.70
	Ucob*Abs	11.88
	Ucob*Fatico	0.01
	CTcob*Abs	0.06
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.53
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.01
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.06
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.47**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Cabrobó

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	14.94
	CTcob	0.33
	Abs	58.46
	Fatico	3.59
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.28
	Ucob*Abs	14.63
	Ucob*Fatico	0.04
	CTcob*Abs	0.07
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.72
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.05
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.48**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Cabrobó

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	13.33
	CTcob	0.34
	Abs	55.40
	Fatico	3.58
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.24
	Ucob*Abs	12.82
	Ucob*Fatico	0.04
	CTcob*Abs	0.03
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.63
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.01
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.15
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

A recomendação segundo a fatorial é por coberturas isolantes, leves, claras e com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 86,5%, para a zona 2 com 93,2% e para a zona térmica 4 com 86,6%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

### *5.2.3. Quente Tropical Nordeste Oriental: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido*

De acordo com o experimento fatorial das paredes, entre os fatores avaliados aqueles com maior influência para Salvador foram a absorvância e a ventilação natural, conforme apresentado nas TABELA 5.49 a TABELA 5.51. Outro fator com influência, porém menor, foi a transmitância do vidro.

A indicação é por paredes não isolantes, leves e claras. A principal estratégia é permitir a ventilação natural. Além disso as aberturas devem possuir vidros isolantes.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 96,9%, para a zona 2 com 98,0% e para a zona térmica 4 com 97,5%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.49 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Salvador

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.40	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0.00
	CTpar	3.24	Upar*CTpar*Abs*Somb		0.00
	Abs	20.16	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0.19
	Uvid	6.56	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0.05
	Somb	0.58	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0.01
	Fvent	52.45	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0.05
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.04
	Upar*Abs	1.84		Upar*Abs*Uvid*Fvent	1.00
	Upar*Uvid	0.36		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Upar*Fvent	0.33		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.10
	CTpar*Abs	1.58		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.17
	CTpar*Uvid	0.22	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.16	
	CTpar*Somb	0.55	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.48	
	CTpar*Fvent	0.28	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.01	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.05
	Abs*Somb	0.13		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	1.24		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	0.95		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.17
	Uvid*Fvent	0.10		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.21
Somb*Fvent	0.00	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.15	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.27	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Upar*CTpar*Uvid	0.16			
	Upar*CTpar*Somb	0.01			
	Upar*CTpar*Fvent	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.30			
	Upar*Uvid*Somb	0.03			
	Upar*Uvid*Fvent	0.09			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.19			
	CTpar*Abs*Somb	0.17			
	CTpar*Abs*Fvent	0.30			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.23			
	CTpar*Somb*Fvent	0.06			
	Abs*Uvid*Somb	0.33			
	Abs*Uvid*Fvent	0.43			
	Abs*Somb*Fvent	0.17			
	Uvid*Somb*Fvent	0.14			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



TABELA 5.50 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Salvador

	Fator	Influência [%]	Fator	Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.11	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.01	
	CTpar	0.87	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	14.94	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.25	
	Uvid	7.22	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.03	
	Somb	0.63	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00	
	Fvent	62.21	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.06	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	Upar*Abs	1.46	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	Upar*Uvid	0.24	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Somb	0.00	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.10	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	1.81	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	CTpar*Uvid	0.18	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.10	
	CTpar*Somb	0.36	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.43	
	CTpar*Fvent	0.12	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.04	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.08
	Abs*Somb	0.08		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	1.33		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.02
	Uvid*Somb	0.90		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.14
	Uvid*Fvent	0.18		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.24
Somb*Fvent	0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.12	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.79	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01
	Upar*CTpar*Uvid	0.15			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	0.35			
	Upar*Uvid*Somb	0.02			
	Upar*Uvid*Fvent	0.08			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.18			
	CTpar*Abs*Somb	0.18			
	CTpar*Abs*Fvent	0.34			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.23			
	CTpar*Somb*Fvent	0.03			
	Abs*Uvid*Somb	0.25			
	Abs*Uvid*Fvent	0.45			
	Abs*Somb*Fvent	0.13			
	Uvid*Somb*Fvent	0.14			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.51 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Salvador

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.07	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.01
	CTpar	0.58		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	14.31		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.24
	Uvid	7.21		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.03
	Somb	0.26		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00
	Fvent	63.33		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.06
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	Upar*Abs	1.43	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	Upar*Uvid	0.23	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Somb	0.00	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Fvent	0.08	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	1.87	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.10	
	CTpar*Uvid	0.18	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.11	
	CTpar*Somb	0.32	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.46	
	CTpar*Fvent	0.10	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.04	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.08
	Abs*Somb	0.06		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	1.29		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.02
	Uvid*Somb	0.78		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.15
	Uvid*Fvent	0.24		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.26
Somb*Fvent	0.03	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.11	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.63	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01
	Upar*CTpar*Uvid	0.14			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	0.35			
	Upar*Uvid*Somb	0.02			
	Upar*Uvid*Fvent	0.08			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.19			
	CTpar*Abs*Somb	0.17			
	Ctpar*Abs*Fvent	0.37			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.22			
	CTpar*Somb*Fvent	0.03			
	Abs*Uvid*Somb	0.25			
	Abs*Uvid*Fvent	0.42			
	Abs*Somb*Fvent	0.14			
	Uvid*Somb*Fvent	0.11			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

O experimento fatorial das coberturas indicou como fatores de maior influência para este clima a absorvância e a transmitância térmica (TABELA 5.52 a TABELA 5.54). Além desses fatores, também se apresentaram com influência significativa a ventilação do ático e a combinação de coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.52** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Salvador

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		11.39
	CTcob		0.01
	Abs		35.37
	Fatico		2.40
2ª ordem	Ucob*CTcob		0.02
	Ucob*Abs		8.71
	Ucob*Fatico		0.04
	CTcob*Abs		0.00
	CTcob*Fatico		0.00
	Abs*Fatico		0.40
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.02
	Ucob*CTcob*Fatico		0.00
	Ucob*Abs*Fatico		0.09
	CTcob*Abs*Fatico		0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.53** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Salvador

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	16.23
	CTcob	0.01
	Abs	49.18
	Fatico	3.31
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.04
	Ucob*Abs	12.22
	Ucob*Fatico	0.07
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.60
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.03
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.13
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.54** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Salvador

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	14.06
	CTcob	0.01
	Abs	40.35
	Fatico	2.70
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.03
	Ucob*Abs	10.26
	Ucob*Fatico	0.07
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.58
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.11
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas devem ser isolantes, leves e claras, principalmente esta última. O ático deve ser ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 58,5%, para a zona 2 com 81,8% e para a zona térmica 4 com 68,2%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar razoavelmente bem a variável de saída.

O experimento fatorial das paredes realizado para o clima de João Pessoa sugeriu que as variáveis com maior influência, conforme as TABELA 5.55 a TABELA 5.57, são a absorvância das paredes e a ventilação natural, sendo que o primeiro reduz as horas de conforto. Também contribuíram a capacidade térmica das paredes e a transmitância térmica do vidro.

As paredes devem ser não isolantes, leves e claras. As aberturas devem possuir vidro isolante e permitir a ventilação natural. É essencial que as paredes sejam claras, mesmo quando houver a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 97,5%, para a zona 2 com 98,3% e para a zona térmica 4 com 97,6%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.55 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para João Pessoa

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	1,23	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,06	
	CTpar	4,20		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,02	
	Abs	27,22		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,09	
	Uvid	9,75		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,03	
	Somb	0,60		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00	
	Fvent	37,58		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,01	
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,63	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,01
Upar*Abs		1,77		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
Upar*Uvid		0,67		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Somb		0,01		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Fvent		1,15		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,12	
CTpar*Abs		0,78		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,09	
CTpar*Uvid		1,03		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,17	
CTpar*Somb		0,35		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,18	
CTpar*Fvent		0,99		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,02	
Abs*Uvid		0,03		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,00
Abs*Somb		0,15			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,18
Abs*Fvent		2,64			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
Uvid*Somb		0,66			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,04
Uvid*Fvent		0,14			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,02
Somb*Fvent	0,03	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,08		
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1,93	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*CTpar*Uvid	0,13				
	Upar*CTpar*Somb	0,00				
	Upar*CTpar*Fvent	0,42				
	Upar*Abs*Fvent	0,05				
	Upar*Abs*Somb	0,01				
	Upar*Abs*Fvent	0,15				
	Upar*Uvid*Somb	0,01				
	Upar*Uvid*Fvent	0,01				
	Upar*Somb*Fvent	0,06				
	CTpar*Abs*Uvid	0,07				
	CTpar*Abs*Somb	0,01				
	CTpar*Abs*Fvent	1,03				
	CTpar*Uvid*Somb	0,00				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,12				
	CTpar*Somb*Fvent	0,20				
	Abs*Uvid*Somb	0,11				
	Abs*Uvid*Fvent	0,29				
	Abs*Somb*Fvent	0,04				
	Uvid*Somb*Fvent	0,18				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.56 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para João Pessoa

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,74	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,05
	CTpar	2,86		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,03
	Abs	21,06		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,01
	Uvid	11,98		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,04
	Somb	0,47		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00
	Fvent	47,75		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00
2ª ordem	Upar*CTpar	0,21	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	Upar*Abs	1,54	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	Upar*Uvid	0,49	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Somb	0,02	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Fvent	0,53	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,12	
	CTpar*Abs	2,05	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,34	
	CTpar*Uvid	0,38	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,13	
	CTpar*Somb	0,20	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,21	
	CTpar*Fvent	0,54	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01	
	Abs*Uvid	0,00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,00
	Abs*Somb	0,16		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,13
	Abs*Fvent	1,84		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
	Uvid*Somb	0,64		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,04
	Uvid*Fvent	0,24		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03
Somb*Fvent	0,00	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,10	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,54	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03
	Upar*CTpar*Uvid	0,07			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,23			
	Upar*Abs*Fvent	0,03			
	Upar*Abs*Somb	0,02			
	Upar*Abs*Fvent	0,14			
	Upar*Uvid*Somb	0,00			
	Upar*Uvid*Fvent	0,01			
	Upar*Somb*Fvent	0,05			
	CTpar*Abs*Uvid	0,01			
	CTpar*Abs*Somb	0,04			
	Ctpar*Abs*Fvent	0,84			
	CTpar*Uvid*Somb	0,03			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,06			
	CTpar*Somb*Fvent	0,20			
	Abs*Uvid*Somb	0,13			
	Abs*Uvid*Fvent	0,58			
	Abs*Somb*Fvent	0,04			
	Uvid*Somb*Fvent	0,30			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.57 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para João Pessoa

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,61	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,03	
	CTpar	2,46		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,04	
	Abs	20,00		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,01	
	Uvid	12,70		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,03	
	Somb	0,13		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00	
	Fvent	49,55		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00	
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,16	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,00
Upar*Abs		1,50		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
Upar*Uvid		0,45		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Somb		0,01		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Fvent		0,44		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,14	
CTpar*Abs		2,12		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,45	
CTpar*Uvid		0,27		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,16	
CTpar*Somb		0,21		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,26	
CTpar*Fvent		0,45		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03	
Abs*Uvid		0,00		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,00
Abs*Somb		0,19			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,08
Abs*Fvent		1,17			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
Uvid*Somb		0,56			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,02
Uvid*Fvent		0,26			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03
Somb*Fvent	0,01	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,12	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,40	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,02	
	Upar*CTpar*Uvid	0,12				
	Upar*CTpar*Somb	0,00				
	Upar*CTpar*Fvent	0,18				
	Upar*Abs*Fvent	0,03				
	Upar*Abs*Somb	0,02				
	Upar*Abs*Fvent	0,07				
	Upar*Uvid*Somb	0,00				
	Upar*Uvid*Fvent	0,01				
	Upar*Somb*Fvent	0,04				
	CTpar*Abs*Uvid	0,00				
	CTpar*Abs*Somb	0,06				
	CTpar*Abs*Fvent	0,58				
	CTpar*Uvid*Somb	0,06				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,04				
	CTpar*Somb*Fvent	0,23				
	Abs*Uvid*Somb	0,15				
	Abs*Uvid*Fvent	0,60				
	Abs*Somb*Fvent	0,07				
	Uvid*Somb*Fvent	0,31				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Já para as coberturas, conforme o apresentado nas TABELA 5.58 a TABELA 5.60, os fatores que apresentaram maior influência foram a absortância da cobertura e cobertura isolante e



escura. A transmitância da cobertura também contribui para o aumento das horas de conforto no ambiente.

**TABELA 5.58** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para João Pessoa

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		8,38
	CTcob		0,21
	Abs		40,65
	Fatico		2,25
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,26
	Ucob*Abs		10,77
	Ucob*Fatico		0,05
	CTcob*Abs		0,11
	CTcob*Fatico		0,01
	Abs*Fatico		0,48
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,08
	Ucob*CTcob*Fatico		0,01
	Ucob*Abs*Fatico		0,07
	CTcob*Abs*Fatico		0,01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.59**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para João Pessoa

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9,39
	CTcob	0,18
	Abs	40,07
	Fatico	2,43
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,23
	Ucob*Abs	10,99
	Ucob*Fatico	0,08
	CTcob*Abs	0,13
	CTcob*Fatico	0,01
	Abs*Fatico	0,65
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,08
	Ucob*CTcob*Fatico	0,01
	Ucob*Abs*Fatico	0,16
	CTcob*Abs*Fatico	0,01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.60**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para João Pessoa

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	12,63
	CTcob	0,33
	Abs	48,33
	Fatico	2,81
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,37
	Ucob*Abs	13,65
	Ucob*Fatico	0,23
	CTcob*Abs	0,18
	CTcob*Fatico	0,02
	Abs*Fatico	0,99
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,15
	Ucob*CTcob*Fatico	0,02
	Ucob*Abs*Fatico	0,27
	CTcob*Abs*Fatico	0,01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas devem isolantes, leves e claras (principalmente). O ático pode ser ventilado. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 63,3%, para a zona 2 com 64,4% e para

a zona térmica 4 com 80,0%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

A fatorial, conforme é apresentado nas TABELA 5.61 a TABELA 5.63, assinalou que a maior influência entre os fatores para Natal ocorre para a absortância, a transmitância do vidro e a ventilação natural. Outros fatores que tiveram influência significativa foram o sombreamento, as janelas com vidros isolantes e sombreamento, janelas com vidro isolante e ventilação natural, e paredes isolantes, pesadas e escuras.

A recomendação obtida foi de que as paredes devem ser não isolantes, leves e claras, sendo esta última característica determinante para as condições de conforto.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 96,7%, para a zona 2 com 96,7% e para a zona térmica 4 com 95,6%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.61 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Natal

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,34	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,12	
	CTpar	0,31		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00	
	Abs	27,30		Upar*CTpar*Abs*Fvent	1,20	
	Uvid	15,50		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,24	
	Somb	2,93		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,12	
	Fvent	14,55		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,24	
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,71	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,23
Upar*Abs		2,88		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,30	
Upar*Uvid		1,69		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,14	
Upar*Somb		0,11		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,22	
Upar*Fvent		0,16		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,07	
CTpar*Abs		0,63		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,05	
CTpar*Uvid		3,28		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,03	
CTpar*Somb		1,71		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,70	
CTpar*Fvent		0,27		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,07	
Abs*Uvid		0,00		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,18
Abs*Somb		0,00			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,04
Abs*Fvent		4,86			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,06
Uvid*Somb		2,34			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,54
Uvid*Fvent		1,59			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,59
Somb*Fvent	0,06	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,29	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	3,38		6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,23
	Upar*CTpar*Uvid	0,77				
	Upar*CTpar*Somb	0,12				
	Upar*CTpar*Fvent	0,03				
	Upar*Abs*Fvent	0,08				
	Upar*Abs*Somb	0,05				
	Upar*Abs*Fvent	1,07				
	Upar*Uvid*Somb	0,22				
	Upar*Uvid*Fvent	0,40				
	Upar*Somb*Fvent	0,06				
	CTpar*Abs*Uvid	0,08				
	CTpar*Abs*Somb	0,36				
	CTpar*Abs*Fvent	0,41				
	CTpar*Uvid*Somb	0,45				
	CTpar*Uvid*Fvent	1,10				
	CTpar*Somb*Fvent	0,00				
	Abs*Uvid*Somb	0,65				
	Abs*Uvid*Fvent	0,35				
	Abs*Somb*Fvent	0,21				
	Uvid*Somb*Fvent	0,00				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.62 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Natal

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,20	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,12	
	CTpar	0,56		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00	
	Abs	23,60		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,85	
	Uvid	18,50		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,17	
	Somb	2,82		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,01	
	Fvent	18,72		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,21	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,19		Upar*Abs*Uvid*Somb	0,15	
	Upar*Abs	2,38		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,30	
	Upar*Uvid	0,96		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,14	
	Upar*Somb	0,06		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,17	
	Upar*Fvent	0,04		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,07	
	CTpar*Abs	2,86		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01	
	CTpar*Uvid	1,92		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
	CTpar*Somb	0,88		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,60	
	CTpar*Fvent	0,09		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03	
	Abs*Uvid	0,02		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,17
	Abs*Somb	0,02			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,04
	Abs*Fvent	6,20			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,08
	Uvid*Somb	2,21			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,40
	Uvid*Fvent	2,46			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,55
Somb*Fvent	0,13	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,26	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1,60		6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,15
	Upar*CTpar*Uvid	0,31				
	Upar*CTpar*Somb	0,05				
	Upar*CTpar*Fvent	0,00				
	Upar*Abs*Fvent	0,04				
	Upar*Abs*Somb	0,10				
	Upar*Abs*Fvent	1,24				
	Upar*Uvid*Somb	0,13				
	Upar*Uvid*Fvent	0,13				
	Upar*Somb*Fvent	0,04				
	CTpar*Abs*Uvid	0,23				
	CTpar*Abs*Somb	0,26				
	CTpar*Abs*Fvent	1,33				
	CTpar*Uvid*Somb	0,20				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,76				
	CTpar*Somb*Fvent	0,01				
	Abs*Uvid*Somb	0,49				
	Abs*Uvid*Fvent	0,26				
	Abs*Somb*Fvent	0,17				
	Uvid*Somb*Fvent	0,00				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.63 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Natal

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,14	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,09	
	CTpar	0,50		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00	
	Abs	23,21		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,69	
	Uvid	18,82		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,18	
	Somb	1,48		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00	
	Fvent	20,84		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,22	
				Upar*Abs*Uvid*Somb	0,12	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,13	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,29		
	Upar*Abs	2,38	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,14		
	Upar*Uvid	0,83	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,18		
	Upar*Somb	0,05	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,06		
	Upar*Fvent	0,02	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01		
	CTpar*Abs	3,42	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,02		
	CTpar*Uvid	1,53	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,59		
	CTpar*Somb	0,72	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,04		
	CTpar*Fvent	0,06	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,18	
	Abs*Uvid	0,02		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,03	
	Abs*Somb	0,02		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,09	
	Abs*Fvent	5,77		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,39	
	Uvid*Somb	1,77		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,56	
	Uvid*Fvent	2,72		CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,25	
	Somb*Fvent	0,15		6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,13
	3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1,23			
		Upar*CTpar*Uvid	0,25			
Upar*CTpar*Somb		0,05				
Upar*CTpar*Fvent		0,00				
Upar*Abs*Fvent		0,03				
Upar*Abs*Somb		0,10				
Upar*Abs*Fvent		1,16				
Upar*Uvid*Somb		0,11				
Upar*Uvid*Fvent		0,10				
Upar*Somb*Fvent		0,04				
CTpar*Abs*Uvid		0,30				
CTpar*Abs*Somb		0,25				
CTpar*Abs*Fvent		1,44				
CTpar*Uvid*Somb		0,13				
CTpar*Uvid*Fvent		0,59				
CTpar*Somb*Fvent		0,00				
Abs*Uvid*Somb		0,53				
Abs*Uvid*Fvent		0,27				
Abs*Somb*Fvent		0,20				
Uvid*Somb*Fvent		0,00				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram absortância da cobertura e a transmitância da cobertura (TABELA 5.64 a TABELA 5.66). O ático ventilado e a combinação

das coberturas isolantes e escuras foram fatores considerados com influências sobre as horas de conforto.

**TABELA 5.64** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Natal

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		7,48
	CTcob		0,49
	Abs		47,30
	Fatico		5,19
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,99
	Ucob*Abs		11,99
	Ucob*Fatico		0,04
	CTcob*Abs		0,22
	CTcob*Fatico		0,00
3ª ordem	Abs*Fatico		0,75
	Ucob*CTcob*Abs		0,26
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,10
4ª ordem	CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.65** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Natal

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		10,53
	CTcob		0,50
	Abs		54,76
	Fatico		6,48
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,94
	Ucob*Abs		14,19
	Ucob*Fatico		0,03
	CTcob*Abs		0,28
	CTcob*Fatico		0,00
3ª ordem	Abs*Fatico		1,18
	Ucob*CTcob*Abs		0,34
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,10
4ª ordem	CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.66** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Natal

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9,82
	CTcob	0,62
	Abs	42,97
	Fatico	5,40
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,98
	Ucob*Abs	11,52
	Ucob*Fatico	0,09
	CTcob*Abs	0,24
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	1,28
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,38
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,20
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

O recomendado é que as coberturas sejam isolantes, leves e claras com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 74,8%, para a zona 2 com 89,3% e para a zona térmica 4 com 73,50%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

Os parâmetros avaliados com maior influência para as paredes no experimento fatorial para o clima de Pão de Açúcar foram a absortância e a ventilação natural. Além deles também proporcionaram influência a capacidade térmica, a transmitância dos vidros, a composição de paredes pesadas e escuras, e a composição de paredes escuras com a presença da ventilação natural (TABELA 5.67 a TABELA 5.69).

A recomendação é por paredes não isolantes, leves e claras com aberturas com vidro isolante e presença da ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,0%, para a zona 2 com 97,2% e para a zona térmica 4 com 97,3%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.



TABELA 5.67 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Pão de Açúcar

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	1,71	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,04	
	CTpar	16,69		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,07	
	Abs	32,33		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,05	
	Uvid	9,36		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,05	
	Somb	0,18		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00	
	Fvent	18,43		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00	
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,17	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,01
Upar*Abs		1,93		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,01	
Upar*Uvid		0,42		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
Upar*Somb		0,00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Fvent		0,12		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,11	
CTpar*Abs		4,66		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,33	
CTpar*Uvid		0,05		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,26	
CTpar*Somb		0,38		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,44	
CTpar*Fvent		0,06		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,02	
Abs*Uvid		0,02		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,01
Abs*Somb		0,19			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,07
Abs*Fvent		4,34			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
Uvid*Somb		0,78			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,03
Uvid*Fvent		0,14			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,09
Somb*Fvent	0,04	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,19	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,37	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01	
	Upar*CTpar*Uvid	0,13				
	Upar*CTpar*Somb	0,00				
	Upar*CTpar*Fvent	0,23				
	Upar*Abs*Fvent	0,00				
	Upar*Abs*Somb	0,03				
	Upar*Abs*Fvent	0,11				
	Upar*Uvid*Somb	0,00				
	Upar*Uvid*Fvent	0,13				
	Upar*Somb*Fvent	0,04				
	CTpar*Abs*Uvid	0,04				
	CTpar*Abs*Somb	0,06				
	CTpar*Abs*Fvent	1,40				
	CTpar*Uvid*Somb	0,07				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,25				
	CTpar*Somb*Fvent	0,19				
	Abs*Uvid*Somb	0,33				
	Abs*Uvid*Fvent	0,03				
	Abs*Somb*Fvent	0,13				
	Uvid*Somb*Fvent	0,32				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.68 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Pão de Açúcar

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,59	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0,03
	CTpar	4,22	Upar*CTpar*Abs*Somb		0,07
	Abs	29,09	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0,02
	Uvid	14,41	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0,04
	Somb	0,42	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0,00
	Fvent	31,61	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0,00
2ª ordem	Upar*CTpar	0,00	Upar*Abs*Uvid*Somb		0,01
	Upar*Abs	2,03	Upar*Abs*Uvid*Fvent		0,00
	Upar*Uvid	0,35	Upar*Abs*Somb*Fvent		0,01
	Upar*Somb	0,01	Upar*Uvid*Somb*Fvent		0,00
	Upar*Fvent	0,09	CTpar*Abs*Uvid*Somb		0,10
	CTpar*Abs	3,26	CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0,32
	CTpar*Uvid	0,16	CTpar*Abs*Somb*Fvent		0,22
	CTpar*Somb	0,27	CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0,42
	CTpar*Fvent	0,02	Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,00
	Abs*Uvid	0,00	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb		0,02
	Abs*Somb	0,17	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0,07
	Abs*Fvent	3,64	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent		0,00
	Uvid*Somb	0,89	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0,03
	Uvid*Fvent	0,37	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,09
Somb*Fvent	0,07	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,19	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,28	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01
	Upar*CTpar*Uvid	0,18			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,23			
	Upar*Abs*Fvent	0,04			
	Upar*Abs*Somb	0,03			
	Upar*Abs*Fvent	0,13			
	Upar*Uvid*Somb	0,00			
	Upar*Uvid*Fvent	0,08			
	Upar*Somb*Fvent	0,03			
	CTpar*Abs*Uvid	0,05			
	CTpar*Abs*Somb	0,04			
	CTpar*Abs*Fvent	1,13			
	CTpar*Uvid*Somb	0,07			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,20			
	CTpar*Somb*Fvent	0,22			
	Abs*Uvid*Somb	0,36			
	Abs*Uvid*Fvent	0,34			
Abs*Somb*Fvent	0,12				
Uvid*Somb*Fvent	0,28				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.69 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Pão de Açúcar

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,43	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,03
	CTpar	3,46		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,07
	Abs	30,12		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,03
	Uvid	16,55		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,04
	Somb	0,11		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00
	Fvent	29,62		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00
2ª ordem	Upar*CTpar	0,02	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	Upar*Abs	2,08	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	Upar*Uvid	0,38	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,02	
	Upar*Somb	0,01	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Fvent	0,09	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,10	
	CTpar*Abs	3,16	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,37	
	CTpar*Uvid	0,21	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,25	
	CTpar*Somb	0,27	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,49	
	CTpar*Fvent	0,02	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01	
	Abs*Uvid	0,00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,03
	Abs*Somb	0,19		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,08
	Abs*Fvent	3,35		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
	Uvid*Somb	0,82		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,03
	Uvid*Fvent	0,58		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,11
Somb*Fvent	0,11	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,19	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,34	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01
	Upar*CTpar*Uvid	0,18			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,20			
	Upar*Abs*Fvent	0,04			
	Upar*Abs*Somb	0,02			
	Upar*Abs*Fvent	0,11			
	Upar*Uvid*Somb	0,00			
	Upar*Uvid*Fvent	0,08			
	Upar*Somb*Fvent	0,04			
	CTpar*Abs*Uvid	0,05			
	CTpar*Abs*Somb	0,05			
	CTpar*Abs*Fvent	0,94			
	CTpar*Uvid*Somb	0,08			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,21			
	CTpar*Somb*Fvent	0,27			
	Abs*Uvid*Somb	0,38			
	Abs*Uvid*Fvent	0,37			
	Abs*Somb*Fvent	0,15			
	Uvid*Somb*Fvent	0,25			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.71 a TABELA 5.72) apontou que a absortância e a transmitância da cobertura foram os parâmetros com maior influência sobre

as horas de conforto, sendo seguidos pelo ático ventilado e a composição de coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.70** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Pão de Açúcar

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		11,62
	CTcob		0,03
	Abs		46,40
	Fatico		1,77
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,00
	Ucob*Abs		11,15
	Ucob*Fatico		0,14
	CTcob*Abs		0,00
	CTcob*Fatico		0,02
	Abs*Fatico		0,49
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,01
	Ucob*CTcob*Fatico		0,01
	Ucob*Abs*Fatico		0,09
	CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.71** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Pão de Açúcar

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		7,20
	CTcob		0,01
	Abs		36,61
	Fatico		1,66
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,05
	Ucob*Abs		8,24
	Ucob*Fatico		0,12
	CTcob*Abs		0,00
	CTcob*Fatico		0,00
	Abs*Fatico		0,51
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,03
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,07
	CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.72** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Pão de Açúcar

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		11,56
	CTcob		0,02
	Abs		49,86
	Fatico		2,36
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,09
	Ucob*Abs		11,58
	Ucob*Fatico		0,17
	CTcob*Abs		0,00
	CTcob*Fatico		0,00
	Abs*Fatico		0,61
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,04
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,14
	CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Seguindo esta análise, as coberturas para este clima devem ser isolantes, leves e claras (principalmente) com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 71,7%, para a zona 2 com 54,5% e para a zona térmica 4 com 76,5%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

#### 5.2.4. Quente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido e semiárido

A fatorial, conforme é apresentado nas TABELA 5.73 a TABELA 5.75, para o Rio de Janeiro assinalou que a maior influência entre os fatores ocorre para a absortância e a ventilação natural. Outro fator que teve influência significativa foi a transmitância do vidro.

A recomendação obtida foi de que as paredes devem ser não isolantes, leves e claras. Além disso, as aberturas devem possuir vidro isolante e permitir a ventilação natural, principalmente.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 95,6%, para a zona 2 com 97,8% e para a zona térmica 4 com 96,4%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.73 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Rio de Janeiro

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.33	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0.01	
	CTpar	1.10	Upar*CTpar*Abs*Somb		0.00	
	Abs	21.80	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0.65	
	Uvid	7.17	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0.12	
	Somb	1.03	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0.02	
	Fvent	42.64	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0.05	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.39	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.07	
	Upar*Abs	1.68		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.04	
	Upar*Uvid	0.52		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Somb	0.04		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.10	
	Upar*Fvent	0.50		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	1.57		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.05	
	CTpar*Uvid	0.66		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	CTpar*Somb	0.62		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.40	
	CTpar*Fvent	0.76		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Abs*Uvid	0.00		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.07
	Abs*Somb	0.00			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.00
	Abs*Fvent	5.47			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.02
Uvid*Somb	0.85	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.16			
Uvid*Fvent	0.99	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.18			
Somb*Fvent	0.04	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.14			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.67	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.08	
	Upar*CTpar*Uvid	0.16				
	Upar*CTpar*Somb	0.02				
	Upar*CTpar*Fvent	0.27				
	Upar*Abs*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Somb	0.02				
	Upar*Abs*Fvent	0.57				
	Upar*Uvid*Somb	0.08				
	Upar*Uvid*Fvent	0.07				
	Upar*Somb*Fvent	0.01				
	CTpar*Abs*Uvid	0.09				
	CTpar*Abs*Somb	0.06				
	CTpar*Abs*Fvent	0.83				
	CTpar*Uvid*Somb	0.14				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.36				
	CTpar*Somb*Fvent	0.00				
	Abs*Uvid*Somb	0.41				
	Abs*Uvid*Fvent	0.25				
	Abs*Somb*Fvent	0.12				
	Uvid*Somb*Fvent	0.01				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.74 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Rio de Janeiro

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.21	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.04	
	CTpar	0.77	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	15.69	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.39	
	Uvid	8.54	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.08	
	Somb	1.03	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.01	
	Fvent	53.10	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.05	
	2ª ordem	Upar*CTpar	0.18	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.05
Upar*Abs		1.28	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.07	
Upar*Uvid		0.30	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
Upar*Somb		0.03	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.11	
Upar*Fvent		0.19	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
CTpar*Abs		2.20	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.09	
CTpar*Uvid		0.28	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
CTpar*Somb		0.36	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.38	5ª ordem
CTpar*Fvent		0.47	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
Abs*Uvid		0.00	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.09	
Abs*Somb		0.00	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02	
Abs*Fvent		4.74	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
Uvid*Somb		0.76	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.14	
Uvid*Fvent		1.70	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.19	
Somb*Fvent	0.10	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.08	6ª ordem	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.77	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.07
	Upar*CTpar*Uvid	0.12			
	Upar*CTpar*Somb	0.01			
	Upar*CTpar*Fvent	0.11			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.56			
	Upar*Uvid*Somb	0.08			
	Upar*Uvid*Fvent	0.05			
	Upar*Somb*Fvent	0.05			
	CTpar*Abs*Uvid	0.03			
	CTpar*Abs*Somb	0.05			
	CTpar*Abs*Fvent	1.04			
	CTpar*Uvid*Somb	0.08			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.17			
	CTpar*Somb*Fvent	0.01			
	Abs*Uvid*Somb	0.34			
	Abs*Uvid*Fvent	0.25			
Abs*Somb*Fvent	0.11				
Uvid*Somb*Fvent	0.00				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.75 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Rio de Janeiro

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.19	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.04
	CTpar	0.64		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	14.85		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.34
	Uvid	8.74		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.09
	Somb	0.55		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00
	Fvent	53.85		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.06
2ª ordem	Upar*CTpar	0.18	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.04	
	Upar*Abs	1.29	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.08	
	Upar*Uvid	0.25	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Somb	0.03	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.10	
	Upar*Fvent	0.18	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	CTpar*Abs	2.27	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07	
	CTpar*Uvid	0.26	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	CTpar*Somb	0.31	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.38	
	CTpar*Fvent	0.44	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Abs*Uvid	0.00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.09
	Abs*Somb	0.00		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02
	Abs*Fvent	4.20		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.04
	Uvid*Somb	0.63		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.14
	Uvid*Fvent	1.90		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.19
Somb*Fvent	0.12	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.09	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.65	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.05
	Upar*CTpar*Uvid	0.11			
	Upar*CTpar*Somb	0.01			
	Upar*CTpar*Fvent	0.08			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.51			
	Upar*Uvid*Somb	0.07			
	Upar*Uvid*Fvent	0.04			
	Upar*Somb*Fvent	0.02			
	CTpar*Abs*Uvid	0.05			
	CTpar*Abs*Somb	0.08			
	Ctpar*Abs*Fvent	1.02			
	CTpar*Uvid*Somb	0.06			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.15			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.34			
	Abs*Uvid*Fvent	0.19			
	Abs*Somb*Fvent	0.14			
	Uvid*Somb*Fvent	0.00			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram a absorvância da cobertura e a transmitância da cobertura (TABELA 5.76 a TABELA 5.78). A capacidade térmica e a combinação das coberturas isolantes e escuras foram fatores considerados com influências sobre as horas de conforto.

**TABELA 5.76** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Rio de Janeiro

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	20.86
	CTcob	1.64
	Abs	11.84
	Fatico	0.36
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.67
	Ucob*Abs	4.45
	Ucob*Fatico	0.40
	CTcob*Abs	0.08
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.22
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.09
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.16
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.77** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Rio de Janeiro

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	49.39
	CTcob	3.40
	Abs	26.14
	Fatico	0.59
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.99
	Ucob*Abs	9.80
	Ucob*Fatico	0.75
	CTcob*Abs	0.09
	CTcob*Fatico	0.02
	Abs*Fatico	0.06
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.11
	Ucob*CTcob*Fatico	0.03
	Ucob*Abs*Fatico	0.17
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.78** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Rio de Janeiro

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	16.79
	CTcob	1.22
	Abs	8.33
	Fatico	0.09
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.18
	Ucob*Abs	3.21
	Ucob*Fatico	0.20
	CTcob*Abs	0.08
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.21
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.04
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.05
	CTcob*Abs*Fatico	0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,02

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

O recomendado para este clima é que as coberturas sejam isolantes, leves e claras.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 40,8%, para a zona 2 com 92,6% e para a zona térmica 4 com 30,50%, demonstrando ser o modelo pouco capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

O experimento fatorial das paredes para Jataí apontou que os fatores de maior influência neste contexto são a capacidade térmica e a absorvância das paredes para a zona térmica 1 (TABELA 5.79) e a transmitância térmica do vidro e a absorvância das paredes para as zonas 2 (TABELA 5.80) e 4 (TABELA 5.81). Para estas zonas observou-se que a capacidade térmica das paredes perde bastante em influência. Também apresentaram influência estatisticamente significantes a transmitância térmica das paredes (apenas para a zona 1), o sombreamento, a ventilação natural, paredes isolantes e pesadas.

Para Jataí recomendam-se paredes pesadas e claras, aberturas com vidros isolantes e coberturas e ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 94,7%, para a zona 2 com 94,9% e para a zona térmica 4 com 89,8%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.79 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Jataí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	2,46	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,12	
	CTpar	40,93		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,01	
	Abs	11,87		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,07	
	Uvid	3,85		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,31	
	Somb	1,99		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,49	
	Fvent	5,32		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,21	
	2ª ordem	Upar*CTpar		4,55	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,17
Upar*Abs		0,76		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,05	
Upar*Uvid		1,33		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,08	
Upar*Somb		0,24		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,36	
Upar*Fvent		0,14		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,11	
CTpar*Abs		0,52		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,03	
CTpar*Uvid		1,93		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,02	
CTpar*Somb		0,75		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,43	
CTpar*Fvent		1,54		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,11	
Abs*Uvid		0,84		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,11
Abs*Somb		0,15			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,14
Abs*Fvent		3,56			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,06
Uvid*Somb		1,23			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,33
Uvid*Fvent		0,83			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,20
Somb*Fvent	0,22	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,27	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,36	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,24	
	Upar*CTpar*Uvid	0,72				
	Upar*CTpar*Somb	0,19				
	Upar*CTpar*Fvent	0,05				
	Upar*Abs*Fvent	0,05				
	Upar*Abs*Somb	0,04				
	Upar*Abs*Fvent	0,34				
	Upar*Uvid*Somb	0,29				
	Upar*Uvid*Fvent	0,43				
	Upar*Somb*Fvent	0,18				
	CTpar*Abs*Uvid	0,00				
	CTpar*Abs*Somb	0,15				
	CTpar*Abs*Fvent	0,45				
	CTpar*Uvid*Somb	0,53				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,85				
	CTpar*Somb*Fvent	0,12				
	Abs*Uvid*Somb	0,47				
	Abs*Uvid*Fvent	0,14				
	Abs*Somb*Fvent	0,18				
	Uvid*Somb*Fvent	0,21				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.80 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Jataí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,11	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,32	
	CTpar	6,19		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,04	
	Abs	17,87		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,43	
	Uvid	11,96		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,43	
	Somb	3,62		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,83	
	Fvent	11,26		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,35	
2ª ordem	Upar*CTpar	1,91		Upar*Abs*Uvid*Somb	0,24	
	Upar*Abs	1,27		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,28	
	Upar*Uvid	2,34		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,13	
	Upar*Somb	0,31		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,57	
	Upar*Fvent	0,00		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,20	
	CTpar*Abs	1,31		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,03	
	CTpar*Uvid	2,85		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
	CTpar*Somb	0,97		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,96	
	CTpar*Fvent	0,36		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,30	
	Abs*Uvid	1,61		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,29
	Abs*Somb	0,38			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,21
	Abs*Fvent	5,75			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,15
Uvid*Somb	2,54	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent			0,52	
Uvid*Fvent	2,70	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,45	
Somb*Fvent	0,71	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent			0,45	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,90		6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,36
	Upar*CTpar*Uvid	1,43				
	Upar*CTpar*Somb	0,22				
	Upar*CTpar*Fvent	0,19				
	Upar*Abs*Fvent	0,12				
	Upar*Abs*Somb	0,09				
	Upar*Abs*Fvent	0,76				
	Upar*Uvid*Somb	0,43				
	Upar*Uvid*Fvent	0,80				
	Upar*Somb*Fvent	0,28				
	CTpar*Abs*Uvid	0,37				
	CTpar*Abs*Somb	0,19				
	Ctpar*Abs*Fvent	0,64				
	CTpar*Uvid*Somb	0,72				
	CTpar*Uvid*Fvent	1,65				
	CTpar*Somb*Fvent	0,21				
	Abs*Uvid*Somb	0,94				
	Abs*Uvid*Fvent	0,39				
	Abs*Somb*Fvent	0,50				
	Uvid*Somb*Fvent	0,44				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.81 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Jataí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,01	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,31
	CTpar	2,62		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,04
	Abs	19,01		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,55
	Uvid	13,91		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,44
	Somb	2,18		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,73
	Fvent	8,41		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,34
	2ª ordem	Upar*CTpar		1,46	Upar*Abs*Uvid*Somb
Upar*Abs		1,59	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,34	
Upar*Uvid		2,23	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,16	
Upar*Somb		0,25	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,57	
Upar*Fvent		0,00	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,20	
CTpar*Abs		1,58	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,06	
CTpar*Uvid		2,68	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00	
CTpar*Somb		0,83	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	1,02	
CTpar*Fvent		0,07	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,32	
Abs*Uvid		1,55	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,34
Abs*Somb		0,31		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,22
Abs*Fvent		5,23		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,19
Uvid*Somb		2,29		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,55
Uvid*Fvent		3,53		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,56
Somb*Fvent	0,66	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,50	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,91	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,36
	Upar*CTpar*Uvid	1,41			
	Upar*CTpar*Somb	0,18			
	Upar*CTpar*Fvent	0,14			
	Upar*Abs*Fvent	0,16			
	Upar*Abs*Somb	0,12			
	Upar*Abs*Fvent	0,86			
	Upar*Uvid*Somb	0,39			
	Upar*Uvid*Fvent	0,87			
	Upar*Somb*Fvent	0,23			
	CTpar*Abs*Uvid	0,58			
	CTpar*Abs*Somb	0,26			
	CTpar*Abs*Fvent	0,57			
	CTpar*Uvid*Somb	0,53			
	CTpar*Uvid*Fvent	1,71			
	CTpar*Somb*Fvent	0,13			
	Abs*Uvid*Somb	1,08			
	Abs*Uvid*Fvent	0,32			
	Abs*Somb*Fvent	0,55			
	Uvid*Somb*Fvent	0,33			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica e absorvância (TABELA 5.82 a TABELA 5.84). Também apresentaram influência a capacidade térmica, coberturas isolantes e pesadas, e coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.82** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Jataí

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	22,94
	CTcob	11,75
	Abs	28,75
	Fatico	1,50
2ª ordem	Ucob*CTcob	6,28
	Ucob*Abs	2,00
	Ucob*Fatico	0,04
	CTcob*Abs	0,14
	CTcob*Fatico	0,01
	Abs*Fatico	0,10
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,66
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,01
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.83** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Jataí

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	22,52
	CTcob	9,86
	Abs	28,15
	Fatico	0,56
2ª ordem	Ucob*CTcob	4,73
	Ucob*Abs	2,74
	Ucob*Fatico	0,10
	CTcob*Abs	0,35
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,04
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,67
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,00
	CTcob*Abs*Fatico	0,01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.84** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Jataí

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	26,24
	CTcob	8,90
	Abs	26,36
	Fatico	0,53
2ª ordem	Ucob*CTcob	5,36
	Ucob*Abs	2,56
	Ucob*Fatico	0,03
	CTcob*Abs	0,19
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,00
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,52
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,00
	CTcob*Abs*Fatico	0,01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,02

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Para o clima de Jataí as coberturas devem ser isolantes, pesadas ou leves, escuras e sem ático ventilado. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 74,2%, para a zona 2 com 93,2% e para a zona térmica 4 com 86,6%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

O experimento fatorial das paredes realizado para o clima de Cuiabá sugeriu que as variáveis com maior influência, conforme é mostrado nas TABELA 5.85 a TABELA 5.87, são a absortância das paredes e a ventilação natural, sendo que o primeiro reduz as horas de conforto enquanto que a ventilação aumenta as horas de conforto. Vale ressaltar que a influência da ventilação para as três zonas avaliadas possui um valor bem alto, demonstrando a grande importância desta variável para o clima em questão.



TABELA 5.85 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Cuiabá

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.70	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.11	
	CTpar	10.36		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.01	
	Abs	28.19		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.04	
	Uvid	9.25		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.05	
	Somb	0.66		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.05	
	Fvent	34.11		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.06	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.05	
	Upar*Abs	1.72		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.02	
	Upar*Uvid	0.34		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.08	
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.46		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.08	
	CTpar*Abs	2.55		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.17	
	CTpar*Uvid	0.05		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.44	
	CTpar*Somb	0.43		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.33	
	CTpar*Fvent	0.14		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Abs*Uvid	0.27		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01
	Abs*Somb	0.52			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02
	Abs*Fvent	1.06			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	0.65	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.07	
	Uvid*Fvent	0.01	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.11	
Somb*Fvent	0.02	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.22			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.69	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*CTpar*Uvid	0.01				
	Upar*CTpar*Somb	0.01				
	Upar*CTpar*Fvent	0.03				
	Upar*Abs*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Somb	0.00				
	Upar*Abs*Fvent	0.35				
	Upar*Uvid*Somb	0.00				
	Upar*Uvid*Fvent	0.02				
	Upar*Somb*Fvent	0.05				
	CTpar*Abs*Uvid	0.20				
	CTpar*Abs*Somb	0.25				
	CTpar*Abs*Fvent	0.56				
	CTpar*Uvid*Somb	0.01				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.05				
	CTpar*Somb*Fvent	0.10				
	Abs*Uvid*Somb	0.45				
	Abs*Uvid*Fvent	0.57				
Abs*Somb*Fvent	0.29					
Uvid*Somb*Fvent	0.27					

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.86 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Cuiabá

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.07	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.13
	CTpar	2.70		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.01
	Abs	23.06		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.01
	Uvid	11.85		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.07
	Somb	0.89		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.05
	Fvent	46.15		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.17
2ª ordem	Upar*CTpar	0.03	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.04	
	Upar*Abs	1.15	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.00	
	Upar*Uvid	0.26	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.12	
	Upar*Somb	0.03	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.06	
	Upar*Fvent	0.24	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.09	
	CTpar*Abs	3.39	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.21	
	CTpar*Uvid	0.00	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.51	
	CTpar*Somb	0.23	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.29	
	CTpar*Fvent	0.02	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.08	
	Abs*Uvid	0.71	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	Abs*Somb	0.69		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02
	Abs*Fvent	0.49		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	0.62		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.05
	Uvid*Fvent	0.04		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.10
Somb*Fvent	0.03	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.28	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.00	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Upar*CTpar*Uvid	0.00			
	Upar*CTpar*Somb	0.05			
	Upar*CTpar*Fvent	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.39			
	Upar*Uvid*Somb	0.01			
	Upar*Uvid*Fvent	0.04			
	Upar*Somb*Fvent	0.07			
	CTpar*Abs*Uvid	0.05			
	CTpar*Abs*Somb	0.54			
	CTpar*Abs*Fvent	0.30			
	CTpar*Uvid*Somb	0.02			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.05			
	CTpar*Somb*Fvent	0.06			
	Abs*Uvid*Somb	0.52			
	Abs*Uvid*Fvent	0.68			
Abs*Somb*Fvent	0.37				
Uvid*Somb*Fvent	0.25				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.87|Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Cuiabá

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.01	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.14
	CTpar	1.81		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.01
	Abs	21.92		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.00
	Uvid	11.99		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.08
	Somb	0.47		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.04
	Fvent	47.59		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.20
2ª ordem	Upar*CTpar	0.07	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.04	
	Upar*Abs	0.96	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.00	
	Upar*Uvid	0.26	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.13	
	Upar*Somb	0.04	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.07	
	Upar*Fvent	0.21	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.10	
	CTpar*Abs	3.37	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.22	
	CTpar*Uvid	0.00	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.58	
	CTpar*Somb	0.20	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.30	
	CTpar*Fvent	0.00	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.10	
	Abs*Uvid	0.76	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	Abs*Somb	0.61		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	0.28		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.02
	Uvid*Somb	0.54		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.04
	Uvid*Fvent	0.05		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.09
Somb*Fvent	0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.30	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.96	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
	Upar*CTpar*Uvid	0.00			
	Upar*CTpar*Somb	0.06			
	Upar*CTpar*Fvent	0.06			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.34			
	Upar*Uvid*Somb	0.01			
	Upar*Uvid*Fvent	0.05			
	Upar*Somb*Fvent	0.08			
	CTpar*Abs*Uvid	0.03			
	CTpar*Abs*Somb	0.62			
	CTpar*Abs*Fvent	0.20			
	CTpar*Uvid*Somb	0.02			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.06			
	CTpar*Somb*Fvent	0.06			
	Abs*Uvid*Somb	0.59			
	Abs*Uvid*Fvent	0.70			
Abs*Somb*Fvent	0.44				
Uvid*Somb*Fvent	0.24				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

A análise dos resultados mostrados nas tabelas permitiu também notar que a capacidade térmica possui certa influência negativa nas horas de conforto, sendo esta maior para a zona térmica 1, assim como a transmitância térmica do vidro também o tem, mas positiva. A recomendação para este clima é de paredes não isolantes, leves, claras e aberturas que reduzam o ganho de calor e permitam a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,4%, para a zona 2 com 99,4% e para a zona térmica 4 com 98,2%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

Já para as coberturas, conforme o apresentado nas TABELA 5.88 a TABELA 5.90, os fatores que apresentaram maior influência foram a transmitância térmica, aumentando as horas de conforto, e a absorvância da cobertura, reduzindo as horas de conforto. O ático ventilado também apresenta uma pequena contribuição para o aumento das horas de conforto no ambiente, sendo que para a zona 1 não chega a apresentar significância estatística.

**TABELA 5.88** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Cuiabá

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	15.01
	CTcob	0.50
	Abs	45.59
	Fatico	1.14
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.00
	Ucob*Abs	10.69
	Ucob*Fatico	0.05
	CTcob*Abs	0.01
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.30
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.00
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.02
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.89** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Cuiabá

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	19.72
	CTcob	0.60
	Abs	60.63
	Fatico	1.75
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.00
	Ucob*Abs	14.51
	Ucob*Fatico	0.05
	CTcob*Abs	0.01
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.35
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.01
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.07
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.90** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Cuiabá

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	13.48
	CTcob	0.41
	Abs	43.30
	Fatico	1.22
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.00
	Ucob*Abs	9.91
	Ucob*Fatico	0.03
	CTcob*Abs	0.01
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.26
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.01
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.04
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Portanto, recomendam-se coberturas isolantes, leves e claras, podendo o ático ser ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 73,3%, para a zona 2 com 97,7% e para a zona térmica 4 com 68,7%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

Os parâmetros considerados com maior influência para as paredes no experimento fatorial para Bom Jesus do Piauí foram a absorvância, a transmitância térmica dos vidros e a ventilação natural, novamente a absorvância apresentando o efeito de redução do desempenho (TABELA 5.91 a TABELA 5.93).

Mais uma vez ao estar associada à ventilação natural, a absorvância alta das paredes não compromete significativamente o desempenho térmico do ambiente. O ideal é que as paredes sejam não isolantes, leves e claras com aberturas com vidros isolantes, sombreadas e com ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 97,5%, para a zona 2 com 97,7% e para a zona térmica 4 com 97,8%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.91 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Bom Jesus do Piauí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.37	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.03
	CTpar	1.76		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	39.42		Upar*CTpar*Abs*Fvent	1.20
	Uvid	13.26		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.27
	Somb	1.46		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.09
	Fvent	4.69		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.19
2ª ordem	Upar*CTpar	0.01	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.20	
	Upar*Abs	3.41	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.21	
	Upar*Uvid	1.33	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.10	
	Upar*Somb	0.06	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.19	
	Upar*Fvent	0.05	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.04	
	CTpar*Abs	1.11	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.18	
	CTpar*Uvid	1.84	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.06	
	CTpar*Somb	1.25	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.93	
	CTpar*Fvent	0.03	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.06	
	Abs*Uvid	0.01	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.15
	Abs*Somb	0.00		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	8.45		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	1.91		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.53
	Uvid*Fvent	1.36		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.55
Somb*Fvent	0.19	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.32	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	3.71	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.15
	Upar*CTpar*Uvid	0.57			
	Upar*CTpar*Somb	0.10			
	Upar*CTpar*Fvent	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.02			
	Upar*Abs*Somb	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	1.11			
	Upar*Uvid*Somb	0.22			
	Upar*Uvid*Fvent	0.38			
	Upar*Somb*Fvent	0.04			
	CTpar*Abs*Uvid	0.08			
	CTpar*Abs*Somb	0.27			
	CTpar*Abs*Fvent	0.66			
	CTpar*Uvid*Somb	0.25			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.89			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.72			
	Abs*Uvid*Fvent	0.25			
	Abs*Somb*Fvent	0.26			
	Uvid*Somb*Fvent	0.00			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.92 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Bom Jesus do Piauí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.16	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.06	
	CTpar	0.81		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	36.45		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.98	
	Uvid	16.55		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.20	
	Somb	1.48		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.01	
	Fvent	5.56		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.19	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.16	
	Upar*Abs	3.31		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.23	
	Upar*Uvid	0.91		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.10	
	Upar*Somb	0.05		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.16	
	Upar*Fvent	0.01		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.03	
	CTpar*Abs	3.33		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.08	
	CTpar*Uvid	1.19		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.05	
	CTpar*Somb	0.81		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.86	
	CTpar*Fvent	0.01		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Abs*Uvid	0.03		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.20
	Abs*Somb	0.00			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	9.47			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.04
	Uvid*Somb	1.92	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.44	
	Uvid*Fvent	2.15	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.58	
Somb*Fvent	0.35	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.29			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2.26	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.12	
	Upar*CTpar*Uvid	0.36				
	Upar*CTpar*Somb	0.06				
	Upar*CTpar*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Fvent	0.01				
	Upar*Abs*Somb	0.09				
	Upar*Abs*Fvent	1.36				
	Upar*Uvid*Somb	0.15				
	Upar*Uvid*Fvent	0.19				
	Upar*Somb*Fvent	0.04				
	CTpar*Abs*Uvid	0.23				
	CTpar*Abs*Somb	0.25				
	CTpar*Abs*Fvent	1.46				
	CTpar*Uvid*Somb	0.11				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.66				
	CTpar*Somb*Fvent	0.00				
	Abs*Uvid*Somb	0.58				
	Abs*Uvid*Fvent	0.20				
Abs*Somb*Fvent	0.30					
Uvid*Somb*Fvent	0.00					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



TABELA 5.93 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Bom Jesus do Piauí

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.11	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.05
	CTpar	0.56		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	37.04		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.94
	Uvid	17.46		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.18
	Somb	0.79		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00
	Fvent	5.24		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.19
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.13	
	Upar*Abs	3.38	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.22	
	Upar*Uvid	0.78	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.10	
	Upar*Somb	0.04	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.15	
	Upar*Fvent	0.00	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.03	
	CTpar*Abs	4.19	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.06	
	CTpar*Uvid	0.97	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.07	
	CTpar*Somb	0.75	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.90	
	CTpar*Fvent	0.02	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Abs*Uvid	0.03	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.22
	Abs*Somb	0.00		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	9.07		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.05
	Uvid*Somb	1.72		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.43
	Uvid*Fvent	2.28		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.59
Somb*Fvent	0.32	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.30	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.98	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.10
	Upar*CTpar*Uvid	0.34			
	Upar*CTpar*Somb	0.05			
	Upar*CTpar*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.09			
	Upar*Abs*Fvent	1.35			
	Upar*Uvid*Somb	0.13			
	Upar*Uvid*Fvent	0.18			
	Upar*Somb*Fvent	0.03			
	CTpar*Abs*Uvid	0.37			
	CTpar*Abs*Somb	0.27			
	CTpar*Abs*Fvent	1.73			
	CTpar*Uvid*Somb	0.06			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.55			
	CTpar*Somb*Fvent	0.00			
	Abs*Uvid*Somb	0.63			
	Abs*Uvid*Fvent	0.19			
Abs*Somb*Fvent	0.35				
Uvid*Somb*Fvent	0.00				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para o clima de Bom Jesus do Piauí, o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.94 a TABELA 5.96) apontou que a absorvância e a transmitância da cobertura foram os parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto. A absorvância reduz as horas de conforto e a transmitância aumenta.

**TABELA 5.94** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Bom Jesus do Piauí

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	8.86
	CTcob	0.99
	Abs	31.35
	Fatico	0.20
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.31
	Ucob*Abs	8.01
	Ucob*Fatico	0.06
	CTcob*Abs	0.10
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.24
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.03
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.03
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

TABELA 5.95 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Bom Jesus do Piauí

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9.33
	CTcob	0.63
	Abs	43.34
	Fatico	0.38
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.18
	Ucob*Abs	11.07
	Ucob*Fatico	0.09
	CTcob*Abs	0.03
	CTcob*Fatico	0.02
	Abs*Fatico	0.37
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.00
	Ucob*CTcob*Fatico	0.01
	Ucob*Abs*Fatico	0.05
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

TABELA 5.96 Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Bom Jesus do Piauí

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	9.77
	CTcob	0.59
	Abs	48.64
	Fatico	0.47
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.21
	Ucob*Abs	11.21
	Ucob*Fatico	0.05
	CTcob*Abs	0.01
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.40
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.00
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.05
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Aqui também o fato da cobertura ser escura é compensado pelo seu isolamento. As coberturas devem ser isolantes, leves e claras.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 50,2%, para a zona 2 com 65,5% e para a zona térmica 4 com 71,4%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar em parte a variável de saída.

#### *5.2.5. Subquente Tropical Nordeste Oriental: seimúmido*

Para o clima de Garanhuns, o experimento fatorial (TABELA 5.97 a TABELA 5.99) apontou que os parâmetros das paredes de maior influência foram a capacidade térmica e a ventilação natural. Influenciaram também, mas de forma mais reduzida, a transmitância térmica da parede, a absorvância, a transmitância térmica do vidro e a combinação de paredes escuras com ventilação.

Vale ressaltar que também para o clima de Garanhuns a capacidade térmica tem uma influência muito maior para a zona térmica 1, enquanto assume esse papel a ventilação natural para as zonas 2 e 4. Para as paredes as recomendações são de paredes pesadas, podendo ser escuras, e permitir a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 92,4%, para a zona 2 com 89,7% e para a zona térmica 4 com 88,9%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.97|Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Garanhuns

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	6,52	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,02	
	CTpar	50,79		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,05	
	Abs	2,62		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,75	
	Uvid	5,48		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,02	
	Somb	0,84		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,29	
	Fvent	13,06		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,04		Upar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	Upar*Abs	0,98		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,35	
	Upar*Uvid	0,05		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Somb	0,19		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,02	
	Upar*Fvent	0,70		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,01	
	CTpar*Abs	0,15		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	CTpar*Uvid	0,65		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,14	
	CTpar*Somb	0,00		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,05	
	CTpar*Fvent	2,84		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,01	
	Abs*Uvid	0,83		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,02
	Abs*Somb	0,15			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01
	Abs*Fvent	0,02			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
Uvid*Somb	0,01	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,05			
Uvid*Fvent	0,00	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,21			
Somb*Fvent	0,00	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1,69	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*CTpar*Uvid	0,02				
	Upar*CTpar*Somb	0,09				
	Upar*CTpar*Fvent	0,11				
	Upar*Abs*Fvent	0,00				
	Upar*Abs*Somb	0,00				
	Upar*Abs*Fvent	0,31				
	Upar*Uvid*Somb	0,03				
	Upar*Uvid*Fvent	0,02				
	Upar*Somb*Fvent	0,06				
	CTpar*Abs*Uvid	0,33				
	CTpar*Abs*Somb	0,03				
	CTpar*Abs*Fvent	0,14				
	CTpar*Uvid*Somb	0,14				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,01				
	CTpar*Somb*Fvent	0,22				
	Abs*Uvid*Somb	0,03				
	Abs*Uvid*Fvent	0,97				
	Abs*Somb*Fvent	0,00				
	Uvid*Somb*Fvent	0,25				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.98 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Garanhuns

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	2,81	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,02
	CTpar	16,29		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,14
	Abs	9,42		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,57
	Uvid	9,96		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,03
	Somb	1,02		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,68
	Fvent	33,26		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00
2ª ordem	Upar*CTpar	0,33	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,01	
	Upar*Abs	1,83	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,53	
	Upar*Uvid	0,03	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
	Upar*Somb	0,22	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,05	
	Upar*Fvent	0,19	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,01	
	CTpar*Abs	1,52	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,09	
	CTpar*Uvid	0,37	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,17	
	CTpar*Somb	0,03	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,11	
	CTpar*Fvent	1,18	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,06	
	Abs*Uvid	1,19	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,02
	Abs*Somb	0,32		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01
	Abs*Fvent	0,71		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
	Uvid*Somb	0,03		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,08
	Uvid*Fvent	0,06		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,37
Somb*Fvent	0,01	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,02	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,94	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03
	Upar*CTpar*Uvid	0,01			
	Upar*CTpar*Somb	0,10			
	Upar*CTpar*Fvent	0,00			
	Upar*Abs*Fvent	0,00			
	Upar*Abs*Somb	0,00			
	Upar*Abs*Fvent	0,74			
	Upar*Uvid*Somb	0,06			
	Upar*Uvid*Fvent	0,05			
	Upar*Somb*Fvent	0,01			
	CTpar*Abs*Uvid	0,31			
	CTpar*Abs*Somb	0,14			
	Ctpar*Abs*Fvent	0,40			
	CTpar*Uvid*Somb	0,23			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,00			
	CTpar*Somb*Fvent	0,34			
	Abs*Uvid*Somb	0,02			
	Abs*Uvid*Fvent	1,86			
	Abs*Somb*Fvent	0,01			
	Uvid*Somb*Fvent	0,54			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.99 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Garanhuns

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	2,09	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,02
	CTpar	11,48		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,12
	Abs	10,88		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,43
	Uvid	10,63		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,02
	Somb	0,73		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,70
	Fvent	36,09		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,00
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,46	Upar*Abs*Uvid*Somb
Upar*Abs		1,95	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,35	
Upar*Uvid		0,01	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
Upar*Somb		0,16	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,04	
Upar*Fvent		0,09	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
CTpar*Abs		2,27	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,09	
CTpar*Uvid		0,20	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,22	
CTpar*Somb		0,03	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,12	
CTpar*Fvent		0,67	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,05	
Abs*Uvid		1,12	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,02
Abs*Somb		0,26		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01
Abs*Fvent		1,03		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,00
Uvid*Somb		0,07		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,08
Uvid*Fvent		0,16		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,33
Somb*Fvent	0,01	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,02	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,71	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,02
	Upar*CTpar*Uvid	0,01			
	Upar*CTpar*Somb	0,09			
	Upar*CTpar*Fvent	0,00			
	Upar*Abs*Fvent	0,00			
	Upar*Abs*Somb	0,00			
	Upar*Abs*Fvent	0,66			
	Upar*Uvid*Somb	0,04			
	Upar*Uvid*Fvent	0,07			
	Upar*Somb*Fvent	0,10			
	CTpar*Abs*Uvid	0,29			
	CTpar*Abs*Somb	0,12			
	CTpar*Abs*Fvent	0,69			
	CTpar*Uvid*Somb	0,23			
	CTpar*Uvid*Fvent	0,02			
	CTpar*Somb*Fvent	0,37			
	Abs*Uvid*Somb	0,04			
	Abs*Uvid*Fvent	1,84			
	Abs*Somb*Fvent	0,00			
	Uvid*Somb*Fvent	0,54			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Já para as coberturas, os parâmetros mais influentes foram a absortância e a combinação da transmitância térmica e absortância. Coberturas com ático ventilado também apresentou

certa influência nos resultados, promovendo o conforto, conforme os dados apresentados nas TABELA 5.100 a TABELA 5.102.

**TABELA 5.100** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Garanhuns

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		0,46
	CTcob		0,38
	Abs		17,03
	Fatico		1,89
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,55
	Ucob*Abs		2,61
	Ucob*Fatico		0,00
	CTcob*Abs		0,02
	CTcob*Fatico		0,00
	Abs*Fatico		0,01
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,05
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,00
	CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.101** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Garanhuns

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		0,40
	CTcob		0,19
	Abs		14,69
	Fatico		1,60
2ª ordem	Ucob*CTcob		0,22
	Ucob*Abs		1,96
	Ucob*Fatico		0,00
	CTcob*Abs		0,01
	CTcob*Fatico		0,00
	Abs*Fatico		0,05
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0,02
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,00
	CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático



**TABELA 5.102** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Garanhuns

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	1,05
	CTcob	0,38
	Abs	32,92
	Fatico	3,49
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,41
	Ucob*Abs	5,48
	Ucob*Fatico	0,01
	CTcob*Abs	0,02
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,20
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0,00
Ucob*Abs*Fatico		0,01
CTcob*Abs*Fatico		0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 23,1%, para a zona 2 com 19,1% e para a zona térmica 4 com 44,0%, demonstrando ser o modelo incapaz de explicar bem a variável de saída.

#### 5.2.6. Subquente Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido

Os parâmetros considerados com maior influência para as paredes para o experimento fatorial de Maringá foram a absortância e a transmitância do vidro, conforme é mostrado nas TABELA 5.103 a TABELA 5.105. A capacidade térmica das paredes, o sombreamento e a ventilação natural também apresentaram-se como fatores de influência, embora menores.

