



UFPB – Universidade Federal da Paraíba
CT – Centro de Tecnologia
PPGAU – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



ANDREIA CARDOSO DE OLIVEIRA

**PADRÕES DE COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS SOBRE AS
ABERTURAS PARA MODELOS DE SIMULAÇÃO DE DESEMPENHO
TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM CLIMA
QUENTE E ÚMIDO**

JOÃO PESSOA – PB
2019

ANDREIA CARDOSO DE OLIVEIRA

**PADRÕES DE COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS SOBRE AS
ABERTURAS PARA MODELOS DE SIMULAÇÃO DE DESEMPENHO
TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM CLIMA
QUENTE E ÚMIDO**

Tese elaborada sob a orientação da Prof.
Dr. Solange Leder e apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Federal da Paraíba – UFPB, como pré-
requisito para obtenção do título de doutor.

Orientadora Prof. Dr. SOLANGE MARIA LEDER
Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo
Linha de pesquisa: Qualidade do ambiente construído

JOÃO PESSOA – PB
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48p Oliveira, Andreia Cardoso de.
PADRÕES DE COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS SOBRE AS
ABERTURAS PARA MODELOS DE SIMULAÇÃO DE DESEMPENHO
TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM CLIMA
QUENTE E ÚMIDO / Andreia Cardoso de Oliveira. - João
Pessoa, 2020.
247 f. : il.

Orientação: Solange Maria Leder Leder.
Tese (Doutorado) - UFPB/Tecnologia.

1. Comportamento do usuário. 2. Desempenho térmico. 3.
Simulação. I. Leder, Solange Maria Leder. II. Título.

UFPB/BC

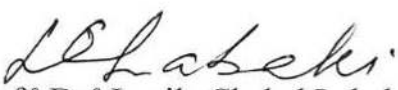
PADRÕES DE COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS SOBRE AS ABERTURAS PARA
MODELOS DE SIMULAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE
INTERESSE SOCIAL EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO

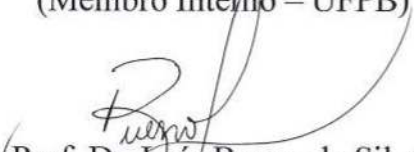
Por

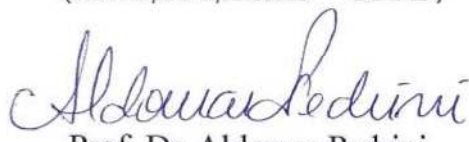
Andreia Cardoso de Oliveira

Tese aprovada em 6 de dezembro de 2019

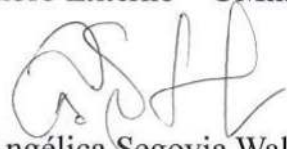

Prof.ª Dr.ª Solange Maria Leder
(Orientadora – UFPB)


Prof.ª Dr.ª Lucila Chebel Labaki
(Membro Interno – UFPB)


Prof. Dr. Luiz Bueno da Silva
(Membro Externo – UFPB)


Prof. Dr. Aldomar Pedrini
(Membro Externo – UFRN)


Prof.ª Dr.ª Celina Maria Godinho Silva Pinto Leão
(Membro Externo – UMinho)


Prof.ª Dr.ª Angélica Segovia Walsh García
(Membro Externo – UNICAMP)

João Pessoa/PB - 2019

“ATÉ AQUI NOS AJUDOU O SENHOR” 1 SAMUEL 7:12

Aos meus pais,
que me deram tudo.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por toda força e sabedoria que tem me concedido. Por ser misericordioso e ter nos abençoado grandemente.

Aos meus pais, que me ensinaram o caminho em que devo andar, que me ensinaram a superar as lutas e desafios, que lutaram junto comigo esta batalha, indo a campo junto comigo faça chuva ou faça sol né mainha. Não tenho como agradecer tanto amor e cuidado deles que sempre me apoiaram para continuar e não desistir.

Ao meu esposo, por estar ao meu lado no final desta jornada, por entender todas as ausências e dificuldades, pelos feriados no computador, pelo natal no computador, pela páscoa no computador, pelo São João no computador, por toda renúncia que ele também teve que fazer para estar ao meu lado nestes últimos anos.

À minha orientadora, Solange Maria Leder, por ser um anjo que Deus me enviou na fase mais difícil da minha vida, que sempre demonstrou paciência e compreensão nos momentos de desespero, meu muito, muito obrigada. Serei eternamente grata por ter me escolhido como orientanda.

Ao professor Bueno e a Erivaldo Lopes, pelo suporte, aprendizado e disponibilidade em todos os momentos, bem como a oportunidade de integração com o programa de Engenharia de Produção da Universidade do Minho, em Portugal.

À minha co-orientadora prof. Celina Leão, por todo o aprendizado, a disponibilidade, a compreensão, os abraços em momentos cruciais e, principalmente, aos ensinamentos fundamentais no período de estágio do PDSE.

Aos agentes de saúde do conjunto Gervásio Maia, Rose e Daniel, e aos agentes de saúde do conjunto Cidade Verde, Luciana e Michele, pela disponibilidade e ajuda para acessar as casas por todo esse tempo.

À Capes, por ter me apoiado no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de laboratório, que se tornaram bons amigos e dividiram comigo angústias e sorrisos. Aii. A todos que ajudaram e oraram por mim.

RESUMO

Ainda se verificam grandes diferenças entre o desempenho térmico da edificação real e da edificação simulada. Um dos motivos dessa discrepância é o comportamento dos ocupantes. Assim, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de identificar e propor um modelo de padrão de uso e comportamento dos ocupantes, especificamente em relação às aberturas, em habitações de interesse social no clima quente e úmido, correlacionando o mesmo com o impacto no desempenho térmico dessas habitações. Para alcançar o objetivo, uma pesquisa de campo foi realizada, na qual, além de medições de variáveis ambientais, foi aplicado um questionário abordando questões que serviram de base ao entendimento das rotinas e padrões de comportamento dos usuários. Os dados foram coletados em dois conjuntos habitacionais de João Pessoa, 375 pessoas foram entrevistadas no período de março de 2017 a julho de 2018. Na análise estatística três métodos estatísticos foram empregados, estatística descritiva, referência cruzada e análise de Cluster, com o auxílio do programa SPSS v.26. A influência dos diferentes cenários de padrões de uso e comportamento dos usuários no desempenho térmico das habitações foi investigada por meio de simulação computacional, com o programa Design Builder v. 6.1.2. A avaliação do desempenho térmico teve como base a composição de dois índices de longo tempo: Graus-hora para Resfriamento somado ao Percentual de horas de desconforto, com base nos limites da faixa de conforto adaptativo adotados por De Dear. Os resultados apontam que o comportamento dos usuários pode influenciar significativamente o desempenho térmico das edificações ventiladas naturalmente, confirmando a hipótese testada. Três tipos de famílias foram identificados, cujo comportamento em relação às aberturas está fortemente relacionado com o horário no qual os moradores acordam, ou seja, às rotinas diárias. Foi possível observar ainda que, a operação de janelas e portas, pode aumentar o desconforto térmico no interior das edificações, entretanto os padrões de uso e operação de janelas e portas não são resultado apenas da influência das variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, chuvas, entre outros), mas também por fatores contextuais (segurança, privacidade) e fatores culturais (hábitos familiares, mosquitos, entre outros). Os usuários indicaram o estímulo de abrir

as janelas e portas ao acordar e só fechá-las ao dormir, o que demonstra que a operação das aberturas está atrelada a um hábito ou costume das famílias. Este padrão pode ser cultural, pois aprenderam a usar a unidade habitacional desta maneira com seus pais e continuaram, ou mesmo, pela forte relação com atividades dentro e fora da casa (intramuros). Fatores contextuais e culturais exerceram influência tanto quanto os fatores ambientais. Outra questão que confirma a influência de fatores contextuais e/ou culturais, refere-se aos usuários que fecham as janelas ao sair de casa ou quando vão dormir, mesmo em casos de unidades habitacionais que possuem janelas com grades de proteção. Isto é, apesar de a temperatura interna está acima do limite de conforto, os usuários preferem fechar as janelas pela sensação de segurança. Nestes casos, verificamos valores altos de temperatura, que poderiam ser auxiliados pela ventilação natural, mas os usuários optam pelo uso da ventilação mecânica. Assim, pode-se concluir que a temperatura externa não é o estímulo determinante para a operação das portas e janelas em condições de clima quente e úmido no nordeste brasileiro.

Palavras chave: Comportamento do usuário, desempenho térmico, simulação.

ABSTRACT

There are still major differences between the thermal performance of the real building and the simulated building. One reason for this discrepancy is the behavior of the occupants. Thus, this research was developed with the objective of identifying and proposing a model of pattern of use and behavior of the occupants, specifically in relation to openings, in social housing in hot and humid climate, correlating it with the impact on thermal performance of these dwellings. In order to reach the objective, a field research was carried out, in which, in addition to measurements of environmental variables, a questionnaire was applied addressing issues that served as a basis for understanding the users' routines and behavior patterns. The data were collected in two housing estates in João Pessoa, 375 people were interviewed from March 2017 to July 2018. In the statistical analysis three statistical methods were used, descriptive statistics, cross-reference and Cluster analysis, with the help of SPSS v.26 program. The influence of different scenarios of usage patterns and user behavior on the thermal performance of homes was investigated through computer simulation, with the Design Builder v. 6.1.2. The evaluation of thermal performance was based on the composition of two long-term indices: Degrees-hour for Cooling added to the Percentage of hours of discomfort, based on the limits of the adaptive comfort range adopted by De Dear. The results show that the users' behavior can significantly influence the thermal performance of naturally ventilated buildings, confirming the tested hypothesis. Three types of families were identified, whose behavior in relation to openings is strongly related to the time at which residents wake up, that is, to daily routines. It was also possible to observe that the operation of windows and doors can increase the thermal discomfort inside the buildings, however the patterns of use and operation of windows and doors are not only the result of the influence of environmental variables (temperature, relative humidity, speed wind, rain, among others), but also by contextual factors (security, privacy) and cultural factors (family habits, mosquitoes, among others). Users indicated the incentive to open windows and doors upon waking and only to close them when sleeping, which demonstrates that the operation of the openings is linked to a family habit or custom. This pattern can be cultural, as they learned to use the housing in this way with their parents and continued, or even, due

to the strong relationship with activities inside and outside the house (intramural). Contextual and cultural factors have had as much influence as environmental factors. Another issue that confirms the influence of contextual and / or cultural factors, refers to users who close the windows when leaving the house or when they go to sleep, even in cases of housing units that have windows with protection bars. That is, although the internal temperature is above the comfort limit, users prefer to close the windows for the feeling of security. In these cases, we found high temperature values, which could be aided by natural ventilation, but users choose to use mechanical ventilation. Thus, it can be concluded that the external temperature is not the determining stimulus for the operation of doors and windows in hot and humid conditions in northeastern Brazil.

Key-words: occupant's behavior, thermal performance, simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ações dos ocupantes que influenciam o desempenho	15
Figura 2 - Métodos de medição por sensoriamento	16
Figura 3 - Agrupamento de questões por tema	16
Figura 4 - Perfis de comportamento de usuários adotados	17
Figura 5 - Temperatura aceitável para espaços ventilados naturalmente	30
Figura 6 - Localização dos Conjuntos habitacionais	38
Figura 7 - Mapa do conjunto Gervásio Maia.....	38
Figura 8 - Mapa do Conjunto Cidade Verde.....	39
Figura 9 - Planta-baixa unidade Gervásio Maia	40
Figura 10 - Planta baixa unidade Cidade Verde.....	41
Figura 11 - Planta baixa do modelo base - Cidade Verde	41
Figura 12 – Alteração no modelo base - Cidade Verde.....	42
Figura 13 - Descrição do fechamento opaco vertical A - modelo 02 Cidade Verde ..	42
Figura 14 - Descrição do fechamento opaco vertical B - modelo 02 Cidade Verde ..	43
Figura 16 - Descrição do fechamento opaco vertical B - modelo 02 Cidade Verde ..	43
Figura 17 - Aberturas do caso base	44
Figura 18 - Medidor de stress térmico TGD 200	47
Figura 19 - Anemômetro digital AM-4216.....	47
Figura 20 - Equipamentos de medição instalados no modelo base (MB)	48
Figura 21 - Tipos de componentes de Modelagem Design Builder	52
Figura 22 - Tipos de modelagem de aberturas do Design Builder	54
Figura 23 - Tipo de modelagem Vents Design builder	54
Figura 24 – Mapa da área 1 com unidades selecionadas para validação.....	61
Figura 25 - número de moradores - estudo piloto	62
Figura 26 - Tempo que mora na casa – estudo piloto	62
Figura 27 - Tempo de vida na cidade – estudo piloto.....	63
Figura 28 - O que fez nos últimos 20 minutos - estudo piloto	63
Figura 29 - Satisfação quanto a temperatura - estudo piloto.....	64
Figura 30 – Sobre o conforto geral da casa - estudo piloto.....	64
Figura 31 - Sobre a velocidade do ar no verão - estudo piloto	64

Figura 32 - Sobre a velocidade do ar no inverno - estudo piloto	65
Figura 33 - Fecha as janelas quando sai - estudo piloto	65
Figura 34 - Fecha as janelas quando vai dormir - estudo piloto	66
Figura 35 - Período que a porta da sala fica aberta - estudo piloto	66
Figura 36 - Período que a porta da cozinha fica aberta - estudo piloto	67
Figura 37 - Quando as portas do quarto costumam ficar fechadas - estudo piloto ...	67
Figura 38 - Quando as portas do banheiro costumam ficar fechadas - estudo piloto	68
Figura 39 - Janelas ficam fechadas quando chove - estudo piloto	68
Figura 40 - Janelas fechadas para proteger do sol - estudo piloto	69
Figura 41 - Portas fechadas para proteger do sol - estudo piloto	69
Figura 42 - Quais janelas gostaria que fossem maiores - estudo piloto	70
Figura 43 - Janelas que gostaria que tivesse cortina - estudo piloto	70
Figura 44 - Motivos que a porta da sala permanece fechada - estudo piloto	71
Figura 45 – Questão sobre grades nas aberturas - estudo piloto	71
Figura 46 - Período de uso do ventilador - estudo piloto	71
Figura 47 - Local de uso do ventilador - estudo piloto	72
Figura 48 - Tipos de reformas realizadas - estudo piloto	72
Figura 49 - Motivos das reformas - estudo piloto	73
Figura 50 - Questão 01 - tempo que mora na unidade	76
Figura 51 - – Questão 02 - naturalidade	76
Figura 52 – Questão 23 - idade	77
Figura 53 - Gênero x idade	77
Figura 54 – Questão 24 - número de moradores por UH	78
Figura 55 - Questão 08 - Motivo para fechar as janelas	79
Figura 56 – Questão 09 - motivo de portas fechadas	80
Figura 57 – Questão 18 – Ações para diminuir a sensação de calor	81
Figura 58 - Boxplot - horário das janelas abertas	82
Figura 59 - Questão 11 – período de uso do ventilador	86
Figura 60 - Questão 11 – frequência do uso do ventilador	86
Figura 61 - Questão 14 – Frequência de uso do fogão	87
Figura 62 - Tempo de uso do fogão	87
Figura 63 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x gênero	91
Figura 64 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x número de moradores	93

Figura 65 - Referência cruzada - hora que o morador 3 sai para trabalhar x número de moradores	93
Figura 66 - Referência cruzada - hora que o morador 4 sai para trabalhar x número de moradores	94
Figura 67 - Dendograma da análise de Cluster	105
Figura 68 - Grupos de famílias avaliados	106
Figura 69 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x 03 moradores	107
Figura 70 - Referência cruzada - hora que o morador 1 volta do trabalho x 03 moradores	107
Figura 71 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x 03 moradores	108
Figura 72 - Referência cruzada - hora que o morador 2 volta do trabalho x 03 moradores	108
Figura 73 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda x 03 moradores....	109
Figura 74 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme x 03 moradores	109
Figura 75 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda x 03 moradores....	110
Figura 76 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme x 03 moradores	110
Figura 77 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda x 03 moradores....	111
Figura 78 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme x 03 moradores	111
Figura 79 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda no fim de semana x 03 moradores	112
Figura 80 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme no fim de semana x 03 moradores	112
Figura 81 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda no fim de semana x 03 moradores	113
Figura 82 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme no fim de semana x 03 moradores	113
Figura 83 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda no fim de semana x 03 moradores	114
Figura 84 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme no fim de semana x 03 moradores	114
Figura 85 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x 04 moradores	115

Figura 86 - Referência cruzada - hora que o morador 1 volta do trabalho x 04 moradores	116
Figura 87 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x 04 moradores	116
Figura 88 - Referência cruzada - hora que o morador 2 volta do trabalho x 04 moradores	117
Figura 89 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda x 04 moradores....	117
Figura 90 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme x 04 moradores	118
Figura 91 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda x 04 moradores....	118
Figura 92 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme x 04 moradores	119
Figura 93 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda x 04 moradores....	119
Figura 94 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme x 04 moradores	120
Figura 95 - Referência cruzada - hora que o morador 4 acorda x 04 moradores....	120
Figura 96 - Referência cruzada - hora que o morador 4 dorme x 04 moradores	121
Figura 97 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda no fim de semana x 04 moradores	121
Figura 98 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme no fim de semana x 04 moradores	122
Figura 99 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda no fim de semana x 04 moradores	122
Figura 100 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme no fim de semana x 04 moradores	123
Figura 101 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda no fim de semana x 04 moradores	123
Figura 102 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme no fim de semana x 04 moradores	124
Figura 103 - Referência cruzada - hora que o morador 4 acorda no fim de semana x 04 moradores	124
Figura 104 - Referência cruzada - hora que o morador 4 dorme no fim de semana x 04 moradores	125
Figura 105 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x 02 moradores	125
Figura 106 - Referência cruzada - hora que o morador 1 volta do trabalho x 02 moradores	126

Figura 107 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x 02 moradores	126
Figura 108 - Referência cruzada - hora que o morador 2 volta do trabalho x 02 moradores	127
Figura 109 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda na semana x 02 moradores	127
Figura 110 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme na semana x 02 moradores	128
Figura 111 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda na semana x 02 moradores	128
Figura 112 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme na semana x 02 moradores	129
Figura 113 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda no fim de semana x 02 moradores	129
Figura 114 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme no fim de semana x 02 moradores	130
Figura 115 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda no fim de semana x 02 moradores	130
Figura 116 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme no fim de semana x 02 moradores	131
Figura 117 - Padrão de sono x 3 moradores	134
Figura 118 - Padrão de sono x 4 moradores	134
Figura 119 - Padrão de sono x 2 moradores	135
Figura 120 - Padrão de comportamento adotado x 3 moradores	136
Figura 121 - Padrão de comportamento adotado x 4 moradores	136
Figura 122 - Padrão de comportamento adotado x 2 moradores	137
Figura 123 - Referência cruzada – uso do fogão x três tipos de famílias	141
Figura 124 - Uso do ventilador x número de moradores	141
Figura 125 - Amplitude térmica do TRY João Pessoa.....	145
Figura 126 - Comparação entre temperaturas do ar externas no dia típico de verão	146
Figura 127 - Comparação entre temperaturas do ar internas no dia típico de verão	146

Figura 128 - Comparação entre temperaturas do ar externa no dia típico de inverno	148
Figura 129 - Comparação entre temperaturas do ar internas no dia típico de inverno	148
Figura 130 - Dia típico de inverno Tipo A	153
Figura 131 - Dia típico de verão Tipo A.....	153
Figura 132 - Análise de desempenho por De Dear - tipo CB	154
Figura 133 – Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo 3M	156
Figura 134 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo 3M.....	157
Figura 135 - Análise de desempenho por De Dear - tipo 3M	158
Figura 136 - Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo 4M	159
Figura 137 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo 4M.....	159
Figura 138 - Análise de desempenho por De Dear - tipo 4M	160
Figura 139 - Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo 2M	162
Figura 140 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo 2M.....	162
Figura 141 - Análise de desempenho por De Dear - tipo 2M	163
Figura 142 - Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo E.....	164
Figura 143 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo E	165
Figura 144 - Análise de desempenho por De Dear - tipo E.....	166
Figura 145 - Comparativo entre os padrões de comportamento adotados	166

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros que influenciam o comportamento dos ocupantes.....	12
Quadro 2 - Esquema dos procedimentos metodológicos.....	37
Quadro 3- Dimensões do questionário.....	46
Quadro 4 – Agrupamento de questões por tipo de análise	49
Quadro 5 - Tempo de sono x 3 cenários	133
Quadro 6 - Tempo fora de casa x 3 cenários	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contribuições sobre a influência do comportamento dos usuários	18
Tabela 2 - Principais publicações sobre conforto térmico	28
Tabela 3 - Cálculo da amostra Gervásio Maia	45
Tabela 4 - Cálculo da amostra Cidade Verde.....	45
Tabela 5 - Propriedades dos fechamentos opacos verticais	52
Tabela 6 - Propriedades dos fechamentos opacos horizontais	53
Tabela 7 - Temperaturas do solo adotadas.....	55
Tabela 8 – Exemplo de zonas de conforto pelo índice de conforto de De Dear.....	57
Tabela 9 – Número de casos Q08 - Motivo para fechar as janelas.....	78
Tabela 10 - Número de casos Q09 - motivo de portas fechadas	79
Tabela 11 – Questão 10 - Motivo para fechar porta do quarto	80
Tabela 12 - Número de casos Q18 – Ações para diminuir a sensação de calor	80
Tabela 13 - Número de casos Q21 - iluminação artificial	81
Tabela 14 – Questão 05 - horário das janelas abertas.....	82
Tabela 15 - Questão 05 - horário das janelas abertas	84
Tabela 16 - Questão 17 - ambiente que costuma ficar - manhã.....	88
Tabela 17 - Questão 17 - ambiente que costuma ficar - tarde	88
Tabela 18 - Questão 17 - ambiente que costuma ficar - noite.....	89
Tabela 19 - Referência cruzada - hora que o morador sai para trabalhar x gênero ..	89
Tabela 20 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x número de moradores	92
Tabela 21 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “quando vai dormir”	95
Tabela 22 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “por segurança”	97
Tabela 23 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “ao sair de casa”	99
Tabela 24 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “quando chove”	101

Tabela 25 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “por causa dos mosquitos”	103
Tabela 26 - Dados de temperatura do ar externa medida x TRY	145
Tabela 27 - Dados de temperatura do ar externa medida x TRY	147
Tabela 28 - Padrão de operação das aberturas x caso base	151
Tabela 29 - Padrão de operação das aberturas fim de semana x caso base	152
Tabela 30 - Variações de controle das aberturas – Tipo 3M	155
Tabela 31 - Padrão de operação das aberturas fim de semana x 03 moradores....	155
Tabela 32 – Padrão de operação das aberturas x 04 moradores	158
Tabela 33 - Padrão de operação das aberturas x 02 moradores	161
Tabela 34 - Variações de controle das aberturas.....	163
Tabela 35 - Teste de normalidade.....	167
Tabela 36 - Teste de Hipótese	168

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Construção do objeto teórico e justificativa	1
1.2. Objetivos	4
1.3. Estrutura da Tese.....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. O comportamento do usuário x desempenho térmico da edificação. 8	
2.2. Relação das ações dos usuários com as aberturas.....	20
2.3. Avaliação de desempenho térmico	28
2.3.1. Método de avaliação por simulação.....	31
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	37
3.1. Caracterização do campo de pesquisa	37
3.1.1. Caracterização da habitação – Tipo A Área Gervásio Maia	39
3.1.2. Caracterização da habitação – Tipo B Área Cidade Verde.....	41
3.2. Instrumentos para levantamento do comportamento dos usuários. 44	
3.2.1. Caracterização da amostra	44
3.3. Instrumentos para levantamento das variáveis climáticas	46
3.4. Análise dos dados do estudo de campo.....	48
3.4.1. Análise por estatística descritiva	48
3.4.2. Análise por referência cruzada	49
3.4.3. Análise por agrupamento	50
3.5. Configuração dos modelos de simulação.....	51
3.5.1. Modelagem e Componentes construtivos	51
3.5.2. Tipos de abertura.....	53
3.5.3. Temperatura do solo	55
3.5.4. Calibração da modelo de simulação	55

3.6. Avaliação de desempenho térmico	56
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	60
4.1. Resultados da aplicação do estudo piloto	60
4.1.1. Análise dos dados sob o ponto de vista descritivo.....	61
4.1.2. Discussões sobre o estudo piloto	73
4.2. Definição dos padrões de comportamento.....	74
4.2.1. Fase 1 – Análise por estatística descritiva.....	75
4.2.2. Fase 2 – Referência Cruzada	89
4.2.3. Fase 3 - Análise por agrupamento.....	105
4.2.4. Discussões sobre os cenários de padrões de usuários	131
4.3. Calibração do modelo de simulação e das variáveis climáticas	144
4.3.1. Calibração para o dia típico de verão.....	145
4.3.2. Calibração para o dia típico de inverno.....	147
4.3.3. Discussões sobre a calibração do caso base	149
4.4. Simulação dos padrões de comportamento adotados	151
4.4.1. Tipo A – caso base	151
4.4.2. Tipo 3M – família com 03 moradores.....	155
4.4.3. Tipo 4M – família com 04 moradores.....	158
4.4.4. Tipo 2M – Dois moradores.....	160
4.4.5. Tipo E – Sem ocupação.....	163
4.4.6. Discussões sobre avaliação de desempenho	166
5. CONCLUSÕES	174
REFERÊNCIAS	181
ANEXOS	192
a) Termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE.....	192
b) Modelo de questionário – estudo piloto	192
c) Modelo de questionário – estudo de campo	192
e) Análise de teste qui-quadrado dos resultados do método Referência Cruzada	192



INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Construção do objeto teórico e justificativa

Estudos que procuram identificar quais são os parâmetros que mais influenciam o desempenho térmico de habitações têm sido desenvolvidos há décadas, principalmente em edifícios de escritórios, em paralelo com discussões sobre a influência dos ocupantes nas condições de conforto no interior dos edifícios. Ademais, uma parte das pesquisas desenvolvidas é voltada às particularidades do desempenho térmico em edifícios residenciais, assim é o caso da presente pesquisa, que estuda o desempenho das habitações ventiladas naturalmente (FABI *et al.*, 2012; BLIGHT; COLEY, 2013).

Em relação à arquitetura, percebe-se que as decisões projetuais podem influenciar positiva ou negativamente o conforto do usuário no interior de habitações¹, e que a envoltória exerce a maior influência sobre o desempenho térmico do edifício, parte dos estudos publicados nos últimos anos estão relacionados com as propriedades termo físicas da envoltória, bem como ao tipo e ao tamanho das aberturas. Entretanto, outras características também interferem no desempenho termo energético das habitações, tais como: forma do edifício, orientação solar, entorno, comportamento dos usuários, entre outros (ANDREASI, 2009; GASPARELLA *et al.*, 2011; BARRIOS *et al.*, 2012).

Dentro do contexto das ações dos ocupantes sobre o conforto no interior do edifício, diversas publicações têm demonstrado a variabilidade de resultados em função das ações dos ocupantes entre as medições dos modelos reais e os dados gerados a partir dos modelos desenvolvidos para o método de avaliação de desempenho por simulação (YAO; LUI; LI, 2010; ROETZEL *et al.*, 2010; FABI *et al.*, 2012; ZHANG; BARRET, 2012; ZOU; WAGLE; ALAM, 2019).

Segundo Delgarm, Sajadi e Delgarm (2016), nos últimos anos a relação entre o conforto térmico e a avaliação da eficiência energética dos edifícios foi investigada

¹ A influência das decisões projetuais sobre o desempenho térmico das edificações pode ocorrer de maneira negativa quando estas decisões não são associadas às condições climáticas do ambiente externo, e desconsiderando a adaptação do usuário ao clima em que ele está inserido.

de forma significativa, e alguns pesquisadores contribuíram com trabalhos valiosos no campo da otimização da simulação para melhorar o desempenho energético dos edifícios, bem como o seu conforto térmico. É importante destacar os avanços em inúmeras pesquisas que identificam as diferenças entre edifícios com ar-condicionado e edifícios ventilados naturalmente, além da adaptabilidade dos usuários em climas tropicais (DELGARM; SAJADI; DELGARM, 2016; YANG; YAN; LAM, 2014; KWONG; ADAM; SAHARI, 2014; FOUCQUIER, 2013).

Outro fator relevante é a diferença da aplicação dos modelos de conforto em edifícios residenciais. Carlucci, Pagliano e Sangalli (2014) comentam que os principais modelos de conforto vigentes foram desenvolvidos em condições de edifícios de escritório. Assim, ao se aplicar o método em edifícios residenciais, surgem alguns problemas tais como, a ocupação do edifício em horas noturnas, os pressupostos metabólicos e o tipo de vestuário padrão adotado em escritórios, que limitam a análise das cargas internas e tem sido objeto de muitas pesquisas (O'BRIEN; GUNAY, 2014; YAO, 2018).

Por ter grande efeito sobre o consumo de energia, o comportamento dos ocupantes causa uma diferença significativa entre o desempenho energético previsto e o real (HONG *et al.*, 2016). Segundo Fabi *et al.* (2012), as diferenças que ocorrem entre o uso da energia real e o uso da energia previsto dependem das diferenças entre a construção real, as instalações técnicas e a forma como o sistema construído é operado pelos ocupantes.

Os critérios para avaliação do conforto térmico em edificações condicionadas naturalmente são diferentes dos critérios adotados para edificações com condicionamento artificial. Nas habitações populares, que em sua maioria, são edificações ventiladas naturalmente, o modelo adaptativo tem contribuído para um melhor entendimento desta relação entre conforto x edifício, posto que a interação do usuário com o edifício permite a realização de ações de controle sobre os sistemas de ventilação, a partir do percentual de abertura, da proteção solar, das cortinas, ou mesmo da vestimenta. Isso porque pessoas em ambientes desconfortáveis tendem a reestabelecer seu nível de conforto térmico com o intuito de alcançar melhores condições no interior do edifício (NICOL; HUMPREYS, 2002).

Sorgato (2015) comenta que a compreensão do comportamento dos usuários é um parâmetro importante para a concepção e a avaliação do desempenho das

edificações ventiladas naturalmente não sendo recomendado generalizar o comportamento do usuário, principalmente em condições climáticas diferentes.

Diversos estudos foram publicados baseados em modelos estocásticos² do comportamento dos ocupantes em relação ao controle do ambiente interno. No entanto, para obter uma previsão adequada sobre o desempenho térmico do edifício, é necessário incluir modelos realistas de interações dos ocupantes com os controles de aberturas, ajustes da temperatura interna, proteção solar, entre outros (FABI *et al.*, 2012; ANDERSEN; FABI; CORGNATI, 2016; O'BRIEN; GUNAY, 2014).

Neste sentido, esta pesquisa se propõe a entender como os usuários interagem com a habitação social no clima quente-úmido. Assim, destaca-se a seguinte questão: As ações de operação de aberturas podem exercer uma influência significativa sobre as condições de conforto no interior das habitações populares? Em outras palavras, o comportamento dos usuários impacta significativamente no desempenho térmico das edificações em condições de clima quente e úmido?

Desta maneira, buscou-se nesta pesquisa identificar as ações dos ocupantes sobre as aberturas de habitações de interesse social e o impacto dessas ações sobre o desempenho térmico da edificação. É importante destacar que as ações dos usuários identificadas nesta pesquisa, servirão como dados de entrada em modelos de simulação para avaliação de desempenho térmico considerando o comportamento dos usuários, afim de obter resultados mais próximos dos reais.

Portanto, será proposto avaliar duas hipóteses:

- **Hipótese 1:** os padrões de uso das aberturas adotados pela literatura não são representativos das condições locais do clima quente e úmido.
- **Hipótese 2:** os padrões gerados a partir do levantamento de condições reais em estudo de campo podem resultar em diferenças significativas ao serem comparados com padrões de uso e comportamento de usuários adotados pela literatura ou previstos em normas de desempenho vigentes no Brasil.

² O conceito de modelo estocástico do comportamento dos ocupantes considera a probabilidade de ações que provocam o consumo de energia ou uma mudança no ambiente interno, ou seja, considera possíveis comportamentos de consumo, resultando em modelos incertos que não fornecem resultados consistentes, mas estão dentro de limites prováveis (JANG; KANG, 2016).

Assim, pode-se questionar por que uma determinada habitação pode demonstrar um bom desempenho de acordo com as avaliações de desempenho térmico por corresponder aos valores indicados, como por exemplo, ter uma correta proporção de aberturas na fachada, entretanto o uso da ventilação natural pode ser afetado por estas aberturas permanecerem, a maior parte do tempo, fechadas. Influências externas como a presença ou não de grade nas janelas ou de fechamento do lote, a proximidade com edificações vizinhas e questões relativas à privacidade e segurança podem alterar esse desempenho em condições reais. Influências como esta podem ocorrer em diferentes cenários de comportamento do usuário e implicar diretamente na interação dos usuários com o edifício.

Outra questão que pode ser observada é a possibilidade de variações nas rotinas dos ocupantes. Assim, é possível conceber uma família tradicional com alguns moradores que permanecem em casa e, portanto, controlam as trocas térmicas ao longo do dia; bem como uma família contemporânea, em que todos trabalham e estudam o dia todo, permanecendo em casa somente à noite. Neste cenário, a habitação passa o dia sem interação, resultando em uma carga térmica totalmente distinta do cenário anterior, apesar de possuir o mesmo padrão construtivo. Mesmo assim, ainda não se tem conhecimento do grau desta influência sobre o desempenho térmico da edificação em clima quente e úmido (SORGATO, 2015).

A maior contribuição desta pesquisa, dar-se-á pela peculiaridade dos dados a serem coletados na pesquisa de campo, em condições reais de diferentes tipos de famílias de baixa renda do nordeste brasileiro, e poderão auxiliar para que futuras pesquisas sobre o desempenho térmico em habitações de interesse social ventiladas naturalmente, construídas em clima quente e úmido, considerem os padrões de ocupação e hábitos de usuários em diferentes cenários.

Por fim, para identificar este comportamento, uma avaliação das rotinas, práticas e hábitos de diferentes tipos de famílias em um mesmo tipo de edificação servirá como parâmetro inicial para a construção dos cenários.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como **objetivo geral** propor modelos de padrões de uso e comportamento dos ocupantes, especificamente em relação ao manejo das aberturas,

para a predição do desempenho térmico de habitações de interesse social no clima quente e úmido.

Como **objetivos específicos**, pretende-se:

- Identificar padrões de comportamento dos usuários na adaptação às condições de desconforto térmico em habitações de interesse social;
- Verificar condições climáticas por medições de unidade habitacional ocupada afim de calibrar o modelo de simulação para alcançar resultados mais próximos dos reais.
- Gerar uma base de dados de desempenho térmico de edificação HIS, através de simulação computacional, considerando as variáveis do comportamento do usuário;

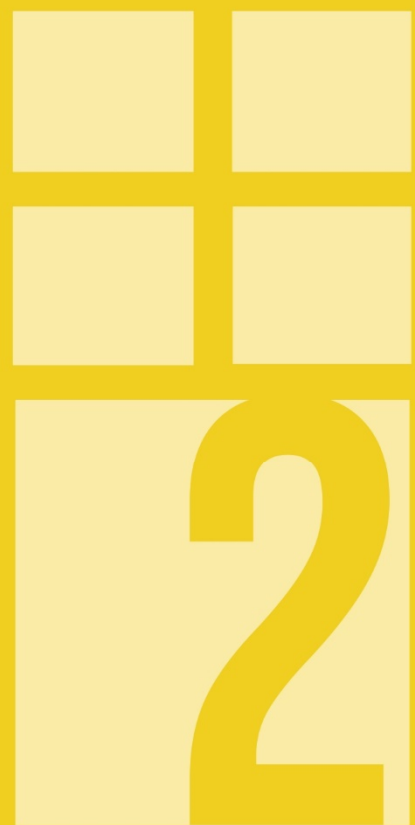
1.3. Estrutura da Tese

Esta pesquisa será dividida em três partes, totalizando sete capítulos. A primeira parte será composta pelos capítulos 1 e 2. O capítulo 1, compreende a contextualização do tema, a construção do objeto teórico e a exposição das hipóteses e objetivos desta pesquisa. Já o capítulo 2, pretende expor uma revisão bibliográfica dos temas correlatos, desde a influência do comportamento dos ocupantes no desempenho térmico das habitações, até as normas de conforto e observações sobre avaliação de desempenho térmico, assim como como métodos estatísticos de análise de dados. Nesse capítulo, pretende-se ainda identificar as contribuições mais recentes em pesquisas sobre o tema, e quais oportunidades de continuidade.

A segunda parte da tese reúne materiais e métodos, e será composta pelos capítulos 3 e 4. No capítulo 3, serão apresentados os procedimentos metodológicos a serem adotados neste trabalho de forma mais detalhada. Por sua vez, o capítulo 4 tem como objetivo apresentar o estudo de caso, o levantamento dos dados a partir de um estudo piloto de pesquisa de campo, servindo como subsídio para a definição do questionário a serem utilizado.

A terceira parte trata das discussões e resultados, e reunirá os capítulos 5, 6 e 7. No capítulo 5, serão abordados os detalhes resultantes da análise dos questionários. No capítulo 6, serão analisadas as medições das variáveis climáticas

geradas para avaliar a modelagem da unidade habitacional, como forma de calibração para garantir os resultados das simulações. Por fim, no capítulo 7 serão discutidos quais parâmetros exerceram maior influência sobre o desempenho térmico do modelo, a partir dos resultados das simulações, considerando a variabilidade dos cenários gerados anteriormente e a comparação dos modelos simulados com os padrões determinados pelas normas vigentes. Pretende-se ainda reunir os principais resultados obtidos, além de sugerir recomendações para trabalhos futuros.



REFERENCIAL TEÓRICO

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo reúne alguns dos principais conceitos desenvolvidos na área sobre a influência do comportamento do usuário nas simulações. Foi desenvolvida ainda, uma breve explanação sobre o conforto térmico e a sua relação com o desempenho térmico dos edifícios, enfatizando quais os principais métodos de avaliação de desempenho térmico utilizados e a importância dos métodos estatísticos de inferência de dados.

2.1. O comportamento do usuário x desempenho térmico da edificação

Diversos autores têm investigado o impacto das ações comportamentais do usuário sobre o desempenho térmico dos edifícios, seja através de medições em estudos de campo ou por meio de modelos de simulação (HONG *et al.*, 2016; MOUJALLED, CANTIN e GUARRACINO, 2008; NORFORD *et al.*, 1994; ROETZEL *et al.*, 2010). Algumas pesquisas têm sido realizadas para caracterizar os diferentes comportamentos dos usuários a partir de pesquisas de campo, questionários, determinação de algoritmos, de ferramentas de cossimulação, entre outros, buscando a definição de padrões com maior variabilidade e representatividade (HAN *et al.*, 2007; YAN *et al.*, 2015).

Na publicação de 21 discrepâncias entre o desempenho predito e o desempenho real, Norford *et al.* (1994) mostraram que a escolha dos ocupantes sobre como usar luzes e equipamentos de escritório, além da maneira como operam os equipamentos de climatização tem um alto impacto sobre o desempenho do edifício. Atualmente, a inserção de dados que representam o comportamento do usuário ainda é um fator limitante, pois este é reconhecido como a principal fonte de discrepância entre o desempenho da construção real e a sua previsão resultante de modelos de simulação computacional (FABI *et al.*, 2012; CHEN *et al.*, 2015).

Branco *et al.* (2004) comentam que as variações entre as condições reais de uso, o desempenho dos sistemas construtivos e as variações nas condições meteorológicas resultaram em uma diferença de 50% entre o consumo de energia real e o previsto em um edifício, após um estudo experimental realizado ao longo de 3

anos em edifícios multifamiliares na Suíça. Os autores afirmam que as suposições sobre o comportamento dos ocupantes não condiziam com a situação real e destacam que um modelo mais realista de padrões de comportamento poderia reduzir a diferença no consumo de energia. Ademais, argumentam que é fundamental para um bom aproveitamento destes modelos a correta identificação das variáveis que afetam mais diretamente os padrões de comportamento dos ocupantes.

Segundo Han *et al.* (2007), as diferenças encontradas entre os estudos de campo e os modelos preditivos indicam a adaptação das pessoas ao ambiente térmico por meio de ajustes no seu balanço de calor, através de roupas, janelas, ventilador, etc. Os resultados da pesquisa de campo realizada pelos autores com a aplicação de questionários para 110 sujeitos em 26 residências diferentes em três cidades de clima quente e úmido da China. Apontam que os climas de inverno nestas três cidades são bem diferentes, mas os climas de verão são bem semelhantes.

A pesquisa supramencionada foi realizada no verão de 2003 e 2004 em residências com ar-condicionado e sem ar-condicionado. Nessas condições, cerca de 87% dos ocupantes analisados consideraram seus ambientes térmicos aceitáveis. Han *et al.* (2007) ressaltaram também que mais de 60% dos ocupantes de residências com ar-condicionado consideraram seu ambiente aceitável, e essa taxa cai para 20% entre os ocupantes sem ar-condicionado.

Os autores destacam ainda que os efeitos dos ajustes comportamentais, fisiológicos e psicológicos podem ter sido negligenciados quando os sujeitos votaram, o que justificaria as diferenças entre os valores observados e previstos, atribuídos ao comportamento do usuário a longo prazo, como preferência por janelas abertas ou fechadas, fisiologia e psicologia (HAN *et al.*, 2007).

Segundo Roetzel *et al.* (2010), os principais fatores que influenciam os edifícios ventilados naturalmente são o clima; as ilhas de calor (por alterar o microclima urbano no entorno imediato do edifício); o vento e a chuva; o desenho da fachada; o tipo de abertura da janela e o percentual de abertura/ ângulo e o tamanho e a localização das aberturas na fachada. Além das características dos edifícios, outros fatores incidem diretamente sobre a relação entre o comportamento dos usuários e o controle das aberturas, tendo como base estudos de campo desenvolvidos em diferentes climas, países e diferentes configurações de edifícios de escritórios. Estes fatores são: as estações do ano, os tipos de escritório (ocupação individual ou compartilhada) bem como os tipos de janelas e a sua posição na fachada.

A importância de avaliar o comportamento do usuário em circunstâncias distintas de clima e localização é confirmada por Roetzel *et al.* (2010), ao comentarem sobre um dos fatores que afetam a relação entre o comportamento dos usuários e o desempenho térmico dos edifícios. Em edifícios ventilados naturalmente, as janelas são abertas para deixar entrar o ar fresco quando a temperatura externa é mais baixa e evita o aumento de temperatura interna. A eficácia de ventilação natural depende, portanto, em grande parte da diferença entre a temperatura exterior e a temperatura interna do ar. Já em climas mais quentes, nem sempre a ventilação natural é aceitável.

Especialmente em climas quentes durante as ondas de calor no verão, temperaturas externas do ar podem ser mais altas que as temperaturas internas. Durante esses períodos, não há eficácia na ventilação natural e abrir uma janela aumentará até mesmo a temperatura do ar interna. Durante essas ondas de calor será, portanto, difícil, se não impossível, manter satisfatório o conforto térmico em escritórios sem usar um sistema de resfriamento artificial. Por esta razão muitos edifícios em climas quentes são, embora naturalmente ventilados durante uma parte do ano, equipados com um sistema de ar condicionado (ROETZEL *et al.*, 2010, p. 1003, tradução nossa).

Outra questão a ser considerada emerge de estudos de cânions urbanos que mostram diferenças entre as condições climáticas dentro e fora desses cânions, inclusive com amplitudes diárias de temperatura menores dentro do que fora deles. Entretanto, a temperatura noturna dentro é maior que fora dos cânions, pela liberação de calor armazenada nas superfícies. Roetzel *et al.* (2010) comentam que o microclima em um cânion urbano está fortemente relacionado à sua forma e geometria, bem como à sua orientação, fontes de calor e materiais de construção.

Ao analisar a literatura a respeito deste tema, Fabi *et al.* (2012) comentam que ainda não foi definido um modelo que possa ser adotado para identificar as variáveis relacionadas ao comportamento dos usuários sobre a abertura ou o fechamento das janelas. No entanto, o relato das variáveis encontradas não revela contradições nos resultados, podendo ser uma ferramenta significativa para ajudar a desenvolver estas pesquisas.

O comportamento dos ocupantes pode ser influenciado por três causas principais: causas externas (temperatura do ar, velocidade do vento); causas individuais e propriedades de construção (propriedades térmicas, dispositivos de

resfriamento e aquecimento). Para Fabi *et al.* (2012), a temperatura externa vinha sendo considerada a maior responsável pela influência na interação entre os ocupantes e o ambiente construído, sendo este parâmetro classificado como 'fatores externos'. Entretanto, o comportamento humano é definido em relação às causas que poderiam ser chamadas de fatores internos ou individuais, os quais vêm sendo pesquisados no campo da psicologia comportamental (FABI *et al.*, 2012; YAN *et al.*, 2015).

As causas individuais foram divididas em cinco grupos: fatores ambientais, fatores contextuais, fatores psicológicos, fatores fisiológicos e fatores sociais. Alguns exemplos de fatores ambientais são a temperatura, umidade, velocidade do ar, ruído, iluminação e odor. Já exemplos de fatores contextuais são: o isolamento de edifícios, orientação de fachadas, tipo de sistema de aquecimento, tipo de termostato (por exemplo, manual ou programável) etc. Quanto aos fatores psicológicos, os ocupantes tendem a satisfazer suas necessidades em relação ao conforto visual, conforto acústico, saúde, segurança, etc. Outros exemplos de fatores psicológicos são a conscientização (por exemplo, preocupação ambiental), recursos cognitivos (por exemplo, conhecimento), hábito, estilo de vida e percepção (FABI *et al.*, 2012).

Sobre os fatores fisiológicos, Fabi *et al.* (2012) destacam ainda a idade, sexo, saúde, vestuário, nível de atividade e ingestão de alimentos e bebidas. Já os fatores sociais referem-se à interação entre os ocupantes. Para edifícios residenciais, isso depende da composição familiar, por exemplo: quem controla o termostato ou a abertura das janelas.

Ao observar a relação entre o comportamento dos ocupantes, as causas individuais e as propriedades das construções, Fabi *et al.* (2012) destacaram que a taxa de renovação de ar das aberturas possui uma grande correlação com o comportamento dos edifícios. Quanto ao comportamento dos usuários, os autores analisaram a influência dos fatores por tipo do edifício, residencial ou de escritórios.

Em edifícios residenciais, foi observado que as principais zonas ventiladas são os quartos, enquanto as maiores porcentagens de janelas pouco abertas são as da sala de estar, cozinha e banheiros. Os resultados confirmam os estudos realizados na Alemanha, os quais constataram que, mesmo no inverno, os quartos foram ventilados com mais frequência. Considerando os cinco grupos de causas individuais, os principais parâmetros adotados foram idade, iluminação, temperatura interna e

externa, tipo de ambiente, orientação, estações e hora do dia, entre outros, conforme quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros que influenciam o comportamento dos ocupantes
Driving forces for energy-related behaviour with respect to ventilation/window operation in residential buildings.

Physiological	Psychological	Social	Physical environmental	Contextual
Age	Perceived illumination	Smoking behaviour	Outdoor temperature	Dwelling type
Gender	Preference in terms of temperature	Presence at home	Indoor temperature	Room type
			Solar radiation	Room orientation
			Wind speed	Ventilation type
			CO ₂ concentrations	Heating system
				Season
				Time of day

Fonte: Fabi *et al.* (2012)

Para Blight e Coley (2013), as simulações de construções de baixo impacto energético não se traduziram em edifícios com baixo consumo de energia; em parte pelo comportamento dos usuários que não contribuíram para torná-los mais eficientes. Os autores modelaram 100 unidades habitacionais diferentes em um programa de simulação sob condições dinâmicas e identificaram que as casas com tecnologias passivas são menos sensíveis ao comportamento dos usuários.

Além disso, Blight e Coley (2013) comentaram que o consumo simulado resultou 21% maior que o consumo medido, sendo destacadas questões associadas às medições feitas no primeiro ano, tais como o ressecamento das construções e o processo de aclimação dos ocupantes ao sistema, que podem ter influenciado esta diferença. Os autores destacaram, ainda, um fator relevante: os programas de simulação reconhecem apenas ocupantes ativos, apesar de saberem que os ocupantes adormecidos também podem contribuir com os ganhos de calor. Para representar estes ganhos durante a noite, foi usado um cálculo simples de meia-ocupação entre às 22h e às 07h.

Tomando como base dados de famílias do Reino Unido, foi considerado que o número médio de horas de abertura das portas por ano foi 20,1, o que representa 200 segundos por dia, apesar de existirem casos em que as portas estão abertas por um tempo menor, pelo tipo de ocupação familiar, ou por um tempo maior, em casos

de famílias com animais de estimação que usam o jardim, por exemplo. Para a modelagem, foi calculado também que a porta se abriria por 15 segundos a cada mudança de perfil para representar a entrada de ventilação pela porta. As janelas foram ajustadas para abrir quando a temperatura estivesse acima de 27°C e a concentração de dióxido de carbono estivesse acima de 480 ppm.

Nesta pesquisa foram utilizadas técnicas de regressão linear multivariada para identificar a relação entre a carga térmica do ambiente e as variáveis comportamentais, o que levou ao desenvolvimento de uma equação que pode ser usada para estimar os parâmetros de aquecimento que variam em função do comportamento dos ocupantes e para testar o impacto de certos comportamentos dos ocupantes sobre o consumo de energia. O modelo de regressão linear multivariada representou 90% dos casos avaliados e identificou que a frequência da abertura da porta resultou em um dos parâmetros de maior influência, impactando diretamente no fluxo de ar interno (BLIGHT; COLEY, 2013).

Gilani *et al.* (2016) mostraram o uso de modelos de comportamento dos ocupantes em processos dinâmicos, e as suposições feitas na representação de interações dos ocupantes com componentes do edifício resultaram em previsões diferentes do consumo de energia. Os autores enfatizaram a importância de incorporar o comportamento dinâmico dos ocupantes nas simulações de desempenho energético e nos códigos e normas relacionadas.

Ao comparar os dois métodos (o modelo tradicional estático e o modelo dinâmico estocástico³), Gilani *et al.* (2016) perceberam que: o comportamento dos ocupantes em casos estocásticos resulta em cargas de aquecimento mais altas do que em casos estáticos, apesar de os ganhos de calor serem inferiores. O uso da iluminação artificial, assim como o consumo de energia, também é mais alto em casos estocásticos. Já as cargas de resfriamento são menores nos casos estocásticos do que nos casos estáticos.

Os autores ressaltaram as principais limitações observadas na pesquisa, dentre elas: a forma como o ocupante reage à luz do dia, posto que os modelos simulados consideram o limite de 1.000 lux para radiação solar direta, enquanto os estudos demonstram que os ocupantes só fecham as persianas para evitar radiação

³ Segundo Westphal (2007), em uma Análise Estocástica, cada parâmetro de entrada é analisado individualmente, sendo variado a cada passo de tempo da simulação (*time-step*) e não a cada simulação completa.

acima de 5.000 lux. Neste aspecto, acrescentaram que não se sabe claramente o que motiva o usuário a fechar a persiana, podendo ser por excesso de brilho, desconforto térmico, privacidade, restrição social em escritório compartilhados, entre outros. Gilani *et al.* (2016) comentaram, ainda, que a execução de modelos estocásticos nos programas de simulação é pesada e demorada, dificultando o feedback do resultado.

Outra pesquisa sobre o comportamento dos ocupantes em modelos de simulação foi desenvolvida por Feng *et al.* (2016) para edifícios climatizados artificialmente em Chengdu, na China. A partir da realização de uma pesquisa de campo com aplicação de questionários em larga escala, classificaram-se os padrões de comportamento em cinco categorias por análise de cluster⁴. Segundo Feng *et al.* (2016), ainda são necessários esforços complementares para aprimorar o algoritmo que divide o comportamento dos usuários em padrões típicos, na validação dos resultados e na análise de outros comportamentos.

Hong *et al.* (2017), apresentam dez perguntas sobre conceitos, aplicações e metodologias do comportamento dos ocupantes sobre a eficiência energética, para reduzir o uso de energia em edifícios. As primeiras três perguntas estão relacionadas a técnicas de monitoramento para quantificar impactos do comportamento humano sobre o desempenho térmico da construção.

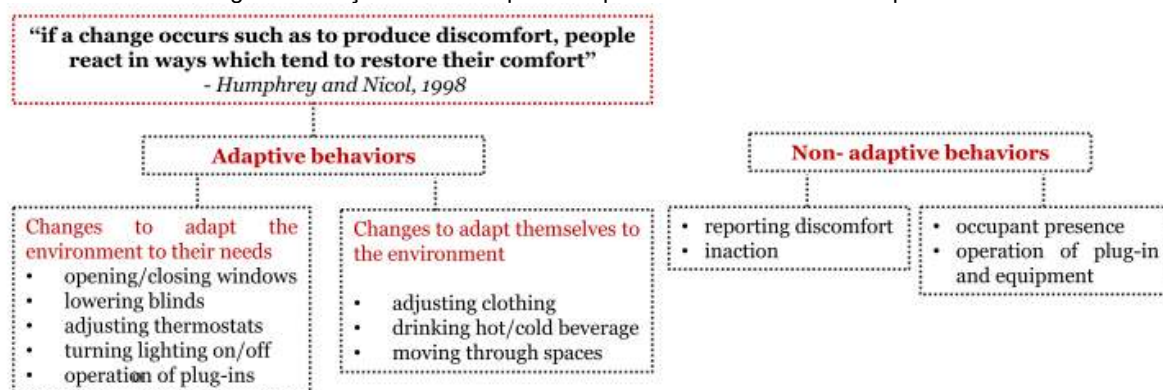
As respostas à questão 1 (Quais são os comportamentos dos ocupantes que influenciam o desempenho energético dos edifícios?), foram agrupadas em duas categorias - ações adaptativas e ações não-adaptativas – levando-se em conta o conceito de conforto adaptativo. Hong *et al.* (2017) destacam que as principais ações para adaptar o ambiente interno às suas necessidades ou preferências dos ocupantes são: abrir/fechar janelas, abaixar persianas, ajustar termostatos, ligar/desligar a iluminação, ajustar roupas e mover-se entre os ambientes. Já as ações não adaptativas estão relacionadas a operar equipamentos adicionais elétricos (por exemplo, aquecedores pessoais, ventiladores e sistemas elétricos de aquecimento e resfriamento de espaços), bem como reportar reclamações referentes ao desconforto para os gerentes de edifícios.

Além disso, os ocupantes podem manter as condições de desconforto até certo ponto por deterem uma conscientização a respeito da economia de energia,

⁴ Análise de cluster é um modelo estatístico que serve para identificar grupos de dados de acordo com as similaridades entre eles, sendo também conhecido como Análise por Agrupamento (PESTANA; GAGEIRO, 2014).

assim como por terem limites distintos a se conciliar, tais como os provenientes da diferença entre crianças e idosos. Porém esta última ação não foi contabilizada, por não estar diretamente ligada ao consumo de energia. Estes parâmetros podem ser observados na Figura 1.

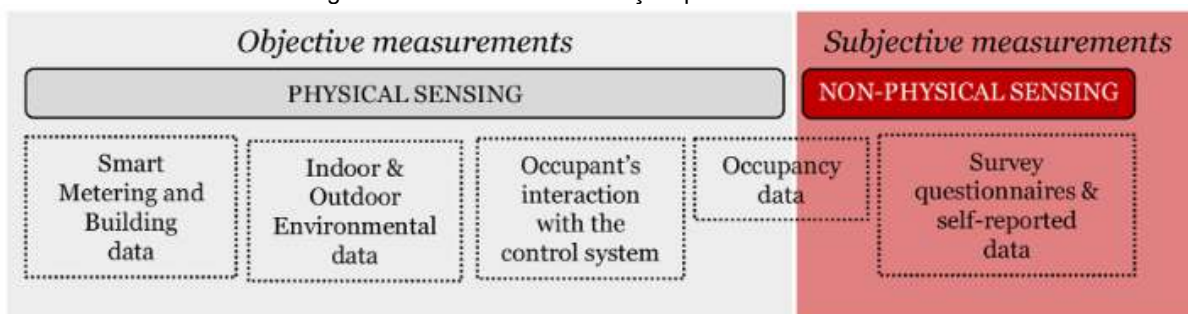
Figura 1 - Ações dos ocupantes que influenciam o desempenho



Fonte: HONG *et al.* (2017)

Na questão 2 (Como o comportamento dos ocupantes influencia desempenho energético da construção?), Hong *et al.* (2017) comentam que, em algumas ações, como abrir uma janela, por exemplo, o usuário altera as condições ambientais internas, resultando em um aumento no consumo de energia devido a um aumento na taxa de fluxo de ar de ventilação. Já na questão 3 (Como podemos medir o comportamento dos ocupantes para quantificar seus impactos no desempenho energético da construção?), os autores ressaltam que o comportamento dos ocupantes pode ser medido por métodos de sensoriamento físico ou não-físico. Em edifícios comerciais verifica-se a ocupação (presença e movimento), a interação com o envelope do edifício (janelas, persianas), e o uso de sistemas de controle (HVAC, sistemas de iluminação). No método de observação, verificam-se os estados das janelas (abertas ou fechadas) em relação às condições ambientais do interior e do exterior.

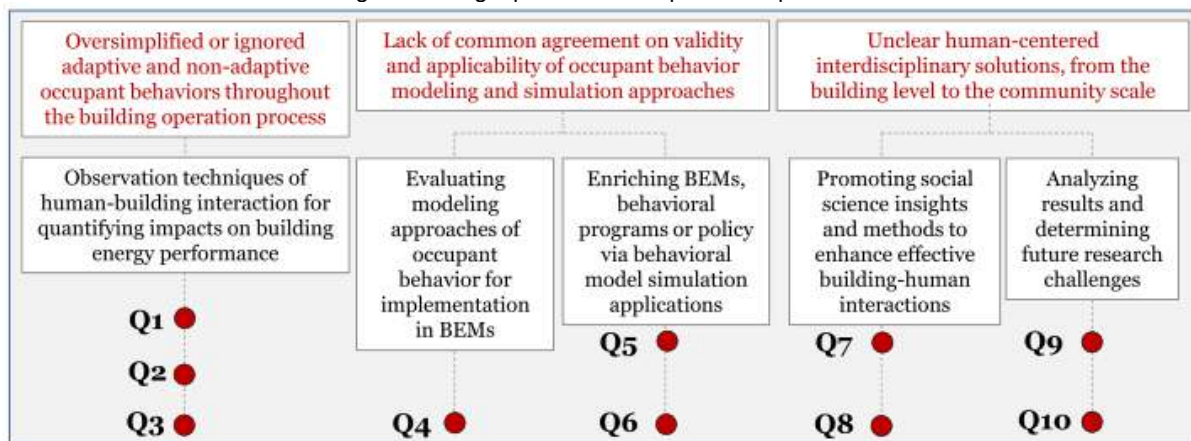
Figura 2 - Métodos de medição por sensoriamento



Fonte: HONG *et al.* (2017)

Hong *et al.* (2017) finalizam o primeiro ciclo de perguntas destacando as principais desvantagens da questão 3, que são os altos custos de instalação, operação e manutenção para o uso de métodos de sensoriamento, além de enfatizarem as possíveis identificações de diferentes tipos de comportamento dos ocupantes, em pesquisas conduzidas em diferentes países, culturas e climas. Apesar de os principais fatores estarem mais voltados aos estudos em edifícios comerciais, é importante ressaltar também os avanços em comportamento de usuários de edifícios residenciais. As demais questões foram divididas em quatro grupos, como pode ser observado na Figura 3:

Figura 3 - Agrupamento de questões por tema



Fonte: HONG *et al.* (2017)

Para Nord *et al.* (2018), a influência do comportamento dos ocupantes foi analisada e comprovada que pode alterar significativamente o desempenho energético do edifício. Foram analisados 31 cenários para diferentes comportamentos dos ocupantes, e os resultados mostraram pode alterar a confiabilidade do balanço

energético anual em 20%. Entretanto, o comportamento do ocupante em relação à abertura não demonstrou ter influência significativa sobre o desempenho energético.

O tempo de duração de atividades de rotina ao longo do dia é uma das variáveis do comportamento dos usuários pouco exploradas entre as últimas pesquisas, principalmente, pela dificuldade em coletar dados desta natureza. Segundo Barthelmes *et al.* (2018), uma pesquisa com 9640 indivíduos em 4679 casas diferentes, resultou em um padrão de comportamento fundamental para o melhor entendimento das condições reais de famílias dinamarquesas. Os dados foram coletados com moradores entre 18 e 74 anos, a partir de aplicação de 2 formulários distintos para dias da semana e final de semana, constituindo 50 questões no total.

A pesquisa de Barthelmes *et al.* (2018), consegue definir cenários de comportamentos com um maior número de variáveis, como mostra a Figura 4, que demonstra as mesmas curvas entre os dados de coletados para cada atividade, com diferenças apenas na atividade “relaxar, assistir tv”, que demonstra valores de 20% a 80%, entre 20h00 e 22h00 da noite. Destacam-se as curvas referente aos horários de dormir e acordar, que são mais acentuadas, bem como os horários que permanecem fora de casa, mais expressivos nos turnos da manhã e tarde.

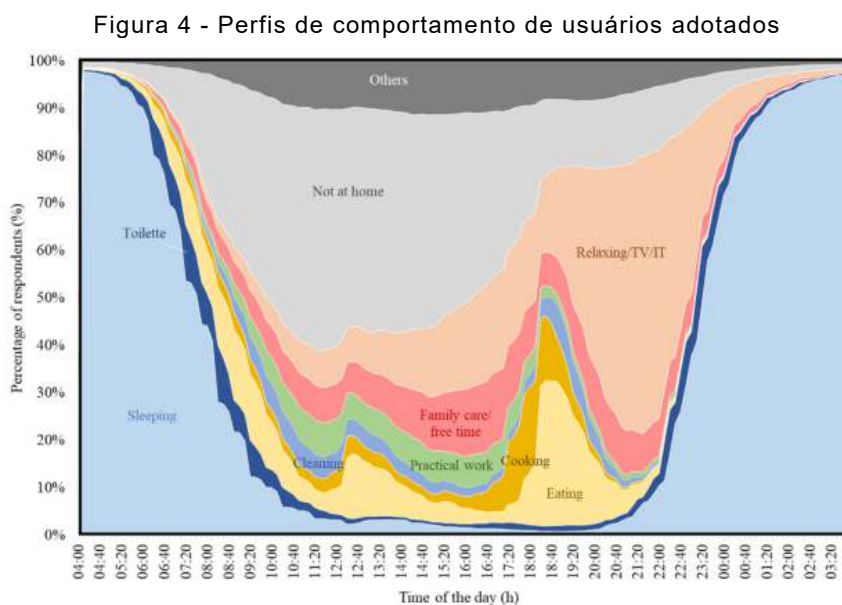


Fig. 3. Daily activity profiles based on DTUS 2008/2009 (all days).

Fonte: Barthelmes *et al.* (2018)

No Brasil, Sorgato (2015) avançou as pesquisas nesta área investigando a influência do comportamento do usuário no desempenho termo energético de edificações residenciais. O autor utilizou o indicador de eficiência energética, expresso

em KWh/m² e o percentual de horas de desconforto para avaliar o desempenho das edificações. Os cenários simulados consideram três tipos: usuário com estilo de vida contemporâneo, usuário com estilo de vida tradicional e o usuário com estilo de vida flexível. Quanto ao comportamento, foi simulado um usuário preocupado com o consumo de energia (ativo), assim como um usuário intermediário e um passivo. Para Sorgato (2015):

A ação de abrir a janela é a resposta mais intuitiva e simples de controlar o superaquecimento em um ambiente. No entanto, esta ação depende da interação do usuário em explorar o potencial da estratégia passiva para proporcionar ambientes mais confortáveis (SORGATO, 2015, p. 24).

A pesquisa de Sorgato (2015), é uma das contribuições neste tema no Brasil, que demonstra os resultados da avaliação de desempenho térmico para as condições climáticas na cidade de Florianópolis. Entretanto esta avaliação não reflete a variabilidade que pode ocorrer em diferentes condições climáticas. O autor destaca que não se tem conhecimento de como este processo funciona em situações reais, posto que as pesquisas desenvolvidas até o momento têm sido baseadas em situações hipotéticas, destacando-se a importância de realizar um monitoramento “*in loco*” para validação dos cenários.

Em resumo, foram compiladas as principais contribuições das pesquisas anteriormente comentadas e formatadas em uma tabela abaixo, comparando qual o contexto, os parâmetros e os resultados que cada pesquisa apresentou. A Tabela 1 mostra a variabilidade de resultados encontrados na literatura:

- A temperatura é geralmente considerada a variável ambiental mais importante que afeta o conforto térmico.

Tabela 1 - Contribuições sobre a influência do comportamento dos usuários

Autores	Contexto	Parâmetros	Resultados
Norford <i>et al.</i> (1994)	Discrepâncias entre o desempenho predito e o desempenho real.	Natureza dos negócios, uso da iluminação artificial, operação de equipamentos de climatização.	A escolha dos ocupantes tem um impacto enorme sobre o desempenho do edifício. 56% – Iluminação 64% – Climatização.
Branco <i>et al.</i> (2004)	Estudo de campo, com medições durante 3 anos em edifícios tipo multifamiliares.	Sistemas construtivos, variáveis climáticas.	Diferença de 50% entre o consumo de energia real e o previsto em simulação. Modelo com padrão de comportamento

			mais realista poderia reduzir a diferença.
Han <i>et al.</i> (2007)	Aplicação de 110 questionários em 26 tipos de residências em 3 cidades de clima quente e úmido.	Adaptação das pessoas por ajustes no balanço de calor, roupas, janelas e ventilador	60% dos ocupantes consideram seus ambientes térmicos aceitáveis (com ar-condicionado). 20% entre os ocupantes sem ar-condicionado.
Roetzel <i>et al.</i> (2010)	Avaliação de edifícios ventilados naturalmente em climas quentes.	Clima; as ilhas de calor; o vento e a chuva; o desenho da fachada; o tipo de abertura da janela e o percentual de abertura/ângulo e o tamanho e a localização das aberturas na fachada.	Em climas quentes, nem sempre a ventilação natural é aceitável. Principal motivo: diferença entre a temperatura exterior e a temperatura interna do ar
Fabi <i>et al.</i> (2012)	Avaliação da temperatura externa como maior responsável pela influência na interação entre os ocupantes e o ambiente construído.	Parâmetros avaliados: Idade, iluminação, temperatura interna e externa, tipo de ambiente, orientação, estações e hora do dia, entre outros.	A temperatura externa é o fator determinante na interação dos ocupantes. A taxa de renovação de ar das aberturas também possui uma grande correlação com o desempenho dos edifícios.
Blight e Coley (2013)	Avaliação de tipos de aberturas em 100 unidades habitacionais diferentes.	Tipos de aberturas utilizando modelos de simulação e método estatísticos de análise.	O modelo de regressão linear multivariada representou 90% dos casos avaliados e identificou que a frequência da abertura da porta resultou em um dos parâmetros de maior influência.
Feng <i>et al.</i> (2016)	Levantamento de dados em estudo de campo com aplicação de questionários.	Comportamento dos usuários	Classificaram o comportamento em 5 categorias por análise de Cluster.
Sorgato (2015)	A influência do comportamento do usuário no desempenho termo energético de edificações residenciais na cidade de Florianópolis.	Uso do indicador de eficiência energética, expresso em KWh/m ² e o percentual de horas de desconforto para avaliar o desempenho.	Três tipos de cenários: usuário com estilo contemporâneo, tradicional e flexível. Quanto ao comportamento, usuário ativo, intermediário e passivo.

Fonte: Autor

Apesar de inúmeras publicações sobre o tema, a influência dos usuários sobre o desempenho térmico ainda é base para muitas pesquisas atuais. Um dos parâmetros que também tem sido fortemente discutido é a influência das aberturas em resposta a uma maior ou menor interação dos usuários. Alguns autores chegam a considerar um perfil padrão de operação de portas e janelas em modelos de simulação, o que não caracteriza adequadamente estes modelos, posto que são muitos os fatores que afetam a operação das aberturas em condições reais.

2.2. Relação das ações dos usuários com as aberturas

A influência do comportamento do usuário pode indicar, entre outros parâmetros, um fator de relevância quanto ao controle de aberturas. O comportamento dos usuários quanto à abertura das janelas tem sido investigado por diversos autores, que resultou na identificação de parâmetros que podem causar variações nos padrões de ocupação (NICOL; HUMPREYS, 2002; RIJAL *et al.*, 2007; PAGE *et al.*, 2008; HALDI; ROBINSON, 2010; ROETZEL *et al.*, 2010; YAN *et al.*, 2015; FABI, ANDERSEN; COGNATI, 2015; JEONG; JEONG; PARK, 2016; ZHANG *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2019).

Para Roetzel *et al.* (2010), os principais fatores que influenciam no comportamento dos usuários são: estações do ano, temperaturas, períodos do dia, estado encontrado da janela e ventilação noturna. Os autores investigaram o comportamento dos ocupantes em relação às aberturas em diferentes países e climas, com diferentes configurações e focos. Apesar de alguns parâmetros serem recorrentes, é importante levar em consideração o tipo de pesquisa aplicada, o local onde foi desenvolvida e o tipo de edifício analisado.

Eles diferiram em relação aos períodos de observação (inverno, verão, ano completo, curto prazo, longo prazo), tipo de escritório (ocupação individual, escritório compartilhado), bem como tipo de janela e design de fachada. Além disso, as pesquisas focadas em diferentes variáveis de correlação e diferentes dependências foram encontradas. No entanto, alguns parâmetros gerais que influenciam a ventilação controlada pelos ocupantes podem ser derivados da literatura (ROETZEL *et al.*, 2010, p. 1006, tradução nossa).

Os resultados mostraram uma forte correlação do comportamento de abertura de janela com a estação. Para edifícios naturalmente ventilados, descobriu-se que a porcentagem de janelas abertas é menor no inverno, maior no verão e intermediária no outono e na primavera. A maior frequência na alteração da porcentagem de abertura da janela foi notada na primavera e no outono, e uma baixa frequência no verão, pois as janelas ficaram abertas por períodos mais longos.

Quanto à temperatura, Roetzel *et al.* (2010) comentaram que o fator de influência sobre a ação de abertura da janela está mais ligado à temperatura interna, para limitar o aumento da temperatura dentro do ambiente ao longo do dia. Entretanto

o tempo de permanência da janela está mais ligado à temperatura externa uma vez, que ela passa mais tempo aberta no verão. Já quanto ao período de abertura durante o dia, muitos estudos de campo em edifícios de escritório observaram que as atividades de controle das janelas ocorrem principalmente na chegada dos ocupantes (ROETZEL *et al.*, 2010; LAI *et al.*, 2018).

[...] outra razão pode ser que as pessoas que chegam ao trabalho, podem experimentar um contraste na qualidade do ar percebida ao entrar no escritório, comparando a sensação "grudenta" depois de estar mais ou menos exposto a vento e ar fresco no caminho para o trabalho. A força deste contraste pode depender da possibilidade de ventilação noturna, mas também da intensidade dos poluentes do ar no interior da sala (ROETZEL *et al.*, 2010, p. 1007, tradução nossa).

Os autores Haldi e Robinson (2010) comentam que estudos sobre o comportamento dos usuários em geral, consideram estímulos térmicos entre as principais ações identificadas nas pesquisas anteriores. Na verdade, variáveis não-térmicas são geralmente ignoradas. Para testar sua hipótese, foram utilizados modelos generalistas baseados em todos os ocupantes. Os autores concluíram que não ficou claro que a temperatura externa é a principal variável na ação dos usuários sobre as janelas. Por fim, sugerem que em pesquisas futuras seja desenvolvido um método para tratar a variabilidade entre os ocupantes.

Segundo Haldi e Robinson (2010), investigações sobre a operação das janelas em edifícios residenciais indicaram uma relação linear entre o percentual de janelas abertas ligadas à temperatura do ar externa. Por outro lado, os autores também comentam que, assim como Nicol e Humphreys (2002), a relação de operação das aberturas é mais coerente com a temperatura interna do ar do que com a temperatura externa (CHEN *et al.*, 2019).

Apesar de muitos autores relacionarem a operação das janelas com a temperatura do ar e a velocidade do vento, os autores Haldi e Robinson (2010), comentam ainda sobre um questionário conduzido como parte de um estudo realizado em 1974 por Warren e Perkins, que revelou pela primeira vez que os ocupantes agem em suas janelas particularmente com frequência na chegada e na partida. A tendência de pesquisas nesta área estarem focadas em variáveis climáticas pode estar

relacionada a dificuldade de identificar padrões de comportamento entre usuários de habitações residenciais, posto que, são usuários com hábitos muito heterogêneos.

Zhang e Barret (2012) também comentam a importância da ação do usuário do ambiente estudado, quanto à abertura das janelas, em relação ao conforto adaptativo. Em um estudo de campo, os autores observaram o comportamento dos ocupantes em relação às aberturas e registraram, ao mesmo tempo, parâmetros climáticos como temperatura do ar interna e externa, umidade relativa e velocidade do vento. Os resultados mostraram que a proporção de abertura das janelas tem uma forte correlação com a temperatura externa, a estação do ano, a hora do dia e o padrão de ocupação. A orientação também foi considerada um fator de influência relevante.

Em relação ao estado da janela, comumente quando ela permanece fechada à noite, os usuários tendem a abri-la quando chegam pela manhã e a fechá-la ao saírem. Segundo os autores, durante o dia ocorreram ações de alteração de abertura da janela apenas quando havia desconforto. Outro fator elencado é a ventilação noturna, posto que foi identificada uma influência muito baixa neste aspecto. Roetzel *et al.* (2010) destacam os casos onde o edifício promovia ventilação noturna como fator determinante no fechamento das aberturas ao sair e, em casos onde não havia soluções de ventilação noturna, os usuários fechavam as janelas por outros fatores, tais como o controle de ações de intempéries quando não havia ocupação, e também por questões de segurança, dado o acesso pelas janelas em casos de roubo.

Outro parâmetro climático que influencia a ação dos ocupantes em controlar as aberturas da janela no que se refere à ventilação natural é a combinação de vento e chuva. Segundo Roetzel *et al.* (2010), em casos de chuva, é provável que os ocupantes fechem as janelas, apesar do desejo de entrada de ar natural, dependendo da direção do vento. O impacto da chuva está diretamente ligado ao tipo de janela. Alguns tipos de abertura podem ser ajustados, como, por exemplo, janelas de correr, articuladas, maxim-ar, pivotantes, bem como folhas com variação de ângulo e percentual de abertura.

A ocorrência de chuva pode ser outra razão para os ocupantes do escritório fecharem as janelas, para evitar que a chuva entre na sala. Mas este aspecto está intimamente relacionado ao tipo de janela, à porcentagem de abertura, às saliências, bem como à direção do vento. Alguns tipos de janelas e ângulos de abertura

proporcionam uma melhor proteção contra a chuva do que outros. A escolha de qual janela será aplicada em um prédio de escritórios é principalmente uma decisão arquitetônica que é fortemente influenciada pelo clima. Em climas moderados, os tipos de janela preferidos são os que fornecem proteção contra chuva mesmo estando abertas. Em climas quentes, o tamanho efetivo de abertura e a ajustabilidade podem ser mais importantes do que a proteção contra a chuva. Geralmente, a escolha dos tipos de abertura da janela é essencial para garantir as taxas de renovação de ar resultantes, bem como para o comportamento do usuário (ROETZEL et al., 2010, p. 1004, tradução nossa).

Para Andersen *et al.* (2013), pouca ou nenhuma orientação quanto à modelagem do comportamento do usuário em relação à abertura das janelas resulta em fortes discrepâncias entre o consumo de energia real e o consumo de energia simulado. Por isso, os autores sugerem um método para definir padrões de comportamento dos ocupantes, com base em medições realizadas em 15 habitações na Dinamarca durante oito meses.

As habitações foram divididas em quatro grupos: habitações com ventilação natural, com ventilação mecânica, e habitações ocupadas ou desocupadas. Foi observado, então, que o comportamento dos ocupantes variou de acordo com a existência de hábitos distintos em cada habitação. Entretanto, os dois principais padrões identificados na análise foram a concentração interna de CO₂, que foi usada como indicador de qualidade do ar interna, e a temperatura do ar externa. Estas duas variáveis foram observadas na determinação da probabilidade de abertura ou fechamento da janela.

Bonte, Thellier e Lartigue (2014) investigaram seis parâmetros: utilização de persianas, sistemas de iluminação, janelas, ventiladores, termostato e vestimentas, em oito tipos diferentes de edifícios. Os resultados demonstraram que o ocupante teve um impacto significativo sobre o consumo de energia dos edifícios, determinando uma forte correlação entre as atividades exercidas pelos usuários e o seu desempenho energético. Para cada um dos 8 estudos de caso, foram realizadas 64 simulações para estimar os seis parâmetros definidos com 4 variações em cada um deles. Cada ação foi analisada como um fator que recebeu dois níveis: baixo e alto. Em resumo, foram feitas 512 simulações no período de um ano, que permitiu definir um novo modelo para avaliar este impacto. Uma das principais contribuições foi observar que

as ações mais influentes estão relacionadas ao controle de temperatura interna, isolamento das roupas e persianas.

Os autores confirmam que as atuais ferramentas numéricas, destinadas a analisar o desempenho energético das edificações, são inadequadas para casos em que os ocupantes têm interação com o meio ambiente. Segundo Bonte, Thellier e Lartigue (2014), apesar de ter sido identificado que o comportamento dos ocupantes é a principal causa das discrepâncias entre o consumo real e o consumo previsto por modelos de simulação, ainda não foi definido como quantificar o impacto deste comportamento dos ocupantes dentre as variáveis que influenciam o desempenho energético dos edifícios.

Yan *et al.* (2015) confirmaram que pesquisas realizadas sobre o comportamento dos usuários indicaram que fatores contextuais influenciaram no desempenho térmico dos edifícios. O principal motivo para a opção pelas janelas abertas no inverno era a qualidade interna do ar, enquanto no verão, o principal motivo para a ação de fechamento da janela era o incômodo provocado pelo barulho do lado de fora.

A importância de considerar que o uso dos ocupantes pode influenciar os resultados das janelas em modelos de simulação foi mencionada por Yan *et al.* (2015), ao destacarem que, em modelos de simulação, as janelas são definidas com o máximo da área de abertura para maior aproveitamento da luz do dia. Entretanto, janelas muito grandes podem levar os ocupantes a fecharem as persianas e optarem pela iluminação artificial em função do excesso de brilho.

Jeong, Jeong e Park (2016) demonstraram a relação entre as atividades diárias e o controle de abertura e fechamento das residências, além de quantificarem a influência das variáveis ambientais sobre os ocupantes a partir da realização de medições no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, em vinte unidades habitacionais ocupadas, na China. Com o resultado deste estudo, os autores desenvolveram um modelo completo de comportamento diário de controle de janelas em residências por usuários.