As paredes recomendadas são as não isolantes, pesadas e claras. As aberturas devem ter vidro isolante e sombreamento. A ventilação natural deve ser permitida.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 92,0%, para a zona 2 com 94,0% e para a zona térmica 4 com 87,1%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.103 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Maringá

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,01	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0,10
	CTpar	4,04	Upar*CTpar*Abs*Somb		0,00
	Abs	33,02	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0,74
	Uvid	11,32	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0,32
	Somb	2,04	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0,27
	Fvent	5,56	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0,15
	2ª ordem	Upar*CTpar	1,44	Upar*Abs*Uvid*Somb	
Upar*Abs		2,51	Upar*Abs*Uvid*Fvent		0,18
Upar*Uvid		1,78	Upar*Abs*Somb*Fvent		0,07
Upar*Somb		0,11	Upar*Uvid*Somb*Fvent		0,24
Upar*Fvent		0,28	CTpar*Abs*Uvid*Somb		0,04
CTpar*Abs		1,65	CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0,04
CTpar*Uvid		2,14	CTpar*Abs*Somb*Fvent		0,06
CTpar*Somb		1,07	CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0,77
CTpar*Fvent		0,01	Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,06
Abs*Uvid		0,18	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb		0,17
Abs*Somb		0,00	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0,06
Abs*Fvent		7,21	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent		0,03
Uvid*Somb		2,00	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0,04
Uvid*Fvent		1,38	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,45
Somb*Fvent	0,23	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,38	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2,18	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,25
	Upar*CTpar*Uvid	0,77			
	Upar*CTpar*Somb	0,11			
	Upar*CTpar*Fvent	0,48			
	Upar*Abs*Fvent	0,06			
	Upar*Abs*Somb	0,04			
	Upar*Abs*Fvent	0,97			
	Upar*Uvid*Somb	0,25			
	Upar*Uvid*Fvent	0,44			
	Upar*Somb*Fvent	0,06			
	CTpar*Abs*Uvid	0,17			
	CTpar*Abs*Somb	0,17			
	CTpar*Abs*Fvent	0,61			
	CTpar*Uvid*Somb	0,33			
	CTpar*Uvid*Fvent	1,28			
	CTpar*Somb*Fvent	0,01			
	Abs*Uvid*Somb	0,81			
	Abs*Uvid*Fvent	0,14			
	Abs*Somb*Fvent	0,19			
	Uvid*Somb*Fvent	0,01			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.104 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Maringá

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,28	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0,05	
	CTpar	0,03	Upar*CTpar*Abs*Somb		0,00	
	Abs	29,94	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0,81	
	Uvid	16,44	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0,26	
	Somb	2,26	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0,12	
	Fvent	8,27	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0,17	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,61	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,20	
	Upar*Abs	2,34		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,16	
	Upar*Uvid	1,39		Upar*Abs*Somb*Fvent	0,09	
	Upar*Somb	0,06		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,23	
	Upar*Fvent	0,33		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,07	
	CTpar*Abs	2,76		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	CTpar*Uvid	1,63		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,07	
	CTpar*Somb	0,74		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,81	
	CTpar*Fvent	0,26		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,07	
	Abs*Uvid	0,09		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,22
	Abs*Somb	0,01			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01
	Abs*Fvent	8,19			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,05
	Uvid*Somb	2,21			Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,38
	Uvid*Fvent	2,82			Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,53
Somb*Fvent	0,42	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,34			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1,52	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,19	
	Upar*CTpar*Uvid	0,58				
	Upar*CTpar*Somb	0,06				
	Upar*CTpar*Fvent	0,26				
	Upar*Abs*Fvent	0,02				
	Upar*Abs*Somb	0,07				
	Upar*Abs*Fvent	1,11				
	Upar*Uvid*Somb	0,16				
	Upar*Uvid*Fvent	0,33				
	Upar*Somb*Fvent	0,04				
	CTpar*Abs*Uvid	0,42				
	CTpar*Abs*Somb	0,12				
	CTpar*Abs*Fvent	1,01				
	CTpar*Uvid*Somb	0,24				
	CTpar*Uvid*Fvent	0,93				
	CTpar*Somb*Fvent	0,02				
	Abs*Uvid*Somb	0,76				
	Abs*Uvid*Fvent	0,22				
Abs*Somb*Fvent	0,20					
Uvid*Somb*Fvent	0,03					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.105 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Maringá

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0,30	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,02	
	CTpar	0,01		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00	
	Abs	27,05		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,70	
	Uvid	16,01		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,25	
	Somb	1,02		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,07	
	Fvent	9,58		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,15	
				Upar*Abs*Uvid*Somb	0,17	
2ª ordem	Upar*CTpar	0,38	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,15		
	Upar*Abs	2,15	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,08		
	Upar*Uvid	1,14	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,21		
	Upar*Somb	0,04	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,06		
	Upar*Fvent	0,29	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01		
	CTpar*Abs	2,71	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,04		
	CTpar*Uvid	1,37	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,72		
	CTpar*Somb	0,54	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,11		
	CTpar*Fvent	0,39	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,21	
	Abs*Uvid	0,03		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	Abs*Somb	0,01		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,05	
	Abs*Fvent	7,31		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,38	
	Uvid*Somb	1,53		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,56	
	Uvid*Fvent	3,12		CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,32	
	Somb*Fvent	0,32	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,16	
	3ª ordem	Upar*CTpar*Abs		1,30		
		Upar*CTpar*Uvid		0,56		
Upar*CTpar*Somb		0,05				
Upar*CTpar*Fvent		0,15				
Upar*Abs*Fvent		0,01				
Upar*Abs*Somb		0,06				
Upar*Abs*Fvent		0,95				
Upar*Uvid*Somb		0,15				
Upar*Uvid*Fvent		0,24				
Upar*Somb*Fvent		0,03				
CTpar*Abs*Uvid		0,48				
CTpar*Abs*Somb		0,13				
CTpar*Abs*Fvent		1,03				
CTpar*Uvid*Somb		0,17				
CTpar*Uvid*Fvent		0,76				
CTpar*Somb*Fvent		0,00				
Abs*Uvid*Somb		0,77				
Abs*Uvid*Fvent		0,26				
Abs*Somb*Fvent		0,23				
Uvid*Somb*Fvent		0,02				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para o clima de Maringá, o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.106 a TABELA 5.108) apontou que a transmitância da cobertura e a capacidade térmica foram os

parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto. Outros fatores com influência foram a absorvância e a combinação de coberturas isolantes e pesadas.

**TABELA 5.106** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Maringá

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		26,00
	CTcob		5,20
	Abs		0,58
	Fatico		0,08
2ª ordem	Ucob*CTcob		2,43
	Ucob*Abs		0,47
	Ucob*Fatico		0,08
	CTcob*Abs		0,23
	CTcob*Fatico		0,00
3ª ordem	Abs*Fatico		0,01
	Ucob*CTcob*Abs		0,16
	Ucob*CTcob*Fatico		0,00
	Ucob*Abs*Fatico		0,03
4ª ordem	CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.107** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Maringá

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		35,10
	CTcob		5,84
	Abs		2,40
	Fatico		0,08
2ª ordem	Ucob*CTcob		2,40
	Ucob*Abs		2,11
	Ucob*Fatico		0,11
	CTcob*Abs		0,21
	CTcob*Fatico		0,02
3ª ordem	Abs*Fatico		0,00
	Ucob*CTcob*Abs		0,18
	Ucob*CTcob*Fatico		0,01
	Ucob*Abs*Fatico		0,02
4ª ordem	CTcob*Abs*Fatico		0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.108** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Maringá

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	44,08
	CTcob	6,57
	Abs	2,94
	Fatico	0,03
2ª ordem	Ucob*CTcob	2,46
	Ucob*Abs	2,22
	Ucob*Fatico	0,16
	CTcob*Abs	0,28
	CTcob*Fatico	0,04
	Abs*Fatico	0,19
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0,00
Ucob*Abs*Fatico		0,00
CTcob*Abs*Fatico		0,03
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Para Maringá a recomendação é de coberturas isolantes, pesadas e claras.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 35,3%, para a zona 2 com 48,5% e para a zona térmica 4 com 59,3%, demonstrando não ser o modelo capaz de explicar boa parte a variável de saída.

A avaliação da fatorial das paredes para a cidade de Ponta Porã indicaram que os fatores de maior relevância são a absortância e a ventilação natural, seguidos pela capacidade térmica, transmitância do vidro, a combinação da transmitância do vidro e a ventilação natural, a combinação do sombreamento com a ventilação natural e a combinação da transmitância com a capacidade térmica e a absortância das paredes (TABELA 5.109 a TABELA 5.111).

O recomendável para este clima são paredes não isolantes, leves e claras com aberturas com vidros isolantes e ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,1%, para a zona 2 com 97,8% e para a zona térmica 4 com 96,5%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.109 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Ponta Porã

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.03	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.23	
	CTpar	5.17	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.59	
	Abs	32.11	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.08	
	Uvid	3.40	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.24	
	Somb	0.31	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.48	
	Fvent	8.46	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.04	
	2ª ordem	Upar*CTpar	0.35	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.28
Upar*Abs		0.01	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.01	
Upar*Uvid		0.40	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.21	
Upar*Somb		0.42	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
Upar*Fvent		0.03	CTpar*Abs*Uvid*Somb	1.71	
CTpar*Abs		4.78	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01	
CTpar*Uvid		0.31	CTpar*Abs*Somb*Fvent	1.40	
CTpar*Somb		0.16	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.05	
CTpar*Fvent		0.08	Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.44	
Abs*Uvid		0.30	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.48
Abs*Somb		5.57		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.12
Abs*Fvent		3.96		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.69
Uvid*Somb		0.00		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	3.42
Uvid*Fvent		4.25		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.30
Somb*Fvent	2.85	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.38	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	5.52	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.35
	Upar*CTpar*Uvid	0.00			
	Upar*CTpar*Somb	0.08			
	Upar*CTpar*Fvent	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.50			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.02			
	Upar*Uvid*Somb	0.35			
	Upar*Uvid*Fvent	0.04			
	Upar*Somb*Fvent	0.02			
	CTpar*Abs*Uvid	0.19			
	CTpar*Abs*Somb	0.78			
	CTpar*Abs*Fvent	0.28			
	CTpar*Uvid*Somb	0.48			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.04			
	CTpar*Somb*Fvent	0.47			
	Abs*Uvid*Somb	0.12			
	Abs*Uvid*Fvent	1.07			
	Abs*Somb*Fvent	1.16			
	Uvid*Somb*Fvent	1.47			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.110 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Ponta Porã

	Fator	Influência [%]	Fator	Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.34	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	4.62	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.14	
	Abs	41.08	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.39	
	Uvid	1.00	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.43	
	Somb	3.29	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.28	
	Fvent	3.65	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.11	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.24
	Upar*Abs	0.01		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Upar*Uvid	0.72		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.30
	Upar*Somb	0.21		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04
	Upar*Fvent	0.03		CTpar*Abs*Uvid*Somb	1.58
	CTpar*Abs	0.71		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.08
	CTpar*Uvid	0.05		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.60
	CTpar*Somb	0.08		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.00
	CTpar*Fvent	0.09		Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.48
	Abs*Uvid	0.17		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb
Abs*Somb	5.78	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.03		
Abs*Fvent	4.42	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.94		
Uvid*Somb	0.04	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	3.34		
Uvid*Fvent	4.13	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00		
Somb*Fvent	2.80	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.31		
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	3.14	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
	Upar*CTpar*Uvid	0.06			
	Upar*CTpar*Somb	0.09			
	Upar*CTpar*Fvent	0.13			
	Upar*Abs*Fvent	0.95			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Uvid*Somb	0.05			
	Upar*Uvid*Fvent	0.06			
	Upar*Somb*Fvent	0.16			
	CTpar*Abs*Uvid	0.06			
	CTpar*Abs*Somb	2.07			
	CTpar*Abs*Fvent	0.29			
	CTpar*Uvid*Somb	0.98			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.09			
	CTpar*Somb*Fvent	0.42			
	Abs*Uvid*Somb	0.03			
	Abs*Uvid*Fvent	1.76			
Abs*Somb*Fvent	1.97				
Uvid*Somb*Fvent	0.43				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



TABELA 5.111 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Ponta Porã

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0.55	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.02
	CTpar	4.61		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.06
	Abs	41.84		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.47
	Uvid	0.53		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.44
	Somb	5.43		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.22
	Fvent	1.81		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.19
2ª ordem	Upar*CTpar	0.02	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.18	
	Upar*Abs	0.02	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.01	
	Upar*Uvid	0.76	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.32	
	Upar*Somb	0.20	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Upar*Fvent	0.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	1.26	
	CTpar*Abs	0.41	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07	
	CTpar*Uvid	0.02	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.51	
	CTpar*Somb	0.14	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	CTpar*Fvent	0.09	Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.59	
	Abs*Uvid	0.08	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.51
	Abs*Somb	5.25		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01
	Abs*Fvent	3.64		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.87
	Uvid*Somb	0.04		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	3.14
	Uvid*Fvent	3.68		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
Somb*Fvent	2.48	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		1.62	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	2.56	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.14
	Upar*CTpar*Uvid	0.07			
	Upar*CTpar*Somb	0.09			
	Upar*CTpar*Fvent	0.19			
	Upar*Abs*Fvent	1.10			
	Upar*Abs*Somb	0.03			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Uvid*Somb	0.02			
	Upar*Uvid*Fvent	0.05			
	Upar*Somb*Fvent	0.23			
	CTpar*Abs*Uvid	0.03			
	CTpar*Abs*Somb	2.41			
	CTpar*Abs*Fvent	0.31			
	CTpar*Uvid*Somb	1.11			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.10			
	CTpar*Somb*Fvent	0.45			
	Abs*Uvid*Somb	0.01			
	Abs*Uvid*Fvent	1.96			
	Abs*Somb*Fvent	2.16			
	Uvid*Somb*Fvent	0.23			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica e absorvância (TABELA 5.112 a TABELA 5.114). Também apresentaram influência a capacidade térmica, coberturas isolantes e pesadas, e o ático ventilado.

**TABELA 5.112** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Ponta Porã

	Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob	16.81
	CTcob	7.34
	Abs	14.53
	Fatico	3.77
2ª ordem	Ucob*CTcob	3.96
	Ucob*Abs	0.97
	Ucob*Fatico	0.36
	CTcob*Abs	0.63
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.10
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.55
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.05
	CTcob*Abs*Fatico	0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,03

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.113** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Ponta Porã

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	14.39
	CTcob	3.92
	Abs	7.58
	Fatico	1.89
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.95
	Ucob*Abs	0.88
	Ucob*Fatico	0.25
	CTcob*Abs	0.11
	CTcob*Fatico	0.03
	Abs*Fatico	0.02
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.03
Ucob*Abs*Fatico		0.00
CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.114** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Ponta Porã

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	30.35
	CTcob	9.82
	Abs	27.10
	Fatico	6.64
2ª ordem	Ucob*CTcob	2.30
	Ucob*Abs	3.50
	Ucob*Fatico	0.57
	CTcob*Abs	0.16
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.21
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.00
Ucob*Abs*Fatico		0.00
CTcob*Abs*Fatico		0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Para a condição climática em análise as coberturas devem ser isolantes, pesadas, escuras e sem ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 49,1%, para a zona 2 com 30,1% e para a zona térmica 4 com 80,8%, demonstrando não ser o modelo capaz de explicar boa parte da variável de saída.

A análise fatorial das paredes para Brasília resultou como fatores de maior influência a absorvância e a transmitância do vidro, conforme mostrado nas TABELA 5.115 a TABELA 5.117.

Analisando a influência dos fatores das paredes o que se pode constatar é que as paredes necessitam ser claras e a redução do ganho de calor por radiação através das aberturas deve ser garantida, principalmente pelo isolamento dos elementos translúcidos, mas o sombreamento também contribui de forma mais restrita. Além disso, os resultados deixaram evidente que a capacidade térmica das paredes tem papel fundamental no desempenho térmico do ambiente da zona térmica 1, enquanto que nas zonas 2 e 4 assume esse papel a ventilação e a capacidade térmica das paredes se quer possui significância estatística para estes ambientes. Ou seja, recomendam-se paredes não isolantes, pesadas e claras com aberturas com vidros isolantes, sombreadas e que permitam a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 86,6%, para a zona 2 com 89,2% e para a zona térmica 4 com 80,9%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.115 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Brasília

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.42	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.13	
	CTpar	19.43		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.03	
	Abs	13.13		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.50	
	Uvid	4.75		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.80	
	Somb	2.68		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.86	
	Fvent	0.94		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.39	
2ª ordem	Upar*CTpar	4.39		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.44	
	Upar*Abs	0.85		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.04	
	Upar*Uvid	2.33		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.15	
	Upar*Somb	0.44		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.68	
	Upar*Fvent	0.27		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.21	
	CTpar*Abs	0.40		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.01	
	CTpar*Uvid	4.11		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.11	
	CTpar*Somb	0.90		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.47	
	CTpar*Fvent	0.09		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.24	
	Abs*Uvid	1.10		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.10
	Abs*Somb	0.36			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.22
	Abs*Fvent	6.88			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.07
	Uvid*Somb	1.31	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.51	
	Uvid*Fvent	2.86	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.23	
Somb*Fvent	0.40	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.38			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.00	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.42	
	Upar*CTpar*Uvid	0.89				
	Upar*CTpar*Somb	0.47				
	Upar*CTpar*Fvent	0.67				
	Upar*Abs*Fvent	0.14				
	Upar*Abs*Somb	0.10				
	Upar*Abs*Fvent	0.72				
	Upar*Uvid*Somb	0.46				
	Upar*Uvid*Fvent	0.64				
	Upar*Somb*Fvent	0.32				
	CTpar*Abs*Uvid	0.01				
	CTpar*Abs*Somb	0.13				
	CTpar*Abs*Fvent	0.45				
	CTpar*Uvid*Somb	1.28				
	CTpar*Uvid*Fvent	2.08				
	CTpar*Somb*Fvent	0.45				
	Abs*Uvid*Somb	0.63				
	Abs*Uvid*Fvent	0.20				
Abs*Somb*Fvent	0.18					
Uvid*Somb*Fvent	0.77					

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.116 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Brasília

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.30	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.17	
	CTpar	0.38		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.05	
	Abs	15.50		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.67	
	Uvid	10.94		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.80	
	Somb	3.45		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.80	
	Fvent	2.13		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.51	
2ª ordem	Upar*CTpar	2.15		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.43	
	Upar*Abs	1.34		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.18	
	Upar*Uvid	2.47		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.19	
	Upar*Somb	0.39		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.75	
	Upar*Fvent	0.62		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.24	
	CTpar*Abs	1.69		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.11	
	CTpar*Uvid	3.39		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.09	
	CTpar*Somb	0.84		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.78	
	CTpar*Fvent	0.97		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.39	
	Abs*Uvid	1.32		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.18
	Abs*Somb	0.62			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.22
	Abs*Fvent	8.66			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.12
	Uvid*Somb	2.00	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.65	
	Uvid*Fvent	6.26	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.39	
Somb*Fvent	0.94	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.46			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.83	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.37	
	Upar*CTpar*Uvid	0.96				
	Upar*CTpar*Somb	0.47				
	Upar*CTpar*Fvent	0.89				
	Upar*Abs*Fvent	0.28				
	Upar*Abs*Somb	0.13				
	Upar*Abs*Fvent	1.18				
	Upar*Uvid*Somb	0.50				
	Upar*Uvid*Fvent	0.95				
	Upar*Somb*Fvent	0.37				
	CTpar*Abs*Uvid	0.25				
	CTpar*Abs*Somb	0.15				
	CTpar*Abs*Fvent	1.12				
	CTpar*Uvid*Somb	1.07				
	CTpar*Uvid*Fvent	2.14				
	CTpar*Somb*Fvent	0.50				
	Abs*Uvid*Somb	0.87				
	Abs*Uvid*Fvent	0.31				
Abs*Somb*Fvent	0.46					
Uvid*Somb*Fvent	0.90					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes






TABELA 5.117 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Brasília

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	0.52	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.15	
	CTpar	0.01		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.08	
	Abs	13.39		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.63	
	Uvid	11.33		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.66	
	Somb	2.09		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.62	
	Fvent	3.08		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.47	
2ª ordem	Upar*CTpar	1.77		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.41	
	Upar*Abs	1.44		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.21	
	Upar*Uvid	2.01		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.23	
	Upar*Somb	0.31		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.60	
	Upar*Fvent	0.63		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.23	
	CTpar*Abs	1.66		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.13	
	CTpar*Uvid	2.93		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.07	
	CTpar*Somb	0.68		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.64	
	CTpar*Fvent	1.43		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.38	
	Abs*Uvid	0.95		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.23
	Abs*Somb	0.50			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.17
	Abs*Fvent	7.28			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.18
	Uvid*Somb	1.51	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.56	
	Uvid*Fvent	6.43	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.44	
Somb*Fvent	0.79	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.38			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.74	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.38	
	Upar*CTpar*Uvid	0.96				
	Upar*CTpar*Somb	0.37				
	Upar*CTpar*Fvent	0.75				
	Upar*Abs*Fvent	0.27				
	Upar*Abs*Somb	0.18				
	Upar*Abs*Fvent	1.15				
	Upar*Uvid*Somb	0.38				
	Upar*Uvid*Fvent	0.71				
	Upar*Somb*Fvent	0.30				
	CTpar*Abs*Uvid	0.26				
	CTpar*Abs*Somb	0.16				
	CTpar*Abs*Fvent	1.07				
	CTpar*Uvid*Somb	0.81				
	CTpar*Uvid*Fvent	1.76				
	CTpar*Somb*Fvent	0.34				
	Abs*Uvid*Somb	0.80				
	Abs*Uvid*Fvent	0.19				
Abs*Somb*Fvent	0.45					
Uvid*Somb*Fvent	0.70					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para as coberturas os parâmetros mais influentes foram a capacidade térmica, a absorção e o ático ventilado (TABELA 5.118 a TABELA 5.120). As coberturas para esse clima devem ser pesadas e escuras, sem ático ventilado.

**TABELA 5.118** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Brasília

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		0.69
	CTcob		7.25
	Abs		61.77
	Fatico		4.50
2ª ordem	Ucob*CTcob		4.68
	Ucob*Abs		7.00
	Ucob*Fatico		0.00
	CTcob*Abs		0.31
	CTcob*Fatico		0.00
	Abs*Fatico		0.44
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.34
	Ucob*CTcob*Fatico		0.00
	Ucob*Abs*Fatico		0.00
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorção solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático



**TABELA 5.119** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Brasília

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		4.52
	CTcob		7.26
	Abs		58.43
	Fatico		4.15
2ª ordem	Ucob*CTcob		3.71
	Ucob*Abs		6.78
	Ucob*Fatico		0.03
	CTcob*Abs		0.17
	CTcob*Fatico		0.00
	Abs*Fatico		0.07
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.33
	Ucob*CTcob*Fatico		0.01
	Ucob*Abs*Fatico		0.05
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.120** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Brasília

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		4.62
	CTcob		6.33
	Abs		55.96
	Fatico		3.84
2ª ordem	Ucob*CTcob		3.25
	Ucob*Abs		6.40
	Ucob*Fatico		0.05
	CTcob*Abs		0.16
	CTcob*Fatico		0.00
	Abs*Fatico		0.18
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.22
	Ucob*CTcob*Fatico		0.02
	Ucob*Abs*Fatico		0.01
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

Os resultados obtidos para as zonas 2 (TABELA 5.119) e 4 (TABELA 5.120) mostraram que para essas zonas a transmitância da cobertura passa a ter uma certa influência com significância estatística. Assim, as recomendações são para coberturas não isolantes, pesadas e escuras.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 87,0%, para a zona 2 com 85,5% e para a zona térmica 4 com 81,0%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

#### *5.2.7. Subquente Temperado: super úmido*

O experimento fatorial para o clima de Florianópolis resultou em uma grande distinção entre as zonas. Conforme é apresentado na TABELA 5.121, para a zona térmica 1 as variáveis com maior influência são a capacidade térmica das paredes e a ventilação natural, ambas contribuindo para as condições de conforto. Já para as zonas 2 e 4, conforme é exposto nas

TABELA 5.122 e TABELA 5.123. Ao invés da capacidade térmica, passa a ter maior influência o sombreamento das aberturas juntamente com a ventilação natural. Outras variações foram observadas, como o fato da transmitância térmica das paredes apresentar influência estatisticamente significativa apenas para a zona 1 e a absorvância apenas para as zonas 2 e 4.

Também apresentaram influência com significância as combinações das paredes escuras e aberturas sombreadas; de paredes não isolantes, leves e claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento; e de paredes não isolantes, leves e claras e aberturas com vidro isolante e sombreamento com ventilação natural. A primeira combinação incrementa as horas de conforto, enquanto que as outras duas reduzem as horas de conforto, uma vez que para este clima ocorre o rigor climático por frio e estas combinações reduzem o ganho térmico da edificação.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 74,2%, para a zona 2 com 78,9% e para a zona térmica 4 com 62,4%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

**TABELA 5.121** Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Florianópolis

Fator		Influência[%]	Fator		Influência[%]
1ª ordem	Upar	1,49	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,02
	CTpar	21,66		Upar*CTpar*Abs*Somb	1,45
	Abs	0,49		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,01
	Uvid	0,44		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,08
	Somb	5,35		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,16
	Fvent	12,53		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,48
2ª ordem	Upar*CTpar	1,50	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,04	
	Upar*Abs	0,09	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,48	
	Upar*Uvid	0,48	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,01	
	Upar*Somb	0,64	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,56	
	Upar*Fvent	0,53	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	CTpar*Abs	0,03	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	CTpar*Uvid	0,49	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,56	
	CTpar*Somb	0,83	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,15	
	CTpar*Fvent	0,35	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,13	
	Abs*Uvid	0,70	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,09
	Abs*Somb	3,60		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,03
	Abs*Fvent	1,43		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,46
	Uvid*Somb	3,50		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,05
	Uvid*Fvent	0,79		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,03
Somb*Fvent	1,45	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,26	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,05	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,10
	Upar*CTpar*Uvid	0,08			
	Upar*CTpar*Somb	0,67			
	Upar*CTpar*Fvent	1,08			
	Upar*Abs*Fvent	0,13			
	Upar*Abs*Somb	0,12			
	Upar*Abs*Fvent	0,10			
	Upar*Uvid*Somb	0,51			
	Upar*Uvid*Fvent	0,87			
	Upar*Somb*Fvent	0,22			
	CTpar*Abs*Uvid	0,07			
	CTpar*Abs*Somb	0,00			
	CTpar*Abs*Fvent	0,03			
	CTpar*Uvid*Somb	1,59			
	CTpar*Uvid*Fvent	1,55			
	CTpar*Somb*Fvent	0,37			
	Abs*Uvid*Somb	0,23			
	Abs*Uvid*Fvent	0,46			
	Abs*Somb*Fvent	0,31			
	Uvid*Somb*Fvent	2,30			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas

Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

**TABELA 5.122** Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Florianópolis

Fator		Influência[%]	Fator		Influência[%]
1ª ordem	Upar	0,01	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,01
	CTpar	2,34		Upar*CTpar*Abs*Somb	2,10
	Abs	1,57		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,01
	Uvid	0,72		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,00
	Somb	11,70		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,19
	Fvent	15,49		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,31
2ª ordem	Upar*CTpar	0,65	Upar*Abs*Uvid*Somb	0,08	
	Upar*Abs	0,18	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,70	
	Upar*Uvid	0,85	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,00	
	Upar*Somb	0,44	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,75	
	Upar*Fvent	1,55	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,00	
	CTpar*Abs	0,53	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,06	
	CTpar*Uvid	0,70	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,66	
	CTpar*Somb	0,32	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,11	
	CTpar*Fvent	1,37	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,10	
	Abs*Uvid	0,71	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,26
	Abs*Somb	6,57		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,03
	Abs*Fvent	1,19		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	1,27
	Uvid*Somb	4,57		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,13
	Uvid*Fvent	1,21		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,05
Somb*Fvent	2,24	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,42	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,14	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,08
	Upar*CTpar*Uvid	0,14			
	Upar*CTpar*Somb	0,71			
	Upar*CTpar*Fvent	2,21			
	Upar*Abs*Fvent	0,27			
	Upar*Abs*Somb	0,32			
	Upar*Abs*Fvent	0,15			
	Upar*Uvid*Somb	0,71			
	Upar*Uvid*Fvent	1,33			
	Upar*Somb*Fvent	0,43			
	CTpar*Abs*Uvid	0,01			
	CTpar*Abs*Somb	0,28			
	CTpar*Abs*Fvent	0,06			
	CTpar*Uvid*Somb	1,85			
	CTpar*Uvid*Fvent	1,71			
	CTpar*Somb*Fvent	0,79			
	Abs*Uvid*Somb	0,25			
	Abs*Uvid*Fvent	0,80			
	Abs*Somb*Fvent	0,92			
	Uvid*Somb*Fvent	3,53			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



Para as coberturas expostas a este clima os parâmetros mais influentes foram a absorvância e o ático ventilado, sendo este último um fator de influência a reduzir as horas de conforto. Coberturas isolantes e escuras também apresentaram certa influência nos resultados, promovendo o conforto, conforme os dados apresentados nas TABELA 5.124 a TABELA 5.126.

**TABELA 5.124** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Florianópolis

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	1,18
	CTcob	0,81
	Abs	7,78
	Fatico	1,89
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,49
	Ucob*Abs	0,79
	Ucob*Fatico	0,11
	CTcob*Abs	0,06
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,02
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,06
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,00
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.125** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Florianópolis

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	0,28
	CTcob	0,57
	Abs	14,52
	Fatico	2,62
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,17
	Ucob*Abs	1,85
	Ucob*Fatico	0,02
	CTcob*Abs	0,03
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,18
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,02
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,00
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.126** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Florianópolis

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	0,53
	CTcob	0,80
	Abs	31,13
	Fatico	4,93
2ª ordem	Ucob*CTcob	0,36
	Ucob*Abs	4,08
	Ucob*Fatico	0,09
	CTcob*Abs	0,02
	CTcob*Fatico	0,01
	Abs*Fatico	0,12
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0,03
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,03
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático



Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 13,2%, para a zona 2 com 20,3% e para a zona térmica 4 com 42,1%, demonstrando ser o modelo incapaz de explicar bem a variável de saída.

*5.2.8. Mesotérmico Brando Tropical Brasil Central: super úmido, úmido, semiúmido*

Os parâmetros considerados com maior influência para as paredes no experimento fatorial para o clima de Campos do Jordão foram a capacidade térmica e a absorvância das paredes. As duas variáveis promovem o melhor desempenho térmico dos ambientes (TABELA 5.127 a TABELA 5.129). Também apresentam certa influência nas horas de conforto para o clima de Campos do Jordão a transmitância térmica da parede, de forma positiva, e a transmitância térmica do vidro e a ventilação natural, de forma negativa.

As paredes devem ser isolantes, pesadas e escuras. As aberturas devem ter vidros comuns, não possuir sombreamento e permitirem apenas a renovação do ar.

Para a zona térmica 1 a capacidade térmica tem uma influência maior do que para as zonas 2 e 4. De forma similar a ventilação possui maior influência para as zonas 2 e 4 do que para a zona 1. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 98,2%, para a zona 2 com 98,1% e para a zona térmica 4 com 98,4%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.127 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Campos do Jordão

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	6.89	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.01
	CTpar	20.07		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00
	Abs	25.27		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.73
	Uvid	7.06		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.01
	Somb	0.76		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.00
	Fvent	12.74		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.02
2ª ordem	Upar*CTpar	5.64	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	Upar*Abs	1.68	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.03	
	Upar*Uvid	0.36	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Somb	0.03	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Fvent	1.01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	1.84	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.08	
	CTpar*Uvid	0.73	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.07	
	CTpar*Somb	0.52	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.22	
	CTpar*Fvent	1.51	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Abs*Uvid	0.03	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.09
	Abs*Somb	0.07		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02
	Abs*Fvent	3.33		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	1.06		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.13
	Uvid*Fvent	0.13		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.20
Somb*Fvent	0.04	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.26	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.70	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03
	Upar*CTpar*Uvid	0.12			
	Upar*CTpar*Somb	0.01			
	Upar*CTpar*Fvent	1.23			
	Upar*Abs*Fvent	0.00			
	Upar*Abs*Somb	0.00			
	Upar*Abs*Fvent	0.30			
	Upar*Uvid*Somb	0.09			
	Upar*Uvid*Fvent	0.00			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.25			
	CTpar*Abs*Somb	0.17			
	CTpar*Abs*Fvent	0.62			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.17			
	CTpar*Somb*Fvent	0.15			
	Abs*Uvid*Somb	0.31			
	Abs*Uvid*Fvent	0.24			
Abs*Somb*Fvent	0.06				
Uvid*Somb*Fvent	0.04				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.128 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Campos do Jordão

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	5.68	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.02	
	CTpar	15.08		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	23.53		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.68	
	Uvid	9.62		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.00	
	Somb	0.85		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.03	
	Fvent	18.86		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.07	
2ª ordem	Upar*CTpar	4.41		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	Upar*Abs	1.82		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.03	
	Upar*Uvid	0.29		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.04	
	Upar*Somb	0.04		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	Upar*Fvent	0.55		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	3.09		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.16	
	CTpar*Uvid	0.49		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	CTpar*Somb	0.44		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.21	
	CTpar*Fvent	1.31		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Abs*Uvid	0.05		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.18
	Abs*Somb	0.02			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.03
	Abs*Fvent	3.55			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	1.13	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.20	
	Uvid*Fvent	0.41	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.32	
Somb*Fvent	0.11	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.28			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.75	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Upar*CTpar*Uvid	0.05				
	Upar*CTpar*Somb	0.04				
	Upar*CTpar*Fvent	1.00				
	Upar*Abs*Fvent	0.00				
	Upar*Abs*Somb	0.00				
	Upar*Abs*Fvent	0.33				
	Upar*Uvid*Somb	0.10				
	Upar*Uvid*Fvent	0.03				
	Upar*Somb*Fvent	0.00				
	CTpar*Abs*Uvid	0.27				
	CTpar*Abs*Somb	0.12				
	CTpar*Abs*Fvent	0.78				
	CTpar*Uvid*Somb	0.00				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.05				
	CTpar*Somb*Fvent	0.19				
	Abs*Uvid*Somb	0.36				
	Abs*Uvid*Fvent	0.31				
Abs*Somb*Fvent	0.03					
Uvid*Somb*Fvent	0.04					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.129 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Campos do Jordão

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	5.59	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.02	
	CTpar	14.44		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.00	
	Abs	23.31		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.70	
	Uvid	10.20		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.00	
	Somb	0.39		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.03	
	Fvent	20.70		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.09	
2ª ordem	Upar*CTpar	4.53		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	Upar*Abs	1.86		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.02	
	Upar*Uvid	0.27		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.04	
	Upar*Somb	0.05		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.42		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	3.05		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.16	
	CTpar*Uvid	0.49		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	CTpar*Somb	0.45		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.18	
	CTpar*Fvent	1.25		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Abs*Uvid	0.07		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.19
	Abs*Somb	0.01			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.03
	Abs*Fvent	3.04			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	0.92	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.20	
	Uvid*Fvent	0.59	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.35	
Somb*Fvent	0.15	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.29			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.69	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Upar*CTpar*Uvid	0.04				
	Upar*CTpar*Somb	0.04				
	Upar*CTpar*Fvent	0.78				
	Upar*Abs*Fvent	0.01				
	Upar*Abs*Somb	0.00				
	Upar*Abs*Fvent	0.31				
	Upar*Uvid*Somb	0.10				
	Upar*Uvid*Fvent	0.06				
	Upar*Somb*Fvent	0.01				
	CTpar*Abs*Uvid	0.39				
	CTpar*Abs*Somb	0.09				
	CTpar*Abs*Fvent	0.74				
	CTpar*Uvid*Somb	0.00				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.02				
	CTpar*Somb*Fvent	0.21				
	Abs*Uvid*Somb	0.41				
	Abs*Uvid*Fvent	0.31				
Abs*Somb*Fvent	0.02					
Uvid*Somb*Fvent	0.03					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para o clima de Campos do Jordão, o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.130 a TABELA 5.132) apontou que a absorvância (esta fortemente) e a transmitância térmica da cobertura foram os parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto. A absorvância aumenta as horas de conforto e a transmitância térmica reduz. Pode-se observar também que a cobertura isolante e também escura, impacta ainda mais negativamente no desempenho térmico da edificação.

**TABELA 5.130** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Campos do Jordão

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	5.79
	CTcob	0.30
	Abs	50.47
	Fatico	1.45
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.12
	Ucob*Abs	11.85
	Ucob*Fatico	0.00
	CTcob*Abs	0.06
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.42
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.00
Ucob*Abs*Fatico		0.02
CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.131** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Campos do Jordão

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	7.29
	CTcob	0.37
	Abs	45.29
	Fatico	1.18
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.16
	Ucob*Abs	10.07
	Ucob*Fatico	0.01
	CTcob*Abs	0.08
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.32
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.05
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.132** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Campos do Jordão

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	8.80
	CTcob	0.44
	Abs	51.05
	Fatico	1.44
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.11
	Ucob*Abs	11.08
	Ucob*Fatico	0.02
	CTcob*Abs	0.05
	CTcob*Fatico	0.01
	Abs*Fatico	0.38
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.03
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.04
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas devem ser não isolantes, leves e escuras. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 70,5%, para a zona 2 com 64,9% e para a zona térmica 4 com 73,5%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar em parte a variável de saída.

Os parâmetros considerados com maior influência para as paredes no experimento fatorial para Caldas foram a capacidade térmica e a absorvância, ambos auxiliando a promover o conforto nos ambientes (TABELA 5.133 a TABELA 5.135). Atuam também, de forma mais limitada, a transmitância térmica das paredes e dos vidros, sendo que esta última reduz o conforto nos ambientes, uma vez que nesse clima há o predomínio de desconforto por frio e o ganho de radiação pela abertura é bem vindo neste caso.

Para as zonas 2 e 4 para o clima em questão observa-se também que a capacidade térmica das paredes ainda são relevantes mas perdem em relevância quando comparada à zona térmica 1, enquanto que a da transmitância térmica do vidro aumenta. As paredes recomendadas são as isolantes, pesadas e escuras. As aberturas devem ter vidros comuns, sem sombreamento e permitir apenas a ventilação para renovação do ar.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 96,6%, para a zona 2 com 95,4% e para a zona térmica 4 com 93,7%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.133 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Caldas

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	6.89	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.01
	CTpar	52.56		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.06
	Abs	17.05		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.25
	Uvid	6.82		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.00
	Somb	0.37		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.25
	Fvent	0.67		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.04
2ª ordem	Upar*CTpar	0.01	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	Upar*Abs	1.65	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.24	
	Upar*Uvid	0.01	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Somb	0.07	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Fvent	0.04	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	CTpar*Abs	1.50	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.30	
	CTpar*Uvid	0.00	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.25	
	CTpar*Somb	0.16	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.34	
	CTpar*Fvent	0.00	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Abs*Uvid	0.35	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02
	Abs*Somb	0.15		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.09
	Abs*Fvent	1.05		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.00
	Uvid*Somb	0.28		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.17
	Uvid*Fvent	0.00		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.30
Somb*Fvent	0.04	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.03	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.49	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.04
	Upar*CTpar*Uvid	0.00			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Fvent	0.06			
	Upar*Abs*Somb	0.01			
	Upar*Abs*Fvent	0.20			
	Upar*Uvid*Somb	0.00			
	Upar*Uvid*Fvent	0.00			
	Upar*Somb*Fvent	0.03			
	CTpar*Abs*Uvid	0.20			
	CTpar*Abs*Somb	0.15			
	CTpar*Abs*Fvent	0.51			
	CTpar*Uvid*Somb	0.20			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.00			
	CTpar*Somb*Fvent	0.22			
	Abs*Uvid*Somb	0.13			
	Abs*Uvid*Fvent	0.72			
Abs*Somb*Fvent	0.09				
Uvid*Somb*Fvent	0.40				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes



TABELA 5.134 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Caldas

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	4.01	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.02	
	CTpar	25.47		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.14	
	Abs	26.86		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.22	
	Uvid	13.21		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.01	
	Somb	0.64		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.50	
	Fvent	0.57		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.08	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.08		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.04	
	Upar*Abs	2.85		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.64	
	Upar*Uvid	0.03		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.04	
	Upar*Somb	0.09		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.04	
	Upar*Fvent	0.03		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00	
	CTpar*Abs	5.37		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.65	
	CTpar*Uvid	0.01		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.47	
	CTpar*Somb	0.35		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.62	
	CTpar*Fvent	0.04		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.07	
	Abs*Uvid	0.48		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.05
	Abs*Somb	0.39			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.09
	Abs*Fvent	1.95			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.00
	Uvid*Somb	0.67	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.32	
	Uvid*Fvent	0.02	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.64	
Somb*Fvent	0.06	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.05			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.81	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.08	
	Upar*CTpar*Uvid	0.02				
	Upar*CTpar*Somb	0.02				
	Upar*CTpar*Fvent	0.27				
	Upar*Abs*Fvent	0.02				
	Upar*Abs*Somb	0.02				
	Upar*Abs*Fvent	0.64				
	Upar*Uvid*Somb	0.00				
	Upar*Uvid*Fvent	0.01				
	Upar*Somb*Fvent	0.04				
	CTpar*Abs*Uvid	0.13				
	CTpar*Abs*Somb	0.40				
	CTpar*Abs*Fvent	1.39				
	CTpar*Uvid*Somb	0.46				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.01				
	CTpar*Somb*Fvent	0.49				
	Abs*Uvid*Somb	0.16				
	Abs*Uvid*Fvent	1.51				
Abs*Somb*Fvent	0.11					
Uvid*Somb*Fvent	0.92					

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.135 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Caldas

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	3.51	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.08	
	CTpar	20.54		Upar*CTpar*Abs*Somb	0.14	
	Abs	28.78		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.18	
	Uvid	14.61		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.01	
	Somb	0.56		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.47	
	Fvent	0.07		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.08	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.20		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.05	
	Upar*Abs	2.97		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.51	
	Upar*Uvid	0.04		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Somb	0.06		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.13		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01	
	CTpar*Abs	5.81		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.78	
	CTpar*Uvid	0.03		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.51	
	CTpar*Somb	0.42		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.67	
	CTpar*Fvent	0.16		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.09	
	Abs*Uvid	0.45		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.06
	Abs*Somb	0.33			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.05
	Abs*Fvent	1.53			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01
	Uvid*Somb	0.75	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.25	
	Uvid*Fvent	0.04	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.60	
Somb*Fvent	0.07	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.07			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.81	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.07	
	Upar*CTpar*Uvid	0.05				
	Upar*CTpar*Somb	0.03				
	Upar*CTpar*Fvent	0.39				
	Upar*Abs*Fvent	0.05				
	Upar*Abs*Somb	0.02				
	Upar*Abs*Fvent	0.55				
	Upar*Uvid*Somb	0.00				
	Upar*Uvid*Fvent	0.01				
	Upar*Somb*Fvent	0.04				
	CTpar*Abs*Uvid	0.15				
	CTpar*Abs*Somb	0.44				
	CTpar*Abs*Fvent	1.49				
	CTpar*Uvid*Somb	0.42				
	CTpar*Uvid*Fvent	0.02				
	CTpar*Somb*Fvent	0.52				
	Abs*Uvid*Somb	0.23				
	Abs*Uvid*Fvent	1.57				
Abs*Somb*Fvent	0.15					
Uvid*Somb*Fvent	0.97					

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

Para o clima de Caldas, o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.136 a TABELA 5.138) apontou que a absorvância e a transmitância térmica da cobertura combinada com a absorvância foram os parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto. A absorvância aumenta as horas de conforto e a transmitância térmica reduz. Assim, deve-se evitar coberturas isolantes para este clima.

**TABELA 5.136** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Caldas

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	0.16
	CTcob	0.47
	Abs	49.65
	Fatico	0.34
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.48
	Ucob*Abs	8.39
	Ucob*Fatico	0.01
	CTcob*Abs	0.01
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.18
	3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs
Ucob*CTcob*Fatico		0.00
Ucob*Abs*Fatico		0.03
CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.137** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Caldas

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	0.05
	CTcob	0.56
	Abs	56.65
	Fatico	0.45
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.41
	Ucob*Abs	10.33
	Ucob*Fatico	0.00
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.20
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.01
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.138** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Caldas

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	0.01
	CTcob	0.67
	Abs	67.43
	Fatico	0.54
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.50
	Ucob*Abs	11.45
	Ucob*Fatico	0.00
	CTcob*Abs	0.00
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.21
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.01
	Ucob*Abs*Fatico	0.01
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas devem ser não isolantes, leves e escuras. Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 59,8%, para a zona 2 com 68,7% e para a zona térmica 4 com 80,9%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar em parte a variável de saída.

Os primeiros resultados apresentados para a cidade de Belo Horizonte são os referentes ao experimento fatorial das paredes. Nas TABELA 5.139, TABELA 5.140 e TABELA 5.141 são expostos os parâmetros mais influentes referentes às paredes nas horas de conforto. De forma geral, pode-se apontar como mais influentes a absorvância das paredes e a presença de ventilação natural.

Avaliando os fatores de maior influência nas horas de conforto para as paredes, o essencial para o clima de Belo Horizonte é evitar paredes escuras e permitir a ventilação natural. O efeito da ventilação natural é fundamental, permitindo boas condições de conforto até quando utilizadas paredes escuras na presença da ventilação. A transmitância térmica das paredes apresentou uma influência irrisória nas horas de conforto para este clima, não se justificando sua aplicação como parâmetro definidor de desempenho térmico.

Outro ponto relevante de se destacar é o fato das paredes pesadas obterem um melhor desempenho quando associadas à ventilação natural. Percebe-se também que a capacidade térmica possui um valor mais alto de influência para a zona térmica 1 do que para as demais zonas, provavelmente em razão da maior área de exposição de paredes ao clima externo que esta zona possui. As paredes devem ser pesadas e claras com aberturas com vidro isolante que permitam a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 75,9%, para a zona 2 com 81,8% e para a zona térmica 4 com 78,9%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.139 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Belo Horizonte

Fator		Influência[%]	Fator		Influência[%]
1ª ordem	Upar	0,08	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,04
	CTpar	1,67		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,04
	Abs	18,95		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,01
	Uvid	5,21		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,04
	Somb	1,11		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,04
	Fvent	15,02		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,23
				Upar*Abs*Uvid*Somb	0,16
2ª ordem	Upar*CTpar	0,60	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
	Upar*Abs	0,01	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,08	
	Upar*Uvid	0,15	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,02	
	Upar*Somb	0,02	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,23	
	Upar*Fvent	0,01	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,51	
	CTpar*Abs	0,07	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,23	
	CTpar*Uvid	1,10	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,80	
	CTpar*Somb	0,05	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,17	
	CTpar*Fvent	2,82	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,02
	Abs*Uvid	0,00		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,02
	Abs*Somb	1,19		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,15
	Abs*Fvent	13,60		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,02
	Uvid*Somb	0,70		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00
	Uvid*Fvent	3,96		CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,66
Somb*Fvent	0,70	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs		0,00		
	Upar*CTpar*Uvid		0,09		
	Upar*CTpar*Somb		0,00		
	Upar*CTpar*Fvent		0,45		
	Upar*Abs*Fvent		0,21		
	Upar*Abs*Somb		0,03		
	Upar*Abs*Fvent		0,13		
	Upar*Uvid*Somb		0,12		
	Upar*Uvid*Fvent		0,00		
	Upar*Somb*Fvent		0,04		
	CTpar*Abs*Uvid		0,19		
	CTpar*Abs*Somb		0,07		
	CTpar*Abs*Fvent		0,02		
	CTpar*Uvid*Somb		0,18		
	CTpar*Uvid*Fvent		1,96		
	CTpar*Somb*Fvent		0,33		
	Abs*Uvid*Somb	0,80			
Abs*Uvid*Fvent	0,03				
Abs*Somb*Fvent	0,54				
Uvid*Somb*Fvent	0,25				

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.140 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Belo Horizonte

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,00	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,03
	CTpar	0,05		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00
	Abs	14,89		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,07
	Uvid	8,41		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,06
	Somb	0,99		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,00
	Fvent	24,62		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,16
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,17	Upar*Abs*Uvid*Somb
Upar*Abs		0,00	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
Upar*Uvid		0,10	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,08	
Upar*Somb		0,01	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Fvent		0,01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,14	
CTpar*Abs		0,17	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,61	
CTpar*Uvid		0,70	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,15	
CTpar*Somb		0,01	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,53	
CTpar*Fvent		1,53	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,14	
Abs*Uvid		0,00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,05
Abs*Somb		1,00		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,02
Abs*Fvent		14,72		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,09
Uvid*Somb		0,52		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,02
Uvid*Fvent		6,38		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00
Somb*Fvent	0,51	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,42	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,00	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00
	Upar*CTpar*Uvid	0,11			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,21			
	Upar*Abs*Fvent	0,14			
	Upar*Abs*Somb	0,01			
	Upar*Abs*Fvent	0,14			
	Upar*Uvid*Somb	0,12			
	Upar*Uvid*Fvent	0,00			
	Upar*Somb*Fvent	0,03			
	CTpar*Abs*Uvid	0,23			
	CTpar*Abs*Somb	0,01			
	CTpar*Abs*Fvent	0,32			
	CTpar*Uvid*Somb	0,12			
	CTpar*Uvid*Fvent	1,40			
	CTpar*Somb*Fvent	0,23			
	Abs*Uvid*Somb	0,56			
	Abs*Uvid*Fvent	0,02			
	Abs*Somb*Fvent	0,38			
	Uvid*Somb*Fvent	0,20			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.141 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Belo Horizonte

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	0,00	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0,03
	CTpar	0,00		Upar*CTpar*Abs*Somb	0,00
	Abs	13,94		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0,06
	Uvid	8,63		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0,07
	Somb	0,85		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0,01
	Fvent	27,43		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0,16
	2ª ordem	Upar*CTpar		0,12	Upar*Abs*Uvid*Somb
Upar*Abs		0,00	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0,00	
Upar*Uvid		0,09	Upar*Abs*Somb*Fvent	0,09	
Upar*Somb		0,01	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0,00	
Upar*Fvent		0,01	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,12	
CTpar*Abs		0,16	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,55	
CTpar*Uvid		0,57	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,11	
CTpar*Somb		0,00	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,49	
CTpar*Fvent		1,34	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,10	
Abs*Uvid		0,00	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0,05
Abs*Somb		0,92		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0,01
Abs*Fvent		11,78		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0,08
Uvid*Somb		0,45		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0,02
Uvid*Fvent		5,90		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00
Somb*Fvent	0,46	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0,36	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0,00	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0,00
	Upar*CTpar*Uvid	0,12			
	Upar*CTpar*Somb	0,00			
	Upar*CTpar*Fvent	0,16			
	Upar*Abs*Fvent	0,14			
	Upar*Abs*Somb	0,01			
	Upar*Abs*Fvent	0,13			
	Upar*Uvid*Somb	0,10			
	Upar*Uvid*Fvent	0,00			
	Upar*Somb*Fvent	0,03			
	CTpar*Abs*Uvid	0,24			
	CTpar*Abs*Somb	0,01			
	CTpar*Abs*Fvent	0,32			
	CTpar*Uvid*Somb	0,08			
	CTpar*Uvid*Fvent	1,23			
	CTpar*Somb*Fvent	0,20			
	Abs*Uvid*Somb	0,53			
	Abs*Uvid*Fvent	0,05			
	Abs*Somb*Fvent	0,31			
	Uvid*Somb*Fvent	0,17			

$U_{par}$	transmitância térmica das paredes externas
$CT_{par}$	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
$U_{vid}$	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
$F_{vent}$	ventilação natural dos ambientes

Para as coberturas expostas a este clima os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica e a capacidade térmica das coberturas. A absortância e o ático



ventilado também apresentaram certa influência nos resultados, conforme os dados apresentados nas TABELA 5.142 a TABELA 5.144.

**TABELA 5.142** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Belo Horizonte

Fator		Influência [%]
1ª Orden	Ucob	11,52
	CTcob	4,87
	Abs	4,31
	Fatico	0,92
2ª Orden	Ucob*CTcob	3,21
	Ucob*Abs	0,19
	Ucob*Fatico	0,11
	CTcob*Abs	0,32
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,03
3ª Orden	Ucob*CTcob*Abs	0,37
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,02
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª Orden	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.143** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Belo Horizonte

Fator		Influência [%]
1ª Orden	Ucob	20,40
	CTcob	7,40
	Abs	10,80
	Fatico	2,05
2ª Orden	Ucob*CTcob	3,93
	Ucob*Abs	0,42
	Ucob*Fatico	0,11
	CTcob*Abs	0,35
	CTcob*Fatico	0,02
	Abs*Fatico	0,03
3ª Orden	Ucob*CTcob*Abs	0,48
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,00
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª Orden	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.144** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Belo Horizonte

	Fator	Influência [%]
1ª Zonen	Ucob	14,83
	CTcob	4,14
	Abs	11,28
	Fatico	1,23
2ª Zonen	Ucob*CTcob	2,09
	Ucob*Abs	0,48
	Ucob*Fatico	0,18
	CTcob*Abs	0,20
	CTcob*Fatico	0,00
	Abs*Fatico	0,01
3ª Zonen	Ucob*CTcob*Abs	0,34
	Ucob*CTcob*Fatico	0,00
	Ucob*Abs*Fatico	0,00
	CTcob*Abs*Fatico	0,00
4ª Zonen	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

O ático ventilado apresentou certa influência apenas nas zonas térmicas 2 e 4. Este parâmetro atua reduzindo as horas de conforto, em consequência da ocorrência de períodos de desconforto por frio durante as madrugadas e inícios das manhãs no clima em análise. Na zona térmica 1, com maior área de paredes externas, a ventilação do ático não chega a influenciar de forma significativa, pois a perda de calor por ele causada é compensada pelo ganho das paredes. As coberturas devem ser isolantes, pesadas e escuras.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 25,9%, para a zona 2 com 46,0% e para a zona térmica 4 com 34,8%, demonstrando ser o modelo incapaz de explicar bem a variável de saída.

### 5.2.9. Mesotérmico Brando Temperado: super úmido

Entre os fatores analisados para Santa Maria para as paredes, o sombreamento, a capacidade térmica (para a zona térmica 1, conforme (TABELA 5.54) e a ventilação natural para as zonas 2 e 4, conforme mostrados nas TABELA 5.146 e TABELA 5.147 apresentaram-se como os de maior influência. Além deles, a transmitância, a absortância das paredes, a

transmitância do vidro, a combinação da transmitância do vidro e o sombreamento e a combinação do sombreamento e ventilação natural foram apontados como outros fatores com influência com significância estatística.

Para Santa Maria a recomendação é por paredes isolantes ou não, pesadas e claras, aberturas com vidros isolantes e permitir a ventilação natural. O sombreamento só é eficaz se associado à ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 87,0%, para a zona 2 com 92,6% e para a zona térmica 4 com 75,8%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

TABELA 5.145 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para Santa Maria

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	2.65	Upar*CTpar*Abs*Uvid	1.07	
	CTpar	15.22	Upar*CTpar*Abs*Somb	1.61	
	Abs	1.87	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.05	
	Uvid	1.93	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.00	
	Somb	17.36	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.24	
	Fvent	6.40	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.83	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.00	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.17
	Upar*Abs	0.14		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.26
	Upar*Uvid	1.21		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.34
	Upar*Somb	0.12		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.00
	Upar*Fvent	0.03		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.01
	CTpar*Abs	0.03		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07
	CTpar*Uvid	0.68	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.28	
	CTpar*Somb	0.10	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.01	
	CTpar*Fvent	0.29	Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.32	
	Abs*Uvid	0.22	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.16
	Abs*Somb	0.52		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	1.06
	Abs*Fvent	0.17		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.97
	Uvid*Somb	8.98		Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Uvid*Fvent	0.28		Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.02
Somb*Fvent	9.05	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.49		
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.37	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.39
	Upar*CTpar*Uvid	0.47			
	Upar*CTpar*Somb	1.29			
	Upar*CTpar*Fvent	0.12			
	Upar*Abs*Fvent	0.57			
	Upar*Abs*Somb	0.13			
	Upar*Abs*Fvent	0.03			
	Upar*Uvid*Somb	0.04			
	Upar*Uvid*Fvent	0.70			
	Upar*Somb*Fvent	0.87			
	CTpar*Abs*Uvid	0.26			
	CTpar*Abs*Somb	0.38			
	CTpar*Abs*Fvent	0.01			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	1.19			
	CTpar*Somb*Fvent	1.03			
	Abs*Uvid*Somb	0.50			
	Abs*Uvid*Fvent	0.02			
	Abs*Somb*Fvent	0.13			
	Uvid*Somb*Fvent	2.26			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.146 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para Santa Maria

	Fator	Influência [%]	Fator	Influência [%]	
1ª ordem	Upar	1.38	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.93	
	CTpar	6.78	Upar*CTpar*Abs*Somb	1.98	
	Abs	3.65	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.36	
	Uvid	3.29	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.00	
	Somb	16.97	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.35	
	Fvent	9.87	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.57	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.04	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.22
	Upar*Abs	0.29		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.18
	Upar*Uvid	1.28		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.41
	Upar*Somb	0.21		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.01
	Upar*Fvent	0.01		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	CTpar*Abs	0.12		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.14
	CTpar*Uvid	0.63	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.34	
	CTpar*Somb	0.00	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	CTpar*Fvent	0.05	Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.62	
	Abs*Uvid	0.27	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.24
	Abs*Somb	1.24		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.77
	Abs*Fvent	1.18		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	1.67
Uvid*Somb	11.53	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.06	
Uvid*Fvent	0.37	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.02	
Somb*Fvent	11.42	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.48	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.70	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.41
	Upar*CTpar*Uvid	0.49			
	Upar*CTpar*Somb	1.13			
	Upar*CTpar*Fvent	0.10			
	Upar*Abs*Fvent	0.74			
	Upar*Abs*Somb	0.19			
	Upar*Abs*Fvent	0.12			
	Upar*Uvid*Somb	0.03			
	Upar*Uvid*Fvent	1.02			
	Upar*Somb*Fvent	0.91			
	CTpar*Abs*Uvid	0.41			
	CTpar*Abs*Somb	0.19			
	CTpar*Abs*Fvent	0.16			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	1.67			
	CTpar*Somb*Fvent	0.90			
	Abs*Uvid*Somb	0.55			
	Abs*Uvid*Fvent	0.01			
	Abs*Somb*Fvent	0.00			
	Uvid*Somb*Fvent	1.99			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.147 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para Santa Maria

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]	
1ª ordem	Upar	1.04	4ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.91	
	CTpar	4.75		Upar*CTpar*Abs*Somb	1.40	
	Abs	2.48		Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.28	
	Uvid	2.16		Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.00	
	Somb	15.84		Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.33	
	Fvent	10.55		Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.38	
2ª ordem	Upar*CTpar	0.03		Upar*Abs*Uvid*Somb	0.19	
	Upar*Abs	0.17		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.17	
	Upar*Uvid	0.91		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.45	
	Upar*Somb	0.21		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02	
	Upar*Fvent	0.02		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	CTpar*Abs	0.09		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.16	
	CTpar*Uvid	0.58		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.21	
	CTpar*Somb	0.02		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	CTpar*Fvent	0.02		Abs*Uvid*Somb*Fvent	1.25	
	Abs*Uvid	0.21		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.27
	Abs*Somb	1.05			Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.66
	Abs*Fvent	1.00			Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	1.00
Uvid*Somb	7.73	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.07			
Uvid*Fvent	0.35	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01			
Somb*Fvent	8.53	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.43			
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.48	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.40	
	Upar*CTpar*Uvid	0.48				
	Upar*CTpar*Somb	0.85				
	Upar*CTpar*Fvent	0.06				
	Upar*Abs*Fvent	0.52				
	Upar*Abs*Somb	0.19				
	Upar*Abs*Fvent	0.08				
	Upar*Uvid*Somb	0.03				
	Upar*Uvid*Fvent	0.83				
	Upar*Somb*Fvent	0.76				
	CTpar*Abs*Uvid	0.36				
	CTpar*Abs*Somb	0.12				
	Ctpar*Abs*Fvent	0.14				
	CTpar*Uvid*Somb	0.00				
	CTpar*Uvid*Fvent	1.47				
	CTpar*Somb*Fvent	0.96				
	Abs*Uvid*Somb	0.48				
	Abs*Uvid*Fvent	0.00				
	Abs*Somb*Fvent	0.00				
	Uvid*Somb*Fvent	1.61				

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Em relação à cobertura, os parâmetros mais influentes foram a transmitância térmica e a capacidade térmica (TABELA 5.148 a TABELA 5.150). Também apresentou influência o ático ventilado.

**TABELA 5.148** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para Santa Maria

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	17.72
	CTcob	3.66
	Abs	0.05
	Fatico	2.08
2ª ordem	Ucob*CTcob	1.40
	Ucob*Abs	0.36
	Ucob*Fatico	0.10
	CTcob*Abs	0.06
	CTcob*Fatico	0.00
	Abs*Fatico	0.02
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.05
	Ucob*CTcob*Fatico	0.03
	Ucob*Abs*Fatico	0.08
	CTcob*Abs*Fatico	0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.149** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para Santa Maria

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	21.78
	CTcob	3.77
	Abs	0.38
	Fatico	2.41
2ª ordem	Ucob*CTcob	1.00
	Ucob*Abs	1.00
	Ucob*Fatico	0.49
	CTcob*Abs	0.41
	CTcob*Fatico	0.06
	Abs*Fatico	0.02
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.52
	Ucob*CTcob*Fatico	0.01
	Ucob*Abs*Fatico	0.02
	CTcob*Abs*Fatico	0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,02

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.150** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para Santa Maria

Fator		Influência [%]
1ª ordem	Ucob	8.41
	CTcob	1.48
	Abs	0.43
	Fatico	0.98
2ª ordem	Ucob*CTcob	0.83
	Ucob*Abs	0.38
	Ucob*Fatico	0.27
	CTcob*Abs	0.12
	CTcob*Fatico	0.05
	Abs*Fatico	0.01
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs	0.09
	Ucob*CTcob*Fatico	0.00
	Ucob*Abs*Fatico	0.01
	CTcob*Abs*Fatico	0.01
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico	0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático



Para este clima as coberturas devem ser isolantes, pesadas, claras e com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 25,6%, para a zona 2 com 31,9% e para a zona térmica 4 com 13,1%, demonstrando ser o modelo incapaz de explicar adequadamente a variável de saída.

#### *5.2.10. Mesotérmico Mediano Temperado: super úmido*

Os fatores considerados com maior influência para as paredes no experimento fatorial para o clima de São Joaquim foram a capacidade térmica e a absorvância das paredes para a zona térmica 1 (TABELA 5.149). Para as zonas 2 e 4, os fatores considerados com maior influência para as paredes foram a absorvância e a ventilação natural (TABELA 5.151 a TABELA 5.153). Também apresentam certa influência nas horas de conforto a transmitância da parede, a transmitância do vidro, a combinação da transmitância e capacidade térmica das paredes e a combinação da transmitância da parede com a ventilação natural.

As paredes devem ser isolantes, pesadas e escuras. As aberturas devem permitir a entrada da radiação solar e a ventilação natural.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 97,8%, para a zona 2 com 98,6% e para a zona térmica 4 com 98,0%, demonstrando ser o modelo altamente capaz de explicar bem a variável de saída.

TABELA 5.151 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z01 para São Joaquim

	Fator	Influência [%]	Fator	Influência [%]	
1ª ordem	Upar	6.78	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	16.89	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.03	
	Abs	22.34	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.73	
	Uvid	10.53	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.05	
	Somb	0.03	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.15	
	Fvent	14.96	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.11	
2ª ordem	Upar*CTpar	5.08	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	Upar*Abs	2.16	Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.19	
	Upar*Uvid	0.40	Upar*Abs*Somb*Fvent	0.06	
	Upar*Somb	0.01	Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.03	
	Upar*Fvent	1.32	CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02	
	CTpar*Abs	1.25	CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.05	
	CTpar*Uvid	1.04	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.11	
	CTpar*Somb	0.25	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.40	
	CTpar*Fvent	1.79	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.01	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.05	
	Abs*Somb	0.01	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.02	
	Abs*Fvent	3.57	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.01	
	Uvid*Somb	0.54	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.30	
	Uvid*Fvent	0.26	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.41	
Somb*Fvent	0.06	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.11		
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	1.86	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.01
	Upar*CTpar*Uvid	0.06			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.81			
	Upar*Abs*Fvent	0.01			
	Upar*Abs*Somb	0.02			
	Upar*Abs*Fvent	0.72			
	Upar*Uvid*Somb	0.02			
	Upar*Uvid*Fvent	0.00			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.37			
	CTpar*Abs*Somb	0.19			
	CTpar*Abs*Fvent	0.53			
	CTpar*Uvid*Somb	0.00			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.12			
	CTpar*Somb*Fvent	0.07			
	Abs*Uvid*Somb	0.34			
	Abs*Uvid*Fvent	0.36			
	Abs*Somb*Fvent	0.11			
	Uvid*Somb*Fvent	0.07			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

TABELA 5.152 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z02 para São Joaquim

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	5.03	Upar*CTpar*Abs*Uvid		0.00
	CTpar	11.76	Upar*CTpar*Abs*Somb		0.04
	Abs	20.43	Upar*CTpar*Abs*Fvent		0.48
	Uvid	13.30	Upar*CTpar*Uvid*Somb		0.04
	Somb	0.02	Upar*CTpar*Uvid*Fvent		0.24
	Fvent	22.78	Upar*CTpar*Somb*Fvent		0.17
2ª ordem	Upar*CTpar	3.27	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.01
	Upar*Abs	1.89		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.24
	Upar*Uvid	0.24		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.08
	Upar*Somb	0.01		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Upar*Fvent	0.89		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.03
	CTpar*Abs	3.02		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07
	CTpar*Uvid	0.38	CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.09	
	CTpar*Somb	0.25	CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.40	
	CTpar*Fvent	1.85	Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00	
	Abs*Uvid	0.05	5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.05
	Abs*Somb	0.01		Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.07
	Abs*Fvent	4.25		Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.02
Uvid*Somb	0.58	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.34	
Uvid*Fvent	0.67	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.52	
Somb*Fvent	0.08	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent		0.09	
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.82	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00
	Upar*CTpar*Uvid	0.01			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.34			
	Upar*Abs*Fvent	0.02			
	Upar*Abs*Somb	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	0.82			
	Upar*Uvid*Somb	0.01			
	Upar*Uvid*Fvent	0.00			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.34			
	CTpar*Abs*Somb	0.22			
	CTpar*Abs*Fvent	1.20			
	CTpar*Uvid*Somb	0.01			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.02			
	CTpar*Somb*Fvent	0.07			
	Abs*Uvid*Somb	0.25			
	Abs*Uvid*Fvent	0.50			
	Abs*Somb*Fvent	0.11			
	Uvid*Somb*Fvent	0.09			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes



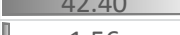












TABELA 5.153 Influência dos fatores para o experimento fatorial das paredes para Z04 para São Joaquim

Fator		Influência [%]	Fator		Influência [%]
1ª ordem	Upar	4.72	Upar*CTpar*Abs*Uvid	0.00	
	CTpar	10.79	Upar*CTpar*Abs*Somb	0.04	
	Abs	20.24	Upar*CTpar*Abs*Fvent	0.43	
	Uvid	13.05	Upar*CTpar*Uvid*Somb	0.04	
	Somb	0.02	Upar*CTpar*Uvid*Fvent	0.24	
	Fvent	24.64	Upar*CTpar*Somb*Fvent	0.15	
2ª ordem	Upar*CTpar	3.29	4ª ordem	Upar*Abs*Uvid*Somb	0.00
	Upar*Abs	1.83		Upar*Abs*Uvid*Fvent	0.18
	Upar*Uvid	0.20		Upar*Abs*Somb*Fvent	0.06
	Upar*Somb	0.00		Upar*Uvid*Somb*Fvent	0.02
	Upar*Fvent	0.83		CTpar*Abs*Uvid*Somb	0.02
	CTpar*Abs	3.27		CTpar*Abs*Uvid*Fvent	0.10
	CTpar*Uvid	0.26		CTpar*Abs*Somb*Fvent	0.10
	CTpar*Somb	0.26		CTpar*Uvid*Somb*Fvent	0.40
	CTpar*Fvent	1.64		Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00
	Abs*Uvid	0.09		5ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb
	Abs*Somb	0.01	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Fvent		0.06
	Abs*Fvent	3.99	Upar*CTpar*Abs*Somb*Fvent		0.02
	Uvid*Somb	0.55	Upar*CTpar*Uvid*Somb*Fvent		0.28
	Uvid*Fvent	0.79	Upar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.46	
Somb*Fvent	0.08	CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.09		
3ª ordem	Upar*CTpar*Abs	0.71	6ª ordem	Upar*CTpar*Abs*Uvid*Somb*Fvent	0.00
	Upar*CTpar*Uvid	0.02			
	Upar*CTpar*Somb	0.00			
	Upar*CTpar*Fvent	0.27			
	Upar*Abs*Fvent	0.02			
	Upar*Abs*Somb	0.04			
	Upar*Abs*Fvent	0.72			
	Upar*Uvid*Somb	0.01			
	Upar*Uvid*Fvent	0.00			
	Upar*Somb*Fvent	0.00			
	CTpar*Abs*Uvid	0.25			
	CTpar*Abs*Somb	0.21			
	CTpar*Abs*Fvent	1.23			
	CTpar*Uvid*Somb	0.01			
	CTpar*Uvid*Fvent	0.01			
	CTpar*Somb*Fvent	0.07			
	Abs*Uvid*Somb	0.27			
	Abs*Uvid*Fvent	0.64			
	Abs*Somb*Fvent	0.12			
	Uvid*Somb*Fvent	0.10			

U <sub>par</sub>	transmitância térmica das paredes externas
CT <sub>par</sub>	capacidade térmica das paredes externas
Abs	absortância solar das paredes externas
U <sub>vid</sub>	transmitância térmica dos vidros das aberturas
Somb	sombreamento das aberturas
F <sub>vent</sub>	ventilação natural dos ambientes

Para o clima de São Joaquim, o experimento fatorial da cobertura (TABELA 5.154 a TABELA 5.156) apontou que a absorvância e a transmitância da cobertura foram os parâmetros com maior influência sobre as horas de conforto. Também são fatores de influência o ático ventilado e a combinação das coberturas isolantes e escuras.

**TABELA 5.154** Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z01 para São Joaquim

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		10.04
	CTcob		0.88
	Abs		42.40
	Fatico		1.56
2ª ordem	Ucob*CTcob		0.08
	Ucob*Abs		9.76
	Ucob*Fatico		0.04
	CTcob*Abs		0.07
	CTcob*Fatico		0.01
	Abs*Fatico		0.40
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.06
	Ucob*CTcob*Fatico		0.00
	Ucob*Abs*Fatico		0.90
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absorvância solar da cobertura
F <sub>ático</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.155**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z02 para São Joaquim

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		14.87
	CTcob		0.92
	Abs		51.50
	Fatico		2.28
2ª ordem	Ucob*CTcob		0.11
	Ucob*Abs		12.30
	Ucob*Fatico		0.14
	CTcob*Abs		0.06
	CTcob*Fatico		0.04
	Abs*Fatico		0.64
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.02
	Ucob*CTcob*Fatico		0.01
	Ucob*Abs*Fatico		0.12
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0,01

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

**TABELA 5.156**Influência dos fatores para o experimento fatorial da cobertura para Z04 para São Joaquim

		Fator	Influência [%]
1ª ordem	Ucob		11.98
	CTcob		0.08
	Abs		45.05
	Fatico		1.82
2ª ordem	Ucob*CTcob		0.11
	Ucob*Abs		10.45
	Ucob*Fatico		0.10
	CTcob*Abs		0.06
	CTcob*Fatico		0.00
	Abs*Fatico		0.48
3ª ordem	Ucob*CTcob*Abs		0.02
	Ucob*CTcob*Fatico		0.00
	Ucob*Abs*Fatico		0.11
	CTcob*Abs*Fatico		0.00
4ª ordem	Ucob*CTcob*Abs*Fatico		0.00

U <sub>cob</sub>	transmitância térmica da cobertura
CT <sub>cob</sub>	capacidade térmica da cobertura
Abs	absortância solar da cobertura
F <sub>atico</sub>	ventilação do ático

As coberturas recomendadas para este clima são a isolante, leves e claras com ático ventilado.

Para a zona térmica 1 as variáveis contribuíram com 61,4%, para a zona 2 com 85,0% e para a zona térmica 4 com 85,7%, demonstrando ser o modelo capaz de explicar adequadamente a variável de saída.

### **5.3. Recomendações Finais**

A partir da contraposição entre os resultados obtidos para cada localidade nas horas de conforto e na fatorial, os melhores desempenhos foram testados por simulação para definir as recomendações que resultariam no maior número de horas de conforto. As recomendações obtidas a partir da análise das horas de conforto são apresentadas no QUADRO 5.1 e as recomendações obtidas pela fatorial são apresentadas no QUADRO 5.2. Essas recomendações foram contrapostas e testadas por meio de simulações de desempenho térmico. Aquelas recomendações que geraram o maior número de horas de conforto para a localidade foram consideradas como definitivas. As recomendações finais determinadas a partir desta análise são apresentadas no QUADRO 5.3 para cada uma das localidades em estudo.








QUADRO 5.2 Quadro resumo das recomendações geradas pelas análises fatoriais

Clima			Cidade	Paredes			Aberturas			Coberturas			
				$U_{par}$	$CT_{par}$	$\alpha_{par}$	$U_{vid}$	Somb	$F_{vent}$	$U_{cob}$	$CT_{cob}$	$\alpha_{cob}$	$F_{atico}$
Quente	equatorial	super úmido	Manaus										
		úmido	Rio Branco										
			Tucuruí										
	semiúmido	São Luís											
	tropical equatorial	semiúmido	Boa Vista										
			Pedro Afonso										
		semiárido brando	Cratéus										
	semiárido forte	Cabrobó											
		super úmido	Salvador										
			úmido	João Pessoa									
	semiúmido		Natal										
	semiárido	Pão de Açúcar											
		super úmido	Rio de Janeiro										
úmido			Jataí										
semiúmido	Cuiabá												
semiárido	Bom Jesus do Piauí												
Subquente	tropical nordeste oriental	semiúmido	Garanhuns										
	tropical brasil central	super úmido	Maringá										
		úmido	Ponta Porã										
		semiúmido	Brasília										
temperado	super úmido	Florianópolis											
Mesotérmico brando	tropical brasil central	super úmido	Campos do Jordão										
		úmido	Caldas										
		semiúmido	Belo Horizonte										
	temperado	super úmido	Santa Maria										
Mesotérmico o mediano	temperado	super úmido	São Joaquim										

 Fator de maior influência positiva
  Fator de influência positiva
  Fator de maior influência negativa
  Fator de influência negativa

**QUADRO 5.3** Quadro resumo das recomendações finais para cada uma das localidades analisadas

Clima			Cidade	Paredes			Aberturas			Coberturas			
				$U_{par}$	$CT_{par}$	$\alpha_{par}$	$U_{vid}$	Somb	$F_{vent}$	$U_{cob}$	$CT_{cob}$	$\alpha_{cob}$	$F_{atico}$
Quente	equatorial	super úmido	Manaus										
		úmido	Rio Branco										
			Tucuruí										
	semiúmido	São Luís											
	tropical equatorial	semiúmido	Boa Vista										
			Pedro Afonso										
		semiárido brando	Cratêus										
	semiárido forte	Cabrobó											
	tropical nordeste oriental	super úmido	Salvador										
		úmido	João Pessoa										
		semiúmido	Natal										
	tropical brasil central	semiárido	Pão de Açúcar										
		super úmido	Rio de Janeiro										
		úmido	Jataí										
semiúmido		Cuiabá											
	semiárido	Bom Jesus do Piauí											
Subquente	tropical nordeste oriental	semiúmido	Garanhuns										
	tropical brasil central	super úmido	Maringá										
		úmido	Ponta Porã										
		semiúmido	Brasília										
temperado	super úmido	Florianópolis											
Mesotérmico brando	tropical brasil central	super úmido	Campos do Jordão										
		úmido	Caldas										
		semiúmido	Belo Horizonte										
temperado	super úmido	Santa Maria											
Mesotérmico o mediano	temperado	super úmido	São Joaquim										

 Recomendação obrigatória durante todo o ano
  Recomendação obrigatória sazonal
  Recomendação opcional

O primeiro ponto que merece ser comentando em relação aos resultados refere-se ao comportamento das zonas térmicas. Embora os dormitórios tenham áreas equivalentes e, conseqüentemente, o mesmo volume de ar, o comportamento destes dois ambientes (zonas térmicas 1 e 2, conforme mostrado na FIGURA 4.8 se diferenciam para a maioria dos climas. A diferença entre estes dois ambientes encontra-se na área de parede exterior. Enquanto a zona térmica 1 possui duas paredes externas, a zona térmica 2 possui apenas uma. Pode-se então concluir que a área de parede exposta influencia sobremaneira no desempenho térmico dos ambientes. Para a zona térmica 1, com maior área de parede exposta ao exterior, normalmente as propriedades termofísicas da parede apresentaram maior relevância do que as características das aberturas, principalmente a capacidade térmica. No que se refere às coberturas, o desempenho desta zona também foi diferenciado. O usual foi o ático ventilado não representar melhoria no desempenho térmico, pois a perda de calor por ele ocasionada era compensada pelo ganho de calor pelas paredes externas. O comportamento das zonas térmicas 2 e 4 é bem similar, embora possuam volumes distintos, e normalmente para estes ambientes as características da abertura se sobrepunham às das paredes. Este comportamento indica que a utilização de índices relacionando a área de paredes externas com a área do ambiente poderia aperfeiçoar as normas de desempenho térmico.

A seguir é apresentando o resultado das recomendações finais obtidas para cada uma das cidades.

Para Belo Horizonte é essencial que as paredes sejam pesadas, reduzir o ganho de calor pelas aberturas e que a ventilação seja controlável. A combinação destas soluções com a cobertura isolante é capaz de garantir 95,1% das horas anuais em conforto. Se além de pesadas, as paredes forem isolante, obtém-se 97,2% de horas de conforto. Outras condições que resultaram em valores acima do limite mínimo estabelecido de 80% de horas de conforto foram: paredes isolantes, pesadas, com vidros isolantes e sombreamento nas aberturas, ventilação natural e coberturas isolantes com ático ventilado (98,0%) ou as coberturas podem ser também pesadas com ático ventilado.

No clima de Boa Vista a necessidade está em reduzir os ganhos térmicos, empregando paredes leves, não isolantes e claras; aberturas com vidro isolante e sombreamento; permitir a ventilação natural permanente. As coberturas devem ser isolantes e pode ser sem

ático ventilado (75,5% das horas de conforto) ou com ático ventilado (76,9%). Para a edificação em estudo, não houve uma solução entre as analisadas que resultasse em mais de 80% das horas em conforto.

No casa de Bom Jesus do Piauí o melhor desempenho ocorreu para as paredes isolantes, pesadas e claras; aberturas com vidro isolante e sombreamento. As coberturas podem ser isolantes e leves (95,5%) ou isolantes e pesadas (95,8%).

Para Brasília é fundamental que as paredes sejam pesadas e que as aberturas sejam sombreadas durante os períodos quentes apenas. Estas soluções combinadas à cobertura pesada (99,5%) ou isolante (99,6%) resultam em ótimas condições de conforto térmico. A combinação de paredes pesadas, aberturas sombreadas durante os períodos quentes e ventilação seletiva com a cobertura isolante foram capazes de garantir 100% das horas em conforto.

A solução de paredes pesadas; aberturas com vidros isolantes e sombreamento; e cobertura isolante para Cabrobó garantem 91,6% de horas de conforto. Se além de pesadas, as paredes forem também isolantes, obtém-se 94,4%. Substituindo as coberturas isolantes por coberturas pesadas há um pequeno acréscimo nas horas de conforto (94,9%). Mas a melhor condição é obtida quando se opta por coberturas isolantes com ático ventilado (96,5%) ao invés de coberturas apenas isolantes.

Em Caldas apenas quando foram adotadas paredes pesadas e escuras; ventilação seletiva; e coberturas isolantes, pesadas e escuras, é que se atingiu o mínimo de 80% de horas de conforto.

De forma similar, para Campos do Jordão a única solução que resultou em valores acima do limite de 805 de horas de conforto foi a de paredes isolantes, pesadas, escuras; e coberturas isolantes, pesadas e escuras (80,9%).

Para o clima de Cratêus, a combinação de paredes isolantes e pesadas; aberturas sombreadas com vidro isolante; e cobertura pesada ocasionaram em 94,1% de horas de conforto. Quando, ao invés de coberturas pesadas, se emprega cobertura isolante, o percentual de horas de conforto sobe para 95,1%. Porém, o valor mais alto (95,6%) é alcançado para a combinação de cobertura isolante e pesada.

A melhor solução para Cuiabá foi obtida para paredes isolantes e pesadas; com aberturas sombreadas e com vidro isolante que permitam a ventilação natural; e coberturas isolantes (93,8%). A introdução do ático ventilado reduziu ligeiramente as horas de conforto (93,4%). Também, houve redução nas horas de conforto quando, ao invés da cobertura isolante, utilizou-se a cobertura pesada (92,2%).

Para o clima de Florianópolis as paredes isolantes, pesadas e escuras; as aberturas sombreadas com vidro isolante que permitam a ventilação natural; e coberturas pesadas obtiveram 91,6%. Quando se substituiu a cobertura pesada por isolante, houve um acréscimo nas horas de conforto (96,1%). A combinação de paredes isolantes e pesadas aumentou um pouco mais as horas de conforto (96,6%).

Em Garanhuns as paredes pesadas são decisivas no desempenho térmico para este clima, assim como o isolamento da cobertura (99,3%). O sombreamento no período quente e/ou a ventilação natural seletiva nos períodos quentes, atuam de forma mais efetiva que o sombreamento (99,6%).

Para o clima de Jataí, as paredes pesadas; sombreamento das aberturas nos períodos quentes; e cobertura isolante resultaram em 96,9% das horas de conforto. Se ao invés de pesadas as paredes forem isolantes, esse valor reduziria para 92,4%. Contudo, para paredes isolantes e pesadas, obtém-se um valor de 99,5%. No caso das coberturas serem pesadas e não isolantes, o valor seria de 98,6%. A diferença entre coberturas isolante e pesada é pequena.

A garantia de ventilação natural permanente e cobertura isolante já são suficientes para a obtenção de 95,5% de horas de conforto para o clima de João Pessoa. Se, além disso, as aberturas forem sombreadas, consegue-se 97,2% de horas de conforto. Os vidros isolantes são um pouco mais efetivos que o sombreamento, ao garantirem 98,1% de horas de conforto. O maior percentual de conforto, no entanto, foi alcançado para aberturas sombreadas que permitam a ventilação natural e cobertura isolante com ático ventilado (98,2%).

No clima de Manaus para se alcançar o conforto térmico, as paredes devem ser leves, isolantes e claras, além de aberturas com vidros isolantes, sombreamento e que permitam a

ventilação natural. A cobertura deve ser isolante (83,3%) e, preferencialmente, com ático ventilado (83,9%).

Em Maringá paredes pesadas, aberturas com sombreamento nos períodos quentes e cobertura isolante já são suficientes para garantir 82,0% de horas de conforto. Acrescentando a esta solução a ventilação seletiva o percentual aumentou ligeiramente para 82,8%. Foi também testado substituir a cobertura isolante por uma cobertura pesada e o percentual de horas de conforto se elevou para 85,6%. Mas o percentual mais elevado foi resultante de paredes isolantes e pesadas, além de aberturas sombreadas que permitam a ventilação natural e cobertura isolante (87,8%).

Para Natal as aberturas sombreadas e o isolamento da cobertura são capazes de obter de 94,0% de horas de conforto. Permitindo também a ventilação natural, há um pequeno aumento (94,8%). Acrescentando vidros isolantes o percentual obtido corresponde a 96,7%. O ático ventilado nessa solução com o vidro isolante resultou na melhor condição (97,0%).

Para o clima de Pão de Açúcar a única condição que se aproximou ao limite mínimo de 80% de horas de conforto foi a configuração com paredes pesadas; aberturas com vidros isolantes, sombreadas, que permitam a ventilação natural; e cobertura isolante (79,1%).

Em Pedro Afonso as paredes devem ser pesadas e as aberturas possuírem vidro isolante e sombreamento. Se as coberturas forem pesadas o percentual de horas de conforto é de 97,6% e se forem isolantes é de 97,8%. Associando o isolamento das paredes a esta última solução, tem-se 100% de horas de conforto.

Para Ponta Porã paredes pesadas e escuras; com aberturas com sombreamento nos períodos quentes e que permitam ventilação seletiva; e cobertura isolante garantem 81,0% de horas de conforto. Já se além destas características, as paredes forem também isolantes, o percentual de horas de conforto se eleva para 87,5%.

No clima de Rio Branco o sombreamento das aberturas, quando as paredes são leves, não isolantes e claras, associado ao isolamento da cobertura, garante 92,0% das horas de conforto, assim como o isolamento do vidro, para as mesmas condições, garante 92,6%, uma diferença muito pequena. Associando o vidro isolante ao sombreamento e às paredes isolantes, consegue-se 93,1% de horas de conforto. Agora, ao se optar por paredes não isolantes, leves e claras; e aberturas sombreadas com vidro isolante; que permitam a

ventilação natural; e coberturas isolantes, o mais alto percentual de conforto é obtido (94,4%). A utilização do ático ventilado não se justificou, uma vez que representou em uma redução no percentual de horas de conforto.

A ventilação natural conjugada à cobertura isolante são suficientes para garantir 86,1% de horas de conforto no Rio de Janeiro. O sombreamento das aberturas eleva este valor para 86,6% de horas de conforto. O isolamento térmico das paredes para esta mesma solução descrita é favorável, aumentando o percentual de horas de conforto em 0,7%, o que somam 87,3% de horas de conforto. A combinação de melhor desempenho térmico foi a de paredes não isolantes, leves e claras; com aberturas sombreadas e com vidro isolante e que permitam a ventilação natural; e com cobertura isolante.

Em Salvador o sombreamento das aberturas, o emprego da ventilação natural e de coberturas isolantes alcançam 90,4% de horas de conforto. A adição de vidros isolantes eleva para 93,7% de horas de conforto. Se as coberturas, além de isolantes, tiverem ático ventilado são 94,3%. O uso de paredes isolantes não é justificável, uma vez que reduz o percentual de horas de conforto para 92,1% quando da sua adoção na composição anterior.

Para Santa Maria devem possuir paredes isolantes, pesadas e escuras e também aberturas com sombreamento nos períodos quentes e ventilação seletiva. Quanto à cobertura, algumas variações foram testadas, entre elas as coberturas sendo pesadas (80,2%). A adoção de coberturas isolantes e pesadas resultaram em 85,2% de horas de conforto. Já as coberturas isolantes resultaram em apenas em 87,1% de horas de conforto.

Já para a cidade de São Joaquim o máximo de percentual de horas de conforto obtido foi de 54,9%, quando se adotou paredes isolantes, pesadas e escuras e coberturas isolantes e escuras.

Em São Luís a presença de ventilação constante e o uso de coberturas isolantes e ventiladas foram suficientes para alcançar 91,3% de horas de conforto. Sombreamento das aberturas o percentual sobe para 93,7%. Os vidros isolantes também contribuíram para o conforto térmico, elevando o percentual para 95,5% de horas de conforto. O máximo de horas de conforto (95,6%) foi resultante de paredes não isolantes, leves e claras; aberturas com vidro isolantes, sombreadas e que permitam a ventilação natural; e coberturas leves, não

isolantes, claras e com ático ventilado. As paredes isolantes não se justificam, uma vez que não impactaram no percentual de horas de conforto.

E, por fim, para Tucuruí a ventilação permanente e o isolamento da cobertura são capazes juntos de garantir 85,4% de horas de conforto e com o sombreamento das aberturas 88,7%. Combinando vidros isolantes, sombreamento e ventilação permanente à cobertura isolante, obtém-se 92,4%. Se o ático for ventilado, este valor passa para 92,6% de horas de conforto.

Analisando as recomendações apresentadas no Quadro 5.2, os resultados da fatorial apontaram que a absorvância das paredes tem influência em todos os climas, exceto para o Subquente Temperado (Florianópolis), enquanto que para as coberturas a absorvância influencia em todos os climas com exceção dos climas super-úmidos, talvez em razão da nebulosidade nestes climas. Cabrobó no semi-árido apresentou-se como um resultado não esperado. Além disso, os resultados permitem observar que a capacidade térmicas para as paredes, enquanto que para as coberturas, a transmitância térmicas mostrou-se mais importante. E, para as aberturas, a ventilação é importante, a menos nos climas onde há invernos frios.

Os resultados das recomendações finais, comparando os resultados das horas de conforto e da fatorial e confirmando-os por simulação, apresentados no Quadro 5.3 é possível perceber que de forma genérica a capacidade térmica das paredes e a transmitância térmica das coberturas são variáveis determinantes no desempenho térmico da edificação. Reduzir o ganho térmico pelas aberturas e permitir a ventilação também se mostraram fundamentais para grande parte dos climas analisados, sendo que para os climas mistos estas soluções devem ser controladas de acordo com a época do ano. Outro ponto importante de se ressaltar em termos gerais, é que o uso de superfícies escuras, sejam elas paredes ou coberturas, só se justificam nos climas mais frios (Campos do Jordão e São Joaquim, por exemplo), devendo ser rigorosamente evitadas nos demais.

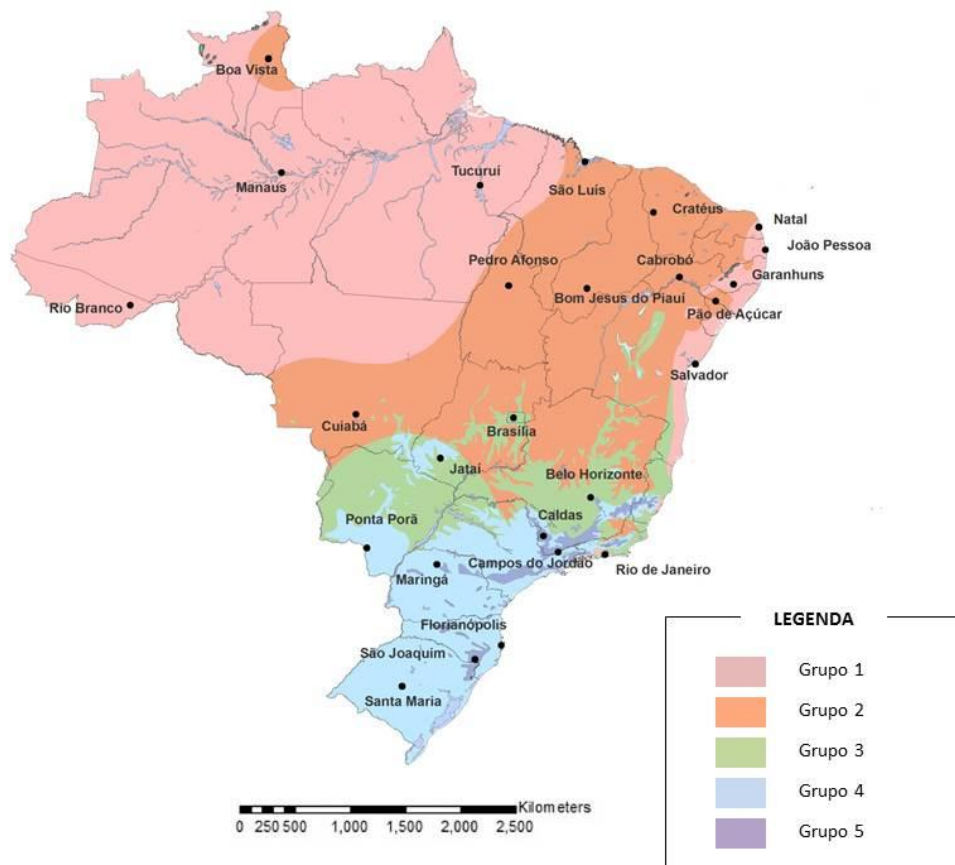
Ficou também evidente que as venezianas não foram dispositivos de sombreamento efetivos o bastante para se evitar a recomendação de isolamento do vidro. O isolamento do vidro gera um conflito com a necessidade de ventilação, uma vez que para sua efetividade a janela deve estar fechada, impedindo a ventilação.



Algumas semelhanças entre as recomendações das cidades foram observadas, podendo as cidades serem classificadas em cinco grandes grupos conforme as recomendações. Os grupos são apresentados na FIGURA 5.1:

- 1) Grupo 1: Boa Vista, João Pessoa, Manaus, Natal, Rio Branco, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, Tucuruí;
- 2) Grupo 2: Bom Jesus do Piauí, Cabrobó, Cratêus, Cuiabá, Pão de Açúcar e Pedro Afonso;
- 3) Grupo 3: Belo Horizonte, Brasília, Garanhuns, Jataí;
- 4) Grupo 4: Florianópolis, Maringá, Ponta Porã, Santa Maria;
- 5) Grupo 5: Caldas, Campos do Jordão e São Joaquim.

**FIGURA 5.1** Mapa com a regionalização dos grupos de cidades conforme as recomendações obtidas



No QUADRO 5.4 são apresentadas as recomendações para cada um dos grupos de cidades.

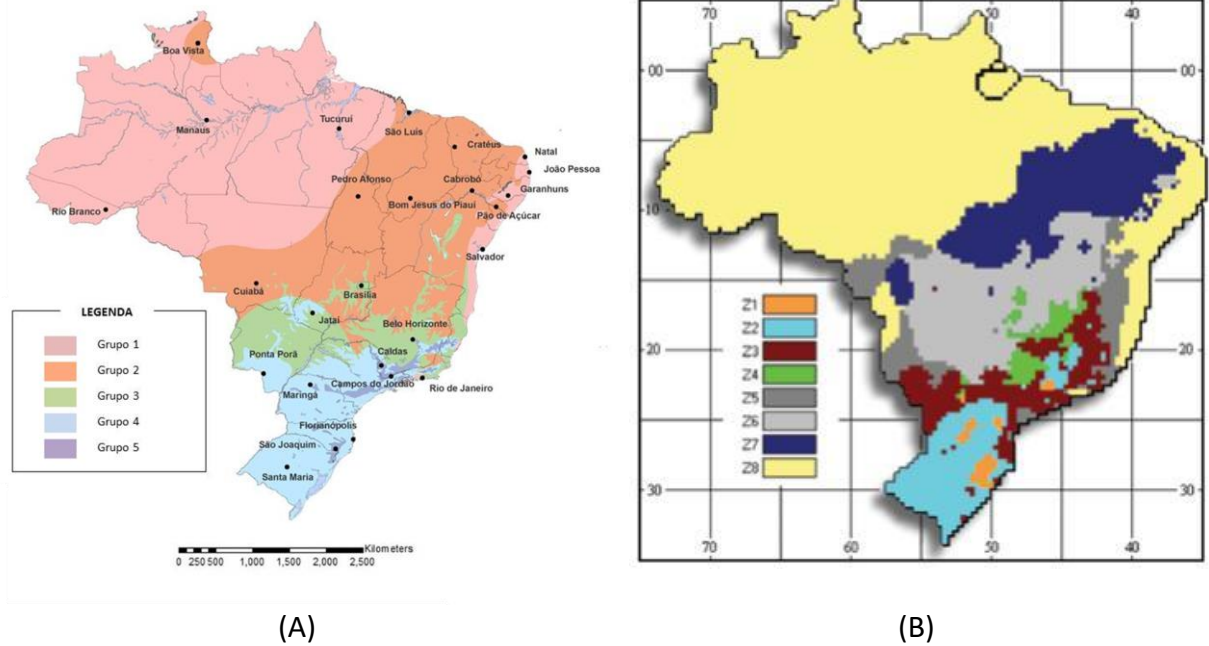
**QUADRO 5.4** Resumo das recomendações sugeridas para cada um dos cinco grupos de cidades

Grupo	Paredes			Aberturas			Coberturas			
	$U_{par}$	$CT_{par}$	$\alpha_{par}$	$U_{vid}$	Somb	$F_{vent}$	$U_{cob}$	$CT_{cob}$	$\alpha_{cob}$	$F_{atico}$
Grupo 1										
Grupo 2										
Grupo 3										
Grupo 4										
Grupo 5										

Obrigatório
  Seletivo
  Auxiliar
  Variável entre as cidades

Comparando o mapa gerado a partir do agrupamento das cidades segundo as recomendações geradas neste trabalho com o mapa do zoneamento bioclimático brasileiro conforme a norma NBR 15.220-3 (ABNT, 2005), pode-se perceber algumas diferenças e semelhanças, conforme é mostrado na FIGURA 5.2. O primeiro ponto observado é que o zoneamento propõe a divisão do território brasileiro em 8 regiões, enquanto que as análises deste trabalho encontraram apenas 5 regiões. As maiores divergências são observadas nas localidades de clima misto, enquanto que para as localidades com clima predominantemente quente ou frio, existe certa correspondência. O grupo 1, formado por cidades de clima quente e úmido, coincide com a zona bioclimática 8, contudo a extensão da zona bioclimática 8 é superior, abrangendo algumas regiões com clima com características de quente e seco. Também, o grupo 2, com cidades de clima quente e seco, tem certa correspondência com a zona bioclimática 7, contudo sua área compreende também as zonas bioclimáticas 5 e 6. O grupo 4 tem certa relação com a zona bioclimática 2, sendo, no entanto, sua extensão maior que a da zona bioclimática 2. E, por fim, o grupo 5 tem boa correspondência com a zona bioclimática 1. É evidente que esta regionalização do grupo de cidades segundo as recomendações obtidas neste trabalho é ainda muito geral, baseando-se em 26 cidades apenas, havendo a necessidade de maior refinamento, abordando um número maior de cidades para uma discussão mais aprofundada.

**FIGURA 5.2** Mapas do Brasil: (A) grupo de cidades conforme recomendações geradas; (B) zoneamento bioclimático segundo a norma NBR 15.220-3 (2005)



Fonte: ABNT, 2005

#### 5.4. Comparação das Recomendações Obtidas com as Recomendações Normativas

Para a comparação entre as recomendações obtidas pela análise realizada neste trabalho e as recomendações normativas das normas NBR 15.220 (ABNT, 2005) e NBR 15.575 (ABNT, 2013), foram desenvolvidos quadros comparativos (QUADRO 5.5 a QUADRO 5.10), apresentados e comentados a seguir.

**QUADRO 5.5** Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a capacidade térmica das paredes

Cidade	ZB	NRB 15220		NRB 15575		Simulações		Concordância	
		Leves	Pesadas	Leves	Pesadas	Leves	Pesadas	15220	15575
Belo Horizonte	3							X	
Boa Vista	8							X	
Bom Jesus do Piauí	7							X	
Brasília	4							X	
Cabrobó	7							X	
Caldas	1								
Campos do Jordão	1								
Cratêus	7							X	
Cuiabá	7							X	
Florianópolis	3								
Garanhuns	5								
Jataí	6							X	
João Pessoa	8							X	
Manaus	8							X	
Maringá	1								
Natal	8							X	
Pão de Açúcar	8								
Pedro Afonso	7							X	
Ponta Porã	3								
Rio Branco	8							X	
Rio de Janeiro	8							X	
Salvador	8							X	
Santa Maria	2								
São Joaquim	1								
São Luís	8							X	
Tucuruí	8							X	

Em relação às recomendações referentes à capacidade térmica das paredes (QUADRO 5.5), pode-se apenas realizar a comparação com a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) utilizando o atraso térmico, uma vez que a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) tem como requisito único quanto à capacidade térmica que esta seja igual ou superior ao valor de  $130 \text{ kJ/ m}^2 \cdot \text{K}$  para as zonas bioclimáticas 1 a 7. As diferenças entre a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) e as recomendações propostas foram observadas principalmente nas localidades de clima frio ou que possuam um período de frio.

**QUADRO 5.6** Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a transmitância térmica das paredes



Cidade	ZB	NRB 15220		NRB 15575		Simulações		Concordância	
		Não isolantes	Isolantes	Não isolantes	Isolantes	Não isolantes	Isolantes	NBR 15220	NBR 15575
Belo Horizonte	3							X	
Boa Vista	8								X
Bom Jesus do Piauí	7								
Brasília	4							X	X
Cabrobó	7								
Caldas	1								
Campos do Jordão	1							X	
Cratéus	7								
Cuiabá	7								
Florianópolis	3							X	
Garanhuns	5								X
Jataí	6								
João Pessoa	8								X
Manaus	8								X
Maringá	1								X
Natal	8								
Pão de Açúcar	8								X
Pedro Afonso	7								X
Ponta Porã	3							X	
Rio Branco	8								X
Rio de Janeiro	8								X
Salvador	8								X
Santa Maria	2								X
São Joaquim	1								X
São Luís	8								X
Tucuruí	8								X

A comparação das recomendações referentes à transmitância térmica das paredes (QUADRO 5.6) mostrou haver uma grande discordância entre as recomendações propostas e a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), enquanto há uma relativa concordância com a norma NBR 15.575<sup>12</sup> (ABNT, 2013). Na maioria dos casos, a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) recomenda paredes mais isolantes do que as recomendações propostas a partir das análises realizadas neste trabalho.

<sup>12</sup> Os valores adotados para análise comparativa foram os correspondentes às superfícies claras ( $\alpha \leq 0,6$ ).

**QUADRO 5.7** Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a ventilação natural pelas aberturas



Cidade	ZB	NRB 15220		NRB 15575		Simulações		Concordância	
		Não ventilar	Ventilar	Não ventilar	Ventilar	Não ventilar	Ventilar	NBR 15220	NBR 15575
Belo Horizonte	3							X	
Boa Vista	8							X	
Bom Jesus do Piauí	7								
Brasília	4							X	
Cabrobó	7								
Caldas	1								
Campos do Jordão	1							X	
Cratêus	7								
Cuiabá	7							X	
Florianópolis	3							X	
Garanhuns	5							X	
Jataí	6								
João Pessoa	8							X	
Manaus	8							X	
Maringá	1							X	
Natal	8							X	
Pão de Açúcar	8							X	
Pedro Afonso	7								
Ponta Porã	3							X	
Rio Branco	8							X	
Rio de Janeiro	8							X	
Salvador	8							X	
Santa Maria	2								
São Joaquim	1							X	
São Luís	8							X	
Tucuruí	8							X	

LEGENDA	
	Recomendação obrigatória durante todo o ano
	Recomendação obrigatória sazonal

A comparação apresentada no QUADRO 5.7 foi realizada apenas para as recomendações propostas e as recomendações da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), uma vez que a norma NBR 15.575-4 (ABNT, 2013) estabelece apenas o tamanho das aberturas, sem estabelecer a necessidade de ventilação. Neste caso houve uma boa concordância entre o proposto e a norma, sendo a diferença observada para os climas frios e quentes secos.

**QUADRO 5.8** Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para o sombreamento das aberturas

Cidade	ZB	NRB 15220		NRB 15575		Simulações		Concordância	
		Não sombrear	Sombrear	Não sombrear	Sombrear	Não sombrear	Sombrear	NBR 15220	NBR 15575
Belo Horizonte	3								X
Boa Vista	8							X	X
Bom Jesus do Piauí	7							X	X
Brasília	4								X
Cabrobó	7							X	X
Caldas	1								
Campos do Jordão	1								
Cratêus	7							X	X
Cuiabá	7							X	X
Florianópolis	3							X	X
Garanhuns	5								
Jataí	6								X
João Pessoa	8							X	X
Manaus	8							X	X
Maringá	1							X	X
Natal	8							X	X
Pão de Açúcar	8							X	X
Pedro Afonso	7							X	X
Ponta Porã	3							X	X
Rio Branco	8							X	X
Rio de Janeiro	8							X	X
Salvador	8							X	X
Santa Maria	2							X	X
São Joaquim	1								
São Luís	8							X	X
Tucuruí	8							X	X

LEGENDA	
	Recomendação obrigatória durante todo o ano
	Recomendação obrigatória sazonal

Com relação à necessidade de sombreamento (QUADRO 5.8), as recomendações propostas e as normativas foram distintas apenas para os climas frios, uma vez que tanto a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) quanto a norma NBR 15.575<sup>13</sup> (ABNT, 2013) recomendam algum dispositivo de sombreamento para todos os climas.

As normas de desempenho vigentes no Brasil, a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) e a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), não fazem qualquer menção a valores limites para a absorvância

<sup>13</sup> Esta norma define que as aberturas dos ambientes de permanência prolongada devem possuir venezianas.

solar das paredes e para a transmitância do vidro, impossibilitando assim qualquer comparação.

**QUADRO 5.9** Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a capacidade térmica das coberturas

Cidade	ZB	NRB 15220		NRB 15575		Simulações		Concordância	
		Leves	Pesadas	Leves	Pesadas	Leves	Pesadas	15220	15575
Belo Horizonte	3							X	
Boa Vista	8							X	
Bom Jesus do Piauí	7							X	
Brasília	4							X	
Cabrobó	7								
Caldas	1								
Campos do Jordão	1								
Cratêus	7							X	
Cuiabá	7								
Florianópolis	3								
Garanhuns	5								
Jataí	6							X	
João Pessoa	8							X	
Manaus	8							X	
Maringá	1							X	
Natal	8							X	
Pão de Açúcar	8							X	
Pedro Afonso	7								
Ponta Porã	3							X	
Rio Branco	8							X	
Rio de Janeiro	8							X	
Salvador	8							X	
Santa Maria	2							X	
São Joaquim	1								
São Luís	8							X	
Tucuruí	8							X	

A norma NBR 15.575-5 (ABNT, 2013) não estabelece qualquer recomendação para a capacidade térmica das coberturas, não permitindo uma comparação. Comparando as recomendações propostas e as recomendações da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), QUADRO 5.9, houve uma concordância entre a maior parte dos tipos climáticos, sendo a diferença observada para os climas frios e quentes secos.



**QUADRO 5.10** Comparação entre os resultados obtidos e as recomendações normativas para a transmitância térmica das coberturas

Cidade	ZB	NRB 15220		NRB 15575		Simulações		Concordância	
		Não isolantes	Isolantes	Não isolantes	Isolantes	Não isolantes	Isolantes	15220	15575
Belo Horizonte	3							X	X
Boa Vista	8								X
Bom Jesus do Piauí	7								X
Brasília	4							X	X
Cabrobó	7								X
Caldas	1							X	
Campos do Jordão	1							X	
Cratéus	7								X
Cuiabá	7								X
Florianópolis	3							X	X
Garanhuns	5							X	X
Jataí	6							X	X
João Pessoa	8								X
Manaus	8								X
Maringá	1							X	X
Natal	8								X
Pão de Açúcar	8								X
Pedro Afonso	7								X
Ponta Porã	3							X	X
Rio Branco	8								X
Rio de Janeiro	8								X
Salvador	8								X
Santa Maria	2							X	X
São Joaquim	1							X	X
São Luís	8								X
Tucuruí	8								X

Comparando as recomendações referentes à transmitância térmica da cobertura (QUADRO 5.10), houve uma maior concordância com a norma NBR 15.575<sup>14</sup> (ABNT, 2013) do que com a norma NBR 15220 (ABNT, 2005). Neste caso as diferenças observadas são referentes às cidades de climas quentes.

Comparando as recomendações da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) para cada uma das oito zonas bioclimáticas e as recomendações obtidas no presente trabalho, pode-se observar as convergências e concordâncias existentes.

Para a zona bioclimática 1, as cidades estudadas foram Caldas, Campos do Jordão, Maringá e São Joaquim. Com relação à envoltória, a norma recomenda paredes e coberturas leves para esta zona bioclimática, quando as recomendações obtidas para todas as quatro cidades

<sup>14</sup> Os valores adotados para análise comparativa foram os correspondentes às superfícies escuras ( $\alpha \geq 0,4$ ).

apresentaram haver uma melhora de desempenho térmico da edificação para superfícies pesadas. Além disso, a recomendação normativa em relação ao sombreamento das aberturas é de permitir o sol durante o período frio apenas. Todavia, avaliando as sensações resultantes para o clima destas cidades, percebe-se que a sensação de frio estende-se durante todo o ano no período das manhãs. Ou seja, pela manhã a insolação deve ser encorajada durante todo o ano. Na norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) não há a menção ao uso da ventilação natural, mas as cidades de Caldas e Maringá apresentaram melhorias no conforto térmico diante do emprego da ventilação natural.

A única cidade representante da zona bioclimática 2 avaliada foi a cidade de Santa Maria. Para esta zona bioclimática, ao contrário da normativa ser por paredes leves, houve um melhor desempenho térmico para o emprego de paredes pesadas. Ambas as recomendações são por coberturas isolantes. As recomendações para a ventilação e o sombreamento também convergiram para esta zona.

Para a zona bioclimática 3, zona das cidades de Belo Horizonte, Florianópolis e Ponta Porã, o que se observou foi que apesar da recomendação normativa ser por paredes leves, novamente as paredes pesadas obtiveram melhor desempenho térmico, sendo que para as cidades de Florianópolis e Ponta Porã, além de pesadas, as paredes devem ser também isolantes. Foi exceção a recomendação de coberturas leves e isoladas, a cidade de Florianópolis, que teve seu desempenho térmico melhorado diante à especificação de coberturas isolantes e pesadas. Também em relação à cobertura, a presença de ático ventilado na cidade de Belo Horizonte foi um diferencial para a obtenção do conforto térmico.

A cidade escolhida como representante da zona bioclimática 4 foi Brasília. Para esta localidade as recomendações por paredes pesadas e coberturas isolantes são as mesmas da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), assim como a ventilação seletiva. A observação fica com relação ao sombreamento: a norma recomenda sombrear as aberturas o tempo todo, quando as recomendações obtidas foram por sombreamento no período quente apenas.

Para a zona bioclimática 5, a avaliação foi desenvolvida para Garanhuns. Enquanto a norma recomenda paredes leves e coberturas leves e isolantes, as recomendações obtidas foram por paredes e coberturas pesadas e escuras. O sombreamento também é outro ponto de discordância. A cidade de Garanhuns apresenta períodos de sensação térmica de frio, sendo

admissível o ganho térmico por radiação, porém a norma estabelece o sombreamento por todo o tempo. As recomendações por ventilação seletiva foram concordantes.

Já para a zona 6, a qual a cidade de Jataí pertence, a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) recomenda sombrear as aberturas em tempo integral, paredes pesadas e coberturas isolantes. A ventilação deve ser seletiva. As recomendações geradas a partir dos resultados obtidos indicam paredes pesadas, mas também isolantes. As coberturas devem ser isolantes, assim como sugerido na norma. O sombreamento, no entanto, deve ocorrer apenas nos períodos quentes. Também se observou que a ventilação seletiva obtém melhores condições de conforto.

A zona bioclimática 7 têm como representantes as cidades de Bom de Jesus do Piauí, Cabrobó, Cratéis, Cuiabá e Pedro Afonso. Para estas cidades, as recomendações por paredes e coberturas pesadas, sombreamento e ventilação seletivas foram coincidentes para as recomendações normativas e do presente trabalho. As recomendações obtidas, contudo, recomendam que além de pesadas, os fechamentos sejam também isolantes.

A zona 8, com o maior número de cidades avaliadas (Boa Vista, João Pessoa, Manaus, Natal, Pão de Açúcar, Rio Branco, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís e Tucuruí) tem como recomendações normativas paredes leves, sombreamento e ventilação permanente. Não há discordância sobre estes aspectos das recomendações obtidas. Porém, a norma recomenda que as coberturas sejam leves e refletoras, tipo de cobertura segundo a NBR 15.220 (ABNT, 2005) com maior valor limite de transmitância térmica, e as simulações apontaram que as coberturas isolantes garantem melhores condições de conforto térmico. Essas cidades foram as únicas em que a ventilação permanente é recomendada, assim como na norma NBR 15.220 (ABNT, 2005). A única cidade que se diferenciou em relação às envoltórias foi a cidade de Pão de Açúcar, em que a recomendação obtida foi por paredes pesadas e não leves.

Em uma análise mais ampla, a principal concordância entre as recomendações geradas e as da norma NBR 15220 (ABNT, 2005) se relaciona à ventilação natural. Para os períodos quentes, as recomendações de sombreamento foram também coincidentes, sendo observada certa diferença nas recomendações para os períodos frios. Em relação às aberturas, não há qualquer definição em relação aos vidros.

Quanto às paredes e coberturas, foram observadas maiores diferenças. Com exceção das zonas 5, 7 e 8, a norma NBR 15220 (ABNT, 2005) recomenda coberturas leves e isolantes, o mesmo obtido nas recomendações. No caso da zona 5, a recomendação normativa é coberturas leves e isolantes e a recomendação obtida foi por coberturas pesadas. O inverso ocorreu na zona bioclimática 7, em que a norma recomenda coberturas pesadas e o melhor desempenho térmico por simulação foi obtido para coberturas leves e isolantes. Para a zona 8, ambas as recomendações foram por coberturas leves, porém estas devem ser isolantes segundo as simulações. Para as paredes, quase sempre a recomendação normativa é por paredes leves, com exceção das zonas 4, 6 e 7. O que se observou nos resultados obtidos é que a recomendação por paredes pesadas se estende também para as zonas 1, 2, 3 e 5. Ou seja, apenas na zona bioclimática 8 não há a necessidade de paredes pesadas. Dentre as zonas bioclimáticas, as zonas 1, 2, 3, 6 e 7 devem também possuir isolamento nas paredes.

Já comparando as recomendações da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) e as recomendações geradas neste trabalho, de maneira geral observa-se a necessidade da norma coibir o uso de superfícies escuras ( $\alpha > 0,6$ ) para qualquer uma das zonas bioclimáticas e restringir sua aplicação para as zonas 1, 2 e 5, já que o estudo apontou que a absorvância é uma das variáveis de maior influência nas horas de conforto e normalmente de forma reduzir os valores da variável em questão. Outro ponto importante reside na necessidade de definição da capacidade térmica das paredes, que se apresentou bem mais relevante que a transmitância térmica, e das coberturas. No caso das coberturas, apesar da transmitância térmica ter se apresentando como uma variável de maior influência do que a capacidade térmica é preciso definir também os limites de capacidade térmica, uma vez que as análises mostraram haver diferenças entre as zonas. Para as zonas bioclimáticas 2, 4, 6, 7 e 8 as coberturas devem ser necessariamente leves. Para a zona 3, há variações entre a capacidade térmica das coberturas. Já para as zonas 1 e 5, as coberturas devem ser necessariamente pesadas. Foi observado também a necessidade de rever os valores limites de transmitância, uma vez que estes são pouco restritivos em relação ao isolamento.

Outros pontos com necessidade de serem melhor detalhados nas normas referem-se ao sombreamento e a ventilação natural. Para o sombreamento, a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) estabelece apenas o uso de venezianas nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada. O uso de veneziana em alguns casos não se mostrou suficiente para a redução

de ganho térmico pela abertura. Além disso, este tipo de sombreamento pode entrar em conflito com a necessidade de ventilação natural nos ambientes. É preciso encorajar outros tipos de dispositivos de sombreamento e também definir os períodos em que o sombreamento deva ocorrer. Quanto à ventilação natural, a norma define apenas o tamanho das aberturas, sem definir as necessidades de ventilação (permanente, cruzada ou seletiva) e a relação da edificação com os ventos dominantes. Há a necessidade de detalhar melhor este ponto na norma.

Avaliando as duas normas de desempenho térmico atualmente em vigor no Brasil, a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) e a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), esta última parece necessitar de maior detalhamentos e revisão na abordagem das variáveis que influenciam no desempenho térmico de edificações.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho tratou do desempenho térmico de uma edificação residencial multifamiliar, com o objetivo de avaliar os fatores com maior influência no desempenho térmico para diferentes contextos climáticos brasileiros. Este objetivo foi cumprido a partir da realização de uma análise de sensibilidade por meio de um experimento fatorial de dois níveis abordando alguns fatores (transmitância térmica das paredes externas e cobertura, capacidade térmica das paredes externas e cobertura, absorvância solar das paredes externas e cobertura, transmitância térmica dos vidros das aberturas, sombreamento das aberturas e ventilação dos ambientes e do ático) que influenciam o comportamento térmico de edifícios residenciais multifamiliares. A resposta do edifício à variação dos fatores selecionados para a análise foi obtida por simulação computacional no *software* EnergyPlus, para o período de um ano para 26 localidades com condições climáticas distintas. O estudo de caso adotado foi um edifício multifamiliar, sendo analisados os ambientes de permanência prolongada (dois dormitórios e a sala) de uma das unidades habitacionais do último pavimento, ou seja, com cobertura exposta. O indicador de desempenho térmico adotado no presente estudo foram as horas de conforto anuais.

### 6.1. Avaliação do Método

A estrutura da fatorial foi utilizada inicialmente para a análise das melhores e piores condições de conforto obtidas dentre as condições avaliadas para cada localidade e para os três ambientes de permanência prolongada da unidade habitacional. Além disso, o impacto individual de cada uma das variáveis em análise foi analisado.

Sob a análise estatística, o experimento fatorial das paredes para todas as localidades obteve alta capacidade de explicação da variável de saída a partir das variáveis analisadas. O mesmo não aconteceu para o experimento fatorial das coberturas para algumas localidades (Belo Horizonte, Florianópolis, Garanhuns, Maringá, Ponta Porã, Rio de Janeiro, Salvador e Santa Maria), em que as variáveis analisadas não foram capazes de explicar totalmente a variável de saída, indicando a possibilidade de outra(s) variável(is) possa(m) influenciar no desempenho térmico da cobertura. Sugere-se que estas variáveis possam ser a emissividade, o posicionamento do isolamento, como também a existência ou não de forros na cobertura.

Adicionalmente, a contraposição entre os resultados das horas de conforto com o planejamento fatorial permitiu obter algumas conclusões relevantes. Para todas as cidades de clima quente, os fatores de 1ª ordem que influenciaram positivamente no conforto foram o sombreamento, a transmitância térmica dos vidros e a ventilação. Os fatores de 1ª ordem que influenciaram negativamente foram a transmitância, a capacidade térmica e a absorvância das paredes. Os fatores de 2ª ordem que contribuíram para o aumento das horas de conforto, uma vez que apresentaram efeito positivo, foram a combinação de paredes pesadas e escuras, enquanto que combinações com paredes não isolantes leves e vidro isolante e sombreamento, ou vidro isolante e ventilação, ou ainda o sombreamento e ventilação, obtiveram valores negativos de efeito, reduzindo as horas de conforto. Estes resultados são inconsistentes com as recomendações reconhecidas pela literatura de referência e contraditórios aos resultados obtidos nas simulações de horas de conforto.

Pode-se então concluir que apenas os fatores de 1ª ordem foram representativos para o caso analisado, sendo os demais fatores pouco representativos. Acredita-se que a razão para tal fato se deve ao tipo de distribuição de densidade da variável de saída. Conforme os autores citados na revisão bibliográfica, para que a análise estatística da ANOVA seja válida para o experimento fatorial é preciso assegurar que as variáveis possuam distribuição aproximadamente normal. Caso a distribuição não seja normal, o pressuposto e, portanto, também as estimativas dos parâmetros, intervalos de confiança tornam-se não confiáveis. No presente trabalho, a distribuição de densidade da variável de saída, no caso as horas de conforto, distante da normalidade, resultou em uma não adequabilidade do modelo ao método. Visto que o cálculo do efeito baseia-se em uma média entre as variáveis de saída obtidas para os fatores positivos e para os fatores negativos, sendo a distribuição não normal, as médias tornam-se tendenciosas. Uma vez que a média é uma medida estatística muito influenciada pela presença de valores extremos em um conjunto de dados, há o deslocamento da representação do centro. Portanto, variáveis com maior influência no conjunto de dados irão tendenciar os valores dos efeitos de 2ª ordem em diante.

Assim, apesar do experimento fatorial se apresentar como uma ferramenta poderosa para diversas áreas do conhecimento, sua aplicação em análises de desempenho térmico devem ser cautelosas, sendo necessário o estudo do comportamento das variáveis de saída, de

forma a não incorrer em erros de análises. Contudo, sua estrutura apresentou-se de grande valia para a análise das variáveis e a relação entre elas.

## **6.2. Influência das Variáveis para os Diferentes Contextos Climáticos**

A análise dos resultados do experimento fatorial das paredes apontou que, de forma geral, a absorvância, com exceção dos climas frios, representou a variável de maior influência na redução das horas de conforto. Para os climas frios a ventilação assume este papel. A variável com maior influência no aumento das horas de conforto variou conforme o clima e a zona térmica. Em geral, para a zona térmica 1, a capacidade térmica das paredes obteve maior influência, enquanto que para as zonas térmicas 2 e 4 foi a redução do ganho térmico pelas aberturas e/ou a atuação da ventilação natural. E, ao contrário do que se baseia a abordagem convencional para a avaliação de desempenho térmico em edificações, para a grande maioria dos climas analisados, a transmitância térmica das paredes não foi um parâmetro de muita influência, sendo que para alguns destes climas esta variável sequer apresentou significância estatística. Esta constatação está em acordo com o exposto por Akutsu e Vittorino (1997), Pereira (2009), Barrios, Huelsz, Rechtman (2011), de que para climas quentes, a transmitância térmica não é o principal parâmetro para o desempenho térmico da edificação.

Um comportamento comum observado refere-se à pior condição de conforto para os climas quentes ou com predominância de períodos quentes, incidir sobre a combinação de paredes isolantes, pesadas e escuras. Já para os climas frios, esta solução representa uma das melhores condições de conforto, quando não a melhor.

A avaliação do comportamento das coberturas apontou que as variáveis com maior influência foram a transmitância térmica e a absorvância, sendo que a transmitância térmica tende a aumentar as horas de conforto e a absorvância a reduzi-las. Os resultados indicaram que as coberturas isolantes se justificam em quase todas as cidades, com exceção apenas das cidades de Garanhuns e São Luís. As coberturas pesadas e/ou escuras apresentaram ter aplicação restrita aos climas mais frios ou com períodos frios. Já o ático ventilado mostrou ser apropriado para os climas quentes.

Os resultados das simulações deixaram claro haver mais de uma possibilidade para a obtenção de condições de conforto térmico consideradas apropriadas (80% das horas anuais



em conforto) para uma mesma localidade. A partir deste fato pode-se deduzir a necessidade de avaliação das edificações a partir não das variáveis em isolado, mas da combinação delas. Além disso, a escolha apropriada das variáveis a serem utilizadas na avaliação é fundamental. Os resultados obtidos apontaram que basear a avaliação de desempenho térmico das edificações na transmitância térmica das paredes não se justifica, mas já para a cobertura esta variável se aplica.

A partir das recomendações obtidas por meio de simulações para cada uma das localidades avaliadas, pode-se perceber semelhança nas recomendações entre algumas cidades. De forma resumida, as cidades puderam ser agrupadas da seguinte forma:

- 1) Grupo 1: Boa Vista (ZB 8), João Pessoa (ZB 8), Manaus (ZB 8), Natal (ZB 8), Rio Branco (ZB 8), Rio de Janeiro (ZB 8), Salvador (ZB 8), São Luís (ZB 8), Tucuruí (ZB 8);
- 2) Grupo 2: Bom Jesus do Piauí (ZB 7), Cabrobó (ZB 7), Cratéus (ZB 7), Cuiabá (ZB 7), Pão de Açúcar (ZB 8) e Pedro Afonso (ZB 7);
- 3) Grupo 3: Belo Horizonte (ZB 3), Brasília (ZB 4), Garanhuns (ZB 5), Jataí (ZB 6);
- 4) Grupo 4: Florianópolis (ZB 3), Maringá (ZB 1), Ponta Porã (ZB 3), Santa Maria (ZB 2);
- 5) Grupo 5: Caldas (ZB 1), Campos do Jordão (ZB 1) e São Joaquim (ZB 1).

Este agrupamento permitiu concluir primeiramente que o número de grupos obtidos (cinco) foi inferior ao número de zonas bioclimáticas (oito). Nota-se haver uma concordância entre o agrupamento e o zoneamento bioclimático para as localidades com clima predominantemente quente ou frio. Contudo, cabe destacar que a zona bioclimática 8 abrange cidades de clima quente e seco, com recomendações similares às cidades da zona bioclimática 7, como é o caso da cidade de Pão de Açúcar. As divergências foram observadas nas localidades de clima misto, sendo observado que o rigor climático por frio (sua duração e intensidade) influenciaram no agrupamento.

### **6.3. Comparação das Recomendações Obtidas por Simulação com as Recomendações Normativas**

As normas de desempenho térmico de edificações têm como objetivo avaliar a envoltória da edificação, identificando aquelas que são adequadas e irão garantir um desempenho térmico mínimo no qual seus usuários possam sentir-se em conforto. Atualmente vigoram

no Brasil as normas de desempenho térmico NBR 15.220 (ABNT, 2005) e a NBR 15.575 (ABNT, 2013). Comparando os resultados obtidos com as recomendações normativas, pode-se perceber algumas diferenças.

Em relação à norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), as paredes e coberturas apresentaram recomendações distintas entre a norma e o presente trabalho. A norma recomenda paredes leves para as zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 5 e 8 e pesadas para as zonas bioclimáticas 4, 6 e 7. Os resultados obtidos no presente trabalho, por sua vez, indicaram que as paredes pesadas são apropriadas para todas as zonas, com exceção da zona bioclimática 8. Além disso, para as zonas 1, 2, 3, 6 e 7 as paredes devem ser também isolantes.

As recomendações referentes às coberturas possuem maiores semelhanças. Os resultados apontam que as coberturas devam ser quase sempre isolantes, assim como a norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) também recomenda, com exceção das zonas bioclimáticas 7 e 8. Entretanto, ocorreram ainda alguns pontos questionáveis. Para a cidade de Garanhuns, zona bioclimática 5, a recomendação normativa é por paredes leves e isolantes, porém os resultados das simulações indicaram coberturas pesadas. O contrário também ocorreu. A norma recomenda coberturas pesadas para a zona bioclimática 7 e as simulações indicaram coberturas leves e isolantes. Outro ponto é que para a zona bioclimática 8, a norma estabelece coberturas leves e refletoras, enquanto as simulações apontam por coberturas leves e isolantes. O emprego ou não do ático ventilado deveria ser melhor abordado pela norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), além da zona bioclimática 8.

As recomendações obtidas apresentaram plena concordância com as da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005) em relação às estratégias de ventilação natural. Já para o sombreamento a concordância ocorreu apenas para os períodos quentes.

Quanto à norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), o primeiro ponto que merece ser ressaltado é a permissividade para superfícies escuras. O estudo apontou que o emprego das superfícies escuras em climas que não sejam os frios, pode comprometer bastante o desempenho térmico da edificação. Assim, a norma deveria coibir o uso de superfícies escuras ( $\alpha > 0,6$ ) para qualquer localidade que não pertença às zonas bioclimáticas 1, 2 e 5. Adicionalmente, é fundamental que a capacidade térmica das superfícies seja adequadamente estabelecida pela norma, uma vez que esta mostrou-se determinante para as condições de conforto, bem mais que a transmitância térmica. Atualmente a única menção feita é de que as paredes

devem ter capacidade térmica superior a 130 KJ/m<sup>2</sup>. No caso das coberturas, embora a capacidade térmica possua menor influência, sua definição se faz fundamental para se evitar coberturas pesadas para climas quentes. Questiona-se também os valores limites de transmitância térmica, uma vez que estes são pouco restritivos em relação à necessidade de isolamento.

A abordagem do sombreamento pela norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) limita-se a estabelecer o uso de venezianas nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada. O uso de veneziana em alguns casos não se mostrou suficiente para a redução de ganho térmico pela abertura. Além disso, este tipo de sombreamento pode entrar em conflito com a necessidade de ventilação natural nos ambientes. É preciso encorajar outros tipos de dispositivos de sombreamento e também definir os períodos em que o sombreamento deva ocorrer.

Quanto à ventilação natural, a norma define em seu método de avaliação prescritivo apenas o tamanho das aberturas, sem definir as necessidades de ventilação ao longo do ano (permanente, cruzada ou seletiva), o que deveria ocorrer para então serem estabelecidos os tamanhos das aberturas.

#### **6.4. Considerações Finais**

Em resumo, o que se observou é que o atendimento aos requisitos normativos não garante condições de conforto térmico para alguns contextos climáticos, principalmente no caso da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013).

É preciso uma revisão do método de avaliação prescritivo das normas de desempenho que se baseiam fortemente na transmitância térmica da envoltória. No caso da cobertura não há problemas, mas no caso das paredes sim. É fundamental considerar a capacidade térmica dessas superfícies e as estratégias relacionadas, como a ventilação natural e o sombreamento, assim como coibir o uso de superfícies escuras senão para os climas frios.

A redução do ganho térmico pelas aberturas, seja pelo sombreamento ou pela utilização de vidro isolante ou também a combinação das duas estratégias, merece especial atenção para discussão. Isto porque o usual para os climas quentes foi a conjugação das estratégias de redução de ganho de calor pelas aberturas com a ventilação natural. No entanto, as soluções para a redução de ganho de calor pelas aberturas consistem na adoção de venezianas e

vidros com isolamentos térmicos, que acabam por se tornarem uma obstrução à ventilação natural. Assim, o melhor recurso é tentar conjugar essas soluções, talvez adotando-se outros tipos de dispositivos de proteção solar que sejam mais eficientes que as venezianas e que permitam a ventilação natural. É importante também o conhecimento de qual estratégia possui maior influência nas horas de conforto para a localidade em questão: a redução do ganho de calor pela abertura ou a ventilação natural.

A revisão do zoneamento bioclimático também se faz urgente, uma vez que cidades com recomendações diversas de projeto estão reunidas em uma mesma zona bioclimática, além dos questionamentos já feitos pela literatura citada.

As análises obtidas no presente trabalho limitam-se às edificações residenciais multifamiliares. Para as residências unifamiliares, outros comportamentos podem ser observados. Adicionalmente, é preciso garantir que os dados tenham um comportamento do tipo normal para que o experimento fatorial possa ser explorado em seu máximo, o que não ocorreu no presente estudo.

Outro ponto é que para discussões mais aprofundadas, mais localidades que abrangessem as zonas bioclimáticas 2, 4, 5 e 6 deveriam ser analisadas, permitindo maiores comparações entre os resultados obtidos para uma mesma zona bioclimática.

Além destes pontos colocados, outra dificuldade encontrada nesta pesquisa foi a obtenção de arquivos climáticos confiáveis que abrangessem boa parte do território nacional. Na ausência de dados suficientes, foram utilizados os arquivos climáticos gerados a partir dos dados do INMET em formato TRY, mesmo sabendo-se que estes não são os mais adequados e apresentam um atraso no horário de pico máximo nos dados de irradiância global horizontal para algumas das cidades.

Para trabalhos futuros recomenda-se:

- Aplicar o experimento fatorial das paredes e coberturas para edificações residenciais unifamiliares;
- Realizar o experimento fatorial das coberturas acrescentando novas variáveis, como a emissividade e a presença ou não de forro;
- Ampliar as localidades avaliadas, principalmente para as zonas bioclimáticas 2, 4, 5 e 6;

- Realizar os testes com outros tipos de dispositivo de sombreamento além das venezianas;
- Avaliar os valores limites das propriedades termofísicas para cada uma das localidades, a fim de estabelecer novos valores limites.

Espera-se que este trabalho possa contribuir com as discussões acerca das normas de desempenho em vigor no Brasil, assim como contribuir para o estudo das variáveis que influenciam no desempenho e no conforto térmico na variabilidade climática brasileira.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-1**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro. 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-2**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro. 2005b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro. 2005c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: Edifícios habitacionais - Desempenho Parte 1 : Requisitos gerais. Rio de Janeiro. 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-4**: Edifícios habitacionais - Desempenho Parte 4 : sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro. 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-5**: Edifícios habitacionais - Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro. 2013c.

AKUTSU, M. **Método para Avaliação do Desempenho Térmico de Edificações no Brasil**. 1998. 196p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Escola de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

AKUTSU, M.; BRITO, A. C. D.; CHIEPPE, C. P. O Efeito da Capacidade Térmica e da Resistência Térmica de Paredes no Desempenho Térmico de Habitação na Cidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...**Juiz de Fora: ANTAC, 2012. p. 3220-3226.

AKUTSU, M.; VITTORINO, F. Aplicação de Isolantes Térmicos em Edificações: efeito no conforto térmico e nas cargas térmicas de condicionamento de ambientes. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 1991, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1991. p.69-77.

AKUTSU, M.; VITTORINO, F. A Tendência Atual dos Métodos de Avaliação do Desempenho Térmico e Energético de Edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p.147-151.

ALMEIDA, L. S. S. **Influência de Parâmetros Físicos e Geométricos no Desempenho Termoenergético de Habitações Unifamiliares**. 2014, 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

ARAÚJO, V. M. D. D. **Parâmetros de Conforto Térmico para Usários de Edificações Escolares no Litoral Nordeste Brasileiro: o caso de Natal-RN**. 1996, 179p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

AMERICAN SOCIETY FOR HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING. **ASHRAE 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta. 2013.

ASSIS, E. S. D. Método Integrado de Análise Climática para Arquitetura Aplicado à Cidade de Belo Horizonte, MG. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 3., 2001, São Pedro. **Anais...**São Pedro: ANTAC, 2011, p.1-8

AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. **Thermal Comfort**. PLEA: Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture The University of Queensland. Brisbane: (PLEA notes ; note 3.). 1997. 64 p.

BARBOSA, M. J. **Uma Metodologia para Especificar e Avaliar o Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares**. 1997, 307p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

BARRIOS, G.; HUELSZ, G.; RECHTMAN, R. Wall/roof thermal performance differences between air-conditioned and non-conditioned rooms. **Energy and Buildings**, v. 43, 2011. p.219-223.

BASTOS, L. E. G.; KRAUSE, C. B.; BECK, L. Estratégias da Ventilação Natural em Edificações de Interesse Social e a Norma ABNT 15220-3: zoneamento bioclimático x potencial eólico brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...Ouro Preto: ANTAC**, 2007, p. 172-180.

BLUME, H. **La Casa Pasiva**: clima y ahorro energético. Madrid: The American Institute of Architects, 1984.

BOGO, A. J. Limitações quanto aos Parâmetros de Desempenho Térmico e Estratégias Bioclimáticas Recomendadas pela Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Habitações de Interesse Social.. **Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2008.

BRACARENSE, M. S. D. S. **Projeto Experimental de Iluminação Natural em Sistemas Laterais: estudos comparativos de fatores arquiteturais**. 2003, 239p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2003.