Segundo Jones *et al.* (2017), a operação da janela do quarto dos ocupantes é influenciada por uma variedade de condições físicas, temperatura do ar externo e umidade relativa, velocidade do vento, radiação solar e precipitação, além de variáveis contextuais, isto é, hora do dia e estação do ano. O autor utilizou o desenvolvimento de modelos estocásticos da operação da janela principal do quarto dos ocupantes

com base em medições coletadas em dez residências do Reino Unido durante um período de um ano. O método utilizado foi a regressão logística multivariada, com o objetivo de entender a probabilidade de abrir e fechar janelas, e foi observado que os efeitos das variáveis físicas ambientais variam em relação aos fatores contextuais.

Para os autores citados acima, os modelos podem ser usados na construção de modelos de simulação de desempenho energético para melhorar os dados de entrada do comportamento de abertura e fechamento da janela dos ocupantes e, portanto, as previsões de uso de energia e condições ambientais internas de edifícios residenciais. Segundo o autor, este trabalho apoia a afirmação de temperaturas interna e externa como os principais fatores de abertura e fechamento de janelas.

Além das temperaturas, foram identificadas outras variáveis que também exercem influência sobre o comportamento dos usuários: a) a velocidade do vento afeta o comportamento de abertura e fechamento da janela dos ocupantes, o resultado de uma combinação de ventilação interna e externa, tem um efeito de resfriamento sobre os seres humanos e, portanto, pode afetar positiva ou negativamente o conforto térmico dos ocupantes, dependendo das condições ambientais prevalecentes; b) as chuvas influenciam a operação das janelas, e neste aspecto, os autores se posicionaram como se houvessem descoberto a influência das chuvas, indicando que esta variável nunca havia sido publicada e avaliada em outras pesquisas, apesar de lógico o motivo de fechar as janelas ao chover para evitar a entrada de água nos ambientes internos; e, por último, c) a umidade relativa de ambientes internos e externos afetava o comportamento das janelas dos ocupantes. Em relação à umidade relativa do ar, segundo os autores:

Sabe-se também que a umidade relativa afeta a sensação térmica do ocupante e a qualidade percebida do ar, o que influenciaria na necessidade de abrir ou fechar janelas. Deve-se notar também que a umidade relativa do ambiente interno costumava aparecer nos modelos de abertura da janela da manhã. Pode-se supor que, como os quartos principais investigados neste estudo possuem banheiros privativos, o comportamento de abertura da janela pode ser desencadeado pelo desejo dos ocupantes de ventilar o vapor do banho. A necessidade de ventilar o quarto principal pode, de fato, ser solicitada visualmente e não termicamente, como resultado da formação de condensação nas janelas (JONES *et al.*, 2017, p. 153, tradução nossa).

Para Jones *et al.* (2017), apesar de não ter sido provada em sua pesquisa, a influência de todas as variáveis comentadas acima, alguns aspectos foram sugeridos para futuras confirmações, pois entende-se que o desenvolvimento de modelos de comportamento dos ocupantes adaptados à realidade local é de extrema importância. Outros parâmetros também podem ser verificados, como o tipo e tamanho da abertura, e a localidade, pois os padrões de vida e as práticas comportamentais dos ocupantes variam internacionalmente e impactam nos padrões de comportamento de abertura de janelas. É importante observar que os autores confirmam a importância de ainda se ter avanços neste tema:

A análise concluiu que: (1) a operação da janela tem um forte impacto no uso de energia e nas condições ambientais internas dos edifícios; (2) ainda falta consenso sobre quais os parâmetros realmente influenciam a operação da janela dos ocupantes; (3) a maioria dos estudos anteriores analisa o estado da janela (aberta ou fechada) em vez da mudança de estado (aberta para fechada; fechada para aberta) e (4) é necessário um esforço adicional significativo para entender a dinâmica da relação entre o ambiente interno, comportamento dos ocupantes e consumo de energia, bem como o desenvolvimento de modelos de comportamento dos ocupantes mais precisos, confiáveis e realistas (JONES *et al.*, 2017, p. 154, tradução nossa).

O estudo de Lai *et al.* (2018), propõe padrões de operação de janelas resultante de uma pesquisa de campo realizada em 58 apartamentos em 14 cidades diferentes na China. Foram monitorados o tempo de abertura de portas e janelas, em relação aos seguintes parâmetros: a estação, região climática, tipo de família, padrão de dia de semana / fim de semana no comportamento de aberturas de janela.

Em relação a estação, foi observado que apesar das temperaturas do ar externo indicarem valores semelhantes no outono e na primavera, o tempo que as janelas permaneciam abertas na primavera eram maiores que no outono. Os autores sugerem que o motivo está relacionado com o “efeito lag” da estação anterior.

Quanto a região climática, foi constatado que a duração da janela aberta aumentava de acordo com a temperatura externa até atingir a temperatura limite. Após atingir o limite de conforto, o tempo de abertura diminuía, provavelmente porque os usuários fechavam para usar o ar-condicionado. Em regiões de clima mais ameno, onde a temperatura externa não atingia a temperatura limite de conforto, o tempo de abertura da janela não diminuía.

Ao comparar os tipos de famílias, a duração de janela aberta não apresentou uma diferença significativa estatisticamente, com um *p-value* de 0,517, ou seja, o tipo de família não demonstrou ser um parâmetro de grande influência na operação das aberturas. Na maioria dos casos estudados, as janelas do quarto passavam um terço do tempo abertas, entretanto foi constatado que 40% das ações ocorriam entre 6:00 e 9:00hs da manhã, e os demais 60% não foram concentrados em um horário recorrente, ou seja, não possibilitou identificar padrões de horários que pudessem ser representativos.

Existem muitas outras pesquisas sobre a influência dos usuários sobre as aberturas que não foram detalhadas acima. Os autores Buso *et al.* (2015) observaram a influência dos sistemas construtivos sobre o comportamento dos usuários a partir de estudos em edifícios em Estocolmo e Frankfurt, e identificaram alterações em relação ao controle de aberturas, com o aumento da massa térmica e da proporção de fechamentos transparentes. Pereira *et al.* (2018), monitoraram uma residência em Porto, Portugal, com intuito de mapear o comportamento dos usuários em relação a abertura das janelas, e desenvolveram um método de identificação das ações dos usuários a partir de um algoritmo que resultou em 99,7% de precisão em relação às ações pretendidas. Já os autores Kim, Hong e Kim (2019) restringiram os parâmetros a serem analisados para: temperatura do ar externa e interna, hora e presença de ocupação, e alcançaram 90% de aproximação a modelos estocásticos anteriores. Destaca-se nesta pesquisa, a utilização de métodos estatísticos de análise de dados tais como, o método de Regressão Logística e a Análise de Cluster.

A partir da revisão de diversos estudos sobre o tema, foi possível identificar uma hipótese, que tem sido confirmada entre as últimas pesquisas, sobre as ações dos ocupantes, em relação às aberturas, e seu impacto no desempenho térmico das habitações: A temperatura externa é o fator determinante na influência do comportamento dos usuários sobre as aberturas no desempenho térmico das habitações.

Mesmo com inúmeras publicações sobre o tema, ainda é notável a necessidade de mais estudos, dado o alto número de variáveis que não foram comprovadas, mas que possivelmente também influenciam o comportamento dos usuários em relação às aberturas. As dificuldades de validação de dados levantados em estudos de campo assim como a diversificação de resultados em função dos parâmetros que estão sendo avaliados em cada estudo é um dos fatores que

fortalecem a necessidade de dar continuidade a pesquisas sobre este assunto, além de discussões de outros parâmetros que ainda devem ser verificados.

2.3. Avaliação de desempenho térmico

O conforto térmico em edifícios residenciais tem como princípio a sensação térmica de seus usuários e está diretamente relacionado, entre outros fatores, ao desempenho térmico e energético de ambientes internos. Segundo a ASHRAE (2004), o conceito de conforto térmico é **“a condição da mente que expressa a satisfação com o ambiente térmico”**.

Rupp, Vásquez e Lamberts (2015), comentam que o conforto térmico está relacionado ao nível de temperatura que o residente considera confortável para permanecer no ambiente e conseguir prosseguir em suas atividades sem qualquer impedimento. Os autores indicaram que as relações de trocas térmicas que ocorrem entre o homem e o ambiente determinam as condições térmicas aceitáveis para 80% ou mais de ocupantes em um determinado ambiente. É importante destacar também que as condições de conforto são baseadas em quatro parâmetros ambientais: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade e velocidade do ar, e dois parâmetros pessoais: taxa metabólica e vestuário (DE DEAR E BRAGER, 2002; ASHRAE, 2004; AULICIEMS; SZOKOLAY, 2007).

Os principais estudos relacionados ao conforto térmico são baseados em conceitos definidos por: Fanger, De Dear e Brager, Nicol e Humphreys, entre outros, como mostra a Tabela 2 abaixo, resultado da pesquisa que revisou as publicações sobre o conceito de conforto térmico nos últimos 10 anos, publicada em 2015.

Tabela 2 - Principais publicações sobre conforto térmico

Top 10	Título do artigo	Autores	Ano	Publicado em	No. de citações
1	Conforto térmico. Análise e aplicações em engenharia ambiental	PO Fanger	1970	Imprensa Técnica Dinamarquesa	4690
2	Conforto e sensações térmicas e respostas fisiológicas associadas a várias temperaturas ambientes	AP Gagge, JAJ Stolwijk, JD Hardy	1967	Pesquisa ambiental	474
3	Desenvolver um modelo adaptativo de conforto térmico e preferência	R. de Dear, GS Brager	1998	Transações ASHRAE	828

Top 10	Título do artigo	Autores	Ano	Publicado em	No. de citações
4	Conforto térmico adaptativo e padrões térmicos sustentáveis para edifícios	JF Nicol, MA Humphreys	2002	Energia e Edifícios	541
5	Conforto térmico em edifícios naturalmente ventilados: revisões do padrão ASHRAE 55	R de Dear, GS Brager	2002	Energia e Edifícios	493
6	Conforto térmico do homem em diferentes ambientes urbanos	H. Mayer, P. Höppe	1987	Climatologia Teórica e Aplicada	309
7	Conforto térmico para edifícios livres	N. Baker, M. Standeven	1996	Energia e Edifícios	160
8	Diferentes aspectos da avaliação do conforto térmico interno e externo	P. Höppe	2002	Energia e Edifícios	233
9	Conforto térmico em espaços urbanos ao ar livre: compreendendo o parâmetro humano	M. Nikolopoulou, N. Baker, K. Steemers	2001	Energia solar	245
10	Conforto térmico e adaptação psicológica como guia para projetar espaços urbanos	M. Nikolopoulou, K. Steemers	2003	Energia e Edifícios	236

Fonte: Rupp, Vásquez e Lamberts (2015).

Na sequência, os principais limites de zonas de conforto foram baseados na equação de Fanger. O índice determinado através desta equação é chamado Voto médio estimado ou *predicted mean vote* – PMV, e refere-se à sensação térmica média declarada pelas pessoas em determinado ambiente, podendo ser representativa para o grupo, desde que não haja diferenças significativas. A determinação do PMV também é utilizada para calcular a Percentagem estimada de insatisfeitos ou *Predicted Percentage of Dissatisfied* – PPD (GILANI; KHAN; PAO, 2015).

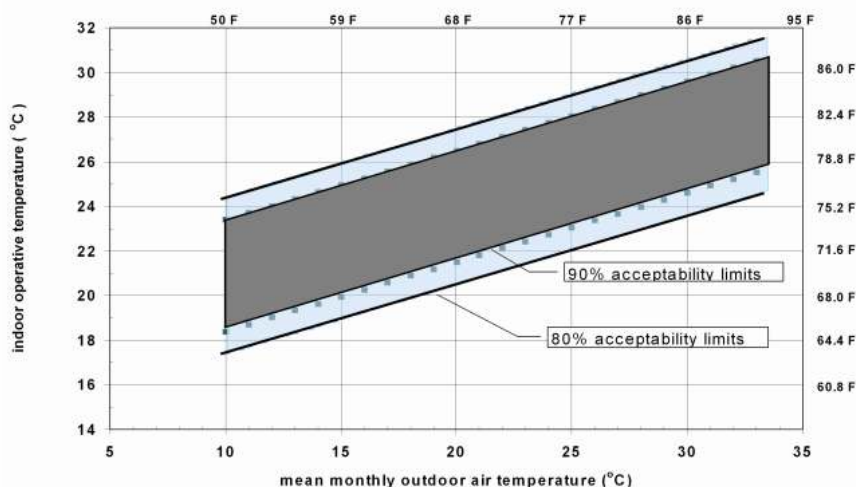
Autores como Humphreys e Nicol, e, em seguida, De Dear e Brager, observaram que o índice PMV é adequado para avaliação de desempenho térmico em edifícios ventilados artificialmente. Entretanto, não representa bem as condições de conforto em edifícios ventilados naturalmente, pelos ajustes comportamentais, de isolamento de roupas e velocidades de ar do ambiente mais recorrentes em função das influências das variáveis externas (HUMPHREYS; DE DEAR; BRAGER, 2002).

Outro fator relevante, foram as descobertas sobre as variações que ocorrem em edifícios tropicais ventilados naturalmente, que indicavam que as pessoas eram capazes de se adaptar ao ambiente ao qual já estão familiarizadas. Um novo modelo baseado no PMV considerando esta capacidade de adaptação e a possibilidade das

peçoas se adaptarem às mudanças térmicas ocorridas em seus ambientes, resultou no modelo adaptativo adotado pela ASHRAE 55 em seguida. Segundo Nicol e Humphreys (2002), o modelo adaptativo fundamenta-se no princípio que “se ocorre uma mudança de modo a produzir desconforto, as pessoas reagem de modo que tendem a restaurar sua condição de conforto” (NICOL; HUMPHREYS, 2002; TOE, KUBOTA, 2013).

Segundo De Dear e Brager (2002), os ocupantes em edifícios ventilados naturalmente demonstram uma maior adaptação, pela possibilidade entre outros, de abertura e fechamento das janelas em função da variação de temperaturas diárias e velocidade do ar e, como consequência, alcançam uma tolerância maior ao prolongar as temperaturas acima da zona de conforto adotada. O modelo adaptativo aborda a relação da temperatura operativa e da temperatura do ar externo, como pode ser notado na Figura 5 (ABNT, 2005; ASHRAE, 2010; TALEGHANI *et al.*, 2013).

Figura 5 - Temperatura aceitável para espaços ventilados naturalmente



Fonte: ASHRAE Standard 55 (2010)

O gráfico indica dois limites de aceitabilidade, 80% e 90%, a partir da relação entre a temperatura do ar externa mensal e a temperatura operativa interna. Segundo a norma *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* (ASHRAE, 2010), a temperatura operativa pode ser obtida a partir da Equação 1 abaixo, entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente.

$$T_o = \left(\frac{T_a + T_r}{2} \right)$$

Equação 1

Se $V_{ma} < 0,2$ ou $T_r - T_a < 4^\circ \text{C}$ e a taxa metabólica entre 1,0 e 1,3 met.

Onde:

To = temperatura Operativa
 Ta = temperatura do ar
 Tr = temperatura média radiante

$$To = \left(\frac{Ta + Tr}{2} \right)$$

Equação 2

Se $V_{ma} < 0,2$ ou $Tr - Ta < 4^\circ \text{C}$ e a taxa metabólica entre 1,0 e 1,3 met.

Onde:

To = temperatura Operativa

A = em função da velocidade do ar

2.3.1. Método de avaliação por simulação

Dentro do contexto de avaliação de desempenho térmico, os modelos numéricos foram introduzidos como forma de auxiliar na identificação dos parâmetros que impactam nos modelos e na relação entre eles. Os principais métodos de avaliação usados atualmente em normas brasileiras, são os métodos prescritivos e os métodos de simulação. Algumas pesquisas indicam que a simulação computacional é uma importante ferramenta para análise de desempenho térmico, apesar de algumas limitações resultarem em modelos diferentes das condições reais de conforto, como já foi comentado anteriormente (BARRIOS *et al.*, 2012; MENDES *et al.*, 2005).

O aprimoramento do uso de modelos de simulação está diretamente associado ao uso de alguns procedimentos metodológicos que são interligados tais como, (1) recursos para a validação das condições assumidas nos modelos a serem simulados, considerando suas características reais particulares; (2) rotinas para desenvolver as análises de incertezas, análise de sensibilidades e análise de riscos; (3) métodos de verificação dos dados de entrada adequados para cada tipo de ferramenta; (4) e métodos de processamento pós-simulação, a fim de que sejam gerados indicadores de desempenho da edificação (BLIGHT E COLEY, 2013; CHEN *et al.*, 2017; WESTPHAL, 2007).

Os usos de modelos de simulação para avaliação de desempenho térmico são mais comuns entre edificações artificialmente condicionadas, por ter um maior impacto sobre o consumo de energia. Pedrini e Szokolay (2005) analisaram o desempenho térmico e energético de mais de 38.000 modelos de salas comerciais a partir de um programa de simulação computacional, e concluíram que a definição

adequada da forma e dos sistemas construtivos ao clima, poderia gerar uma economia de 70% de energia final consumida pela edificação.

Os primeiros programas computacionais para simulação do desempenho térmico de edificações e estimativa do consumo de energia surgiram na década de 70. De lá para cá, diversas ferramentas têm sido desenvolvidas para auxiliar projetistas na análise de alternativas mais eficientes, do ponto de vista energético. O Diretório de Ferramentas de Energia, mantido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE, 2006) apresenta uma lista de mais de 300 programas, que permitem desde a análise do desempenho térmico de um componente construtivo até a simulação integrada do comportamento energético da edificação e seus sistemas (WESTPHAL, 2007, p. 8).

São inúmeros os estudos que utilizam programas de simulação para avaliação de desempenho térmico e energético como Andersen, Fabi e Corgnati (2016) que comentam sobre as diferenças resultantes das variáveis climáticas empregadas nos modelos de simulações. Langevin, Wen e Gurian (2016) reforçam a necessidade de inserção de mais dados sobre a rotina dos ocupantes nos programas de simulação. Segundo Liisberg *et al.* (2016), é raro encontrar observações diretas da presença e do comportamento dos usuários, principalmente para edifícios residenciais, que seja possível aplicar em modelos de simulações.

Uma análise do método de avaliação por simulação da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) foi desenvolvida por Sorgato, Melo e Lamberts (2014) e destaca algumas inconsistências presentes nos critérios adotados pela norma, tais como o uso do dia típico como avaliação de desempenho, pois não é adequado para algumas regiões do Brasil.

Nguyen, Singh e Reiter (2012) estudaram sobre um novo modelo adaptativo para o clima quente e úmido e reforça a importância de considerar a sensibilidade térmica para garantir a validação de resultados propostos por modelos de simulação. Para Yingchun, Lee e Swan (2019):

A pesquisa sugere que as melhores representações das condições físicas do edifício ajudam os modelos numéricos a reduzir a diferença entre o desempenho térmico. No entanto, discrepâncias ainda existem, devido a várias outras incertezas subjacentes que precisam ser consideradas individualmente em

cada caso. Em termos relativos, as previsões de modelos térmicos tendem a ser mais confiáveis do que a previsão dos números absolutos (YINGCHUN; LEE; SWAN, 2019).

Segundo Westphal (2007), é importante comentar o risco de se obter a mesma estimativa de consumo de uma edificação, apesar de diferentes combinações de parâmetros e dados de entrada em um modelo de simulação. Alguns parâmetros de entrada exercem mais influência que outros, por isso, dependendo do tipo de análise algumas características do modelo físico ou relativas ao comportamento e operação dos usuários são mais importantes que outras.

Um processo que auxilia na precisão dos resultados é o processo de calibração do modelo de simulação térmica, que busca reduzir o grau de incertezas sobre os parâmetros de entrada da ferramenta computacional utilizada. Entre os diversos métodos de calibração, a maior parte deles utiliza o consumo anual de energia como parâmetro de avaliação, entretanto estes dados se aplicam melhor quando a edificação é refrigerada.

Segundo o método de calibração de Sun e Reddy (2006), uma das etapas de avaliação ocorre com os dados de entrada dos modelos de simulação, ao separar os parâmetros que exercem mais influência dos que exercem menos influência, é conhecida como análise de sensibilidade.

A análise de sensibilidade do modelo a seus dados de entrada pode auxiliar o usuário na verificação do grau de precisão da simulação, diante das considerações adotadas. Geralmente, a edificação não pode ser representada no programa de simulação com todos os seus detalhes arquitetônicos e construtivos, sistemas elétricos e rotinas de operação. Na definição do modelo inicial o usuário precisa simplificar os dados de entrada, adequando-os à capacidade de representação virtual. Neste caminho, surgem diversas incertezas acerca do que pode ser simplificado ou qual detalhe do edifício precisa ser bem representado no modelo, para que os resultados alcançados sejam considerados precisos (TAYLOR et al., 2019; FERREIRA, 2016).

No processo de calibração de um modelo de simulação térmica e energética de edificações busca-se reduzir o grau de incertezas sobre os parâmetros de entrada da ferramenta computacional utilizada. A análise de sensibilidade do modelo a seus dados de entrada pode auxiliar o usuário na verificação do

grau de precisão da simulação, diante das considerações adotadas. Geralmente, a edificação não pode ser representada no programa de simulação com todos os seus detalhes arquitetônicos e construtivos, sistemas elétricos e rotinas de operação. Na definição do modelo inicial o usuário precisa simplificar os dados de entrada, adequando-os à capacidade de representação virtual. Neste caminho, surgem diversas incertezas acerca do que pode ser simplificado ou qual detalhe do edifício precisa ser bem representado no modelo, para que os resultados alcançados sejam considerados precisos (WESTPHAL, 2007, p. 18).

Em artigos em que não foram aplicados métodos de calibração, comumente encontram-se etapas de simulação em que “se os resultados da simulação não corresponderem aos dados monitorados reais, o programador normalmente ‘ajustará’ as entradas e os parâmetros operacionais em uma base de tentativa e erro até que a saída do programa corresponda aos dados medidos” (SUN; REDDY, 2006, p. 177).

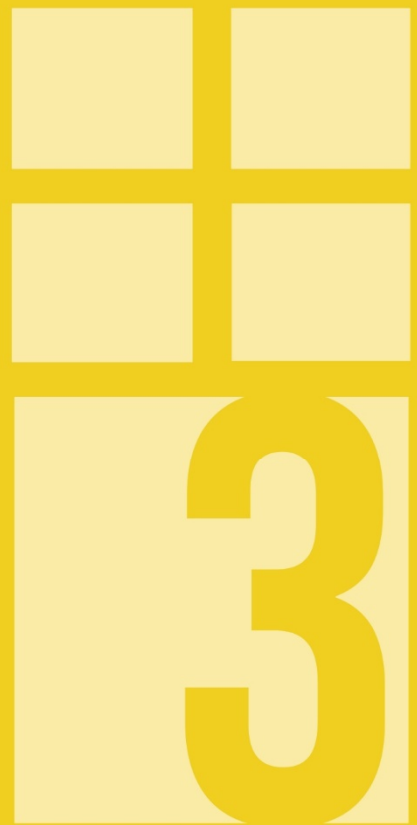
Monetti (2015) desenvolveu uma metodologia de calibração composta por quatro etapas. O objetivo de calibração refere-se ao processo de encontrar os valores ideais dos parâmetros aplicados nos modelos de simulação, para um melhor desempenho energético do edifício. A primeira etapa consiste em modelar o edifício com condições padrões. O passo 2 refere-se à coleta de dados por monitoramento em condições reais de condições climáticas para comparar com os dados do arquivo climático utilizado no programa de simulação. Em seguida, o passo 3 otimiza os dados da modelagem para minimizar o erro, variando diferentes parâmetros em cada execução, como ganhos de calor, características do sistema construtivo, entre outros para reduzir a diferença entre os dados medidos na etapa 2 e os dados de saída do modelo de simulação. Por último, o passo 4 analisa os dados de saída a partir dos coeficientes de erro médio de polarização, erro médio quadrático da raiz (RMSE) e coeficiente de variação do RMSE.

As condições de conforto são avaliadas por diversos índices, conhecidos como índices de longo-termo, que variam a depender do objetivo da pesquisa por sua singularidade, a fim de representar melhor o contexto e diferentes condições climáticas. Uma revisão de 15 índices para avaliação de conforto térmico foi desenvolvida por Carlucci e Pagliano (2012) e reúne os principais métodos disponíveis, baseados em índices simétricos e assimétricos (ENESCU, 2017; SILVA; GHISI; LAMBERTS, 2016; CARLUCCI; PAGLIANO, 2012;).

Na pesquisa de Carlucci e Pagliano (2012), os métodos foram divididos em quatro grupos e são baseados no cálculo de balanço térmico, parâmetros comportamentais, em modelos de conforto específico, como por exemplo, o modelo de Fanger, expressa em PMV, ou o modelo adaptativo, a partir da temperatura operativa. Os critérios podem ser PPD ponderado, PPD acumulado, graus-hora, entre outros, como o *ExceedanceM*. Os principais métodos utilizados atualmente são: o método do percentual de horas de desconforto por calor e por frio, e o método de graus-hora para resfriamento e para aquecimento. Os autores comentam ainda que os índices de conforto não expressam todas as condições de conforto encontradas no edifício, devendo-se tomar cuidado na escolha e na maneira de usá-los no processo.

Já em 2016, os autores Silva, Ghisi e Lamberts também reuniram os principais métodos disponíveis e avaliaram 37 diferentes índices de conforto térmico a longo prazo para avaliar o desempenho térmico de acordo com o padrão da ASHRAE 55, baseados em PMV, PPD e SET (temperatura efetiva padrão). Nesta pesquisa, os autores confirmaram que a escolha de um dos índices é muito difícil em alguns aspectos, podendo ser escolhidos dois ou mais índices ao mesmo tempo para permitir uma correta avaliação em diferentes casos por levar a diferentes resultados (SILVA; GHISI; LAMBERTS, 2016).

Segundo os autores, os padrões de conforto mais recentes como ISO 7730, ASHRAE Standard 55, EN 15251 contêm alguns índices comuns de longo prazo para avaliação de desempenho, entretanto nenhuma das normas recomenda um índice de longo termo específico para a avaliação. Após avaliar os índices que melhor representam as condições de conforto em modelos de simulação, Silva, Ghisi e Lamberts (2016) recomendam o uso de três índices simultaneamente para uma melhor avaliação de desconforto. O índice 16, que representa as horas excedentes de temperatura operativa; o índice 28, que representa o critério de Graus-hora para resfriamento e para aquecimento e o índice 37, que representa o Graus-hora ponderado por PPD.

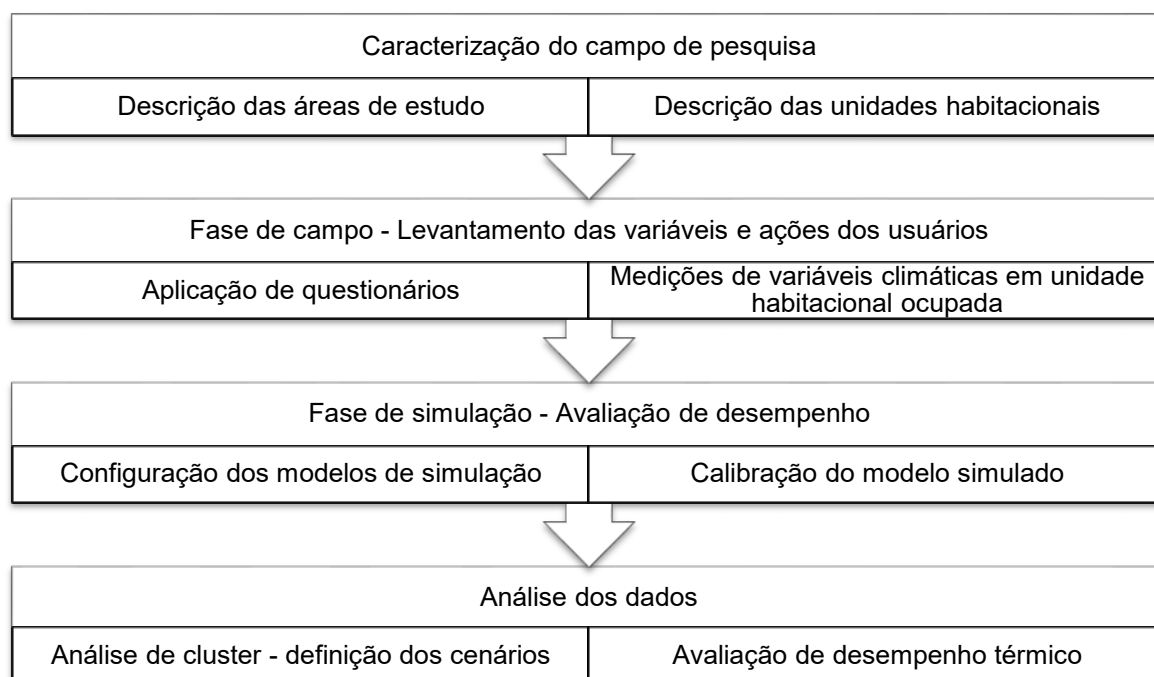


PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, serão propostas duas fases: a primeira fase experimental, resultante de uma avaliação pós-ocupação, como ferramenta de levantamento do comportamento dos usuários, e a segunda fase de simulação, em modelos resultantes da combinação com outros parâmetros a serem analisados. Foram definidos cinco procedimentos principais: 3.1 - caracterização do campo de pesquisa; 3.2 - instrumentos para levantamento das variáveis e ações dos usuários, 3.3 - configuração dos modelos de simulação, 3.4 - avaliação de desempenho térmico e 3.5 - análise da influência das ações dos usuários.

Quadro 2 - Esquema dos procedimentos metodológicos



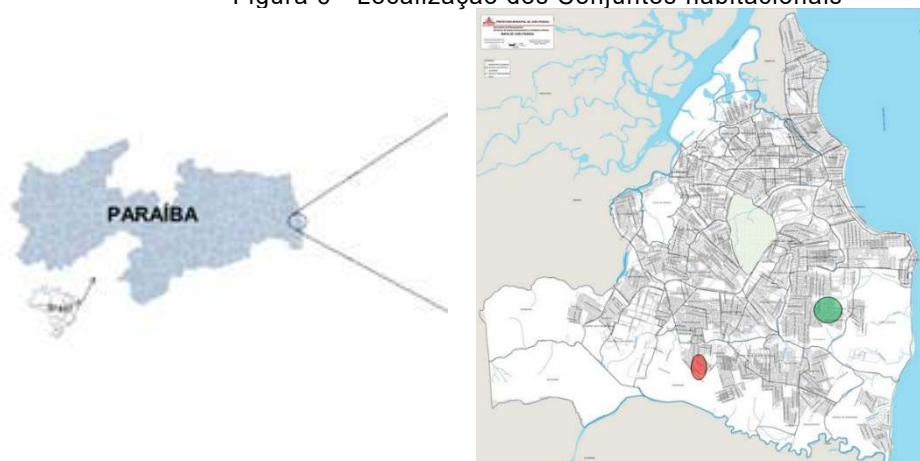
Fonte: Autor

3.1. Caracterização do campo de pesquisa

A caracterização dos modelos resulta da fase experimental, onde foi realizado um estudo de campo em tipologias de unidades autônomas de habitação de interesse social no clima quente-úmido. Duas áreas serão utilizadas neste estudo: o conjunto

Gervásio Maia e o conjunto Cidade Verde, ambas na zona sul da cidade de João Pessoa conforme Figura 6 abaixo.

Figura 6 - Localização dos Conjuntos habitacionais



Legenda: Marco vermelho – Conjunto Gervásio Maia
Marco verde – Conjunto Cidade Verde

Fonte: Adaptado de PMJP, 2017

O conjunto Gervásio Maia, primeira área estudada, foi escolhido como objeto de análise pela sua extensão e alto número de habitações em condições originais. O conjunto está localizado na zona sul do município de João Pessoa – Paraíba. É formado por 1.336 habitações unifamiliares e foi entregue em 2007 pela prefeitura municipal, como pode ser observado na Figura 7. Inicialmente, foi aplicado um estudo piloto, realizado em fevereiro de 2017. Após revisões e alterações nos questionários, o levantamento de dados foi iniciado com os questionários em sua versão final.

Figura 7 - Mapa do conjunto Gervásio Maia



Fonte: Adaptado de PMJP, 2017

Os dados foram coletados no conjunto Gervásio Maia, a partir da aplicação de um questionário por residência, em visitas realizadas entre os meses de março e maio de 2017. Entretanto foi encontrada muita resistência dos moradores para responder os questionários. Pelas dificuldades encontradas na fase de estudo de campo em coletar os dados, foi necessário mudar o estudo de caso para um outro conjunto de habitações de interesse social mais acessível. Foi escolhido o conjunto Cidade Verde, que foi entregue em 2002, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Mapa do Conjunto Cidade Verde



Fonte: Google Earth, 2018

O conjunto Cidade Verde, possui 5.600 unidades habitacionais e foi entregue em períodos distintos entre 2008 e 2014, pela Secretaria do Estado da Paraíba, pela Companhia de Habitação Popular – CEHAP. A Área destacada em vermelho na Figura 8, indica algumas das unidades que ainda permanecem sem grandes alterações em relação ao modelo original, pois foram entregues por último.

3.1.1. Caracterização da habitação – Tipo A Área Gervásio Maia

O tipo original da unidade habitacional autônoma (UH) do Conjunto Gervásio Maia, possui 37,22 m², com os seguintes ambientes: 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro e

2 quartos, como pode ser observado na Figura 9. A edificação é térrea e possui a cobertura em duas águas, e caracteriza-se como edificação ventilada naturalmente.

Figura 9 - Planta-baixa unidade Gervásio Maia



A partir de pesquisas desenvolvidas na área de estudo por Vale (2012), foi possível identificar as características construtivas do modelo original, que posteriormente foi confirmado nas visitas realizadas no local. A autora realizou o levantamento a partir de informações coletadas em instituições públicas, visita “*in loco*”, e com a aplicação de questionários. A tipologia da habitação tipo A é caracterizada com paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos de 08 furos rebocadas com argamassa de cimento, areia e cal, pintada com cal. O piso interno é do tipo cimento queimado.

Os fechamentos opacos horizontais mais comumente encontrados, eram compostos por telha cerâmica com estrutura de madeira, sem forro. As portas externas são de madeira maciça e as portas internas do tipo madeira semi-oca sem revestimento. As janelas dos quartos e da sala, são de madeira maciça com venezianas fixas e as janelas do banheiro e da cozinha são uma esquadria com moldura de madeira e vidro, tipo pivotante.

É importante destacar que, durante o processo de coleta de dados no Gervásio Maia, foram recorrentes as unidades observadas que não continham portas internas. Ao questionar alguns moradores durante as visitas, foi relatado que não havia as referidas portas desde o seu recebimento, ou seja, muitas unidades foram entregues sem portas de quarto ou banheiro.

3.1.2. Caracterização da habitação – Tipo B Área Cidade Verde

A unidade habitacional (UH) do Conjunto Cidade Verde, que será tratado como caso base, possui 35,27 m², com os seguintes ambientes: 1 sala, 1 terraço, 1 cozinha, 1 banheiro e 1 quarto. Da mesma forma, também se caracteriza como uma edificação térrea, com telhado em duas águas e ventilada naturalmente.

Figura 10 - Planta baixa unidade Cidade Verde



Fonte: Autor

Durante as visitas realizadas no bairro para aplicação dos questionários, foi possível o acesso a uma das unidades habitacionais ocupadas, que foi definida como modelo base, para realizar o levantamento físico e posteriormente, medições das variáveis climáticas.

Figura 11 - Planta baixa do modelo base - Cidade Verde



Fonte: Autor

Para exemplificar melhor as alterações dos usuários, foi realizado o registro fotográfico da unidade, como mostra a Figura 12. Infelizmente não foi uma unidade original, mas foram identificadas poucas alterações: mureta lateral no terraço (1); forro de gesso na sala e no quarto (2); cobertura da área de serviço (3) e fechamento do lote com muro (4).

Figura 12 – Alteração no modelo base - Cidade Verde

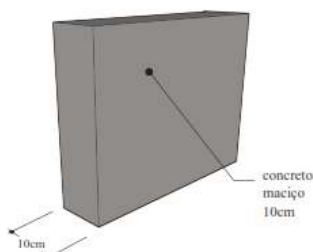


Fonte: Autor

As características construtivas foram identificadas a partir do levantamento que foi realizado em agosto de 2017. Os fechamentos opacos verticais são compostos de placas de concreto maciço com 10 cm de espessura sem reboco somente pintadas com tinta na cor branca, e estruturadas por vigas de concreto de 7x7cm, conforme pode ser observada na Figura 13.

Figura 13 - Descrição do fechamento opaco vertical A - modelo 02 Cidade Verde

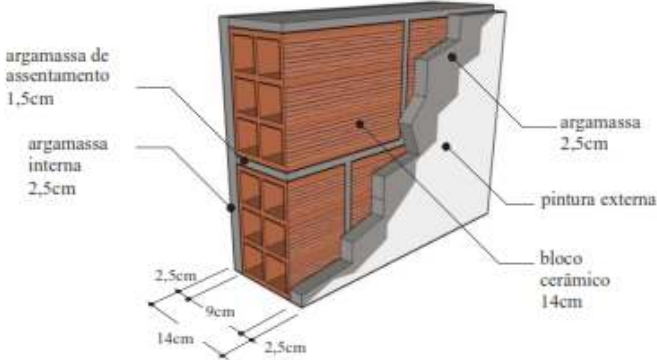
Descrição:		20
Sem revestimento interno		
Concreto maciço 10cm		
Sem revestimento externo		
U	C _T	
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	
4,40	240	



Fonte: INMETRO (2013)

Apenas no banheiro, foram identificados fechamentos opacos verticais distintos, compostos por tijolo cerâmico sem reboco, revestidos somente com pintura interna e externa na cor branca sem reboco, conforme Figura 14.

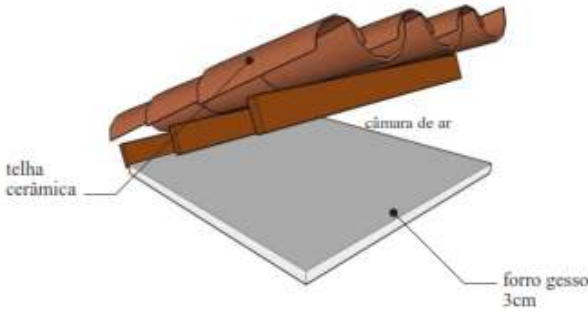
Figura 14 - Descrição do fechamento opaco vertical B - modelo 02 Cidade Verde

Descrição:		9
		
Argamassa interna (2,5cm) Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α)		
U	C_T	
[W/(m ² K)]	[kJ/m ² K]	
2,46	150	

Fonte: INMETRO (2013)

Os fechamentos opacos horizontais são compostos por telha cerâmica com estrutura de madeira sem forro nas zonas: terraço, cozinha e banheiro. Como foi dito anteriormente, no quarto e na sala há presença de forro de gesso comum de 2cm, conforme Figura 15. Por fim, os pisos internos são compostos por cimento queimado.

Figura 15 - Descrição do fechamento opaco vertical B - modelo 02 Cidade Verde

Descrição:		8
		
Forro gesso (3,0cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha cerâmica (1cm)		
U	C_T	
[W/(m ² K)]	[kJ/m ² K]	
1,94	37	

Fonte: INMETRO (2013)

Sobre as esquadrias, as portas externas são de madeira maciça e as portas internas do tipo semi-oca. Já as janelas do quarto e da sala, são de madeira com uma parte em vidro e outra em veneziana fixa, entretanto, as aberturas do banheiro e da cozinha são em combogó.