BRASIL. **Controle do Ambiente em Arquitetura - Módulo 06**. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Brasília. 1983.

BRITO, A. C. D. **Contribuição da Inércia Térmica na Eficiência Energética de Edifícios de Escritórios na Cidade de São Paulo**. 2015, 241p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

BRITO, A. C. D.; AKUTSU, M.; TRIBESS, A. Emprego do Programa Computacional Energyplus na Análise de Alternativas de Projeto de Habitação Visando o Conforto Térmico do Usuário. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 7., Búzios. **Anais...Búzios: ANTAC**, 2011.p.



BUSCH, J. A Tale of Two Populations: thermal comfort in air-conditioned and naturally ventilated offices in Thailand. **Energy and Buildings**, 1992. p. 235-249.

CÂNDIDO, C.; LAMBERTS, R.; deDEAR, R.; BITTENCOURT, L.; VECCHI, R. de. Towards a Brazilian Standard for Naturally Ventilated Buildings: guidelines for thermal and air movement acceptability. **Building Research & Information**, v. 2, 2011. p.145-153.

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. **EN 15252**: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting e acoustics. [S.l.]. 2007.

CHENG, V.; NG, E.; GIVONI, B. Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate. **Solar Energy**, v. 79, 2005. p. 528-534.

CHVATAL, K. M. S. Avaliação do Procedimento Simplificado da NBR 15575 para Determinação do Nível de Desempenho Térmico de Habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, 2014. p.119-134.

COSTA, S. R. G. D.; BARBIRATO, G. M.; GOULART, S. V. G. Desempenho Térmico e Habitação: uma avaliação comparativa no contexto climático da zona bioclimática. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. Anais...Juiz de Fora: ANTAC, 2012. p.1907-1915.

CURCIO, D. D. R.; SILVA, A. C. S. B. Desempenho Térmico de Habitações de Interesse Social, em Edifícios Multifamiliares, Produzidas pelo Programa de Arrendamento Residencial - PAR na Cidade de Pelotas/RS. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 8., 2013, Brasília. **Anais...Brasília**: ANTAC, 2013. p. 1156-1154

DEAR, R. D.; BRAGER, G.; COOPER, D. **ASHRAE RP-884 Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference**. [S.l.]: [s.n.], 1998.

DEDEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. **ASHRAE Transactions**, Atlanta, v. 87, n. 1, 1998. p.51-62.

DEDEAR, R.; BRAGER, G. S. Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, v. 34, 2002. p.549-564.

DOE. **High-Performance Home Technologies: Guide to Determining Climate Regions by County**. DOE. Washington. 2010.

DORNELLES, K. A.; RORIZ, M. Inércia Térmica, Conforto e Consumo de Energia em Edificações na Cidade de São Carlos, SP. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 3., 2005, Macéio. **Anais...Maceió**: ANTAC, 2005. p.369-376.

DORNELLES, K.; RORIZ, M. Efeitos da Inércia Térmica sobre as Temperaturas Internas de Edificações na Cidade de São Carlos, SP. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 3., 2005, Macéio. **Anais...Maceió**: ANTAC, 2005. p.586-594.

ENCINAS, F.; HERDE, A. D. Sensitivity analysis en building performance simulation for summer comfort assessment of apartments from the real estate market. **Energy and Buildings**, v. 65, 2013. p. 55-65.

EVANS, J. M. Técnicas Bioclimáticas de Diseño: las "Tablas de Mahoney" y los "Triangulos de Confort". **Portafolio**, v. 2, n. 2, 2000.

EVANS, J. M. **The Comfort Triangles: a new tool for bioclimatic design**. 2007. 315p. Thesis (Technische Universiteit Delft). London, 2007.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972.

FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Extension of the PMV Model to Non-air-conditioned Buildings in Warm Climates. **Energy and Buildings**, v. 34, 2002. p. 533-536.

FERREIRA, C. C.; PEREIRA, I. M. Avaliação do Desempenho Térmico de Habitação de Interesse Social de Acordo com a NBR 15575, para as Diversas Zonas Bioclimáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...Juiz de Fora**: ANTAC, 2012. p. 3580-3595.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A. D.; ASSIS, E. S. D. Estudo do Clima Brasileiro: reflexões e comendações arquitetônicas para edificações residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Macéio. **Anais...Maceió**:ANTAC, 2014. p. 429-438.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A.; ASSIS, E. S. D. Comparação de Desempenho de Envoltórias Recomendadas por Normas de Desempenho e Mahoney. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 9., 2015, Campinas. **Anais...**Campinas: ANTAC, 2015.

FERREIRA, J. D. L. **Análise de Sensibilidade de Factores de Desempenho Térmico de Edifícios**. 2012, 89 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil no Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 2012.

FIELD, A. **Descobrimo a Estatística Usando SPSS**. 2 ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 688 p.

FONTANELLA, M. S.; SOUZA, H. A. D. Avaliação de Índices de Conforto Térmico entre os Universitários na Cidade de Ouro Preto. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO AMBIENTAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 7., 2009, Natal. **Anais...**Natal: ANTAC, 2009. p. 632-641.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 5 edição. ed. São Paulo: Studio nobel, 2001.

GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture**. 2 ed. ed. Londres: Elsevier, 1976. 483 p.

GIVONI, B. Comfort Climate Analysis and Buliding Design Guidelines. **Energy and Buildings**, v.18, n. 1, 1992. p. 11-23.

GONÇALVES, W. B. **Estudo de Índices de Conforto Térmico Avaliados com Base em População Universitária na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. 2000, 241 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2000.

GRIGOLETTI, G. D. C.; SATTler, M. A. Método de Avaliação Global de Desempenho Higrotérmico de Habitações de Interesse Social para Porto Alegre - RS - Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, 2010. p. 110-114.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C.. **Análise Multivariada de Dados**. 5 ed. ed. [S.l.]: Bookman, 2005. 593 p.

HOPFE, C. J.; HENSEN, J. L. M. Uncertainty analysis in building performance simulation for design support. **Energy and Buildings**, v. 43, 2011. p. 2798-2805.

HUMPHREYS, M. A. Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied. **Building Services Engineer**, Watfort, v. 44, 1976. p. 5-27.

HUMPHREYS, M. A. Outdoor Temperatures and Comfort Indoors. **Building Research & Information**, v. 6, n. 2, 1978. p. 92-105.

HUMPHREYS, M. A.; RIJAL, H. B.; NICOL, J. F. **Examining and Developing the Adaptive Relation Between Climate and Thermal Comfort Indoors**. Adapting to Change: New Thinking on Comfort. Londres: [s.n.]. 2010.

HYGH, J. S.; DeCAROLLIS, J. F.; HILL, D. B.; RANJITHAN, S. R.. Multivariate regression as an energy assessment tool in early building design. **Building and Environment**, v. 57, 2012. p. 165-175.

IBGE. **Censo Demográfico 2010 Características da População e dos Domicílios**: Resultados do Universo. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2011.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Fundamentals of heat and mass transfer**. 6th ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 26 out. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética Edificações Residenciais. RTQ-R**. INMETRO. [S.I.]. 2012.

INTERNATION ORGANIZATION STANDARDIZATION. **ISO 9920**: Ergonomics of the Thermal Environment: Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. Genebra: [s.n.], 1995.

INTERNATION ORGANIZATION STANDARDIZATION. **ISO 8996**: Ergonomics: Determination of metabolic heat production. Genebra. 1990.

INTERNATION ORGANIZATION STANDARDIZATION. **ISO 7730**: Moderate Thermal Environments: Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal confort. Genebra. 2005.

KOENIGSBERGER, O. H.; MAHONEY, C.; EVANS, J. M. **Climate and House Design**. New York: United Nations, 1970.

KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V.; ROS., E. R. **Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo, 1977.

LAMBERTS, R. Influência do Desempenho Térmico de Coberturas Leves com Ático no Conforto Térmico de Casas Populares. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 1990, Gramado. **Anais...**Gramado:ANTAC, 1990. p. 41-44.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa Eficiente**: bioclimatologia e desempenho térmico. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. ed. [S.l.]: Eletrobrás/Procel, 2014.

LEÃO, M. **Desempenho Térmico em Habitações Populares para Regiões de Clima Tropical: estudo de caso em Cuiabá - MT**. 2006, 120p. Dissertação (Mestrado em Física) - Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2006.

LIMA, G. L. F.; OLIVEIRA, A. G.; PEDRINI, A.; ARAÚJO, V. M. D. Índices de Conforto Térmico: revisão e proposta para o clima quente e úmido de Natal - RN. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 5., 2005, Macéio. **Anais...**Maceió: ANTAC, 2005. p. 1044-1053.

LINCK, G. I.; ALBERNARD, R. S. D.; GRIGOLETTI, G. D. C. Hábitos, sensações e preferências térmicas de moradores de habitações de interesse social em Santa Maria - RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...**Juiz de Fora: ANTAC, 2012. p. 976-983.

LOURA, R. M. **Procedimento de Identificação de Variáveis e Análise de sua Pertinência em Avaliações Termo-energéticas de Edificações**. 2006, 212 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Técnicas Nucleares do Departamento de Engenharia Nuclear da Escola de

Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais) - Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

LOURA, R. M.; ASSIS, E. S. D.; BASTOS, L. E. G. Análise Comparativa entre Resultados de Desempenho Térmico de Envoltórias de Edifício Residencial Gerados por Diferentes Normas Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 7., 2011, Búzios. **Anais...Búzios**: ANTAC, 2011. p.

LOUREIRO, K. C. G. **Análise de Desempenho Térmico e Consumo de energia de Residências na Cidade de Manaus**. 2003, 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

MARA, T. A.; TARANTOLA, S. Application of Global Sensitivity Analysis of Model Output to Building Thermal Simulations. **Building Simulation**, v. 1, 2008. p. 290-302.

MARTINS, T. A. D. L.; BITTENCOURT, L. S.; KRAUSE, C. M. D. L. B. Contribuição ao Zoneamento Bioclimático Brasileiro: reflexões sobre o semiárido nordetisno. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 59-75, abril/junho 2012.

MASCARÓ, L. R. D. **Luz, Clima e Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1983.

MASCARÓ, L. R. D. **Energia na Edificação**: estratégia para minimizar o consumo. São Paulo: Projeto, 1991.

MATOS, M. **Simulação Computacional do Desempenho Térmico de Residências em Florianópolis Utilizando a Ventilação Natural**. 2007, 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MONTEIRO, C. A. D. F. 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, 1962. p. 29-44.

MONTEIRO, C. A. D. F. **Teoria e Clima Urbano**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1976. 181p.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.; HUBELE, N. F. **Estatística Aplicada à Engenharia**. Tradução de Verônica Calado. 2ª Edição. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2012. 354 p.

MORISHITA, C.; SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; TRIANA, M. A.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. **Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas**. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações do Departamento de Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis, 2013. 28 p.

NEGREIROS, B. D. A. **Análise de Métodos de Predição de Desempenho Térmico de Habitação em Clima Quente-Úmido, com Condicionamento Passivo**. 2010, 114 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Natal, 2010.

NEGREIROS, B.; PEDRINI, A. Métodos de Predição de Desempenho Térmico de Habitação em Clima Quente-úmido, com Condicionamento Passivo. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 8., 2013, Brasília. **Anais...**Brasília: ANTAC, 2013.

NICOL, F.; HUMPHREYS, M.; ROAF, S. **Adaptative Thermal Comfort: principles and practice**. [S.I.]: Routledge, 2012.

NICOL, J. F. Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. **Energy and Buildings**, v. 36, , 2004. p. 628-637

NICOL, J. F.; RAJA, I. A.; ALLAUDIN, A.; JAMY, G. N. Climatic Variations in Comfort Temperatures: the Pakistan projects. **Energy and Buildings**, 1999. p. 261-279.

NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptative Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings. **Energy and Buildings**, v. 34, 2002. p. 563-572.

NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptative thermal standards for buildings. **Energy and Buildings**, v. 34, 2002. p. 563-572.

NIMER, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, out/dez 1979. p. 59-89

OLGYAY, V. **Design with Climate: bioclimatic approach to architecture regionalism**. Nova e expandida. ed. Nova Jersey: Universidade de Princetown, 2015. 224 p.

OLIVEIRA, A. G. D. **Proposta de Método para Avaliação do Desempenho Térmico de Residências Unifamiliares em Clima Quente e Úmido**. 2006, 201 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.

OLIVEIRA, L. D. S. **Avaliação dos Limites das Propriedades Térmicas dos Fechamentos Opacos da NBR 15220-3, para Habitações de Interesse Social, da Zona Bioclimática 2**. 2012, 156 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

OLIVEIRA, L. S.; SILVA, A. C. S. B.; CUNHA, E. G. D. Análise das Condições de Conforto Térmico em Habitações de Interesse Social em Pelotas/RS. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 7., 2011, Búzios. **Anais...Búzios: ANTAC, 2011.**

ORDENES, M.; PEDRINI, A.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Metodologia Utilizada na Elaboração da Biblioteca de Materiais e Componentes Construtivos Brasileiros para Simulações no Visualdoe-3.1**. Relatório Interno – Departamento de Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis. 2003.

OSELAND, N. A. A Comparasion of the Predicted and Reported Thermal Sensation Vote in Homes During Winter and Summer. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 21, 1994. p. 45-54.

PAPST, A. L. **Uso da Inércia Térmica no Clima Subtropical: estudo de caso em Florianópolis-SC**. 1999, 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

PEREIRA, C. D. **A Influência do Envelope no Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares Ocupadas e Ventiladas Naturalmente**. 2009, 141 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009.



PEREIRA, I. M.; ASSIS, E. S. D. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, 2010. p. 7-51.

PEREIRA, I. M.; FERREIRA, C. C. Avaliação dos Impactos da ABNT NBR 15575 no Conforto Térmico e no Consumo de Energias nas Novas Edificações Habitacionais Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Macéio. **Anais...** Macéio: ANTAC, 2014. p. 518-527.

PEREIRA, I.; ASSIS, E. S. D. Discussão da Classificação Bioclimática de Belo Horizonte Proposta pelo Projeto de Norma de Desempenho Térmico de Edificações. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 4., Macéio. **Anais...** Macéio: ANTAC, 2005. p. 1490-1498.

PINTO, R. D. O. **Avaliação Pós-Ocupação do Desempenho Térmico em Edifícios de Escritórios**. 2003, 139 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2003.

REDDY, T. A. **Applied Data Analysis and Modeling for Energy Engineers and Scientists**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011. 430 p.

ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. **A Adaptação de Edificações e Cidades às Mudanças Climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2009. 384 p.

ROCHA, A. P. D. A.; ASSIS, E. S. D.; GONÇALVES, W. D. B. Zoneamento Bioclimático do Estado de Minas Gerais: aperfeiçoamento dos resultados. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 6., Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009. p. 800-809.

RODRÍGUEZ, G. C.; ANDRÉS, A. C.; MUÑOZ, F. D.; LÓPEZ, J. M. C.; ZHANG, Y. Uncertainties and sensitivity analysis in building energy simulation using macroparameters. **Energy and Buildings**, v. 67, 2013. p. 79-87.

RORIZ, M. Um Método para Interpolação de Dados Climáticos. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2., 1999, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: ANTAC, 1999.

RORIZ, M. Flutuações Horárias dos Limites de Conforto Térmico: uma hipótese de modelo adaptativo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 7., 2003, Curitiba. **Anais...**Curitiba: ANTAC. 2003. p. 338-345.

RORIZ, M. **Uma Proposta de Revisão do Zoneamento Bioclimático Brasileiro**. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Carlos, 2012. 22 p.

RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Um Zoneamento Bioclimático Para a Arquitetura no Brasil. In: JORNADA SOBRE CLIMA E APLICAÇÃO NA COMUNIDADE DE PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, Macéio, Alagoas, 2001. p. 1-7.

ROTTA, R. **Desempenho Térmico de Edificações Multifamiliares de Interesse Social em Conjuntos Habitacionais na Cidade de Santa Maria - RS**. 2009, 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SALES, E. M.; BRITO, A. C.; AKUTSU, M. Efeito de Variações no Projeto de Arquitetura de uma Habitação no seu Desempenho Térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Macéio. **Anais...**: ANTAC, 2014. p. 508-517.

SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; CAMPOLONGO, F. Sensitivity Analyses as an Ingredient of Modeling. **Statistical Science**, v. 15, n. 4, 2000. p. 377-395.

SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E. D.; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e Desempenho Térmico em Contradição na NBR 15575. **Cadernos do PROARQ**, Rio de Janeiro, n. 20, 2013. p. 114-136.

SCHAEFFER, A.; SILVA, A. S.; ALMEIDA, L. S. S.; BALVEDI, B.; GHISI, E. Influência da Absortância Solar no Desempenho Térmico de Habitações Populares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Macéio. **Anais...**: ANTAC, 2014. p. 578-587.

SCHAEFFER, A.; SILVA, A. S.; ALMEIDA, L. S. S.; BALVEDI, B.; GHISI, E. **Análise de arquivos climáticos para a simulação do desempenho térmico de edificações**. LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética de Edificações. Florianópolis, 2015. 217 p.

SERRA, A. Climatologia do Brasil. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 243, 1975. p. 53-120.

SHARMA, M. R.; ALI, S. Tropical Summer Index - a study of thermal comfort in Indian subjects. **Building and Environment**, v. 1, 1986. p. 11-24.

SILVA, A. C. S. B.; SATTler, M. A.; LAMBERTS, R. Zoneamento Bioclimático Brasileiro para Fins de Edificação. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 1., 1995, Gramado. **Anais...**: ANTAC, 1995. p. 161-166.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, L. S. S.; SCHAEFFER, A.; BALVEDI, B.; GHISI, E.. Análise de Variância em Simulação Computacional do Desempenho Térmico de Habitações Unifamiliares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Macéio. **Anais...**: ANTAC, 2014. p. 685-694.

SILVA, A. S.; GHISI, E. Análise de sensibilidade global dos parâmetros termofísicos de uma edificação residencial de acordo com o método de simulação do RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, 2013. p. 135-148.

SILVEIRA, A. L. R. C.; KALLAS, L. E.; RIBEIRO, S. C. Determinação de zona de conforto térmico para ambientes escolares em Teresina. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2003, Curitiba. **Anais...**: ANTAC, 2003. p. 346-353.

SILVEIRA, F. M. **Análise de Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Ventiladas Naturalmente: NBR 15.575 e ASHRAE 55**. 2014, 266p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

SOARES, M. M. **Avaliação dos Parâmetros de Desempenho Térmico da NBR 15575/2013: habitações de interesse social na zona bioclimática 2**. 2014, 159p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

SORGATO, M. J. **Relatório Técnico da Base de Simulações para o RTQ-R. ELETROBRAS/PROCEL.** [S.l.]. 2011.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575. **Paranoá**, nº 12, 2014, p. 13-22.

SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; LAMBERTS, R. **A Influência da Área de Ventilação no Desempenho Térmico de Edificações Residenciais.** Universidade Federal de Santa Catarina/LabEEE. Florianópolis, 2011. 4 p.

SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; LAMBERTS, R. **Sombrear ou não sombrear janelas.** Universidade Federal de Santa Catarina/LabEEE. Florianópolis, 2011. 4 p.

STENSJÖ, I. P. Método de Análise Comparativa de Índices de Conforto Térmico para o Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 9., 2015, Campinas. **Anais...Campinas: ANTAC**, 2015.

TAKI, A. H.; EALIWA, M. A.; HOWARTH, A. T.; SEDEN, M.. Assessing Thermal Comfort in Ghadames, Libya: application of the adaptative model. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 4, 1999. p. 205-210.

TIAN, W. A reviewm of sensitivity analysis methods in building energy analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 20, 2013. p. 411-419.

XAVIER, A. A. D. P. **Condições de Conforto Térmico para Estudantes de 2 Grau na Região de Florianópolis.** 1999, 209p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, 1999.

XAVIER, A. A. D. P. **Predição de Conforto Térmico em Ambientes Internos com Atividades Sedentárias: Teoria física aliada a estudos de campo.** 2000, 267p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

YILDIZ, Y.; KORKMAZ, K.; ÖZBALTA, T. G.; ARSAN, Z. D.. An approach for developing sensitive design parameter guidelines to reduce the energy requirements of low-rise apartment buildings. **Applied Energy**, v. 93, 2012. p. 337-347.

YU, J.; TIAN, L.; YANG, C.; XU, X.; WANG, J.. Sensitivity analysis of energy performance for high-rise residential envelope in hot summer and cold winter zone of China. **Energy and Buildings**, v. 64, 2013. p.264-274.

ZAVATTINI, J. A. **Estudos do Clima no Brasil**. Campinas: Editora Alínea, 2004. 398 p.

## APÊNDICE A – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Neste Apêndice são expostos os valores de horas de conforto obtidos a partir das simulações das três zonas térmicas (zonas 1, 2 e 4) em cada um dos 26 tipos climáticos analisados.

**TABELA A.1** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Belo Horizonte (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6496.0	6071.0	6897.0	6355.0	6530.0	6001.0	6670.0	6454.0	6802.0	5878.0	7055.0	5902.0
a	6638.0	6241.0	6994.0	6491.0	6589.0	6122.0	6724.0	6547.0	6856.0	5959.0	7114.0	5986.0
b	4096.0	3621.0	5303.0	4638.0	4296.0	3344.0	4612.0	4583.0	4273.0	3669.0	5181.0	3914.0
c	4475.0	3875.0	5254.0	4870.0	4281.0	3404.0	4526.0	4810.0	4218.0	3771.0	5249.0	4028.0
d	7272.0	7173.0	7227.0	6822.0	7549.0	7577.0	7649.0	7373.0	7968.0	7432.0	7791.0	7237.0
e	7103.0	6785.0	7242.0	6684.0	7152.0	6827.0	7197.0	6939.0	7455.0	6529.0	7604.0	6534.0
f	6773.0	6613.0	1888.0	6520.0	7147.0	7137.0	1876.0	6880.0	7542.0	7179.0	1947.0	7057.0
ab	6451.0	525.0	6337.0	6004.0	6102.0	443.0	5815.0	5833.0	6342.0	404.0	6080.0	5274.0
ac	4484.0	3926.0	5404.0	4992.0	4418.0	3549.0	4708.0	4983.0	4375.0	3928.0	5412.0	4179.0
ad	7425.0	7317.0	3521.0	6920.0	7608.0	7634.0	3613.0	7404.0	8009.0	7477.0	3706.0	7287.0
ae	7254.0	6927.0	7336.0	6811.0	7198.0	6896.0	7251.0	7004.0	7497.0	6580.0	7647.0	6590.0
af	6901.0	6725.0	6845.0	6613.0	7213.0	7177.0	7131.0	6933.0	7583.0	7217.0	7404.0	7110.0
bc	4027.0	3551.0	5267.0	4593.0	4196.0	3205.0	4522.0	4510.0	4157.0	3591.0	5123.0	3838.0
bd	8030.0	7639.0	7726.0	7407.0	7854.0	7587.0	7843.0	7495.0	8006.0	7445.0	7978.0	7356.0
be	7390.0	6680.0	7559.0	6756.0	6787.0	6230.0	6912.0	6488.0	7034.0	5902.0	7225.0	5935.0
bf	7609.0	7287.0	7373.0	7148.0	7555.0	7426.0	7406.0	7220.0	7812.0	7372.0	7675.0	7293.0
cd	5140.0	4582.0	5812.0	5518.0	5442.0	4807.0	5694.0	5751.0	5616.0	5133.0	6208.0	5151.0
ce	4475.0	3875.0	5254.0	4870.0	4281.0	3404.0	4526.0	4810.0	4218.0	3771.0	5249.0	4028.0
cf	6075.0	6008.0	6534.0	6128.0	6807.0	6654.0	6964.0	6690.0	7071.0	6724.0	7248.0	6544.0
de	7272.0	7173.0	7227.0	6822.0	7549.0	7577.0	7649.0	7373.0	7968.0	7432.0	7791.0	7237.0
df	6664.0	6584.0	6640.0	6429.0	6984.0	7060.0	6930.0	6768.0	7366.0	7148.0	7182.0	7044.0
ef	6773.0	6610.0	6795.0	6520.0	7147.0	7134.0	7101.0	6880.0	7542.0	7176.0	7379.0	7057.0
abc	4192.0	3567.0	5191.0	4473.0	4202.0	3251.0	4487.0	4446.0	4191.0	3606.0	5064.0	3789.0
abd	7670.0	7340.0	7605.0	7112.0	7630.0	7482.0	7716.0	7368.0	7950.0	7335.0	7880.0	7178.0
abe	7129.0	6424.0	7272.0	6454.0	6688.0	6066.0	6796.0	6317.0	6933.0	5799.0	7107.0	5787.0
abf	7208.0	6918.0	7127.0	6843.0	7346.0	7237.0	7290.0	7057.0	7689.0	7270.0	7577.0	7150.0
acd	5129.0	4639.0	5937.0	5595.0	5497.0	4890.0	5761.0	5832.0	5672.0	5214.0	6264.0	5209.0
ace	4484.0	3926.0	5404.0	4992.0	4418.0	3549.0	4708.0	4983.0	4375.0	3928.0	5412.0	4179.0
acf	6243.0	6135.0	6617.0	6279.0	6907.0	6755.0	7008.0	6774.0	7151.0	6784.0	7299.0	6648.0
ade	7425.0	7317.0	7322.0	6920.0	7608.0	7634.0	7693.0	7404.0	8009.0	7477.0	7821.0	7287.0
adf	6800.0	6675.0	6680.0	6522.0	7055.0	7112.0	6966.0	6823.0	7403.0	7168.0	7210.0	7091.0
aef	6901.0	6725.0	6845.0	6613.0	7213.0	7177.0	7131.0	6933.0	7583.0	7217.0	7404.0	7110.0

**TABELA A.1** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Belo Horizonte (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcd	5501.0	5085.0	6166.0	5598.0	5657.0	5149.0	5848.0	5709.0	5962.0	5210.0	6227.0	5197.0
bce	4138.0	3655.0	5326.0	4658.0	4333.0	3409.0	4664.0	4622.0	4331.0	3709.0	5211.0	3942.0
bcf	7609.0	7287.0	7373.0	7148.0	7555.0	7426.0	7406.0	7220.0	7812.0	7372.0	7675.0	7293.0
bde	8030.0	7639.0	7726.0	7407.0	7854.0	7587.0	7843.0	7495.0	8006.0	7445.0	7978.0	7356.0
bdf	7422.0	7225.0	7115.0	7091.0	7388.0	7368.0	7239.0	7056.0	7636.0	7379.0	7436.0	7351.0
bef	7609.0	7287.0	7373.0	7148.0	7555.0	7426.0	7406.0	7220.0	7812.0	7372.0	7675.0	7293.0
cde	5140.0	4582.0	5812.0	5518.0	5442.0	4807.0	5694.0	5751.0	5616.0	5133.0	6208.0	5151.0
cdf	6198.0	6198.0	6588.0	6286.0	6968.0	6942.0	7030.0	6816.0	7311.0	7012.0	7315.0	6894.0
cef	6075.0	6008.0	6534.0	6128.0	6807.0	6654.0	6964.0	6690.0	7071.0	6724.0	7248.0	6544.0
def	6664.0	6584.0	6640.0	6429.0	6984.0	7060.0	6930.0	6768.0	7366.0	7148.0	7182.0	7044.0
abcd	5485.0	5020.0	6155.0	5659.0	5772.0	5207.0	5938.0	5740.0	6019.0	5269.0	6288.0	5241.0
abce	4192.0	3567.0	5191.0	4473.0	4202.0	3251.0	4487.0	4446.0	4191.0	3606.0	5064.0	3789.0
abcf	6740.0	6549.0	6915.0	6527.0	7109.0	6920.0	7157.0	6847.0	7336.0	6888.0	7379.0	6733.0
abde	7670.0	7340.0	7605.0	7112.0	7630.0	7482.0	7716.0	7368.0	7950.0	7335.0	7880.0	7178.0
abdf	7065.0	6889.0	6929.0	6782.0	7229.0	7230.0	7126.0	6972.0	7510.0	7283.0	7356.0	7226.0
abef	7208.0	6918.0	7127.0	6843.0	7346.0	7237.0	7290.0	7057.0	7689.0	7270.0	7577.0	7150.0
acde	5129.0	4639.0	5937.0	5595.0	5497.0	4890.0	5761.0	5832.0	5672.0	5214.0	6264.0	5209.0
acdf	6388.0	6331.0	6654.0	6440.0	7057.0	7008.0	7057.0	6898.0	7370.0	7059.0	7375.0	6957.0
acef	6243.0	6135.0	6617.0	6279.0	6907.0	6755.0	7008.0	6774.0	7151.0	6784.0	7299.0	6648.0
adef	6388.0	6331.0	6654.0	6440.0	7057.0	7008.0	7057.0	6898.0	7370.0	7059.0	7375.0	6957.0
bcde	5541.0	5127.0	6181.0	5617.0	5700.0	5197.0	5882.0	5740.0	6009.0	5254.0	6255.0	5236.0
bcdf	7492.0	7236.0	7265.0	7094.0	7498.0	7419.0	7406.0	7220.0	7719.0	7307.0	7645.0	7240.0
bdef	7422.0	7225.0	7115.0	7091.0	7388.0	7368.0	7239.0	7056.0	7636.0	7379.0	7436.0	7351.0
cdef	6198.0	6198.0	6588.0	6286.0	6968.0	6942.0	7030.0	6816.0	7311.0	7012.0	7315.0	6894.0
abcde	5485.0	5020.0	6155.0	5659.0	5772.0	5207.0	5938.0	5740.0	6019.0	5269.0	6288.0	5241.0
abcdf	6890.0	6769.0	6958.0	6733.0	7256.0	7188.0	7236.0	7032.0	7544.0	7184.0	7497.0	7105.0
acdef	6388.0	6331.0	6654.0	6440.0	7057.0	7008.0	7057.0	6898.0	7370.0	7059.0	7375.0	6957.0
abdef	7065.0	6889.0	6929.0	6782.0	7229.0	7230.0	7126.0	6972.0	7510.0	7283.0	7356.0	7226.0
abcef	6740.0	6549.0	6915.0	6527.0	7109.0	6920.0	7157.0	6847.0	7336.0	6888.0	7379.0	6733.0
bcef	7302.0	6987.0	7235.0	6903.0	7322.0	7148.0	7292.0	7009.0	7512.0	6994.0	7516.0	6871.0
bcdef	7492.0	7236.0	7265.0	7094.0	7498.0	7419.0	7406.0	7220.0	7719.0	7307.0	7645.0	7240.0
abcdef	6890.0	6769.0	6958.0	6733.0	7256.0	7188.0	7236.0	7032.0	7544.0	7184.0	7497.0	7105.0

**TABELA A.2** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Belo Horizonte (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6517.0	6381.0	6474.0	6259.0	6791.0	6839.0	6733.0	6618.0	7115.0	6846.0	6852.0	6738.0
a	6630.0	6461.0	6624.0	6392.0	6968.0	6969.0	6872.0	6775.0	7282.0	7010.0	7057.0	6970.0
b	6589.0	6421.0	6544.0	6333.0	6884.0	6922.0	6801.0	6691.0	7191.0	6905.0	6940.0	6850.0
c	6526.0	6400.0	6525.0	6299.0	6848.0	6874.0	6834.0	6676.0	7175.0	6916.0	7042.0	6833.0

**TABELA A.2** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Belo Horizonte (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
d	6494.0	6377.0	6449.0	6248.0	6773.0	6825.0	6718.0	6601.0	7095.0	6834.0	6836.0	6737.0
ab	6645.0	6470.0	6639.0	6401.0	6986.0	6984.0	6888.0	6808.0	7312.0	7023.0	7081.0	6990.0
ac	6685.0	6505.0	6655.0	6445.0	7024.0	7037.0	6942.0	6836.0	7386.0	7079.0	7181.0	7033.0
ad	6610.0	6450.0	6596.0	6366.0	6929.0	6942.0	6835.0	6743.0	7240.0	6968.0	6998.0	6917.0
bc	6655.0	6497.0	6654.0	6430.0	7009.0	7007.0	6940.0	6817.0	7338.0	7049.0	7188.0	6976.0
bd	6569.0	6415.0	6535.0	6317.0	6858.0	6897.0	6776.0	6671.0	7170.0	6891.0	6908.0	6827.0
cd	6506.0	6389.0	6524.0	6278.0	6818.0	6864.0	6812.0	6638.0	7159.0	6900.0	6975.0	6829.0
abc	6685.0	6518.0	6667.0	6463.0	7040.0	7047.0	6959.0	6855.0	7400.0	7096.0	7200.0	7049.0
abd	6610.0	6463.0	6613.0	6372.0	6956.0	6952.0	6848.0	6760.0	7262.0	6992.0	7020.0	6949.0
acd	6645.0	6479.0	6623.0	6403.0	6987.0	7000.0	6896.0	6795.0	7328.0	7032.0	7127.0	6997.0
bcd	6647.0	6475.0	6639.0	6409.0	6972.0	6979.0	6901.0	6793.0	7313.0	7036.0	7127.0	6962.0
abcd	6645.0	6483.0	6633.0	6416.0	6994.0	7012.0	6908.0	6813.0	7337.0	7042.0	7136.0	7018.0

**TABELA A.3** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Boa Vista (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5279.0	4958.0	5121.0	5174.0	4521.0	4320.0	4285.0	4357.0	4320.0	3989.0	4262.0	4121.0
a	5167.0	4829.0	5009.0	5021.0	4340.0	4152.0	4146.0	4173.0	4156.0	3850.0	4099.0	3958.0
b	4205.0	3852.0	4048.0	4005.0	3447.0	3248.0	3293.0	3290.0	3344.0	3062.0	3321.0	3155.0
c	3194.0	2947.0	3067.0	3075.0	2122.0	1967.0	2017.0	2113.0	1954.0	1756.0	2018.0	1874.0
d	5822.0	5544.0	5655.0	5745.0	5576.0	5440.0	5324.0	5400.0	5481.0	5154.0	5401.0	5280.0
e	5939.0	5711.0	5790.0	5883.0	5791.0	5667.0	5603.0	5616.0	5662.0	5376.0	5595.0	5473.0
f	5252.0	5089.0	5209.0	5185.0	4530.0	4395.0	4464.0	4534.0	4345.0	4184.0	4385.0	4289.0
ab	1824.0	1572.0	1893.0	1650.0	1628.0	1385.0	1608.0	1498.0	1585.0	1369.0	1698.0	1430.0
ac	2884.0	2648.0	2786.0	2817.0	2108.0	1949.0	2017.0	2124.0	2028.0	1840.0	2111.0	1943.0
ad	5877.0	5618.0	5717.0	5778.0	5524.0	5402.0	5313.0	5349.0	5457.0	5152.0	5373.0	5272.0
ae	4795.0	4485.0	4634.0	4665.0	4052.0	3893.0	3912.0	3908.0	3812.0	3551.0	3776.0	3621.0
af	4931.0	4783.0	4921.0	4879.0	4276.0	4186.0	4236.0	4304.0	4166.0	4024.0	4208.0	4131.0
bc	1994.0	1821.0	2027.0	2008.0	1767.0	1622.0	1708.0	1802.0	1741.0	1520.0	1830.0	1607.0
bd	5633.0	5309.0	5405.0	5399.0	5181.0	5016.0	4998.0	4976.0	5119.0	4853.0	5042.0	4945.0
be	4737.0	4457.0	4629.0	4543.0	3990.0	3808.0	3895.0	3814.0	3727.0	3501.0	3735.0	3552.0
bf	4161.0	3986.0	4180.0	4113.0	3850.0	3724.0	3831.0	3884.0	3812.0	3642.0	3872.0	3777.0
cd	3616.0	3394.0	3489.0	3529.0	2737.0	2586.0	2577.0	2718.0	2547.0	2324.0	2594.0	2477.0
ce	3315.0	3112.0	3199.0	3228.0	2343.0	2174.0	2199.0	2292.0	2114.0	1937.0	2179.0	2030.0
cf	4116.0	4011.0	4067.0	4018.0	3286.0	3162.0	3297.0	3294.0	3105.0	2956.0	3219.0	3018.0
de	5939.0	5711.0	5790.0	5883.0	5791.0	5667.0	5603.0	5616.0	5662.0	5376.0	5595.0	5473.0
df	5593.0	5490.0	5604.0	5613.0	5213.0	5116.0	5129.0	5212.0	5052.0	4889.0	5060.0	5002.0
ef	5508.0	5418.0	5490.0	5498.0	4931.0	4798.0	4877.0	4916.0	4646.0	4499.0	4691.0	4600.0
abc	1194.0	1010.0	1265.0	1079.0	1104.0	928.0	1091.0	1016.0	1106.0	924.0	1161.0	962.0
abd	4400.0	4069.0	4360.0	4206.0	4217.0	3961.0	4118.0	4050.0	4195.0	3906.0	4240.0	4015.0



TABELA A.3 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Boa Vista (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abe	2386.0	2127.0	2381.0	2150.0	2117.0	1843.0	2086.0	1860.0	2003.0	1725.0	2015.0	1728.0
abf	3308.0	3168.0	3442.0	3199.0	3159.0	3016.0	3226.0	3195.0	3123.0	3000.0	3252.0	3088.0
acd	3441.0	3191.0	3307.0	3375.0	2861.0	2714.0	2686.0	2823.0	2745.0	2543.0	2815.0	2665.0
ace	3081.0	2848.0	2986.0	3015.0	2386.0	2216.0	2264.0	2348.0	2224.0	2031.0	2286.0	2128.0
acf	3705.0	3607.0	3710.0	3643.0	3160.0	3038.0	3196.0	3207.0	3060.0	2922.0	3178.0	2993.0
ade	6034.0	5844.0	5881.0	5937.0	5778.0	5657.0	5599.0	5592.0	5647.0	5362.0	5548.0	5433.0
adf	5421.0	5307.0	5421.0	5428.0	5035.0	4940.0	4970.0	5080.0	4911.0	4751.0	4918.0	4874.0
aef	5554.0	5461.0	5556.0	5577.0	5192.0	5093.0	5122.0	5225.0	5023.0	4897.0	5037.0	4992.0
bcd	2876.0	2625.0	2780.0	2826.0	2774.0	2629.0	2665.0	2760.0	2784.0	2577.0	2797.0	2652.0
bce	2328.0	2117.0	2317.0	2308.0	2139.0	1936.0	2058.0	2095.0	1994.0	1834.0	2084.0	1897.0
bcf	3007.0	2898.0	3110.0	3000.0	2958.0	2841.0	2976.0	2998.0	2943.0	2806.0	3041.0	2878.0
bde	5885.0	5615.0	5704.0	5659.0	5441.0	5318.0	5308.0	5242.0	5320.0	5111.0	5256.0	5160.0
bdf	4979.0	4828.0	4986.0	4973.0	4763.0	4623.0	4656.0	4764.0	4645.0	4490.0	4664.0	4616.0
bef	4633.0	4507.0	4641.0	4620.0	4285.0	4157.0	4231.0	4278.0	4130.0	3989.0	4164.0	4088.0
cde	3669.0	3445.0	3529.0	3587.0	2825.0	2661.0	2668.0	2772.0	2623.0	2404.0	2670.0	2533.0
cdf	5593.0	5490.0	5604.0	5613.0	5213.0	5116.0	5129.0	5212.0	5052.0	4889.0	5060.0	5002.0
cef	4336.0	4262.0	4285.0	4256.0	3551.0	3443.0	3576.0	3558.0	3317.0	3215.0	3422.0	3260.0
def	5721.0	5616.0	5714.0	5725.0	5358.0	5264.0	5272.0	5376.0	5151.0	5035.0	5177.0	5112.0
abcd	4917.0	4614.0	4969.0	4896.0	4709.0	4771.0	4460.0	5009.0	4736.0	4438.0	4793.0	4663.0
abce	4191.0	4233.0	4252.0	4421.0	4198.0	4365.0	3964.0	4456.0	4061.0	4184.0	4226.0	4166.0
abcf	5488.0	5164.0	4503.0	4960.0	5580.0	5363.0	4953.0	4491.0	5578.0	5598.0	4750.0	4916.0
abde	5352.0	5227.0	5248.0	5203.0	5055.0	5261.0	4917.0	5225.0	5037.0	4862.0	5005.0	4876.0
abdf	5172.0	5066.0	4224.0	4654.0	5169.0	4981.0	4632.0	4183.0	5082.0	5313.0	4373.0	4556.0
abef	5637.0	5319.0	4515.0	5089.0	5704.0	5426.0	4963.0	4484.0	5558.0	5645.0	4718.0	4932.0
acde	4327.0	3627.0	4234.0	4656.0	4410.0	3987.0	3804.0	4664.0	4127.0	3754.0	4466.0	4184.0
acdf	4727.0	4746.0	3998.0	4268.0	4932.0	4779.0	4509.0	4022.0	4876.0	5126.0	4247.0	4386.0
acef	4906.0	4602.0	4332.0	4710.0	5519.0	5293.0	4915.0	4500.0	5538.0	5472.0	4757.0	4941.0
adef	4995.0	4901.0	4154.0	4534.0	5277.0	5129.0	4702.0	4230.0	5215.0	5434.0	4458.0	4664.0
bcde	4453.0	3906.0	4275.0	4702.0	4371.0	4200.0	3886.0	4694.0	4183.0	3932.0	4463.0	4178.0
bcdf	5623.0	5453.0	4563.0	4993.0	5542.0	5371.0	4927.0	4422.0	5460.0	5617.0	4686.0	4875.0
bdef	5214.0	5202.0	4274.0	4704.0	5129.0	5003.0	4623.0	4130.0	5020.0	5290.0	4328.0	4529.0
cdef	4540.0	4365.0	4238.0	4506.0	5398.0	5139.0	4881.0	4413.0	5449.0	5394.0	4703.0	4879.0
abcde	4191.0	4233.0	4252.0	4421.0	4198.0	4365.0	3964.0	4456.0	4061.0	4184.0	4226.0	4166.0
abcdf	5283.0	5156.0	4323.0	4759.0	5302.0	5090.0	4747.0	4260.0	5204.0	5426.0	4493.0	4658.0
acdef	4926.0	4771.0	4280.0	4643.0	5397.0	5246.0	4849.0	4363.0	5381.0	5493.0	4652.0	4813.0
abdef	5238.0	5184.0	4250.0	4768.0	5218.0	5033.0	4663.0	4198.0	5102.0	5353.0	4385.0	4591.0
abcef	5635.0	5243.0	4577.0	5130.0	5770.0	5473.0	5022.0	4540.0	5652.0	5672.0	4784.0	5003.0
bcef	5691.0	5532.0	4598.0	5082.0	5627.0	5440.0	4960.0	4446.0	5495.0	5664.0	4705.0	4924.0
bcdef	5691.0	5532.0	4598.0	5082.0	5627.0	5440.0	4960.0	4446.0	5495.0	5664.0	4705.0	4924.0
abcdef	5375.0	5252.0	4353.0	4859.0	5383.0	5159.0	4781.0	4286.0	5223.0	5470.0	4509.0	4707.0

TABELA A.4 Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Boa Vista

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5344.0	5306.0	5299.0	5139.0	5327.0	5413.0	5480.0	5251.0	5509.0	5369.0	5580.0	5243.0
a	5341.0	5288.0	5308.0	5133.0	5321.0	5394.0	5475.0	5230.0	5512.0	5353.0	5591.0	5219.0
b	5349.0	5311.0	5320.0	5154.0	5344.0	5426.0	5492.0	5257.0	5533.0	5386.0	5605.0	5256.0
c	4904.0	4911.0	4819.0	4653.0	4736.0	4888.0	4995.0	4652.0	4878.0	4829.0	4973.0	4636.0
d	5389.0	5334.0	5358.0	5188.0	5404.0	5464.0	5534.0	5303.0	5594.0	5416.0	5651.0	5302.0
ab	5333.0	5282.0	5307.0	5133.0	5320.0	5396.0	5472.0	5236.0	5508.0	5357.0	5589.0	5227.0
ac	5165.0	5146.0	5122.0	4939.0	5105.0	5199.0	5285.0	4999.0	5256.0	5134.0	5355.0	4994.0
ad	5400.0	5347.0	5364.0	5189.0	5397.0	5467.0	5538.0	5308.0	5604.0	5422.0	5672.0	5307.0
bc	4898.0	4929.0	4839.0	4669.0	4749.0	4915.0	5004.0	4663.0	4884.0	4843.0	4989.0	4639.0
bd	5401.0	5353.0	5362.0	5189.0	5404.0	5477.0	5538.0	5325.0	5609.0	5441.0	5677.0	5315.0
cd	5037.0	5006.0	4969.0	4784.0	4953.0	5013.0	5143.0	4796.0	5086.0	4973.0	5163.0	4795.0
abc	5161.0	5148.0	5134.0	4943.0	5103.0	5205.0	5300.0	4997.0	5270.0	5153.0	5362.0	4996.0
abd	5394.0	5343.0	5368.0	5202.0	5398.0	5465.0	5543.0	5315.0	5611.0	5419.0	5670.0	5315.0
acd	5272.0	5219.0	5235.0	5048.0	5225.0	5297.0	5400.0	5129.0	5401.0	5254.0	5486.0	5111.0
bcd	5037.0	5024.0	4981.0	4790.0	4946.0	5051.0	5147.0	4812.0	5085.0	4968.0	5167.0	4785.0
abcd	5273.0	5220.0	5242.0	5053.0	5244.0	5306.0	5402.0	5138.0	5414.0	5267.0	5503.0	5129.0

TABELA A.5 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Bom Jesus do Piauí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6083.0	5653.0	6181.0	6262.0	6099.0	5688.0	5782.0	6076.0	6065.0	5567.0	6182.0	5865.0
a	6092.0	5707.0	6187.0	6207.0	6002.0	5606.0	5712.0	5966.0	5934.0	5455.0	6068.0	5738.0
b	5995.0	5465.0	5986.0	5906.0	5583.0	4997.0	5209.0	5441.0	5375.0	4773.0	5552.0	5121.0
c	3984.0	3527.0	3793.0	4106.0	3260.0	2723.0	2772.0	3423.0	2742.0	2421.0	3169.0	2954.0
d	6565.0	6248.0	6620.0	6726.0	6789.0	6604.0	6599.0	6773.0	6862.0	6536.0	6837.0	6675.0
e	6397.0	6044.0	6419.0	6508.0	6471.0	6208.0	6275.0	6389.0	6422.0	6009.0	6438.0	6115.0
f	5873.0	5667.0	5932.0	5968.0	5715.0	5508.0	5582.0	5798.0	5643.0	5420.0	5756.0	5616.0
ab	3309.0	3063.0	3783.0	3495.0	3329.0	2817.0	3188.0	3337.0	3145.0	2955.0	3460.0	3169.0
ac	3669.0	3200.0	3577.0	3853.0	3085.0	2548.0	2664.0	3334.0	2638.0	2386.0	3072.0	2894.0
ad	6731.0	6437.0	6724.0	6774.0	6800.0	6614.0	6606.0	6718.0	6844.0	6523.0	6811.0	6636.0
ae	5749.0	5334.0	5803.0	5924.0	5794.0	5410.0	5512.0	5705.0	5611.0	5188.0	5760.0	5401.0
af	5718.0	5524.0	5841.0	5814.0	5596.0	5360.0	5459.0	5666.0	5509.0	5272.0	5625.0	5472.0
bc	2775.0	2347.0	3100.0	3375.0	2707.0	2156.0	2418.0	3135.0	2388.0	2315.0	2943.0	2767.0
bd	6910.0	6636.0	6790.0	6779.0	6761.0	6635.0	6594.0	6644.0	6789.0	6413.0	6730.0	6544.0
be	6488.0	6075.0	6391.0	6288.0	6114.0	5713.0	5874.0	5884.0	5900.0	5384.0	5981.0	5534.0
bf	5454.0	5208.0	5630.0	5546.0	5360.0	5069.0	5218.0	5412.0	5281.0	5004.0	5412.0	5205.0
cd	4363.0	3915.0	4148.0	4507.0	4054.0	3487.0	3526.0	4239.0	3664.0	3303.0	4116.0	3855.0
ce	4148.0	3713.0	3923.0	4258.0	3592.0	3048.0	3097.0	3701.0	3054.0	2735.0	3416.0	3193.0
cf	4989.0	4781.0	4943.0	5047.0	4676.0	4432.0	4554.0	4779.0	4436.0	4231.0	4650.0	4477.0
de	6715.0	6461.0	6731.0	6852.0	6939.0	6803.0	6791.0	6891.0	6949.0	6674.0	6928.0	6768.0

TABELA A.5 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Bom Jesus do Piauí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
df	6165.0	5979.0	6209.0	6265.0	6130.0	5954.0	5998.0	6180.0	6092.0	5916.0	6123.0	6057.0
ef	6152.0	5974.0	6144.0	6216.0	6046.0	5849.0	5904.0	6044.0	5929.0	5707.0	5957.0	5851.0
abc	2166.0	1888.0	2532.0	2467.0	2215.0	1804.0	2049.0	2490.0	2010.0	2029.0	2474.0	2306.0
abd	6188.0	5688.0	6157.0	5918.0	6099.0	5720.0	5904.0	5785.0	6151.0	5557.0	6100.0	5669.0
abe	4391.0	3939.0	4459.0	4096.0	4131.0	3655.0	3925.0	3771.0	3872.0	3499.0	3939.0	3524.0
abf	4803.0	4560.0	5065.0	4831.0	4768.0	4534.0	4740.0	4841.0	4720.0	4500.0	4904.0	4691.0
acd	4215.0	3755.0	4134.0	4461.0	4142.0	3525.0	3676.0	4357.0	3778.0	3494.0	4242.0	4005.0
ace	3942.0	3478.0	3812.0	4097.0	3533.0	2949.0	3084.0	3695.0	2987.0	2753.0	3390.0	3171.0
acf	4709.0	4524.0	4779.0	4808.0	4452.0	4196.0	4401.0	4628.0	4283.0	4136.0	4562.0	4352.0
ade	6880.0	6648.0	6842.0	6877.0	6934.0	6811.0	6802.0	6843.0	6914.0	6670.0	6883.0	6734.0
adf	6106.0	5953.0	6156.0	6203.0	6087.0	5891.0	5947.0	6124.0	6039.0	5842.0	6059.0	5999.0
aef	6274.0	6100.0	6263.0	6336.0	6210.0	6058.0	6085.0	6229.0	6158.0	5960.0	6152.0	6100.0
bcd	4052.0	3421.0	4267.0	4506.0	4242.0	3644.0	3817.0	4426.0	4015.0	3676.0	4344.0	4089.0
bce	3367.0	2847.0	3539.0	3829.0	3287.0	2711.0	2973.0	3417.0	2897.0	2797.0	3238.0	3072.0
bcf	4206.0	3988.0	4534.0	4511.0	4379.0	4080.0	4324.0	4589.0	4266.0	4100.0	4561.0	4320.0
bde	6993.0	6827.0	6904.0	6898.0	6836.0	6783.0	6754.0	6752.0	6835.0	6597.0	6802.0	6652.0
bdf	6046.0	5863.0	6135.0	6140.0	5989.0	5791.0	5843.0	6030.0	5942.0	5737.0	5965.0	5909.0
bef	5930.0	5700.0	5943.0	5968.0	5759.0	5536.0	5623.0	5746.0	5617.0	5370.0	5643.0	5504.0
cde	4433.0	4003.0	4197.0	4569.0	4215.0	3663.0	3711.0	4354.0	3810.0	3484.0	4207.0	3960.0
cdf	6165.0	5979.0	6209.0	6265.0	6130.0	5954.0	5998.0	6180.0	6092.0	5916.0	6123.0	6057.0
cef	5211.0	5025.0	5105.0	5267.0	4971.0	4757.0	4845.0	5014.0	4711.0	4539.0	4850.0	4698.0
def	6313.0	6146.0	6293.0	6361.0	6271.0	6106.0	6142.0	6275.0	6223.0	6023.0	6217.0	6151.0
abcd	6188.0	5688.0	6157.0	5918.0	6099.0	5720.0	5904.0	5785.0	6151.0	5557.0	6100.0	5669.0
abce	5399.0	4994.0	5408.0	5180.0	5448.0	5088.0	5307.0	5190.0	5387.0	5025.0	5405.0	5057.0
abcf	4479.0	4263.0	4712.0	4534.0	4484.0	4247.0	4478.0	4590.0	4438.0	4215.0	4648.0	4395.0
abde	6485.0	6120.0	6422.0	6165.0	6321.0	6033.0	6282.0	6024.0	6299.0	5861.0	6286.0	5884.0
abdf	5796.0	5595.0	5897.0	5814.0	5804.0	5594.0	5691.0	5834.0	5776.0	5557.0	5805.0	5721.0
abef	5437.0	5197.0	5516.0	5338.0	5297.0	5036.0	5214.0	5195.0	5107.0	4901.0	5154.0	5002.0
acde	4335.0	3892.0	4225.0	4572.0	4361.0	3762.0	3937.0	4486.0	4001.0	3718.0	4362.0	4130.0
acdf	6106.0	5953.0	6156.0	6203.0	6087.0	5891.0	5947.0	6124.0	6039.0	5842.0	6059.0	5999.0
acef	5027.0	4842.0	4989.0	5110.0	4857.0	4637.0	4741.0	4924.0	4640.0	4480.0	4773.0	4629.0
adef	6062.0	5885.0	6078.0	6120.0	5930.0	5729.0	5798.0	5919.0	5806.0	5588.0	5848.0	5718.0
bcde	4366.0	3775.0	4428.0	4672.0	4513.0	4023.0	4127.0	4611.0	4248.0	3953.0	4517.0	4257.0
bcdf	4962.0	4731.0	5078.0	5144.0	5085.0	4853.0	4954.0	5171.0	4984.0	4801.0	5099.0	4974.0
bdef	6279.0	6073.0	6273.0	6292.0	6150.0	5967.0	5996.0	6129.0	6093.0	5860.0	6065.0	6004.0
cdef	5211.0	5025.0	5105.0	5267.0	4971.0	4757.0	4845.0	5014.0	4711.0	4539.0	4850.0	4698.0
abcde	5399.0	4994.0	5408.0	5180.0	5448.0	5088.0	5307.0	5190.0	5387.0	5025.0	5405.0	5057.0
abcdf	5466.0	5305.0	5621.0	5533.0	5550.0	5333.0	5459.0	5568.0	5478.0	5256.0	5557.0	5389.0
acdef	5250.0	5079.0	5222.0	5357.0	5221.0	5019.0	5111.0	5259.0	5022.0	4886.0	5141.0	5002.0
abdef	6045.0	5838.0	6072.0	6031.0	5975.0	5803.0	5873.0	5955.0	5923.0	5716.0	5892.0	5833.0

**TABELA A.5** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Bom Jesus do Piauí (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcef	5052.0	4829.0	5125.0	4991.0	4959.0	4700.0	4880.0	4911.0	4817.0	4571.0	4884.0	4685.0
bcef	5178.0	4963.0	5200.0	5305.0	5247.0	5039.0	5116.0	5270.0	5129.0	4947.0	5176.0	5061.0
bcdef	5178.0	4963.0	5200.0	5305.0	5247.0	5039.0	5116.0	5270.0	5129.0	4947.0	5176.0	5061.0
abcdef	5734.0	5572.0	5782.0	5742.0	5747.0	5558.0	5651.0	5721.0	5664.0	5418.0	5661.0	5525.0

**TABELA A.6** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Bom Jesus do Piauí

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6571.0	6328.0	6562.0	6626.0	6922.0	6685.0	6720.0	6884.0	6971.0	6729.0	6962.0	6859.0
a	6586.0	6341.0	6576.0	6662.0	6937.0	6687.0	6724.0	6893.0	6975.0	6735.0	6986.0	6871.0
b	6607.0	6354.0	6597.0	6677.0	6973.0	6723.0	6756.0	6915.0	7016.0	6775.0	7007.0	6898.0
c	6230.0	6030.0	6236.0	6312.0	6510.0	6303.0	6366.0	6499.0	6532.0	6340.0	6579.0	6447.0
d	6572.0	6331.0	6568.0	6629.0	6926.0	6699.0	6723.0	6893.0	6977.0	6744.0	6958.0	6870.0
ab	6602.0	6358.0	6591.0	6666.0	6941.0	6700.0	6734.0	6907.0	6980.0	6738.0	6992.0	6877.0
ac	6467.0	6232.0	6486.0	6558.0	6789.0	6541.0	6614.0	6776.0	6815.0	6574.0	6845.0	6721.0
ad	6579.0	6338.0	6580.0	6661.0	6927.0	6696.0	6716.0	6897.0	6970.0	6743.0	6975.0	6875.0
bc	6292.0	6090.0	6333.0	6397.0	6571.0	6355.0	6410.0	6584.0	6580.0	6370.0	6641.0	6507.0
bd	6603.0	6360.0	6590.0	6678.0	6969.0	6727.0	6752.0	6913.0	7002.0	6782.0	6997.0	6903.0
cd	6278.0	6085.0	6282.0	6372.0	6593.0	6368.0	6433.0	6569.0	6606.0	6405.0	6629.0	6512.0
abc	6487.0	6259.0	6496.0	6577.0	6803.0	6561.0	6639.0	6790.0	6835.0	6598.0	6868.0	6732.0
abd	6590.0	6348.0	6583.0	6669.0	6937.0	6705.0	6727.0	6900.0	6976.0	6754.0	6985.0	6890.0
acd	6484.0	6260.0	6501.0	6570.0	6803.0	6580.0	6629.0	6813.0	6847.0	6632.0	6865.0	6759.0
bcd	6324.0	6126.0	6360.0	6445.0	6628.0	6401.0	6456.0	6633.0	6645.0	6438.0	6697.0	6570.0
abcd	6497.0	6277.0	6514.0	6600.0	6821.0	6596.0	6636.0	6830.0	6853.0	6643.0	6877.0	6767.0

**TABELA A.7** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Brasília (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7281.0	7318.0	7461.0	7139.0	8079.0	8077.0	8166.0	8022.0	8411.0	7993.0	8387.0	7922.0
a	7882.0	7809.0	7883.0	7598.0	8204.0	8109.0	8253.0	8108.0	8432.0	7988.0	8438.0	7952.0
b	8378.0	8029.0	8405.0	8036.0	8180.0	7869.0	8180.0	8033.0	8305.0	7595.0	8356.0	7677.0
c	5895.0	5375.0	6386.0	6211.0	6263.0	5546.0	6487.0	6857.0	6408.0	5863.0	7292.0	6035.0
d	7126.0	7284.0	7169.0	6911.0	8003.0	8187.0	8108.0	7862.0	8412.0	8199.0	8183.0	8059.0
e	7400.0	7535.0	7537.0	7268.0	8270.0	8265.0	8350.0	8152.0	8526.0	8169.0	8446.0	8101.0
f	6955.0	6996.0	7020.0	6910.0	7600.0	7648.0	7657.0	7593.0	7900.0	7721.0	7809.0	7622.0
ab	6702.0	5262.0	7216.0	5381.0	6434.0	4967.0	6519.0	5413.0	6671.0	4926.0	7004.0	4899.0
ac	6091.0	5608.0	6906.0	6507.0	6399.0	5615.0	6684.0	6899.0	6555.0	6038.0	7369.0	6174.0
ad	7678.0	7764.0	7563.0	7362.0	8230.0	8345.0	8288.0	8030.0	8502.0	8274.0	8326.0	8170.0
ae	7725.0	7667.0	7927.0	7674.0	8183.0	8000.0	8227.0	8096.0	8340.0	7852.0	8401.0	7873.0

TABELA A.7 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Brasília (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
af	7365.0	7368.0	7340.0	7241.0	7683.0	7708.0	7740.0	7673.0	7955.0	7746.0	7888.0	7661.0
bc	6331.0	5747.0	7219.0	6613.0	6543.0	5587.0	6656.0	6652.0	6683.0	5801.0	7240.0	5971.0
bd	8538.0	8407.0	8285.0	8158.0	8482.0	8457.0	8478.0	8264.0	8600.0	8316.0	8532.0	8310.0
be	8516.0	8289.0	8487.0	8290.0	8417.0	8149.0	8408.0	8195.0	8431.0	7945.0	8447.0	7968.0
bf	7886.0	7707.0	7832.0	7607.0	7820.0	7795.0	7835.0	7782.0	8063.0	7787.0	8001.0	7751.0
cd	6133.0	5682.0	6595.0	6460.0	6976.0	6480.0	7117.0	7422.0	7347.0	6785.0	7758.0	6889.0
ce	6065.0	5560.0	6523.0	6386.0	6670.0	5982.0	6840.0	7109.0	6875.0	6277.0	7456.0	6357.0
cf	6545.0	6594.0	7015.0	6698.0	7173.0	7166.0	7448.0	7381.0	7535.0	7351.0	7663.0	7263.0
de	7164.0	7344.0	7201.0	6984.0	8067.0	8246.0	8166.0	7890.0	8426.0	8267.0	8204.0	8114.0
df	6717.0	6832.0	6761.0	6678.0	7505.0	7573.0	7537.0	7480.0	7777.0	7705.0	7663.0	7627.0
ef	7071.0	7112.0	7073.0	7055.0	7800.0	7780.0	7731.0	7695.0	7988.0	7791.0	7845.0	7784.0
abc	5188.0	3961.0	6093.0	4272.0	5211.0	3703.0	5510.0	4416.0	5417.0	3891.0	5970.0	3941.0
abd	8431.0	7945.0	8431.0	7972.0	8337.0	8003.0	8321.0	8057.0	8397.0	7861.0	8415.0	7899.0
abe	7654.0	6342.0	7698.0	6382.0	7374.0	5918.0	7312.0	6083.0	7332.0	5595.0	7358.0	5605.0
abf	7582.0	7381.0	7764.0	7259.0	7626.0	7518.0	7740.0	7568.0	7858.0	7493.0	7888.0	7447.0
acd	6557.0	6250.0	7257.0	6968.0	7293.0	6877.0	7442.0	7615.0	7624.0	7035.0	7921.0	7137.0
ace	6325.0	5891.0	7079.0	6776.0	6886.0	6127.0	7079.0	7168.0	7055.0	6432.0	7548.0	6510.0
acf	6791.0	6812.0	7241.0	6937.0	7268.0	7196.0	7470.0	7420.0	7570.0	7371.0	7694.0	7323.0
ade	7712.0	7810.0	7579.0	7419.0	8287.0	8398.0	8335.0	8068.0	8518.0	8330.0	8340.0	8230.0
adf	7209.0	7213.0	7103.0	7082.0	7676.0	7703.0	7651.0	7606.0	7859.0	7779.0	7756.0	7717.0
aef	7258.0	7259.0	7126.0	7173.0	7747.0	7743.0	7685.0	7642.0	7884.0	7802.0	7771.0	7770.0
bcd	7487.0	7078.0	7785.0	7524.0	7675.0	7285.0	7647.0	7679.0	7850.0	7209.0	8048.0	7296.0
bce	6839.0	6270.0	7442.0	7038.0	7126.0	6381.0	7130.0	7001.0	7213.0	6281.0	7432.0	6376.0
bcf	7355.0	7257.0	7568.0	7276.0	7509.0	7445.0	7583.0	7577.0	7780.0	7446.0	7825.0	7407.0
bde	8559.0	8475.0	8311.0	8212.0	8554.0	8521.0	8549.0	8305.0	8638.0	8386.0	8541.0	8359.0
bdf	7892.0	7805.0	7708.0	7669.0	7897.0	7906.0	7857.0	7822.0	8044.0	7907.0	7941.0	7879.0
bef	8062.0	7839.0	7901.0	7890.0	8075.0	7936.0	7934.0	7926.0	8176.0	7876.0	8059.0	7931.0
cde	6198.0	5762.0	6651.0	6538.0	7139.0	6715.0	7299.0	7510.0	7518.0	6930.0	7810.0	7025.0
cdf	6717.0	6832.0	6761.0	6678.0	7505.0	7573.0	7537.0	7480.0	7777.0	7705.0	7663.0	7627.0
cef	6656.0	6696.0	7107.0	6950.0	7492.0	7389.0	7566.0	7523.0	7702.0	7442.0	7729.0	7440.0
def	6779.0	6875.0	6788.0	6751.0	7588.0	7613.0	7570.0	7519.0	7802.0	7724.0	7678.0	7678.0
abcd	8431.0	7945.0	8431.0	7972.0	8337.0	8003.0	8321.0	8057.0	8397.0	7861.0	8415.0	7899.0
abce	8113.0	7604.0	8180.0	7661.0	8116.0	7663.0	8137.0	7709.0	8207.0	7530.0	8206.0	7528.0
abcf	7354.0	7200.0	7663.0	7066.0	7508.0	7355.0	7625.0	7443.0	7741.0	7350.0	7807.0	7319.0
abde	8518.0	8215.0	8496.0	8181.0	8475.0	8174.0	8439.0	8190.0	8457.0	8057.0	8462.0	8042.0
abdf	7919.0	7769.0	7823.0	7688.0	7930.0	7904.0	7911.0	7849.0	8082.0	7917.0	8007.0	7855.0
abef	7971.0	7607.0	7909.0	7738.0	7959.0	7734.0	7872.0	7796.0	8031.0	7637.0	7961.0	7733.0
acde	6657.0	6362.0	7315.0	7097.0	7479.0	7104.0	7550.0	7692.0	7764.0	7209.0	7966.0	7260.0
acdf	7209.0	7213.0	7103.0	7082.0	7676.0	7703.0	7651.0	7606.0	7859.0	7779.0	7756.0	7717.0
acef	6994.0	6961.0	7344.0	7270.0	7601.0	7437.0	7585.0	7599.0	7764.0	7460.0	7771.0	7520.0

**TABELA A.7** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Brasília (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
adef	7543.0	7456.0	7397.0	7436.0	7909.0	7845.0	7813.0	7798.0	8058.0	7813.0	7933.0	7813.0
bcde	7624.0	7286.0	7838.0	7674.0	7851.0	7504.0	7807.0	7785.0	7963.0	7367.0	8086.0	7425.0
bcdf	7689.0	7635.0	7697.0	7564.0	7798.0	7791.0	7796.0	7791.0	7984.0	7791.0	7939.0	7749.0
bdef	7926.0	7850.0	7731.0	7779.0	7968.0	7952.0	7886.0	7853.0	8068.0	7926.0	7951.0	7938.0
cdef	6656.0	6696.0	7107.0	6950.0	7492.0	7389.0	7566.0	7523.0	7702.0	7442.0	7729.0	7440.0
abcde	8113.0	7604.0	8180.0	7661.0	8116.0	7663.0	8137.0	7709.0	8207.0	7530.0	8206.0	7528.0
abcdf	7836.0	7729.0	7863.0	7627.0	7880.0	7834.0	7903.0	7832.0	8057.0	7873.0	8004.0	7833.0
acdef	7127.0	7148.0	7326.0	7265.0	7660.0	7620.0	7699.0	7656.0	7865.0	7664.0	7821.0	7634.0
abdef	8001.0	7835.0	7881.0	7846.0	8038.0	7954.0	7955.0	7916.0	8120.0	7955.0	8021.0	7949.0
abcef	7781.0	7420.0	7791.0	7588.0	7846.0	7547.0	7769.0	7662.0	7942.0	7465.0	7886.0	7552.0
bcef	7774.0	7687.0	7718.0	7704.0	7923.0	7863.0	7840.0	7841.0	8032.0	7824.0	7958.0	7845.0
bcdef	7774.0	7687.0	7718.0	7704.0	7923.0	7863.0	7840.0	7841.0	8032.0	7824.0	7958.0	7845.0
abcdef	7954.0	7817.0	7904.0	7813.0	8021.0	7911.0	7943.0	7906.0	8111.0	7910.0	8025.0	7922.0

**TABELA A.8** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Brasília

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6173.0	6322.0	6223.0	6191.0	6732.0	6804.0	6661.0	6690.0	6951.0	6916.0	6805.0	6864.0
a	6312.0	6412.0	6350.0	6324.0	6891.0	6939.0	6802.0	6856.0	7129.0	7059.0	6958.0	7034.0
b	6291.0	6373.0	6315.0	6283.0	6825.0	6884.0	6741.0	6765.0	7048.0	6984.0	6882.0	6968.0
c	6410.0	6507.0	6535.0	6419.0	6957.0	6983.0	6935.0	6929.0	7220.0	7126.0	7108.0	7079.0
d	6128.0	6295.0	6190.0	6156.0	6691.0	6775.0	6621.0	6655.0	6900.0	6887.0	6771.0	6837.0
ab	6325.0	6418.0	6365.0	6343.0	6922.0	6956.0	6826.0	6874.0	7155.0	7082.0	6988.0	7042.0
ac	6454.0	6534.0	6516.0	6465.0	7025.0	7045.0	6949.0	6960.0	7274.0	7182.0	7133.0	7138.0
ad	6277.0	6379.0	6303.0	6293.0	6835.0	6889.0	6761.0	6801.0	7066.0	7017.0	6915.0	6998.0
bc	6582.0	6628.0	6675.0	6560.0	7115.0	7112.0	7046.0	7046.0	7369.0	7238.0	7236.0	7216.0
bd	6255.0	6348.0	6276.0	6252.0	6791.0	6854.0	6721.0	6732.0	7012.0	6964.0	6852.0	6937.0
cd	6340.0	6451.0	6455.0	6363.0	6874.0	6934.0	6880.0	6881.0	7162.0	7067.0	7032.0	7031.0
abc	6468.0	6547.0	6527.0	6472.0	7039.0	7058.0	6967.0	6980.0	7297.0	7199.0	7156.0	7165.0
abd	6285.0	6390.0	6321.0	6311.0	6855.0	6913.0	6778.0	6826.0	7087.0	7033.0	6938.0	7014.0
acd	6377.0	6469.0	6442.0	6402.0	6963.0	7006.0	6886.0	6921.0	7210.0	7128.0	7059.0	7092.0
bcd	6513.0	6589.0	6582.0	6504.0	7057.0	7070.0	6986.0	6998.0	7304.0	7196.0	7173.0	7165.0
abcd	6384.0	6495.0	6449.0	6413.0	6978.0	7012.0	6896.0	6938.0	7219.0	7143.0	7068.0	7102.0

**TABELA A.9** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cabrobó (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6070.0	5855.0	6107.0	6007.0	5449.0	5291.0	5345.0	5420.0	5388.0	4876.0	5423.0	4946.0
a	5971.0	5685.0	5960.0	5790.0	5195.0	5024.0	5121.0	5155.0	5160.0	4685.0	5220.0	4734.0

TABELA A.9 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cabrobó (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
b	5176.0	4732.0	5200.0	4818.0	4505.0	4338.0	4510.0	4454.0	4537.0	4191.0	4603.0	4231.0
c	3935.0	3741.0	4253.0	4114.0	3442.0	3190.0	3573.0	3800.0	3360.0	3423.0	3779.0	3466.0
d	6540.0	6337.0	6462.0	6459.0	6176.0	6133.0	6080.0	6192.0	6213.0	5757.0	6215.0	5805.0
e	6357.0	6141.0	6280.0	6252.0	5776.0	5627.0	5706.0	5709.0	5639.0	5148.0	5703.0	5222.0
f	5990.0	5888.0	6045.0	5914.0	5517.0	5451.0	5550.0	5545.0	5527.0	5344.0	5556.0	5297.0
ab	3581.0	3468.0	3782.0	3504.0	3481.0	3334.0	3537.0	3559.0	3487.0	3365.0	3644.0	3394.0
ac	3646.0	3485.0	4066.0	3886.0	3384.0	3171.0	3544.0	3749.0	3350.0	3397.0	3746.0	3437.0
ad	6523.0	6300.0	6449.0	6348.0	6031.0	5989.0	5967.0	6055.0	6082.0	5637.0	6094.0	5666.0
ae	5659.0	5434.0	5673.0	5547.0	4992.0	4800.0	4941.0	4949.0	4870.0	4517.0	4930.0	4539.0
af	5777.0	5658.0	5842.0	5627.0	5327.0	5262.0	5374.0	5370.0	5400.0	5226.0	5427.0	5177.0
bc	3337.0	3312.0	3795.0	3649.0	3406.0	3209.0	3495.0	3618.0	3353.0	3338.0	3616.0	3387.0
bd	6199.0	5887.0	6146.0	5877.0	5629.0	5496.0	5617.0	5622.0	5710.0	5200.0	5744.0	5241.0
be	5572.0	5219.0	5576.0	5224.0	4901.0	4654.0	4903.0	4718.0	4797.0	4448.0	4852.0	4438.0
bf	5322.0	5168.0	5383.0	5142.0	5087.0	5014.0	5132.0	5090.0	5173.0	5032.0	5210.0	4953.0
cd	4331.0	4156.0	4614.0	4555.0	3951.0	3767.0	4041.0	4215.0	3914.0	3866.0	4206.0	3925.0
ce	4113.0	3912.0	4381.0	4294.0	3685.0	3473.0	3784.0	3968.0	3598.0	3604.0	3902.0	3634.0
cf	4989.0	4913.0	5180.0	4989.0	4610.0	4514.0	4689.0	4749.0	4617.0	4520.0	4772.0	4519.0
de	6651.0	6496.0	6573.0	6565.0	6334.0	6289.0	6311.0	6331.0	6328.0	5935.0	6336.0	5951.0
df	6352.0	6257.0	6316.0	6284.0	6006.0	5963.0	5974.0	5991.0	5981.0	5864.0	5949.0	5781.0
ef	6289.0	6173.0	6241.0	6207.0	5861.0	5764.0	5829.0	5805.0	5748.0	5597.0	5725.0	5544.0
abc	2936.0	3024.0	3356.0	3115.0	3041.0	2935.0	3186.0	3197.0	3088.0	3039.0	3280.0	3048.0
abd	4908.0	4569.0	4932.0	4590.0	4688.0	4510.0	4670.0	4548.0	4711.0	4455.0	4730.0	4448.0
abe	3958.0	3802.0	4022.0	3786.0	3822.0	3657.0	3831.0	3776.0	3787.0	3602.0	3831.0	3590.0
abf	4669.0	4590.0	4847.0	4534.0	4649.0	4565.0	4748.0	4702.0	4746.0	4616.0	4848.0	4549.0
acd	4245.0	4057.0	4551.0	4416.0	4012.0	3828.0	4072.0	4221.0	4031.0	3932.0	4227.0	3974.0
ace	3919.0	3735.0	4248.0	4109.0	3691.0	3498.0	3792.0	3927.0	3621.0	3589.0	3883.0	3636.0
acf	4683.0	4660.0	4898.0	4736.0	4468.0	4407.0	4594.0	4641.0	4566.0	4479.0	4715.0	4462.0
ade	6623.0	6471.0	6575.0	6493.0	6215.0	6169.0	6197.0	6198.0	6197.0	5821.0	6223.0	5819.0
adf	6200.0	6108.0	6177.0	6099.0	5863.0	5841.0	5853.0	5855.0	5854.0	5732.0	5819.0	5666.0
aef	6333.0	6251.0	6255.0	6254.0	5982.0	5964.0	5969.0	5959.0	5931.0	5827.0	5893.0	5760.0
bcd	4055.0	3951.0	4268.0	4140.0	4050.0	4004.0	4091.0	4158.0	4122.0	4000.0	4214.0	3989.0
bce	3707.0	3639.0	3955.0	3842.0	3707.0	3572.0	3706.0	3822.0	3635.0	3526.0	3792.0	3563.0
bcf	4403.0	4406.0	4632.0	4439.0	4441.0	4411.0	4573.0	4595.0	4572.0	4465.0	4697.0	4420.0
bde	6358.0	6158.0	6332.0	6100.0	5865.0	5724.0	5880.0	5804.0	5880.0	5436.0	5902.0	5427.0
bdf	5915.0	5808.0	5864.0	5731.0	5663.0	5651.0	5662.0	5626.0	5702.0	5579.0	5669.0	5509.0
bef	5696.0	5576.0	5651.0	5543.0	5435.0	5356.0	5459.0	5345.0	5415.0	5274.0	5394.0	5229.0
cde	4433.0	4230.0	4665.0	4628.0	4056.0	3870.0	4135.0	4275.0	4028.0	3948.0	4254.0	3997.0
cdf	6352.0	6257.0	6316.0	6284.0	6006.0	5963.0	5974.0	5991.0	5981.0	5864.0	5949.0	5781.0
cef	5227.0	5148.0	5347.0	5237.0	4889.0	4807.0	4949.0	4947.0	4815.0	4713.0	4902.0	4692.0
def	6485.0	6409.0	6427.0	6429.0	6104.0	6092.0	6087.0	6089.0	6045.0	5964.0	6010.0	5887.0

**TABELA A.9** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cabrobó (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcd	4908.0	4569.0	4932.0	4590.0	4688.0	4510.0	4670.0	4548.0	4711.0	4455.0	4730.0	4448.0
abce	4389.0	4265.0	4435.0	4243.0	4346.0	4254.0	4374.0	4292.0	4364.0	4236.0	4372.0	4226.0
abcf	4405.0	4380.0	4634.0	4333.0	4443.0	4356.0	4593.0	4523.0	4557.0	4443.0	4678.0	4399.0
abde	5120.0	4797.0	5161.0	4786.0	4885.0	4641.0	4896.0	4690.0	4843.0	4583.0	4877.0	4576.0
abdf	5571.0	5440.0	5580.0	5370.0	5443.0	5385.0	5466.0	5380.0	5469.0	5339.0	5447.0	5287.0
abef	5172.0	5039.0	5168.0	4985.0	5044.0	4945.0	5079.0	4978.0	4999.0	4906.0	5039.0	4801.0
acde	4343.0	4165.0	4628.0	4518.0	4147.0	3979.0	4180.0	4281.0	4134.0	4011.0	4281.0	4033.0
acdf	6200.0	6108.0	6177.0	6099.0	5863.0	5841.0	5853.0	5855.0	5854.0	5732.0	5819.0	5666.0
acef	5002.0	4925.0	5117.0	5011.0	4813.0	4734.0	4890.0	4870.0	4792.0	4706.0	4875.0	4666.0
adef	6093.0	5975.0	6059.0	5982.0	5691.0	5591.0	5677.0	5609.0	5625.0	5478.0	5596.0	5422.0
bcde	4210.0	4082.0	4323.0	4220.0	4153.0	4112.0	4185.0	4215.0	4185.0	4062.0	4253.0	4049.0
bcdf	4943.0	4909.0	5014.0	4910.0	4948.0	4947.0	5008.0	5007.0	5016.0	4950.0	5070.0	4861.0
bdef	6022.0	5977.0	5962.0	5903.0	5780.0	5761.0	5797.0	5749.0	5787.0	5692.0	5740.0	5600.0
cdef	5227.0	5148.0	5347.0	5237.0	4889.0	4807.0	4949.0	4947.0	4815.0	4713.0	4902.0	4692.0
abcde	4389.0	4265.0	4435.0	4243.0	4346.0	4254.0	4374.0	4292.0	4364.0	4236.0	4372.0	4226.0
abcdf	5282.0	5174.0	5311.0	5135.0	5206.0	5163.0	5262.0	5186.0	5239.0	5159.0	5263.0	5100.0
acdef	5239.0	5192.0	5338.0	5259.0	5083.0	5042.0	5137.0	5110.0	5048.0	5004.0	5107.0	4927.0
abdef	5746.0	5656.0	5697.0	5591.0	5580.0	5515.0	5606.0	5498.0	5551.0	5468.0	5520.0	5401.0
abcef	4876.0	4783.0	4913.0	4757.0	4800.0	4706.0	4867.0	4758.0	4783.0	4700.0	4830.0	4612.0
bcef	5094.0	5070.0	5103.0	5054.0	5090.0	5080.0	5124.0	5083.0	5099.0	5046.0	5132.0	4952.0
bcdef	5094.0	5070.0	5103.0	5054.0	5090.0	5080.0	5124.0	5083.0	5099.0	5046.0	5132.0	4952.0
abcdef	5465.0	5378.0	5422.0	5316.0	5372.0	5311.0	5389.0	5268.0	5336.0	5263.0	5319.0	5206.0

**TABELA A.10** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cabrobó (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6774.0	6665.0	6637.0	6717.0	6939.0	6953.0	6904.0	6831.0	7063.0	6990.0	7004.0	6926.0
a	6783.0	6680.0	6660.0	6735.0	6950.0	6949.0	6908.0	6851.0	7074.0	6982.0	7026.0	6929.0
b	6799.0	6697.0	6668.0	6751.0	6959.0	6968.0	6915.0	6854.0	7094.0	7000.0	7030.0	6949.0
c	6426.0	6401.0	6402.0	6422.0	6552.0	6560.0	6582.0	6539.0	6677.0	6600.0	6682.0	6561.0
d	6792.0	6683.0	6648.0	6742.0	6971.0	6986.0	6922.0	6860.0	7095.0	7012.0	7022.0	6956.0
ab	6785.0	6675.0	6664.0	6732.0	6954.0	6946.0	6909.0	6857.0	7082.0	6978.0	7025.0	6931.0
ac	6642.0	6576.0	6572.0	6632.0	6816.0	6811.0	6793.0	6761.0	6944.0	6848.0	6917.0	6800.0
ad	6822.0	6706.0	6688.0	6759.0	6980.0	6979.0	6940.0	6882.0	7123.0	7020.0	7054.0	6970.0
bc	6495.0	6443.0	6441.0	6473.0	6602.0	6599.0	6616.0	6583.0	6733.0	6641.0	6721.0	6598.0
bd	6827.0	6722.0	6685.0	6770.0	6983.0	6994.0	6946.0	6878.0	7125.0	7027.0	7053.0	6976.0
cd	6520.0	6465.0	6442.0	6495.0	6644.0	6666.0	6652.0	6606.0	6776.0	6714.0	6767.0	6659.0
abc	6653.0	6578.0	6580.0	6641.0	6824.0	6816.0	6795.0	6757.0	6948.0	6842.0	6918.0	6814.0
abd	6816.0	6704.0	6686.0	6752.0	6975.0	6981.0	6938.0	6881.0	7123.0	7014.0	7058.0	6966.0
acd	6709.0	6628.0	6613.0	6682.0	6888.0	6885.0	6856.0	6803.0	7003.0	6918.0	6960.0	6865.0



**TABELA A.10** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cabrobó (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcd	6572.0	6503.0	6484.0	6540.0	6683.0	6701.0	6698.0	6662.0	6830.0	6739.0	6803.0	6685.0
abcd	6710.0	6633.0	6614.0	6684.0	6891.0	6888.0	6853.0	6805.0	7014.0	6922.0	6968.0	6874.0

**TABELA A.11** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Caldas (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7387.0	7267.0	7724.0	7340.0	7865.0	7643.0	7938.0	7885.0	8169.0	7519.0	8279.0	7568.0
a	7560.0	7453.0	7824.0	7489.0	7940.0	7734.0	7997.0	7950.0	8199.0	7618.0	8303.0	7650.0
b	6296.0	5717.0	7204.0	6600.0	6505.0	5527.0	6623.0	6609.0	6633.0	5756.0	7222.0	5936.0
c	6015.0	5442.0	6691.0	6317.0	6204.0	5396.0	6489.0	6685.0	6369.0	5758.0	7200.0	5937.0
d	7548.0	7640.0	7497.0	7258.0	8198.0	8302.0	8252.0	7999.0	8486.0	8257.0	8305.0	8139.0
e	7719.0	7657.0	7790.0	7470.0	8159.0	8073.0	8224.0	8074.0	8414.0	7946.0	8429.0	7904.0
f	6691.0	6776.0	6721.0	6663.0	7272.0	7291.0	7169.0	7171.0	7617.0	7480.0	7441.0	7440.0
ab	7783.0	7349.0	8057.0	7474.0	7732.0	7264.0	7803.0	7602.0	8002.0	7100.0	8144.0	7144.0
ac	6091.0	5608.0	6906.0	6507.0	6399.0	5615.0	6684.0	6899.0	6555.0	6038.0	7369.0	6174.0
ad	7678.0	7764.0	7563.0	7362.0	8230.0	8345.0	8288.0	8030.0	8502.0	8274.0	8326.0	8170.0
ae	7882.0	7809.0	7883.0	7598.0	8204.0	8109.0	8253.0	8108.0	8432.0	7988.0	8438.0	7952.0
af	6806.0	6857.0	6757.0	6769.0	7318.0	7327.0	7197.0	7210.0	7640.0	7497.0	7460.0	7476.0
bc	6227.0	5652.0	7168.0	6559.0	6407.0	5375.0	6566.0	6506.0	6540.0	5665.0	7188.0	5833.0
bd	8538.0	8407.0	8285.0	8158.0	8482.0	8457.0	8478.0	8264.0	8600.0	8316.0	8532.0	8310.0
be	8386.0	8041.0	8410.0	8044.0	8196.0	7910.0	8191.0	8058.0	8320.0	7616.0	8360.0	7695.0
bf	7681.0	7536.0	7436.0	7478.0	7724.0	7724.0	7552.0	7558.0	7970.0	7750.0	7786.0	7755.0
cd	6457.0	6070.0	7052.0	6811.0	7188.0	6757.0	7351.0	7520.0	7571.0	6929.0	7854.0	7037.0
ce	6015.0	5442.0	6691.0	6317.0	6204.0	5396.0	6489.0	6685.0	6369.0	5758.0	7200.0	5937.0
cf	6422.0	6435.0	6858.0	6616.0	7326.0	7253.0	7352.0	7365.0	7673.0	7450.0	7712.0	7407.0
de	7548.0	7640.0	7497.0	7258.0	8198.0	8302.0	8252.0	7999.0	8486.0	8257.0	8305.0	8139.0
df	6410.0	6523.0	6442.0	6386.0	6959.0	7007.0	6891.0	6906.0	7264.0	7212.0	7107.0	7166.0
ef	6691.0	6776.0	6721.0	6663.0	7272.0	7291.0	7169.0	7171.0	7617.0	7480.0	7441.0	7440.0
abc	6083.0	5444.0	6972.0	6259.0	6276.0	5292.0	6509.0	6384.0	6509.0	5568.0	7104.0	5703.0
abd	8257.0	8153.0	8072.0	7874.0	8403.0	8397.0	8429.0	8216.0	8575.0	8303.0	8480.0	8252.0
abe	8167.0	7778.0	8238.0	7761.0	8089.0	7765.0	8138.0	7890.0	8275.0	7505.0	8351.0	7579.0
abf	7310.0	7248.0	7230.0	7192.0	7596.0	7578.0	7448.0	7454.0	7867.0	7660.0	7719.0	7642.0
acd	6557.0	6250.0	7257.0	6968.0	7293.0	6877.0	7442.0	7615.0	7624.0	7035.0	7921.0	7137.0
ace	6091.0	5608.0	6906.0	6507.0	6399.0	5615.0	6684.0	6899.0	6555.0	6038.0	7369.0	6174.0
acf	6609.0	6575.0	6956.0	6768.0	7422.0	7347.0	7390.0	7456.0	7748.0	7521.0	7750.0	7486.0
ade	7678.0	7764.0	7563.0	7362.0	8230.0	8345.0	8288.0	8030.0	8502.0	8274.0	8326.0	8170.0
adf	6510.0	6604.0	6462.0	6447.0	7006.0	7027.0	6896.0	6912.0	7281.0	7220.0	7131.0	7185.0
aef	6806.0	6857.0	6757.0	6769.0	7318.0	7327.0	7197.0	7210.0	7640.0	7497.0	7460.0	7476.0
bcd	7461.0	7049.0	7776.0	7507.0	7643.0	7236.0	7622.0	7644.0	7811.0	7176.0	8030.0	7258.0
bce	6331.0	5747.0	7219.0	6613.0	6543.0	5587.0	6656.0	6652.0	6683.0	5801.0	7240.0	5971.0

**TABELA A.11** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Caldas (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcf	7681.0	7536.0	7436.0	7478.0	7724.0	7724.0	7552.0	7558.0	7970.0	7750.0	7786.0	7755.0
bde	8538.0	8407.0	8285.0	8158.0	8482.0	8457.0	8478.0	8264.0	8600.0	8316.0	8532.0	8310.0
bdf	7299.0	7256.0	7093.0	7143.0	7364.0	7392.0	7210.0	7254.0	7617.0	7506.0	7428.0	7527.0
bef	7681.0	7536.0	7436.0	7478.0	7724.0	7724.0	7552.0	7558.0	7970.0	7750.0	7786.0	7755.0
cde	6457.0	6070.0	7052.0	6811.0	7188.0	6757.0	7351.0	7520.0	7571.0	6929.0	7854.0	7037.0
cdf	6436.0	6537.0	6793.0	6600.0	7329.0	7324.0	7300.0	7330.0	7687.0	7542.0	7611.0	7475.0
cef	6422.0	6435.0	6858.0	6616.0	7326.0	7253.0	7352.0	7365.0	7673.0	7450.0	7712.0	7407.0
def	6410.0	6523.0	6442.0	6386.0	6959.0	7007.0	6891.0	6906.0	7264.0	7212.0	7107.0	7166.0
abcd	7143.0	6795.0	7634.0	7260.0	7591.0	7236.0	7638.0	7625.0	7850.0	7174.0	8022.0	7250.0
abce	6083.0	5444.0	6972.0	6259.0	6276.0	5292.0	6509.0	6384.0	6509.0	5568.0	7104.0	5703.0
abcf	7182.0	7062.0	7335.0	7138.0	7628.0	7549.0	7542.0	7562.0	7912.0	7612.0	7861.0	7593.0
abde	8257.0	8153.0	8072.0	7874.0	8403.0	8397.0	8429.0	8216.0	8575.0	8303.0	8480.0	8252.0
abdf	6997.0	6981.0	6899.0	6898.0	7259.0	7263.0	7132.0	7177.0	7519.0	7435.0	7371.0	7419.0
abef	7310.0	7248.0	7230.0	7192.0	7596.0	7578.0	7448.0	7454.0	7867.0	7660.0	7719.0	7642.0
acde	6557.0	6250.0	7257.0	6968.0	7293.0	6877.0	7442.0	7615.0	7624.0	7035.0	7921.0	7137.0
acdf	6606.0	6641.0	6856.0	6773.0	7392.0	7397.0	7313.0	7377.0	7744.0	7591.0	7643.0	7546.0
acef	6609.0	6575.0	6956.0	6768.0	7422.0	7347.0	7390.0	7456.0	7748.0	7521.0	7750.0	7486.0
adef	6606.0	6641.0	6856.0	6773.0	7392.0	7397.0	7313.0	7377.0	7744.0	7591.0	7643.0	7546.0
bcde	7487.0	7078.0	7785.0	7524.0	7675.0	7285.0	7647.0	7679.0	7850.0	7209.0	8048.0	7296.0
bcdf	7827.0	7632.0	7553.0	7592.0	7824.0	7810.0	7619.0	7661.0	8045.0	7840.0	7889.0	7843.0
bdef	7299.0	7256.0	7093.0	7143.0	7364.0	7392.0	7210.0	7254.0	7617.0	7506.0	7428.0	7527.0
cdef	6436.0	6537.0	6793.0	6600.0	7329.0	7324.0	7300.0	7330.0	7687.0	7542.0	7611.0	7475.0
abcde	7143.0	6795.0	7634.0	7260.0	7591.0	7236.0	7638.0	7625.0	7850.0	7174.0	8022.0	7250.0
abcdf	7184.0	7149.0	7217.0	7135.0	7587.0	7586.0	7467.0	7493.0	7871.0	7679.0	7756.0	7673.0
acdef	6606.0	6641.0	6856.0	6773.0	7392.0	7397.0	7313.0	7377.0	7744.0	7591.0	7643.0	7546.0
abdef	6997.0	6981.0	6899.0	6898.0	7259.0	7263.0	7132.0	7177.0	7519.0	7435.0	7371.0	7419.0
abcef	7182.0	7062.0	7335.0	7138.0	7628.0	7549.0	7542.0	7562.0	7912.0	7612.0	7861.0	7593.0
bcef	7847.0	7618.0	7685.0	7615.0	7877.0	7820.0	7706.0	7726.0	8096.0	7795.0	7997.0	7786.0
bcdef	7827.0	7632.0	7553.0	7592.0	7824.0	7810.0	7619.0	7661.0	8045.0	7840.0	7889.0	7843.0
abcdef	7184.0	7149.0	7217.0	7135.0	7587.0	7586.0	7467.0	7493.0	7871.0	7679.0	7756.0	7673.0

**TABELA A.12** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Caldas (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	3925.0	3891.0	3574.0	3621.0	3956.0	4121.0	3878.0	3736.0	4129.0	4078.0	3843.0	3963.0
a	4059.0	3995.0	3703.0	3780.0	4148.0	4300.0	4034.0	3901.0	4329.0	4252.0	4040.0	4151.0
b	3960.0	3913.0	3613.0	3688.0	4012.0	4170.0	3921.0	3795.0	4199.0	4120.0	3919.0	4015.0
c	4362.0	4302.0	4073.0	4109.0	4534.0	4649.0	4420.0	4287.0	4764.0	4633.0	4462.0	4544.0
d	3917.0	3886.0	3570.0	3618.0	3948.0	4111.0	3866.0	3723.0	4118.0	4055.0	3838.0	3947.0
ab	4063.0	4017.0	3712.0	3792.0	4154.0	4314.0	4037.0	3928.0	4348.0	4275.0	4053.0	4163.0

**TABELA A.12** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Caldas (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
ac	4274.0	4211.0	3929.0	3977.0	4400.0	4518.0	4272.0	4152.0	4623.0	4500.0	4314.0	4406.0
ad	4042.0	3990.0	3690.0	3779.0	4132.0	4285.0	4014.0	3884.0	4307.0	4239.0	4025.0	4134.0
bc	4455.0	4386.0	4139.0	4183.0	4613.0	4745.0	4476.0	4372.0	4835.0	4707.0	4557.0	4623.0
bd	3958.0	3915.0	3612.0	3683.0	4005.0	4170.0	3919.0	3790.0	4187.0	4122.0	3918.0	4003.0
cd	4294.0	4247.0	4006.0	4058.0	4462.0	4583.0	4359.0	4219.0	4674.0	4565.0	4392.0	4472.0
abc	4261.0	4193.0	3912.0	3965.0	4402.0	4513.0	4265.0	4149.0	4616.0	4505.0	4308.0	4404.0
abd	4057.0	4002.0	3694.0	3781.0	4141.0	4301.0	4031.0	3906.0	4328.0	4254.0	4035.0	4144.0
acd	4232.0	4175.0	3885.0	3945.0	4345.0	4474.0	4221.0	4106.0	4557.0	4467.0	4255.0	4362.0
bcd	4397.0	4332.0	4085.0	4133.0	4552.0	4685.0	4426.0	4310.0	4775.0	4656.0	4485.0	4574.0
abcd	4230.0	4164.0	3877.0	3939.0	4336.0	4465.0	4229.0	4105.0	4554.0	4449.0	4255.0	4359.0

**TABELA A.13** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Campos do Jordão

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	1988.0	2209.0	1791.0	1849.0	2307.0	2634.0	2349.0	2293.0	2467.0	2700.0	2285.0	2578.0
a	1987.0	2239.0	1812.0	1900.0	2394.0	2733.0	2449.0	2406.0	2545.0	2798.0	2370.0	2663.0
b	2604.0	2897.0	2450.0	2631.0	3032.0	3427.0	3020.0	3071.0	3227.0	3448.0	2991.0	3342.0
c	3700.0	3870.0	3486.0	3404.0	4104.0	4581.0	4144.0	3953.0	4464.0	4446.0	4069.0	4219.0
d	1591.0	1764.0	1455.0	1466.0	1651.0	1908.0	1788.0	1679.0	1761.0	2040.0	1666.0	1928.0
e	1708.0	1932.0	1632.0	1646.0	1971.0	2259.0	2054.0	2060.0	2191.0	2464.0	2116.0	2373.0
f	1748.0	1767.0	1533.0	1601.0	1645.0	1743.0	1454.0	1515.0	1587.0	1553.0	1361.0	1588.0
ab	5210.0	5212.0	4951.0	5097.0	5212.0	5409.0	5164.0	5186.0	5308.0	5348.0	5146.0	5289.0
ac	3918.0	4112.0	3628.0	3557.0	4168.0	4634.0	4217.0	4019.0	4472.0	4517.0	4102.0	4295.0
ad	1493.0	1688.0	1398.0	1426.0	1675.0	1911.0	1761.0	1707.0	1770.0	2064.0	1677.0	1981.0
ae	1690.0	1915.0	1606.0	1670.0	2065.0	2341.0	2133.0	2177.0	2259.0	2525.0	2190.0	2446.0
af	2195.0	2203.0	1909.0	2058.0	2445.0	2568.0	2290.0	2296.0	2466.0	2431.0	2206.0	2425.0
bc	4456.0	4673.0	4122.0	4134.0	4612.0	4974.0	4605.0	4434.0	4769.0	4869.0	4478.0	4698.0
bd	1758.0	2079.0	1697.0	1850.0	2105.0	2365.0	2137.0	2179.0	2156.0	2438.0	2104.0	2364.0
be	2212.0	2487.0	2200.0	2331.0	2641.0	2927.0	2684.0	2790.0	2825.0	3126.0	2770.0	3085.0
bf	2586.0	2550.0	2263.0	2483.0	2729.0	2854.0	2528.0	2574.0	2733.0	2686.0	2433.0	2728.0
cd	3373.0	3602.0	3159.0	3072.0	3590.0	4054.0	3704.0	3434.0	3827.0	3931.0	3467.0	3698.0
ce	3536.0	3767.0	3378.0	3294.0	3871.0	4321.0	3982.0	3771.0	4204.0	4297.0	3889.0	4086.0
cf	2935.0	2985.0	2734.0	2770.0	3176.0	3381.0	3032.0	3042.0	3346.0	3266.0	2998.0	3244.0
de	1468.0	1637.0	1375.0	1371.0	1540.0	1729.0	1608.0	1586.0	1657.0	1911.0	1586.0	1847.0
df	1770.0	1782.0	1571.0	1645.0	1879.0	1966.0	1745.0	1780.0	1974.0	1947.0	1754.0	1969.0
ef	1734.0	1777.0	1607.0	1675.0	1987.0	2073.0	1865.0	1954.0	2121.0	2119.0	1969.0	2156.0
abc	5734.0	5565.0	5382.0	5415.0	5630.0	5798.0	5518.0	5534.0	5726.0	5599.0	5532.0	5582.0
abd	3754.0	4032.0	3597.0	3948.0	3890.0	4210.0	3794.0	4008.0	3970.0	4148.0	3798.0	4134.0
abe	4774.0	4860.0	4709.0	4836.0	4875.0	5061.0	4880.0	4920.0	5019.0	5040.0	4981.0	5074.0
abf	3673.0	3540.0	3288.0	3606.0	3692.0	3798.0	3360.0	3531.0	3777.0	3625.0	3413.0	3684.0

**TABELA A.13** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Campos do Jordão (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
acd	3424.0	3708.0	3192.0	3095.0	3506.0	3960.0	3583.0	3355.0	3674.0	3816.0	3358.0	3623.0
ace	3667.0	3928.0	3448.0	3363.0	3875.0	4301.0	3980.0	3788.0	4172.0	4302.0	3902.0	4128.0
acf	3105.0	3116.0	2836.0	2886.0	3293.0	3467.0	3083.0	3100.0	3414.0	3297.0	3041.0	3281.0
ade	1347.0	1524.0	1305.0	1321.0	1534.0	1736.0	1595.0	1593.0	1651.0	1946.0	1606.0	1889.0
adf	1788.0	1777.0	1585.0	1693.0	1947.0	2008.0	1797.0	1845.0	2005.0	1987.0	1815.0	2015.0
aef	1614.0	1610.0	1505.0	1561.0	1813.0	1836.0	1658.0	1762.0	1912.0	1861.0	1748.0	1948.0
bcd	3671.0	3954.0	3379.0	3422.0	3626.0	4047.0	3628.0	3546.0	3751.0	3943.0	3502.0	3808.0
bce	4065.0	4353.0	3865.0	3863.0	4207.0	4647.0	4245.0	4221.0	4484.0	4592.0	4261.0	4499.0
bcf	3527.0	3477.0	3104.0	3276.0	3475.0	3656.0	3162.0	3270.0	3561.0	3429.0	3147.0	3461.0
bde	1611.0	1855.0	1591.0	1696.0	1960.0	2152.0	1993.0	2063.0	2051.0	2304.0	2020.0	2280.0
bdf	2009.0	2002.0	1810.0	1964.0	2167.0	2222.0	2013.0	2097.0	2184.0	2167.0	1985.0	2202.0
bef	2107.0	2107.0	1998.0	2134.0	2305.0	2344.0	2169.0	2293.0	2385.0	2343.0	2223.0	2454.0
cde	3308.0	3544.0	3142.0	3032.0	3493.0	3936.0	3602.0	3373.0	3717.0	3830.0	3415.0	3646.0
cdf	1770.0	1782.0	1571.0	1645.0	1879.0	1966.0	1745.0	1780.0	1974.0	1947.0	1754.0	1969.0
cef	2690.0	2772.0	2577.0	2589.0	2861.0	3026.0	2762.0	2816.0	3053.0	3012.0	2831.0	3049.0
def	1595.0	1604.0	1485.0	1528.0	1745.0	1774.0	1609.0	1689.0	1845.0	1823.0	1699.0	1902.0
abcd	3754.0	4032.0	3597.0	3948.0	3890.0	4210.0	3794.0	4008.0	3970.0	4148.0	3798.0	4134.0
abce	4237.0	4421.0	4169.0	4350.0	4286.0	4503.0	4237.0	4432.0	4349.0	4519.0	4319.0	4516.0
abcf	3940.0	3758.0	3587.0	3839.0	3950.0	4002.0	3558.0	3755.0	4015.0	3833.0	3650.0	3889.0
abde	3506.0	3804.0	3453.0	3790.0	3657.0	3996.0	3597.0	3938.0	3742.0	3995.0	3698.0	4022.0
abdf	2706.0	2655.0	2471.0	2689.0	2722.0	2785.0	2504.0	2652.0	2762.0	2661.0	2523.0	2783.0
abef	3015.0	2938.0	2864.0	3146.0	3202.0	3276.0	2915.0	3214.0	3316.0	3231.0	3140.0	3393.0
acde	3324.0	3623.0	3136.0	3020.0	3363.0	3784.0	3442.0	3276.0	3538.0	3691.0	3291.0	3539.0
acdf	1788.0	1777.0	1585.0	1693.0	1947.0	2008.0	1797.0	1845.0	2005.0	1987.0	1815.0	2015.0
acef	2746.0	2810.0	2625.0	2640.0	2896.0	3017.0	2730.0	2814.0	3045.0	2980.0	2780.0	3048.0
adef	1788.0	1800.0	1662.0	1773.0	2076.0	2140.0	1939.0	2060.0	2167.0	2154.0	2028.0	2218.0
bcde	3479.0	3779.0	3304.0	3307.0	3457.0	3856.0	3480.0	3439.0	3595.0	3830.0	3424.0	3721.0
bcdf	2898.0	2881.0	2625.0	2753.0	2835.0	2940.0	2630.0	2679.0	2869.0	2809.0	2589.0	2862.0
bdef	1820.0	1798.0	1711.0	1823.0	2032.0	2046.0	1884.0	2003.0	2074.0	2039.0	1929.0	2104.0
cdef	2690.0	2772.0	2577.0	2589.0	2861.0	3026.0	2762.0	2816.0	3053.0	3012.0	2831.0	3049.0
abcde	4237.0	4421.0	4169.0	4350.0	4286.0	4503.0	4237.0	4432.0	4349.0	4519.0	4319.0	4516.0
abcdf	3020.0	2912.0	2725.0	2955.0	2994.0	3083.0	2697.0	2902.0	3086.0	2986.0	2789.0	3068.0
acdef	2553.0	2616.0	2430.0	2426.0	2627.0	2731.0	2477.0	2520.0	2723.0	2662.0	2502.0	2716.0
abdef	2422.0	2396.0	2333.0	2503.0	2531.0	2532.0	2318.0	2533.0	2601.0	2498.0	2423.0	2661.0
abcef	3393.0	3300.0	3207.0	3466.0	3489.0	3566.0	3191.0	3492.0	3627.0	3504.0	3413.0	3640.0
bcef	2663.0	2674.0	2512.0	2593.0	2674.0	2728.0	2450.0	2578.0	2725.0	2670.0	2515.0	2779.0
bcdef	2663.0	2674.0	2512.0	2593.0	2674.0	2728.0	2450.0	2578.0	2725.0	2670.0	2515.0	2779.0
abcdef	2713.0	2669.0	2587.0	2769.0	2799.0	2832.0	2541.0	2777.0	2911.0	2806.0	2705.0	2957.0

**TABELA A.14** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Campos do Jordão

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	1474.0	1424.0	1283.0	1404.0	1339.0	1318.0	1124.0	1227.0	1252.0	1170.0	1067.0	1246.0
a	1508.0	1468.0	1298.0	1416.0	1356.0	1333.0	1136.0	1236.0	1268.0	1179.0	1065.0	1255.0
b	1464.0	1414.0	1265.0	1390.0	1313.0	1303.0	1109.0	1216.0	1229.0	1155.0	1045.0	1225.0
c	1804.0	1722.0	1606.0	1734.0	1742.0	1705.0	1412.0	1630.0	1641.0	1509.0	1443.0	1658.0
d	1465.0	1419.0	1276.0	1396.0	1322.0	1308.0	1113.0	1210.0	1223.0	1158.0	1049.0	1232.0
ab	1507.0	1473.0	1302.0	1409.0	1345.0	1331.0	1132.0	1233.0	1260.0	1171.0	1056.0	1243.0
ac	1620.0	1580.0	1431.0	1535.0	1488.0	1467.0	1243.0	1383.0	1416.0	1297.0	1208.0	1401.0
ad	1480.0	1451.0	1283.0	1399.0	1321.0	1313.0	1114.0	1227.0	1235.0	1164.0	1043.0	1240.0
bc	1753.0	1693.0	1568.0	1714.0	1681.0	1649.0	1369.0	1570.0	1592.0	1461.0	1385.0	1605.0
bd	1448.0	1402.0	1253.0	1375.0	1299.0	1289.0	1095.0	1204.0	1202.0	1144.0	1028.0	1217.0
cd	1743.0	1681.0	1538.0	1680.0	1658.0	1648.0	1349.0	1551.0	1552.0	1447.0	1353.0	1596.0
abc	1609.0	1577.0	1412.0	1524.0	1480.0	1456.0	1239.0	1369.0	1400.0	1284.0	1193.0	1387.0
abd	1476.0	1454.0	1284.0	1396.0	1321.0	1312.0	1115.0	1213.0	1232.0	1154.0	1038.0	1225.0
acd	1569.0	1542.0	1364.0	1501.0	1440.0	1423.0	1203.0	1343.0	1359.0	1259.0	1151.0	1355.0
bcd	1704.0	1646.0	1505.0	1663.0	1598.0	1601.0	1319.0	1511.0	1531.0	1404.0	1318.0	1539.0
abcd	1559.0	1537.0	1359.0	1483.0	1428.0	1416.0	1200.0	1329.0	1350.0	1252.0	1140.0	1341.0

**TABELA A.15** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cratêus (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5759.0	5582.0	5983.0	5785.0	5205.0	5027.0	5324.0	5203.0	5169.0	4968.0	5237.0	4946.0
a	5637.0	5444.0	5792.0	5543.0	5014.0	4854.0	5108.0	4987.0	4982.0	4824.0	5068.0	4790.0
b	4963.0	4808.0	5069.0	4834.0	4563.0	4403.0	4630.0	4564.0	4532.0	4403.0	4643.0	4419.0
c	3614.0	3390.0	3676.0	3649.0	2880.0	2581.0	2890.0	3226.0	2639.0	2589.0	3155.0	2796.0
d	6271.0	6168.0	6407.0	6278.0	6002.0	5901.0	6028.0	5856.0	5963.0	5654.0	5933.0	5627.0
e	6078.0	5921.0	6200.0	6062.0	5592.0	5446.0	5636.0	5440.0	5454.0	5188.0	5471.0	5173.0
f	5674.0	5585.0	5734.0	5625.0	5182.0	5114.0	5285.0	5212.0	5176.0	5119.0	5273.0	5096.0
ab	3159.0	3051.0	3644.0	3210.0	3098.0	2756.0	3269.0	3224.0	3048.0	2925.0	3415.0	2992.0
ac	3234.0	3058.0	3453.0	3415.0	2819.0	2551.0	2870.0	3192.0	2645.0	2606.0	3139.0	2798.0
ad	6315.0	6150.0	6310.0	6183.0	5821.0	5709.0	5839.0	5671.0	5809.0	5521.0	5800.0	5508.0
ae	5283.0	5072.0	5478.0	5255.0	4861.0	4662.0	4956.0	4845.0	4758.0	4623.0	4846.0	4601.0
af	5395.0	5308.0	5482.0	5324.0	5060.0	4987.0	5146.0	5060.0	5059.0	5003.0	5151.0	4982.0
bc	2632.0	2567.0	3257.0	3135.0	2617.0	2290.0	2779.0	3109.0	2506.0	2554.0	3021.0	2672.0
bd	5909.0	5652.0	5868.0	5612.0	5455.0	5368.0	5540.0	5375.0	5530.0	5268.0	5512.0	5220.0
be	5377.0	5156.0	5372.0	5134.0	4926.0	4797.0	4988.0	4814.0	4852.0	4651.0	4860.0	4650.0
bf	4967.0	4957.0	5131.0	4928.0	4855.0	4791.0	4940.0	4811.0	4871.0	4822.0	4977.0	4781.0
cd	4020.0	3792.0	4044.0	4062.0	3525.0	3233.0	3598.0	3891.0	3385.0	3402.0	3888.0	3526.0
ce	3783.0	3547.0	3789.0	3808.0	3180.0	2888.0	3196.0	3498.0	2926.0	2874.0	3347.0	3043.0
cf	4589.0	4622.0	4653.0	4593.0	4264.0	4224.0	4480.0	4395.0	4150.0	4285.0	4480.0	4219.0
de	6417.0	6327.0	6498.0	6400.0	6162.0	6048.0	6192.0	5992.0	6081.0	5774.0	6052.0	5746.0

TABELA A.15 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cratéus (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
df	6069.0	5930.0	6066.0	6018.0	5672.0	5575.0	5678.0	5605.0	5645.0	5493.0	5610.0	5516.0
ef	5988.0	5838.0	5980.0	5944.0	5552.0	5413.0	5509.0	5458.0	5448.0	5310.0	5442.0	5335.0
abc	2077.0	1921.0	2586.0	2213.0	2082.0	1719.0	2237.0	2310.0	2024.0	1939.0	2486.0	2062.0
abd	5198.0	4951.0	5203.0	4931.0	5039.0	4872.0	5096.0	4874.0	5053.0	4831.0	5065.0	4822.0
abe	4052.0	3765.0	4155.0	3809.0	3875.0	3519.0	3864.0	3657.0	3725.0	3455.0	3808.0	3434.0
abf	4390.0	4454.0	4596.0	4343.0	4452.0	4416.0	4616.0	4415.0	4441.0	4511.0	4641.0	4407.0
acd	3750.0	3571.0	3990.0	3926.0	3589.0	3328.0	3741.0	3991.0	3521.0	3581.0	3973.0	3683.0
ace	3474.0	3274.0	3660.0	3620.0	3177.0	2900.0	3229.0	3500.0	2983.0	2949.0	3362.0	3086.0
acf	4276.0	4343.0	4483.0	4390.0	4141.0	4136.0	4377.0	4290.0	4079.0	4229.0	4415.0	4141.0
ade	6460.0	6316.0	6412.0	6313.0	5981.0	5870.0	6020.0	5825.0	5929.0	5637.0	5912.0	5625.0
adf	5855.0	5716.0	5856.0	5810.0	5556.0	5450.0	5540.0	5483.0	5533.0	5393.0	5506.0	5429.0
aef	6024.0	5844.0	5986.0	5960.0	5672.0	5573.0	5632.0	5566.0	5625.0	5475.0	5566.0	5517.0
bcd	3552.0	3492.0	4072.0	3966.0	3796.0	3540.0	3928.0	4080.0	3748.0	3755.0	4096.0	3826.0
bce	3101.0	2963.0	3562.0	3504.0	3166.0	2829.0	3224.0	3422.0	2984.0	2934.0	3323.0	3035.0
bcf	3942.0	4119.0	4316.0	4105.0	4107.0	4097.0	4357.0	4216.0	4044.0	4225.0	4367.0	4100.0
bde	6090.0	5858.0	6032.0	5793.0	5671.0	5538.0	5721.0	5527.0	5661.0	5393.0	5654.0	5361.0
bdf	5557.0	5423.0	5564.0	5480.0	5406.0	5321.0	5395.0	5324.0	5408.0	5295.0	5399.0	5311.0
bef	5409.0	5274.0	5403.0	5337.0	5226.0	5118.0	5211.0	5124.0	5145.0	5053.0	5165.0	5041.0
cde	4086.0	3855.0	4091.0	4138.0	3657.0	3364.0	3745.0	3991.0	3527.0	3536.0	3959.0	3626.0
cdf	6069.0	5930.0	6066.0	6018.0	5672.0	5575.0	5678.0	5605.0	5645.0	5493.0	5610.0	5516.0
cef	4817.0	4814.0	4849.0	4829.0	4571.0	4522.0	4698.0	4626.0	4439.0	4478.0	4633.0	4422.0
def	6212.0	6043.0	6178.0	6177.0	5827.0	5701.0	5773.0	5722.0	5733.0	5572.0	5674.0	5604.0
abcd	5198.0	4951.0	5203.0	4931.0	5039.0	4872.0	5096.0	4874.0	5053.0	4831.0	5065.0	4822.0
abce	4673.0	4505.0	4749.0	4534.0	4692.0	4528.0	4721.0	4562.0	4694.0	4482.0	4708.0	4489.0
abcf	4085.0	4215.0	4371.0	4092.0	4207.0	4201.0	4434.0	4244.0	4180.0	4313.0	4466.0	4175.0
abde	5413.0	5148.0	5402.0	5124.0	5249.0	5037.0	5299.0	5012.0	5240.0	4962.0	5240.0	4958.0
abdf	5294.0	5197.0	5333.0	5199.0	5272.0	5173.0	5284.0	5170.0	5262.0	5176.0	5290.0	5168.0
abef	4961.0	4884.0	4983.0	4854.0	4904.0	4805.0	4930.0	4729.0	4816.0	4759.0	4859.0	4698.0
acde	3859.0	3667.0	4082.0	4020.0	3786.0	3526.0	3918.0	4088.0	3694.0	3717.0	4051.0	3797.0
acdf	5855.0	5716.0	5856.0	5810.0	5556.0	5450.0	5540.0	5483.0	5533.0	5393.0	5506.0	5429.0
acef	4598.0	4601.0	4711.0	4668.0	4539.0	4477.0	4646.0	4537.0	4382.0	4455.0	4590.0	4374.0
adef	5741.0	5570.0	5730.0	5677.0	5418.0	5285.0	5366.0	5338.0	5321.0	5207.0	5344.0	5235.0
bcde	3806.0	3709.0	4183.0	4114.0	4001.0	3779.0	4079.0	4212.0	3911.0	3889.0	4178.0	3944.0
bcdf	4578.0	4627.0	4782.0	4664.0	4723.0	4670.0	4815.0	4695.0	4685.0	4725.0	4835.0	4653.0
bdef	5709.0	5549.0	5667.0	5626.0	5535.0	5461.0	5489.0	5428.0	5505.0	5371.0	5453.0	5391.0
cdef	4817.0	4814.0	4849.0	4829.0	4571.0	4522.0	4698.0	4626.0	4439.0	4478.0	4633.0	4422.0
abcde	4673.0	4505.0	4749.0	4534.0	4692.0	4528.0	4721.0	4562.0	4694.0	4482.0	4708.0	4489.0
abcdf	4986.0	4966.0	5096.0	4932.0	5043.0	4977.0	5115.0	4978.0	5037.0	4995.0	5110.0	4967.0
acdef	4848.0	4839.0	4930.0	4910.0	4818.0	4752.0	4906.0	4825.0	4740.0	4753.0	4875.0	4700.0
abdef	5531.0	5353.0	5466.0	5417.0	5427.0	5329.0	5383.0	5301.0	5385.0	5266.0	5360.0	5283.0

**TABELA A.15** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cratêus (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcef	4662.0	4627.0	4706.0	4563.0	4652.0	4565.0	4710.0	4526.0	4536.0	4561.0	4654.0	4464.0
bcef	4800.0	4768.0	4905.0	4848.0	4889.0	4832.0	4941.0	4799.0	4817.0	4818.0	4917.0	4760.0
bcdef	4800.0	4768.0	4905.0	4848.0	4889.0	4832.0	4941.0	4799.0	4817.0	4818.0	4917.0	4760.0
abcdef	5267.0	5145.0	5243.0	5169.0	5236.0	5136.0	5238.0	5109.0	5165.0	5096.0	5177.0	5059.0

**TABELA A.16** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cratêus

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6614.0	6416.0	6527.0	6488.0	6774.0	6694.0	6722.0	6610.0	6912.0	6720.0	6792.0	6690.0
a	6586.0	6390.0	6516.0	6469.0	6752.0	6649.0	6708.0	6599.0	6882.0	6707.0	6777.0	6683.0
b	6635.0	6415.0	6552.0	6508.0	6790.0	6700.0	6741.0	6627.0	6923.0	6733.0	6804.0	6710.0
c	6240.0	6131.0	6160.0	6103.0	6324.0	6314.0	6445.0	6217.0	6465.0	6389.0	6452.0	6278.0
d	6630.0	6423.0	6537.0	6511.0	6805.0	6706.0	6738.0	6630.0	6934.0	6732.0	6806.0	6710.0
ab	6582.0	6386.0	6516.0	6468.0	6749.0	6646.0	6706.0	6590.0	6885.0	6700.0	6779.0	6685.0
ac	6442.0	6289.0	6379.0	6352.0	6605.0	6532.0	6615.0	6468.0	6727.0	6589.0	6662.0	6527.0
ad	6608.0	6406.0	6536.0	6495.0	6773.0	6681.0	6718.0	6623.0	6912.0	6727.0	6796.0	6703.0
bc	6279.0	6161.0	6221.0	6138.0	6381.0	6344.0	6469.0	6256.0	6509.0	6431.0	6501.0	6347.0
bd	6648.0	6429.0	6562.0	6526.0	6805.0	6717.0	6746.0	6640.0	6938.0	6747.0	6819.0	6725.0
cd	6327.0	6190.0	6247.0	6172.0	6433.0	6373.0	6517.0	6298.0	6588.0	6458.0	6538.0	6366.0
abc	6437.0	6292.0	6386.0	6356.0	6607.0	6530.0	6613.0	6471.0	6730.0	6590.0	6671.0	6527.0
abd	6601.0	6406.0	6537.0	6492.0	6773.0	6673.0	6723.0	6625.0	6904.0	6723.0	6792.0	6707.0
acd	6489.0	6330.0	6432.0	6393.0	6655.0	6569.0	6645.0	6512.0	6791.0	6618.0	6712.0	6584.0
bcd	6348.0	6197.0	6281.0	6208.0	6464.0	6415.0	6532.0	6331.0	6603.0	6485.0	6571.0	6400.0
abcd	6491.0	6323.0	6436.0	6391.0	6661.0	6575.0	6646.0	6517.0	6789.0	6622.0	6710.0	6586.0

**TABELA A.17** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Cuiabá (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	3593.0	3202.0	3805.0	3596.0	2533.0	2284.0	2554.0	2724.0	2385.0	2064.0	2699.0	2173.0
a	3189.0	2822.0	3511.0	3226.0	2317.0	2063.0	2352.0	2492.0	2215.0	1909.0	2535.0	2017.0
b	2111.0	1844.0	2552.0	2144.0	1648.0	1469.0	1700.0	1907.0	1564.0	1480.0	1859.0	1604.0
c	1578.0	1422.0	1795.0	1685.0	998.0	906.0	1038.0	1190.0	915.0	887.0	1087.0	956.0
d	4233.0	3928.0	4461.0	4393.0	3519.0	3379.0	3560.0	3827.0	3446.0	3099.0	3780.0	3232.0
e	3920.0	3553.0	4052.0	3969.0	3007.0	2738.0	2971.0	3091.0	2777.0	2371.0	2962.0	2461.0
f	4410.0	4094.0	4480.0	4191.0	3599.0	3646.0	3642.0	3686.0	3712.0	3363.0	3834.0	3303.0
ab	953.0	1015.0	1248.0	1126.0	970.0	919.0	1040.0	1185.0	954.0	1015.0	1139.0	1055.0
ac	1293.0	1178.0	1544.0	1433.0	935.0	863.0	987.0	1130.0	885.0	872.0	1053.0	930.0
ad	4036.0	3755.0	4336.0	4190.0	3422.0	3274.0	3465.0	3701.0	3370.0	3050.0	3671.0	3144.0
ae	2841.0	2503.0	3021.0	2910.0	2128.0	1879.0	2135.0	2237.0	1954.0	1716.0	2162.0	1804.0

**TABELA A.18** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Cuiabá

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5202.0	4929.0	5213.0	5054.0	5293.0	5309.0	5289.0	5292.0	5510.0	5233.0	5586.0	5114.0
a	5250.0	4949.0	5240.0	5088.0	5329.0	5335.0	5337.0	5321.0	5546.0	5282.0	5636.0	5136.0
b	5225.0	4969.0	5233.0	5087.0	5335.0	5347.0	5344.0	5325.0	5565.0	5302.0	5631.0	5144.0
c	4800.0	4414.0	4636.0	4553.0	4661.0	4736.0	4546.0	4565.0	4815.0	4493.0	4799.0	4333.0
d	5223.0	4967.0	5241.0	5082.0	5324.0	5352.0	5326.0	5343.0	5538.0	5294.0	5622.0	5168.0
ab	5261.0	4977.0	5276.0	5120.0	5368.0	5372.0	5370.0	5356.0	5586.0	5322.0	5677.0	5178.0
ac	5079.0	4768.0	5038.0	4888.0	5107.0	5133.0	5071.0	5054.0	5309.0	4995.0	5365.0	4822.0
ad	5240.0	4996.0	5255.0	5118.0	5367.0	5381.0	5378.0	5378.0	5579.0	5341.0	5676.0	5216.0
bc	4827.0	4457.0	4690.0	4590.0	4726.0	4793.0	4593.0	4611.0	4882.0	4535.0	4901.0	4348.0
bd	5236.0	5000.0	5273.0	5107.0	5352.0	5378.0	5376.0	5380.0	5578.0	5333.0	5672.0	5200.0
cd	4855.0	4525.0	4744.0	4659.0	4781.0	4861.0	4686.0	4736.0	4934.0	4641.0	4956.0	4509.0
abc	5126.0	4812.0	5082.0	4942.0	5167.0	5181.0	5135.0	5109.0	5346.0	5057.0	5431.0	4898.0
abd	5263.0	5012.0	5292.0	5148.0	5391.0	5412.0	5405.0	5402.0	5611.0	5363.0	5700.0	5241.0
acd	5128.0	4845.0	5095.0	4966.0	5163.0	5206.0	5147.0	5169.0	5363.0	5108.0	5446.0	4941.0
bcd	4891.0	4556.0	4786.0	4686.0	4826.0	4908.0	4705.0	4758.0	4980.0	4692.0	5010.0	4518.0
abcd	5154.0	4882.0	5126.0	4993.0	5212.0	5244.0	5197.0	5221.0	5420.0	5149.0	5489.0	5019.0

**TABELA A.19** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Florianópolis (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5554.0	5498.0	5395.0	5296.0	5611.0	5899.0	5715.0	5541.0	5829.0	5733.0	5655.0	5604.0
a	5664.0	5698.0	5533.0	5406.0	5679.0	5929.0	5757.0	5601.0	5881.0	5777.0	5725.0	5675.0
b	5902.0	5887.0	5758.0	5658.0	5857.0	6023.0	5913.0	5767.0	6016.0	5860.0	5844.0	5772.0
c	5735.0	5188.0	5265.0	5388.0	6058.0	5867.0	5488.0	5624.0	6364.0	5392.0	6004.0	5679.0
d	5284.0	5409.0	5200.0	5077.0	5363.0	5614.0	5513.0	5354.0	5525.0	5571.0	5435.0	5444.0
e	5897.0	5759.0	5621.0	5526.0	6034.0	6097.0	5982.0	5726.0	6393.0	5746.0	6149.0	5705.0
f	5887.0	5688.0	5573.0	5522.0	5954.0	6061.0	5857.0	5760.0	6180.0	5902.0	5910.0	5804.0
ab	5689.0	4845.0	5563.0	4780.0	5455.0	4944.0	5398.0	4801.0	5663.0	4730.0	5498.0	4703.0
ac	5409.0	5068.0	5415.0	5183.0	5504.0	5280.0	5397.0	5265.0	5866.0	5039.0	5767.0	5052.0
ad	6026.0	5871.0	5661.0	5566.0	6019.0	6179.0	5945.0	5745.0	6288.0	5847.0	5973.0	5800.0
ae	5904.0	5912.0	5705.0	5584.0	5855.0	6197.0	6059.0	5756.0	6089.0	5993.0	5880.0	5810.0
af	6077.0	5805.0	5691.0	5643.0	6013.0	6129.0	5913.0	5792.0	6242.0	5900.0	5961.0	5795.0
bc	5799.0	5229.0	5533.0	5176.0	5575.0	5383.0	5421.0	5121.0	5858.0	4977.0	5698.0	4967.0
bd	6332.0	6060.0	5915.0	5789.0	6219.0	6254.0	6155.0	5830.0	6436.0	5883.0	6178.0	5835.0
be	5924.0	6010.0	5801.0	5694.0	5905.0	6103.0	6024.0	5795.0	6039.0	5993.0	5889.0	5795.0
bf	6351.0	5960.0	5929.0	5758.0	6111.0	6173.0	6014.0	5817.0	6359.0	5896.0	6059.0	5813.0
cd	5248.0	5028.0	5277.0	5197.0	5627.0	5611.0	5488.0	5445.0	6038.0	5292.0	5806.0	5319.0
ce	5826.0	5321.0	5342.0	5466.0	6173.0	6132.0	5748.0	5799.0	6499.0	5657.0	6162.0	5805.0
cf	5760.0	5642.0	5630.0	5479.0	5930.0	6063.0	5890.0	5725.0	6235.0	5808.0	6028.0	5720.0
de	5293.0	5483.0	5218.0	5081.0	5370.0	5635.0	5559.0	5361.0	5529.0	5607.0	5439.0	5450.0



TABELA A.19 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Florianópolis (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
df	5686.0	5600.0	5465.0	5444.0	5812.0	5865.0	5725.0	5622.0	5948.0	5794.0	5744.0	5773.0
ef	5671.0	5749.0	5554.0	5472.0	5830.0	6015.0	5960.0	5781.0	5978.0	6018.0	5878.0	5824.0
abc	5218.0	4586.0	5338.0	4567.0	5162.0	4695.0	5165.0	4668.0	5347.0	4521.0	5381.0	4525.0
abd	6257.0	5524.0	5946.0	5477.0	5996.0	5665.0	5883.0	5468.0	6217.0	5400.0	5965.0	5398.0
abe	6560.0	6093.0	6283.0	5735.0	6351.0	6129.0	6494.0	5533.0	6538.0	5731.0	6282.0	5385.0
abf	6384.0	5801.0	6044.0	5652.0	6125.0	6054.0	6057.0	5769.0	6355.0	5834.0	6115.0	5763.0
acd	5628.0	5352.0	5490.0	5401.0	5799.0	5802.0	5608.0	5522.0	6168.0	5363.0	5876.0	5395.0
ace	6134.0	5607.0	5587.0	5661.0	6273.0	6300.0	5909.0	5884.0	6582.0	5763.0	6243.0	5866.0
acf	5986.0	5804.0	5751.0	5554.0	5986.0	6111.0	5931.0	5744.0	6291.0	5846.0	6045.0	5740.0
ade	5369.0	5567.0	5307.0	5193.0	5424.0	5641.0	5593.0	5399.0	5558.0	5645.0	5467.0	5469.0
adf	5850.0	5730.0	5561.0	5563.0	5887.0	5935.0	5786.0	5691.0	5996.0	5844.0	5793.0	5807.0
aef	5589.0	5686.0	5506.0	5418.0	5672.0	5825.0	5803.0	5642.0	5803.0	5845.0	5703.0	5664.0
bcd	6200.0	5698.0	5657.0	5479.0	5864.0	5898.0	5635.0	5475.0	6171.0	5343.0	5877.0	5397.0
bce	6625.0	6157.0	6006.0	5920.0	6409.0	6527.0	6293.0	5941.0	6658.0	5927.0	6351.0	5888.0
bcf	6332.0	5942.0	5864.0	5686.0	6042.0	6159.0	5969.0	5768.0	6337.0	5858.0	6081.0	5789.0
bde	5551.0	5715.0	5516.0	5379.0	5530.0	5778.0	5740.0	5519.0	5692.0	5756.0	5561.0	5560.0
bdf	6097.0	5943.0	5747.0	5772.0	5995.0	6046.0	5881.0	5796.0	6090.0	5930.0	5883.0	5886.0
bef	6138.0	6219.0	5946.0	5860.0	6072.0	6267.0	6181.0	5995.0	6205.0	6213.0	6076.0	6015.0
cde	5714.0	5320.0	5268.0	5395.0	6020.0	6157.0	5727.0	5800.0	6347.0	5729.0	6038.0	5814.0
cdf	5686.0	5600.0	5465.0	5444.0	5812.0	5865.0	5725.0	5622.0	5948.0	5794.0	5744.0	5773.0
cef	5941.0	5790.0	5660.0	5691.0	6143.0	6335.0	6216.0	6036.0	6323.0	6279.0	6179.0	6101.0
def	5435.0	5539.0	5369.0	5284.0	5621.0	5769.0	5753.0	5594.0	5742.0	5793.0	5668.0	5626.0
abcd	6257.0	5524.0	5946.0	5477.0	5996.0	5665.0	5883.0	5468.0	6217.0	5400.0	5965.0	5398.0
abce	6077.0	6104.0	5916.0	5815.0	5909.0	6051.0	5983.0	5819.0	5991.0	5922.0	5868.0	5795.0
abcf	6467.0	6145.0	6183.0	6123.0	6338.0	6414.0	6321.0	6171.0	6469.0	6361.0	6330.0	6225.0
abde	5851.0	5853.0	5779.0	5716.0	5790.0	5860.0	5857.0	5744.0	5852.0	5812.0	5796.0	5742.0
abdf	6194.0	5971.0	5903.0	5874.0	6085.0	6105.0	6025.0	5903.0	6188.0	6006.0	6034.0	5939.0
abef	6461.0	6425.0	6205.0	6141.0	6321.0	6447.0	6392.0	6152.0	6432.0	6410.0	6292.0	6183.0
acde	6008.0	5666.0	5491.0	5629.0	6060.0	6288.0	5889.0	5843.0	6315.0	5926.0	6044.0	5862.0
acdf	5850.0	5730.0	5561.0	5563.0	5887.0	5935.0	5786.0	5691.0	5996.0	5844.0	5793.0	5807.0
acef	6195.0	6089.0	5909.0	5887.0	6222.0	6436.0	6310.0	6103.0	6382.0	6353.0	6258.0	6144.0
adef	5821.0	5920.0	5691.0	5608.0	5905.0	6094.0	6023.0	5839.0	6053.0	6096.0	5944.0	5883.0
bcde	6267.0	6230.0	5938.0	5832.0	6013.0	6381.0	6142.0	5881.0	6241.0	6034.0	6012.0	5929.0
bcdf	6258.0	6101.0	5902.0	5768.0	6079.0	6176.0	6017.0	5837.0	6305.0	5917.0	6060.0	5859.0
bdef	5833.0	5938.0	5716.0	5610.0	5775.0	5958.0	5917.0	5733.0	5909.0	5956.0	5823.0	5764.0
cdef	5941.0	5790.0	5660.0	5691.0	6143.0	6335.0	6216.0	6036.0	6323.0	6279.0	6179.0	6101.0
abcde	6077.0	6104.0	5916.0	5815.0	5909.0	6051.0	5983.0	5819.0	5991.0	5922.0	5868.0	5795.0
abcdf	6269.0	6000.0	5982.0	5877.0	6127.0	6137.0	6063.0	5905.0	6265.0	5989.0	6074.0	5908.0
acdef	5972.0	6007.0	5792.0	5751.0	6027.0	6207.0	6117.0	5940.0	6174.0	6178.0	6081.0	6008.0
abdef	6035.0	6072.0	5898.0	5850.0	5983.0	6097.0	6067.0	5915.0	6086.0	6113.0	5998.0	5938.0

**TABELA A.19** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Florianópolis (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcef	6551.0	6499.0	6306.0	6202.0	6417.0	6558.0	6476.0	6228.0	6517.0	6510.0	6381.0	6265.0
bcef	6222.0	6352.0	6083.0	5952.0	6115.0	6283.0	6215.0	6025.0	6229.0	6245.0	6131.0	6055.0
bcdef	6222.0	6352.0	6083.0	5952.0	6115.0	6283.0	6215.0	6025.0	6229.0	6245.0	6131.0	6055.0
abcdef	6155.0	6186.0	6010.0	5953.0	6070.0	6181.0	6136.0	6020.0	6146.0	6185.0	6079.0	6037.0