Figura 16 - Aberturas do caso base



Fonte: Autor

Também foram encontrados elementos de proteção – cortinas de tecido - nas aberturas da sala e do banheiro. Já a abertura da cozinha – combogó - não possuía nenhuma proteção, garantindo o melhor aproveitamento da ventilação natural.

3.2. Instrumentos para levantamento do comportamento dos usuários

No intuito de verificar o comportamento dos usuários de habitações sociais, suas rotinas e hábitos, foram aplicados questionários a um grupo representativo da população em estudo. O cálculo de definição da amostra foi realizado em dois conjuntos habitacionais distintos do município de João Pessoa, conforme explicado anteriormente.

3.2.1. Caracterização da amostra

O Conjunto Gervásio Maia possui o registro de 1.336 unidades habitacionais. A partir de visita ao local e do apoio de técnicos de saúde da Unidade de Saúde da Família – UBS do bairro, foi observado que algumas unidades habitacionais foram reformadas e possuem outros usos, tais como comércio e igreja. A população considerada resultou em 1228 unidades habitacionais. Para o cálculo da amostra, foram considerados os seguintes dados de referência:

Tabela 3 - Cálculo da amostra Gervásio Maia

Descrição	Dados
População	1.228 unidades
Erro amostral	5%
Nível de confiança	95%
Quantidade de variáveis	Seis
Distribuição da população	Mais homogênea
Valor da amostra	205

Já para o cálculo da amostra do Conjunto Cidade Verde, foram considerados os seguintes dados de referência, conforme Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - Cálculo da amostra Cidade Verde

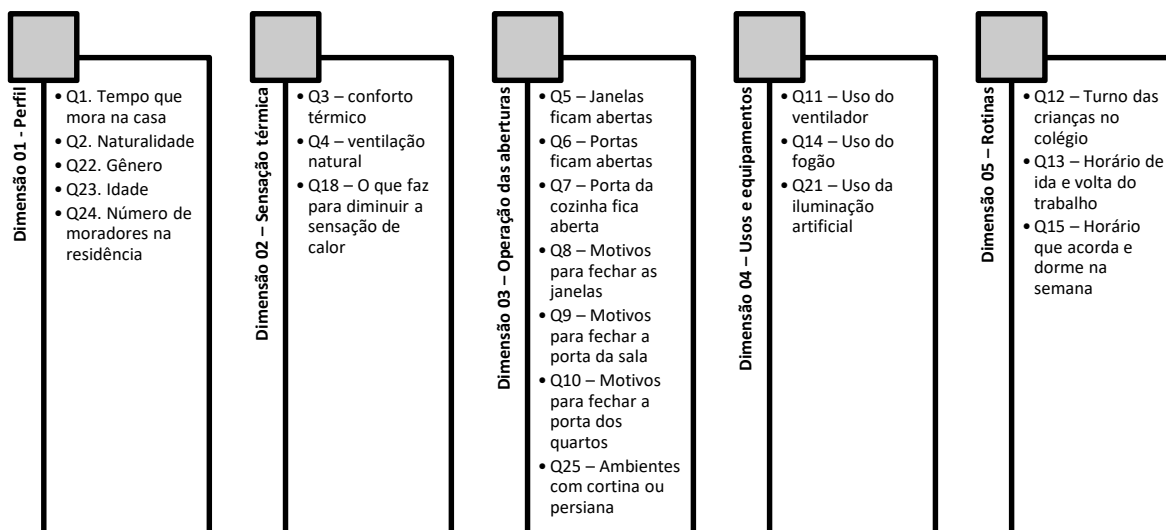
Descrição	Dados
População	4105 unidades
Erro amostral	5%
Nível de confiança	95%
Quantidade de variáveis	Seis
Distribuição da população	Mais homogênea
Valor da amostra	352

Fonte: Autor

Os questionários foram classificados por setor e organizados por período. Desta maneira, os códigos G1_S001 a G1_S043, são relativos ao período de aplicação no conjunto Gervásio Maia. Os códigos G2_S001 a G2_S021 são relativos ao período de aplicação no conjunto Cidade Verde. Os questionários do Conjunto Cidade Verde foram divididos em duas fases, a primeira fase de aplicação ocorreu simultaneamente com o período de medições na unidade de modelo base, referente ao período mais frio indicado pelo arquivo climático TRY, entre junho e agosto de 2017, enquanto a segunda fase de aplicação estava prevista para ocorrer no período considerado mais quente, entre fevereiro e maio de 2018, entretanto se estendeu até agosto de 2018 pela número de questionários definidos na amostra.

O questionário (anexo 3) possui 25 questões entre os tipos abertas, de múltipla escolha e objetivas. As questões se agrupam em cinco dimensões, mas são posicionadas de forma não-sequencial segundo a aplicação do coeficiente de Alfa de Cronbach (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010). A primeira dimensão refere-se ao perfil do usuário, e compreende as questões 01, 02, 22, 23 e 24, conforme Quadro 3 abaixo.

Quadro 3- Dimensões do questionário



Fonte: Autor

A dimensão 02 reúne as questões de sensação térmica, com escala para as questões 03 e 04, baseadas em índices de conforto térmico. As questões 05 a 10, e 25 estão relacionadas aos motivos pelos quais os usuários controlam a abertura e o fechamento das portas e janelas e representam a dimensão 03. As questões da dimensão 04 auxiliam no entendimento das cargas internas geradas relacionadas a usos e equipamentos e as questões da dimensão 05 definem os horários e rotinas dos ocupantes, e incluem as questões 12, 13 e 15.

3.3. Instrumentos para levantamento das variáveis climáticas

Para a coleta de variáveis climáticas, foram utilizados dois equipamentos de medições simultaneamente: (1) o medidor de stress térmico, conhecido como TGD 200, de marca Instrutherm, e (2) o termo-anemômetro de fio quente, de marca Testo, que são patrimônio do laboratório LabCon/UFPB. O TGD 200, como pode ser observado na Figura 17, foi programado para registrar dados com intervalo de 5 minutos, das medições de bulbo seco, bulbo úmido, temperatura de globo e efetua o cálculo de IBUTG interno e externo. O equipamento possui uma precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de precisão e pode ser utilizado em ambientes com temperaturas de -5°C a 60°C .

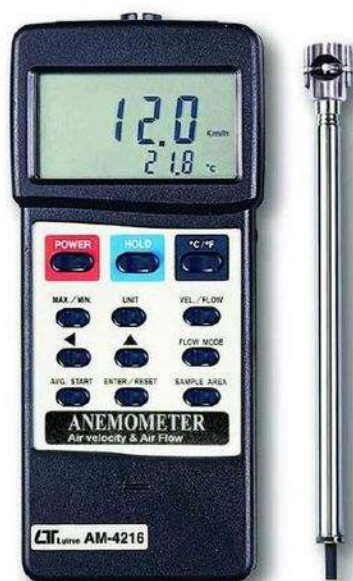
Figura 17 - Medidor de stress térmico TGD 200



Fonte: Instrutherm

Para a complementação das variáveis climáticas, foi utilizado o anemômetro digital de fio quente, que registrou dados de temperatura e velocidade do ar interno em baixo fluxo. O anemômetro, modelo AM-4216, possui precisão de $\pm 2\%$ e intervalo de alcance de velocidade de 0,4 m/s a 30,0 m/s.

Figura 18 - Anemômetro digital AM-4216

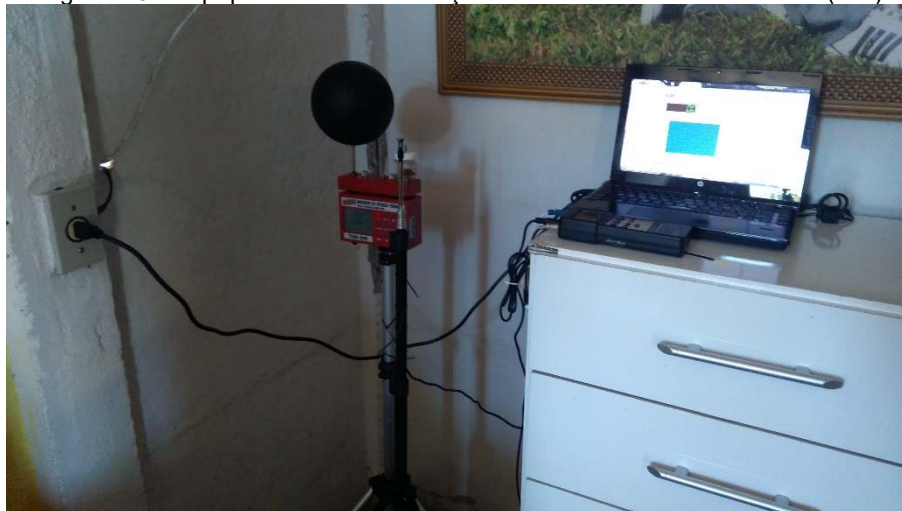


Fonte: Vectus

Os dois aparelhos foram associados a dois tripés independentes, entretanto foram posicionados lado a lado, na extremidade da sala, para não se tornar um obstáculo ou risco para a criança dentro do ambiente, apesar de recomendações normativas para o equipamento ser posicionado o mais próximo do ponto central do

ambiente. A altura definida para o posicionamento dos equipamentos seguiu a recomendação do manual de 1,10m, conforme Figura 19.

Figura 19 - Equipamentos de medição instalados no modelo base (MB)



Fonte: Autor

Para garantir o período de medição de sete dias, os dois equipamentos ficaram ligados ao computador que registrava os valores medidos em um arquivo de banco de dados em tempo real. O computador, também patrimônio do laboratório LabCon/UFPB, ficou conectado a uma fonte de energia durante todo o período para garantir o arquivamento dos valores medidos sem interrupção.

3.4. Análise dos dados do estudo de campo

Após aplicação dos questionários, os dados foram tabulados no software Microsoft Office Excel versão 2016, e adicionados a um quadro geral em uma única tabela em que todas as respostas foram codificadas em números, para posterior leitura no programa estatístico utilizado para análise dos dados. A análise foi desenvolvida com o auxílio do software estatístico IBM SPSS Statistics v. 26.0, ano 2017, e ocorreu em 3 etapas: análise por estatística descritiva, análise por referência cruzada e análise por agrupamento.

3.4.1. Análise por estatística descritiva

A primeira etapa de análise de dados refere-se a uma avaliação inicial, onde foi adotado o uso de Estatística Descritiva para descrever um conjunto de dados

relativos às variáveis estudadas. As questões foram divididas em quatro grupos por tipo de questão. As questões com respostas abertas relacionadas ao perfil do entrevistado, foram agrupadas no grupo 01. O segundo grupo é formado por questões de múltipla escolha, que foram organizadas separadamente e analisadas em conjunto, considerando sim (1) ou não (0) para as opções assinaladas.

Quadro 4 – Agrupamento de questões por tipo de análise

Grupo 01 - Perfil •Q1 - Tempo que mora na casa •Q2 - Naturalidade •Q22 - Gênero •Q23 - Idade •Q24 - Número de moradores
Grupo 02 – Questões de múltipla escolha •Q8 – Motivos para fechar as janelas •Q9 – Motivos para fechar as portas •Q10 – Motivos para fechar a porta da cozinha •Q18 - Diminuir a sensação de calor
Grupo 03 – Questões abertas •Q5 – Horário que a janelas ficam abertas •Q6 – Horário que a porta da sala fica aberta •Q7 – Horário que a porta da cozinha fica aberta
Grupo 04 – Questões objetivas •Q11 – Uso do ventilador •Q14 – Uso do fogão •Q17 – Ambiente que costuma ficar •Q19 – Ambientes que dormem

Fonte: Autor

O terceiro grupo são as questões abertas, relacionadas aos horários que os moradores acordam, dormem, saem e voltam do trabalho. Estas questões foram codificadas a cada nova resposta observada nos questionários, resultando em quantidades de opção distintas em função de cada questão. E o quarto grupo são as questões objetivas, com opções de respostas pré-determinadas.

3.4.2. Análise por referência cruzada

A segunda etapa foi Referência Cruzada, quando se pôde comparar respostas de questões distintas que possuíam correlação. Nesta etapa, as questões foram

agrupadas por frequência de respostas ou por respostas interdependentes identificadas durante a aplicação dos resultados.

3.4.3. Análise por agrupamento

A análise por agrupamento é um grupo de técnicas multivariadas, também conhecida como: Análise Q, construção de tipologia, análise de classificação, ou método de Cluster. A análise de agrupamento é usada para: identificar grupos naturais dentro dos dados; simplificação de dados e identificação de relações. A técnica pode ser da classe dos modelos hierárquicos ou não-hierárquicos. No primeiro caso, é baseada na análise dos dados por homogeneidade, resultando em aproximação de casos por alguma medida de similaridade ou de distância entre os objetos a serem agrupados (HAIR *et al.*, 2009).

Esta é uma das técnicas multivariadas que se deve ter mais cuidado com as variáveis selecionadas. Em técnicas multivariadas, geralmente o processo de estimação desenvolve pesos para cada variável, entretanto, na análise de cluster, as variáveis não são ponderadas, tornando fundamental que o pesquisador entenda as implicações conceituais e práticas da inclusão e exclusão de variáveis de análise.

As medidas de similaridade, podem ser medidas correlacionais, medidas de associação ou medidas de distância. A última é a forma mais usada e pode ser dividida entre: distância euclidiana, euclidiana quadrada, city-block, Chebychev e Mahalanobis (D^2). No processo hierárquico, os cinco algoritmos mais conhecidos são: ligação simples, ligação completa, ligação média, método centroide e método de Ward.

Considerando que os dados não são determinados ou conhecidos, optou-se por utilizar a técnica hierárquica com a distância euclidiana e o algoritmo de Ward para a construção do número de agrupamentos de acordo com os dados gerados e as variáveis que melhor representem o comportamento dos usuários, e não a definição prévia da quantidade de agrupamentos que serão utilizados.

O método de Cluster servirá como base para organizar os dados de maneira que faça sentido, agrupando os dados segundo características comuns entre eles. Para avaliar a precisão, será utilizada a análise discriminante, ou ANOVA, para verificação dos dados intra-grupos e inter-grupos. Dependendo da quantidade de grupos formados, poderá ser apresentado em forma de dendograma ou por agrupamentos aninhados.

3.5. Configuração dos modelos de simulação

O programa de simulação adotado foi o *Design Builder v.6*, pacote *Architectural Single Annual* (DESIGNBUILDER, 2016) por ser um dos principais programas utilizados no Brasil e utilizar a calculadora do Energy Plus, além de aceitar o formato (.EPW) de base de dados relativo a um TRY. O programa é recomendado pelo Procel Info e foi validado por Costa (2013). Segundo Santo, Alvarez e Nico-Rodrigues (2013) a validação é a forma de verificar a precisão dos resultados obtidos no programa, sendo utilizado para tal o método de validação da ASHRAE Standard 140, o *Building Energy Simulation test – BEStest*.

Os principais dados de saída do programa Design Builder são: cálculo de carga térmica, análise do consumo de energia elétrica, cálculo de PMV, cálculo de PPD, temperatura operativa, entre outros, gerados a partir planilhas, gráficos e tabelas e podem ser calculados com dados horários, diários, mensais ou anuais. Podem ser modelados edifícios com sistemas de condicionamento de ar artificiais ou edifícios naturalmente ventilados.

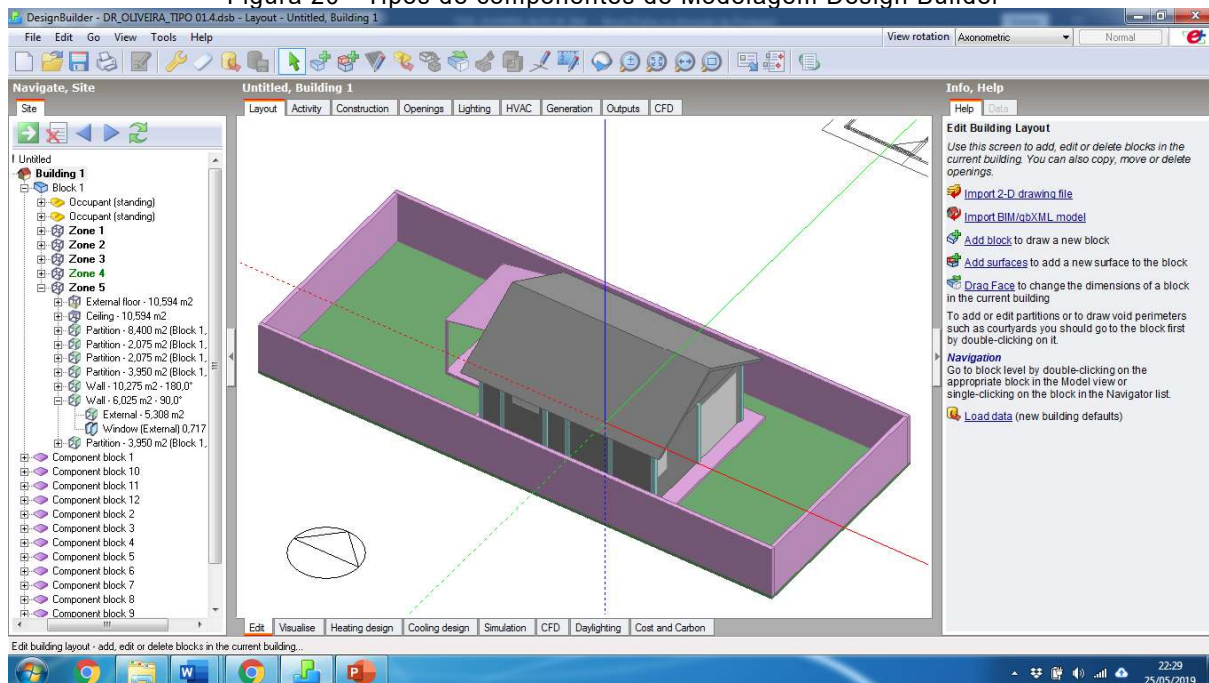
Os arquivos climáticos serão adotados por possuírem medições horárias dos anos típicos de referência por serem gerados a partir do método de *Test Reference Year* (TRY), que trata dados reais de uma série representativa de 10 anos. Cada arquivo possui 8760 horas de dados, relativos ao período de um ano (BARELLI, BIDINI e PINCHI, 2009, RORIZ, 2012). Os TRY utilizados foram formatados pelo grupo de pesquisadores da ANTAC e estão disponíveis para *download* no site do LABEEE-UFSC, para garantirmos o mesmo padrão de tratamento de dados de entrada.

3.5.1. Modelagem e Componentes construtivos

No programa Design Builder, foram utilizados os três tipos de componentes construtivos disponíveis: building block, outline block e component block. O building block foi utilizado para o edifício, com a partição das zonas térmicas que representam as divisões de ambientes internos: terraço, sala, quarto, cozinha e banheiro, ou seja, cada ambiente é considerado um zona térmica distinta, conforme NBR 15.575 (ABNT, 2013). Somente a área de serviço e o muro, por ser coberta por telha de fibrocimento,

foi modelada com component block, que são estruturas volumétricas que não contêm zonas mas são incluídas no cálculo térmico, representadas na Figura 20, pela cor rosa.

Figura 20 - Tipos de componentes de Modelagem Design Builder



Fonte: Autor

As propriedades térmicas dos componentes construtivos foram utilizadas a partir dos dados disponibilizados pela norma de desempenho NBR 15.220 – parte 2 (ABNT, 2005). Para as composições de materiais de vedação que não estavam disponíveis nesta norma, as propriedades térmicas foram calculadas utilizando o software Projeteo, desenvolvido pelo Labee, que indica a Resistência térmica total, atraso térmico (horas), a Capacidade térmica ($\text{kJ/m}^2 \cdot \text{K}$) e Transmitância térmica ($\text{W/m}^2\text{K}$) dos componente construtivos em função das camadas de materiais que são adicionadas. A Tabela 5, indica as propriedades dos fechamentos opacos verticais que foram aplicados em zonas distintas, como explicado anteriormente, sendo PA a parede de concreto maciço e a PB a parede de tijolos com cerâmica interna.

Tabela 5 - Propriedades dos fechamentos opacos verticais

Código	Descrição	Rt Total	Ct [kJ/(m ² · K)]	U [W/(m ² · K)]	φ [horas]
PA	Parede de concreto maciço Camada 1 = pintura externa Camada 2 = concreto Camada 3 = pintura interna Espessura total da parede: 10,0 cm	0,23	240	4,4	2,3

PB	Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão. Dimensões do tijolo: 9,0x 19,0x 19,0 cm Camada 1 = pintura externa Camada 2 = tijolo Camada 3 = cerâmica com argamassa Espessura total da parede: 15,0 cm	0,41	106,5	2,4	5,0
----	---	------	-------	-----	-----

Fonte: Adaptado de Projeteer

Sobre os fechamentos opacos horizontais, foram indicados dois tipos, sendo o código CA referente a cobertura de telha cerâmica sem forro, e o código CB para a cobertura em telha cerâmica com forro em placas de gesso de 2cm, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Propriedades dos fechamentos opacos horizontais

Código	Descrição	Rt Total	Ct [kJ/(m². K)]	U [W/(m². K)]	Φ [horas]
CA	Telha cerâmica com estrutura de madeira sem forro. Camada 1 = câmara de ar >5cm Camada 2 = telha cerâmica	0,36	18,4	2,8	0,0
CB	Telha cerâmica com estrutura de madeira e forro de gesso em placas. Camada 1 = forro de gesso 2cm Camada 2 = câmara de ar >5cm Camada 3 = telha cerâmica	0,42	34,1	2,4	1,2

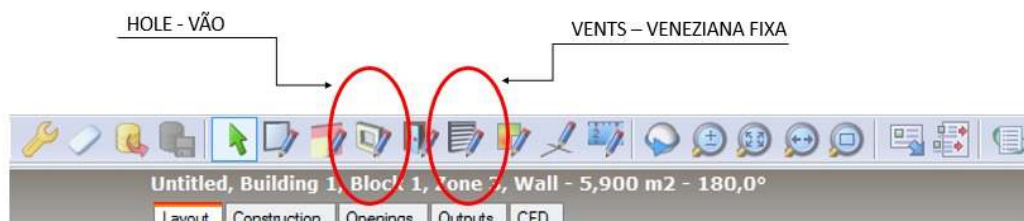
Fonte: Adaptado de Projeteer

3.5.2. Tipos de abertura

Em relação às aberturas, foram utilizados quatro tipos de comandos para modelagem dentro do programa, compatíveis com os modelos verificados no levantamento físico do modelo base. Desta maneira, as janelas da sala e do quarto são de madeira com veneziana fixa e área de vidro, e as portas externas e internas são de madeira do tipo semi-oca. As configurações do programa referente as aberturas foram consideradas fixas em todos os modelos, variando somente o tempo, percentual de área e período de abertura, como pode ser observado na Tabela 30.

O mesmo cálculo foi desenvolvido também para as portas: porta externa da sala, porta interna do quarto, porta interna do banheiro e porta externa da cozinha. Entretanto, o vão entre a cozinha e a sala não possui porta sendo, portanto, modelado como *hole* no programa Design Builder, conforme Figura 21 abaixo.

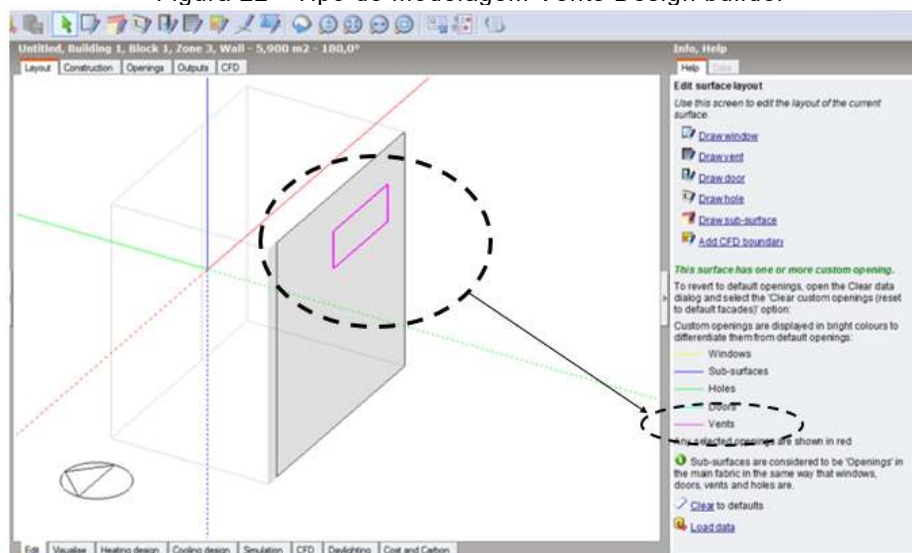
Figura 21 - Tipos de modelagem de aberturas do Design Builder



Fonte: Autor

Já as modelagens das janelas do banheiro e da cozinha, foram desenvolvidas pelo comando *Vents*, que permitem o fluxo de ar, ou seja, a entrada de ventilação natural constante, sem possibilidade de fechamento, representando os combogós existentes, conforme Figura 22 abaixo.

Figura 22 - Tipo de modelagem Vents Design builder



Fonte: Autor

Foram configurados ainda as taxas de renovação por frestas, segundo a norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2015) com valores de 1 Rn/h. Entretanto, para garantir a proximidade com o fluxo de ar observado 'in loco' pela estrutura da cobertura, foram desenhados também vãos de aberturas posicionados no limite superior dos fechamentos opacos verticais, tangentes ao telhado. Pela forma construtiva que a unidade habitacional foi executada, o espaço livre encontrado entre os fechamentos verticais e o fechamento horizontal influenciou na renovação de ar interna a ponto de interferir nos dados de calibração.

3.5.3. Temperatura do solo

Um dos parâmetros adotados no programa de simulação como dados de entrada é a temperatura do solo, que foi determinada com base no manual de uso do programa Design Builder, publicado por Venâncio (2009). Para tal, foram calculadas as médias mensais da temperatura do ar externa do arquivo climático e diminuídos 2°C para cada mês. Os valores de temperatura do solo utilizados são:

Tabela 7 - Temperaturas do solo adotadas

Mês	Temperatura (°C)
Janeiro	25,09
Fevereiro	25,71
Março	25,04
Abril	24,29
Maio	23,68
Junho	22,65
Julho	22,17
Agosto	22,23
Setembro	23,58
Outubro	24,13
Novembro	24,71
Dezembro	24,96

Fonte: Autor

3.5.4. Calibração da modelo de simulação

O processo de calibração do modelo de simulação tem como objetivo promover os ajustes necessários na caracterização do modelo e a aplicação adequada de dados de entrada do programa de simulação para que este seja representado de forma mais aproximada às condições reais de desempenho térmico e energético da edificação que está sendo estudada. Para Westphal (2007), “o nível de precisão necessário depende da análise para a qual a simulação é designada”.

Dentro deste contexto, foram coletados dados de variáveis climáticas no caso base, tais como temperatura, umidade, ponto de orvalho, direção e velocidade dos ventos, entre outros, para que pudesse ser comparado com os dados de saída do programa de simulação afim de verificar a proximidade dos resultados a situação real.

Os dados climáticos internos reais foram coletados em dois períodos distintos. O primeiro período ocorreu entre os dias 15 de agosto e 22 de agosto de 2017, considerando 3 dias antes e 3 dias depois do dia 18 de agosto, que se caracteriza como o dia típico de inverno do arquivo climático TRY de João Pessoa. O segundo

período de medições ocorreu entre os dias 19 e 24 de fevereiro, apesar do dia típico de verão ter sido definido por dia 28 de fevereiro. A mudança ocorreu porque a casa não estava disponível no período adequado, pois a família já tinha uma viagem marcada.

A calibração do caso base foi utilizada como referência para os demais modelos de simulação, a partir do confrontamento dos dados simulados com os dados resultantes de medições feitas “*in loco*”, como forma de validação das propriedades térmicas aplicadas no modelo de simulação, bem como dimensões e demais características construtivas que serão fixas e não serão avaliadas nesta pesquisa, apesar de ter influência sobre o desempenho térmico da edificação.

3.6. Avaliação de desempenho térmico

Nesta etapa, foram avaliados a eficiência e precisão dos perfis de comportamento definidos por agrupamento anteriormente. Para tal, pretende-se simular o modelo base, sem variação dos sistemas construtivos e tamanho das aberturas, apenas variando as rotinas dos diferentes perfis definidos e verificar o impacto no desempenho térmico.

O modelo também foi simulado com as recomendações da norma 15.575 (ABNT, 2013) para comparação com a influência dos ocupantes. A norma recomenda que, para a avaliação de desempenho pelo método de simulação, os modelos sejam simulados sem a presença de fontes internas de calor, isto é, sem ocupantes, sem iluminação, sem equipamentos em geral. Desta maneira, não há variação de operação de aberturas de portas e janelas, posto que não são considerados ocupantes.

Para a avaliação dos dados de saída dos modelos de simulação, pretende-se utilizar uma combinação dos principais índices justificados anteriormente. Para uma melhor compreensão da influência dos ocupantes sobre o desempenho térmico das habitações de interesse social, serão observados os resultados segundo o índice de conforto de De Dear, o método de Graus-hora para resfriamento e o método de Percentual de horas de desconforto utilizando a temperatura operativa.

A escolha do índice de De Dear para a avaliação de desempenho térmico está fundamentada em um estudo comparativo de diversos índices de conforto para as condições climáticas de Natal – RN, por ser uma cidade com certa proximidade física e, também com baixa latitude como João Pessoa. De acordo com os resultados

obtidos por Negreiros (2010), o índice de De Dear e Brager (2002) é o mais recomendado para análise de desempenho. Segundo a autora:

além de se tratar de índice adaptativo (leva em consideração o princípio de acomodação do indivíduo ao ambiente), considerar a influência da temperatura radiante média, utilizando a temperatura operativa para cálculo de conforto e utilizar a diferença entre temperatura radiante e temperatura do ar na equação para aumento da temperatura de calor em decorrência do uso da velocidade do ar, este índice se mostrou mais sensível as alterações das variáveis apresentando maiores modificações na ocorrência de horas dentro das zonas térmicas e cobrindo a maior faixa de zonas térmicas (NEGREIROS, 2010).

Para a aplicação do índice de De Dear e Brager (2002), serão utilizados os seguintes dados de saída dos modelos de simulação: temperatura do ar interna, temperatura operativa, temperatura radiante e temperatura externa do ar. O modelo considera quatro zonas principais, a partir da equação abaixo:

$$T_{\text{conforto}} = 0,31 \times T_{\text{ar}} + 17,8$$

(Equação 3)

Onde:

T_{conforto} = temperatura de conforto base

T_{ar} = temperatura do ar externa

A partir da temperatura de conforto, também denominada de temperatura neutra, os valores foram divididos em quatro zonas, considerando um intervalo de 2,5°C em relação a esta temperatura. A partir da tabela abaixo, pode-se verificar um exemplo dos limites a serem adotados, considerando os dados horários de temperatura do ar interna, temperatura do ar e temperatura operativa, assim como a temperatura do ar externa. No exemplo, demonstrado na Tabela 8, a temperatura neutra considerada foi de 26°C, portanto, pode-se observar como se comportam as faixas de conforto e as faixas de conforto com ventilação, que serão ajustados a cada hora, totalizando 8760 dados para um ano, a partir dos dados de saída dos modelos simulados hora a hora.

Tabela 8 – Exemplo de zonas de conforto pelo índice de conforto de De Dear

Zona 1 Frio (°C)	Zona 2 Conforto (°C)	Zona 3 Conf+ventilação (°C)	Zona 4 Quente (°C)
$T_o < 23,4$	$23,4 < T_o < 28,4$	$28,4 < T_o < 31,0$	$T_o > 31,0$

Fonte: Autor

Para o método de avaliação por Graus-hora por resfriamento, foram utilizados os dados de temperatura operativa. O cálculo foi realizado hora a hora, considerando a temperatura neutra, conforme recomendações da ASHRAE (2010).

Este método permite a observação do excedente da temperatura em relação a uma temperatura base, que varia de acordo com a temperatura externa. A equação de Graus hora para Resfriamento foi adaptada para a aplicação com os dados horários da variável resposta, a temperatura operativa, como pode ser observada abaixo.

$$\text{Grau-hora} = \sum (T_o - T_{\text{base}}) > 0$$

(Equação 4)

Onde:

T_o = temperatura Operativa

T_{base} = temperatura de referência limite de conforto

Não foi aplicado o índice de Graus-hora para aquecimento, em função da zona climática em que está inserida a cidade de João Pessoa não receber recomendação para esta análise pelas condições climáticas geralmente indicarem sensações de desconforto por calor e nunca por frio.



ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O capítulo 4 reúne os principais resultados de cada etapa desenvolvida nesta pesquisa, seguindo o processo explicado no capítulo de procedimentos metodológicos. Para melhor compreensão, foi dividido em resultado da fase de teste do questionário em campo, para validação e adaptação às condições encontradas no objeto de estudo. Em seguida, foram definidos os padrões de ocupação resultantes da análise estatística sobre os dados resultantes da aplicação do questionário, com a construção das rotinas de uso de aberturas e ocupação em diferentes tipos de famílias. A terceira análise refere-se aos resultados da calibração do modelo de simulação considerando os dados de medições reais e, por fim, a análise e discussão das avaliações de desempenho térmico resultantes das simulações desenvolvidas com os padrões definidos a partir do estudo de campo, considerando a modelagem do caso base que foi calibrado.

4.1. Resultados da aplicação do estudo piloto

Na etapa de levantamento das variáveis, para a aplicação do questionário foi selecionado um conjunto habitacional que pudesse ser representativo, considerando o tipo de amostra pretendida, com dados sobre famílias de habitação de interesse social. Após a construção do modelo de questionário a ser utilizado, foi recortada uma parte da amostra calculada do conjunto Gervásio Maia para fins de validação, sendo avaliados: o tempo de aplicação; a relação entre as questões abertas e questões de confirmação de respostas indiretas; as hipóteses de alternativas indicadas nas questões de múltipla escolha; assim como a compreensão da linguagem e interpretação dos objetivos de cada pergunta, para que pudessemos obter respostas coerentes e válidas para uma posterior avaliação.

O processo de coleta de dados deu-se pela aplicação dos questionários em visitas presenciais em cada unidade habitacional, com o critério de obter-se um questionário por lote, independentemente do número de moradores. Para alcançar este objetivo, foi realizado um estudo piloto em fevereiro de 2017. Na Figura 23, que

mostra o conjunto Gervásio Maia, pode-se observar as unidades selecionadas para a aplicação do questionário de validação do questionário com o estudo piloto.

Figura 23 – Mapa da área 1 com unidades selecionadas para validação



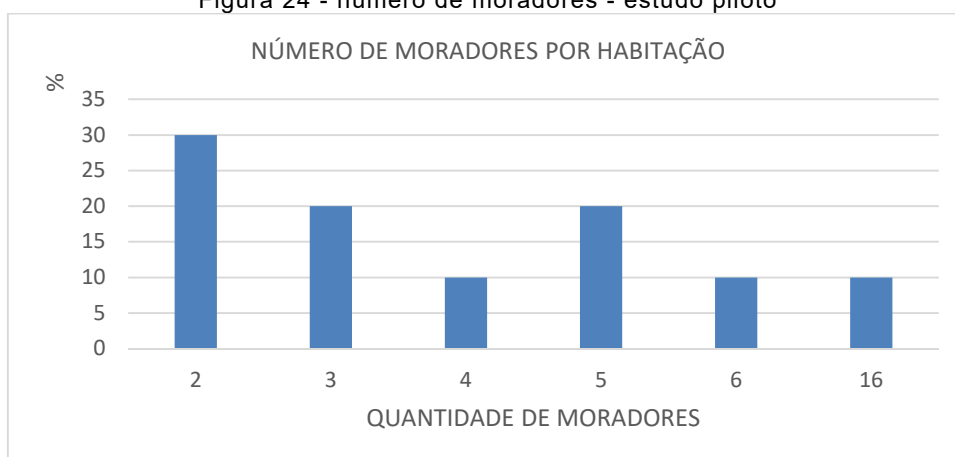
Fonte: Adaptado de PMJP, 2017

4.1.1. Análise dos dados sob o ponto de vista descritivo

A partir da análise por estatística descritiva, foram observadas as questões que atendiam ao objetivo de coletar dados sobre o comportamento dos usuários, assim como a forma como os usuários interagem com as aberturas. Algumas questões indicaram dificuldade na interpretação pelo usuário, gerando a necessidade de correção. Em outras questões, principalmente de múltipla escolha, foram observadas que as alternativas não abrangiam as respostas recorrentes, que refletem as especificidades do local, tais como o motivo de fechar as janelas por volta das 17hs: mosquitos, que não era uma alternativa inicial, entretanto surgiu como justificativa no campo outros, em grande número.

Os dados foram tabulados para avaliação por estatística descritiva no programa IBM SPSS Statistics v. 26.0, como pode ser observado abaixo. Sobre o gênero, todas as entrevistadas eram mulheres. Sobre a quantidade de moradores por unidade, foi identificada uma variação de 2 a 16 moradores por unidade, conforme Figura 24. O maior percentual foi de 2 moradores por unidade, seguido por 5 moradores por unidade.

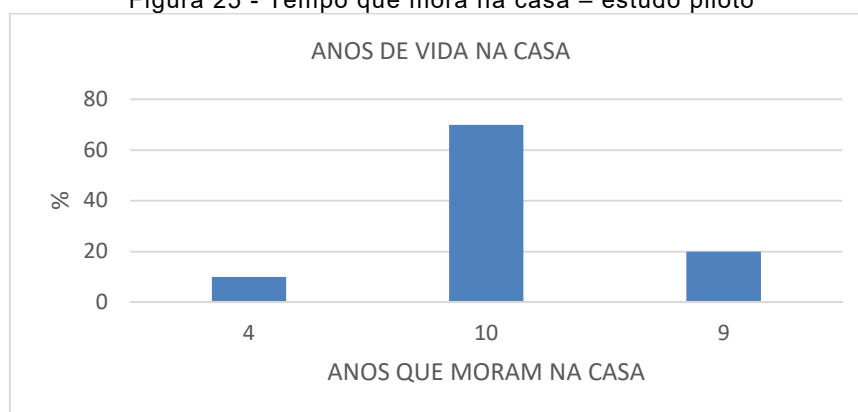
Figura 24 - número de moradores - estudo piloto



Fonte: Autor

Em relação a questão sobre o tempo que mora na casa, a maior parte dos ocupantes mora há 10 anos na casa, que corresponde ao tempo que o conjunto Gervásio Maia foi entregue, como pode ser observado na Figura 25.

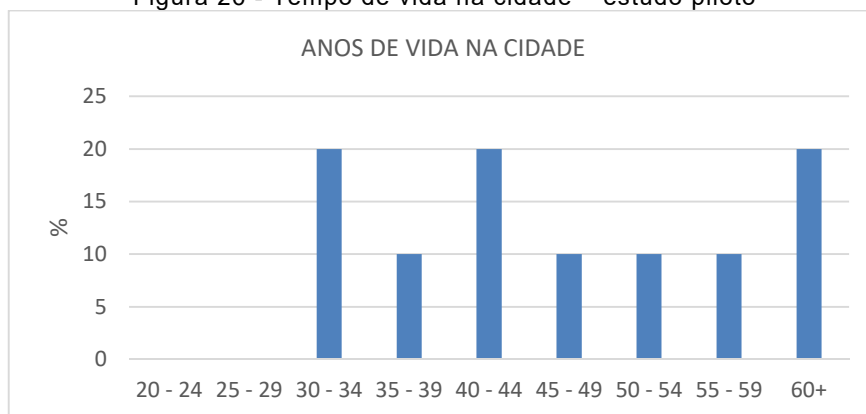
Figura 25 - Tempo que mora na casa – estudo piloto



Fonte: Autor

Sobre a adaptabilidade ao clima, todos os ocupantes responderam que moravam na cidade há mais de 30 anos, como pode ser observado na Figura 26.