**TABELA A.20** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Florianópolis

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5448.0	5419.0	5244.0	5209.0	5434.0	5559.0	5405.0	5285.0	5527.0	5452.0	5352.0	5374.0
a	5523.0	5484.0	5304.0	5270.0	5486.0	5604.0	5445.0	5339.0	5585.0	5511.0	5422.0	5447.0
b	5490.0	5437.0	5264.0	5235.0	5459.0	5574.0	5410.0	5305.0	5552.0	5467.0	5376.0	5407.0
c	5531.0	5481.0	5335.0	5290.0	5517.0	5669.0	5530.0	5409.0	5674.0	5570.0	5520.0	5496.0
d	5426.0	5408.0	5222.0	5192.0	5407.0	5530.0	5391.0	5263.0	5507.0	5425.0	5330.0	5357.0
ab	5529.0	5489.0	5309.0	5275.0	5502.0	5606.0	5450.0	5350.0	5594.0	5523.0	5425.0	5451.0
ac	5588.0	5511.0	5362.0	5302.0	5537.0	5662.0	5508.0	5402.0	5665.0	5568.0	5492.0	5507.0
ad	5488.0	5445.0	5261.0	5238.0	5460.0	5571.0	5424.0	5309.0	5543.0	5473.0	5374.0	5416.0
bc	5592.0	5525.0	5376.0	5333.0	5577.0	5702.0	5549.0	5428.0	5718.0	5583.0	5547.0	5540.0
bd	5462.0	5422.0	5244.0	5218.0	5437.0	5550.0	5403.0	5283.0	5517.0	5446.0	5342.0	5385.0
cd	5501.0	5454.0	5318.0	5245.0	5497.0	5619.0	5484.0	5369.0	5635.0	5528.0	5463.0	5464.0
abc	5590.0	5523.0	5360.0	5315.0	5549.0	5670.0	5521.0	5408.0	5671.0	5573.0	5494.0	5513.0
abd	5492.0	5446.0	5269.0	5245.0	5471.0	5576.0	5427.0	5309.0	5550.0	5473.0	5385.0	5416.0
acd	5529.0	5487.0	5319.0	5269.0	5509.0	5611.0	5461.0	5357.0	5605.0	5527.0	5451.0	5461.0
bcd	5554.0	5500.0	5352.0	5309.0	5532.0	5655.0	5503.0	5395.0	5672.0	5539.0	5501.0	5502.0
abcd	5532.0	5485.0	5322.0	5275.0	5507.0	5623.0	5468.0	5361.0	5612.0	5530.0	5447.0	5472.0

**TABELA A.21** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Garanhuns (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6570.0	6555.0	6332.0	6252.0	7041.0	7152.0	6922.0	6813.0	7247.0	7093.0	6978.0	7060.0
a	6822.0	6746.0	6532.0	6515.0	7208.0	7298.0	7067.0	6959.0	7364.0	7212.0	7139.0	7189.0
b	7446.0	7314.0	7112.0	7187.0	7672.0	7725.0	7540.0	7416.0	7783.0	7611.0	7586.0	7592.0
c	6373.0	6198.0	6211.0	6124.0	7185.0	7576.0	7452.0	6947.0	7986.0	7505.0	7623.0	7094.0
d	6236.0	6246.0	6037.0	6028.0	6526.0	6627.0	6396.0	6358.0	6663.0	6523.0	6406.0	6544.0
e	6392.0	6427.0	6231.0	6211.0	6783.0	6889.0	6711.0	6624.0	6993.0	6899.0	6829.0	6896.0
f	6257.0	5995.0	5966.0	6046.0	6627.0	6599.0	6358.0	6348.0	6772.0	6499.0	6463.0	6546.0
ab	8560.0	7908.0	8388.0	7419.0	8485.0	7996.0	8539.0	7466.0	8631.0	7852.0	8550.0	7369.0
ac	6807.0	6741.0	6617.0	6397.0	7362.0	7713.0	7612.0	7019.0	8064.0	7569.0	7724.0	7126.0
ad	6399.0	6383.0	6153.0	6242.0	6604.0	6688.0	6452.0	6398.0	6709.0	6581.0	6469.0	6610.0
ae	7073.0	7007.0	6807.0	6715.0	7479.0	7556.0	7365.0	7245.0	7604.0	7460.0	7387.0	7427.0

TABELA A.21 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Garanhuns (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
af	6537.0	6205.0	6183.0	6246.0	6792.0	6721.0	6463.0	6450.0	6886.0	6589.0	6575.0	6659.0
bc	8086.0	7895.0	7665.0	7143.0	8096.0	8138.0	8099.0	7500.0	8338.0	7897.0	8112.0	7519.0
bd	6745.0	6646.0	6425.0	6536.0	6878.0	6980.0	6733.0	6665.0	6990.0	6845.0	6768.0	6846.0
be	7446.0	7314.0	7121.0	7203.0	7680.0	7725.0	7541.0	7445.0	7783.0	7615.0	7591.0	7625.0
bf	7085.0	6643.0	6593.0	6744.0	7053.0	6960.0	6711.0	6674.0	7094.0	6773.0	6784.0	6841.0
cd	6324.0	6334.0	6158.0	6088.0	7209.0	7610.0	7415.0	7029.0	7772.0	7529.0	7506.0	7222.0
ce	6452.0	6372.0	6322.0	6235.0	7401.0	7786.0	7671.0	7183.0	8036.0	7702.0	7764.0	7316.0
cf	6432.0	6241.0	6137.0	6213.0	6992.0	7019.0	6754.0	6588.0	7229.0	6879.0	6846.0	6864.0
de	6241.0	6251.0	6050.0	6071.0	6531.0	6626.0	6396.0	6364.0	6663.0	6523.0	6406.0	6545.0
df	5963.0	5767.0	5754.0	5822.0	6316.0	6293.0	6135.0	6163.0	6428.0	6273.0	6260.0	6310.0
ef	6302.0	6036.0	6053.0	6174.0	6729.0	6643.0	6398.0	6416.0	6788.0	6526.0	6503.0	6611.0
abc	8219.0	7112.0	7941.0	6677.0	7975.0	7052.0	8269.0	6604.0	8433.0	6899.0	8243.0	6531.0
abd	7622.0	7495.0	7434.0	7469.0	7632.0	7638.0	7560.0	7485.0	7662.0	7561.0	7552.0	7583.0
abe	8639.0	8381.0	8557.0	8253.0	8660.0	8387.0	8664.0	8243.0	8681.0	8265.0	8641.0	8106.0
abf	7519.0	6919.0	6966.0	7062.0	7446.0	7280.0	7093.0	6945.0	7506.0	7119.0	7150.0	7154.0
acd	6771.0	6894.0	6581.0	6404.0	7409.0	7655.0	7480.0	7141.0	7751.0	7516.0	7509.0	7337.0
ace	6896.0	6916.0	6762.0	6573.0	7632.0	7899.0	7797.0	7316.0	8103.0	7773.0	7859.0	7421.0
acf	6785.0	6522.0	6373.0	6472.0	7127.0	7101.0	6845.0	6715.0	7295.0	6913.0	6910.0	6934.0
ade	6401.0	6385.0	6158.0	6260.0	6604.0	6688.0	6452.0	6400.0	6709.0	6581.0	6469.0	6610.0
adf	6201.0	6003.0	5987.0	6064.0	6418.0	6382.0	6206.0	6242.0	6521.0	6331.0	6316.0	6379.0
aef	6220.0	6023.0	6024.0	6127.0	6448.0	6394.0	6226.0	6265.0	6527.0	6339.0	6326.0	6398.0
bcd	7757.0	7658.0	7438.0	7313.0	7760.0	7851.0	7696.0	7489.0	7867.0	7694.0	7657.0	7626.0
bce	8158.0	8013.0	7826.0	7515.0	8249.0	8224.0	8197.0	7844.0	8360.0	8048.0	8191.0	7891.0
bcf	7502.0	7022.0	6926.0	6994.0	7405.0	7293.0	7021.0	6893.0	7488.0	7073.0	7074.0	7124.0
bde	6745.0	6646.0	6425.0	6536.0	6878.0	6980.0	6733.0	6665.0	6990.0	6845.0	6768.0	6846.0
bdf	6606.0	6365.0	6328.0	6413.0	6622.0	6545.0	6363.0	6376.0	6670.0	6458.0	6439.0	6537.0
bef	7118.0	6691.0	6657.0	6860.0	7133.0	6998.0	6760.0	6751.0	7108.0	6807.0	6822.0	6914.0
cde	6363.0	6417.0	6217.0	6150.0	7311.0	7638.0	7470.0	7131.0	7784.0	7560.0	7543.0	7324.0
cdf	5963.0	5767.0	5754.0	5822.0	6316.0	6293.0	6135.0	6163.0	6428.0	6273.0	6260.0	6310.0
cef	6519.0	6339.0	6227.0	6316.0	7122.0	7055.0	6808.0	6690.0	7266.0	6920.0	6919.0	6955.0
def	5988.0	5792.0	5800.0	5903.0	6352.0	6309.0	6155.0	6190.0	6440.0	6281.0	6275.0	6336.0
abcd	7622.0	7495.0	7434.0	7469.0	7632.0	7638.0	7560.0	7485.0	7662.0	7561.0	7552.0	7583.0
abce	8044.0	7902.0	7843.0	7821.0	8006.0	8009.0	7911.0	7804.0	8027.0	7886.0	7871.0	7861.0
abcf	7582.0	7043.0	7044.0	7128.0	7523.0	7353.0	7180.0	7015.0	7604.0	7170.0	7216.0	7197.0
abde	7622.0	7495.0	7434.0	7491.0	7632.0	7638.0	7560.0	7486.0	7662.0	7561.0	7552.0	7583.0
abdf	6908.0	6485.0	6518.0	6642.0	6861.0	6748.0	6573.0	6575.0	6880.0	6664.0	6681.0	6722.0
abef	7613.0	7018.0	7107.0	7291.0	7583.0	7345.0	7157.0	7059.0	7547.0	7168.0	7204.0	7254.0
acde	6816.0	6968.0	6660.0	6472.0	7500.0	7678.0	7513.0	7243.0	7757.0	7542.0	7531.0	7422.0
acdf	6201.0	6003.0	5987.0	6064.0	6418.0	6382.0	6206.0	6242.0	6521.0	6331.0	6316.0	6379.0
acef	6903.0	6606.0	6485.0	6614.0	7256.0	7172.0	6911.0	6830.0	7334.0	6954.0	6976.0	7035.0

**TABELA A.21** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Garanhuns (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
adef	6597.0	6255.0	6256.0	6383.0	6871.0	6766.0	6507.0	6518.0	6902.0	6620.0	6613.0	6727.0
bcde	7763.0	7677.0	7461.0	7390.0	7777.0	7859.0	7708.0	7518.0	7868.0	7717.0	7670.0	7659.0
bcdf	7144.0	6807.0	6698.0	6805.0	7042.0	6951.0	6740.0	6680.0	7062.0	6809.0	6810.0	6870.0
bdef	6613.0	6378.0	6339.0	6446.0	6642.0	6557.0	6376.0	6400.0	6671.0	6467.0	6449.0	6551.0
cdef	6519.0	6339.0	6227.0	6316.0	7122.0	7055.0	6808.0	6690.0	7266.0	6920.0	6919.0	6955.0
abcde	8044.0	7902.0	7843.0	7821.0	8006.0	8009.0	7911.0	7804.0	8027.0	7886.0	7871.0	7861.0
abcdf	7039.0	6628.0	6658.0	6731.0	6975.0	6862.0	6695.0	6658.0	7023.0	6756.0	6771.0	6813.0
acdef	6682.0	6425.0	6313.0	6395.0	6955.0	6870.0	6620.0	6597.0	7035.0	6745.0	6744.0	6810.0
abdef	6933.0	6518.0	6576.0	6737.0	6899.0	6763.0	6598.0	6612.0	6889.0	6677.0	6697.0	6752.0
abcef	7698.0	7156.0	7223.0	7388.0	7712.0	7433.0	7263.0	7176.0	7677.0	7225.0	7299.0	7337.0
bcef	7170.0	6835.0	6759.0	6874.0	7086.0	6968.0	6763.0	6731.0	7071.0	6823.0	6834.0	6910.0
bcdef	7170.0	6835.0	6759.0	6874.0	7086.0	6968.0	6763.0	6731.0	7071.0	6823.0	6834.0	6910.0
abcdef	7072.0	6678.0	6722.0	6838.0	7031.0	6883.0	6716.0	6714.0	7025.0	6773.0	6797.0	6856.0

**TABELA A.22** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Garanhuns

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5255.0	4606.0	5049.0	5274.0	5675.0	5337.0	4821.0	5515.0	5615.0	5090.0	5281.0	5461.0
a	5383.0	4667.0	5172.0	5396.0	5788.0	5423.0	4897.0	5603.0	5726.0	5170.0	5391.0	5577.0
b	5330.0	4645.0	5134.0	5353.0	5743.0	5384.0	4861.0	5564.0	5666.0	5120.0	5337.0	5509.0
c	5696.0	4928.0	5461.0	5641.0	6120.0	5755.0	5221.0	5821.0	6102.0	5519.0	5748.0	5880.0
d	5189.0	4572.0	4965.0	5224.0	5583.0	5271.0	4752.0	5470.0	5542.0	5041.0	5182.0	5397.0
ab	5379.0	4661.0	5165.0	5390.0	5800.0	5420.0	4895.0	5597.0	5729.0	5175.0	5392.0	5571.0
ac	5608.0	4825.0	5361.0	5583.0	6020.0	5641.0	5072.0	5759.0	5941.0	5386.0	5594.0	5769.0
ad	5273.0	4625.0	5060.0	5338.0	5678.0	5342.0	4806.0	5535.0	5630.0	5104.0	5276.0	5501.0
bc	5822.0	5025.0	5584.0	5760.0	6215.0	5847.0	5287.0	5895.0	6167.0	5600.0	5833.0	5985.0
bd	5241.0	4603.0	5047.0	5304.0	5655.0	5321.0	4781.0	5517.0	5592.0	5078.0	5247.0	5462.0
cd	5572.0	4839.0	5318.0	5548.0	5984.0	5657.0	5093.0	5741.0	5946.0	5406.0	5592.0	5786.0
abc	5587.0	4805.0	5349.0	5576.0	6019.0	5632.0	5064.0	5755.0	5934.0	5376.0	5587.0	5772.0
abd	5275.0	4618.0	5061.0	5333.0	5684.0	5346.0	4809.0	5532.0	5641.0	5104.0	5280.0	5499.0
acd	5451.0	4741.0	5232.0	5489.0	5873.0	5546.0	4959.0	5676.0	5800.0	5269.0	5453.0	5669.0
bcd	5679.0	4939.0	5440.0	5680.0	6071.0	5749.0	5170.0	5823.0	6037.0	5503.0	5678.0	5866.0
abcd	5441.0	4730.0	5223.0	5480.0	5866.0	5536.0	4947.0	5674.0	5789.0	5262.0	5448.0	5673.0

**TABELA A.23** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Jataí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7074.0	6957.0	7071.0	6921.0	7766.0	7740.0	7740.0	7619.0	8000.0	7730.0	7918.0	7709.0
a	7520.0	7415.0	7447.0	7286.0	7909.0	7877.0	7876.0	7756.0	8084.0	7806.0	8017.0	7792.0

TABELA A.23 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Jataí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
b	8144.0	7911.0	8024.0	7835.0	8083.0	7912.0	7996.0	7885.0	8152.0	7773.0	8137.0	7822.0
c	6125.0	5728.0	6216.0	6342.0	6849.0	6429.0	6527.0	6859.0	6875.0	6396.0	7073.0	6734.0
d	6984.0	6978.0	6988.0	6843.0	7659.0	7750.0	7715.0	7506.0	7959.0	7770.0	7812.0	7661.0
e	7093.0	7071.0	7121.0	6964.0	7786.0	7799.0	7838.0	7635.0	8009.0	7804.0	7944.0	7743.0
f	6646.0	6586.0	6660.0	6620.0	7193.0	7143.0	7183.0	7152.0	7372.0	7273.0	7360.0	7261.0
ab	7270.0	6671.0	7348.0	6875.0	7150.0	6607.0	7029.0	6785.0	7195.0	6537.0	7231.0	6661.0
ac	6586.0	6192.0	6662.0	6724.0	6974.0	6613.0	6695.0	7027.0	6998.0	6544.0	7206.0	6843.0
ad	7436.0	7414.0	7325.0	7207.0	7827.0	7924.0	7870.0	7688.0	8079.0	7898.0	7929.0	7791.0
ae	7517.0	7380.0	7499.0	7364.0	7963.0	7894.0	7910.0	7816.0	8079.0	7792.0	8018.0	7787.0
af	6996.0	6889.0	6972.0	6903.0	7289.0	7238.0	7272.0	7254.0	7441.0	7328.0	7437.0	7321.0
bc	7047.0	6577.0	7118.0	7135.0	7151.0	6655.0	6889.0	7091.0	7104.0	6563.0	7322.0	6863.0
bd	8112.0	8030.0	7902.0	7774.0	8126.0	8196.0	8143.0	7916.0	8296.0	8105.0	8136.0	8008.0
be	8258.0	8120.0	8121.0	7960.0	8253.0	8151.0	8216.0	8060.0	8284.0	7981.0	8243.0	7974.0
bf	7393.0	7271.0	7356.0	7269.0	7387.0	7317.0	7362.0	7322.0	7508.0	7361.0	7496.0	7370.0
cd	6285.0	5944.0	6340.0	6478.0	7210.0	6952.0	6976.0	7234.0	7354.0	6999.0	7468.0	7173.0
ce	6258.0	5863.0	6312.0	6451.0	7061.0	6714.0	6781.0	7027.0	7069.0	6677.0	7226.0	6902.0
cf	6382.0	6208.0	6434.0	6460.0	6959.0	6811.0	6911.0	6950.0	7031.0	6912.0	7096.0	6982.0
de	7033.0	7035.0	7019.0	6893.0	7700.0	7801.0	7768.0	7543.0	7992.0	7828.0	7823.0	7693.0
df	6626.0	6579.0	6618.0	6540.0	7224.0	7207.0	7238.0	7206.0	7412.0	7346.0	7402.0	7337.0
ef	6773.0	6692.0	6733.0	6694.0	7319.0	7274.0	7275.0	7239.0	7481.0	7372.0	7424.0	7354.0
abc	6395.0	5765.0	6616.0	6172.0	6446.0	5802.0	6340.0	6208.0	6420.0	5869.0	6620.0	6051.0
abd	8289.0	7976.0	8211.0	7931.0	8293.0	8110.0	8273.0	8015.0	8389.0	8035.0	8343.0	8035.0
abe	7754.0	7260.0	7729.0	7309.0	7578.0	7109.0	7510.0	7108.0	7494.0	6918.0	7498.0	6938.0
abf	7141.0	6943.0	7179.0	7024.0	7212.0	7083.0	7179.0	7156.0	7296.0	7165.0	7336.0	7204.0
acd	6886.0	6582.0	6910.0	6929.0	7445.0	7194.0	7295.0	7436.0	7540.0	7249.0	7642.0	7398.0
ace	6767.0	6379.0	6800.0	6873.0	7209.0	6904.0	7020.0	7210.0	7203.0	6874.0	7341.0	7055.0
acf	6638.0	6505.0	6699.0	6714.0	6987.0	6842.0	6949.0	7004.0	7063.0	6947.0	7148.0	7034.0
ade	7466.0	7458.0	7351.0	7230.0	7864.0	7961.0	7914.0	7705.0	8098.0	7938.0	7944.0	7830.0
adf	6985.0	6935.0	6962.0	6899.0	7351.0	7324.0	7349.0	7320.0	7499.0	7427.0	7480.0	7420.0
aef	7055.0	6997.0	6998.0	6975.0	7415.0	7389.0	7395.0	7349.0	7544.0	7467.0	7509.0	7462.0
bcd	7634.0	7312.0	7615.0	7549.0	7724.0	7551.0	7597.0	7647.0	7786.0	7453.0	7789.0	7564.0
bce	7326.0	6955.0	7357.0	7357.0	7481.0	7109.0	7315.0	7318.0	7409.0	6974.0	7489.0	7114.0
bcf	7000.0	6831.0	7063.0	7016.0	7131.0	7001.0	7087.0	7133.0	7196.0	7081.0	7249.0	7145.0
bde	8136.0	8068.0	7923.0	7809.0	8164.0	8240.0	8188.0	7941.0	8324.0	8146.0	8161.0	8032.0
bdf	7491.0	7405.0	7437.0	7394.0	7516.0	7480.0	7499.0	7462.0	7628.0	7521.0	7584.0	7541.0
bef	7565.0	7424.0	7453.0	7443.0	7544.0	7480.0	7485.0	7439.0	7617.0	7464.0	7560.0	7495.0
cde	6344.0	6016.0	6383.0	6525.0	7290.0	7068.0	7113.0	7301.0	7441.0	7107.0	7530.0	7225.0
cdf	6626.0	6579.0	6618.0	6540.0	7224.0	7207.0	7238.0	7206.0	7412.0	7346.0	7402.0	7337.0
cef	6510.0	6338.0	6511.0	6560.0	7115.0	6982.0	7042.0	7049.0	7183.0	7034.0	7175.0	7077.0
def	6679.0	6630.0	6650.0	6599.0	7292.0	7267.0	7289.0	7237.0	7454.0	7394.0	7421.0	7367.0

**TABELA A.23** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Jataí (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcd	8289.0	7976.0	8211.0	7931.0	8293.0	8110.0	8273.0	8015.0	8389.0	8035.0	8343.0	8035.0
abce	8096.0	7763.0	8051.0	7778.0	8127.0	7853.0	8071.0	7838.0	8130.0	7762.0	8128.0	7787.0
abcf	6978.0	6824.0	7060.0	6923.0	7116.0	6973.0	7075.0	7068.0	7200.0	7065.0	7232.0	7098.0
abde	8379.0	8144.0	8288.0	8049.0	8400.0	8226.0	8408.0	8103.0	8446.0	8145.0	8399.0	8114.0
abdf	7386.0	7292.0	7384.0	7288.0	7479.0	7428.0	7478.0	7424.0	7586.0	7488.0	7554.0	7467.0
abef	7397.0	7211.0	7347.0	7257.0	7420.0	7291.0	7359.0	7288.0	7466.0	7298.0	7423.0	7334.0
acde	6978.0	6655.0	6957.0	7017.0	7556.0	7329.0	7426.0	7493.0	7630.0	7376.0	7694.0	7455.0
acdf	6985.0	6935.0	6962.0	6899.0	7351.0	7324.0	7349.0	7320.0	7499.0	7427.0	7480.0	7420.0
acef	6836.0	6662.0	6803.0	6874.0	7181.0	7030.0	7093.0	7122.0	7228.0	7091.0	7234.0	7146.0
adef	7106.0	6992.0	7044.0	7016.0	7430.0	7367.0	7372.0	7345.0	7531.0	7411.0	7491.0	7424.0
bcde	7750.0	7433.0	7684.0	7624.0	7798.0	7674.0	7689.0	7703.0	7829.0	7547.0	7831.0	7625.0
bcdf	7280.0	7154.0	7244.0	7219.0	7377.0	7292.0	7324.0	7301.0	7455.0	7332.0	7437.0	7338.0
bdef	7556.0	7461.0	7463.0	7462.0	7580.0	7537.0	7550.0	7500.0	7655.0	7562.0	7611.0	7582.0
cdef	6510.0	6338.0	6511.0	6560.0	7115.0	6982.0	7042.0	7049.0	7183.0	7034.0	7175.0	7077.0
abcde	8096.0	7763.0	8051.0	7778.0	8127.0	7853.0	8071.0	7838.0	8130.0	7762.0	8128.0	7787.0
abcdf	7318.0	7229.0	7327.0	7232.0	7424.0	7366.0	7424.0	7357.0	7515.0	7411.0	7510.0	7404.0
acdef	6901.0	6770.0	6828.0	6881.0	7281.0	7220.0	7243.0	7214.0	7365.0	7249.0	7346.0	7254.0
abdef	7497.0	7384.0	7432.0	7389.0	7559.0	7511.0	7539.0	7471.0	7635.0	7541.0	7585.0	7536.0
abcef	7255.0	7058.0	7220.0	7148.0	7310.0	7166.0	7248.0	7205.0	7359.0	7193.0	7313.0	7215.0
bcef	7379.0	7234.0	7285.0	7308.0	7444.0	7386.0	7381.0	7341.0	7519.0	7378.0	7467.0	7387.0
bcdef	7379.0	7234.0	7285.0	7308.0	7444.0	7386.0	7381.0	7341.0	7519.0	7378.0	7467.0	7387.0
abcdef	7445.0	7331.0	7382.0	7334.0	7526.0	7450.0	7493.0	7415.0	7587.0	7457.0	7540.0	7462.0

**TABELA A.24** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Jataí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6304.0	6242.0	6280.0	6223.0	6724.0	6706.0	6712.0	6618.0	6910.0	6828.0	6847.0	6793.0
a	6447.0	6354.0	6392.0	6369.0	6848.0	6855.0	6821.0	6735.0	7053.0	6960.0	6987.0	6938.0
b	6379.0	6307.0	6351.0	6308.0	6793.0	6768.0	6767.0	6665.0	6960.0	6896.0	6917.0	6862.0
c	6424.0	6302.0	6367.0	6340.0	6804.0	6795.0	6787.0	6717.0	7007.0	6892.0	6948.0	6891.0
d	6293.0	6230.0	6268.0	6218.0	6715.0	6699.0	6705.0	6609.0	6898.0	6814.0	6835.0	6779.0
ab	6476.0	6374.0	6410.0	6382.0	6869.0	6869.0	6840.0	6753.0	7063.0	6983.0	7006.0	6949.0
ac	6531.0	6407.0	6473.0	6437.0	6918.0	6906.0	6882.0	6814.0	7134.0	7018.0	7041.0	7004.0
ad	6416.0	6336.0	6381.0	6349.0	6840.0	6837.0	6808.0	6720.0	7038.0	6946.0	6970.0	6924.0
bc	6534.0	6402.0	6468.0	6452.0	6934.0	6904.0	6884.0	6820.0	7113.0	7015.0	7059.0	6998.0
bd	6367.0	6302.0	6343.0	6294.0	6788.0	6768.0	6761.0	6669.0	6965.0	6896.0	6908.0	6854.0
cd	6385.0	6276.0	6355.0	6307.0	6808.0	6791.0	6777.0	6707.0	7003.0	6895.0	6938.0	6876.0
abc	6540.0	6413.0	6472.0	6452.0	6923.0	6919.0	6894.0	6825.0	7137.0	7033.0	7046.0	7002.0
abd	6450.0	6362.0	6393.0	6367.0	6860.0	6858.0	6823.0	6742.0	7054.0	6960.0	6989.0	6940.0
acd	6500.0	6385.0	6458.0	6401.0	6896.0	6890.0	6864.0	6782.0	7117.0	7004.0	7032.0	6977.0

**TABELA A.24** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Jataí (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcd	6512.0	6395.0	6455.0	6427.0	6912.0	6893.0	6873.0	6813.0	7101.0	7002.0	7044.0	6981.0
abcd	6508.0	6385.0	6466.0	6416.0	6902.0	6904.0	6874.0	6804.0	7118.0	7017.0	7037.0	6988.0

**TABELA A.25** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para João Pessoa (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7040.0	6881.0	7125.0	6717.0	6309.0	6229.0	6454.0	6102.0	6493.0	5692.0	6364.0	5538.0
a	6944.0	6691.0	6959.0	6462.0	5987.0	5852.0	6147.0	5729.0	6115.0	5398.0	6023.0	5250.0
b	6141.0	5578.0	6036.0	5320.0	5147.0	4995.0	5339.0	5111.0	5307.0	4846.0	5408.0	4692.0
c	4291.0	4183.0	4765.0	4274.0	3624.0	3443.0	4000.0	4038.0	3668.0	3611.0	4143.0	3555.0
d	7561.0	7475.0	7558.0	7335.0	7449.0	7687.0	7583.0	7189.0	7944.0	7166.0	7532.0	6924.0
e	7375.0	7253.0	7392.0	7118.0	6935.0	6803.0	7049.0	6577.0	6962.0	6058.0	6760.0	5987.0
f	7582.0	7702.0	7668.0	7438.0	7484.0	7841.0	7915.0	7615.0	7897.0	7812.0	7931.0	7436.0
ab	3661.0	3410.0	4027.0	3378.0	3457.0	3190.0	3619.0	3474.0	3525.0	3269.0	3775.0	3223.0
ac	3924.0	3861.0	4535.0	4057.0	3605.0	3432.0	3950.0	3966.0	3693.0	3561.0	4098.0	3522.0
ad	7663.0	7602.0	7584.0	7279.0	7301.0	7515.0	7503.0	6965.0	7774.0	6919.0	7338.0	6695.0
ae	6512.0	6325.0	6628.0	6154.0	5698.0	5479.0	5855.0	5488.0	5651.0	5171.0	5677.0	5081.0
af	7676.0	7773.0	7730.0	7350.0	7300.0	7706.0	7835.0	7417.0	7748.0	7664.0	7753.0	7215.0
bc	3615.0	3647.0	4220.0	3756.0	3466.0	3325.0	3723.0	3727.0	3581.0	3393.0	3873.0	3348.0
bd	7807.0	7439.0	7382.0	6795.0	6751.0	6764.0	6958.0	6210.0	7164.0	6148.0	6687.0	5995.0
be	6763.0	6233.0	6612.0	5926.0	5638.0	5369.0	5806.0	5443.0	5643.0	5145.0	5643.0	5093.0
bf	7466.0	7597.0	7420.0	6690.0	6798.0	7320.0	7482.0	6920.0	7300.0	7267.0	7335.0	6712.0
cd	4792.0	4753.0	5274.0	4844.0	4255.0	4137.0	4546.0	4599.0	4408.0	4175.0	4756.0	4139.0
ce	4510.0	4410.0	4957.0	4535.0	3948.0	3759.0	4223.0	4244.0	3966.0	3771.0	4308.0	3752.0
cf	6074.0	6606.0	6624.0	6090.0	5511.0	6148.0	6547.0	6114.0	5789.0	6125.0	6282.0	5619.0
de	7709.0	7684.0	7693.0	7505.0	7726.0	7956.0	7962.0	7473.0	8120.0	7480.0	7817.0	7201.0
df	7941.0	8060.0	7924.0	7828.0	8147.0	8385.0	8367.0	8217.0	8459.0	8368.0	8407.0	8188.0
ef	7970.0	8181.0	8001.0	7914.0	8165.0	8298.0	8380.0	8178.0	8280.0	8212.0	8330.0	7997.0
abc	2892.0	2933.0	3382.0	2950.0	2940.0	2805.0	3117.0	3047.0	3003.0	2901.0	3233.0	2896.0
abd	5843.0	5283.0	5813.0	5164.0	5482.0	5196.0	5619.0	5248.0	5650.0	5152.0	5641.0	5066.0
abe	4347.0	3867.0	4519.0	3845.0	4051.0	3592.0	4145.0	3777.0	4004.0	3552.0	4108.0	3516.0
abf	6187.0	6518.0	6481.0	5629.0	5937.0	6264.0	6779.0	6214.0	6308.0	6425.0	6665.0	5975.0
acd	4636.0	4565.0	5107.0	4656.0	4329.0	4279.0	4599.0	4665.0	4532.0	4280.0	4848.0	4207.0
ace	4228.0	4125.0	4746.0	4310.0	3975.0	3800.0	4212.0	4194.0	4010.0	3758.0	4279.0	3751.0
acf	5715.0	6484.0	6330.0	5675.0	5353.0	5887.0	6327.0	5934.0	5722.0	6030.0	6172.0	5563.0
ade	7836.0	7851.0	7773.0	7483.0	7650.0	7796.0	7901.0	7286.0	7943.0	7264.0	7659.0	6976.0
adf	8158.0	8249.0	8076.0	7931.0	8182.0	8383.0	8384.0	8232.0	8431.0	8325.0	8405.0	8153.0
aef	8149.0	8298.0	8151.0	7985.0	8095.0	8207.0	8357.0	8078.0	8137.0	8081.0	8242.0	7872.0
bcd	4478.0	4460.0	4943.0	4482.0	4377.0	4339.0	4780.0	4701.0	4682.0	4414.0	4898.0	4291.0
bce	4030.0	3991.0	4443.0	4058.0	3849.0	3663.0	4087.0	4018.0	3911.0	3618.0	4139.0	3593.0

**TABELA A.25** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para João Pessoa (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcf	5347.0	5980.0	5843.0	5226.0	5350.0	5901.0	6235.0	5875.0	5752.0	6024.0	6230.0	5558.0
bde	8022.0	7777.0	7797.0	7149.0	7269.0	7162.0	7505.0	6637.0	7377.0	6509.0	7144.0	6312.0
bdf	8378.0	8331.0	8223.0	7938.0	8069.0	8266.0	8329.0	8078.0	8294.0	8172.0	8278.0	7989.0
bef	8150.0	8232.0	8222.0	7822.0	7802.0	7941.0	8146.0	7760.0	7806.0	7800.0	7938.0	7511.0
cde	4878.0	4832.0	5335.0	4943.0	4398.0	4288.0	4637.0	4678.0	4514.0	4264.0	4817.0	4223.0
cdf	7941.0	8060.0	7924.0	7828.0	8147.0	8385.0	8367.0	8217.0	8459.0	8368.0	8407.0	8188.0
cef	6477.0	6985.0	6923.0	6579.0	6152.0	6677.0	7097.0	6551.0	6141.0	6545.0	6678.0	6030.0
def	8133.0	8304.0	8155.0	8072.0	8435.0	8502.0	8511.0	8441.0	8555.0	8471.0	8537.0	8389.0
abcd	5843.0	5283.0	5813.0	5164.0	5482.0	5196.0	5619.0	5248.0	5650.0	5152.0	5641.0	5066.0
abce	3515.0	3265.0	3702.0	3283.0	3385.0	3116.0	3443.0	3330.0	3351.0	3113.0	3451.0	3089.0
abcf	5598.0	6036.0	6069.0	5249.0	5523.0	5909.0	6380.0	5909.0	5889.0	6088.0	6338.0	5658.0
abde	5843.0	5283.0	5813.0	5164.0	5482.0	5196.0	5619.0	5248.0	5650.0	5152.0	5641.0	5066.0
abdf	7966.0	7933.0	7879.0	7486.0	7793.0	7948.0	8132.0	7780.0	8012.0	7959.0	8036.0	7721.0
abef	7192.0	7444.0	7446.0	6805.0	6983.0	7021.0	7623.0	6968.0	6909.0	7009.0	7305.0	6669.0
acde	4773.0	4717.0	5201.0	4767.0	4501.0	4432.0	4728.0	4778.0	4641.0	4391.0	4939.0	4312.0
acdf	8158.0	8249.0	8076.0	7931.0	8182.0	8383.0	8384.0	8232.0	8431.0	8325.0	8405.0	8153.0
acef	6305.0	7049.0	6797.0	6280.0	6031.0	6502.0	6953.0	6423.0	6130.0	6457.0	6605.0	5998.0
adef	8149.0	8298.0	8151.0	7985.0	8095.0	8207.0	8357.0	8078.0	8137.0	8081.0	8242.0	7872.0
bcde	4613.0	4596.0	5015.0	4656.0	4622.0	4526.0	4897.0	4812.0	4814.0	4546.0	4966.0	4431.0
bcdf	6324.0	7047.0	6590.0	6071.0	6413.0	6959.0	7130.0	6648.0	6755.0	6890.0	6964.0	6509.0
bdef	8529.0	8521.0	8513.0	8352.0	8354.0	8392.0	8491.0	8308.0	8397.0	8295.0	8423.0	8196.0
cdef	6477.0	6985.0	6923.0	6579.0	6152.0	6677.0	7097.0	6551.0	6141.0	6545.0	6678.0	6030.0
abcde	5091.0	4810.0	5217.0	4754.0	5056.0	4725.0	5185.0	4852.0	5131.0	4691.0	5200.0	4641.0
abcdf	7408.0	7533.0	7446.0	6986.0	7351.0	7633.0	7796.0	7350.0	7600.0	7638.0	7667.0	7266.0
acdef	6714.0	7336.0	7102.0	6703.0	6666.0	7202.0	7470.0	6930.0	6749.0	7064.0	7132.0	6567.0
abdef	8263.0	8251.0	8310.0	8006.0	8146.0	8139.0	8368.0	8100.0	8136.0	8118.0	8231.0	7994.0
abcef	6461.0	6890.0	6863.0	6176.0	6383.0	6547.0	7120.0	6502.0	6365.0	6585.0	6825.0	6215.0
bcef	5989.0	6737.0	6418.0	5900.0	6116.0	6521.0	6854.0	6393.0	6222.0	6484.0	6664.0	6061.0
bcdef	6640.0	7420.0	6919.0	6447.0	6800.0	7216.0	7466.0	6926.0	6954.0	7113.0	7204.0	6760.0
abcdef	7744.0	7919.0	7854.0	7506.0	7767.0	7854.0	8086.0	7746.0	7771.0	7840.0	7937.0	7612.0

**TABELA A.26** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para João Pessoa (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	8008.0	8208.0	8028.0	7886.0	8315.0	8526.0	8504.0	8413.0	8637.0	8539.0	8597.0	8470.0
a	8020.0	8178.0	8006.0	7902.0	8339.0	8510.0	8485.0	8403.0	8646.0	8537.0	8592.0	8480.0
b	8038.0	8212.0	8021.0	7924.0	8356.0	8534.0	8493.0	8424.0	8658.0	8550.0	8600.0	8496.0
c	7496.0	7850.0	7635.0	7463.0	7686.0	8153.0	8223.0	7948.0	8097.0	8253.0	8203.0	7971.0
d	8045.0	8239.0	8051.0	7919.0	8361.0	8546.0	8526.0	8430.0	8663.0	8567.0	8617.0	8492.0
ab	8014.0	8174.0	8007.0	7894.0	8328.0	8510.0	8480.0	8399.0	8643.0	8534.0	8588.0	8479.0



**TABELA A.26** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para João Pessoa (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
ac	7854.0	8049.0	7899.0	7773.0	8139.0	8413.0	8396.0	8258.0	8510.0	8438.0	8471.0	8345.0
ad	8054.0	8212.0	8033.0	7933.0	8380.0	8543.0	8509.0	8436.0	8670.0	8556.0	8617.0	8506.0
bc	7587.0	7882.0	7706.0	7545.0	7801.0	8203.0	8240.0	8012.0	8236.0	8289.0	8262.0	8060.0
bd	8068.0	8238.0	8046.0	7944.0	8389.0	8550.0	8513.0	8445.0	8673.0	8567.0	8622.0	8513.0
cd	7633.0	7935.0	7755.0	7563.0	7864.0	8260.0	8311.0	8051.0	8309.0	8336.0	8331.0	8090.0
abc	7853.0	8048.0	7900.0	7772.0	8143.0	8410.0	8395.0	8261.0	8506.0	8438.0	8472.0	8344.0
abd	8054.0	8205.0	8031.0	7928.0	8375.0	8538.0	8505.0	8432.0	8667.0	8552.0	8617.0	8504.0
acd	7935.0	8107.0	7954.0	7830.0	8238.0	8450.0	8442.0	8328.0	8576.0	8478.0	8534.0	8390.0
bcd	7699.0	7958.0	7792.0	7628.0	7963.0	8305.0	8326.0	8113.0	8385.0	8343.0	8368.0	8166.0
abcd	7935.0	8109.0	7955.0	7830.0	8246.0	8453.0	8443.0	8324.0	8578.0	8478.0	8536.0	8392.0

**TABELA A.27** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Manaus (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	3717.0	3346.0	3835.0	3443.0	2230.0	2173.0	2371.0	2180.0	2177.0	1754.0	2295.0	1703.0
a	3197.0	2829.0	3361.0	2858.0	1923.0	1880.0	2067.0	1894.0	1912.0	1556.0	2004.0	1466.0
b	1729.0	1563.0	1958.0	1437.0	1075.0	1094.0	1192.0	1019.0	1155.0	857.0	1159.0	811.0
c	1182.0	1107.0	1259.0	1021.0	549.0	579.0	572.0	532.0	518.0	395.0	512.0	382.0
d	4600.0	4324.0	4778.0	4509.0	3394.0	3287.0	3541.0	3504.0	3331.0	2890.0	3563.0	2865.0
e	4142.0	3769.0	4220.0	3928.0	2760.0	2568.0	2883.0	2708.0	2529.0	2114.0	2662.0	2068.0
f	5280.0	5042.0	5478.0	4911.0	4304.0	4362.0	4554.0	4354.0	4424.0	4047.0	4619.0	3865.0
ab	274.0	185.0	272.0	177.0	182.0	149.0	181.0	154.0	174.0	151.0	173.0	142.0
ac	886.0	844.0	948.0	781.0	478.0	496.0	500.0	464.0	469.0	362.0	462.0	344.0
ad	4169.0	3887.0	4453.0	4081.0	3134.0	3057.0	3317.0	3269.0	3158.0	2739.0	3357.0	2695.0
ae	2670.0	2393.0	2775.0	2422.0	1643.0	1611.0	1743.0	1592.0	1581.0	1258.0	1599.0	1212.0
af	4852.0	4640.0	5133.0	4486.0	4101.0	4154.0	4379.0	4142.0	4252.0	3920.0	4479.0	3681.0
bc	404.0	360.0	417.0	324.0	249.0	247.0	266.0	228.0	284.0	180.0	265.0	173.0
bd	3087.0	2892.0	3480.0	2878.0	2379.0	2373.0	2591.0	2514.0	2485.0	2120.0	2646.0	2056.0
be	2291.0	2066.0	2517.0	2015.0	1504.0	1450.0	1640.0	1431.0	1470.0	1132.0	1475.0	1093.0
bf	4125.0	3923.0	4493.0	3684.0	3673.0	3752.0	3995.0	3715.0	3874.0	3538.0	4118.0	3273.0
cd	1518.0	1458.0	1628.0	1392.0	793.0	843.0	821.0	797.0	777.0	628.0	761.0	621.0
ce	1287.0	1202.0	1367.0	1150.0	641.0	653.0	649.0	624.0	569.0	457.0	570.0	451.0
cf	3371.0	3214.0	3439.0	3079.0	2634.0	2741.0	2770.0	2618.0	2636.0	2384.0	2691.0	2259.0
de	4818.0	4547.0	4973.0	4772.0	3744.0	3577.0	3824.0	3811.0	3585.0	3130.0	3789.0	3114.0
df	6009.0	5857.0	6156.0	5863.0	5349.0	5356.0	5553.0	5376.0	5335.0	5063.0	5545.0	4957.0
ef	5908.0	5716.0	5997.0	5715.0	5133.0	5002.0	5252.0	5012.0	4997.0	4628.0	5077.0	4531.0
abc	114.0	99.0	101.0	84.0	77.0	96.0	84.0	79.0	94.0	80.0	78.0	70.0
abd	1435.0	1224.0	1494.0	1193.0	1181.0	1118.0	1231.0	1111.0	1261.0	1026.0	1265.0	996.0
abe	432.0	291.0	436.0	289.0	314.0	207.0	336.0	213.0	280.0	182.0	281.0	184.0
abf	3484.0	3120.0	3684.0	2883.0	3121.0	3108.0	3341.0	2987.0	3254.0	2939.0	3409.0	2664.0

TABELA A.27 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Manaus (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
acd	1237.0	1159.0	1311.0	1111.0	769.0	826.0	803.0	762.0	785.0	624.0	772.0	622.0
ace	1004.0	934.0	1053.0	896.0	583.0	592.0	598.0	571.0	530.0	422.0	527.0	415.0
acf	3046.0	2923.0	3171.0	2767.0	2541.0	2663.0	2694.0	2527.0	2627.0	2361.0	2661.0	2202.0
ade	4441.0	4192.0	4670.0	4388.0	3537.0	3364.0	3643.0	3575.0	3412.0	2975.0	3558.0	2946.0
adf	5678.0	5577.0	5971.0	5499.0	5187.0	5186.0	5411.0	5236.0	5239.0	4974.0	5447.0	4866.0
aef	6017.0	6006.0	6243.0	5990.0	5646.0	5551.0	5824.0	5609.0	5551.0	5265.0	5661.0	5191.0
bcd	716.0	695.0	755.0	626.0	508.0	579.0	575.0	519.0	582.0	476.0	582.0	416.0
bce	516.0	478.0	536.0	430.0	330.0	329.0	358.0	325.0	332.0	246.0	333.0	234.0
bcf	2631.0	2502.0	2760.0	2369.0	2449.0	2591.0	2632.0	2467.0	2642.0	2336.0	2669.0	2132.0
bde	3496.0	3271.0	3808.0	3322.0	2804.0	2679.0	2989.0	2854.0	2777.0	2383.0	2902.0	2360.0
bdf	5224.0	5079.0	5563.0	4996.0	4970.0	4948.0	5161.0	5023.0	5055.0	4757.0	5270.0	4618.0
bef	5000.0	4815.0	5178.0	4766.0	4637.0	4478.0	4734.0	4466.0	4540.0	4155.0	4609.0	3996.0
cde	1568.0	1496.0	1662.0	1451.0	848.0	886.0	875.0	835.0	813.0	659.0	804.0	671.0
cdf	6009.0	5857.0	6156.0	5863.0	5349.0	5356.0	5553.0	5376.0	5335.0	5063.0	5545.0	4957.0
cef	3728.0	3556.0	3730.0	3549.0	3053.0	3080.0	3150.0	3017.0	2931.0	2656.0	2976.0	2526.0
def	6303.0	6225.0	6381.0	6231.0	5808.0	5708.0	5938.0	5773.0	5638.0	5353.0	5757.0	5280.0
abcd	1435.0	1224.0	1494.0	1193.0	1181.0	1118.0	1231.0	1111.0	1261.0	1026.0	1265.0	996.0
abce	849.0	704.0	863.0	695.0	743.0	684.0	810.0	688.0	765.0	608.0	780.0	593.0
abcf	3026.0	2718.0	3161.0	2555.0	2779.0	2785.0	2951.0	2621.0	2908.0	2507.0	3001.0	2340.0
abde	1777.0	1510.0	1798.0	1498.0	1506.0	1379.0	1524.0	1363.0	1481.0	1210.0	1481.0	1198.0
abdf	5042.0	4764.0	5256.0	4600.0	4804.0	4727.0	4983.0	4667.0	4837.0	4533.0	4997.0	4409.0
abef	4437.0	4102.0	4447.0	3964.0	4138.0	3853.0	4198.0	3755.0	3948.0	3546.0	3932.0	3341.0
acde	1302.0	1231.0	1360.0	1183.0	834.0	886.0	880.0	830.0	844.0	674.0	835.0	663.0
acdf	5678.0	5577.0	5971.0	5499.0	5187.0	5186.0	5411.0	5236.0	5239.0	4974.0	5447.0	4866.0
acef	3437.0	3330.0	3552.0	3268.0	3030.0	3052.0	3165.0	2985.0	2964.0	2685.0	3007.0	2523.0
adef	5526.0	5404.0	5719.0	5342.0	5001.0	4828.0	5102.0	4848.0	4845.0	4505.0	4932.0	4382.0
bcde	795.0	778.0	830.0	718.0	582.0	660.0	669.0	595.0	634.0	543.0	635.0	487.0
bcdf	3213.0	3136.0	3509.0	3036.0	3190.0	3343.0	3460.0	3312.0	3323.0	3114.0	3496.0	2860.0
bdef	5677.0	5567.0	5892.0	5574.0	5514.0	5370.0	5599.0	5434.0	5412.0	5110.0	5505.0	4982.0
cdef	3728.0	3556.0	3730.0	3549.0	3053.0	3080.0	3150.0	3017.0	2931.0	2656.0	2976.0	2526.0
abcde	849.0	704.0	863.0	695.0	743.0	684.0	810.0	688.0	765.0	608.0	780.0	593.0
abcdf	4407.0	4142.0	4603.0	3990.0	4258.0	4233.0	4410.0	4113.0	4297.0	4012.0	4391.0	3804.0
acdef	3763.0	3707.0	3907.0	3665.0	3474.0	3555.0	3673.0	3511.0	3444.0	3199.0	3553.0	2993.0
abdef	5596.0	5352.0	5659.0	5265.0	5395.0	5163.0	5454.0	5130.0	5264.0	4939.0	5303.0	4808.0
abcef	3844.0	3490.0	3869.0	3337.0	3524.0	3345.0	3617.0	3235.0	3391.0	3050.0	3421.0	2805.0
bcef	3519.0	3538.0	3769.0	3412.0	3602.0	3639.0	3814.0	3589.0	3585.0	3383.0	3673.0	3144.0
bcdef	3519.0	3538.0	3769.0	3412.0	3602.0	3639.0	3814.0	3589.0	3585.0	3383.0	3673.0	3144.0
abcdef	4923.0	4683.0	4950.0	4562.0	4767.0	4601.0	4831.0	4519.0	4609.0	4371.0	4656.0	4203.0

**TABELA A.28** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Manaus

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6164.0	5969.0	6304.0	5977.0	6310.0	6299.0	6474.0	6330.0	6535.0	6177.0	6731.0	6075.0
a	6202.0	5982.0	6342.0	5989.0	6358.0	6310.0	6513.0	6355.0	6600.0	6204.0	6809.0	6088.0
b	6204.0	6004.0	6346.0	6003.0	6357.0	6320.0	6511.0	6371.0	6587.0	6212.0	6810.0	6104.0
c	5428.0	5173.0	5424.0	5144.0	5252.0	5280.0	5362.0	5187.0	5359.0	4964.0	5420.0	4798.0
d	6206.0	6036.0	6351.0	6052.0	6369.0	6356.0	6538.0	6409.0	6604.0	6256.0	6798.0	6173.0
ab	6210.0	5986.0	6347.0	5996.0	6370.0	6317.0	6529.0	6360.0	6609.0	6210.0	6824.0	6108.0
ac	5919.0	5694.0	6023.0	5648.0	5941.0	5957.0	6100.0	5896.0	6144.0	5703.0	6332.0	5535.0
ad	6251.0	6054.0	6400.0	6066.0	6440.0	6393.0	6580.0	6458.0	6669.0	6296.0	6885.0	6204.0
bc	5423.0	5186.0	5465.0	5121.0	5218.0	5266.0	5400.0	5165.0	5357.0	4943.0	5437.0	4719.0
bd	6239.0	6047.0	6397.0	6063.0	6411.0	6370.0	6568.0	6452.0	6644.0	6299.0	6875.0	6200.0
cd	5544.0	5297.0	5566.0	5311.0	5423.0	5475.0	5555.0	5403.0	5546.0	5196.0	5672.0	5015.0
abc	5950.0	5732.0	6060.0	5689.0	6005.0	5992.0	6149.0	5957.0	6196.0	5781.0	6393.0	5620.0
abd	6256.0	6054.0	6403.0	6075.0	6448.0	6408.0	6585.0	6450.0	6680.0	6306.0	6899.0	6225.0
acd	6011.0	5797.0	6121.0	5765.0	6086.0	6069.0	6227.0	6063.0	6281.0	5865.0	6478.0	5728.0
bcd	5572.0	5318.0	5626.0	5287.0	5436.0	5462.0	5581.0	5360.0	5556.0	5155.0	5671.0	4958.0
abcd	6041.0	5828.0	6161.0	5797.0	6131.0	6119.0	6267.0	6108.0	6337.0	5940.0	6546.0	5797.0

**TABELA A.29** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Maringá (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6225.0	6007.0	6190.0	6123.0	6394.0	6233.0	6262.0	6285.0	6534.0	6032.0	6533.0	6151.0
a	6363.0	6112.0	6329.0	6217.0	6407.0	6192.0	6289.0	6261.0	6512.0	5998.0	6542.0	6108.0
b	6560.0	6128.0	6553.0	6255.0	6313.0	5895.0	6236.0	5990.0	6355.0	5722.0	6368.0	5801.0
c	5061.0	4737.0	5161.0	5190.0	5226.0	4793.0	5058.0	5140.0	5230.0	4720.0	5354.0	4907.0
d	6302.0	6177.0	6294.0	6212.0	6562.0	6527.0	6577.0	6567.0	6687.0	6507.0	6701.0	6513.0
e	6310.0	6161.0	6288.0	6224.0	6522.0	6392.0	6522.0	6421.0	6609.0	6257.0	6634.0	6276.0
f	6025.0	5949.0	6109.0	6036.0	6202.0	6154.0	6204.0	6233.0	6272.0	6187.0	6321.0	6205.0
ab	5476.0	4700.0	5486.0	4793.0	5326.0	4625.0	5280.0	4734.0	5429.0	4579.0	5413.0	4627.0
ac	5174.0	4813.0	5259.0	5218.0	5239.0	4818.0	5065.0	5113.0	5263.0	4714.0	5364.0	4886.0
ad	6481.0	6367.0	6476.0	6372.0	6669.0	6573.0	6642.0	6597.0	6736.0	6515.0	6726.0	6552.0
ae	6300.0	6051.0	6232.0	6165.0	6392.0	6165.0	6278.0	6153.0	6435.0	5915.0	6404.0	5952.0
af	6098.0	6022.0	6177.0	6106.0	6192.0	6138.0	6210.0	6244.0	6281.0	6173.0	6315.0	6172.0
bc	5362.0	4846.0	5320.0	5155.0	5277.0	4858.0	5148.0	5055.0	5336.0	4701.0	5438.0	4872.0
bd	6804.0	6651.0	6778.0	6673.0	6800.0	6642.0	6792.0	6706.0	6847.0	6568.0	6877.0	6617.0
be	6772.0	6478.0	6740.0	6546.0	6617.0	6259.0	6592.0	6292.0	6569.0	5994.0	6546.0	5996.0
bf	6261.0	6157.0	6315.0	6193.0	6212.0	6155.0	6242.0	6222.0	6300.0	6182.0	6332.0	6170.0
cd	5261.0	4969.0	5350.0	5393.0	5602.0	5283.0	5421.0	5552.0	5704.0	5205.0	5808.0	5332.0
ce	5198.0	4880.0	5257.0	5307.0	5428.0	5067.0	5248.0	5299.0	5443.0	4908.0	5512.0	5034.0
cf	5543.0	5444.0	5691.0	5612.0	5731.0	5654.0	5787.0	5769.0	5826.0	5687.0	5952.0	5678.0
de	6370.0	6288.0	6360.0	6275.0	6642.0	6628.0	6650.0	6610.0	6760.0	6601.0	6729.0	6595.0

TABELA A.29 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Maringá (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
df	6079.0	6063.0	6143.0	6137.0	6323.0	6314.0	6321.0	6346.0	6384.0	6331.0	6420.0	6347.0
ef	6194.0	6114.0	6193.0	6197.0	6373.0	6348.0	6328.0	6342.0	6389.0	6305.0	6390.0	6309.0
abc	4867.0	4242.0	4888.0	4371.0	4770.0	4228.0	4704.0	4364.0	4808.0	4180.0	4873.0	4260.0
abd	6630.0	6113.0	6661.0	6162.0	6581.0	6067.0	6604.0	6154.0	6650.0	6025.0	6682.0	6041.0
abe	5932.0	5201.0	5849.0	5147.0	5722.0	5066.0	5730.0	4994.0	5688.0	4879.0	5650.0	4855.0
abf	5987.0	5867.0	6138.0	5850.0	6001.0	5872.0	6133.0	5974.0	6085.0	5927.0	6183.0	5894.0
acd	5507.0	5161.0	5503.0	5536.0	5688.0	5376.0	5593.0	5602.0	5788.0	5294.0	5857.0	5385.0
ace	5372.0	5000.0	5381.0	5376.0	5468.0	5088.0	5327.0	5299.0	5484.0	4924.0	5537.0	5029.0
acf	5568.0	5455.0	5691.0	5623.0	5717.0	5620.0	5785.0	5744.0	5807.0	5673.0	5937.0	5682.0
ade	6548.0	6455.0	6520.0	6442.0	6741.0	6658.0	6716.0	6635.0	6810.0	6630.0	6753.0	6616.0
adf	6223.0	6175.0	6248.0	6231.0	6359.0	6338.0	6358.0	6378.0	6402.0	6344.0	6453.0	6352.0
aef	6300.0	6254.0	6274.0	6287.0	6431.0	6412.0	6413.0	6418.0	6446.0	6389.0	6469.0	6405.0
bcd	5897.0	5414.0	5828.0	5699.0	5843.0	5566.0	5747.0	5621.0	5911.0	5378.0	5896.0	5472.0
bce	5635.0	5120.0	5545.0	5367.0	5588.0	5157.0	5488.0	5243.0	5572.0	4993.0	5586.0	5049.0
bcf	5772.0	5657.0	5855.0	5724.0	5817.0	5744.0	5898.0	5844.0	5942.0	5786.0	6010.0	5777.0
bde	6907.0	6762.0	6812.0	6751.0	6910.0	6777.0	6878.0	6778.0	6920.0	6697.0	6912.0	6687.0
bdf	6423.0	6388.0	6468.0	6409.0	6436.0	6405.0	6426.0	6463.0	6472.0	6410.0	6512.0	6425.0
bef	6469.0	6360.0	6431.0	6391.0	6421.0	6351.0	6388.0	6358.0	6434.0	6325.0	6415.0	6306.0
cde	5336.0	5021.0	5381.0	5443.0	5684.0	5408.0	5553.0	5608.0	5777.0	5311.0	5853.0	5397.0
cdf	6079.0	6063.0	6143.0	6137.0	6323.0	6314.0	6321.0	6346.0	6384.0	6331.0	6420.0	6347.0
cef	5705.0	5574.0	5776.0	5773.0	5927.0	5849.0	5944.0	5926.0	5980.0	5829.0	6037.0	5808.0
def	6167.0	6144.0	6185.0	6199.0	6403.0	6380.0	6371.0	6385.0	6444.0	6381.0	6442.0	6408.0
abcd	6630.0	6113.0	6661.0	6162.0	6581.0	6067.0	6604.0	6154.0	6650.0	6025.0	6682.0	6041.0
abce	6320.0	5773.0	6271.0	5778.0	6269.0	5742.0	6302.0	5701.0	6286.0	5638.0	6271.0	5590.0
abcf	5837.0	5709.0	5998.0	5681.0	5846.0	5740.0	5982.0	5804.0	5949.0	5821.0	6036.0	5787.0
abde	6834.0	6381.0	6793.0	6357.0	6759.0	6310.0	6797.0	6283.0	6790.0	6232.0	6768.0	6182.0
abdf	6386.0	6330.0	6465.0	6344.0	6418.0	6374.0	6425.0	6413.0	6451.0	6395.0	6494.0	6379.0
abef	6318.0	6182.0	6318.0	6163.0	6255.0	6139.0	6306.0	6136.0	6269.0	6136.0	6288.0	6083.0
acde	5598.0	5253.0	5554.0	5599.0	5819.0	5517.0	5727.0	5665.0	5866.0	5402.0	5899.0	5460.0
acdf	6223.0	6175.0	6248.0	6231.0	6359.0	6338.0	6358.0	6378.0	6402.0	6344.0	6453.0	6352.0
acef	5798.0	5658.0	5808.0	5806.0	5942.0	5848.0	5945.0	5922.0	5981.0	5815.0	6026.0	5811.0
adef	6287.0	6204.0	6280.0	6272.0	6380.0	6330.0	6347.0	6354.0	6393.0	6293.0	6387.0	6302.0
bcde	6020.0	5577.0	5893.0	5785.0	5941.0	5662.0	5881.0	5691.0	5992.0	5487.0	5961.0	5524.0
bcdf	6088.0	6006.0	6104.0	6042.0	6141.0	6120.0	6205.0	6142.0	6204.0	6115.0	6249.0	6085.0
bdef	6508.0	6478.0	6507.0	6507.0	6508.0	6481.0	6476.0	6511.0	6523.0	6474.0	6536.0	6468.0
cdef	5705.0	5574.0	5776.0	5773.0	5927.0	5849.0	5944.0	5926.0	5980.0	5829.0	6037.0	5808.0
abcde	6320.0	5773.0	6271.0	5778.0	6269.0	5742.0	6302.0	5701.0	6286.0	5638.0	6271.0	5590.0
abcdf	6270.0	6230.0	6361.0	6221.0	6321.0	6283.0	6376.0	6318.0	6360.0	6323.0	6417.0	6304.0
acdef	5875.0	5802.0	5929.0	5926.0	6081.0	6042.0	6121.0	6075.0	6123.0	6041.0	6161.0	6006.0
abdef	6497.0	6431.0	6506.0	6443.0	6513.0	6464.0	6490.0	6464.0	6524.0	6457.0	6528.0	6445.0

**TABELA A.29** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Maringá (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcef	6165.0	6008.0	6157.0	6000.0	6111.0	5975.0	6183.0	6007.0	6110.0	5968.0	6138.0	5932.0
bcef	6165.0	6105.0	6135.0	6138.0	6215.0	6191.0	6259.0	6188.0	6253.0	6169.0	6259.0	6128.0
bcdef	6165.0	6105.0	6135.0	6138.0	6215.0	6191.0	6259.0	6188.0	6253.0	6169.0	6259.0	6128.0
abcdef	6396.0	6333.0	6401.0	6343.0	6422.0	6366.0	6431.0	6373.0	6430.0	6380.0	6436.0	6347.0

**TABELA A.30** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Maringá

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5977.0	5877.0	6021.0	6012.0	6255.0	6200.0	6110.0	6239.0	6326.0	6194.0	6303.0	6235.0
a	6084.0	5955.0	6122.0	6111.0	6333.0	6311.0	6193.0	6324.0	6418.0	6293.0	6393.0	6348.0
b	6043.0	5924.0	6066.0	6054.0	6294.0	6268.0	6160.0	6284.0	6370.0	6249.0	6342.0	6286.0
c	5930.0	5821.0	5997.0	5963.0	6151.0	6168.0	6069.0	6179.0	6229.0	6148.0	6227.0	6171.0
d	5974.0	5867.0	6021.0	6007.0	6261.0	6198.0	6114.0	6244.0	6317.0	6193.0	6296.0	6248.0
ab	6098.0	5957.0	6131.0	6130.0	6351.0	6323.0	6198.0	6336.0	6440.0	6298.0	6405.0	6365.0
ac	6088.0	5944.0	6126.0	6112.0	6339.0	6306.0	6199.0	6315.0	6413.0	6294.0	6378.0	6316.0
ad	6082.0	5943.0	6112.0	6104.0	6338.0	6304.0	6179.0	6311.0	6387.0	6282.0	6382.0	6338.0
bc	6028.0	5890.0	6064.0	6051.0	6245.0	6246.0	6134.0	6245.0	6319.0	6219.0	6304.0	6260.0
bd	6041.0	5915.0	6065.0	6050.0	6299.0	6252.0	6149.0	6285.0	6365.0	6242.0	6335.0	6285.0
cd	5940.0	5816.0	5999.0	5975.0	6165.0	6165.0	6077.0	6180.0	6263.0	6147.0	6239.0	6185.0
abc	6103.0	5952.0	6135.0	6132.0	6349.0	6322.0	6213.0	6338.0	6443.0	6307.0	6396.0	6335.0
abd	6096.0	5949.0	6118.0	6120.0	6345.0	6319.0	6191.0	6331.0	6413.0	6294.0	6388.0	6356.0
acd	6078.0	5933.0	6108.0	6102.0	6332.0	6296.0	6190.0	6301.0	6419.0	6292.0	6381.0	6322.0
bcd	6040.0	5879.0	6071.0	6058.0	6242.0	6241.0	6138.0	6246.0	6334.0	6214.0	6314.0	6257.0
abcd	6093.0	5946.0	6121.0	6119.0	6337.0	6303.0	6204.0	6320.0	6421.0	6294.0	6397.0	6339.0

**TABELA A.31** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Natal (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6884.0	6736.0	7200.0	6744.0	6825.0	6824.0	7281.0	6857.0	7404.0	6760.0	7370.0	6378.0
a	7080.0	6952.0	7349.0	6779.0	6813.0	6709.0	7273.0	6666.0	7253.0	6552.0	7243.0	6127.0
b	7202.0	6683.0	7151.0	6117.0	6001.0	5439.0	6619.0	5570.0	6372.0	5308.0	6470.0	4887.0
c	4591.0	4414.0	4681.0	4518.0	3453.0	2965.0	3683.0	3527.0	3176.0	2576.0	3731.0	2669.0
d	7503.0	7550.0	7769.0	7407.0	8057.0	8268.0	8295.0	7940.0	8531.0	8258.0	8332.0	7993.0
e	7329.0	7332.0	7608.0	7216.0	7683.0	7724.0	7999.0	7486.0	7976.0	7447.0	7810.0	7122.0
f	7167.0	6998.0	7223.0	6961.0	7187.0	7329.0	7410.0	7199.0	7685.0	7437.0	7574.0	7167.0
ab	3272.0	2455.0	4014.0	2398.0	2896.0	1797.0	3672.0	2505.0	3028.0	2139.0	3658.0	2090.0
ac	4392.0	4116.0	4542.0	4213.0	3309.0	2726.0	3666.0	3393.0	3177.0	2514.0	3792.0	2556.0
ad	7942.0	8007.0	8030.0	7660.0	8209.0	8350.0	8411.0	7984.0	8565.0	8283.0	8372.0	8036.0
ae	6749.0	6677.0	7088.0	6597.0	6794.0	6572.0	7266.0	6556.0	6962.0	6278.0	6990.0	5829.0