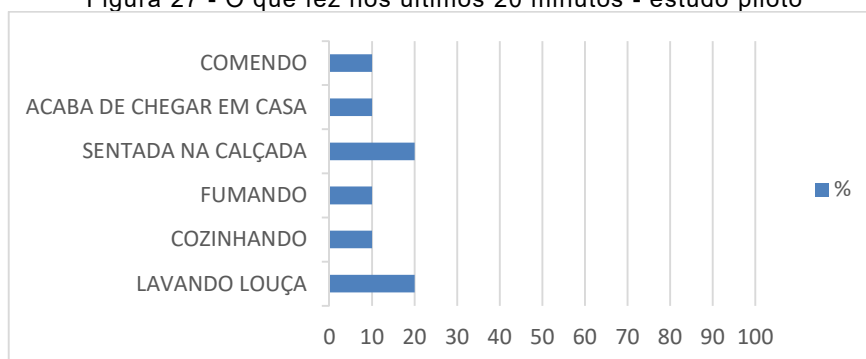
Figura 26 - Tempo de vida na cidade – estudo piloto



Fonte: Autor

Sobre a questão - o que fez nos últimos 20 minutos - as respostas foram muito variadas. Pelas condições de abordagem, 20% dos ocupantes estavam sentados na calçada nos últimos 20 minutos, assim como pelo horário de aplicação ocorrer sempre pela manhã, 20% dos ocupantes responderam que estavam lavando louça.

Figura 27 - O que fez nos últimos 20 minutos - estudo piloto

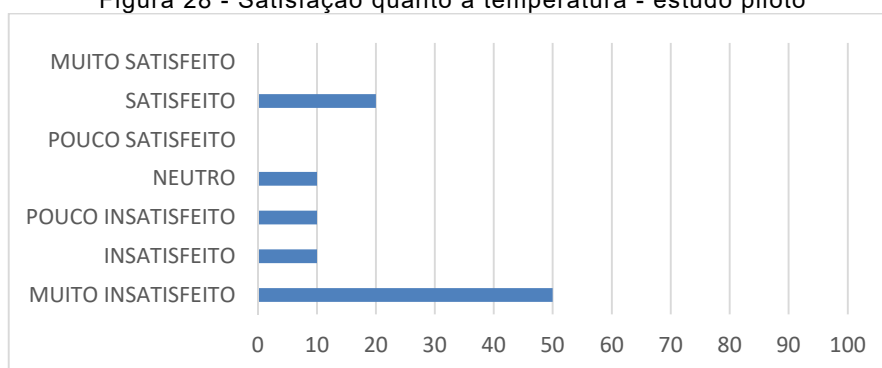


Fonte: Autor

Em função do tempo de duração de aplicação do questionário, e da quantidade de respostas relacionadas ao comportamento dos ocupantes, tais como rotina e hábitos de uso da habitação, que causaram incômodo perceptivo aos moradores no momento de responder a um desconhecido, esta questão foi retirada da versão final do questionário aplicado para que as questões fundamentais fossem enfatizadas e o rendimento dos dados fosse positivo.

Ao perguntar sobre a satisfação com a temperatura do ambiente, 50% dos questionários resultaram em “muito insatisfeito”. Apesar da segunda maior resposta votada ter sido “satisfeito”, percebe-se que em geral as respostas indicaram insatisfação entre pouco insatisfeito, insatisfeito e muito insatisfeito, Figura 28.

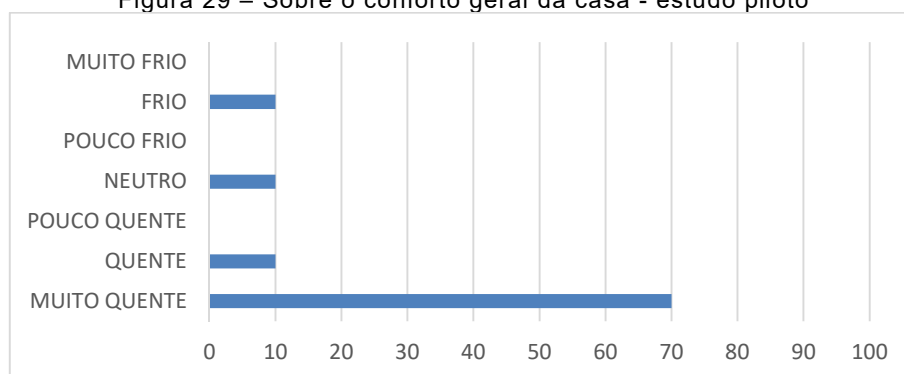
Figura 28 - Satisfação quanto a temperatura - estudo piloto



Fonte: Autor

Sobre o conforto geral da casa, 70% dos ocupantes responderam que consideram as unidades habitacionais “muito quente”, conforme Figura 29. Não foram registradas nenhuma resposta para o campo “muito frio”, possivelmente pelo período de aplicação ter ocorrido no mês predominantemente mais quente, fevereiro.

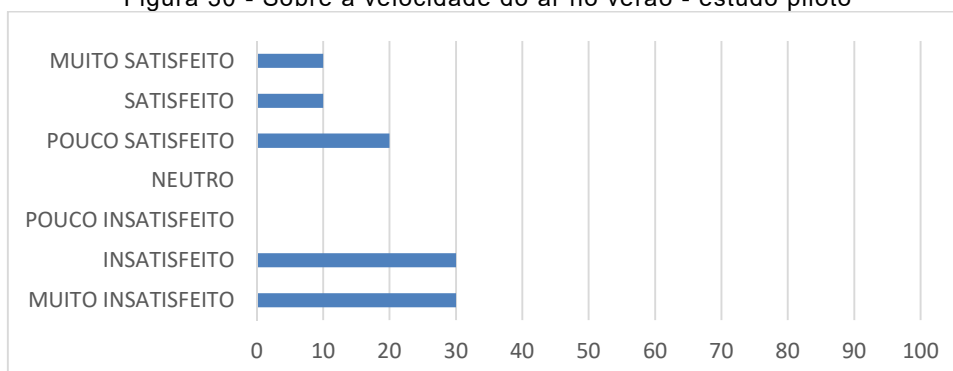
Figura 29 – Sobre o conforto geral da casa - estudo piloto



Fonte: Autor

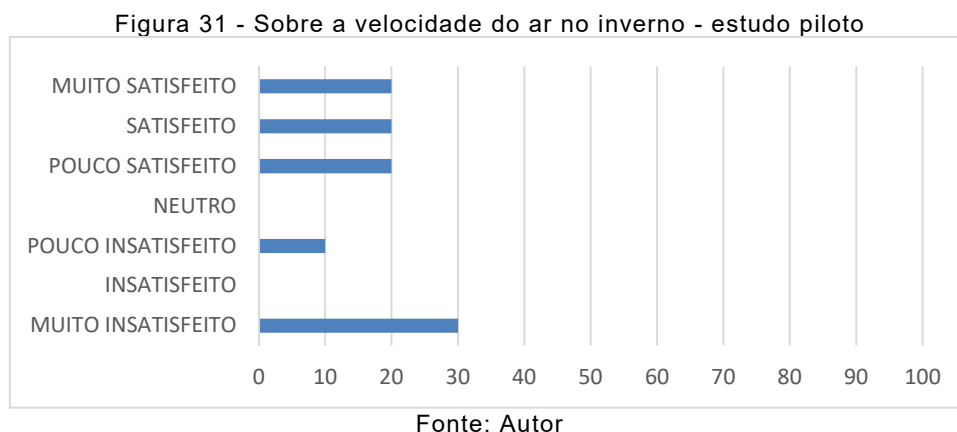
Quanto a questão sobre velocidade do ar no verão, os ocupantes escolheram respostas mais heterogêneas, com 60% dos casos entre insatisfeitos (30%) e muito insatisfeitos (30%), além disso, 20% dos casos escolheram “pouco satisfeito”.

Figura 30 - Sobre a velocidade do ar no verão - estudo piloto



Fonte: Autor

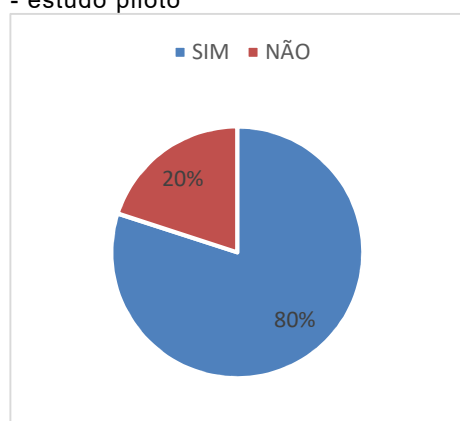
Já na questão sobre a velocidade do ar no inverno, 60% dos ocupantes indicaram respostas positivas com 20% - muito satisfeitos, 20% satisfeitos e 20% pouco satisfeitos, enquanto 30% escolheram a resposta muito insatisfeitos.



Ao analisar as questões associadas ao comportamento dos ocupantes e as relações com a operação das aberturas, foram observados separadamente os hábitos de portas e janelas, conforme pode ser observado abaixo das figuras 33 a 37.

A partir da Figura 32, sobre o motivo de fechar as janelas, percebe-se que 80% dos usuários responderam que fecham as janelas quando saem de casa. Ao serem questionados quanto a este motivo, 40% responderam por medo de assalto, associando a operação de fechar a janela a segurança em períodos em que a casa permanecia desocupada.

Figura 32 - Fecha as janelas quando sai - estudo piloto



Por que?

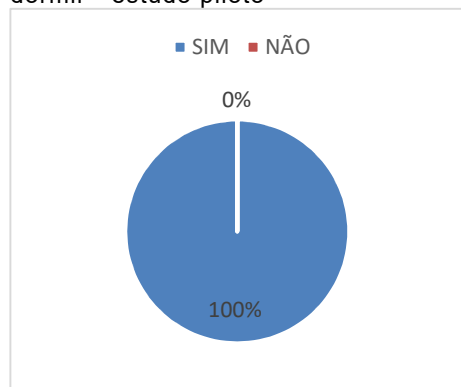
ASSALTO	40 %
PORQUE TEM QUE FECHAR	10 %
DEIXA A JANELA DA SALA ABERTA	10 %
SEM RESPOSTA	40 %

Fonte: Autor

Ainda em relação ao uso da janela, a Figura 33 indica que todos os ocupantes fecham as janelas quando vão dormir, com 100% das respostas. A maior parte dos

moradores não indicou motivo específico no campo “Por que?”, possivelmente por seu uma ação muito comum para eles, e já esteja associada à cultura do local, como costume recorrente, entretanto pode ser associada ao motivo segurança.

Figura 33 - Fecha as janelas quando vai dormir - estudo piloto



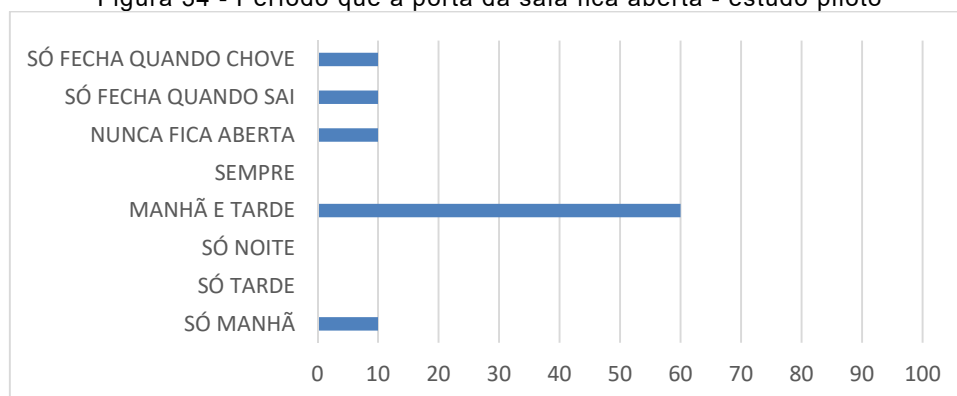
Por que?

PORQUE DEUS QUER	10 %
MOSQUITO	10 %
SEM RESPOSTA	80 %

Fonte: Autor

Ainda sobre a operação das aberturas, uma das questões estava relacionada com o período em que a porta fica aberta, com um campo de resposta aberta para que os moradores pudessem indicar livremente seus padrões de comportamento. Em relação a porta da sala, 60% dos ocupantes responderam “manhã e tarde”.

Figura 34 - Período que a porta da sala fica aberta - estudo piloto

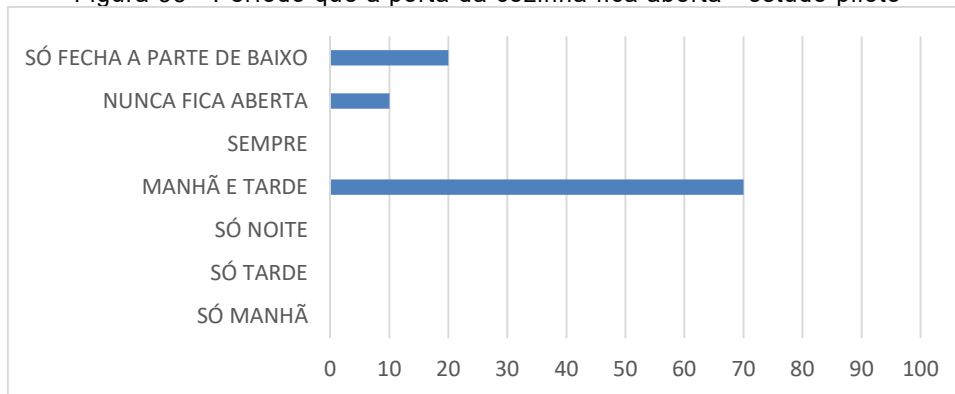


Fonte: Autor

Já na questão relacionada à operação de abertura da porta da cozinha, 70% dos ocupantes indicaram que esta porta também fica aberta manhã e tarde, entretanto uma resposta mais específica deste modelo foi observada com 20% dos ocupantes indicando que fecham apenas a parte de baixo, mantendo a parte de cima da porta aberta para garantir a circulação de ar, conforme Figura 35. Esta resposta permitiu

ampliar as alternativas de controle de ventilação natural, entretanto é uma condição específica das unidades que ainda possuem este tipo de porta na cozinha.

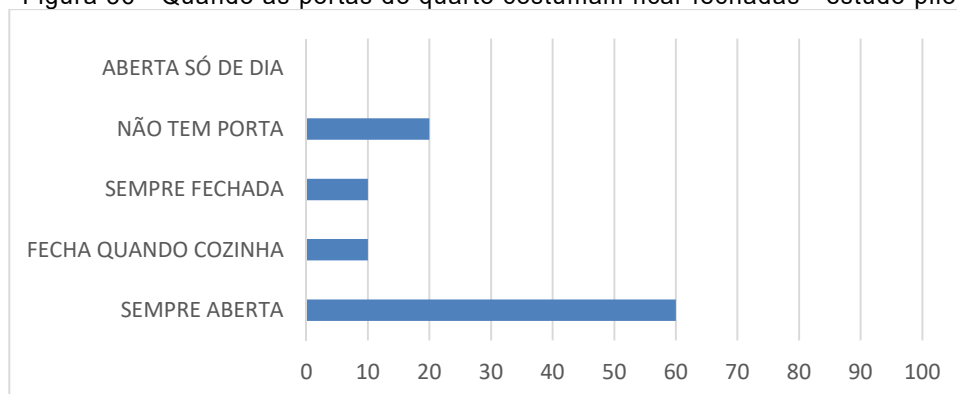
Figura 35 - Período que a porta da cozinha fica aberta - estudo piloto



Fonte: Autor

Sobre as portas internas, foram observadas respostas distintas para as portas dos quartos e as portas do banheiro. A Figura 36 indica que as portas dos quartos permanecem sempre abertas, com 60% das respostas.

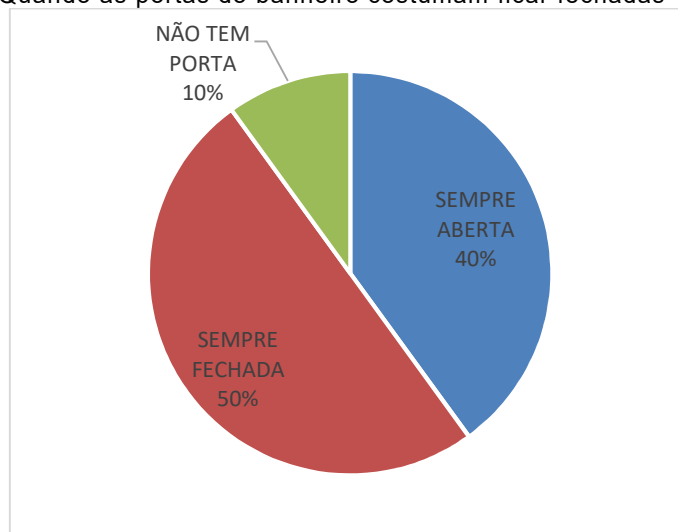
Figura 36 - Quando as portas do quarto costumam ficar fechadas - estudo piloto



Fonte: Autor

Já as portas dos banheiros obtiveram um resultado equilibrado, com 50% dos ocupantes afirmando que sempre estão fechadas, enquanto 40% afirmam que sempre estão abertas, conforme Figura 37 abaixo. A opção de menor percentual “não tem porta” pode ser explicada por uma condição financeira, posto que, alguns moradores informaram que receberam as unidades habitacionais sem as portas internas e mantiveram desta maneira desde a mudança.

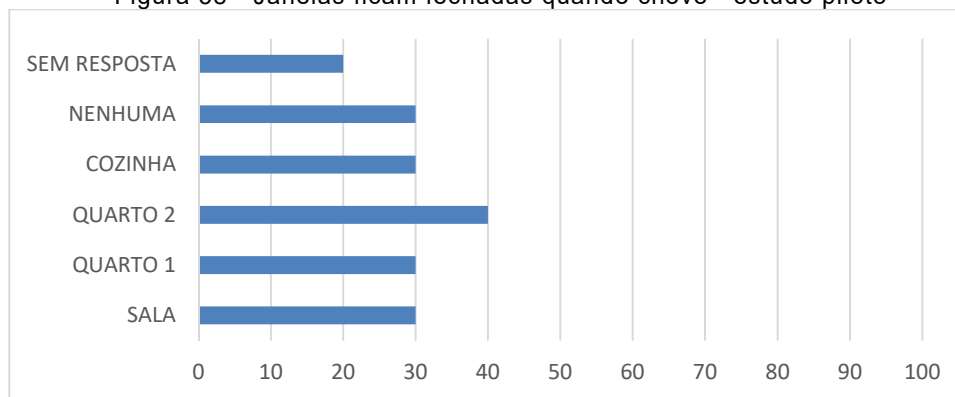
Figura 37 - Quando as portas do banheiro costumam ficar fechadas - estudo piloto



Fonte: Autor

Sobre os motivos de operação das janelas, os ocupantes foram questionados quais janelas permaneciam abertas ou eram fechadas ao chover, conforme Figura 38. Em 40% dos resultados, a janela do quarto 02 era fechada. As janelas da sala, quarto 01 e cozinha foram indicadas em 30% dos casos, bem como o cenário de nenhuma das janelas precisarem ser fechadas, que também possui 30% das respostas.

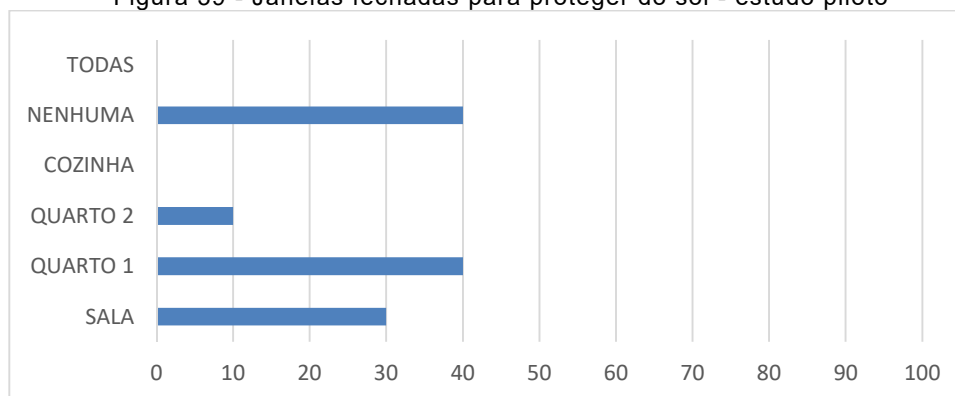
Figura 38 - Janelas ficam fechadas quando chove - estudo piloto



Fonte: Autor

A Figura 39 refere-se à operação das janelas para proteger do sol. 40% dos casos indicaram que nenhuma das janelas precisa ser fechada por este motivo, enquanto outros 40% responderam que fecham as janelas do quarto 01. A variabilidade de respostas neste cenário reflete as alterações de orientação solar entre as unidades, e consequentemente, em janelas que recebem incidência da radiação solar direta em alguns períodos do dia, enquanto outras não são comprometidas.

Figura 39 - Janelas fechadas para proteger do sol - estudo piloto

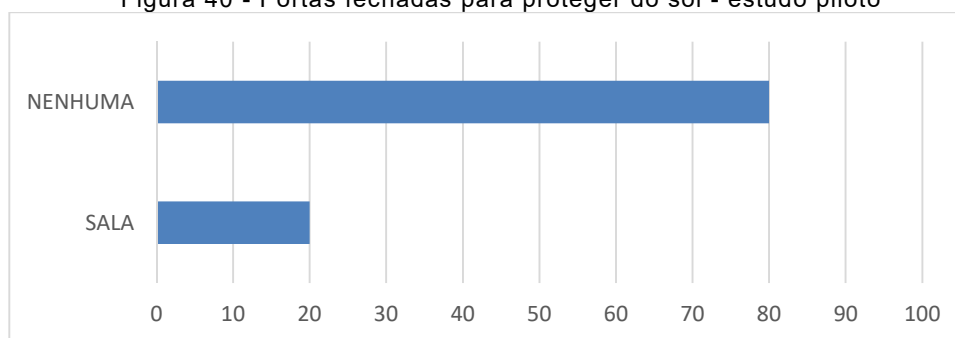


Fonte: Autor

Outra pergunta sobre a operação das janelas, foi relacionada com o uso das cortinas ou persianas. Ao serem questionados se as janelas continuam abertas ao fecharem as cortinas, nenhum ocupante indicou esta ação. Ao analisar a resposta no contexto estudado, foi observado que nenhuma das unidades possuía persiana, apenas cortinas eram utilizadas. Além disso, o modelo de janela padrão encontrado nestas unidades habitacionais, com folhas de giro não favorecem o uso de cortinas (que bloqueiam a iluminação natural) associadas ao uso de janelas abertas (que mantém a ventilação natural) como podem ser observados em outros exemplos.

Em relação ao controle das portas externas, a Figura 40 indicou que apenas 20% dos ocupantes fecham a porta da sala para proteger do sol.

Figura 40 - Portas fechadas para proteger do sol - estudo piloto

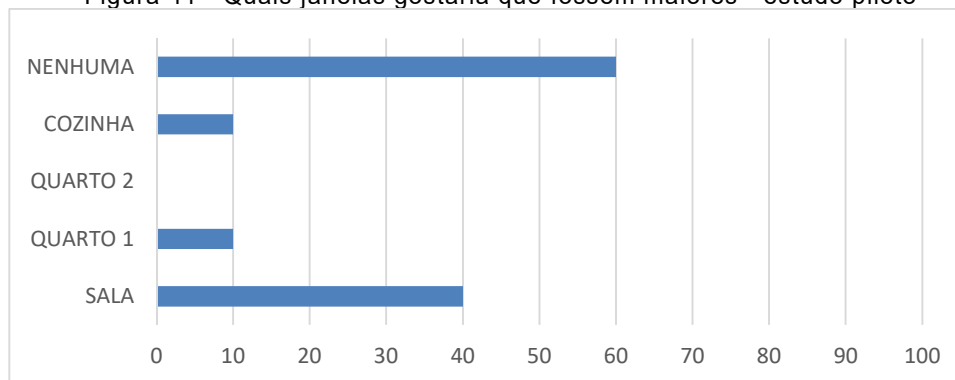


Fonte: Autor

No intuito de verificar a satisfação em relação às aberturas existentes, a questão 11 trata sobre quais janelas os ocupantes gostariam que fossem maiores. 60% dos ocupantes responderam que nenhuma das janelas precisariam ter seu tamanho alterado, indicando que estão satisfeitos com as janelas existentes. 40% dos ocupantes gostariam de janelas maiores na sala, por ser um ambiente em que

permanecem muito tempo durante o dia. Por ser uma questão de múltipla escolha, a cozinha e o quarto 01 também receberam 10% das respostas.

Figura 41 - Quais janelas gostaria que fossem maiores - estudo piloto

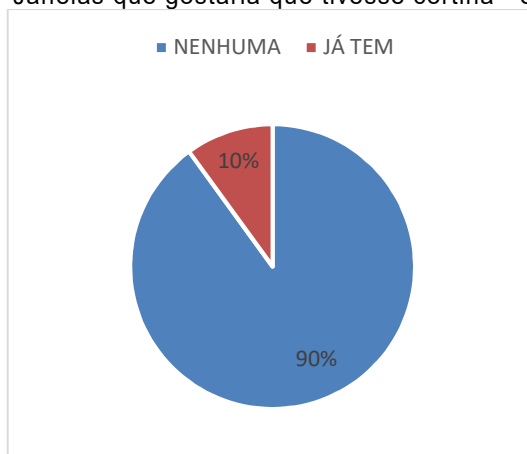


Fonte: Autor

Ao serem questionados sobre quais as janelas os ocupantes gostariam que tivesse vidro, prevendo o cenário de maior incidência de iluminação natural, em 100% dos casos a resposta foi nenhuma das janelas. Esta questão demonstrou que os usuários preferem janelas que garantem menos visibilidade, ou seja, mais privacidade.

Na questão relativa a quais janelas os ocupantes gostariam que tivessem cortinas, 90% dos casos responderam em nenhuma das janelas, conforme Figura 42.

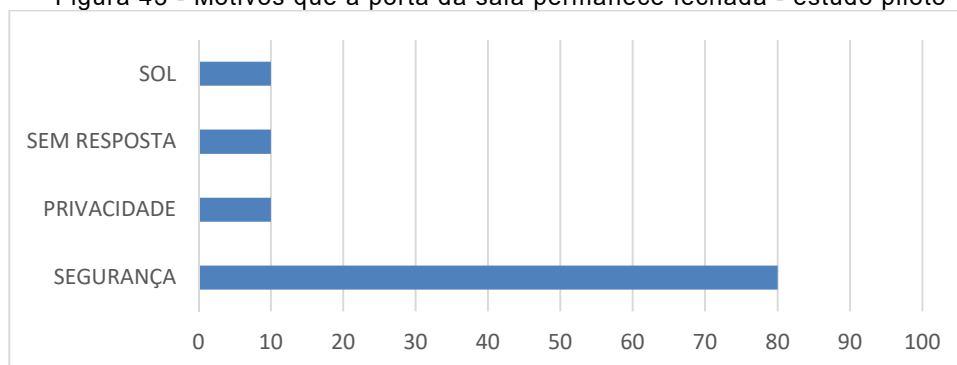
Figura 42 - Janelas que gostaria que tivesse cortina - estudo piloto



Fonte: Autor

Ainda sobre os motivos que a porta da sala permanece fechada, são explicitados na Figura 43, e confirmam que os ocupantes são influenciados pela segurança em relação a operação de abertura e fechamento das portas.

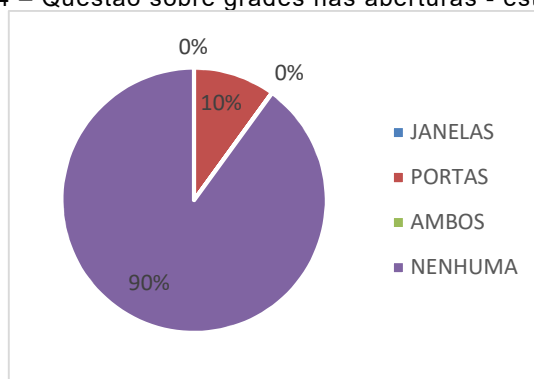
Figura 43 - Motivos que a porta da sala permanece fechada - estudo piloto



Fonte: Autor

Sobre a presença de grades, foram observados no momento da aplicação dos questionários que 90% das unidades habitacionais visitadas não possuem grades em nenhuma das aberturas. Apenas 10% dos casos do Estudo piloto indicaram a presença de grades nas portas conforme Figura 44.

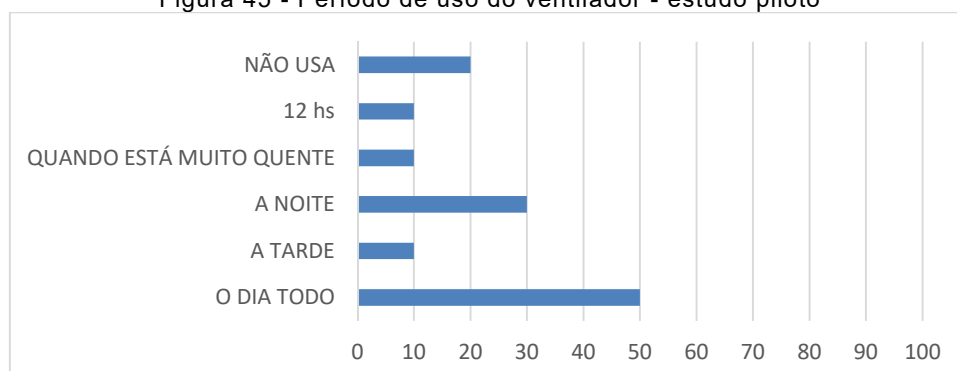
Figura 44 – Questão sobre grades nas aberturas - estudo piloto



Fonte: Autor

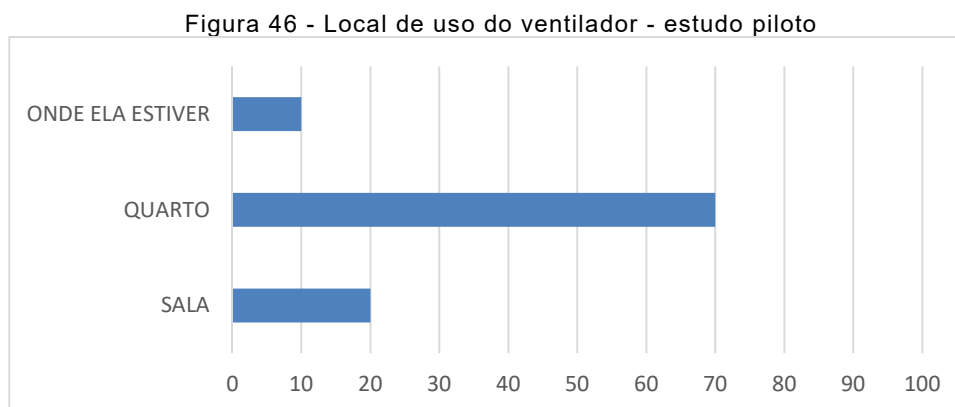
Quanto ao uso de ventilador, foram observados que 50% dos ocupantes afirmam usar o ventilador o dia todo, além de 30% dos ocupantes usarem à noite.

Figura 45 - Período de uso do ventilador - estudo piloto



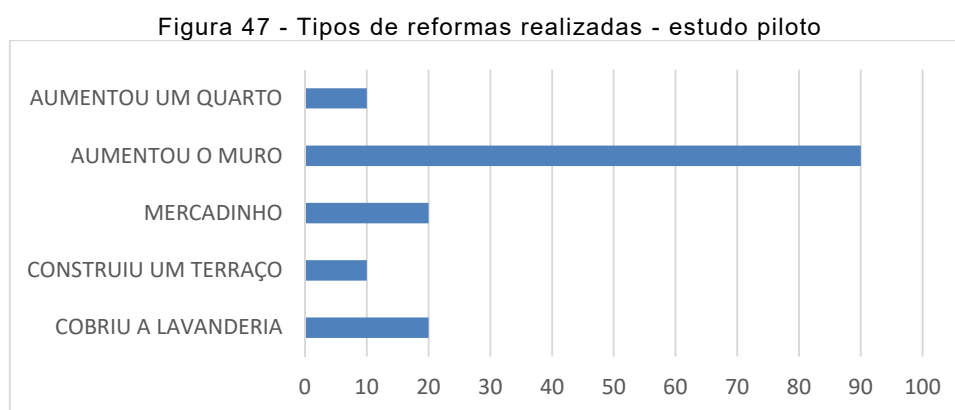
Fonte: Autor

Ao serem questionados sobre o local em que usam o ventilador com mais frequência, 70% dos ocupantes indicaram o quarto como ambiente principal. Apenas 20% das respostas indicaram outro cômodo, a sala, como mostra a Figura 46 abaixo.



Fonte: Autor

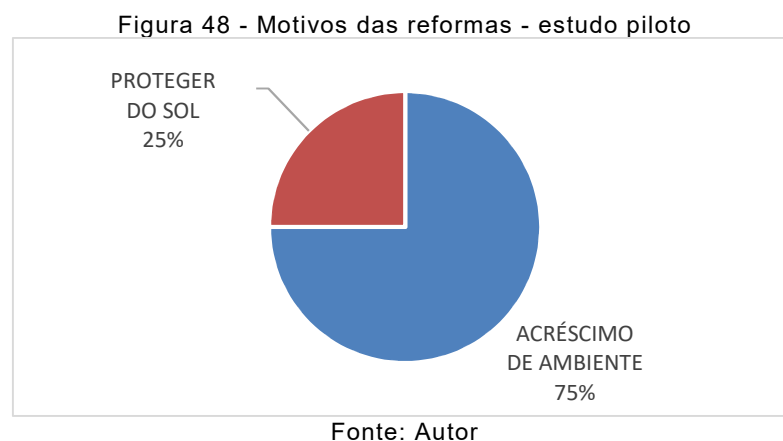
Algumas questões relacionadas a alterações e reformas realizadas nas unidades habitacionais foram tratadas nos questionários no intuito de verificar o impacto destas intervenções sobre as aberturas existentes. Neste grupo de questões, uma delas era sobre o tipo de reforma ou construção que foi realizada na casa, como mostra a Figura 47. 90% das unidades sofreram alteração no muro, enquanto outros 20% dos ocupantes alteraram a casa para criar um mercadinho e 20% cobriram a lavanderia, que fica na parte externa da casa.



Fonte: Autor

A Figura 48 está associada aos motivos que os ocupantes descreveram sobre as reformas realizadas, sendo 75% dos casos por acréscimo de ambiente e apenas 25% para proteger algum ambiente da incidência do sol. É importante destacar que

nenhuma das reformas alterou portas ou janelas. Em todas as unidades habitacionais visitadas, as portas e janelas originais foram preservadas.



4.1.2. Discussões sobre o estudo piloto

As primeiras impressões relativas ao perfil dos usuários ocorreram pela observação entre tentativas às vezes assertiva, às vezes sem sucesso. Em geral, havia muitas casas fechadas, possivelmente pelo horário dos moradores irem ao trabalho e/ou escola. Já nas residências que puderam ser acessadas foram encontrados muitos idosos e crianças. Sobre as janelas, no período da manhã estavam quase sempre fechadas, entretanto, sobre as portas, foram observadas algumas abertas, outras que também permaneciam fechadas.

O tempo de duração também foi um fator limitante. Segundo Barthelmes (2018), a aplicação de questionários deve ocorrer no período entre 10 e 12 minutos para que a qualidade das respostas não seja afetada. Nesta primeira fase de aplicação, o tempo excedeu em todas as ocasiões, portanto, algumas questões foram retiradas na versão seguinte para que o tempo de aplicação pudesse ser adequado.

Após a análise das principais dificuldades encontradas, foi possível realizar revisões de texto e ordem das questões e, com as alterações dos questionários, o processo de levantamento de dados válidos da amostra real definida para o estudo, foi iniciado no mês de março de 2017.

É importante salientar que o Conjunto Habitacional Gervásio Maia foi considerado um dos dez melhores projetos habitacionais do Brasil, segundo Lima (2009), com o reconhecimento oferecido pela Associação das Companhias de

Habitação Nacional. Apesar do reconhecimento, a qualidade da habitação encontrada no Gervásio Maia pode ser objeto de discussões e questionamentos, assim como a maior parte das habitações sociais construídas no Brasil recentemente. Desta forma, o nível de qualidade do projeto não foi considerado na sua escolha como modelo de habitação de interesse social. A contribuição do objeto empírico para esta pesquisa está relacionada principalmente à construção dos cenários a partir de uma situação real que servirá como base nas simulações.

Os dados foram coletados em visitas realizadas em acompanhamento aos agentes de saúde da Unidade de Saúde da Família por unidade habitacional no período do Estudo Piloto. Entretanto, ao retornar após análise do questionário com a versão corrigida para aplicação, foi encontrada muita resistência dos moradores para responder os questionários. Houve tentativas durante dois meses, com pouco sucesso, além disso a ocorrência de dois assassinatos no local, dificultou, ainda mais o acesso ao conjunto. Assim, pela complexidade em acessar a comunidade, unidade por unidade, e, principalmente, pelo grau de periculosidade identificado, foi necessário mudar o estudo de caso para outro conjunto habitacional, com condições mais favoráveis.

Desta maneira, foram visitados alguns bairros para avaliação e foi identificado que o conjunto Cidade Verde, implantado há mais tempo, ainda possuía algumas unidades em seu modelo original e cujo acesso ocorreu com mais facilidade, sendo este também, um conjunto de habitações de interesse social. Inicialmente, as visitas aconteciam pela manhã, mas foram encontradas muitas casas fechadas e quando abertas, em geral eram com usuários aposentados, então foram necessárias visitas nos turnos manhã e tarde e principalmente, nos finais de semana, onde era possível encontrar pessoas de diferentes faixas etárias.

4.2. Definição dos padrões de comportamento

A partir do estudo de campo, já explicado nos procedimentos metodológicos, foram aplicados questionários em dois setores da cidade de João Pessoa. O primeiro grupo refere-se ao conjunto habitacional Gervásio Maia e o segundo grupo refere-se ao conjunto habitacional Cidade Verde, conhecido como Mangabeira VIII.

As análises das respostas dos questionários foram agrupadas por método, iniciando pela análise por estatística descritiva, seguida por Referência cruzada e

análise por agrupamento. Após a tabulação dos dados, foram agrupadas as respostas de todas as áreas onde foram aplicados e selecionados 375 questionários no total, isto é, os demais tiveram que ser eliminados por indicarem amostras incompletas e respostas inconclusivas em algumas questões, além do tempo de permanência inferior a um mês. Para utilizar o número total de questionários, seria necessária a aplicação de sensibilidade para suposições das respostas incompletas, entretanto, preferimos utilizar apenas respostas válidas.

A partir das análises geradas, foi possível a definição dos perfis de famílias mais representativos das áreas estudadas, como base para construção de cenários a serem utilizados em modelos de simulação. Os cenários compreendem os tipos de famílias, os horários de interação com as portas e janelas e os horários de utilização dos principais ambientes.