TABELA A.31 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Natal (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
af	7313.0	7101.0	7288.0	6917.0	7133.0	7279.0	7395.0	7058.0	7623.0	7355.0	7484.0	7020.0
bc	3144.0	2715.0	3957.0	3017.0	2573.0	1847.0	3336.0	2751.0	2750.0	2015.0	3470.0	2057.0
bd	8554.0	8462.0	8333.0	8013.0	8283.0	8275.0	8453.0	7809.0	8516.0	8058.0	8285.0	7783.0
be	7968.0	7671.0	7786.0	7176.0	7181.0	6638.0	7553.0	6498.0	7057.0	6307.0	7035.0	5851.0
bf	7371.0	7149.0	7178.0	6546.0	6792.0	6958.0	7225.0	6665.0	7318.0	7033.0	7161.0	6596.0
cd	5063.0	4921.0	5097.0	5052.0	4582.0	4210.0	4873.0	4694.0	4623.0	4020.0	5127.0	3971.0
ce	4828.0	4644.0	4849.0	4757.0	3900.0	3374.0	4183.0	3915.0	3661.0	2995.0	4141.0	3004.0
cf	6163.0	6083.0	6061.0	5914.0	5801.0	5981.0	6387.0	5856.0	6109.0	6037.0	6276.0	5496.0
de	7724.0	7847.0	7968.0	7636.0	8354.0	8483.0	8539.0	8220.0	8618.0	8451.0	8520.0	8234.0
df	7561.0	7473.0	7589.0	7405.0	7840.0	8001.0	7947.0	7854.0	8216.0	8064.0	8091.0	7937.0
ef	7642.0	7532.0	7630.0	7501.0	7885.0	7954.0	7970.0	7831.0	8124.0	7922.0	8004.0	7781.0
abc	1919.0	1396.0	2538.0	1512.0	1672.0	1048.0	2302.0	1575.0	1661.0	1243.0	2243.0	1279.0
abd	7805.0	7075.0	7521.0	6588.0	7500.0	6906.0	7743.0	6634.0	7733.0	6883.0	7580.0	6562.0
abe	4950.0	3606.0	5128.0	3342.0	4378.0	2810.0	4974.0	3149.0	4330.0	2799.0	4475.0	2673.0
abf	6273.0	6040.0	6233.0	5310.0	5955.0	5968.0	6541.0	5769.0	6434.0	6206.0	6503.0	5641.0
acd	5096.0	4913.0	5256.0	5052.0	4735.0	4393.0	5282.0	4873.0	5035.0	4362.0	5445.0	4179.0
ace	4726.0	4475.0	4823.0	4582.0	3934.0	3307.0	4340.0	3890.0	3756.0	3057.0	4266.0	3019.0
acf	5966.0	6006.0	6016.0	5628.0	5495.0	5718.0	6250.0	5562.0	5968.0	5870.0	6161.0	5302.0
ade	8173.0	8268.0	8241.0	7913.0	8464.0	8535.0	8623.0	8281.0	8639.0	8466.0	8541.0	8256.0
adf	7813.0	7674.0	7722.0	7586.0	7913.0	8055.0	7992.0	7923.0	8261.0	8101.0	8125.0	7975.0
aef	8087.0	8000.0	8004.0	7906.0	8238.0	8276.0	8247.0	8239.0	8395.0	8274.0	8308.0	8232.0
bcd	5005.0	4832.0	5661.0	4694.0	4969.0	4568.0	5893.0	5027.0	5611.0	4716.0	5853.0	4264.0
bce	3941.0	3572.0	4562.0	3734.0	3542.0	2664.0	4348.0	3399.0	3603.0	2611.0	4059.0	2527.0
bcf	5423.0	5596.0	5788.0	4880.0	5328.0	5531.0	6188.0	5452.0	5907.0	5755.0	6126.0	5137.0
bde	8639.0	8611.0	8545.0	8313.0	8556.0	8472.0	8658.0	8211.0	8600.0	8322.0	8540.0	8060.0
bdf	8206.0	8041.0	7992.0	7818.0	7937.0	8067.0	8047.0	7907.0	8241.0	8077.0	8109.0	7932.0
bef	8148.0	8011.0	7972.0	7725.0	7766.0	7775.0	7944.0	7570.0	7863.0	7712.0	7753.0	7422.0
cde	5152.0	5011.0	5160.0	5141.0	4783.0	4416.0	5137.0	4866.0	4863.0	4220.0	5274.0	4144.0
cdf	7561.0	7473.0	7589.0	7405.0	7840.0	8001.0	7947.0	7854.0	8216.0	8064.0	8091.0	7937.0
cef	6448.0	6393.0	6362.0	6307.0	6515.0	6613.0	6987.0	6455.0	6682.0	6587.0	6701.0	6088.0
def	7805.0	7760.0	7808.0	7715.0	8145.0	8218.0	8195.0	8171.0	8349.0	8250.0	8264.0	8190.0
abcd	7805.0	7075.0	7521.0	6588.0	7500.0	6906.0	7743.0	6634.0	7733.0	6883.0	7580.0	6562.0
abce	6884.0	6187.0	6878.0	5732.0	6819.0	6086.0	7230.0	5919.0	6940.0	6062.0	6898.0	5675.0
abcf	5725.0	5635.0	5822.0	4835.0	5509.0	5509.0	6220.0	5304.0	5975.0	5743.0	6164.0	5183.0
abde	8150.0	7653.0	8023.0	7305.0	7916.0	7326.0	8214.0	7183.0	7961.0	7279.0	7902.0	7036.0
abdf	7794.0	7568.0	7660.0	7334.0	7733.0	7813.0	7874.0	7627.0	8067.0	7868.0	7939.0	7689.0
abef	7385.0	7163.0	7227.0	6709.0	7106.0	6956.0	7426.0	6766.0	7179.0	6971.0	7127.0	6559.0
acde	5247.0	5050.0	5374.0	5188.0	5052.0	4713.0	5647.0	5119.0	5364.0	4655.0	5643.0	4391.0
acdf	7813.0	7674.0	7722.0	7586.0	7913.0	8055.0	7992.0	7923.0	8261.0	8101.0	8125.0	7975.0
acef	6507.0	6499.0	6509.0	6246.0	6466.0	6547.0	6960.0	6349.0	6653.0	6531.0	6639.0	5997.0

**TABELA A.31** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Natal (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
adef	7877.0	7740.0	7756.0	7651.0	7909.0	7952.0	7994.0	7818.0	8101.0	7887.0	7983.0	7719.0
bcde	5385.0	5312.0	5911.0	5089.0	5526.0	5092.0	6258.0	5327.0	5923.0	5111.0	6058.0	4605.0
bcdf	6878.0	6943.0	6800.0	6292.0	6877.0	7094.0	7322.0	6791.0	7283.0	7115.0	7176.0	6733.0
bdef	8437.0	8326.0	8337.0	8265.0	8275.0	8279.0	8295.0	8248.0	8375.0	8255.0	8299.0	8201.0
cdef	6448.0	6393.0	6362.0	6307.0	6515.0	6613.0	6987.0	6455.0	6682.0	6587.0	6701.0	6088.0
abcde	6884.0	6187.0	6878.0	5732.0	6819.0	6086.0	7230.0	5919.0	6940.0	6062.0	6898.0	5675.0
abcdf	7451.0	7256.0	7340.0	6909.0	7451.0	7534.0	7647.0	7302.0	7800.0	7609.0	7635.0	7317.0
acdef	6818.0	6765.0	6828.0	6595.0	7114.0	7247.0	7435.0	6989.0	7353.0	7220.0	7260.0	6858.0
abdef	8183.0	8040.0	8085.0	7935.0	8130.0	8095.0	8201.0	8036.0	8253.0	8107.0	8173.0	8011.0
abcef	6862.0	6651.0	6697.0	6095.0	6623.0	6424.0	7009.0	6244.0	6710.0	6505.0	6707.0	6001.0
bcef	7245.0	7334.0	7129.0	6745.0	7272.0	7406.0	7646.0	7143.0	7501.0	7379.0	7422.0	7023.0
bcdef	7245.0	7334.0	7129.0	6745.0	7272.0	7406.0	7646.0	7143.0	7501.0	7379.0	7422.0	7023.0
abcdef	7858.0	7705.0	7732.0	7509.0	7846.0	7850.0	7993.0	7739.0	8008.0	7884.0	7933.0	7682.0

**TABELA A.32** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Natal

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7739.0	7662.0	7788.0	7591.0	8125.0	8249.0	8206.0	8150.0	8445.0	8353.0	8378.0	8234.0
a	7723.0	7641.0	7771.0	7594.0	8122.0	8240.0	8186.0	8158.0	8445.0	8345.0	8372.0	8251.0
b	7756.0	7678.0	7798.0	7625.0	8148.0	8272.0	8212.0	8184.0	8470.0	8361.0	8399.0	8278.0
c	7360.0	7311.0	7413.0	7216.0	7712.0	7824.0	7818.0	7713.0	8060.0	7938.0	7988.0	7806.0
d	7769.0	7697.0	7831.0	7627.0	8170.0	8283.0	8247.0	8208.0	8476.0	8380.0	8415.0	8286.0
ab	7714.0	7631.0	7772.0	7590.0	8116.0	8235.0	8179.0	8147.0	8439.0	8342.0	8374.0	8248.0
ac	7602.0	7523.0	7663.0	7484.0	7982.0	8125.0	8062.0	8005.0	8341.0	8223.0	8261.0	8114.0
ad	7776.0	7678.0	7821.0	7642.0	8179.0	8280.0	8236.0	8204.0	8487.0	8374.0	8423.0	8300.0
bc	7448.0	7379.0	7491.0	7301.0	7783.0	7949.0	7891.0	7790.0	8166.0	8029.0	8074.0	7903.0
bd	7797.0	7713.0	7843.0	7663.0	8195.0	8292.0	8252.0	8220.0	8498.0	8389.0	8431.0	8314.0
cd	7488.0	7417.0	7523.0	7308.0	7831.0	7967.0	7941.0	7835.0	8231.0	8071.0	8130.0	7910.0
abc	7596.0	7514.0	7651.0	7469.0	7971.0	8118.0	8052.0	7992.0	8335.0	8205.0	8250.0	8101.0
abd	7768.0	7667.0	7817.0	7629.0	8174.0	8272.0	8234.0	8196.0	8487.0	8372.0	8419.0	8296.0
acd	7692.0	7595.0	7743.0	7550.0	8089.0	8199.0	8165.0	8104.0	8420.0	8300.0	8354.0	8205.0
bcd	7566.0	7460.0	7614.0	7407.0	7917.0	8053.0	8021.0	7917.0	8310.0	8153.0	8226.0	8011.0
abcd	7689.0	7579.0	7734.0	7540.0	8084.0	8189.0	8157.0	8091.0	8415.0	8290.0	8349.0	8190.0

**TABELA A.33** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pão de Açúcar (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5125.0	4820.0	5165.0	5017.0	4217.0	4000.0	4148.0	4153.0	4078.0	3826.0	4183.0	3920.0
a	4819.0	4462.0	4819.0	4606.0	4056.0	3864.0	4008.0	4025.0	3963.0	3728.0	4072.0	3793.0

**TABELA A.33** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pão de Açúcar (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
b	3940.0	3717.0	4061.0	3862.0	3638.0	3491.0	3630.0	3619.0	3581.0	3461.0	3690.0	3484.0
c	3063.0	2843.0	3273.0	3245.0	2716.0	2370.0	2757.0	3026.0	2509.0	2652.0	2967.0	2796.0
d	5618.0	5333.0	5559.0	5513.0	4782.0	4583.0	4669.0	4691.0	4675.0	4324.0	4729.0	4418.0
e	5386.0	5069.0	5327.0	5220.0	4453.0	4224.0	4377.0	4328.0	4266.0	3981.0	4326.0	4061.0
f	5236.0	5318.0	5385.0	5212.0	4506.0	4489.0	4679.0	4686.0	4418.0	4422.0	4571.0	4373.0
ab	2941.0	2942.0	3174.0	3000.0	2990.0	2819.0	3036.0	2986.0	2987.0	2903.0	3084.0	2911.0
ac	2831.0	2660.0	3168.0	3135.0	2744.0	2429.0	2833.0	3048.0	2579.0	2724.0	2996.0	2853.0
ad	5412.0	5057.0	5333.0	5217.0	4627.0	4444.0	4543.0	4556.0	4579.0	4272.0	4639.0	4346.0
ae	4513.0	4201.0	4533.0	4375.0	3927.0	3733.0	3879.0	3879.0	3815.0	3611.0	3882.0	3668.0
af	4850.0	4923.0	5021.0	4815.0	4333.0	4333.0	4527.0	4538.0	4299.0	4304.0	4460.0	4234.0
bc	2580.0	2545.0	3066.0	3027.0	2761.0	2463.0	2823.0	2988.0	2594.0	2695.0	2967.0	2817.0
bd	4588.0	4300.0	4616.0	4434.0	4307.0	4094.0	4289.0	4286.0	4317.0	4028.0	4420.0	4101.0
be	4200.0	3953.0	4242.0	4088.0	3880.0	3665.0	3842.0	3785.0	3776.0	3598.0	3833.0	3629.0
bf	4198.0	4304.0	4418.0	4198.0	4018.0	4030.0	4267.0	4232.0	4010.0	4076.0	4201.0	3970.0
cd	3410.0	3180.0	3586.0	3587.0	3121.0	2791.0	3160.0	3351.0	2965.0	3052.0	3319.0	3138.0
ce	3218.0	2969.0	3379.0	3391.0	2927.0	2595.0	2956.0	3150.0	2716.0	2821.0	3057.0	2926.0
cf	4042.0	4219.0	4335.0	4206.0	3652.0	3620.0	3942.0	3996.0	3547.0	3706.0	3856.0	3645.0
de	5727.0	5461.0	5622.0	5597.0	4920.0	4718.0	4812.0	4800.0	4782.0	4450.0	4808.0	4500.0
df	5617.0	5707.0	5708.0	5618.0	4932.0	4899.0	5031.0	5011.0	4767.0	4770.0	4866.0	4714.0
ef	5527.0	5618.0	5608.0	5487.0	4780.0	4750.0	4921.0	4859.0	4576.0	4621.0	4723.0	4553.0
abc	2370.0	2475.0	2777.0	2667.0	2554.0	2369.0	2631.0	2747.0	2474.0	2575.0	2768.0	2641.0
abd	3982.0	3763.0	4088.0	3836.0	3904.0	3681.0	3890.0	3775.0	3888.0	3701.0	3977.0	3709.0
abe	3292.0	3165.0	3331.0	3175.0	3206.0	3061.0	3202.0	3104.0	3163.0	3031.0	3187.0	3026.0
abf	3764.0	3964.0	4096.0	3792.0	3739.0	3725.0	4015.0	3960.0	3712.0	3824.0	3935.0	3731.0
acd	3239.0	3024.0	3570.0	3513.0	3222.0	2926.0	3263.0	3372.0	3115.0	3151.0	3370.0	3213.0
ace	3034.0	2815.0	3303.0	3297.0	2995.0	2711.0	3021.0	3167.0	2821.0	2903.0	3104.0	2973.0
acf	3754.0	3939.0	4117.0	3974.0	3580.0	3552.0	3859.0	3897.0	3528.0	3677.0	3799.0	3611.0
ade	5555.0	5234.0	5433.0	5333.0	4790.0	4589.0	4729.0	4654.0	4705.0	4389.0	4728.0	4432.0
adf	5289.0	5342.0	5352.0	5263.0	4761.0	4747.0	4878.0	4862.0	4648.0	4673.0	4767.0	4612.0
aef	5141.0	5216.0	5212.0	5108.0	4621.0	4587.0	4778.0	4723.0	4478.0	4523.0	4611.0	4425.0
bcd	3149.0	3079.0	3429.0	3366.0	3271.0	3126.0	3294.0	3356.0	3260.0	3214.0	3383.0	3238.0
bce	2916.0	2836.0	3200.0	3172.0	3001.0	2822.0	3036.0	3116.0	2890.0	2910.0	3062.0	2958.0
bcf	3449.0	3652.0	3804.0	3626.0	3524.0	3507.0	3774.0	3786.0	3494.0	3611.0	3733.0	3546.0
bde	4758.0	4490.0	4745.0	4568.0	4478.0	4289.0	4471.0	4398.0	4452.0	4156.0	4487.0	4205.0
bdf	4643.0	4737.0	4771.0	4626.0	4507.0	4526.0	4677.0	4676.0	4442.0	4488.0	4592.0	4411.0
bef	4515.0	4640.0	4643.0	4475.0	4329.0	4318.0	4548.0	4455.0	4220.0	4276.0	4373.0	4152.0
cde	3490.0	3226.0	3635.0	3643.0	3205.0	2897.0	3233.0	3382.0	3061.0	3114.0	3345.0	3185.0
cdf	5617.0	5707.0	5708.0	5618.0	4932.0	4899.0	5031.0	5011.0	4767.0	4770.0	4866.0	4714.0
cef	4294.0	4458.0	4536.0	4427.0	3896.0	3898.0	4152.0	4156.0	3746.0	3867.0	3975.0	3786.0
def	5727.0	5819.0	5783.0	5715.0	5046.0	5008.0	5137.0	5066.0	4832.0	4858.0	4914.0	4781.0



**TABELA A.33** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pão de Açúcar (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcd	3982.0	3763.0	4088.0	3836.0	3904.0	3681.0	3890.0	3775.0	3888.0	3701.0	3977.0	3709.0
abce	2914.0	2843.0	3026.0	2922.0	2958.0	2817.0	2949.0	2891.0	2900.0	2822.0	2942.0	2826.0
abcf	3530.0	3772.0	3904.0	3630.0	3588.0	3566.0	3851.0	3821.0	3567.0	3673.0	3785.0	3601.0
abde	4186.0	3943.0	4215.0	3988.0	4092.0	3821.0	4047.0	3896.0	4031.0	3759.0	4060.0	3780.0
abdf	4450.0	4569.0	4607.0	4426.0	4381.0	4377.0	4573.0	4516.0	4297.0	4381.0	4460.0	4282.0
abef	4199.0	4339.0	4347.0	4111.0	4038.0	4054.0	4307.0	4161.0	3941.0	4034.0	4106.0	3904.0
acde	3339.0	3110.0	3623.0	3595.0	3318.0	3065.0	3340.0	3420.0	3214.0	3217.0	3401.0	3256.0
acdf	5289.0	5342.0	5352.0	5263.0	4761.0	4747.0	4878.0	4862.0	4648.0	4673.0	4767.0	4612.0
acef	4108.0	4259.0	4331.0	4201.0	3834.0	3861.0	4106.0	4084.0	3713.0	3855.0	3938.0	3745.0
adef	5141.0	5216.0	5212.0	5108.0	4621.0	4587.0	4778.0	4723.0	4478.0	4523.0	4611.0	4425.0
bcde	3270.0	3172.0	3472.0	3419.0	3340.0	3235.0	3366.0	3396.0	3327.0	3262.0	3402.0	3287.0
bcdf	3848.0	4012.0	4093.0	3957.0	3864.0	3891.0	4096.0	4099.0	3834.0	3941.0	4030.0	3853.0
bdef	4760.0	4869.0	4842.0	4735.0	4625.0	4635.0	4784.0	4748.0	4518.0	4586.0	4664.0	4481.0
cdef	4294.0	4458.0	4536.0	4427.0	3896.0	3898.0	4152.0	4156.0	3746.0	3867.0	3975.0	3786.0
abcde	3642.0	3471.0	3672.0	3518.0	3583.0	3431.0	3579.0	3498.0	3554.0	3419.0	3597.0	3435.0
abcdf	4230.0	4370.0	4427.0	4230.0	4197.0	4193.0	4394.0	4367.0	4129.0	4207.0	4289.0	4112.0
acdef	4327.0	4471.0	4508.0	4421.0	4060.0	4082.0	4306.0	4287.0	3939.0	4069.0	4162.0	3966.0
abdef	4602.0	4733.0	4719.0	4562.0	4510.0	4500.0	4702.0	4616.0	4390.0	4494.0	4532.0	4370.0
abcef	3954.0	4130.0	4152.0	3917.0	3856.0	3854.0	4116.0	4013.0	3757.0	3880.0	3944.0	3750.0
bcef	3774.0	3942.0	3978.0	3852.0	3758.0	3752.0	3986.0	3958.0	3674.0	3790.0	3849.0	3681.0
bcdef	3979.0	4161.0	4175.0	4053.0	3957.0	4017.0	4201.0	4171.0	3901.0	4015.0	4070.0	3901.0
abcdef	4396.0	4558.0	4520.0	4374.0	4312.0	4326.0	4531.0	4450.0	4208.0	4311.0	4369.0	4179.0

**TABELA A.34** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Pão de Açúcar (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6176.0	6336.0	6283.0	6232.0	6189.0	6351.0	6472.0	6415.0	6270.0	6398.0	6434.0	6284.0
a	6178.0	6329.0	6296.0	6257.0	6175.0	6346.0	6463.0	6420.0	6269.0	6384.0	6436.0	6289.0
b	6183.0	6337.0	6296.0	6258.0	6181.0	6352.0	6463.0	6423.0	6262.0	6381.0	6438.0	6282.0
c	5698.0	6080.0	5953.0	5858.0	5633.0	5929.0	6177.0	6053.0	5642.0	6045.0	5996.0	5788.0
d	6220.0	6346.0	6314.0	6263.0	6235.0	6380.0	6488.0	6443.0	6323.0	6411.0	6465.0	6328.0
ab	6184.0	6334.0	6296.0	6263.0	6174.0	6349.0	6463.0	6423.0	6274.0	6385.0	6434.0	6290.0
ac	6003.0	6246.0	6176.0	6117.0	5940.0	6190.0	6353.0	6287.0	6037.0	6261.0	6280.0	6092.0
ad	6210.0	6341.0	6313.0	6278.0	6214.0	6364.0	6483.0	6431.0	6317.0	6403.0	6468.0	6314.0
bc	5690.0	6102.0	5978.0	5856.0	5599.0	5909.0	6170.0	6037.0	5609.0	6028.0	5987.0	5756.0
bd	6210.0	6346.0	6313.0	6270.0	6223.0	6373.0	6488.0	6440.0	6314.0	6404.0	6462.0	6308.0
cd	5833.0	6132.0	6050.0	5950.0	5788.0	6037.0	6266.0	6159.0	5840.0	6127.0	6129.0	5918.0
abc	6019.0	6255.0	6194.0	6125.0	5952.0	6203.0	6367.0	6295.0	6057.0	6270.0	6299.0	6100.0
abd	6203.0	6340.0	6312.0	6285.0	6207.0	6367.0	6478.0	6433.0	6313.0	6403.0	6468.0	6315.0
acd	6076.0	6269.0	6218.0	6158.0	6038.0	6231.0	6407.0	6333.0	6133.0	6302.0	6345.0	6153.0

**TABELA A.34** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Pão de Açúcar (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcd	5814.0	6141.0	6043.0	5951.0	5748.0	6014.0	6235.0	6141.0	5779.0	6108.0	6105.0	5886.0
abcd	6086.0	6274.0	6234.0	6172.0	6055.0	6243.0	6409.0	6340.0	6149.0	6308.0	6355.0	6167.0

**TABELA A.35** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pedro Afonso (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6244.0	5919.0	6277.0	6360.0	5984.0	5618.0	5776.0	6119.0	5744.0	5552.0	6099.0	5830.0
a	6194.0	5881.0	6343.0	6362.0	5859.0	5480.0	5680.0	6023.0	5599.0	5419.0	5970.0	5717.0
b	5654.0	5326.0	5993.0	5916.0	5074.0	4568.0	4888.0	5269.0	4715.0	4502.0	5110.0	4808.0
c	3850.0	3532.0	3812.0	3892.0	2654.0	2388.0	2423.0	2731.0	2372.0	1987.0	2518.0	2263.0
d	6705.0	6472.0	6802.0	6871.0	6912.0	6606.0	6760.0	6988.0	6862.0	6633.0	7034.0	6789.0
e	6533.0	6261.0	6557.0	6659.0	6486.0	6130.0	6302.0	6503.0	6208.0	5992.0	6389.0	6169.0
f	6311.0	6107.0	6328.0	6301.0	5928.0	5778.0	5840.0	5981.0	5852.0	5657.0	5931.0	5779.0
ab	2526.0	2168.0	2757.0	2525.0	2218.0	1864.0	2127.0	2241.0	2094.0	1781.0	2282.0	1990.0
ac	3525.0	3164.0	3496.0	3618.0	2581.0	2335.0	2370.0	2658.0	2433.0	2049.0	2549.0	2274.0
ad	6855.0	6638.0	7031.0	7079.0	6932.0	6673.0	6812.0	6995.0	6873.0	6646.0	7026.0	6776.0
ae	5774.0	5466.0	5813.0	5922.0	5499.0	5160.0	5260.0	5598.0	5134.0	4885.0	5350.0	5121.0
af	6109.0	5914.0	6160.0	6101.0	5778.0	5608.0	5718.0	5855.0	5720.0	5513.0	5811.0	5660.0
bc	2471.0	2092.0	2560.0	2566.0	2159.0	1875.0	2030.0	2150.0	2128.0	1748.0	2213.0	1867.0
bd	7026.0	6749.0	7101.0	7060.0	6796.0	6555.0	6657.0	6848.0	6680.0	6464.0	6881.0	6666.0
be	6359.0	6075.0	6423.0	6371.0	5890.0	5480.0	5662.0	5785.0	5397.0	5195.0	5593.0	5366.0
bf	5681.0	5490.0	5868.0	5755.0	5508.0	5304.0	5433.0	5584.0	5447.0	5233.0	5584.0	5403.0
cd	4277.0	3978.0	4214.0	4358.0	3451.0	3152.0	3149.0	3563.0	3138.0	2766.0	3343.0	3112.0
ce	4033.0	3712.0	3939.0	4079.0	2949.0	2660.0	2682.0	3006.0	2601.0	2230.0	2723.0	2487.0
cf	5162.0	4946.0	5149.0	5186.0	4548.0	4339.0	4455.0	4659.0	4289.0	4051.0	4412.0	4206.0
de	6873.0	6661.0	6941.0	7035.0	7136.0	6923.0	7031.0	7172.0	7070.0	6859.0	7186.0	6942.0
df	6622.0	6455.0	6612.0	6639.0	6458.0	6314.0	6373.0	6490.0	6408.0	6205.0	6424.0	6315.0
ef	6598.0	6424.0	6536.0	6580.0	6301.0	6153.0	6201.0	6275.0	6188.0	5970.0	6172.0	6051.0
abc	1460.0	1201.0	1586.0	1450.0	1306.0	1036.0	1250.0	1243.0	1280.0	1028.0	1352.0	1128.0
abd	5804.0	5463.0	5941.0	5686.0	5704.0	5383.0	5566.0	5602.0	5642.0	5341.0	5778.0	5483.0
abe	3449.0	3110.0	3544.0	3301.0	3032.0	2650.0	2824.0	2890.0	2684.0	2503.0	2753.0	2548.0
abf	5018.0	4766.0	5197.0	4963.0	4840.0	4598.0	4832.0	4875.0	4719.0	4458.0	4871.0	4618.0
acd	4095.0	3775.0	4041.0	4224.0	3508.0	3235.0	3255.0	3675.0	3324.0	2976.0	3492.0	3273.0
ace	3784.0	3449.0	3697.0	3834.0	2948.0	2665.0	2712.0	2989.0	2716.0	2340.0	2815.0	2529.0
acf	4759.0	4594.0	4880.0	4885.0	4368.0	4205.0	4295.0	4471.0	4248.0	4001.0	4349.0	4127.0
ade	7052.0	6859.0	7167.0	7223.0	7159.0	6972.0	7067.0	7192.0	7074.0	6878.0	7160.0	6939.0
adf	6538.0	6378.0	6577.0	6584.0	6381.0	6251.0	6289.0	6399.0	6339.0	6125.0	6353.0	6262.0
aef	6722.0	6583.0	6711.0	6751.0	6568.0	6421.0	6457.0	6546.0	6481.0	6279.0	6452.0	6391.0
bcd	3487.0	3078.0	3608.0	3753.0	3340.0	3026.0	3136.0	3568.0	3218.0	2895.0	3445.0	3201.0
bce	2892.0	2501.0	2908.0	2981.0	2548.0	2287.0	2443.0	2528.0	2415.0	2044.0	2486.0	2133.0

**TABELA A.35** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Pedro Afonso (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcf	4275.0	4035.0	4434.0	4412.0	4250.0	4072.0	4186.0	4387.0	4202.0	3934.0	4321.0	4081.0
bde	7258.0	7037.0	7310.0	7296.0	7093.0	6874.0	7000.0	7041.0	6930.0	6769.0	7046.0	6836.0
bdf	6397.0	6207.0	6454.0	6440.0	6259.0	6110.0	6154.0	6279.0	6222.0	6009.0	6240.0	6136.0
bef	6238.0	6029.0	6228.0	6217.0	5993.0	5822.0	5886.0	5944.0	5886.0	5632.0	5857.0	5725.0
cde	4352.0	4038.0	4265.0	4428.0	3592.0	3275.0	3269.0	3696.0	3258.0	2893.0	3440.0	3209.0
cdf	6622.0	6455.0	6612.0	6639.0	6458.0	6314.0	6373.0	6490.0	6408.0	6205.0	6424.0	6315.0
cef	5397.0	5191.0	5314.0	5417.0	4946.0	4727.0	4787.0	4941.0	4580.0	4343.0	4634.0	4486.0
def	6783.0	6650.0	6721.0	6784.0	6660.0	6521.0	6542.0	6638.0	6558.0	6350.0	6524.0	6450.0
abcd	5804.0	5463.0	5941.0	5686.0	5704.0	5383.0	5566.0	5602.0	5642.0	5341.0	5778.0	5483.0
abce	4645.0	4346.0	4774.0	4628.0	4747.0	4390.0	4654.0	4593.0	4595.0	4318.0	4731.0	4403.0
abcf	4542.0	4343.0	4769.0	4540.0	4407.0	4160.0	4372.0	4458.0	4253.0	4023.0	4424.0	4171.0
abde	6254.0	5953.0	6275.0	6059.0	6082.0	5839.0	6018.0	5918.0	6005.0	5756.0	6056.0	5779.0
abdf	6094.0	5893.0	6164.0	6065.0	6009.0	5844.0	5918.0	5970.0	5954.0	5740.0	5948.0	5831.0
abef	5679.0	5452.0	5664.0	5556.0	5465.0	5283.0	5388.0	5362.0	5279.0	5023.0	5288.0	5104.0
acde	4201.0	3894.0	4111.0	4336.0	3691.0	3409.0	3440.0	3824.0	3465.0	3140.0	3617.0	3393.0
acdf	6538.0	6378.0	6577.0	6584.0	6381.0	6251.0	6289.0	6399.0	6339.0	6125.0	6353.0	6262.0
acef	5123.0	4928.0	5143.0	5203.0	4793.0	4634.0	4711.0	4847.0	4560.0	4346.0	4613.0	4437.0
adef	6458.0	6284.0	6450.0	6474.0	6197.0	6041.0	6091.0	6153.0	6073.0	5860.0	6063.0	5944.0
bcde	3732.0	3358.0	3793.0	3987.0	3610.0	3267.0	3381.0	3773.0	3412.0	3128.0	3572.0	3374.0
bcdf	4977.0	4767.0	5123.0	5157.0	5096.0	4885.0	5014.0	5192.0	4961.0	4744.0	5072.0	4909.0
bdef	6618.0	6444.0	6616.0	6650.0	6486.0	6305.0	6341.0	6457.0	6375.0	6167.0	6353.0	6260.0
cdef	5397.0	5191.0	5314.0	5417.0	4946.0	4727.0	4787.0	4941.0	4580.0	4343.0	4634.0	4486.0
abcde	4645.0	4346.0	4774.0	4628.0	4747.0	4390.0	4654.0	4593.0	4595.0	4318.0	4731.0	4403.0
abcdf	5721.0	5514.0	5790.0	5684.0	5653.0	5495.0	5582.0	5641.0	5602.0	5397.0	5631.0	5501.0
acdef	5421.0	5253.0	5402.0	5479.0	5232.0	5065.0	5129.0	5268.0	5012.0	4827.0	5073.0	4953.0
abdef	6380.0	6191.0	6344.0	6316.0	6235.0	6080.0	6132.0	6144.0	6146.0	5935.0	6091.0	5996.0
abcef	5257.0	4993.0	5261.0	5125.0	5004.0	4786.0	4917.0	4922.0	4723.0	4482.0	4766.0	4557.0
bcef	5204.0	5025.0	5253.0	5346.0	5299.0	5116.0	5216.0	5344.0	5145.0	4954.0	5191.0	5051.0
bcdef	5204.0	5025.0	5253.0	5346.0	5299.0	5116.0	5216.0	5344.0	5145.0	4954.0	5191.0	5051.0
abcdef	5990.0	5797.0	5972.0	5911.0	5883.0	5738.0	5805.0	5812.0	5778.0	5588.0	5761.0	5637.0

**TABELA A.36** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Pedro Afonso (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6942.0	6752.0	6959.0	6989.0	7302.0	7099.0	7122.0	7301.0	7394.0	7131.0	7386.0	7276.0
a	6924.0	6734.0	6928.0	6971.0	7263.0	7077.0	7103.0	7266.0	7347.0	7111.0	7372.0	7255.0
b	6970.0	6773.0	6983.0	7028.0	7328.0	7127.0	7147.0	7328.0	7415.0	7163.0	7418.0	7316.0
c	6521.0	6327.0	6508.0	6538.0	6716.0	6547.0	6589.0	6737.0	6694.0	6496.0	6751.0	6615.0
d	6953.0	6765.0	6962.0	6998.0	7305.0	7118.0	7125.0	7308.0	7397.0	7141.0	7397.0	7296.0
ab	6916.0	6729.0	6923.0	6964.0	7256.0	7070.0	7095.0	7256.0	7345.0	7111.0	7362.0	7247.0

**TABELA A.36** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Pedro Afonso (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
ac	6792.0	6584.0	6780.0	6806.0	7059.0	6878.0	6928.0	7073.0	7115.0	6886.0	7143.0	7029.0
ad	6931.0	6741.0	6940.0	6982.0	7278.0	7092.0	7111.0	7275.0	7351.0	7131.0	7371.0	7272.0
bc	6589.0	6383.0	6549.0	6599.0	6775.0	6616.0	6645.0	6813.0	6792.0	6578.0	6839.0	6697.0
bd	6971.0	6778.0	6985.0	7038.0	7323.0	7133.0	7158.0	7337.0	7420.0	7171.0	7419.0	7328.0
cd	6572.0	6385.0	6575.0	6597.0	6788.0	6610.0	6650.0	6798.0	6776.0	6576.0	6832.0	6700.0
abc	6798.0	6595.0	6777.0	6814.0	7061.0	6893.0	6936.0	7081.0	7137.0	6902.0	7168.0	7045.0
abd	6926.0	6740.0	6929.0	6978.0	7261.0	7088.0	7104.0	7272.0	7345.0	7125.0	7367.0	7266.0
acd	6818.0	6612.0	6806.0	6850.0	7097.0	6927.0	6956.0	7119.0	7148.0	6925.0	7190.0	7077.0
bcd	6635.0	6434.0	6609.0	6648.0	6837.0	6671.0	6701.0	6871.0	6860.0	6640.0	6902.0	6762.0
abcd	6824.0	6626.0	6812.0	6844.0	7103.0	6936.0	6965.0	7115.0	7167.0	6942.0	7206.0	7094.0

**TABELA A.37** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Ponta Porã (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5347.0	5247.0	5264.0	5193.0	5608.0	5666.0	5578.0	5472.0	5877.0	5564.0	5695.0	5536.0
a	5587.0	5469.0	5448.0	5353.0	5741.0	5780.0	5706.0	5567.0	5986.0	5672.0	5806.0	5624.0
b	6031.0	5822.0	5805.0	5658.0	5952.0	5908.0	5914.0	5706.0	6116.0	5699.0	5990.0	5671.0
c	4942.0	4788.0	4939.0	4828.0	5329.0	5294.0	5236.0	5211.0	5621.0	5113.0	5530.0	5149.0
d	5300.0	5248.0	5193.0	5167.0	5542.0	5624.0	5501.0	5408.0	5720.0	5523.0	5540.0	5490.0
e	5358.0	5314.0	5271.0	5218.0	5590.0	5644.0	5568.0	5472.0	5799.0	5565.0	5658.0	5540.0
f	5082.0	4991.0	5068.0	5009.0	5301.0	5301.0	5251.0	5242.0	5458.0	5344.0	5368.0	5303.0
ab	5992.0	5351.0	5884.0	5355.0	5827.0	5439.0	5823.0	5393.0	5969.0	5329.0	5902.0	5311.0
ac	5201.0	5035.0	5161.0	5034.0	5471.0	5402.0	5377.0	5305.0	5697.0	5195.0	5619.0	5216.0
ad	5517.0	5450.0	5369.0	5338.0	5628.0	5717.0	5579.0	5500.0	5782.0	5631.0	5649.0	5590.0
ae	5672.0	5530.0	5523.0	5445.0	5903.0	5919.0	5866.0	5668.0	6080.0	5747.0	5902.0	5711.0
af	5268.0	5142.0	5208.0	5141.0	5392.0	5396.0	5315.0	5295.0	5545.0	5416.0	5453.0	5397.0
bc	5703.0	5358.0	5536.0	5352.0	5627.0	5472.0	5549.0	5350.0	5796.0	5266.0	5746.0	5281.0
bd	5853.0	5747.0	5645.0	5610.0	5893.0	5970.0	5852.0	5780.0	6018.0	5845.0	5866.0	5840.0
be	6174.0	5986.0	5897.0	5815.0	6148.0	6117.0	6106.0	5870.0	6269.0	5893.0	6102.0	5843.0
bf	5606.0	5440.0	5463.0	5398.0	5572.0	5576.0	5508.0	5447.0	5713.0	5531.0	5605.0	5513.0
cd	4981.0	4875.0	4960.0	4920.0	5434.0	5476.0	5366.0	5348.0	5774.0	5385.0	5663.0	5366.0
ce	5027.0	4890.0	4998.0	4933.0	5504.0	5466.0	5406.0	5331.0	5760.0	5270.0	5637.0	5278.0
cf	4890.0	4779.0	4854.0	4863.0	5244.0	5262.0	5163.0	5179.0	5447.0	5253.0	5391.0	5249.0
de	5342.0	5312.0	5226.0	5215.0	5589.0	5676.0	5555.0	5445.0	5746.0	5572.0	5563.0	5530.0
df	5045.0	5048.0	5070.0	5049.0	5313.0	5321.0	5287.0	5254.0	5430.0	5357.0	5405.0	5322.0
ef	5175.0	5145.0	5139.0	5148.0	5433.0	5420.0	5364.0	5347.0	5562.0	5428.0	5446.0	5391.0
abc	5617.0	4991.0	5560.0	4992.0	5544.0	5086.0	5490.0	5040.0	5727.0	4949.0	5624.0	4950.0
abd	6265.0	5986.0	6152.0	5942.0	6207.0	6091.0	6226.0	5986.0	6359.0	5968.0	6251.0	5939.0
abe	6312.0	5813.0	6142.0	5726.0	6132.0	5790.0	6113.0	5660.0	6183.0	5626.0	6077.0	5577.0
abf	5649.0	5416.0	5550.0	5401.0	5610.0	5571.0	5570.0	5495.0	5734.0	5577.0	5692.0	5509.0

**TABELA A.37** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Ponta Porã (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
acd	5315.0	5194.0	5219.0	5170.0	5623.0	5654.0	5565.0	5492.0	5909.0	5537.0	5787.0	5503.0
ace	5325.0	5169.0	5245.0	5154.0	5658.0	5602.0	5570.0	5466.0	5866.0	5349.0	5729.0	5347.0
acf	5097.0	4984.0	5049.0	5004.0	5357.0	5348.0	5278.0	5277.0	5508.0	5340.0	5484.0	5335.0
ade	5554.0	5504.0	5391.0	5386.0	5677.0	5777.0	5636.0	5536.0	5823.0	5672.0	5663.0	5639.0
adf	5248.0	5206.0	5223.0	5186.0	5393.0	5399.0	5361.0	5328.0	5488.0	5429.0	5456.0	5390.0
aef	5309.0	5281.0	5269.0	5250.0	5443.0	5449.0	5425.0	5361.0	5530.0	5468.0	5472.0	5431.0
bcd	5924.0	5707.0	5705.0	5584.0	5876.0	5871.0	5783.0	5663.0	6023.0	5647.0	5876.0	5620.0
bce	5885.0	5591.0	5693.0	5535.0	5855.0	5732.0	5773.0	5551.0	5966.0	5481.0	5860.0	5460.0
bcf	5508.0	5370.0	5427.0	5351.0	5498.0	5518.0	5472.0	5411.0	5637.0	5481.0	5601.0	5431.0
bde	5888.0	5797.0	5665.0	5657.0	5941.0	6022.0	5910.0	5803.0	6062.0	5891.0	5881.0	5866.0
bdf	5555.0	5480.0	5456.0	5421.0	5540.0	5579.0	5530.0	5479.0	5657.0	5600.0	5635.0	5561.0
bef	5776.0	5631.0	5585.0	5573.0	5713.0	5727.0	5647.0	5567.0	5806.0	5652.0	5675.0	5622.0
cde	5020.0	4926.0	4984.0	4968.0	5520.0	5556.0	5439.0	5395.0	5828.0	5461.0	5697.0	5417.0
cdf	5045.0	5048.0	5070.0	5049.0	5313.0	5321.0	5287.0	5254.0	5430.0	5357.0	5405.0	5322.0
cef	5002.0	4899.0	4922.0	4987.0	5404.0	5407.0	5304.0	5306.0	5563.0	5389.0	5474.0	5381.0
def	5111.0	5103.0	5100.0	5097.0	5366.0	5381.0	5361.0	5292.0	5466.0	5406.0	5426.0	5366.0
abcd	6265.0	5986.0	6152.0	5942.0	6207.0	6091.0	6226.0	5986.0	6359.0	5968.0	6251.0	5939.0
abce	6314.0	6024.0	6152.0	5939.0	6249.0	6072.0	6227.0	5929.0	6322.0	5978.0	6221.0	5930.0
abcf	5580.0	5358.0	5528.0	5344.0	5556.0	5509.0	5536.0	5435.0	5690.0	5503.0	5644.0	5462.0
abde	6385.0	6162.0	6216.0	6083.0	6337.0	6251.0	6316.0	6080.0	6432.0	6096.0	6288.0	6041.0
abdf	5635.0	5531.0	5576.0	5522.0	5635.0	5630.0	5618.0	5542.0	5762.0	5653.0	5698.0	5643.0
abef	5879.0	5681.0	5700.0	5691.0	5811.0	5761.0	5745.0	5653.0	5876.0	5721.0	5788.0	5676.0
acde	5355.0	5254.0	5254.0	5230.0	5708.0	5743.0	5643.0	5551.0	5965.0	5604.0	5818.0	5560.0
acdf	5248.0	5206.0	5223.0	5186.0	5393.0	5399.0	5361.0	5328.0	5488.0	5429.0	5456.0	5390.0
acef	5262.0	5143.0	5157.0	5187.0	5542.0	5519.0	5444.0	5438.0	5650.0	5486.0	5577.0	5471.0
adef	5401.0	5303.0	5287.0	5294.0	5532.0	5546.0	5444.0	5396.0	5653.0	5515.0	5526.0	5492.0
bcde	5992.0	5798.0	5748.0	5671.0	5938.0	5956.0	5868.0	5701.0	6072.0	5712.0	5905.0	5668.0
bcdf	5589.0	5508.0	5467.0	5434.0	5599.0	5631.0	5516.0	5489.0	5736.0	5578.0	5616.0	5555.0
bdef	5617.0	5564.0	5496.0	5492.0	5617.0	5623.0	5592.0	5516.0	5703.0	5642.0	5650.0	5598.0
cdef	5002.0	4899.0	4922.0	4987.0	5404.0	5407.0	5304.0	5306.0	5563.0	5389.0	5474.0	5381.0
abcde	6314.0	6024.0	6152.0	5939.0	6249.0	6072.0	6227.0	5929.0	6322.0	5978.0	6221.0	5930.0
abcdf	5617.0	5518.0	5536.0	5516.0	5648.0	5634.0	5613.0	5565.0	5775.0	5649.0	5700.0	5638.0
acdef	5237.0	5143.0	5131.0	5171.0	5500.0	5498.0	5395.0	5385.0	5650.0	5506.0	5540.0	5477.0
abdef	5745.0	5658.0	5634.0	5609.0	5703.0	5703.0	5692.0	5602.0	5809.0	5717.0	5728.0	5697.0
abcef	5819.0	5633.0	5677.0	5633.0	5778.0	5735.0	5703.0	5608.0	5845.0	5662.0	5739.0	5609.0
bcef	5683.0	5598.0	5517.0	5520.0	5667.0	5703.0	5586.0	5532.0	5758.0	5627.0	5649.0	5595.0
bcdef	5683.0	5598.0	5517.0	5520.0	5667.0	5703.0	5586.0	5532.0	5758.0	5627.0	5649.0	5595.0
abcdef	5718.0	5606.0	5594.0	5613.0	5720.0	5711.0	5680.0	5622.0	5811.0	5708.0	5742.0	5687.0

**TABELA A.38** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Ponta Porã

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	4756.7	4730.4	4791.7	4809.2	4984.4	5002.0	4870.6	4984.4	5019.5	4966.9	4984.4	5010.7
a	4818.0	4800.5	4879.3	4905.6	5098.3	5107.1	4958.2	5080.8	5115.8	5072.0	5089.6	5107.1
b	4783.0	4774.2	4826.8	4853.0	5028.2	5045.8	4914.4	5028.2	5063.3	5002.0	5037.0	5054.5
c	4791.7	4747.9	4844.3	4861.8	5072.0	5080.8	4879.3	5019.5	5124.6	5037.0	5063.3	5054.5
d	4739.2	4721.6	4774.2	4800.5	4984.4	4993.2	4870.6	4966.9	5002.0	4958.2	4984.4	4993.2
ab	4826.8	4809.2	4879.3	4905.6	5115.8	5115.8	4966.9	5098.3	5133.4	5098.3	5107.1	5124.6
ac	4861.8	4826.8	4905.6	4949.4	5133.4	5150.9	4958.2	5115.8	5168.4	5115.8	5124.6	5142.1
ad	4791.7	4783.0	4844.3	4879.3	5054.5	5072.0	4931.9	5063.3	5089.6	5037.0	5054.5	5080.8
bc	4853.0	4818.0	4905.6	4949.4	5133.4	5150.9	4940.6	5080.8	5185.9	5107.1	5107.1	5115.8
bd	4765.4	4756.7	4809.2	4844.3	5019.5	5019.5	4896.8	5010.7	5045.8	4993.2	5010.7	5037.0
cd	4783.0	4730.4	4818.0	4844.3	5063.3	5063.3	4861.8	5019.5	5098.3	4993.2	5054.5	5028.2
abc	4870.6	4835.5	4931.9	4949.4	5159.6	5168.4	4975.7	5133.4	5177.2	5133.4	5142.1	5168.4
abd	4809.2	4791.7	4861.8	4879.3	5089.6	5080.8	4940.6	5080.8	5098.3	5054.5	5080.8	5098.3
acd	4826.8	4800.5	4870.6	4914.4	5098.3	5115.8	4931.9	5089.6	5124.6	5072.0	5089.6	5107.1
bcd	4835.5	4809.2	4888.1	4931.9	5115.8	5115.8	4923.1	5063.3	5150.9	5072.0	5098.3	5098.3
abcd	4844.3	4809.2	4870.6	4914.4	5115.8	5124.6	4949.4	5107.1	5142.1	5089.6	5098.3	5124.6

**TABELA A.39** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio Branco (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7256.0	7099.0	7379.0	7393.0	7473.0	7310.0	7404.0	7536.0	7516.0	7316.0	7615.0	7419.0
a	7458.0	7315.0	7555.0	7521.0	7536.0	7338.0	7449.0	7537.0	7532.0	7313.0	7610.0	7414.0
b	7604.0	7364.0	7628.0	7539.0	7375.0	7160.0	7276.0	7325.0	7341.0	7063.0	7431.0	7178.0
c	5500.0	5248.0	5519.0	5634.0	5344.0	5077.0	5210.0	5546.0	5219.0	5018.0	5506.0	5259.0
d	7505.0	7397.0	7628.0	7632.0	7848.0	7783.0	7805.0	7869.0	7944.0	7779.0	7940.0	7820.0
e	7447.0	7330.0	7530.0	7550.0	7705.0	7594.0	7664.0	7689.0	7722.0	7526.0	7747.0	7568.0
f	7023.0	6982.0	7134.0	7081.0	7147.0	7074.0	7192.0	7203.0	7225.0	7189.0	7326.0	7203.0
ab	6145.0	5860.0	6388.0	6077.0	6095.0	5734.0	6054.0	6048.0	6059.0	5781.0	6268.0	5916.0
ac	5556.0	5316.0	5652.0	5755.0	5468.0	5130.0	5329.0	5663.0	5357.0	5145.0	5624.0	5388.0
ad	7767.0	7674.0	7817.0	7814.0	7933.0	7884.0	7901.0	7906.0	7998.0	7843.0	7977.0	7870.0
ae	7230.0	7071.0	7335.0	7354.0	7395.0	7196.0	7304.0	7383.0	7327.0	7114.0	7409.0	7194.0
af	7093.0	7058.0	7203.0	7129.0	7164.0	7080.0	7211.0	7218.0	7239.0	7191.0	7344.0	7190.0
bc	5476.0	5182.0	5750.0	5771.0	5496.0	5147.0	5385.0	5700.0	5443.0	5211.0	5719.0	5424.0
bd	8079.0	7955.0	8041.0	7985.0	8004.0	7958.0	7959.0	7956.0	8077.0	7825.0	8048.0	7875.0
be	7861.0	7695.0	7826.0	7746.0	7699.0	7517.0	7629.0	7554.0	7619.0	7368.0	7633.0	7402.0
bf	7175.0	7123.0	7291.0	7166.0	7159.0	7078.0	7195.0	7191.0	7249.0	7183.0	7318.0	7160.0
cd	5790.0	5575.0	5814.0	5952.0	5984.0	5714.0	5839.0	6191.0	5916.0	5713.0	6216.0	5971.0
ce	5649.0	5422.0	5657.0	5799.0	5670.0	5371.0	5497.0	5805.0	5498.0	5270.0	5705.0	5474.0
cf	6281.0	6161.0	6292.0	6330.0	6360.0	6219.0	6338.0	6424.0	6335.0	6220.0	6431.0	6290.0
de	7625.0	7523.0	7694.0	7704.0	7946.0	7906.0	7921.0	7946.0	8006.0	7870.0	7984.0	7890.0

**TABELA A.39** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio Branco (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
df	7221.0	7207.0	7307.0	7272.0	7404.0	7369.0	7437.0	7445.0	7455.0	7463.0	7523.0	7443.0
ef	7243.0	7205.0	7293.0	7277.0	7372.0	7333.0	7401.0	7385.0	7395.0	7357.0	7442.0	7355.0
abc	5049.0	4774.0	5317.0	5091.0	5085.0	4730.0	5040.0	5174.0	5063.0	4847.0	5307.0	5040.0
abd	7814.0	7569.0	7816.0	7633.0	7710.0	7568.0	7676.0	7599.0	7761.0	7495.0	7754.0	7543.0
abe	6824.0	6572.0	6889.0	6628.0	6675.0	6385.0	6645.0	6461.0	6576.0	6257.0	6625.0	6253.0
abf	6818.0	6668.0	6918.0	6691.0	6850.0	6720.0	6897.0	6826.0	6936.0	6816.0	7013.0	6818.0
acd	6003.0	5790.0	6119.0	6231.0	6214.0	5940.0	6095.0	6435.0	6176.0	5989.0	6445.0	6209.0
ace	5788.0	5566.0	5878.0	5978.0	5819.0	5513.0	5668.0	5948.0	5666.0	5451.0	5868.0	5621.0
acf	6268.0	6153.0	6347.0	6361.0	6340.0	6207.0	6340.0	6414.0	6369.0	6289.0	6485.0	6331.0
ade	7871.0	7786.0	7877.0	7884.0	8019.0	7981.0	7979.0	7965.0	8048.0	7910.0	8031.0	7931.0
adf	7329.0	7312.0	7409.0	7378.0	7440.0	7402.0	7482.0	7477.0	7493.0	7497.0	7563.0	7477.0
aef	7454.0	7438.0	7479.0	7471.0	7544.0	7508.0	7579.0	7556.0	7568.0	7565.0	7607.0	7549.0
bcd	6319.0	6065.0	6529.0	6626.0	6517.0	6214.0	6419.0	6708.0	6434.0	6346.0	6710.0	6520.0
bce	5914.0	5613.0	6047.0	6133.0	5942.0	5640.0	5813.0	6045.0	5785.0	5567.0	5952.0	5722.0
bcf	6353.0	6211.0	6464.0	6426.0	6504.0	6358.0	6485.0	6557.0	6542.0	6459.0	6651.0	6476.0
bde	8139.0	8053.0	8110.0	8070.0	8104.0	8047.0	8074.0	8065.0	8125.0	7950.0	8112.0	7957.0
bdf	7499.0	7481.0	7553.0	7496.0	7498.0	7457.0	7533.0	7527.0	7553.0	7526.0	7613.0	7510.0
bef	7490.0	7442.0	7492.0	7443.0	7423.0	7360.0	7443.0	7402.0	7456.0	7401.0	7461.0	7352.0
cde	5871.0	5670.0	5884.0	6022.0	6115.0	5851.0	5974.0	6290.0	6049.0	5842.0	6299.0	6055.0
cdf	7221.0	7207.0	7307.0	7272.0	7404.0	7369.0	7437.0	7445.0	7455.0	7463.0	7523.0	7443.0
cef	6481.0	6378.0	6450.0	6530.0	6639.0	6523.0	6597.0	6635.0	6573.0	6458.0	6585.0	6500.0
def	7352.0	7327.0	7388.0	7373.0	7505.0	7468.0	7543.0	7511.0	7545.0	7542.0	7573.0	7517.0
abcd	7814.0	7569.0	7816.0	7633.0	7710.0	7568.0	7676.0	7599.0	7761.0	7495.0	7754.0	7543.0
abce	7364.0	7153.0	7363.0	7213.0	7382.0	7216.0	7352.0	7244.0	7399.0	7161.0	7415.0	7153.0
abcf	6528.0	6404.0	6630.0	6471.0	6615.0	6489.0	6657.0	6597.0	6686.0	6581.0	6762.0	6586.0
abde	7985.0	7760.0	7952.0	7787.0	7878.0	7729.0	7848.0	7716.0	7864.0	7626.0	7865.0	7639.0
abdf	7352.0	7341.0	7415.0	7334.0	7400.0	7361.0	7449.0	7389.0	7482.0	7444.0	7509.0	7412.0
abef	7246.0	7172.0	7250.0	7142.0	7227.0	7136.0	7258.0	7141.0	7245.0	7116.0	7221.0	7061.0
acde	6120.0	5915.0	6204.0	6327.0	6371.0	6111.0	6266.0	6542.0	6310.0	6137.0	6520.0	6314.0
acdf	7329.0	7312.0	7409.0	7378.0	7440.0	7402.0	7482.0	7477.0	7493.0	7497.0	7563.0	7477.0
acef	6558.0	6448.0	6540.0	6603.0	6672.0	6546.0	6632.0	6668.0	6626.0	6525.0	6655.0	6542.0
adef	7359.0	7300.0	7374.0	7369.0	7406.0	7350.0	7436.0	7396.0	7432.0	7378.0	7462.0	7359.0
bcde	6518.0	6267.0	6634.0	6734.0	6699.0	6405.0	6595.0	6807.0	6611.0	6471.0	6778.0	6595.0
bcdf	6832.0	6744.0	6906.0	6892.0	7005.0	6924.0	7035.0	7041.0	7063.0	6975.0	7130.0	6964.0
bdef	7628.0	7617.0	7625.0	7610.0	7604.0	7558.0	7630.0	7603.0	7619.0	7607.0	7655.0	7584.0
cdef	6481.0	6378.0	6450.0	6530.0	6639.0	6523.0	6597.0	6635.0	6573.0	6458.0	6585.0	6500.0
abcde	7364.0	7153.0	7363.0	7213.0	7382.0	7216.0	7352.0	7244.0	7399.0	7161.0	7415.0	7153.0
abcdf	7169.0	7159.0	7259.0	7162.0	7264.0	7232.0	7324.0	7284.0	7343.0	7336.0	7403.0	7274.0
acdef	6724.0	6651.0	6724.0	6796.0	6923.0	6841.0	6942.0	6943.0	6911.0	6847.0	6969.0	6841.0
abdef	7521.0	7514.0	7530.0	7484.0	7528.0	7486.0	7574.0	7504.0	7562.0	7541.0	7574.0	7493.0

**TABELA A.39** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio Branco (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcef	7005.0	6881.0	6988.0	6891.0	7005.0	6887.0	6996.0	6880.0	6986.0	6852.0	6978.0	6828.0
bcef	7003.0	6902.0	6995.0	7019.0	7138.0	7075.0	7147.0	7129.0	7160.0	7076.0	7189.0	7048.0
bcdef	7003.0	6902.0	6995.0	7019.0	7138.0	7075.0	7147.0	7129.0	7160.0	7076.0	7189.0	7048.0
abcdef	7352.0	7330.0	7365.0	7306.0	7396.0	7368.0	7442.0	7374.0	7452.0	7428.0	7463.0	7362.0

**TABELA A.40** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Rio Branco

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7393.0	7396.0	7467.0	7427.0	7665.0	7635.0	7695.0	7671.0	7747.0	7751.0	7767.0	7712.0
a	7433.0	7437.0	7484.0	7469.0	7711.0	7682.0	7725.0	7709.0	7793.0	7793.0	7814.0	7755.0
b	7448.0	7442.0	7496.0	7464.0	7710.0	7677.0	7721.0	7705.0	7795.0	7792.0	7815.0	7750.0
c	7178.0	7155.0	7213.0	7186.0	7431.0	7412.0	7474.0	7427.0	7508.0	7519.0	7552.0	7473.0
d	7397.0	7395.0	7473.0	7437.0	7666.0	7637.0	7696.0	7686.0	7756.0	7753.0	7773.0	7714.0
ab	7444.0	7449.0	7502.0	7482.0	7728.0	7697.0	7744.0	7730.0	7814.0	7822.0	7838.0	7766.0
ac	7357.0	7360.0	7411.0	7397.0	7640.0	7616.0	7661.0	7636.0	7722.0	7739.0	7754.0	7693.0
ad	7435.0	7422.0	7489.0	7465.0	7704.0	7668.0	7719.0	7708.0	7792.0	7783.0	7810.0	7754.0
bc	7251.0	7236.0	7297.0	7274.0	7517.0	7504.0	7541.0	7509.0	7606.0	7601.0	7616.0	7545.0
bd	7447.0	7439.0	7502.0	7458.0	7705.0	7677.0	7717.0	7703.0	7790.0	7784.0	7814.0	7754.0
cd	7203.0	7201.0	7252.0	7210.0	7460.0	7436.0	7507.0	7465.0	7542.0	7553.0	7596.0	7515.0
abc	7370.0	7378.0	7436.0	7419.0	7658.0	7635.0	7683.0	7654.0	7754.0	7761.0	7777.0	7719.0
abd	7449.0	7438.0	7501.0	7474.0	7719.0	7685.0	7734.0	7726.0	7804.0	7808.0	7833.0	7762.0
acd	7374.0	7372.0	7429.0	7394.0	7647.0	7610.0	7668.0	7650.0	7732.0	7739.0	7766.0	7696.0
bcd	7272.0	7271.0	7319.0	7291.0	7535.0	7513.0	7564.0	7535.0	7623.0	7629.0	7652.0	7565.0
abcd	7386.0	7385.0	7442.0	7420.0	7673.0	7636.0	7687.0	7674.0	7755.0	7760.0	7784.0	7727.0

**TABELA A.41** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio de Janeiro (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6479.0	6071.0	6736.0	6409.0	6076.0	5734.0	6116.0	6174.0	6171.0	5566.0	6419.0	5640.0
a	6477.0	6049.0	6753.0	6306.0	5902.0	5574.0	5969.0	5983.0	5993.0	5443.0	6250.0	5522.0
b	5875.0	5445.0	6173.0	5650.0	5362.0	4959.0	5433.0	5402.0	5399.0	4905.0	5701.0	4971.0
c	3879.0	3619.0	4655.0	4468.0	3586.0	3078.0	3792.0	4380.0	3276.0	3385.0	4205.0	3619.0
d	6900.0	6674.0	6987.0	6845.0	6892.0	6808.0	6792.0	6892.0	7108.0	6415.0	7121.0	6523.0
e	6479.0	6071.0	6736.0	6409.0	6076.0	5734.0	6116.0	6174.0	6171.0	5566.0	6419.0	5640.0
f	7106.0	6907.0	7231.0	6918.0	6997.0	7011.0	7111.0	7099.0	7253.0	6841.0	7297.0	6861.0
ab	3304.0	3444.0	4163.0	3637.0	3324.0	3121.0	3581.0	3794.0	3221.0	3364.0	3870.0	3453.0
ac	3661.0	3445.0	4589.0	4322.0	3525.0	3040.0	3748.0	4288.0	3287.0	3384.0	4148.0	3584.0
ad	7065.0	6777.0	7087.0	6873.0	6841.0	6744.0	6730.0	6863.0	7028.0	6348.0	7047.0	6418.0
ae	6171.0	5774.0	6442.0	6190.0	5822.0	5445.0	5834.0	5867.0	5780.0	5304.0	5982.0	5363.0



TABELA A.41 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio de Janeiro (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
af	7111.0	6897.0	7267.0	6858.0	6926.0	6949.0	7079.0	7054.0	7215.0	6798.0	7259.0	6817.0
bc	3162.0	3164.0	4281.0	3967.0	3254.0	2958.0	3527.0	4085.0	3182.0	3259.0	3906.0	3441.0
bd	6999.0	6509.0	6995.0	6659.0	6421.0	6302.0	6364.0	6420.0	6543.0	6093.0	6580.0	6121.0
be	6471.0	5964.0	6510.0	6089.0	5931.0	5588.0	5900.0	5800.0	5874.0	5292.0	5977.0	5319.0
bf	7011.0	6674.0	7197.0	6650.0	6815.0	6798.0	6974.0	6933.0	7104.0	6664.0	7200.0	6663.0
cd	4354.0	4096.0	5051.0	4935.0	4313.0	3827.0	4438.0	4982.0	4145.0	4114.0	4948.0	4344.0
ce	4132.0	3819.0	4791.0	4706.0	3977.0	3468.0	4054.0	4606.0	3670.0	3662.0	4376.0	3853.0
cf	6075.0	5821.0	6625.0	6140.0	6087.0	6049.0	6395.0	6493.0	6366.0	5870.0	6709.0	6019.0
de	7051.0	6855.0	7075.0	7001.0	7119.0	7036.0	7000.0	7051.0	7267.0	6591.0	7258.0	6685.0
df	7281.0	7159.0	7272.0	7123.0	7331.0	7380.0	7353.0	7297.0	7486.0	7199.0	7448.0	7205.0
ef	7374.0	7250.0	7367.0	7297.0	7404.0	7326.0	7403.0	7320.0	7460.0	7127.0	7432.0	7176.0
abc	2458.0	2756.0	3280.0	3056.0	2680.0	2560.0	2877.0	3221.0	2586.0	2784.0	3041.0	2891.0
abd	5763.0	5370.0	5980.0	5481.0	5618.0	5365.0	5653.0	5585.0	5695.0	5260.0	5878.0	5332.0
abe	4346.0	4099.0	4470.0	4169.0	4171.0	3860.0	4106.0	4097.0	3993.0	3841.0	4119.0	3838.0
abf	6523.0	6097.0	6978.0	6086.0	6491.0	6358.0	6706.0	6590.0	6759.0	6270.0	6946.0	6349.0
acd	4305.0	4091.0	5097.0	4949.0	4415.0	4020.0	4548.0	5074.0	4356.0	4241.0	5093.0	4466.0
ace	4006.0	3727.0	4760.0	4611.0	4020.0	3503.0	4084.0	4566.0	3751.0	3689.0	4358.0	3848.0
acf	5973.0	5770.0	6622.0	6016.0	6043.0	5969.0	6354.0	6414.0	6341.0	5896.0	6695.0	6013.0
ade	7235.0	6989.0	7185.0	7052.0	7082.0	6987.0	6999.0	7014.0	7223.0	6537.0	7189.0	6619.0
adf	7370.0	7244.0	7322.0	7191.0	7339.0	7363.0	7357.0	7316.0	7484.0	7194.0	7456.0	7217.0
aef	7492.0	7406.0	7383.0	7362.0	7496.0	7495.0	7506.0	7401.0	7573.0	7311.0	7508.0	7328.0
bcd	4255.0	4134.0	5106.0	4914.0	4522.0	4186.0	4744.0	5069.0	4520.0	4483.0	5192.0	4611.0
bce	3768.0	3606.0	4556.0	4421.0	3835.0	3455.0	3899.0	4324.0	3613.0	3635.0	4139.0	3784.0
bcf	5868.0	5716.0	6550.0	5864.0	6108.0	6100.0	6343.0	6416.0	6426.0	6007.0	6682.0	6056.0
bde	7229.0	6839.0	7149.0	6914.0	6724.0	6540.0	6607.0	6569.0	6726.0	6269.0	6720.0	6296.0
bdf	7448.0	7223.0	7393.0	7167.0	7318.0	7354.0	7312.0	7273.0	7483.0	7173.0	7463.0	7179.0
bef	7453.0	7165.0	7405.0	7196.0	7285.0	7163.0	7318.0	7199.0	7357.0	6971.0	7345.0	7004.0
cde	4481.0	4185.0	5092.0	5029.0	4483.0	4021.0	4554.0	5064.0	4353.0	4241.0	5013.0	4462.0
cdf	7281.0	7159.0	7272.0	7123.0	7331.0	7380.0	7353.0	7297.0	7486.0	7199.0	7448.0	7205.0
cef	6342.0	6091.0	6775.0	6537.0	6538.0	6400.0	6671.0	6738.0	6628.0	6130.0	6825.0	6308.0
def	7402.0	7331.0	7318.0	7270.0	7479.0	7507.0	7483.0	7384.0	7566.0	7324.0	7499.0	7331.0
abcd	5763.0	5370.0	5980.0	5481.0	5618.0	5365.0	5653.0	5585.0	5695.0	5260.0	5878.0	5332.0
abce	5194.0	4931.0	5344.0	5081.0	5186.0	4944.0	5218.0	5158.0	5191.0	4924.0	5293.0	4938.0
abcf	6219.0	5881.0	6779.0	5857.0	6269.0	6207.0	6510.0	6444.0	6547.0	6062.0	6781.0	6126.0
abde	6054.0	5736.0	6152.0	5785.0	5952.0	5629.0	5916.0	5820.0	5905.0	5512.0	6001.0	5518.0
abdf	7331.0	7044.0	7395.0	7007.0	7235.0	7215.0	7287.0	7214.0	7372.0	7039.0	7382.0	7096.0
abef	7126.0	6736.0	7231.0	6818.0	7064.0	6764.0	7080.0	6923.0	7082.0	6599.0	7130.0	6676.0
acde	4492.0	4239.0	5175.0	5104.0	4617.0	4255.0	4716.0	5194.0	4560.0	4424.0	5162.0	4599.0
acdf	7370.0	7244.0	7322.0	7191.0	7339.0	7363.0	7357.0	7316.0	7484.0	7194.0	7456.0	7217.0
acef	6302.0	6159.0	6835.0	6523.0	6538.0	6362.0	6685.0	6726.0	6638.0	6162.0	6839.0	6344.0