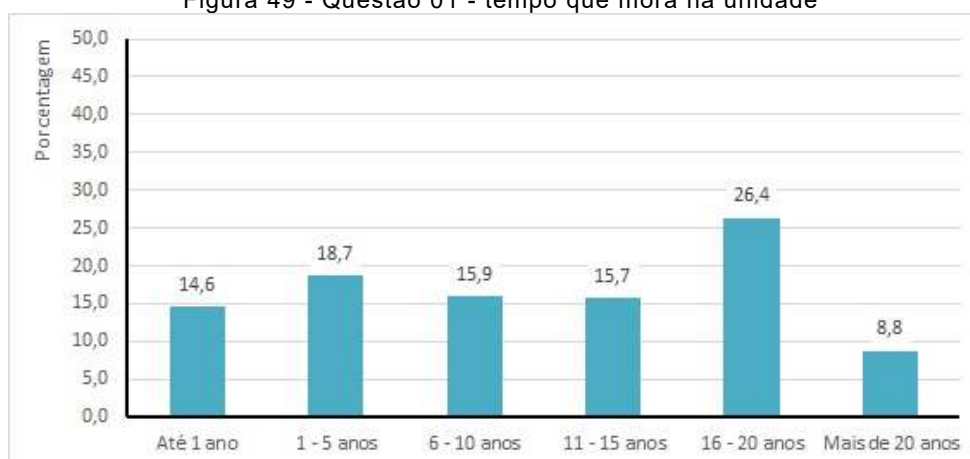
4.2.1. Fase 1 – Análise por estatística descritiva

Abaixo, foram apresentados os resultados do método de análise por Estatística Descritiva, que foram divididos por grupo em relação ao tipo de fórmula aplicada. Posteriormente, foram observadas quais variáveis possuem relação entre elas a partir da referência cruzada.

Grupo 01: Questões descritivas

As questões 01, 02, 22 e 23 estão relacionadas com o perfil dos moradores. Ao observar o gráfico de barra gerado com os valores da **questão 01**, verificou-se que estes estão bem distribuídos entre as respostas 1 (até 1 ano), 2 (1 a 5 anos), 3 (6 a 10 anos), 4 (11 a 15 anos) e 5 (16 a 20 anos). A maior parte das famílias moram na residência a mais de 15 anos, com 26,4%, indicando a permanência no bairro e a aceitação da habitação desde seu recebimento pelo governo do estado. De 375 questionários válidos, apenas 11 moradores não responderam esta questão, totalizando 3% dos dados, como mostra Figura 49.

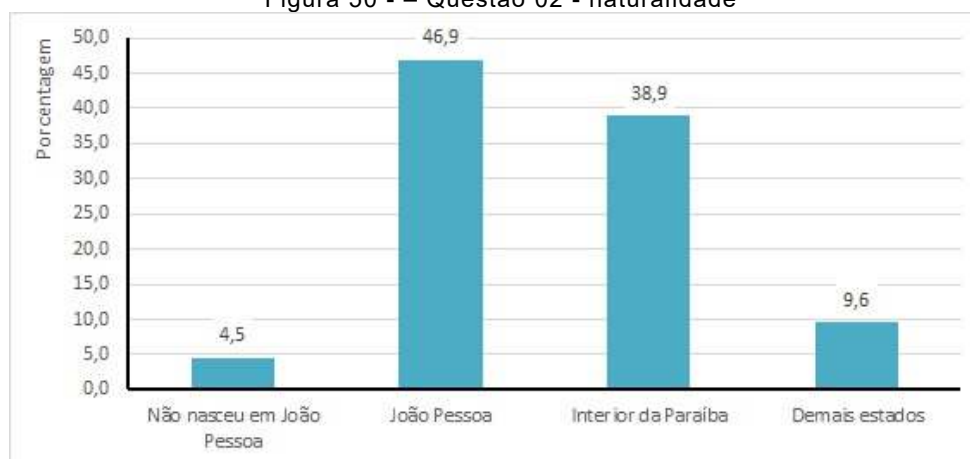
Figura 49 - Questão 01 - tempo que mora na unidade



Fonte: Autor

A **questão 02** indicou que a maior parte dos moradores nasceu em João Pessoa ou no interior da Paraíba, totalizando 86% dos dados somados. A Figura 50 mostra que 46,9% nasceram em João Pessoa e 38,9% nasceram no interior do estado, enquanto 9,6% nasceram em outros estados brasileiros e 4,5% não determinaram a cidade, mas não são naturais de João Pessoa, em função da resposta seguinte indicada no questionário.

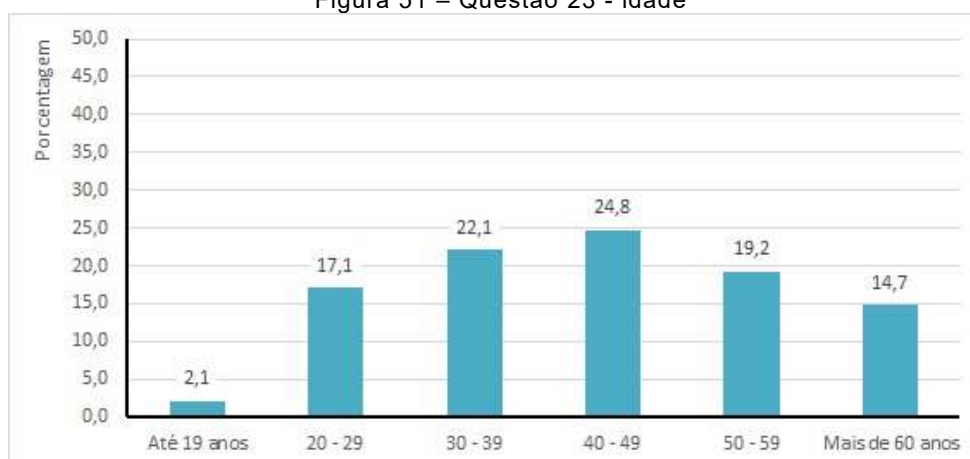
Figura 50 - Questão 02 - naturalidade



Fonte: Autor

Na **questão 23**, observa-se que as faixas de idade predominantes são entre 30 e 59 anos, com maior frequência entre 40 e 49 anos, com 24,8% das respostas, conforme Figura 51. Dos 375 questionários, 5,6% optaram por não responder a idade.

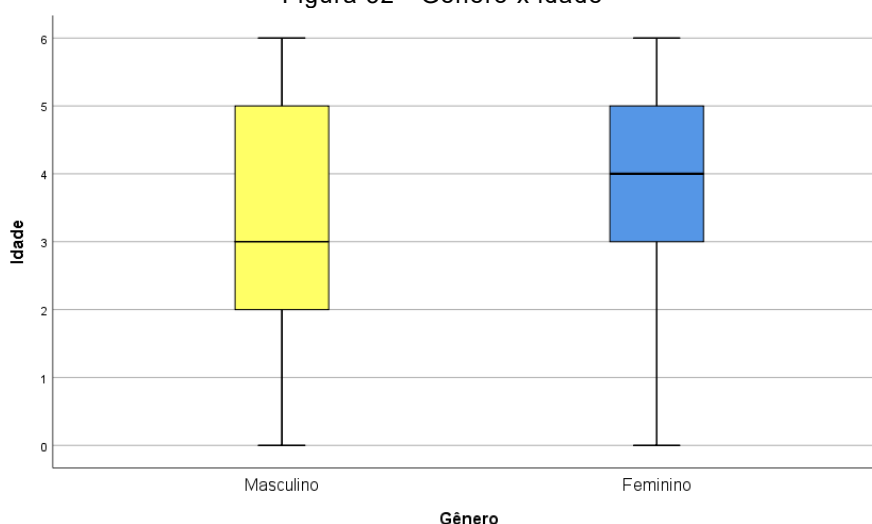
Figura 51 – Questão 23 - idade



Fonte: Autor

A **questão 22** demonstrou que 76% dos participantes eram do gênero feminino, enquanto 18,4% eram do gênero masculino. Ao comparar as respostas das questões 22 e 23, percebe-se que 50% das respostas femininas estão entre 30 e 50 anos, com a mediana na faixa dos 40 anos. Já no gênero masculino, 50% das respostas estão entre 20 e 50 anos, com a mediana na faixa dos 30 anos, como mostra a Figura 52.

Figura 52 - Gênero x idade



Fonte: Autor

A **questão 24** indica a quantidade de moradores por unidade habitacional. Percebe-se que o gráfico mostra três números significativos, com 25,6% das respostas que indicam 03 moradores por moradia. O segundo resultado mais relevante foram 2 moradores por unidade habitacional com 23,2%, seguido de composições de famílias com 4 moradores, com 21,9%.

Figura 53 – Questão 24 - número de moradores por UH



Fonte: Autor

Grupo 02: Questões de múltipla escolha

A questão 08 refere-se ao motivo para fechar as janelas. A maior parte dos ocupantes indicou mais de uma resposta. As opções mais escolhidas foram: quando vai dormir e ao sair de casa, conforme Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 – Número de casos Q08 - Motivo para fechar as janelas

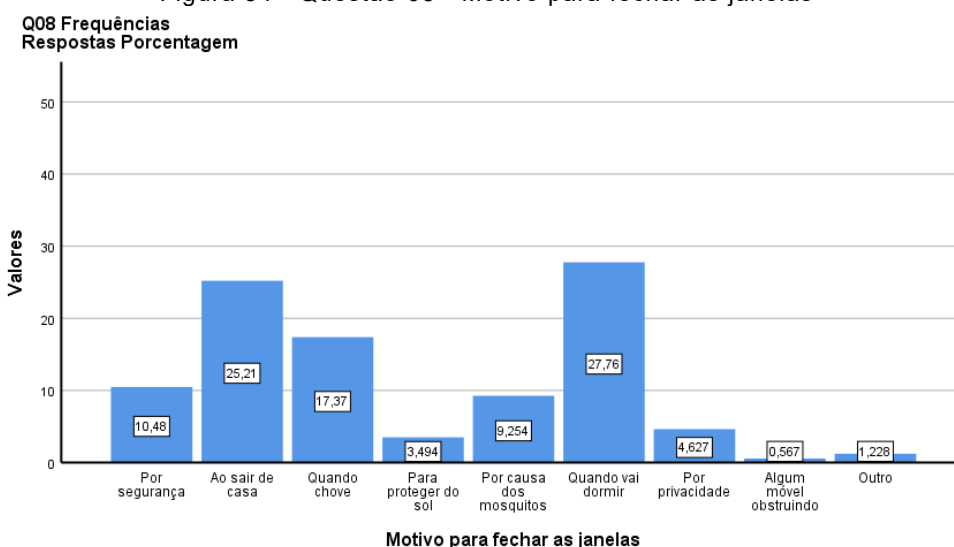
		Respostas		Porcentagem de casos
		N	Porcentagem	
Motivo para fechar as janelas ^a	Por segurança	111	10,5%	30,1%
	Ao sair de casa	267	25,2%	72,4%
	Quando chove	184	17,4%	49,9%
	Para proteger do sol	37	3,5%	10,0%
	Por causa dos mosquitos	98	9,3%	26,6%
	Quando vai dormir	294	27,8%	79,7%
	Por privacidade	49	4,6%	13,3%
	Algum móvel obstruindo	6	0,6%	1,6%
	Outro	13	1,2%	3,5%
Total		1059	100,0%	287,0%

a. Grupo de dicotomia tabulado no valor 1.

Fonte: Autor

A Figura 54 abaixo indica que a interação com as aberturas não ocorre apenas em relação aos valores de temperatura do ar. A resposta predominante na questão 05, sobre o horário das janelas abertas que resultou em “o dia todo”, associada às respostas predominantes da questão 08, “quando vai dormir” e “ao sair de casa” indicam que a rotina dos ocupantes era de manter as janelas abertas a maior parte do tempo, da hora que acordavam até a hora que iam dormir.

Figura 54 - Questão 08 - Motivo para fechar as janelas



Fonte: Autor

A **questão 09**, com alternativas para identificar em quais situações as portas da sala permaneciam fechadas. Nesta questão, a maior parte dos entrevistados escolheu a opção “quando vai dormir”, com 32,6% e “ao sair de casa”, com 31,1%, como mostra a Tabela 10.

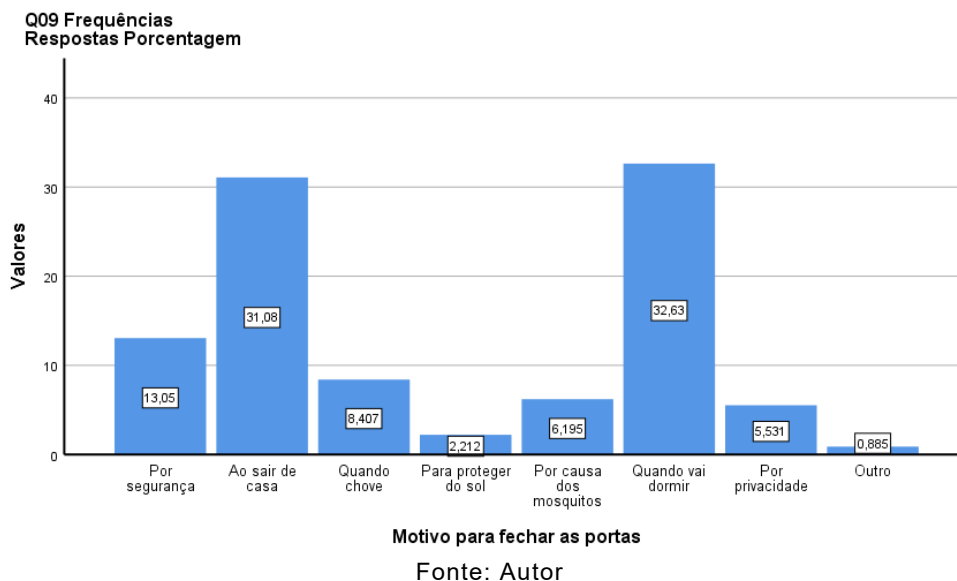
Tabela 10 - Número de casos Q09 - motivo de portas fechadas

		Respostas		Porcentagem de casos
		N	Porcentagem	
Motivos para fechar as portas ^a	Por segurança	118	13,1%	32,3%
	Ao sair de casa	281	31,1%	77,0%
	Quando chove	76	8,4%	20,8%
	Para proteger do sol	20	2,2%	5,5%
	Por causa dos mosquitos	56	6,2%	15,3%
	Quando vai dormir	295	32,6%	80,8%
	Por privacidade	50	5,5%	13,7%
	Outro	8	0,9%	2,2%
Total		904	100,0%	247,7%

Fonte: Autor

Esta questão também foi analisada a partir da tabela de número de casos associada ao gráfico de barras por porcentagem. A resposta “quando vai dormir” e “ao sair de casa” indicam as mesmas ações para portas e janelas, com a rotina de abrir o dia todo, e fechar na hora que vai dormir.

Figura 55 – Questão 09 - motivo de portas fechadas



A questão 10, sobre o motivo para fechar a porta do quarto, resultou em 49% dos casos escolhendo o motivo “quando vai dormir”, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Questão 10 - Motivo para fechar porta do quarto

		Respostas		Porcentagem de
		N	Porcentagem	casos
Motivo para fechar as portas dos quartos ^a	Quando vai dormir	201	49,3%	62,0%
	Quando sai de casa	84	20,6%	25,9%
	Outro	123	30,1%	38,0%
Total		408	100,0%	125,9%

a. Grupo de dicotomia tabulado no valor 1.

Fonte: Autor

A **questão 18** trata das alternativas para diminuir a sensação de calor. A tabela por número de casos, bem como o gráfico de barras indica uma alta distribuição de respostas entre as alternativas, com seis das oito respostas com valores aproximados, como mostra a Tabela 12. O maior percentual ocorreu com a resposta “ligar o ventilador”, constituindo 19,5% dos casos.

Tabela 12 - Número de casos Q18 – Ações para diminuir a sensação de calor

		Respostas		Porcentagem de
		N	Porcentagem	casos
Tomar banho		275	18,0%	74,1%

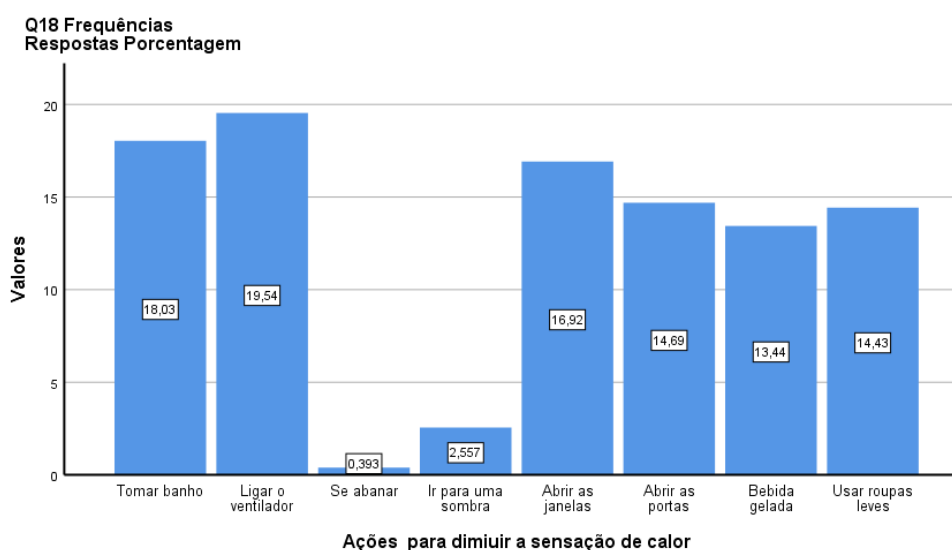
Ações para diminuir a sensação de calor ^a	Ligar o ventilador	298	19,5%	80,3%
	Se abanar	6	0,4%	1,6%
	Ir para uma sombra fora de casa	39	2,6%	10,5%
	Abrir as janelas	258	16,9%	69,5%
	Abrir as portas	224	14,7%	60,4%
	Bebida gelada	205	13,4%	55,3%
	Usar poucas roupas/tecidos leves	220	14,4%	59,3%
Total		1525	100,0%	411,1%

a. Grupo de dicotomia tabulado no valor 1.

Fonte: Autor

A Figura 56 indica o percentual das respostas da questão 18, em que pode-se observar as duas respostas que obtiveram poucas escolhas: “se abanar” e “ir para uma sombra fora da casa”, representaram menos de 3% dos casos.

Figura 56 – Questão 18 – Ações para diminuir a sensação de calor



Fonte: Autor

Por último, no grupo de múltiplas escolhas, a **questão 21** indica quais ambientes necessitam de iluminação artificial durante o dia. Apesar dos ocupantes poderem escolher mais de uma alternativa, o número total de casos indica que uma pequena parte das unidades indicou necessidade de iluminação artificial durante o dia, apenas 174 respostas ao todo, como mostra a Tabela 13.

Tabela 13 - Número de casos Q21 - iluminação artificial

		Respostas		Porcentagem de
		N	Porcentagem	casos
Uso de iluminação artificial ^a	Sala	13	7,5%	8,7%

	Cozinha	70	40,2%	46,7%
	Quarto	36	20,7%	24,0%
	Banheiro	55	31,6%	36,7%
Total		174	100,0%	116,0%

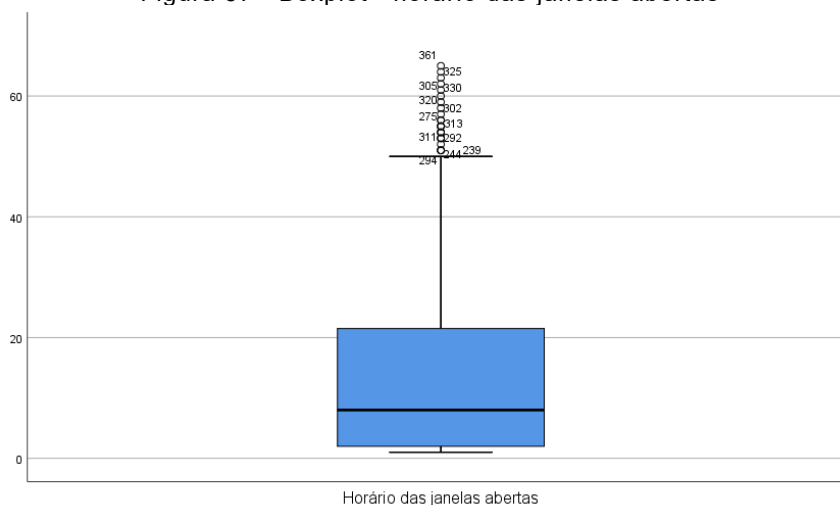
a. Grupo de dicotomia tabulado no valor 1.

Fonte: Autor

Grupo 03: Questões abertas

No grupo de questões abertas, a questão 05, relativa ao horário que as janelas ficam abertas, resultou em sessenta e cinco respostas diferentes, com apenas 31 respostas com mais de 3 repetições. Ao observar o gráfico de Boxplot, a resposta 2 indicou a mediana (o dia todo). Foram observados ainda que grande parte das respostas obtiveram um número pequeno de frequências, representados pelos outliers, confirmando a variabilidade de respostas.

Figura 57 - Boxplot - horário das janelas abertas



Horário das janelas abertas

Fonte: Autor

A mesma questão também foi analisada a partir da tabela de número de casos, como pode ser observada na Tabela 14 abaixo, que indica que 37,9% dos casos informou que mantém as janelas abertas “o dia todo”, enquanto o segundo maior percentual resultou em 5,6%, na resposta informada “de manhã”.

Tabela 14 – Questão 05 - horário das janelas abertas

Horário das janelas abertas				
	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido Dia todo	142	37,9	37,9	38,7

Pela manhã	21	5,6	5,6	67,7
Das 07hs às 17hs	18	4,8	4,8	56,0
Sempre aberta	15	4,0	4,0	49,6
À tarde	15	4,0	4,0	60,0
Sempre fechada	14	3,7	3,7	45,6
Sem resposta	13	3,5	3,5	72,8
Das 07hs às 22hs	8	2,1	2,1	41,6
Das 06hs às 17hs	7	1,9	1,9	88,8
À noite	6	1,6	1,6	61,6
Das 08hs às 17hs	6	1,6	1,6	69,3
Manhã e tarde	5	1,3	1,3	74,1
Das 08hs às 22hs	5	1,3	1,3	77,1
Das 05hs às 22hs	5	1,3	1,3	85,6
Das 06hs às 18hs	5	1,3	1,3	91,7
Das 06hs às 16hs	4	1,1	1,1	82,4
Das 07hs às 18hs	4	1,1	1,1	86,7
Das 08hs às 16hs	3	,8	,8	,8
Das 06hs às 21hs	3	,8	,8	39,5
Das 06hs às 23hs	3	,8	,8	50,4
Das 07hs às 19hs	3	,8	,8	51,2
das 07hs às 20hs	3	,8	,8	78,9
Das 05hs às 18hs	3	,8	,8	80,3
Das 07hs às 24hs	3	,8	,8	81,3
Das 06hs às 22hs	3	,8	,8	83,7
Das 08hs às 18hs	3	,8	,8	90,4
Das 05hs às 17hs	3	,8	,8	92,5
Das 05hs às 21hs	3	,8	,8	94,4
Das 08hs às 19hs	3	,8	,8	95,5
Das 06hs às 20hs	3	,8	,8	96,3
Das 09hs às 17hs	3	,8	,8	97,1
Das 06hs às 07hs	2	,5	,5	62,1
Das 06hs às 24hs	2	,5	,5	77,6
Das 09hs às 24hs	2	,5	,5	78,1
Das 07hs às 16hs	2	,5	,5	82,9
Das 07hs às 11hs	2	,5	,5	84,3
Das 08hs às 21hs	2	,5	,5	89,3
Das 05hs às 23hs	2	,5	,5	97,6
Das 07hs às 15hs	1	,3	,3	41,9
Das 16hs às 18hs	1	,3	,3	74,4
Das 11hs às 13hs	1	,3	,3	74,7
Das 05hs às 08hs	1	,3	,3	74,9
Das 07hs às 23hs	1	,3	,3	75,2
Das 12hs às 16hs	1	,3	,3	75,5
Das 12hs às 22hs	1	,3	,3	75,7
Das 04hs às 21hs	1	,3	,3	79,2
Raramente	1	,3	,3	79,5
Das 18hs às 21hs	1	,3	,3	80,5
Das 06hs às 19hs	1	,3	,3	86,9
Das 05hs às 19hs	1	,3	,3	89,6
Das 08hs às 24hs	1	,3	,3	92,8
Das 10hs às 19hs	1	,3	,3	93,1
Das 11hs às 17hs	1	,3	,3	93,3
Das 11hs às 22hs	1	,3	,3	93,6
Das 08hs às 11hs	1	,3	,3	94,7
Das 05hs às 20hs	1	,3	,3	97,9
Das 08hs às 23hs	1	,3	,3	98,1
Das 09hs às 10hs	1	,3	,3	98,4
Das 13hs às 17hs	1	,3	,3	98,7
Das 09hs às 14hs	1	,3	,3	98,9
Das 09hs às 21hs	1	,3	,3	99,2
A partir de 05hs	1	,3	,3	99,5

Até as 17hs	1	,3	,3	99,7
Manhã e noite	1	,3	,3	100,0

Fonte: Autor

Sobre o horário que as portas estão abertas, a questão 06 indicou que doze respostas diferentes foram relatadas. A resposta 02 “o dia todo” resultou em 34,1% dos casos, entretanto a segunda resposta mais frequente foi o inverso: “sempre fechada”, com 9,1% das respostas.

Tabela 15 - Questão 05 - horário das janelas abertas
Horário das portas abertas

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	O dia todo	128	34,1	34,1	34,4
	Sempre fechada	34	9,1	9,1	46,7
	Manhã	21	5,6	5,6	70,7
	A tarde	19	5,1	5,1	61,1
	Das 06hs às 22hs	17	4,5	4,5	51,2
	Não respondeu	12	3,2	3,2	65,1
	Das 07hs às 22hs	10	2,7	2,7	56,0
	Das 05hs às 22hs	10	2,7	2,7	84,8
	Das 07hs às 24hs	8	2,1	2,1	53,3
	Das 07hs às 21hs	7	1,9	1,9	37,6
	Das 06hs às 23hs	7	1,9	1,9	78,1
	Noite	6	1,6	1,6	73,6
	Das 08hs às 22hs	6	1,6	1,6	76,3
	Das 07hs às 23hs	6	1,6	1,6	98,9
	Das 06hs às 21hs	5	1,3	1,3	35,7
	Manhã e tarde	5	1,3	1,3	72,0
	Das 06hs às 20hs	5	1,3	1,3	94,4
	Aberta 24hs	4	1,1	1,1	80,8
	Das 08hs às 23hs	4	1,1	1,1	81,9
	Das 07hs às 17hs	4	1,1	1,1	88,8
	Das 09hs às 22hs	4	1,1	1,1	90,7
	Das 05hs às 23hs	4	1,1	1,1	96,3
	Das 05hs às 21hs	3	,8	,8	93,1
	Das 06hs às 24hs	2	,5	,5	79,5
	Das 07hs às 19hs	2	,5	,5	85,6
	Das 08hs às 21hs	2	,5	,5	86,9
	Das 11hs às 23hs	2	,5	,5	89,6
	Das 05hs às 24hs	2	,5	,5	92,3
	O dia todo até 24hs	1	,3	,3	0,3

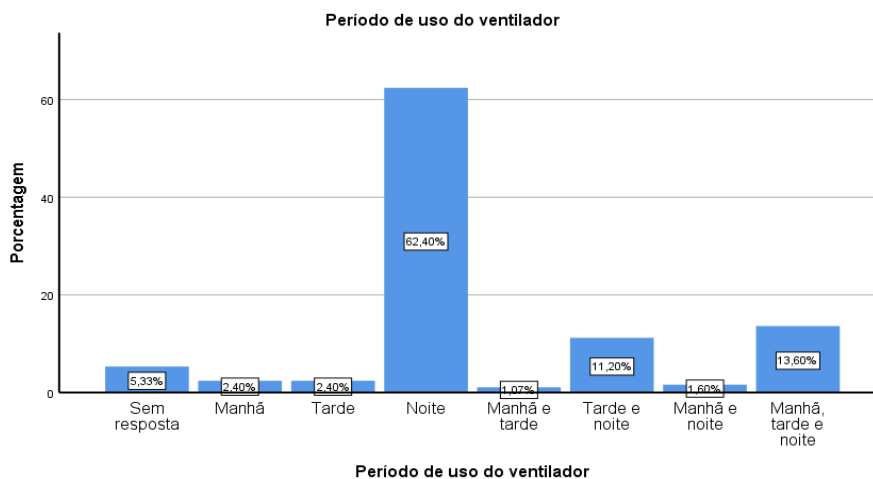
Das 06hs às 07hs + Das 22hs às 24hs	1	,3	,3	61,3
Das 07hs às 20hs	1	,3	,3	61,6
Até 17hs	1	,3	,3	61,9
Das 06hs às 08hs	1	,3	,3	73,9
Das 12hs às 18hs	1	,3	,3	74,1
Das 12hs às 13hs	1	,3	,3	74,4
Das 12hs às 22hs	1	,3	,3	74,7
Das 09hs às 01hs	1	,3	,3	78,4
Das 04hs às 21hs	1	,3	,3	78,7
Raramente	1	,3	,3	78,9
Das 18hs às 18:30hs	1	,3	,3	79,7
Das 10hs às 01hs	1	,3	,3	82,1
Das 16hs às 20hs	1	,3	,3	85,1
Das 09hs às 20hs	1	,3	,3	85,9
Das 11hs às 22hs	1	,3	,3	86,1
Das 05hs às 13hs	1	,3	,3	86,4
Das 20hs às 21hs	1	,3	,3	87,2
Das 17hs às 22hs	1	,3	,3	87,5
Das 05hs às 18hs	1	,3	,3	87,7
Das 18hs às 23hs	1	,3	,3	89,1
Das 10hs às 17hs	1	,3	,3	90,9
Das 11hs às 21hs	1	,3	,3	91,2
Das 08hs às 13hs	1	,3	,3	91,5
Das 08hs às 11hs	1	,3	,3	91,7
Das 08hs às 24hs	1	,3	,3	94,7
Das 06hs às 16hs	1	,3	,3	94,9
Das 09hs às 24hs	1	,3	,3	95,2
Das 08hs às 20hs	1	,3	,3	96,5
Das 09hs às 10hs	1	,3	,3	96,8
Das 13hs às 14hs	1	,3	,3	97,1
Das 08hs às 17hs	1	,3	,3	97,3
Das 09hs às 23hs	1	,3	,3	99,2
Das 09hs às 21hs	1	,3	,3	99,5
Das 08hs às 16hs	1	,3	,3	99,7
Das 08hs às 18hs	1	,3	,3	100,0

Fonte: Autor

Grupo 04: Questões objetivas

Sobre o período de uso de ventilador e sua frequência. A **questão 11** foi observada a partir de sua frequência, gráficos de boxplot e barra, indicando que 62,4% dos entrevistados responderam que usam o ventilador à noite, conforme Figura 58.

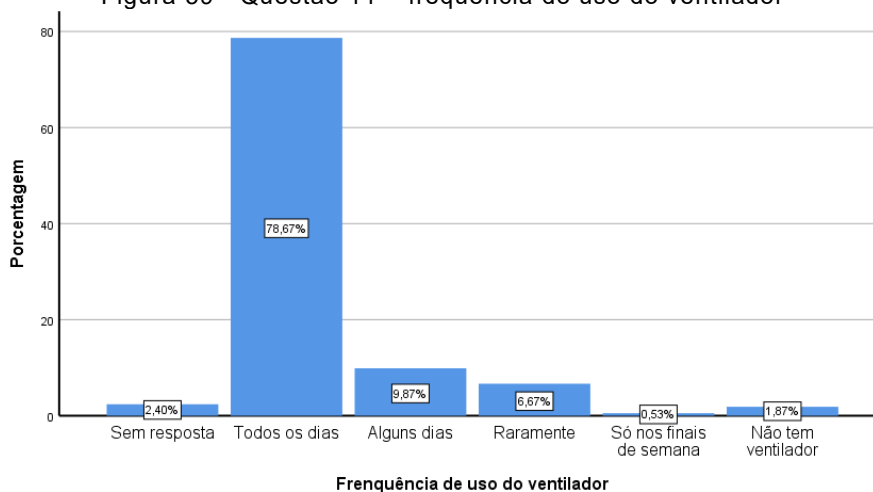
Figura 58 - Questão 11 – período de uso do ventilador



Fonte: Autor

Ainda sobre o uso do ventilador na questão 11, quanto à frequência de uso, foram observados que 78,67% dos casos usam o ventilador todos os dias, como pode ser observada na Figura 59 abaixo.

Figura 59 - Questão 11 – frequência do uso do ventilador

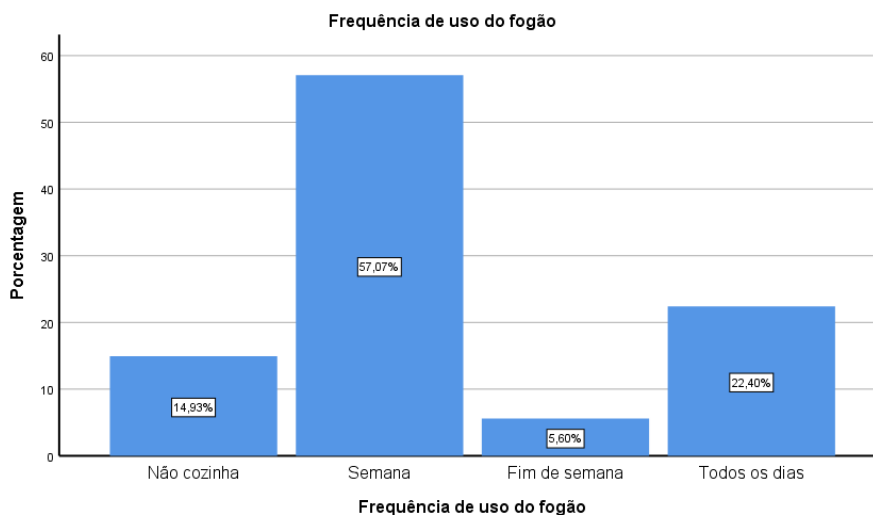


Fonte: Autor

Considerando a relevância da carga térmica interna produzida na cozinha associada à rotina dos ocupantes, sobre o resultado de conforto térmico, a **questão 14** trata sobre a frequência e período de uso do fogão. Ao analisar a frequência, foram observadas respostas bem distintas entre as opções, com 57% dos entrevistados que

cozinham durante a semana, 22% cozinham todos os dias, e apenas 5,6% cozinham no fim de semana, como mostra a Figura 60 abaixo.

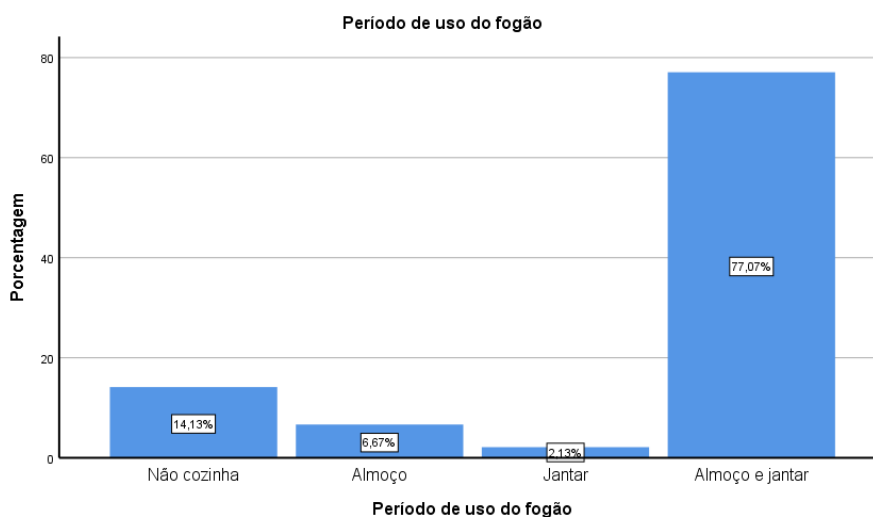
Figura 60 - Questão 14 – Frequência de uso do fogão



Fonte: Autor

Ao observar o tempo de uso do fogão, pode-se verificar que a maior parte dos entrevistados indicaram que cozinham no almoço e no jantar, constituindo 77% dos casos, como mostra a Figura 61.

Figura 61 - Tempo de uso do fogão



Fonte: Autor

A **questão 17** trata sobre os ambientes que os entrevistados costumam ficar quando está muito calor, e foi dividida em três partes observados pela tabela de número de casos por frequência. Percebe-se que pela manhã, 42,9% das respostas foi sala, entretanto, 25,6% dos entrevistados responderam outro. Foi observada uma

difficuldade na interpretação dos dados desta questão, em função do alto número de resposta na alternativa outro, que pode ser entendida como o turno em que o usuário estaria no trabalho ou fora de casa por outro motivo, entretanto não foi possível confirmar esta possibilidade.

Tabela 16 - Questão 17 - ambiente que costuma ficar - manhã

Ambiente que costuma ficar - manhã

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	0	7	1,9	1,9	1,9
	Sala	161	42,9	42,9	44,8
	Cozinha	63	16,8	16,8	61,6
	Quarto	28	7,5	7,5	69,1
	Calçada	20	5,3	5,3	74,4
	outro	96	25,6	25,6	100,0
	Total	375	100,0	100,0	

Fonte: Autor

Ainda na questão 17, no período da tarde, as respostas são muito semelhantes, com 44,5% dos usuários escolhendo a sala enquanto 28,3% escolheram a resposta “outro”.

Tabela 17 - Questão 17 - ambiente que costuma ficar - tarde

Ambiente que costuma ficar - tarde

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Sem resposta	6	1,6	1,6	1,6
	Sala	167	44,5	44,5	46,1
	Cozinha	35	9,3	9,3	55,5
	Quarto	31	8,3	8,3	63,7
	Calçada	30	8,0	8,0	71,7
	Outro	106	28,3	28,3	100,0
	Total	375	100,0	100,0	

Fonte: Autor

Já no período da noite, a maior parte das respostas indica a sala como ambiente principal, com 51,2%. A segunda opção mudou neste período, sendo o quarto o ambiente escolhido entre os usuários com 22,4%, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Questão 17 - ambiente que costuma ficar - noite

Ambiente que costuma ficar - noite

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	0	9	2,4	2,4	2,4
	Sala	192	51,2	51,2	53,6
	Cozinha	16	4,3	4,3	57,9
	Quarto	84	22,4	22,4	80,3
	Calçada	17	4,5	4,5	84,8
	Outro	57	15,2	15,2	100,0
	Total	375	100,0	100,0	

Fonte: Autor

A **questão 19** trata sobre a possibilidade de algum morador dormir fora do quarto, a fim de verificar a possibilidade de ter algum cenário com uso de outros ambientes à noite, além do quarto. A partir da frequência, foi verificado que em 92,4% das unidades, todos os moradores dormem nos quartos. Assim, conclui-se não ser relevante considerar este cenário.

4.2.2. Fase 2 – Referência Cruzada

A partir da análise por estatística descritiva, pôde-se observar que algumas respostas indicaram interação entre grupos, e a análise de resultados do cruzamento entre as questões podem auxiliar no entendimento do uso dos ocupantes, assim como o entendimento de seu comportamento.

Rotina dos ocupantes

O método de Referência cruzada foi inicialmente aplicado no cruzamento entre o gênero e o horário que o morador 1 sai para trabalhar, como pode ser observado na Tabela 19.

Tabela 19 - Referência cruzada - hora que o morador sai para trabalhar x gênero

Tabulação cruzada Morador 1 sai para o trabalho * Gênero

Gênero		Total
Masculino	Feminino	

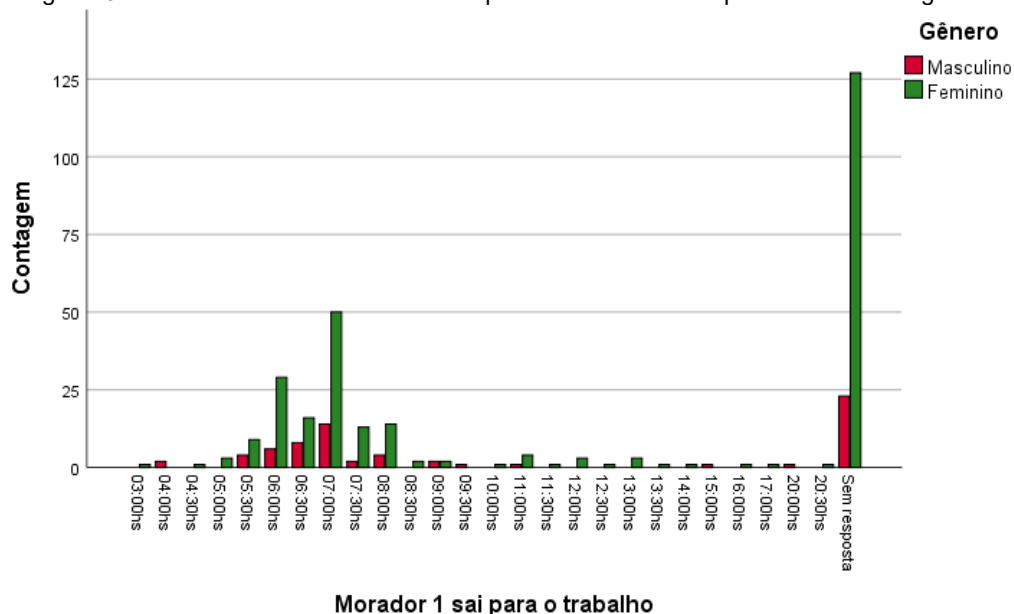
Morador 1 sai para o trabalho	03:00hs	Contagem	0	1	1
		% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
	04:00hs	Contagem	2	0	2
		% do Total	0,5%	0,0%	0,5%
	04:30hs	Contagem	0	1	1
		% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
	05:00hs	Contagem	0	3	3
		% do Total	0,0%	0,8%	0,8%
	05:30hs	Contagem	4	9	13
		% do Total	1,1%	2,4%	3,5%
	06:00hs	Contagem	6	29	36
		% do Total	1,6%	7,7%	9,6%
	06:30hs	Contagem	8	16	25
		% do Total	2,1%	4,3%	6,7%
	07:00hs	Contagem	14	50	67
		% do Total	3,7%	13,3%	17,9%
	07:30hs	Contagem	2	13	15
		% do Total	0,5%	3,5%	4,0%
	08:00hs	Contagem	4	14	19
		% do Total	1,1%	3,7%	5,1%
	08:30hs	Contagem	0	2	2
		% do Total	0,0%	0,5%	0,5%
	09:00hs	Contagem	2	2	4
		% do Total	0,5%	0,5%	1,1%
	09:30hs	Contagem	1	0	1
		% do Total	0,3%	0,0%	0,3%
	10:00hs	Contagem	0	1	1
		% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
	11:00hs	Contagem	1	4	5
		% do Total	0,3%	1,1%	1,3%
	11:30hs	Contagem	0	1	1
		% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
	12:00hs	Contagem	0	3	3
		% do Total	0,0%	0,8%	0,8%
	12:30hs	Contagem	0	1	1
		% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
	13:00hs	Contagem	0	3	3
		% do Total	0,0%	0,8%	0,8%
	13:30hs	Contagem	0	1	1
		% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
	14:00hs	Contagem	0	1	1

	% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
15:00hs	Contagem	1	0	1
	% do Total	0,3%	0,0%	0,3%
16:00hs	Contagem	0	1	1
	% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
17:00hs	Contagem	0	1	2
	% do Total	0,0%	0,3%	0,5%
20:00hs	Contagem	1	0	2
	% do Total	0,3%	0,0%	0,5%
20:30hs	Contagem	0	1	1
	% do Total	0,0%	0,3%	0,3%
Sem resposta	Contagem	23	127	163
	% do Total	6,1%	33,9%	43,5%
Total	Contagem	69	285	375
	% do Total	18,4%	76,0%	100,0%

Fonte: Autor

Por ser um dos valores mais representativos, pode-se observar que a maior parte das mulheres que responderam o questionário não trabalham e, portanto, não responderam o horário que vão ao trabalho, conforme Figura 62.

Figura 62 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x gênero



Fonte: Autor

Sobre o cruzamento entre o horário que o morador 1 sai para trabalhar e a quantidade de moradores por unidade, percebe-se que a maior parte dos usuários

que trabalham saem às 07hs, para as unidades com duas pessoas, quatro pessoas e com três pessoas por unidade, conforme Tabela 20.

Tabela 20 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x número de moradores

Tabulação cruzada Morador 1 sai para o trabalho * Número de moradores

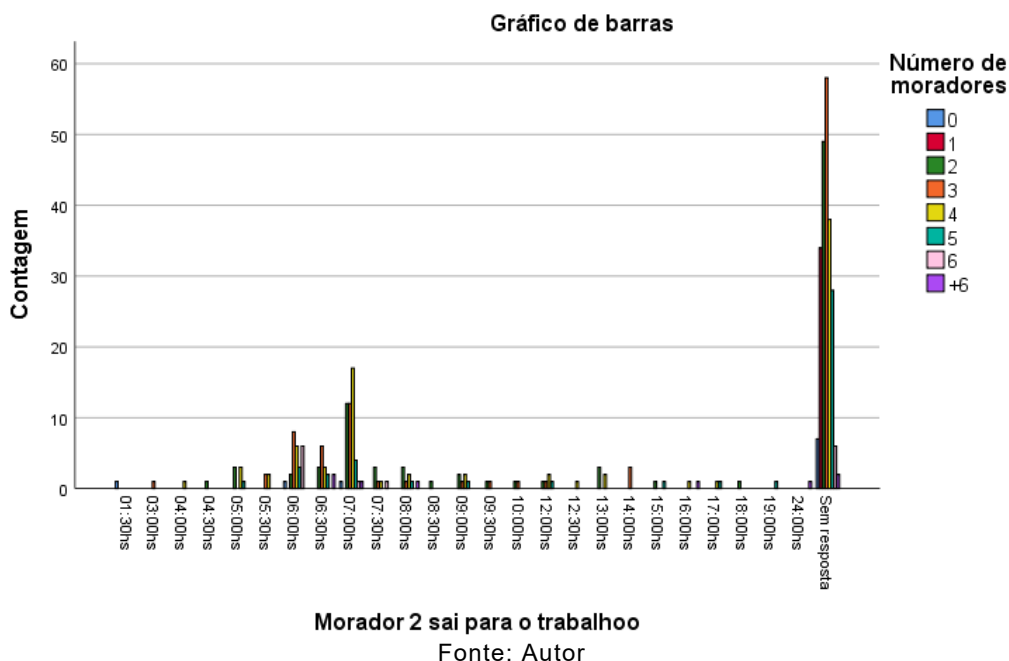
Contagem

		Número de moradores							Total
		1	2	3	4	5	6	+ 6	
Morador 1 sai para o trabalho	03:00hs	0	0	0	1	0	0	0	1
	04:00hs	0	1	0	1	0	0	0	2
	04:30hs	0	1	0	0	0	0	0	1
	05:00hs	0	1	0	1	0	1	0	3
	05:30hs	0	2	3	3	2	3	0	13
	06:00hs	3	6	11	5	4	4	1	36
	06:30hs	1	6	8	7	3	0	0	25
	07:00hs	4	13	19	19	7	1	2	67
	07:30hs	1	5	5	3	0	1	0	15
	08:00hs	3	3	4	4	1	1	1	19
	08:30hs	0	0	1	0	1	0	0	2
	09:00hs	0	1	1	0	2	0	0	4
	09:30hs	0	1	0	0	0	0	0	1
	10:00hs	0	0	0	0	1	0	0	1
	11:00hs	0	2	2	0	1	0	0	5
	11:30hs	1	0	0	0	0	0	0	1
	12:00hs	0	1	1	1	0	0	0	3
	12:30hs	0	0	1	0	0	0	0	1
	13:00hs	0	0	0	1	1	0	1	3
	13:30hs	0	0	1	0	0	0	0	1
	14:00hs	0	0	1	0	0	0	0	1
	15:00hs	0	0	0	1	0	0	0	1
	16:00hs	0	0	1	0	0	0	0	1
	17:00hs	0	1	0	0	0	0	1	2
	20:00hs	0	1	0	0	1	0	0	2
	20:30hs	0	0	0	1	0	0	0	1
	Sem resposta	21	42	37	34	20	3	2	163
Total		34	87	96	82	44	14	8	375

Fonte: Autor

Ao observar o cruzamento entre o horário que o morador 2 sai para trabalhar e a quantidade de moradores por unidade, há uma distribuição maior de respostas por horário, que no caso do morador 1, como mostra a Figura 63.

Figura 63 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x número de moradores



O cruzamento entre o horário que os moradores 3 e os moradores 4 saem para o trabalho e a quantidade de moradores por unidade indica uma concentração maior por horário, com exceção de uma pequena quantidade que sai às 7hs, os demais não indicaram o horário, portanto são ocupantes que não trabalham.

Figura 64 - Referência cruzada - hora que o morador 3 sai para trabalhar x número de moradores

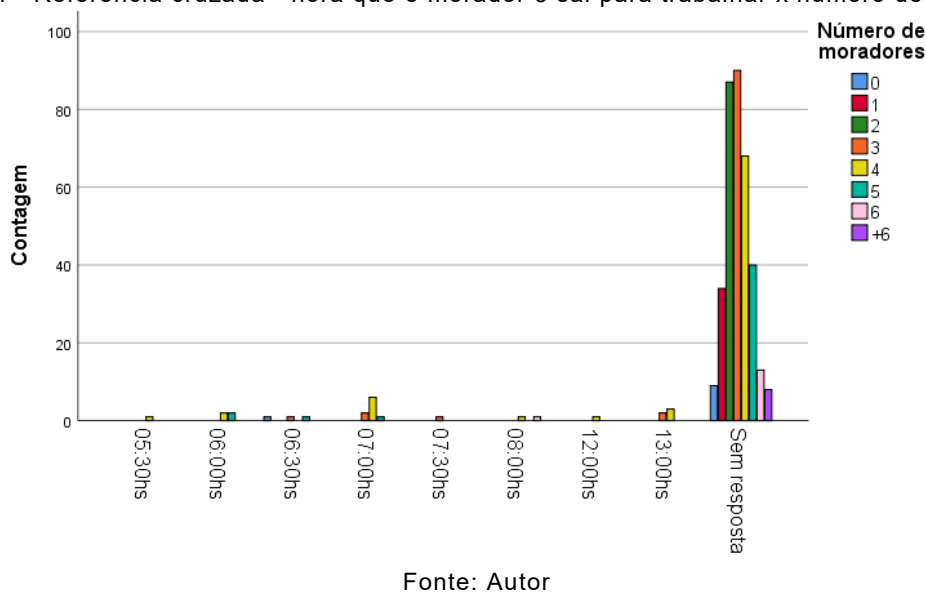
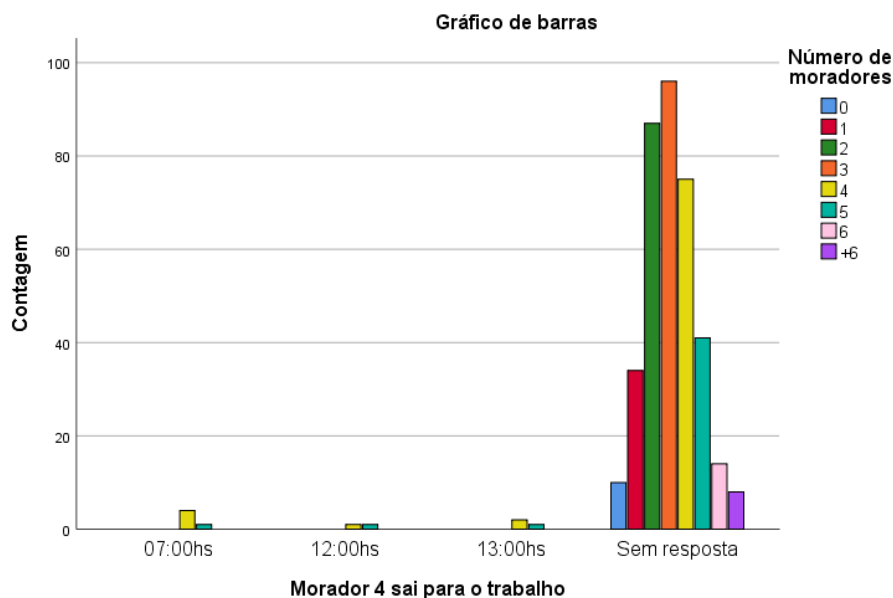


Figura 65 - Referência cruzada - hora que o morador 4 sai para trabalhar x número de moradores



Considerando o número de moradores por unidade como parâmetro para definição dos clusters, foram analisados os principais horários que auxiliam na compreensão do comportamento do usuário e sua relação com a habitação, considerando os horários que os ocupantes acordam, dormem e saem e voltam do trabalho.

Controle das aberturas

Ao analisar os motivos que refletem a operação das janelas, foram cruzados os dados resultantes da questão aberta, em que os ocupantes poderiam descrever quando as janelas estão abertas livremente, com a questão de múltipla escolha com motivos pré-definidos. O horário que as janelas estão abertas na questão 05 com a questão de múltipla escolha questão 08, foram analisados nas seguintes alternativas: quando vai dormir, por segurança, ao sair de casa, quando chove, para proteger do sol, por causa dos mosquitos.

Ao analisar o cruzamento de quem abre as janelas “o dia todo” com a alternativa – quando vai dormir, isto é, as pessoas responderam que mantém as janelas abertas o dia todo, entretanto indicaram que fecham as janelas quando vão

dormir. De 142 ocupantes que responderam que deixam as janelas abertas o dia todo, 112 destas também responderam que fecham as janelas quando vão dormir. Pode-se concluir que a resposta o dia todo, refere-se ao dia talvez seja o “todo” de atividade ou, o dia acaba quando vai dormir, e não o dia todo considerando as 24hs do dia. Já de 15 ocupantes que responderam sempre aberta, 87% não fecham as janelas quando vão dormir.

Tabela 21 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “quando vai dormir”

Tabulação cruzada Horário das janelas abertas * Quando vai dormir

Contagem

		Quando vai dormir		Total
		0	1	
Horário das janelas abertas	Das 08hs às 16hs	1	2	3
	Dia todo	30	112	142
	Das 06hs às 21hs	0	3	3
	Das 07hs às 22hs	0	8	8
	Das 07hs às 15hs	1	0	1
	Sempre fechada	8	6	14
	Sempre aberta	13	2	15
	Das 06hs às 23hs	0	3	3
	Das 07hs às 19hs	1	2	3
	Das 07hs às 17hs	1	17	18
	À tarde	4	11	15
	À noite	3	3	6
	Das 06hs às 07hs	0	2	2
	Pela manhã	7	14	21
	Das 08hs às 17hs	0	6	6
	Sem resposta	4	9	13
	Manhã e tarde	0	5	5
	Das 16hs às 18hs	1	0	1
	Das 11hs às 13hs	1	0	1
	Das 05hs às 08hs	0	1	1
	Das 07hs às 23hs	0	1	1
	Das 12hs às 16hs	0	1	1
	Das 12hs às 22hs	0	1	1
	Das 08hs às 22hs	1	4	5
	Das 06hs às 24hs	0	2	2
	Das 09hs às 24hs	0	2	2
	das 07hs às 20hs	0	3	3
	Das 04hs às 21hs	0	1	1

Raramente	0	1	1
Das 05hs às 18hs	0	3	3
Das 18hs às 21hs	0	1	1
Das 07hs às 24hs	0	3	3
Das 06hs às 16hs	0	4	4
Das 07hs às 16hs	0	2	2
Das 06hs às 22hs	0	3	3
Das 07hs às 11hs	0	2	2
Das 05hs às 22hs	0	5	5
Das 07hs às 18hs	0	4	4
Das 06hs às 19hs	0	1	1
Das 06hs às 17hs	1	6	7
Das 08hs às 21hs	0	2	2
Das 05hs às 19hs	0	1	1
Das 08hs às 18hs	0	3	3
Das 06hs às 18hs	1	4	5
Das 05hs às 17hs	0	3	3
Das 08hs às 24hs	0	1	1
Das 10hs às 19hs	0	1	1
Das 11hs às 17hs	0	1	1
Das 11hs às 22hs	0	1	1
Das 05hs às 21hs	1	2	3
Das 08hs às 11hs	0	1	1
Das 08hs às 19hs	0	3	3
Das 06hs às 20hs	0	3	3
Das 09hs às 17hs	0	3	3
Das 05hs às 23hs	0	2	2
Das 05hs às 20hs	0	1	1
Das 08hs às 23hs	0	1	1
Das 09hs às 10hs	0	1	1
Das 13hs às 17hs	0	1	1
Das 09hs às 14hs	0	1	1
Das 09hs às 21hs	0	1	1
A partir de 05hs	1	0	1
Até as 17hs	0	1	1
Manhã e noite	1	0	1
Total	81	294	375

Fonte: Autor

No cruzamento das respostas sobre o horário das janelas abertas e a resposta “por segurança”, a predominância de ocupantes que descreveram “o dia todo” e

escolheram “por segurança” diminuiu. De 142 ocupantes, apenas 67 escolheram a alternativa afirmando que fecham as janelas por segurança, resultando em 47%, como mostra a Tabela 22.

Tabela 22 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “por segurança”
Contagem

		Por segurança		Total
		0	1	
Horário das janelas abertas	Das 08hs às 16hs	3	0	3
	Dia todo	75	67	142
	Das 06hs às 21hs	3	0	3
	Das 07hs às 22hs	8	0	8
	Das 07hs às 15hs	1	0	1
	Sempre fechada	8	6	14
	Sempre aberta	15	0	15
	Das 06hs às 23hs	3	0	3
	Das 07hs às 19hs	3	0	3
	Das 07hs às 17hs	18	0	18
	À tarde	6	9	15
	À noite	3	3	6
	Das 06hs às 07hs	1	1	2
	Pela manhã	14	7	21
	Das 08hs às 17hs	4	2	6
	Sem resposta	8	5	13
	Manhã e tarde	2	3	5
	Das 16hs às 18hs	0	1	1
	Das 11hs às 13hs	1	0	1
	Das 05hs às 08hs	1	0	1
	Das 07hs às 23hs	1	0	1
	Das 12hs às 16hs	0	1	1
	Das 12hs às 22hs	1	0	1
	Das 08hs às 22hs	5	0	5
	Das 06hs às 24hs	0	2	2
	Das 09hs às 24hs	2	0	2
	das 07hs às 20hs	2	1	3
	Das 04hs às 21hs	1	0	1
	Raramente	1	0	1
	Das 05hs às 18hs	3	0	3
	Das 18hs às 21hs	1	0	1
	Das 07hs às 24hs	3	0	3

Das 06hs às 16hs	4	0	4
Das 07hs às 16hs	2	0	2
Das 06hs às 22hs	3	0	3
Das 07hs às 11hs	2	0	2
Das 05hs às 22hs	4	1	5
Das 07hs às 18hs	4	0	4
Das 06hs às 19hs	1	0	1
Das 06hs às 17hs	7	0	7
Das 08hs às 21hs	2	0	2
Das 05hs às 19hs	1	0	1
Das 08hs às 18hs	3	0	3
Das 06hs às 18hs	5	0	5
Das 05hs às 17hs	3	0	3
Das 08hs às 24hs	1	0	1
Das 10hs às 19hs	1	0	1
Das 11hs às 17hs	1	0	1
Das 11hs às 22hs	1	0	1
Das 05hs às 21hs	3	0	3
Das 08hs às 11hs	1	0	1
Das 08hs às 19hs	3	0	3
Das 06hs às 20hs	3	0	3
Das 09hs às 17hs	3	0	3
Das 05hs às 23hs	2	0	2
Das 05hs às 20hs	1	0	1
Das 08hs às 23hs	1	0	1
Das 09hs às 10hs	1	0	1
Das 13hs às 17hs	1	0	1
Das 09hs às 14hs	1	0	1
Das 09hs às 21hs	1	0	1
A partir de 05hs	0	1	1
Até as 17hs	1	0	1
Manhã e noite	0	1	1
Total	264	111	375

Fonte: Autor

Ao observar o cruzamento das respostas sobre o horário das janelas abertas com o motivo “ao sair de casa”, foi observado que 71% dos casos marcaram que fecham as janelas ao sair de casa, inclusive os que responderam o dia todo. Neste aspecto, pode ser considerado “ao sair de casa”, os eventos esporádicos de ir ao

mercado, ou visitar alguém, passear, ir ao médico, ou seja, saídas pontuais que não se caracterizam como uma rotina constante como o fato de ir ao trabalho, por exemplo.

Assim como os demais comparativos, a resposta o “dia todo” obteve os resultados mais expressivos, com 89 ocupantes que mantem as janelas abertas o dia todo, resultando em 63% de cruzamento.

Tabela 23 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “ao sair de casa”
Contagem

		Ao sair de casa		Total
		0	1	
Horário das janelas abertas	Das 08hs às 16hs	0	3	3
	Dia todo	53	89	142
	Das 06hs às 21hs	0	3	3
	Das 07hs às 22hs	1	7	8
	Das 07hs às 15hs	1	0	1
	Sempre fechada	3	11	14
	Sempre aberta	9	6	15
	Das 06hs às 23hs	1	2	3
	Das 07hs às 19hs	2	1	3
	Das 07hs às 17hs	2	16	18
	À tarde	5	10	15
	À noite	2	4	6
	Das 06hs às 07hs	0	2	2
	Pela manhã	11	10	21
	Das 08hs às 17hs	0	6	6
	Sem resposta	4	9	13
	Manhã e tarde	2	3	5
	Das 16hs às 18hs	1	0	1
	Das 11hs às 13hs	1	0	1
	Das 05hs às 08hs	0	1	1
	Das 07hs às 23hs	0	1	1
	Das 12hs às 16hs	0	1	1
	Das 12hs às 22hs	1	0	1
	Das 08hs às 22hs	1	4	5
	Das 06hs às 24hs	1	1	2
	Das 09hs às 24hs	0	2	2
	das 07hs às 20hs	0	3	3
	Das 04hs às 21hs	0	1	1
	Raramente	0	1	1
	Das 05hs às 18hs	0	3	3

Das 18hs às 21hs	0	1	1
Das 07hs às 24hs	0	3	3
Das 06hs às 16hs	0	4	4
Das 07hs às 16hs	0	2	2
Das 06hs às 22hs	1	2	3
Das 07hs às 11hs	0	2	2
Das 05hs às 22hs	1	4	5
Das 07hs às 18hs	0	4	4
Das 06hs às 19hs	0	1	1
Das 06hs às 17hs	1	6	7
Das 08hs às 21hs	0	2	2
Das 05hs às 19hs	0	1	1
Das 08hs às 18hs	0	3	3
Das 06hs às 18hs	1	4	5
Das 05hs às 17hs	0	3	3
Das 08hs às 24hs	1	0	1
Das 10hs às 19hs	0	1	1
Das 11hs às 17hs	0	1	1
Das 11hs às 22hs	0	1	1
Das 05hs às 21hs	0	3	3
Das 08hs às 11hs	0	1	1
Das 08hs às 19hs	0	3	3
Das 06hs às 20hs	0	3	3
Das 09hs às 17hs	0	3	3
Das 05hs às 23hs	0	2	2
Das 05hs às 20hs	0	1	1
Das 08hs às 23hs	0	1	1
Das 09hs às 10hs	0	1	1
Das 13hs às 17hs	0	1	1
Das 09hs às 14hs	0	1	1
Das 09hs às 21hs	0	1	1
A partir de 05hs	0	1	1
Até as 17hs	1	0	1
Manhã e noite	1	0	1
Total	108	267	375

Fonte: Autor

A alternativa “quando chove” foi menos indicada que as alternativas anteriores com 184 respostas, representando 49%, como mostra a Tabela 24 abaixo. O

cruzamento mais relevante continua sendo com a resposta “o dia todo”, com 71 casos, totalizando 50% das respostas.

Tabela 24 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “quando chove”

Tabulação cruzada Horário das janelas abertas * Quando chove

Contagem

		Quando chove		Total
		0	1	
Horário das janelas abertas	Das 08hs às 16hs	3	0	3
	Dia todo	71	71	142
	Das 06hs às 21hs	1	2	3
	Das 07hs às 22hs	3	5	8
	Das 07hs às 15hs	1	0	1
	Sempre fechada	11	3	14
	Sempre aberta	12	3	15
	Das 06hs às 23hs	2	1	3
	Das 07hs às 19hs	0	3	3
	Das 07hs às 17hs	8	10	18
	À tarde	5	10	15
	À noite	4	2	6
	Das 06hs às 07hs	2	0	2
	Pela manhã	12	9	21
	Das 08hs às 17hs	5	1	6
	Sem resposta	8	5	13
	Manhã e tarde	2	3	5
	Das 16hs às 18hs	1	0	1
	Das 11hs às 13hs	1	0	1
	Das 05hs às 08hs	0	1	1
	Das 07hs às 23hs	0	1	1
	Das 12hs às 16hs	1	0	1
	Das 12hs às 22hs	0	1	1
	Das 08hs às 22hs	2	3	5
	Das 06hs às 24hs	1	1	2
	Das 09hs às 24hs	1	1	2
	das 07hs às 20hs	2	1	3
	Das 04hs às 21hs	0	1	1
	Raramente	1	0	1
	Das 05hs às 18hs	2	1	3
	Das 18hs às 21hs	0	1	1
	Das 07hs às 24hs	2	1	3

Das 06hs às 16hs	0	4	4
Das 07hs às 16hs	0	2	2
Das 06hs às 22hs	2	1	3
Das 07hs às 11hs	1	1	2
Das 05hs às 22hs	2	3	5
Das 07hs às 18hs	1	3	4
Das 06hs às 19hs	0	1	1
Das 06hs às 17hs	4	3	7
Das 08hs às 21hs	1	1	2
Das 05hs às 19hs	0	1	1
Das 08hs às 18hs	1	2	3
Das 06hs às 18hs	2	3	5
Das 05hs às 17hs	2	1	3
Das 08hs às 24hs	1	0	1
Das 10hs às 19hs	1	0	1
Das 11hs às 17hs	0	1	1
Das 11hs às 22hs	0	1	1
Das 05hs às 21hs	1	2	3
Das 08hs às 11hs	0	1	1
Das 08hs às 19hs	1	2	3
Das 06hs às 20hs	0	3	3
Das 09hs às 17hs	1	2	3
Das 05hs às 23hs	0	2	2
Das 05hs às 20hs	0	1	1
Das 08hs às 23hs	1	0	1
Das 09hs às 10hs	1	0	1
Das 13hs às 17hs	1	0	1
Das 09hs às 14hs	0	1	1
Das 09hs às 21hs	0	1	1
A partir de 05hs	1	0	1
Até as 17hs	1	0	1
Manhã e noite	1	0	1
Total	191	184	375

Fonte: Autor

Em seguida, foram comparadas as respostas entre o horário que fecham as janelas com a opção “para proteger do sol”, que resultou em um número bem reduzido quando comparado aos demais. Poucos ocupantes escolheram a alternativa, com apenas 6 respostas distribuídas entre ‘a tarde’, ‘7hs às 15hs’ e ‘o dia todo’.

Por fim, o cruzamento com a alternativa ‘por causa dos mosquitos’ indicou um número baixo de respostas ao comparar com todas as respostas abertas da questão 05. É importante observar que 48 moradores, dos 142 que responderam que mantêm as janelas abertas “o dia todo”, também responderam que fecham as janelas por causa dos mosquitos. De 15 moradores que responderam “sempre aberta”, 03 também responderam que fecham por causa dos mosquitos, indicando a fragilidade de algumas respostas abertas.

Tabela 25 - Referência cruzada - horário das janelas abertas x motivo “por causa dos mosquitos”
Contagem

		Por causa dos mosquitos		Total
		0	1	
Horário das janelas abertas	Das 08hs às 16hs	2	1	3
	Dia todo	94	48	142
	Das 06hs às 21hs	3	0	3
	Das 07hs às 22hs	8	0	8
	Das 07hs às 15hs	0	1	1
	Sempre fechada	12	2	14
	Sempre aberta	12	3	15
	Das 06hs às 23hs	3	0	3
	Das 07hs às 19hs	2	1	3
	Das 07hs às 17hs	13	5	18
	À tarde	8	7	15
	À noite	5	1	6
	Das 06hs às 07hs	2	0	2
	Pela manhã	12	9	21
	Das 08hs às 17hs	4	2	6
	Sem resposta	8	5	13
	Manhã e tarde	3	2	5
	Das 16hs às 18hs	0	1	1
	Das 11hs às 13hs	1	0	1
	Das 05hs às 08hs	0	1	1
	Das 07hs às 23hs	1	0	1
	Das 12hs às 16hs	0	1	1
	Das 12hs às 22hs	1	0	1
	Das 08hs às 22hs	5	0	5
	Das 06hs às 24hs	2	0	2
	Das 09hs às 24hs	2	0	2
	das 07hs às 20hs	3	0	3
	Das 04hs às 21hs	1	0	1

Raramente	0	1	1
Das 05hs às 18hs	2	1	3
Das 18hs às 21hs	1	0	1
Das 07hs às 24hs	3	0	3
Das 06hs às 16hs	3	1	4
Das 07hs às 16hs	1	1	2
Das 06hs às 22hs	3	0	3
Das 07hs às 11hs	2	0	2
Das 05hs às 22hs	5	0	5
Das 07hs às 18hs	4	0	4
Das 06hs às 19hs	1	0	1
Das 06hs às 17hs	6	1	7
Das 08hs às 21hs	2	0	2
Das 05hs às 19hs	1	0	1
Das 08hs às 18hs	3	0	3
Das 06hs às 18hs	4	1	5
Das 05hs às 17hs	3	0	3
Das 08hs às 24hs	1	0	1
Das 10hs às 19hs	1	0	1
Das 11hs às 17hs	1	0	1
Das 11hs às 22hs	1	0	1
Das 05hs às 21hs	3	0	3
Das 08hs às 11hs	1	0	1
Das 08hs às 19hs	3	0	3
Das 06hs às 20hs	3	0	3
Das 09hs às 17hs	3	0	3
Das 05hs às 23hs	2	0	2
Das 05hs às 20hs	1	0	1
Das 08hs às 23hs	1	0	1
Das 09hs às 10hs	1	0	1
Das 13hs às 17hs	1	0	1
Das 09hs às 14hs	1	0	1
Das 09hs às 21hs	1	0	1
A partir de 05hs	0	1	1
Até as 17hs	0	1	1
Manhã e noite	1	0	1
Total	277	98	375

Fonte: Autor

A maior importância de confrontar a mesma informação em duas respostas diferentes foi a possibilidade de configurar uma hipótese da rotina dos usuários quanto

ao controle das aberturas e dos motivos que determinam os horários que estas são operadas pelos ocupantes. Como exemplo, ao observar o cruzamento entre a questão 05 – sobre os horários das janelas abertas – e a questão 06 – sobre os horários das portas abertas – verificou-se que 110 moradores responderam que deixam as portas e janelas abertas “o dia todo”, correspondendo a 27% dos casos.

4.2.3. Fase 3 - Análise por agrupamento

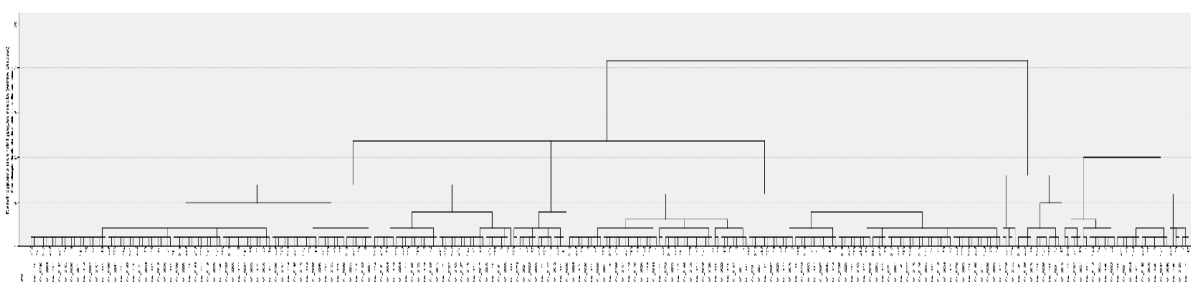
Ao analisar os dados resultantes do estudo de campo, foram definidas quais variáveis seriam utilizadas para determinar os grupos de objetos mais consistentes, para o objetivo da análise de agrupamento. Nesta fase, a decisão mais importante é a definição correta de quais variáveis serão escolhidas para compreender a similaridade entre os objetos analisados. Segundo Hair *et al.* (2009), “a análise de agrupamentos, pode ser dramaticamente afetada pela inclusão de apenas uma ou duas variáveis inadequadas ou não-diferenciadas”. Esta é a única técnica multivariada que não estima a variável estatística empiricamente, mas usa a variável de acordo com a especificada pelo pesquisador.

As variáveis escolhidas para a aplicação da técnica de Cluster foram:

- Número de moradores por unidade – Q24
- Horários que abrem e fecham as janelas – Q05
- Horários que abrem e fecham as portas – Q06

Para a aplicação do método, foram considerados como medida, a distância euclidiana. Desta forma, a análise de agrupamento realizada no programa SPSS, resultou no seguinte dendrograma, como mostra a Figura 66.

Figura 66 - Dendrograma da análise de Cluster



Fonte: Autor

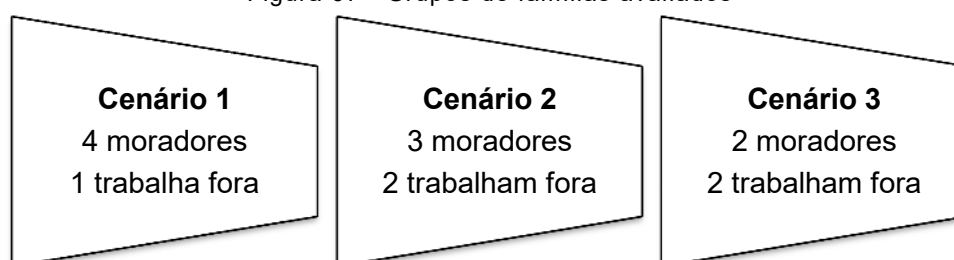
Apesar de aplicado o método estatístico, foi observado que mesmo o tamanho da amostra sendo grande o bastante para representar o objeto de estudo escolhido,

as variáveis que foram escolhidas não foram consideradas adequadas para a utilização do método como técnica multivariada. A técnica não desenvolve pesos para as variáveis no processo como os demais métodos multivariados, portanto, a escolha das variáveis é de responsabilidade do pesquisador e deve estar associada com o objetivo da pesquisa. Nestas condições, a intenção de agrupar os dados pelas ações de abertura e fechamento das janelas resultou em grupos muito heterogêneos, com uma pequena distância entre eles, sendo insuficiente para a construção dos grupos consistentes, como esperado.

Nestas condições, a decisão foi dar continuidade com o agrupamento de dados, considerando apenas uma variável. Ao considerar individualmente a primeira variável, que está associada ao número de moradores por unidade habitacional, foi observado que a predominância das respostas variou entre famílias com 03 moradores, com 25,6%, em segundo lugar família com 02 moradores, com 23,2%, e famílias com 04 moradores, com 21,9%. Este fator foi decisivo para dar continuidade a análise do comportamento dos usuários em 03 grupos.

A partir do agrupamento em 03 tipos de famílias distintas, foi possível analisar a rotina de cada família em relação aos horários que trabalham, ao uso dos equipamentos e à operação de portas e janelas. Entretanto, é importante observar que outros parâmetros também podem auxiliar na análise do comportamento dos usuários, em outras pesquisas em que os dados exerçam maior influência.

Figura 67 - Grupos de famílias avaliados



Fonte: Autor

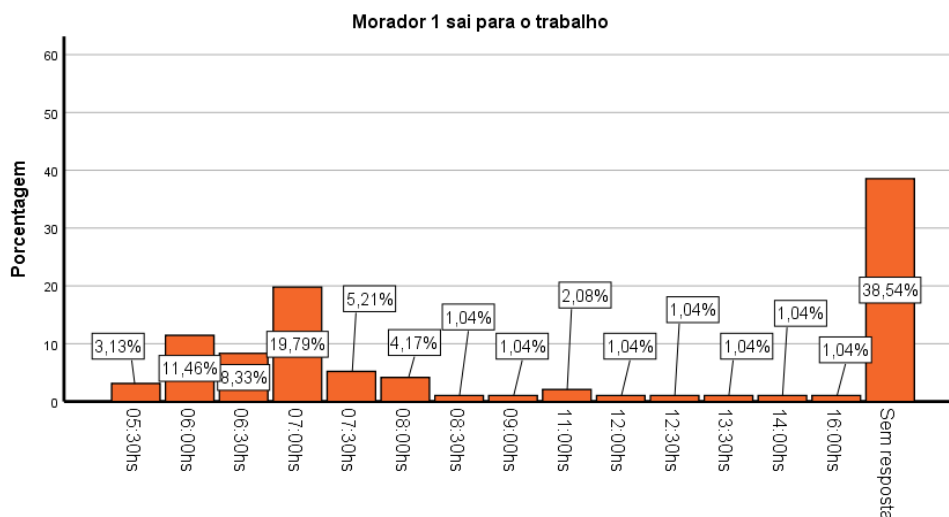
Adiante, foram compilados os dados em cada um dos grupos citados acima.

Cenário 1 – três moradores

Ao observar a questão 15, que indica o horário que o morador 1 sai para trabalhar, a maioria dos moradores que responderam os questionários não trabalham,

sendo a resposta predominante em todos os cenários, conforme pode ser visto na Figura 68. A segunda maior resposta indica que o morador 1 sai para trabalhar às 07h00 da manhã, com 19,79%, acima dos demais horários.

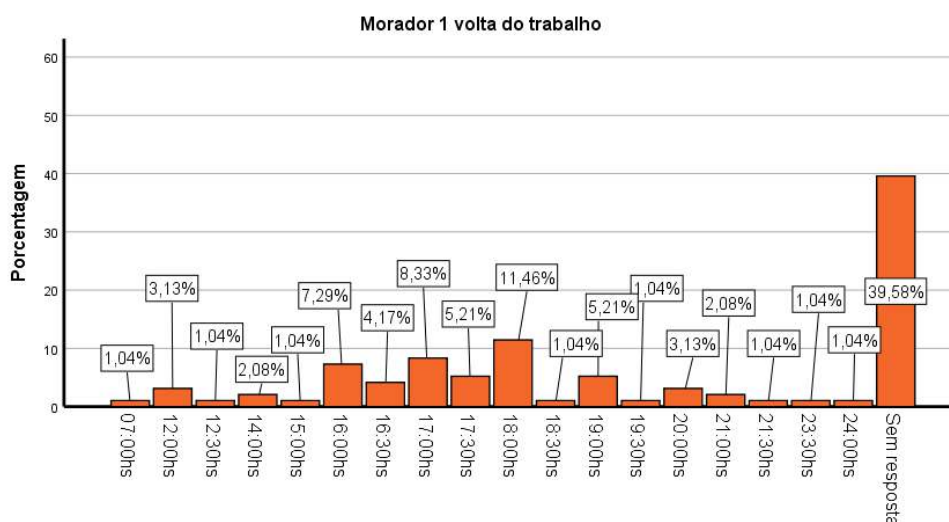
Figura 68 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x 03 moradores



Fonte: Autor

Na Figura 69, o horário que o morador 1 volta do trabalho tem uma variação maior, com percentuais entre 18h00, 17h00 e 16h00, com 11,46%, 8,33% e 7,29%, respectivamente.