**TABELA A.41** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Rio de Janeiro (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
adef	7433.0	7274.0	7418.0	7295.0	7372.0	7299.0	7381.0	7278.0	7441.0	7069.0	7400.0	7131.0
bcde	4542.0	4363.0	5196.0	5087.0	4882.0	4508.0	4943.0	5174.0	4791.0	4662.0	5261.0	4772.0
bcdf	6514.0	6350.0	6879.0	6491.0	6693.0	6691.0	6857.0	6901.0	6890.0	6532.0	7049.0	6602.0
bdef	7583.0	7463.0	7480.0	7397.0	7508.0	7488.0	7485.0	7372.0	7567.0	7322.0	7514.0	7324.0
cdef	6342.0	6091.0	6775.0	6537.0	6538.0	6400.0	6671.0	6738.0	6628.0	6130.0	6825.0	6308.0
abcde	5194.0	4931.0	5344.0	5081.0	5186.0	4944.0	5218.0	5158.0	5191.0	4924.0	5293.0	4938.0
abcdf	7083.0	6829.0	7250.0	6818.0	7052.0	7027.0	7146.0	7074.0	7223.0	6896.0	7281.0	6935.0
acdef	6618.0	6520.0	6948.0	6734.0	6814.0	6775.0	6905.0	6938.0	6931.0	6579.0	7027.0	6655.0
abdef	7530.0	7307.0	7496.0	7295.0	7428.0	7374.0	7446.0	7334.0	7459.0	7227.0	7441.0	7248.0
abcef	6793.0	6390.0	7032.0	6525.0	6832.0	6541.0	6881.0	6701.0	6842.0	6388.0	6949.0	6483.0
bcef	6697.0	6586.0	6941.0	6739.0	6907.0	6849.0	6978.0	6983.0	6999.0	6675.0	7096.0	6728.0
bcdef	6697.0	6586.0	6941.0	6739.0	6907.0	6849.0	6978.0	6983.0	6999.0	6675.0	7096.0	6728.0
abcdef	7299.0	7096.0	7333.0	7099.0	7289.0	7194.0	7322.0	7187.0	7327.0	7052.0	7340.0	7095.0

**TABELA A.42** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Rio de Janeiro

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7201.0	7085.0	7265.0	7136.0	7409.0	7403.0	7401.0	7377.0	7585.0	7344.0	7530.0	7370.0
a	7282.0	7142.0	7338.0	7211.0	7519.0	7469.0	7483.0	7459.0	7668.0	7398.0	7622.0	7459.0
b	7257.0	7113.0	7289.0	7165.0	7462.0	7442.0	7435.0	7413.0	7617.0	7356.0	7563.0	7410.0
c	7042.0	6862.0	7196.0	6950.0	7208.0	7167.0	7263.0	7263.0	7422.0	7099.0	7429.0	7165.0
d	7210.0	7104.0	7264.0	7143.0	7423.0	7409.0	7405.0	7381.0	7579.0	7352.0	7520.0	7381.0
ab	7297.0	7150.0	7358.0	7216.0	7528.0	7487.0	7496.0	7477.0	7693.0	7416.0	7647.0	7472.0
ac	7259.0	7074.0	7337.0	7184.0	7462.0	7407.0	7441.0	7452.0	7645.0	7324.0	7617.0	7396.0
ad	7272.0	7153.0	7335.0	7208.0	7502.0	7465.0	7464.0	7451.0	7646.0	7406.0	7605.0	7457.0
bc	7116.0	6932.0	7233.0	7030.0	7298.0	7236.0	7311.0	7313.0	7509.0	7159.0	7500.0	7229.0
bd	7257.0	7138.0	7291.0	7170.0	7462.0	7447.0	7425.0	7415.0	7617.0	7372.0	7556.0	7418.0
cd	7085.0	6943.0	7225.0	7005.0	7277.0	7237.0	7311.0	7308.0	7463.0	7169.0	7461.0	7235.0
abc	7262.0	7087.0	7346.0	7193.0	7474.0	7411.0	7460.0	7467.0	7668.0	7350.0	7644.0	7416.0
abd	7285.0	7158.0	7345.0	7220.0	7518.0	7476.0	7482.0	7465.0	7664.0	7417.0	7625.0	7464.0
acd	7259.0	7100.0	7317.0	7177.0	7476.0	7424.0	7450.0	7442.0	7645.0	7340.0	7607.0	7405.0
bcd	7152.0	6989.0	7265.0	7072.0	7349.0	7301.0	7342.0	7342.0	7522.0	7211.0	7513.0	7275.0
abcd	7265.0	7111.0	7326.0	7195.0	7484.0	7443.0	7469.0	7454.0	7661.0	7361.0	7629.0	7434.0

**TABELA A.43** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Salvador (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	4851.0	4443.0	5584.0	4769.0	4004.0	3436.0	4441.0	4382.0	3911.0	3600.0	4730.0	3611.0
a	4469.0	4101.0	5291.0	4467.0	3791.0	3200.0	4289.0	4158.0	3698.0	3409.0	4535.0	3426.0

TABELA A.43 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Salvador (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
b	3502.0	3258.0	4587.0	3680.0	2960.0	2395.0	3550.0	3483.0	2883.0	2609.0	3842.0	2692.0
c	2030.0	1942.0	2747.0	2374.0	1454.0	1150.0	1695.0	1878.0	1240.0	1206.0	1816.0	1287.0
d	5707.0	5419.0	6270.0	5605.0	5070.0	4744.0	5393.0	5280.0	5173.0	4733.0	5571.0	4672.0
e	5363.0	4942.0	5894.0	5197.0	4643.0	4102.0	4939.0	4729.0	4550.0	4089.0	4958.0	4026.0
f	6662.0	6788.0	7141.0	6124.0	5969.0	6224.0	6635.0	6239.0	6388.0	6237.0	6736.0	5691.0
ab	1083.0	1043.0	1713.0	1160.0	1008.0	755.0	1245.0	1241.0	952.0	930.0	1344.0	939.0
ac	1733.0	1628.0	2474.0	2070.0	1308.0	1039.0	1579.0	1750.0	1151.0	1153.0	1725.0	1208.0
ad	5510.0	5226.0	6033.0	5341.0	4961.0	4630.0	5291.0	5150.0	5081.0	4632.0	5433.0	4574.0
ae	3993.0	3665.0	4721.0	4204.0	3587.0	2980.0	3900.0	3919.0	3362.0	3040.0	3966.0	3074.0
af	6432.0	6616.0	6965.0	5818.0	5802.0	6073.0	6496.0	6105.0	6240.0	6104.0	6629.0	5563.0
bc	1055.0	1004.0	1892.0	1428.0	974.0	758.0	1231.0	1425.0	943.0	936.0	1391.0	920.0
bd	5002.0	4725.0	5520.0	4849.0	4684.0	4274.0	4973.0	4789.0	4786.0	4315.0	5117.0	4267.0
be	4457.0	3998.0	4950.0	4207.0	3952.0	3224.0	4159.0	3839.0	3706.0	3273.0	4125.0	3244.0
bf	5822.0	6046.0	6401.0	5262.0	5496.0	5685.0	6225.0	5753.0	5916.0	5805.0	6338.0	5299.0
cd	2502.0	2408.0	3181.0	2854.0	2003.0	1657.0	2260.0	2538.0	1817.0	1730.0	2480.0	1860.0
ce	2254.0	2109.0	2868.0	2574.0	1697.0	1351.0	1888.0	2099.0	1439.0	1370.0	1946.0	1452.0
cf	4384.0	4880.0	5372.0	4557.0	4127.0	4264.0	5110.0	4882.0	4280.0	4641.0	5224.0	4200.0
de	5980.0	5663.0	6389.0	5828.0	5379.0	5076.0	5616.0	5449.0	5426.0	4901.0	5669.0	4871.0
df	7294.0	7428.0	7486.0	6979.0	6933.0	7243.0	7345.0	6992.0	7271.0	7024.0	7394.0	6656.0
ef	7266.0	7454.0	7451.0	6940.0	6806.0	6897.0	7286.0	6755.0	6907.0	6727.0	7140.0	6326.0
abc	532.0	543.0	989.0	655.0	566.0	431.0	696.0	750.0	503.0	542.0	813.0	575.0
abd	3802.0	3439.0	4375.0	3476.0	3805.0	3168.0	4104.0	3587.0	3890.0	3347.0	4238.0	3341.0
abe	1913.0	1649.0	2215.0	1728.0	1687.0	1247.0	1649.0	1601.0	1498.0	1289.0	1629.0	1262.0
abf	5063.0	5278.0	5830.0	4549.0	5031.0	5095.0	5766.0	5205.0	5348.0	5313.0	5876.0	4883.0
acd	2212.0	2134.0	3067.0	2711.0	1996.0	1654.0	2250.0	2547.0	1872.0	1773.0	2551.0	1888.0
ace	1970.0	1841.0	2639.0	2342.0	1623.0	1277.0	1793.0	1998.0	1410.0	1339.0	1878.0	1402.0
acf	4044.0	4656.0	5243.0	4333.0	3980.0	4144.0	5080.0	4777.0	4283.0	4618.0	5185.0	4168.0
ade	5795.0	5492.0	6187.0	5610.0	5283.0	4977.0	5502.0	5314.0	5326.0	4797.0	5534.0	4774.0
adf	7259.0	7403.0	7454.0	6775.0	6814.0	7118.0	7267.0	6919.0	7177.0	6964.0	7303.0	6590.0
aef	7538.0	7785.0	7711.0	7244.0	7244.0	7389.0	7613.0	7195.0	7353.0	7228.0	7528.0	6871.0
bcd	1768.0	1685.0	2837.0	2406.0	1856.0	1457.0	2154.0	2511.0	1817.0	1743.0	2543.0	1859.0
bce	1413.0	1274.0	2107.0	1771.0	1322.0	1067.0	1460.0	1689.0	1193.0	1150.0	1532.0	1140.0
bcf	3740.0	4393.0	5070.0	4088.0	4120.0	4291.0	5111.0	4868.0	4484.0	4713.0	5267.0	4305.0
bde	5353.0	5062.0	5652.0	5142.0	5038.0	4648.0	5221.0	4948.0	5065.0	4507.0	5225.0	4470.0
bdf	6967.0	7077.0	7125.0	6345.0	6582.0	6835.0	7055.0	6680.0	6947.0	6801.0	7113.0	6390.0
bef	6675.0	6874.0	6950.0	6188.0	6389.0	6392.0	6870.0	6311.0	6452.0	6344.0	6749.0	5873.0
cde	2595.0	2465.0	3219.0	2952.0	2123.0	1762.0	2344.0	2623.0	1934.0	1817.0	2533.0	1946.0
cdf	7294.0	7428.0	7486.0	6979.0	6933.0	7243.0	7345.0	6992.0	7271.0	7024.0	7394.0	6656.0
cef	4893.0	5280.0	5631.0	5043.0	4808.0	4880.0	5556.0	5220.0	4804.0	5044.0	5450.0	4599.0
def	7564.0	7794.0	7699.0	7386.0	7338.0	7498.0	7672.0	7284.0	7432.0	7312.0	7594.0	6933.0

**TABELA A.43** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Salvador (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcd	3802.0	3439.0	4375.0	3476.0	3805.0	3168.0	4104.0	3587.0	3890.0	3347.0	4238.0	3341.0
abce	3015.0	2666.0	3522.0	2925.0	3189.0	2599.0	3387.0	3134.0	3139.0	2786.0	3415.0	2724.0
abcf	4529.0	4953.0	5444.0	4274.0	4585.0	4711.0	5452.0	4973.0	4930.0	5017.0	5539.0	4619.0
abde	4362.0	3780.0	4553.0	3774.0	4269.0	3585.0	4359.0	3810.0	4248.0	3556.0	4344.0	3516.0
abdf	6594.0	6576.0	6776.0	5911.0	6383.0	6526.0	6840.0	6417.0	6653.0	6554.0	6881.0	6160.0
abef	6095.0	6128.0	6362.0	5445.0	5940.0	5729.0	6476.0	5730.0	5877.0	5776.0	6269.0	5381.0
acde	2371.0	2249.0	3122.0	2838.0	2166.0	1808.0	2375.0	2685.0	2027.0	1885.0	2613.0	2002.0
acdf	7259.0	7403.0	7454.0	6775.0	6814.0	7118.0	7267.0	6919.0	7177.0	6964.0	7303.0	6590.0
acef	4701.0	5253.0	5561.0	4922.0	4789.0	4893.0	5581.0	5203.0	4865.0	5041.0	5455.0	4633.0
adef	7128.0	7387.0	7360.0	6681.0	6688.0	6732.0	7195.0	6615.0	6781.0	6619.0	7028.0	6183.0
bcde	1996.0	1875.0	2931.0	2598.0	2119.0	1692.0	2376.0	2685.0	2060.0	1885.0	2645.0	1988.0
bcdf	4724.0	5349.0	5650.0	4893.0	5125.0	5366.0	5830.0	5524.0	5385.0	5574.0	5912.0	5132.0
bdef	7287.0	7514.0	7484.0	6858.0	7007.0	7140.0	7413.0	6985.0	7164.0	7063.0	7308.0	6716.0
cdef	4893.0	5280.0	5631.0	5043.0	4808.0	4880.0	5556.0	5220.0	4804.0	5044.0	5450.0	4599.0
abcde	3015.0	2666.0	3522.0	2925.0	3189.0	2599.0	3387.0	3134.0	3139.0	2786.0	3415.0	2724.0
abcdf	6020.0	6206.0	6373.0	5496.0	6008.0	6129.0	6525.0	6055.0	6226.0	6175.0	6504.0	5767.0
acdef	5129.0	5687.0	5894.0	5283.0	5324.0	5473.0	5982.0	5602.0	5377.0	5554.0	5909.0	5132.0
abdef	6970.0	7050.0	7162.0	6479.0	6854.0	6801.0	7225.0	6723.0	6877.0	6856.0	7109.0	6488.0
abcef	5551.0	5694.0	5916.0	5053.0	5524.0	5361.0	6056.0	5373.0	5495.0	5454.0	5876.0	5047.0
bcef	5118.0	5715.0	5811.0	5231.0	5528.0	5639.0	6134.0	5727.0	5636.0	5752.0	6069.0	5346.0
bcdef	5118.0	5715.0	5811.0	5231.0	5528.0	5639.0	6134.0	5727.0	5636.0	5752.0	6069.0	5346.0
abcdef	6405.0	6645.0	6657.0	5990.0	6415.0	6409.0	6869.0	6344.0	6433.0	6473.0	6713.0	6056.0

**TABELA A.44** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Salvador (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7270.0	7508.0	7581.0	7151.0	7602.0	7824.0	7925.0	7747.0	8035.0	7878.0	8153.0	7602.0
a	7314.0	7512.0	7592.0	7155.0	7663.0	7852.0	7943.0	7755.0	8121.0	7883.0	8192.0	7646.0
b	7281.0	7517.0	7563.0	7138.0	7624.0	7833.0	7926.0	7729.0	8083.0	7875.0	8167.0	7617.0
c	6441.0	6970.0	7061.0	6392.0	6640.0	6930.0	7313.0	6938.0	6958.0	7155.0	7422.0	6671.0
d	7328.0	7547.0	7616.0	7206.0	7685.0	7902.0	7975.0	7805.0	8120.0	7943.0	8218.0	7666.0
ab	7318.0	7525.0	7597.0	7163.0	7677.0	7861.0	7945.0	7766.0	8140.0	7893.0	8199.0	7653.0
ac	6998.0	7322.0	7431.0	6880.0	7309.0	7550.0	7716.0	7462.0	7728.0	7641.0	7937.0	7281.0
ad	7398.0	7571.0	7651.0	7238.0	7762.0	7923.0	8016.0	7838.0	8213.0	7957.0	8259.0	7737.0
bc	6425.0	7008.0	7074.0	6332.0	6596.0	6915.0	7323.0	6881.0	6924.0	7149.0	7407.0	6607.0
bd	7363.0	7564.0	7616.0	7202.0	7702.0	7900.0	7983.0	7805.0	8160.0	7934.0	8220.0	7689.0
cd	6709.0	7107.0	7232.0	6571.0	6927.0	7157.0	7506.0	7134.0	7278.0	7360.0	7650.0	6927.0
abc	7043.0	7335.0	7449.0	6927.0	7351.0	7582.0	7744.0	7497.0	7781.0	7669.0	7963.0	7331.0
abd	7405.0	7569.0	7653.0	7247.0	7778.0	7937.0	8014.0	7848.0	8219.0	7961.0	8272.0	7745.0
acd	7163.0	7401.0	7524.0	7022.0	7503.0	7684.0	7844.0	7578.0	7927.0	7757.0	8086.0	7442.0

**TABELA A.44** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Salvador (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcd	6662.0	7107.0	7226.0	6534.0	6907.0	7154.0	7500.0	7098.0	7271.0	7326.0	7639.0	6843.0
abcd	7189.0	7417.0	7533.0	7042.0	7536.0	7721.0	7855.0	7613.0	7973.0	7778.0	8104.0	7483.0

**TABELA A.45** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Santa Maria (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	3756.0	3699.0	3644.0	3637.0	3935.0	3952.0	3900.0	3866.0	4081.0	3872.0	3977.0	3894.0
a	3887.0	3795.0	3767.0	3735.0	4024.0	4035.0	3974.0	3925.0	4136.0	3914.0	4025.0	3926.0
b	4200.0	4024.0	4068.0	3977.0	4176.0	4116.0	4107.0	3974.0	4263.0	3956.0	4143.0	3961.0
c	3822.0	3720.0	3693.0	3639.0	3875.0	3852.0	3784.0	3721.0	4047.0	3653.0	3919.0	3668.0
d	3658.0	3644.0	3575.0	3549.0	3846.0	3929.0	3790.0	3795.0	3924.0	3786.0	3834.0	3761.0
e	4696.0	4593.0	4573.0	4434.0	4759.0	4729.0	4770.0	4540.0	5032.0	4428.0	4917.0	4403.0
f	4531.0	4407.0	4458.0	4289.0	4455.0	4533.0	4529.0	4391.0	4699.0	4415.0	4597.0	4316.0
ab	4398.0	3818.0	4250.0	3717.0	4155.0	3870.0	4194.0	3767.0	4351.0	3845.0	4262.0	3767.0
ac	4019.0	3797.0	3959.0	3713.0	3917.0	3823.0	3835.0	3639.0	4155.0	3627.0	3967.0	3551.0
ad	4837.0	4738.0	4660.0	4532.0	4822.0	4938.0	4774.0	4676.0	5135.0	4604.0	4925.0	4579.0
ae	4027.0	3952.0	3846.0	3843.0	4129.0	4132.0	4088.0	3995.0	4261.0	4010.0	4123.0	4002.0
af	4607.0	4461.0	4507.0	4281.0	4480.0	4545.0	4526.0	4395.0	4723.0	4426.0	4609.0	4349.0
bc	4187.0	3854.0	3954.0	3632.0	3952.0	3910.0	3940.0	3606.0	4231.0	3703.0	4018.0	3627.0
bd	5090.0	4791.0	4828.0	4622.0	4905.0	4986.0	4746.0	4696.0	5149.0	4621.0	4907.0	4603.0
be	4307.0	4172.0	4158.0	4082.0	4279.0	4263.0	4238.0	4086.0	4332.0	4088.0	4212.0	4062.0
bf	4760.0	4502.0	4620.0	4353.0	4566.0	4632.0	4562.0	4447.0	4763.0	4493.0	4657.0	4440.0
cd	4042.0	3907.0	3972.0	3861.0	4072.0	4085.0	3981.0	3883.0	4358.0	3743.0	4170.0	3732.0
ce	3894.0	3778.0	3740.0	3706.0	3967.0	3957.0	3874.0	3819.0	4155.0	3755.0	3980.0	3744.0
cf	4279.0	4232.0	4276.0	4011.0	4156.0	4301.0	4288.0	4193.0	4462.0	4175.0	4446.0	4102.0
de	3685.0	3691.0	3595.0	3577.0	3890.0	3964.0	3847.0	3825.0	3968.0	3824.0	3861.0	3801.0
df	4497.0	4466.0	4435.0	4353.0	4568.0	4616.0	4576.0	4505.0	4706.0	4561.0	4621.0	4474.0
ef	3888.0	3796.0	3769.0	3781.0	4008.0	4034.0	3958.0	3923.0	4091.0	3971.0	3984.0	3968.0
abc	4207.0	3790.0	4074.0	3641.0	4066.0	3864.0	4100.0	3745.0	4220.0	3770.0	4127.0	3697.0
abd	5006.0	4318.0	4809.0	4245.0	4791.0	4443.0	4696.0	4322.0	4986.0	4260.0	4826.0	4204.0
abe	4489.0	4030.0	4379.0	3997.0	4352.0	4032.0	4291.0	3911.0	4358.0	3892.0	4272.0	3857.0
abf	4737.0	4412.0	4614.0	4297.0	4554.0	4516.0	4606.0	4426.0	4791.0	4462.0	4687.0	4339.0
acd	4220.0	4019.0	4043.0	3921.0	4094.0	4119.0	4025.0	3928.0	4392.0	3759.0	4244.0	3751.0
ace	4011.0	3905.0	3847.0	3829.0	4056.0	4017.0	3947.0	3856.0	4226.0	3804.0	4049.0	3793.0
acf	4275.0	4187.0	4255.0	3985.0	4181.0	4295.0	4345.0	4203.0	4487.0	4195.0	4478.0	4138.0
ade	3798.0	3773.0	3682.0	3690.0	3918.0	4011.0	3871.0	3824.0	3989.0	3862.0	3875.0	3834.0
adf	4613.0	4545.0	4513.0	4411.0	4582.0	4664.0	4611.0	4522.0	4738.0	4557.0	4656.0	4494.0
aef	3896.0	3842.0	3794.0	3810.0	3968.0	3996.0	3944.0	3907.0	4015.0	3951.0	3957.0	3940.0
bcd	4414.0	4110.0	4169.0	3921.0	4201.0	4113.0	4127.0	3994.0	4511.0	3796.0	4413.0	3785.0
bce	4230.0	3987.0	4023.0	3930.0	4153.0	4053.0	4080.0	3951.0	4281.0	3811.0	4168.0	3801.0

**TABELA A.45** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Santa Maria (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
bcf	4448.0	4258.0	4394.0	4153.0	4360.0	4407.0	4442.0	4295.0	4647.0	4299.0	4568.0	4224.0
bde	4079.0	4017.0	3931.0	3944.0	4075.0	4062.0	4040.0	3952.0	4134.0	3977.0	4058.0	3960.0
bdf	4805.0	4641.0	4656.0	4519.0	4640.0	4738.0	4687.0	4592.0	4839.0	4621.0	4730.0	4575.0
bef	4221.0	4071.0	4051.0	4063.0	4209.0	4206.0	4131.0	4099.0	4286.0	4106.0	4156.0	4100.0
cde	3821.0	3767.0	3685.0	3657.0	3900.0	3956.0	3842.0	3817.0	4090.0	3803.0	3948.0	3769.0
cdf	4497.0	4466.0	4435.0	4353.0	4568.0	4616.0	4576.0	4505.0	4706.0	4561.0	4621.0	4474.0
cef	3876.0	3761.0	3738.0	3765.0	4026.0	4013.0	3947.0	3927.0	4139.0	3937.0	4019.0	3946.0
def	3790.0	3739.0	3698.0	3707.0	3919.0	3934.0	3895.0	3858.0	3974.0	3920.0	3917.0	3905.0
abcd	5006.0	4318.0	4809.0	4245.0	4791.0	4443.0	4696.0	4322.0	4986.0	4260.0	4826.0	4204.0
abce	4372.0	4097.0	4261.0	4075.0	4326.0	4158.0	4266.0	4082.0	4358.0	4050.0	4270.0	4060.0
abcf	4666.0	4315.0	4580.0	4209.0	4482.0	4440.0	4559.0	4357.0	4741.0	4349.0	4673.0	4264.0
abde	4386.0	4193.0	4240.0	4154.0	4272.0	4225.0	4237.0	4088.0	4304.0	4082.0	4225.0	4060.0
abdf	4863.0	4630.0	4744.0	4545.0	4707.0	4698.0	4736.0	4636.0	4829.0	4602.0	4767.0	4572.0
abef	4465.0	4167.0	4258.0	4215.0	4346.0	4305.0	4247.0	4222.0	4440.0	4220.0	4302.0	4229.0
acde	3953.0	3857.0	3777.0	3774.0	4006.0	4045.0	3934.0	3906.0	4149.0	3884.0	4053.0	3877.0
acdf	4613.0	4545.0	4513.0	4411.0	4582.0	4664.0	4611.0	4522.0	4738.0	4557.0	4656.0	4494.0
acef	4016.0	3876.0	3840.0	3854.0	4106.0	4094.0	4004.0	3996.0	4209.0	4009.0	4073.0	4011.0
adef	3995.0	3888.0	3877.0	3883.0	4052.0	4086.0	4013.0	3969.0	4143.0	4005.0	4040.0	4013.0
bcde	4179.0	4027.0	4012.0	3959.0	4138.0	4162.0	4069.0	4015.0	4241.0	3989.0	4114.0	3971.0
bcdf	4571.0	4522.0	4476.0	4282.0	4548.0	4642.0	4505.0	4452.0	4708.0	4468.0	4591.0	4447.0
bdef	4073.0	4000.0	3940.0	3967.0	4083.0	4098.0	4017.0	4005.0	4154.0	4042.0	4053.0	4026.0
cdef	3876.0	3761.0	3738.0	3765.0	4026.0	4013.0	3947.0	3927.0	4139.0	3937.0	4019.0	3946.0
abcde	4372.0	4097.0	4261.0	4075.0	4326.0	4158.0	4266.0	4082.0	4358.0	4050.0	4270.0	4060.0
abcdf	4779.0	4560.0	4705.0	4447.0	4641.0	4654.0	4673.0	4560.0	4790.0	4542.0	4729.0	4547.0
acdef	3915.0	3837.0	3817.0	3813.0	3997.0	4023.0	3952.0	3934.0	4108.0	3957.0	4021.0	3942.0
abdef	4287.0	4124.0	4130.0	4133.0	4241.0	4234.0	4170.0	4141.0	4294.0	4179.0	4200.0	4168.0
abcef	4465.0	4171.0	4260.0	4215.0	4359.0	4321.0	4258.0	4244.0	4440.0	4233.0	4306.0	4244.0
bcef	4154.0	4051.0	4005.0	4004.0	4136.0	4149.0	4076.0	4060.0	4248.0	4083.0	4138.0	4083.0
bcdef	4154.0	4051.0	4005.0	4004.0	4136.0	4149.0	4076.0	4060.0	4248.0	4083.0	4138.0	4083.0
abcdef	4324.0	4149.0	4181.0	4151.0	4264.0	4212.0	4200.0	4144.0	4311.0	4160.0	4210.0	4179.0

**TABELA A.46** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Santa Maria (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	4375.0	4268.0	4321.0	4265.0	4425.0	4480.0	4394.0	4370.0	4584.0	4400.0	4448.0	4392.0
a	4497.0	4346.0	4360.0	4336.0	4489.0	4543.0	4441.0	4410.0	4660.0	4451.0	4493.0	4460.0
b	4460.0	4316.0	4337.0	4289.0	4450.0	4509.0	4410.0	4379.0	4616.0	4424.0	4467.0	4431.0
c	4403.0	4254.0	4323.0	4218.0	4409.0	4465.0	4374.0	4335.0	4595.0	4342.0	4457.0	4357.0
d	4373.0	4259.0	4308.0	4254.0	4416.0	4468.0	4388.0	4367.0	4561.0	4403.0	4433.0	4383.0
ab	4503.0	4354.0	4374.0	4340.0	4515.0	4549.0	4451.0	4425.0	4680.0	4455.0	4499.0	4466.0

**TABELA A.46** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Santa Maria (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
ac	4509.0	4349.0	4385.0	4317.0	4494.0	4560.0	4460.0	4438.0	4702.0	4459.0	4526.0	4470.0
ad	4442.0	4319.0	4335.0	4310.0	4465.0	4513.0	4407.0	4395.0	4615.0	4444.0	4464.0	4445.0
bc	4459.0	4297.0	4369.0	4278.0	4458.0	4506.0	4429.0	4407.0	4651.0	4407.0	4516.0	4415.0
bd	4420.0	4301.0	4322.0	4279.0	4442.0	4494.0	4394.0	4372.0	4595.0	4418.0	4450.0	4422.0
cd	4373.0	4245.0	4295.0	4215.0	4407.0	4443.0	4378.0	4339.0	4583.0	4354.0	4453.0	4373.0
abc	4510.0	4365.0	4385.0	4335.0	4515.0	4579.0	4463.0	4434.0	4709.0	4464.0	4545.0	4476.0
abd	4459.0	4333.0	4339.0	4324.0	4469.0	4529.0	4419.0	4398.0	4630.0	4440.0	4461.0	4441.0
acd	4468.0	4332.0	4356.0	4320.0	4475.0	4539.0	4435.0	4415.0	4670.0	4444.0	4486.0	4457.0
bcd	4436.0	4304.0	4335.0	4254.0	4444.0	4488.0	4428.0	4378.0	4622.0	4410.0	4487.0	4417.0
abcd	4485.0	4352.0	4357.0	4333.0	4488.0	4558.0	4444.0	4412.0	4666.0	4451.0	4493.0	4461.0

**TABELA A.47** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Joaquim (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	1334.0	1561.0	1290.0	1250.0	1493.0	1782.0	1658.0	1472.0	1587.0	1941.0	1445.0	1744.0
a	1346.0	1613.0	1279.0	1298.0	1603.0	1907.0	1745.0	1602.0	1704.0	2047.0	1557.0	1891.0
b	1777.0	2133.0	1667.0	1814.0	2140.0	2506.0	2249.0	2164.0	2252.0	2555.0	2093.0	2429.0
c	2560.0	2779.0	2444.0	2381.0	2890.0	3191.0	3027.0	2803.0	3056.0	3215.0	2865.0	3040.0
d	1047.0	1246.0	992.0	957.0	954.0	1155.0	1077.0	932.0	949.0	1218.0	863.0	1100.0
e	1152.0	1351.0	1127.0	1090.0	1201.0	1448.0	1305.0	1264.0	1316.0	1642.0	1263.0	1536.0
f	1359.0	1415.0	1226.0	1293.0	1455.0	1527.0	1427.0	1360.0	1468.0	1530.0	1301.0	1495.0
ab	3614.0	3745.0	3497.0	3656.0	3691.0	3808.0	3678.0	3667.0	3731.0	3795.0	3642.0	3772.0
ac	2675.0	2925.0	2559.0	2514.0	2961.0	3237.0	3076.0	2877.0	3094.0	3264.0	2926.0	3105.0
ad	954.0	1144.0	896.0	904.0	950.0	1136.0	1053.0	945.0	928.0	1247.0	882.0	1135.0
ae	1706.0	1985.0	1637.0	1619.0	1994.0	2308.0	2160.0	1949.0	2129.0	2434.0	1924.0	2216.0
af	1424.0	1461.0	1257.0	1367.0	1554.0	1604.0	1496.0	1439.0	1534.0	1600.0	1346.0	1571.0
bc	3077.0	3315.0	2962.0	2957.0	3178.0	3391.0	3258.0	3121.0	3246.0	3372.0	3104.0	3272.0
bd	954.0	1239.0	947.0	1039.0	1234.0	1435.0	1324.0	1271.0	1275.0	1566.0	1207.0	1445.0
be	1777.0	2133.0	1667.0	1814.0	2140.0	2506.0	2249.0	2164.0	2252.0	2555.0	2093.0	2429.0
bf	1641.0	1742.0	1459.0	1625.0	1720.0	1799.0	1685.0	1633.0	1708.0	1794.0	1531.0	1743.0
cd	2306.0	2525.0	2225.0	2111.0	2462.0	2757.0	2621.0	2372.0	2632.0	2834.0	2445.0	2629.0
ce	2561.0	2787.0	2445.0	2383.0	2890.0	3192.0	3031.0	2804.0	3056.0	3220.0	2865.0	3042.0
cf	1932.0	2021.0	1854.0	1800.0	2017.0	2091.0	2053.0	1901.0	2073.0	2150.0	1942.0	2088.0
de	1047.0	1246.0	992.0	957.0	954.0	1155.0	1077.0	932.0	949.0	1218.0	863.0	1100.0
df	1139.0	1156.0	1024.0	1092.0	1157.0	1198.0	1104.0	1088.0	1163.0	1194.0	1041.0	1179.0
ef	1358.0	1415.0	1226.0	1293.0	1456.0	1527.0	1427.0	1360.0	1468.0	1530.0	1301.0	1495.0
abc	3935.0	3951.0	3811.0	3874.0	3912.0	4009.0	3915.0	3869.0	3931.0	4008.0	3865.0	3955.0
abd	2578.0	2739.0	2479.0	2642.0	2669.0	2845.0	2663.0	2689.0	2700.0	2849.0	2633.0	2806.0
abe	3624.0	3756.0	3507.0	3666.0	3708.0	3824.0	3691.0	3682.0	3745.0	3805.0	3651.0	3782.0
abf	2365.0	2414.0	2164.0	2322.0	2332.0	2373.0	2241.0	2229.0	2311.0	2371.0	2161.0	2332.0

**TABELA A.47** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Joaquim (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
acd	2303.0	2573.0	2258.0	2119.0	2434.0	2725.0	2609.0	2345.0	2573.0	2807.0	2391.0	2606.0
ace	2675.0	2931.0	2559.0	2513.0	2961.0	3237.0	3076.0	2877.0	3094.0	3265.0	2926.0	3105.0
acf	2038.0	2141.0	1903.0	1902.0	2109.0	2205.0	2112.0	1990.0	2121.0	2201.0	1970.0	2128.0
ade	954.0	1144.0	896.0	904.0	950.0	1136.0	1053.0	945.0	928.0	1247.0	882.0	1135.0
adf	1141.0	1154.0	1027.0	1121.0	1184.0	1211.0	1116.0	1108.0	1184.0	1209.0	1063.0	1216.0
aef	1141.0	1154.0	1027.0	1121.0	1184.0	1211.0	1116.0	1108.0	1184.0	1209.0	1063.0	1216.0
bcd	2552.0	2814.0	2427.0	2369.0	2593.0	2846.0	2677.0	2467.0	2686.0	2836.0	2485.0	2709.0
bce	3077.0	3315.0	2962.0	2957.0	3178.0	3391.0	3258.0	3121.0	3246.0	3372.0	3104.0	3272.0
bcf	2302.0	2398.0	2115.0	2176.0	2222.0	2296.0	2211.0	2083.0	2207.0	2285.0	2044.0	2227.0
bde	954.0	1239.0	947.0	1039.0	1234.0	1435.0	1324.0	1271.0	1275.0	1566.0	1207.0	1445.0
bdf	1205.0	1242.0	1093.0	1222.0	1278.0	1307.0	1201.0	1226.0	1275.0	1322.0	1140.0	1354.0
bef	1641.0	1742.0	1459.0	1625.0	1719.0	1799.0	1685.0	1633.0	1708.0	1794.0	1531.0	1743.0
cde	2309.0	2537.0	2227.0	2114.0	2463.0	2756.0	2624.0	2373.0	2632.0	2834.0	2445.0	2630.0
cdf	1139.0	1156.0	1024.0	1092.0	1157.0	1198.0	1104.0	1088.0	1163.0	1194.0	1041.0	1179.0
cef	1932.0	2021.0	1854.0	1800.0	2017.0	2091.0	2053.0	1901.0	2073.0	2150.0	1942.0	2087.0
def	1139.0	1156.0	1024.0	1093.0	1157.0	1198.0	1104.0	1088.0	1163.0	1194.0	1041.0	1179.0
abcd	2578.0	2739.0	2479.0	2642.0	2669.0	2845.0	2663.0	2689.0	2700.0	2849.0	2633.0	2806.0
abce	3041.0	3187.0	2930.0	3088.0	3015.0	3201.0	3013.0	3072.0	3038.0	3222.0	2984.0	3190.0
abcf	2551.0	2597.0	2350.0	2503.0	2493.0	2505.0	2416.0	2371.0	2493.0	2505.0	2348.0	2476.0
abde	2578.0	2739.0	2479.0	2642.0	2669.0	2845.0	2663.0	2689.0	2700.0	2849.0	2633.0	2806.0
abdf	1680.0	1687.0	1522.0	1686.0	1668.0	1678.0	1586.0	1619.0	1681.0	1702.0	1550.0	1723.0
abef	2365.0	2414.0	2164.0	2322.0	2333.0	2373.0	2241.0	2229.0	2311.0	2371.0	2161.0	2333.0
acde	2303.0	2573.0	2259.0	2119.0	2434.0	2725.0	2609.0	2345.0	2573.0	2807.0	2391.0	2606.0
acdf	1141.0	1154.0	1027.0	1121.0	1184.0	1211.0	1116.0	1108.0	1184.0	1209.0	1063.0	1216.0
acef	2038.0	2142.0	1903.0	1902.0	2109.0	2205.0	2112.0	1990.0	2121.0	2201.0	1970.0	2129.0
adef	1424.0	1461.0	1257.0	1368.0	1554.0	1604.0	1496.0	1439.0	1534.0	1600.0	1346.0	1571.0
bcde	2552.0	2814.0	2427.0	2369.0	2593.0	2846.0	2677.0	2467.0	2686.0	2836.0	2485.0	2709.0
bcdf	1846.0	1923.0	1735.0	1774.0	1769.0	1807.0	1738.0	1663.0	1768.0	1818.0	1632.0	1802.0
bdef	1205.0	1242.0	1093.0	1222.0	1278.0	1307.0	1201.0	1226.0	1275.0	1322.0	1140.0	1354.0
cdef	1932.0	2021.0	1854.0	1800.0	2017.0	2091.0	2053.0	1901.0	2073.0	2150.0	1942.0	2087.0
abcde	3041.0	3187.0	2930.0	3088.0	3015.0	3201.0	3013.0	3072.0	3038.0	3222.0	2984.0	3190.0
abcdf	1867.0	1886.0	1724.0	1861.0	1837.0	1844.0	1756.0	1785.0	1830.0	1869.0	1743.0	1869.0
acdef	1734.0	1797.0	1640.0	1629.0	1731.0	1773.0	1719.0	1627.0	1759.0	1803.0	1622.0	1793.0
abdef	1680.0	1687.0	1522.0	1687.0	1668.0	1678.0	1586.0	1619.0	1681.0	1702.0	1550.0	1723.0
abcef	2570.0	2623.0	2381.0	2518.0	2536.0	2559.0	2456.0	2415.0	2523.0	2535.0	2368.0	2503.0
bcef	1846.0	1923.0	1735.0	1774.0	1769.0	1807.0	1738.0	1663.0	1768.0	1818.0	1632.0	1802.0
bcdef	1846.0	1923.0	1735.0	1774.0	1769.0	1807.0	1738.0	1663.0	1768.0	1818.0	1632.0	1802.0
abcdef	1867.0	1886.0	1724.0	1863.0	1837.0	1844.0	1756.0	1785.0	1830.0	1869.0	1743.0	1869.0



**TABELA A.48** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para São Joaquim

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	982.0	1009.0	861.0	960.0	879.0	880.0	800.0	797.0	806.0	815.0	693.0	835.0
a	992.0	1019.0	857.0	940.0	862.0	869.0	804.0	783.0	799.0	811.0	682.0	826.0
b	973.0	997.0	849.0	932.0	860.0	864.0	783.0	777.0	790.0	801.0	675.0	812.0
c	1181.0	1193.0	1100.0	1156.0	1096.0	1082.0	1016.0	1031.0	1038.0	1033.0	936.0	1056.0
d	975.0	987.0	851.0	953.0	856.0	871.0	781.0	787.0	794.0	805.0	677.0	819.0
ab	975.0	1008.0	849.0	932.0	846.0	860.0	786.0	777.0	792.0	799.0	667.0	817.0
ac	1056.0	1078.0	934.0	1019.0	931.0	933.0	877.0	868.0	869.0	896.0	764.0	902.0
ad	980.0	998.0	841.0	938.0	854.0	856.0	781.0	767.0	787.0	792.0	671.0	811.0
bc	1142.0	1170.0	1052.0	1125.0	1053.0	1042.0	984.0	994.0	994.0	1004.0	894.0	1025.0
bd	964.0	984.0	839.0	935.0	850.0	854.0	774.0	763.0	785.0	783.0	658.0	804.0
cd	1132.0	1158.0	1041.0	1110.0	1041.0	1018.0	957.0	964.0	977.0	980.0	873.0	1004.0
abc	1038.0	1066.0	924.0	1004.0	923.0	925.0	862.0	846.0	859.0	883.0	756.0	879.0
abd	968.0	985.0	836.0	920.0	845.0	849.0	774.0	765.0	776.0	785.0	659.0	805.0
acd	1034.0	1053.0	906.0	988.0	907.0	904.0	850.0	834.0	853.0	861.0	739.0	866.0
bcd	1112.0	1132.0	997.0	1086.0	1006.0	985.0	944.0	959.0	943.0	954.0	847.0	973.0
abcd	1020.0	1045.0	892.0	978.0	899.0	895.0	833.0	820.0	829.0	849.0	735.0	851.0

**TABELA A.49** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Luís (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6962.0	6546.0	6810.0	6897.0	6752.0	6430.0	6416.0	6630.0	6868.0	5906.0	6834.0	6228.0
a	6922.0	6417.0	6821.0	6763.0	6406.0	5988.0	6122.0	6203.0	6384.0	5369.0	6380.0	5646.0
b	6397.0	5410.0	6255.0	5856.0	4938.0	4170.0	4840.0	4704.0	4796.0	4040.0	5049.0	4247.0
c	4318.0	3944.0	4133.0	4093.0	2614.0	2354.0	2454.0	2522.0	2386.0	2003.0	2455.0	2158.0
d	7403.0	7030.0	7328.0	7398.0	7932.0	7971.0	7804.0	7883.0	8481.0	7938.0	8143.0	7918.0
e	7308.0	6945.0	7175.0	7257.0	7482.0	7357.0	7324.0	7308.0	7619.0	6726.0	7482.0	6867.0
f	7167.0	6869.0	7089.0	7122.0	7345.0	7313.0	7213.0	7430.0	7544.0	7263.0	7531.0	7411.0
ab	2875.0	2322.0	3095.0	2558.0	2568.0	2078.0	2534.0	2301.0	2588.0	2025.0	2698.0	2177.0
ac	4101.0	3633.0	3910.0	3857.0	2770.0	2552.0	2676.0	2784.0	2699.0	2381.0	2811.0	2527.0
ad	7733.0	7466.0	7671.0	7629.0	8041.0	8204.0	7985.0	7901.0	8548.0	7969.0	8157.0	7850.0
ae	6638.0	6213.0	6469.0	6501.0	6157.0	5752.0	5926.0	5866.0	5857.0	4962.0	5856.0	5119.0
af	7254.0	6947.0	7197.0	7186.0	7338.0	7318.0	7214.0	7416.0	7541.0	7233.0	7490.0	7295.0
bc	2700.0	2391.0	2811.0	2725.0	2442.0	2220.0	2368.0	2429.0	2453.0	2083.0	2575.0	2228.0
bd	8595.0	8248.0	8055.0	7937.0	8239.0	8354.0	8065.0	7696.0	8544.0	7663.0	8036.0	7562.0
be	7544.0	6836.0	7225.0	6879.0	6257.0	5600.0	6158.0	5589.0	5927.0	4887.0	5872.0	4954.0
bf	7384.0	6943.0	7168.0	6872.0	7102.0	7173.0	7041.0	6942.0	7366.0	6791.0	7166.0	6646.0
cd	5034.0	4722.0	4829.0	4892.0	3971.0	3672.0	3726.0	3855.0	3645.0	3059.0	3783.0	3321.0
ce	4726.0	4389.0	4511.0	4531.0	3238.0	2899.0	3102.0	3127.0	2916.0	2546.0	2990.0	2693.0
cf	6390.0	6092.0	6057.0	6053.0	5940.0	6064.0	6134.0	5729.0	6020.0	5365.0	5817.0	5035.0
de	7608.0	7340.0	7553.0	7620.0	8256.0	8424.0	8340.0	8178.0	8625.0	8427.0	8409.0	8200.0

TABELA A.49 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Luís (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
df	7421.0	7213.0	7416.0	7469.0	7790.0	7780.0	7707.0	7939.0	7956.0	7838.0	7965.0	7943.0
ef	7486.0	7334.0	7444.0	7494.0	7822.0	7796.0	7752.0	7910.0	7896.0	7757.0	7885.0	7788.0
abc	1922.0	1436.0	1930.0	1578.0	1741.0	1397.0	1677.0	1438.0	1768.0	1301.0	1809.0	1369.0
abd	7511.0	6375.0	7144.0	6492.0	7006.0	6282.0	6860.0	6109.0	7433.0	5873.0	7028.0	5969.0
abe	3974.0	3375.0	4023.0	3439.0	3527.0	2907.0	3504.0	3031.0	3311.0	2694.0	3348.0	2679.0
abf	6731.0	5983.0	6345.0	5599.0	6293.0	6175.0	6463.0	5881.0	6666.0	5788.0	6416.0	5622.0
acd	4855.0	4482.0	4666.0	4746.0	3894.0	3535.0	3748.0	3855.0	3675.0	3270.0	3880.0	3473.0
ace	4411.0	4016.0	4199.0	4188.0	3146.0	2878.0	3025.0	3115.0	2967.0	2656.0	3072.0	2791.0
acf	6310.0	5960.0	5980.0	5663.0	5426.0	5594.0	5775.0	5315.0	5686.0	5018.0	5516.0	4831.0
ade	7924.0	7798.0	7884.0	7852.0	8412.0	8563.0	8452.0	8216.0	8646.0	8422.0	8425.0	8199.0
adf	7627.0	7411.0	7604.0	7643.0	7868.0	7852.0	7773.0	8004.0	8011.0	7880.0	8015.0	7990.0
aef	7865.0	7719.0	7833.0	7907.0	8125.0	8114.0	8019.0	8226.0	8168.0	8080.0	8180.0	8178.0
bcd	3913.0	3344.0	4034.0	3919.0	3655.0	3306.0	3593.0	3854.0	3569.0	3363.0	3919.0	3582.0
bce	3109.0	2791.0	3154.0	3136.0	2873.0	2588.0	2789.0	2848.0	2794.0	2437.0	2879.0	2519.0
bcf	5380.0	4740.0	5113.0	4673.0	5075.0	5108.0	5331.0	5108.0	5433.0	4950.0	5361.0	4845.0
bde	8680.0	8601.0	8419.0	8327.0	8593.0	8632.0	8581.0	8241.0	8625.0	8267.0	8397.0	8119.0
bdf	7936.0	7757.0	7917.0	7933.0	7923.0	7891.0	7823.0	8045.0	8032.0	7883.0	8023.0	8014.0
bef	7986.0	7807.0	7903.0	7881.0	7852.0	7829.0	7775.0	7851.0	7853.0	7676.0	7786.0	7538.0
cde	5128.0	4829.0	4904.0	4988.0	4125.0	3813.0	3901.0	3992.0	3767.0	3189.0	3898.0	3434.0
cdf	7421.0	7213.0	7416.0	7469.0	7790.0	7780.0	7707.0	7939.0	7956.0	7838.0	7965.0	7943.0
cef	6606.0	6378.0	6314.0	6392.0	6617.0	6702.0	6687.0	6413.0	6541.0	6007.0	6310.0	5597.0
def	7614.0	7501.0	7657.0	7677.0	8039.0	8038.0	7966.0	8149.0	8111.0	8033.0	8120.0	8111.0
abcd	7511.0	6375.0	7144.0	6492.0	7006.0	6282.0	6860.0	6109.0	7433.0	5873.0	7028.0	5969.0
abce	5960.0	5117.0	5763.0	5179.0	5630.0	5006.0	5673.0	5058.0	5687.0	4922.0	5642.0	4938.0
abcf	6268.0	5291.0	5775.0	4989.0	5549.0	5482.0	5962.0	5340.0	5946.0	5244.0	5799.0	5117.0
abde	8148.0	7262.0	7837.0	7163.0	7764.0	7110.0	7838.0	6790.0	7851.0	6605.0	7631.0	6543.0
abdf	7607.0	7375.0	7672.0	7591.0	7803.0	7750.0	7706.0	7881.0	7935.0	7795.0	7935.0	7888.0
abef	7497.0	7228.0	7389.0	7062.0	7358.0	7365.0	7423.0	7047.0	7413.0	6815.0	7181.0	6512.0
acde	4999.0	4645.0	4795.0	4879.0	4110.0	3741.0	3960.0	4032.0	3837.0	3431.0	4029.0	3611.0
acdf	7627.0	7411.0	7604.0	7643.0	7868.0	7852.0	7773.0	8004.0	8011.0	7880.0	8015.0	7990.0
acef	6738.0	6490.0	6447.0	6334.0	6289.0	6456.0	6534.0	6097.0	6301.0	5704.0	6053.0	5352.0
adef	7695.0	7507.0	7612.0	7649.0	7867.0	7860.0	7793.0	7951.0	7923.0	7779.0	7892.0	7808.0
bcde	4249.0	3666.0	4241.0	4167.0	3899.0	3543.0	3857.0	4020.0	3827.0	3579.0	4050.0	3713.0
bcdf	6766.0	6305.0	6418.0	6146.0	6704.0	6949.0	6842.0	6631.0	6996.0	6395.0	6760.0	6195.0
bdef	8217.0	8133.0	8196.0	8257.0	8186.0	8171.0	8086.0	8282.0	8202.0	8100.0	8208.0	8194.0
cdef	6606.0	6378.0	6314.0	6392.0	6617.0	6702.0	6687.0	6413.0	6541.0	6007.0	6310.0	5597.0
abcde	5960.0	5117.0	5763.0	5179.0	5630.0	5006.0	5673.0	5058.0	5687.0	4922.0	5642.0	4938.0
abcdf	7356.0	7070.0	7342.0	7290.0	7557.0	7544.0	7503.0	7648.0	7724.0	7553.0	7703.0	7576.0
acdef	6930.0	6708.0	6722.0	6726.0	7095.0	7210.0	7131.0	7037.0	7159.0	6789.0	6959.0	6441.0
abdef	7956.0	7871.0	8017.0	8004.0	8084.0	8077.0	8022.0	8176.0	8127.0	8033.0	8114.0	8103.0

**TABELA A.49** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para São Luís (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
abcef	7129.0	6626.0	6801.0	6167.0	6721.0	6566.0	6932.0	6243.0	6798.0	6080.0	6516.0	5792.0
bcef	7129.0	6791.0	6739.0	6552.0	7107.0	7304.0	7218.0	6966.0	7275.0	6757.0	6989.0	6480.0
bcdef	7129.0	6791.0	6739.0	6552.0	7107.0	7304.0	7218.0	6966.0	7275.0	6757.0	6989.0	6480.0
abcdef	7713.0	7564.0	7710.0	7677.0	7893.0	7873.0	7844.0	7940.0	7933.0	7824.0	7909.0	7843.0

**TABELA A.50** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para São Luís

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	7612.4	7367.2	7603.7	7603.7	8050.4	8041.7	7954.1	8120.5	8251.9	8103.0	8208.1	8146.8
a	7568.6	7323.4	7559.9	7577.4	8015.4	8006.6	7892.8	8085.5	8208.1	8050.4	8199.4	8120.5
b	7612.4	7375.9	7621.2	7630.0	8076.7	8059.2	7945.3	8138.0	8260.7	8111.8	8234.4	8181.8
c	7297.1	7043.0	7192.0	7183.2	7621.2	7630.0	7533.6	7594.9	7805.2	7621.2	7787.6	7630.0
d	7621.2	7384.7	7638.7	7638.7	8068.0	8076.7	7971.6	8164.3	8269.4	8120.5	8251.9	8173.1
ab	7559.9	7314.6	7542.4	7568.6	8006.6	7989.1	7884.0	8076.7	8190.6	8032.9	8190.6	8111.8
ac	7463.5	7192.0	7411.0	7437.2	7866.5	7840.2	7735.1	7919.0	8032.9	7892.8	8050.4	7962.8
ad	7586.2	7349.6	7577.4	7603.7	8050.4	8032.9	7927.8	8138.0	8243.2	8076.7	8225.6	8164.3
bc	7323.4	7051.8	7235.8	7253.3	7682.5	7682.5	7559.9	7717.6	7849.0	7682.5	7840.2	7717.6
bd	7621.2	7402.2	7630.0	7656.2	8085.5	8076.7	7962.8	8173.1	8278.2	8129.3	8260.7	8208.1
cd	7358.4	7113.1	7279.6	7253.3	7717.6	7708.8	7630.0	7735.1	7919.0	7743.8	7892.8	7752.6
abc	7446.0	7192.0	7402.2	7428.5	7857.7	7840.2	7735.1	7919.0	8032.9	7884.0	8041.7	7954.1
abd	7586.2	7340.9	7568.6	7594.9	8041.7	8032.9	7910.3	8120.5	8225.6	8068.0	8216.9	8155.6
acd	7507.3	7253.3	7472.3	7489.8	7936.6	7901.5	7805.2	7989.1	8111.8	7954.1	8111.8	8032.9
bcd	7393.4	7121.9	7314.6	7332.1	7761.4	7752.6	7647.5	7796.4	7927.8	7770.1	7936.6	7831.4
abcd	7498.6	7244.5	7463.5	7481.0	7936.6	7892.8	7805.2	7989.1	8103.0	7954.1	8111.8	8032.9

**TABELA A.51** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Tucuruí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	5860.0	5595.0	5942.0	5987.0	5140.0	4869.0	4963.0	5281.0	4875.0	4428.0	5101.0	4720.0
a	5728.0	5435.0	5883.0	5853.0	4836.0	4590.0	4701.0	4997.0	4657.0	4240.0	4848.0	4470.0
b	4719.0	4314.0	4914.0	4784.0	3768.0	3522.0	3695.0	3798.0	3692.0	3182.0	3775.0	3319.0
c	2932.0	2720.0	2895.0	2899.0	1700.0	1618.0	1636.0	1610.0	1527.0	1245.0	1511.0	1313.0
d	6574.0	6370.0	6724.0	6781.0	6585.0	6336.0	6461.0	6821.0	6450.0	6177.0	6724.0	6410.0
e	6308.0	6061.0	6364.0	6434.0	5831.0	5524.0	5678.0	5884.0	5421.0	5050.0	5615.0	5233.0
f	6212.0	6075.0	6452.0	6358.0	5839.0	5671.0	5845.0	5994.0	5797.0	5618.0	6018.0	5791.0
ab	1410.0	1082.0	1409.0	1133.0	1136.0	917.0	1106.0	915.0	1122.0	809.0	1129.0	831.0
ac	2563.0	2337.0	2513.0	2501.0	1638.0	1533.0	1558.0	1535.0	1528.0	1226.0	1497.0	1277.0
ad	6648.0	6467.0	6873.0	6884.0	6544.0	6271.0	6406.0	6754.0	6345.0	6080.0	6615.0	6316.0
ae	5146.0	4900.0	5185.0	5242.0	4401.0	4163.0	4264.0	4424.0	4111.0	3727.0	4204.0	3843.0

TABELA A.51 Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Tucuruí (continua)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
af	5937.0	5806.0	6242.0	6106.0	5645.0	5498.0	5624.0	5800.0	5655.0	5445.0	5865.0	5632.0
bc	1600.0	1392.0	1596.0	1460.0	1168.0	1127.0	1158.0	1095.0	1216.0	954.0	1155.0	948.0
bd	6635.0	6334.0	6871.0	6858.0	6095.0	5829.0	5940.0	6335.0	5902.0	5612.0	6141.0	5866.0
be	5538.0	5129.0	5683.0	5587.0	4618.0	4297.0	4524.0	4553.0	4293.0	3865.0	4372.0	3952.0
bf	5436.0	5238.0	5782.0	5615.0	5323.0	5135.0	5280.0	5429.0	5361.0	5136.0	5604.0	5336.0
cd	3443.0	3242.0	3379.0	3425.0	2335.0	2242.0	2218.0	2297.0	2189.0	1852.0	2213.0	1965.0
ce	2932.0	2720.0	2895.0	2899.0	1700.0	1618.0	1636.0	1610.0	1527.0	1245.0	1511.0	1313.0
cf	4535.0	4307.0	4511.0	4493.0	3972.0	3832.0	3872.0	3954.0	3831.0	3592.0	3957.0	3647.0
de	6786.0	6612.0	6903.0	6987.0	6937.0	6713.0	6828.0	7112.0	6730.0	6515.0	6937.0	6692.0
df	6805.0	6712.0	6991.0	6974.0	6808.0	6690.0	6816.0	6945.0	6785.0	6649.0	6935.0	6770.0
ef	6797.0	6698.0	6918.0	6911.0	6566.0	6410.0	6530.0	6596.0	6380.0	6197.0	6482.0	6313.0
abc	731.0	564.0	711.0	566.0	575.0	489.0	561.0	470.0	574.0	451.0	555.0	456.0
abd	4895.0	4463.0	5104.0	4773.0	4691.0	4309.0	4635.0	4589.0	4706.0	4243.0	4840.0	4386.0
abe	2069.0	1650.0	2060.0	1675.0	1675.0	1332.0	1671.0	1345.0	1536.0	1132.0	1544.0	1133.0
abf	4446.0	4216.0	4738.0	4419.0	4502.0	4306.0	4506.0	4473.0	4569.0	4319.0	4709.0	4416.0
acd	3136.0	2896.0	3102.0	3168.0	2390.0	2329.0	2335.0	2382.0	2339.0	2028.0	2412.0	2101.0
ace	2770.0	2548.0	2685.0	2713.0	1902.0	1780.0	1813.0	1790.0	1735.0	1426.0	1730.0	1466.0
acf	4124.0	3943.0	4203.0	4146.0	3822.0	3716.0	3771.0	3832.0	3811.0	3596.0	3947.0	3655.0
ade	6921.0	6765.0	7097.0	7130.0	6930.0	6676.0	6769.0	7051.0	6635.0	6419.0	6826.0	6598.0
adf	6712.0	6665.0	6958.0	6908.0	6725.0	6576.0	6708.0	6842.0	6709.0	6573.0	6862.0	6700.0
aef	7089.0	6978.0	7212.0	7217.0	7067.0	6932.0	7007.0	7086.0	6981.0	6820.0	7031.0	6930.0
bcd	2482.0	2258.0	2537.0	2430.0	2235.0	2134.0	2209.0	2215.0	2298.0	1937.0	2316.0	1946.0
bce	1927.0	1732.0	1901.0	1761.0	1516.0	1375.0	1507.0	1399.0	1416.0	1197.0	1454.0	1210.0
bcf	3685.0	3480.0	3855.0	3671.0	3777.0	3712.0	3775.0	3795.0	3887.0	3633.0	3976.0	3638.0
bde	7039.0	6794.0	7180.0	7231.0	6588.0	6290.0	6408.0	6710.0	6234.0	6065.0	6428.0	6225.0
bdf	6649.0	6496.0	6919.0	6819.0	6643.0	6454.0	6606.0	6752.0	6653.0	6468.0	6773.0	6621.0
bef	6355.0	6173.0	6510.0	6469.0	6149.0	5984.0	6049.0	6142.0	6035.0	5806.0	6088.0	5892.0
cde	3515.0	3304.0	3437.0	3500.0	2431.0	2337.0	2305.0	2400.0	2271.0	1950.0	2307.0	2049.0
cdf	6805.0	6712.0	6991.0	6974.0	6808.0	6690.0	6816.0	6945.0	6785.0	6649.0	6935.0	6770.0
cef	4910.0	4698.0	4826.0	4875.0	4434.0	4298.0	4385.0	4425.0	4197.0	4033.0	4290.0	4049.0
def	7091.0	7024.0	7226.0	7229.0	7141.0	7036.0	7122.0	7170.0	7058.0	6909.0	7098.0	6992.0
abcd	4895.0	4463.0	5104.0	4773.0	4691.0	4309.0	4635.0	4589.0	4706.0	4243.0	4840.0	4386.0
abce	3296.0	2920.0	3275.0	3112.0	3278.0	2896.0	3202.0	3058.0	3208.0	2803.0	3263.0	2872.0
abcf	3935.0	3662.0	4124.0	3794.0	3984.0	3787.0	3953.0	3903.0	4000.0	3778.0	4156.0	3831.0
abde	5631.0	5255.0	5700.0	5433.0	5381.0	5029.0	5302.0	5172.0	5217.0	4838.0	5271.0	4895.0
abdf	6291.0	6153.0	6576.0	6363.0	6371.0	6235.0	6386.0	6433.0	6420.0	6268.0	6536.0	6361.0
abef	5560.0	5342.0	5687.0	5478.0	5459.0	5258.0	5372.0	5329.0	5289.0	5067.0	5331.0	5126.0
acde	3242.0	3009.0	3181.0	3253.0	2547.0	2463.0	2495.0	2546.0	2454.0	2146.0	2524.0	2224.0
acdf	6712.0	6665.0	6958.0	6908.0	6725.0	6576.0	6708.0	6842.0	6709.0	6573.0	6862.0	6700.0
acef	4552.0	4406.0	4603.0	4606.0	4426.0	4282.0	4384.0	4414.0	4274.0	4085.0	4340.0	4110.0

**TABELA A.51** Horas de conforto obtidas nas simulações das paredes para Tucuruí (conclusão)

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
adef	6641.0	6524.0	6801.0	6761.0	6402.0	6222.0	6338.0	6451.0	6236.0	6052.0	6320.0	6146.0
bcde	2675.0	2458.0	2714.0	2643.0	2457.0	2343.0	2466.0	2440.0	2465.0	2132.0	2500.0	2131.0
bcdf	4533.0	4404.0	4773.0	4751.0	4907.0	4752.0	4826.0	5002.0	4877.0	4714.0	5056.0	4828.0
bdef	7103.0	6931.0	7194.0	7187.0	7019.0	6879.0	6917.0	7032.0	6945.0	6757.0	6968.0	6853.0
cdef	4910.0	4698.0	4826.0	4875.0	4434.0	4298.0	4385.0	4425.0	4197.0	4033.0	4290.0	4049.0
abcde	3296.0	2920.0	3275.0	3112.0	3278.0	2896.0	3202.0	3058.0	3208.0	2803.0	3263.0	2872.0
abcdf	5598.0	5455.0	5900.0	5710.0	5763.0	5613.0	5781.0	5852.0	5797.0	5625.0	5943.0	5747.0
acdef	4929.0	4789.0	5023.0	5057.0	4988.0	4840.0	4905.0	5035.0	4869.0	4702.0	4953.0	4784.0
abdef	6913.0	6711.0	6945.0	6861.0	6859.0	6718.0	6752.0	6741.0	6795.0	6590.0	6770.0	6659.0
abcef	4821.0	4647.0	4939.0	4756.0	4838.0	4651.0	4733.0	4683.0	4676.0	4425.0	4696.0	4442.0
bcef	4878.0	4742.0	5027.0	5071.0	5215.0	5071.0	5120.0	5261.0	5125.0	4993.0	5218.0	5073.0
bcdef	4878.0	4742.0	5027.0	5071.0	5215.0	5071.0	5120.0	5261.0	5125.0	4993.0	5218.0	5073.0
abcdef	6150.0	5982.0	6277.0	6169.0	6220.0	6102.0	6147.0	6182.0	6173.0	5980.0	6175.0	6035.0

**TABELA A.52** Horas de conforto obtidas nas simulações das coberturas para Tucuruí

Fatorial	Z01				Z02				Z04			
	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste	Norte	Leste	Sul	Oeste
(1)	6993.0	6853.0	7154.0	7179.0	7489.0	7317.0	7392.0	7546.0	7637.0	7470.0	7693.0	7580.0
a	7002.0	6853.0	7169.0	7169.0	7489.0	7322.0	7403.0	7567.0	7661.0	7495.0	7733.0	7597.0
b	7063.0	6916.0	7218.0	7238.0	7544.0	7384.0	7450.0	7621.0	7714.0	7551.0	7771.0	7666.0
c	6313.0	6131.0	6385.0	6475.0	6642.0	6450.0	6484.0	6694.0	6688.0	6516.0	6746.0	6671.0
d	7033.0	6886.0	7198.0	7221.0	7521.0	7361.0	7435.0	7591.0	7674.0	7519.0	7726.0	7627.0
ab	6995.0	6857.0	7165.0	7166.0	7493.0	7324.0	7413.0	7565.0	7663.0	7499.0	7740.0	7604.0
ac	6786.0	6636.0	6921.0	6961.0	7218.0	7053.0	7114.0	7292.0	7366.0	7185.0	7437.0	7318.0
ad	7043.0	6917.0	7211.0	7218.0	7536.0	7380.0	7454.0	7623.0	7712.0	7551.0	7774.0	7655.0
bc	6434.0	6262.0	6530.0	6616.0	6784.0	6603.0	6621.0	6856.0	6863.0	6679.0	6929.0	6849.0
bd	7090.0	6949.0	7240.0	7274.0	7583.0	7422.0	7484.0	7662.0	7751.0	7587.0	7800.0	7699.0
cd	6437.0	6257.0	6525.0	6605.0	6793.0	6597.0	6643.0	6846.0	6866.0	6688.0	6936.0	6845.0
abc	6802.0	6630.0	6926.0	6958.0	7230.0	7077.0	7125.0	7312.0	7393.0	7214.0	7465.0	7341.0
abd	7036.0	6907.0	7209.0	7213.0	7544.0	7381.0	7456.0	7628.0	7723.0	7556.0	7774.0	7657.0
acd	6846.0	6713.0	7004.0	7022.0	7310.0	7150.0	7197.0	7384.0	7453.0	7303.0	7530.0	7422.0
bcd	6558.0	6371.0	6656.0	6720.0	6901.0	6741.0	6780.0	7004.0	7005.0	6832.0	7100.0	7001.0
abcd	6853.0	6730.0	7021.0	7042.0	7332.0	7170.0	7222.0	7412.0	7476.0	7330.0	7554.0	7447.0