Figura 69 - Referência cruzada - hora que o morador 1 volta do trabalho x 03 moradores

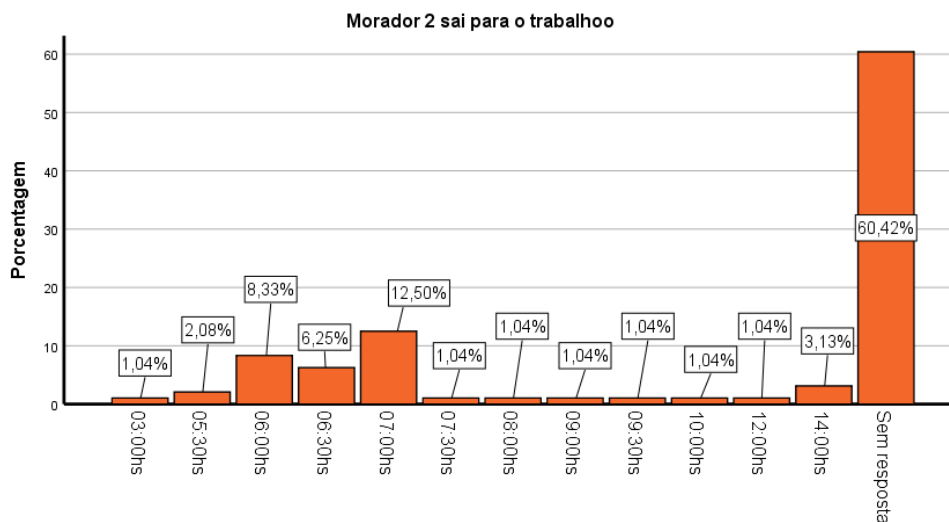


Fonte: Autor

O morador 2 possui os mesmos padrões de horários para ir trabalhar que o morador 1, com 12,5% dos casos saindo às 07h00. O número de casos sem resposta

aumentou, representando 60,4% dos casos, como mostra a Figura 70, indicando o dobro dos casos do morador 1.

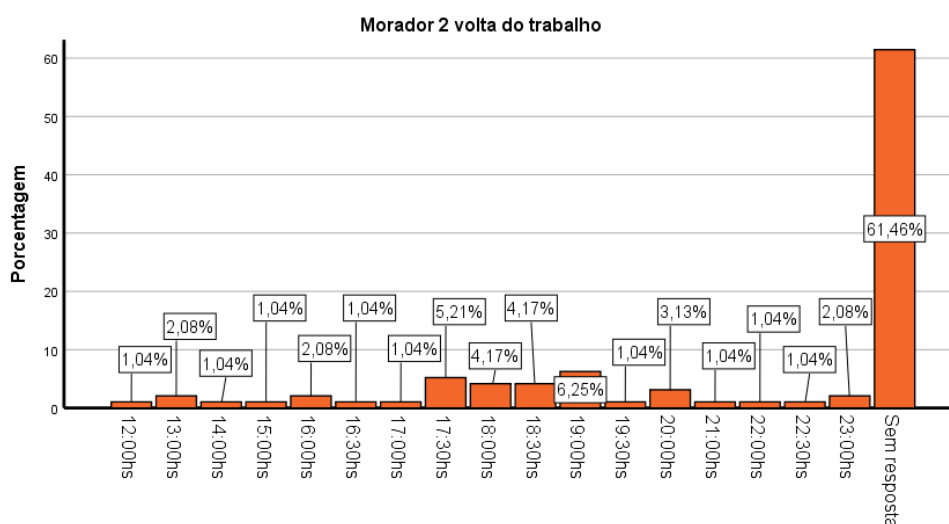
Figura 70 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x 03 moradores



Fonte: Autor

Entre os horários que o morador 2 volta do trabalho, estão mais distribuídos entre 17h30 e 19h00, como mostra a Figura 71, entretanto se destacam os horários 19h00 e 17h30 com, 6,25% e 5,21%, respectivamente.

Figura 71 - Referência cruzada - hora que o morador 2 volta do trabalho x 03 moradores

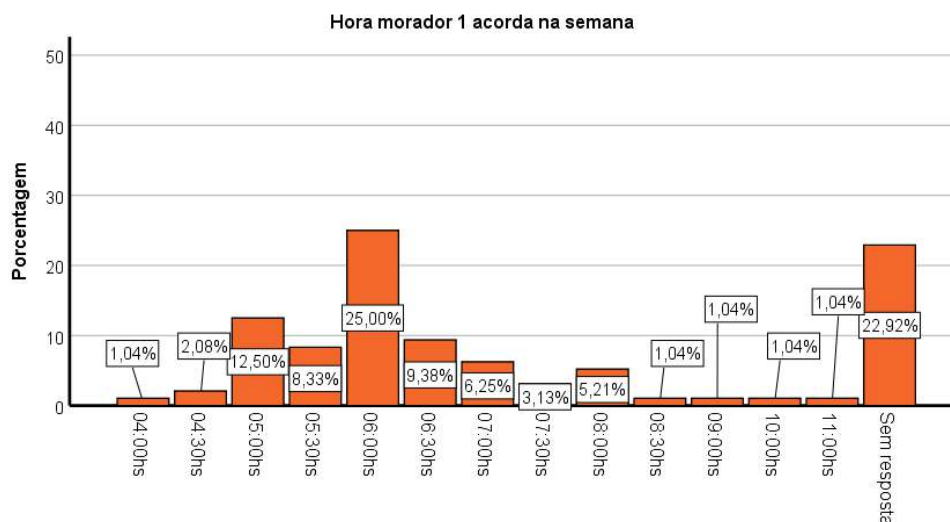


Fonte: Autor

Horários que os moradores acordam e dormem durante a semana

Sobre o horário que os ocupantes acordam durante a semana, a maior parte dos que responderam acordam às 06h00 da manhã, com 25%, conforme Figura 72, seguidos por 12,50% que responderam que acordam às 05h00 da manhã.

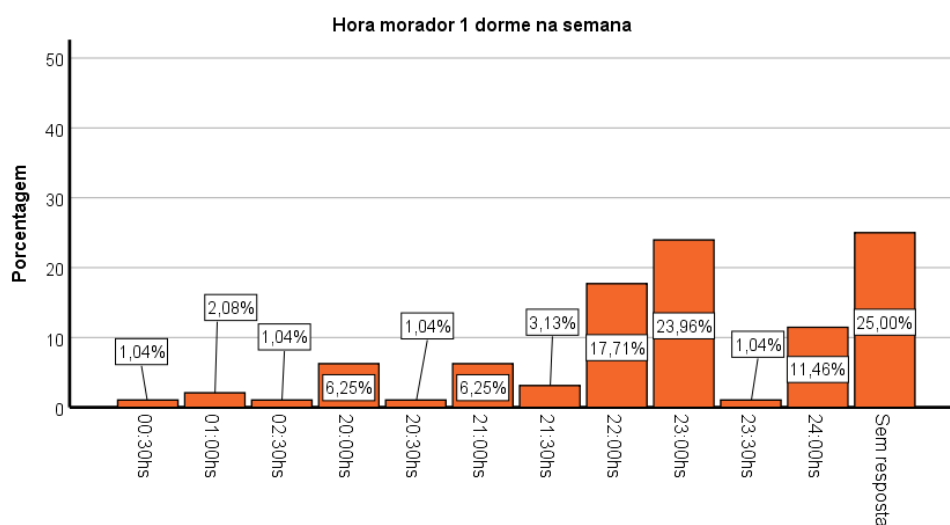
Figura 72 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda x 03 moradores



Fonte: Autor

Quanto ao horário que o morador 1 dorme durante a semana no cruzamento com famílias com três pessoas, foi observado que 23,96% responderam que dormem às 23h00, seguidos de 17,71% que responderam que dormem às 22h00, conforme Figura 73 abaixo.

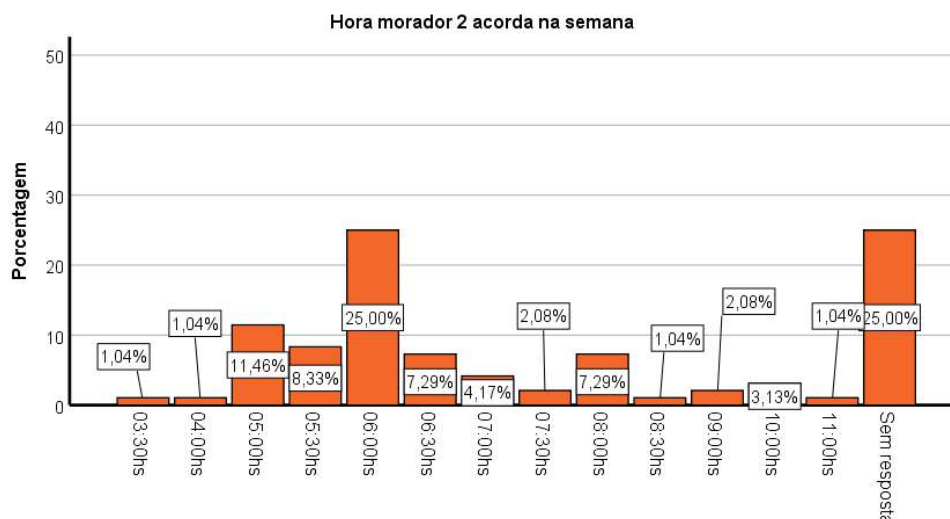
Figura 73 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme x 03 moradores



Fonte: Autor

Sobre o horário que o morador 2 acorda durante a semana, é observado o mesmo valor do morador 1, pois a maior parte respondeu que também acorda às 06h00, com 25%, conforme Figura 74, seguidos por 11,46% que acordam às 05h00.

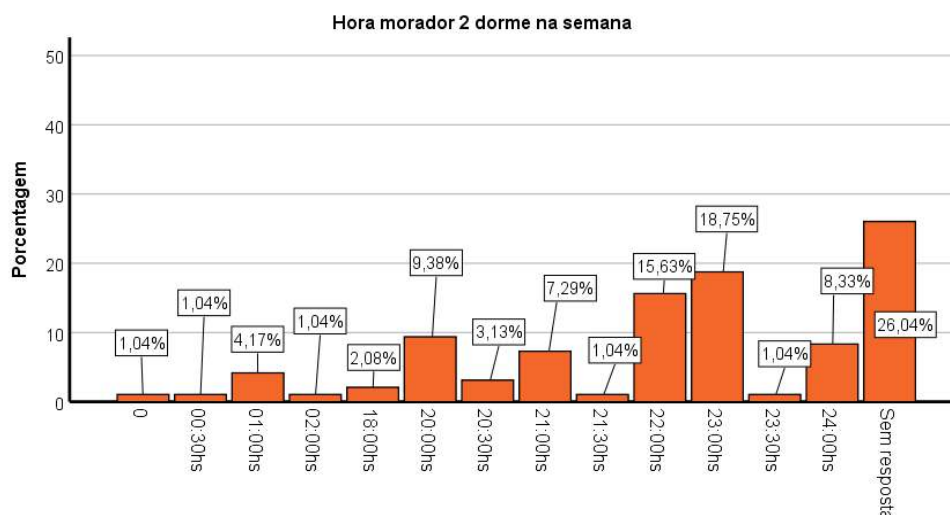
Figura 74 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda x 03 moradores



Fonte: Autor

A Figura 75 mostra que os horários que o morador 2 indicou também se assemelham ao morador 1 para as famílias de 3 moradores, com 18,75% dos casos dormindo às 23h00, seguidos por 15,63% dormindo às 22h00.

Figura 75 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme x 03 moradores

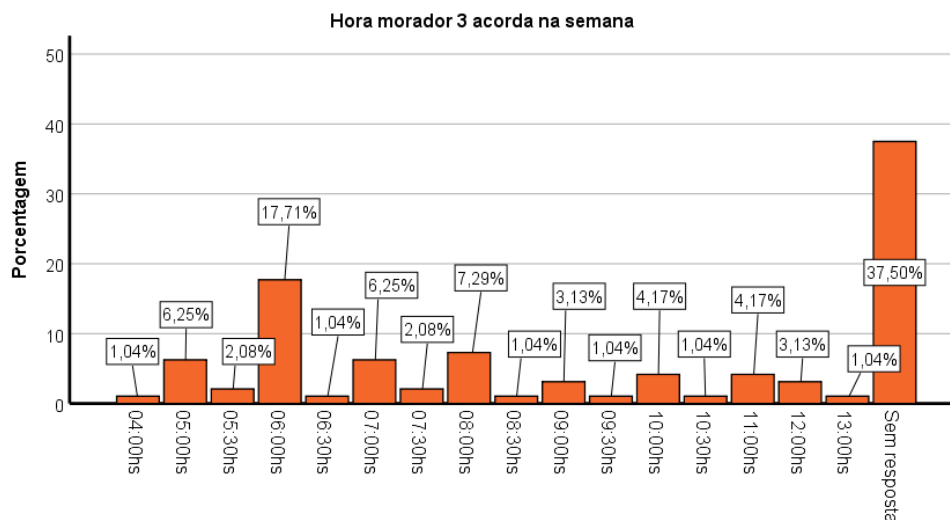


Fonte: Autor

No caso do morador 3, são observados horários mais espaçados em relação ao acordar durante a semana, com o valor mais representativo abaixo dos moradores

1 e 2, indicando mais heterogeneidade nas respostas, entretanto a maioria ainda é às 06h00, com 17,71% de respostas, conforme Figura 76.

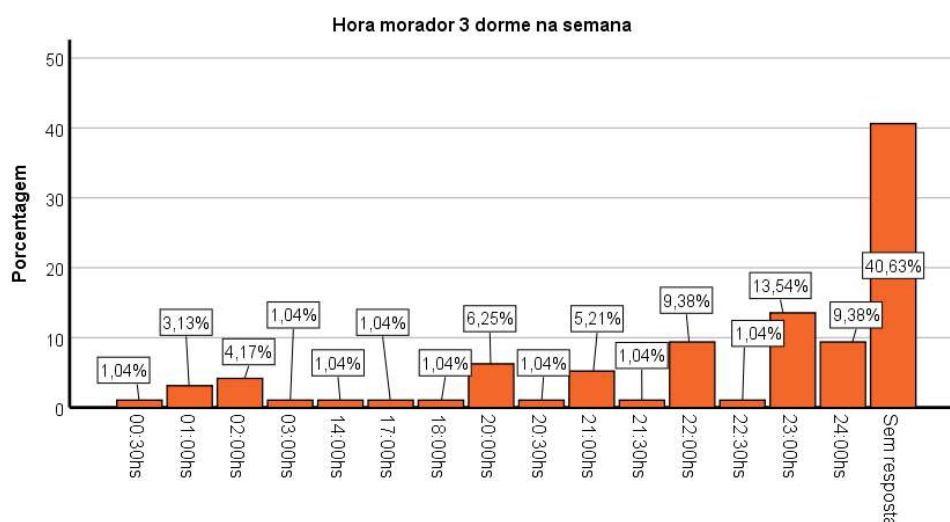
Figura 76 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda x 03 moradores



Fonte: Autor

Sobre o horário que o morador 3 dorme durante a semana, a maior parte respondeu que às 23h00, com 13,54%, conforme Figura 77, seguidos por 9,38% que dormem tanto às 22h00, quanto às 24h00.

Figura 77 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme x 03 moradores



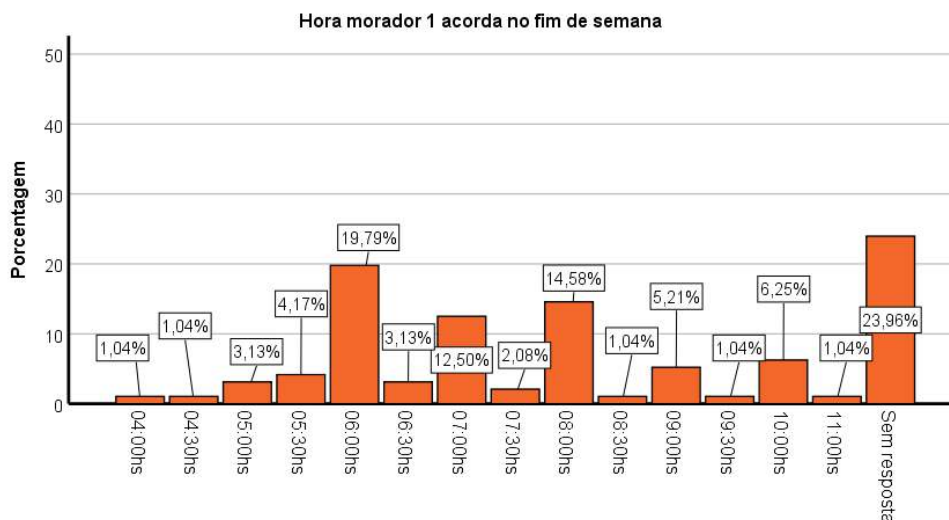
Fonte: Autor

Horários que os moradores acordam e dormem no fim de semana

No fim de semana, os horários sofrem alterações com uma redução de 6% nas respostas às 6h00, e um aumento de 12,42% nas respostas às 8h00. Apesar

disso, o horário predominante continua sendo às 6h00, como pode ser observado na Figura 78 abaixo.

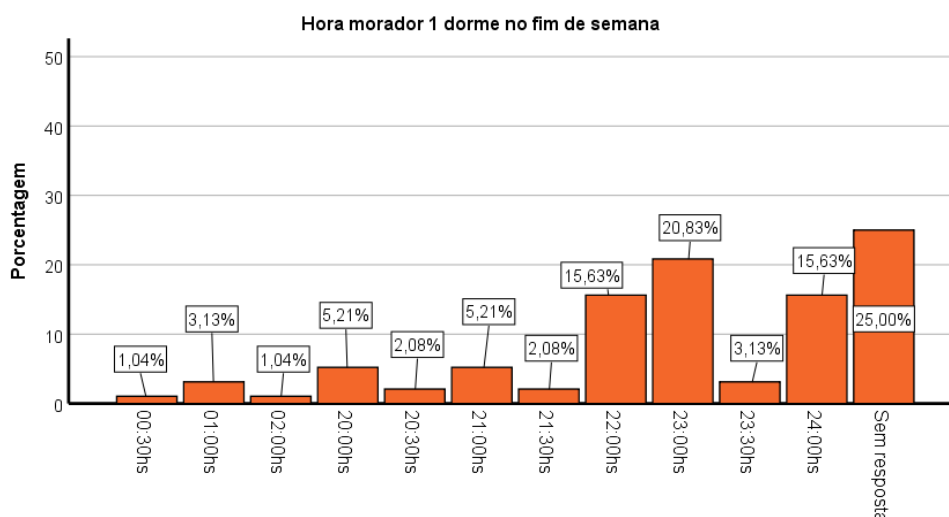
Figura 78 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda no fim de semana x 03 moradores



Fonte: Autor

Já no horário que o morador 1 dorme no fim de semana, foi observada uma variação entre as respostas, sem caracterizar uma predominância bem definida de um único valor: 20,83% responderam que dormem às 23h00, seguidos de 15,63% em duas colunas, correspondendo às 20h00 e às 24h00, conforme Figura 79 abaixo.

Figura 79 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme no fim de semana x 03 moradores

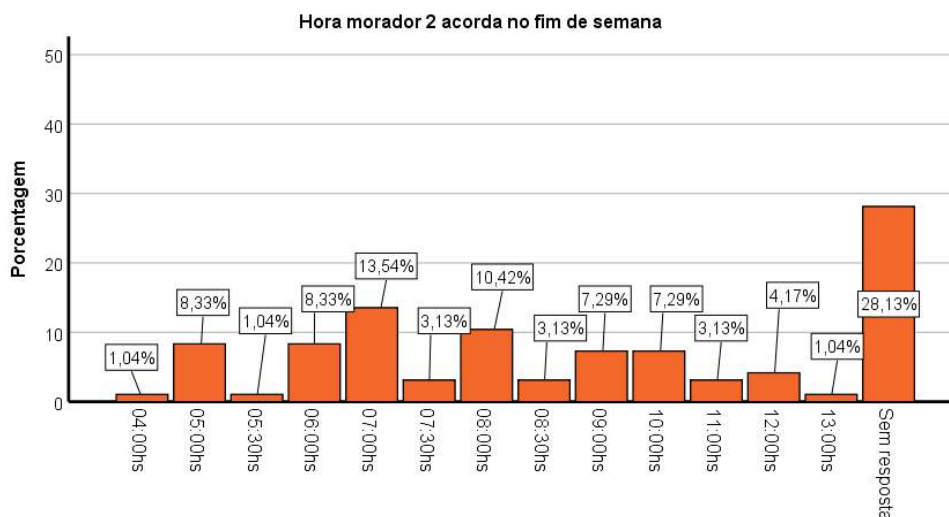


Fonte: Autor

Ao observar o horário que o morador 2 acorda no fim de semana, 13,54% responderam que às 07h00, seguidos de 10,42% que responderam que acordam às

08h00, como pode ser observado na Figura 80. Apenas 8,33% dos moradores, responderam que acordam às 06h00, que era o horário predominante durante a semana, indicado anteriormente na Figura 74.

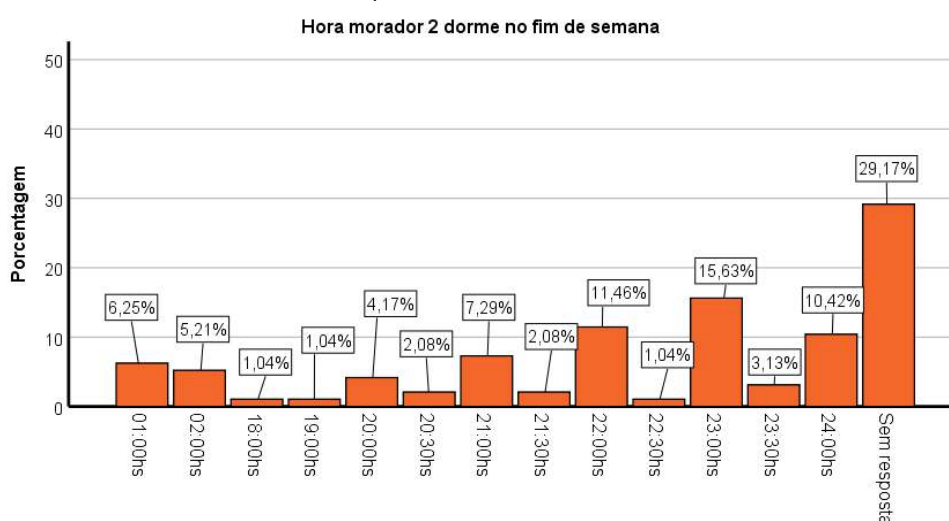
Figura 80 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda no fim de semana x 03 moradores



Fonte: Autor

A Figura 81, mostra os valores indicados pelo morador 2 em relação ao horário que costumam dormir no fim de semana, com predominância de 15,63% às 23h00. A maior diferença observada é na redução do percentual dos que dormem às 22h00 e o aumento dos que dormem às 24h00.

Figura 81 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme no fim de semana x 03 moradores

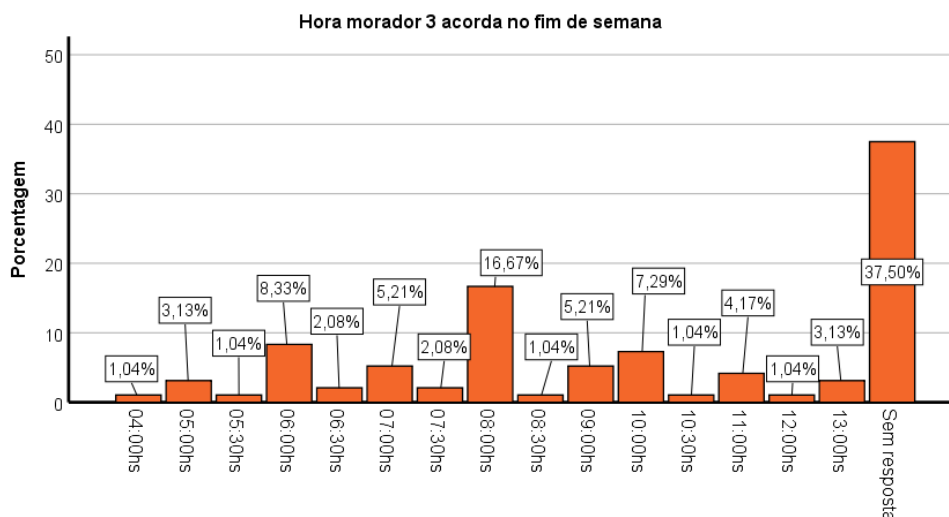


Fonte: Autor

Já no caso do morador 3, em relação ao horário que acordam no fim de semana, 16,67% responderam que acordam às 08h00, seguidos de respostas às

06h00 e às 10h00, com 8,33% e 7,29%, respectivamente, como mostra a Figura 82 abaixo. A maior diferença quanto ao horário de acordar durante a semana e no fim de semana, ocorre neste caso, pois o morador 3 reduz de 17,71%, conforme Figura 76.

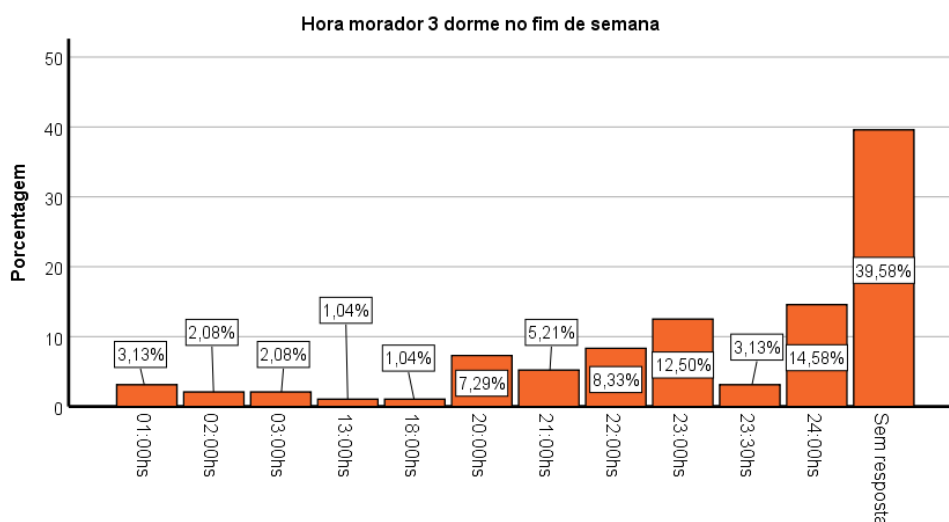
Figura 82 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda no fim de semana x 03 moradores



Fonte: Autor

O morador 3 também alterou os horários de dormir no fim de semana, com 14,58% dos casos respondendo às 24h00, seguidos de 12,50% às 23h00, como pode ser observado na Figura 83 abaixo.

Figura 83 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme no fim de semana x 03 moradores



Fonte: Autor

Sobre o comportamento das famílias com 3 moradores, foram observados altos percentuais de respostas na questão 13, sobre os horários que saem e voltam do trabalho, entre os moradores 1 e 3. Possivelmente o morador 2 não é o cônjuge,

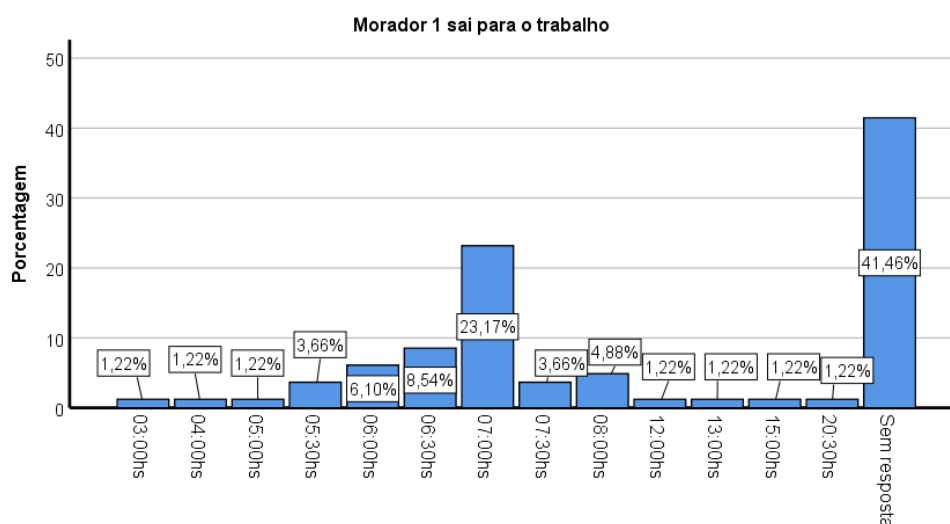
podendo ter relação de filho ou pai, pois verificamos um alto índice de aposentados nas famílias com 3 moradores. Esta possibilidade, é confirmada com o número de crianças que frequentam a escola, pois de 96 famílias que representaram o perfil com três moradores, apenas 46 tem crianças, que representa 48%, menos da metade.

Cenário 2 – quatro moradores

Para definir o padrão de comportamento dos usuários de uma família de quatro moradores, foram observados os resultados isoladamente de cada uma das questões anteriormente analisadas e destacados os resultados com maior representatividade, sobre as questões 13, 15 e 16, quanto aos horários que os moradores saem para trabalhar e voltam do trabalho, assim como os horários que acordam e dormem durante a semana e no fim de semana.

No grupo de famílias com quatro moradores, ao aplicar o método de Referência Cruzada com a questão sobre o horário que o morador 1 sai para trabalhar, a predominância de respostas permanece com ocupantes que não trabalham, seguidos por ocupantes que saem às 07hs, com 23,17% como mostra a Figura 84.

Figura 84 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x 04 moradores

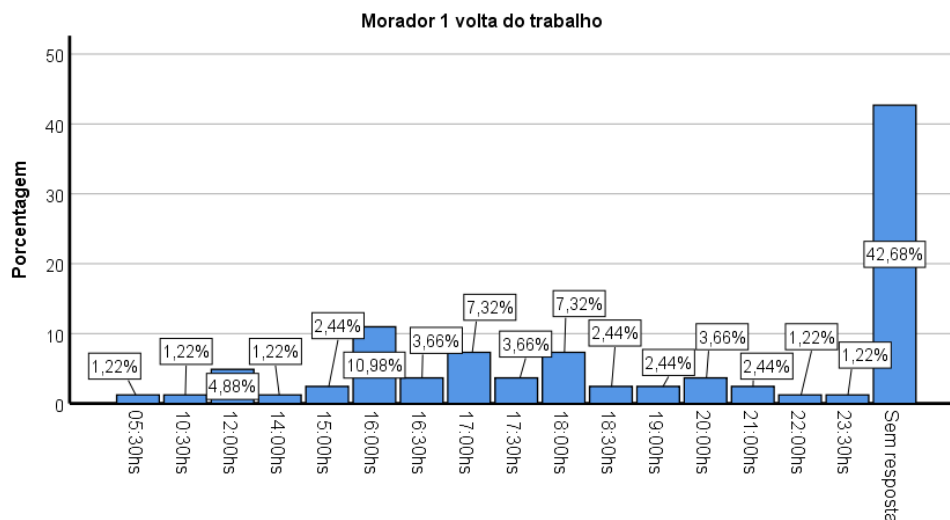


Fonte: Autor

A Figura 85, indica as respostas sobre o morador 1 em relação ao horário que ele volta do trabalho, com a predominância às 16hs, com 10,98%, seguidos dos

horários 17hs e 18hs, ambos com 7,32%, resultando em um intervalo relevante entre 16hs e 18hs.

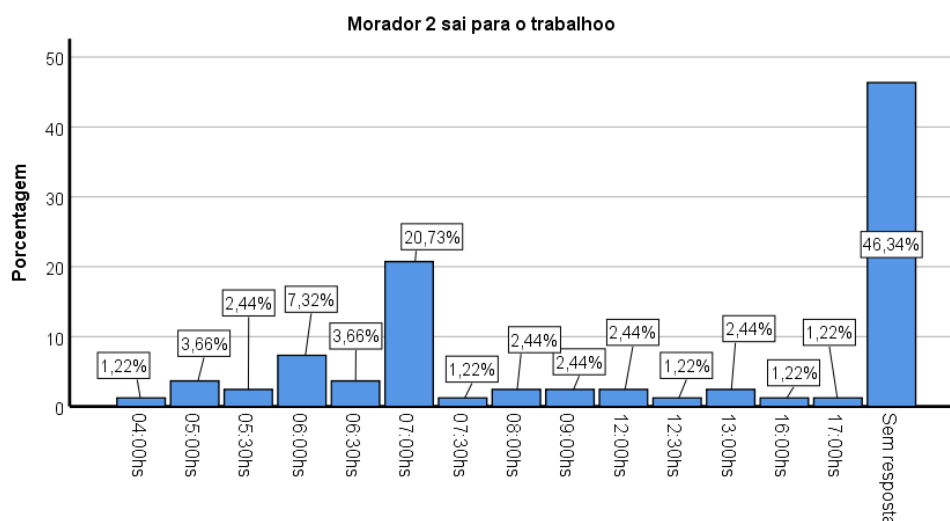
Figura 85 - Referência cruzada - hora que o morador 1 volta do trabalho x 04 moradores



Fonte: Autor

Quanto ao horário que o morador 2 sai para o trabalho, 20,73% dos usuários responderam às 07h00, com um percentual bem mais elevado que os demais, como mostra a Figura 86.

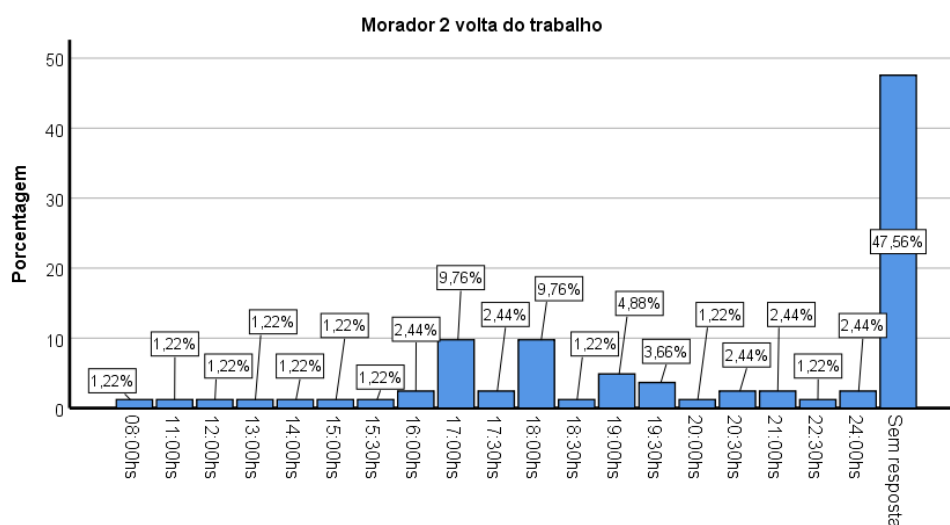
Figura 86 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x 04 moradores



Fonte: Autor

Já em relação ao horário que o morador 2 volta do trabalho, foi verificado que os usuários tiveram respostas bem heterogêneas, desde 08h00 às 24h00, com 19 diferentes horários selecionados. Entretanto, dois horários obtiveram um maior número, sendo 17h00 e 18h00, com 9,76%, como mostra a Figura 87 abaixo.

Figura 87 - Referência cruzada - hora que o morador 2 volta do trabalho x 04 moradores



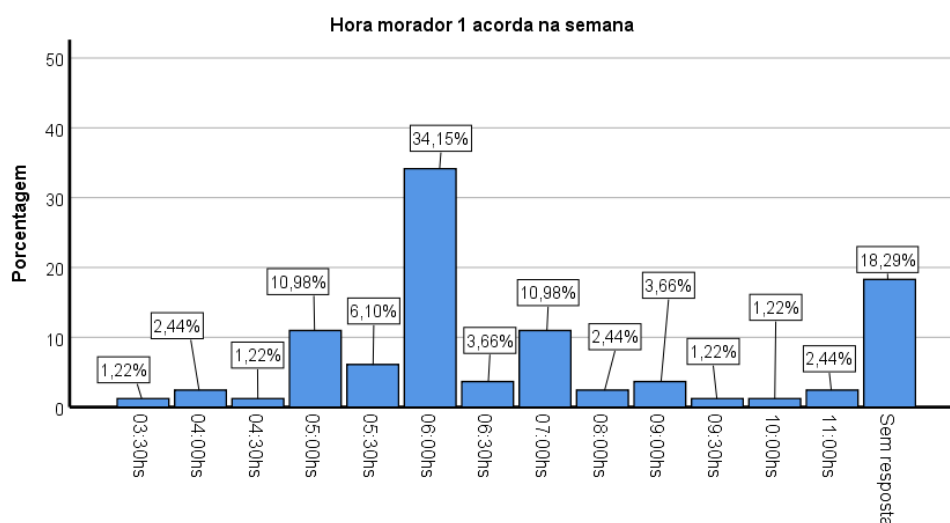
Fonte: Autor

No caso dos moradores 3 e 4, os valores mais indicados para ir ao trabalho, e para voltar, foram 07h00 e 17h00, respectivamente. Entretanto, o número de casos com respostas em branco, aumentou significativamente, constituindo 93,75%, sendo um número relevante para ser considerado como padrão de comportamento.

Horários que os moradores acordam e dormem durante a semana

Sobre a hora que o morador 1 acorda durante a semana, a maior parte dos ocupantes que responderam acordam às 06hs da manhã, com 41,79%, conforme a Figura 88. Em segundo lugar, tanto às 5hs da manhã, quanto às 7hs da manhã, obtiveram 13,43%, com 9 respostas cada.

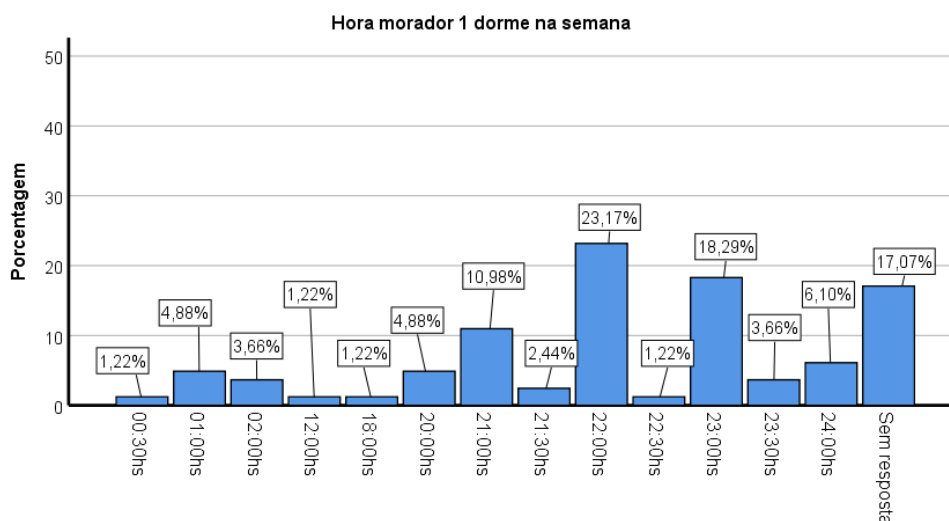
Figura 88 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda x 04 moradores



Fonte: Autor

Ao observar a Figura 89, relativo à questão 15 - que horas dormem durante a semana – no cruzamento com número de moradores igual a quatro, pode-se observar 27,94% das respostas às 22hs. Outro horário com alto índice de respostas, foi às 23hs, com 22% das respostas.

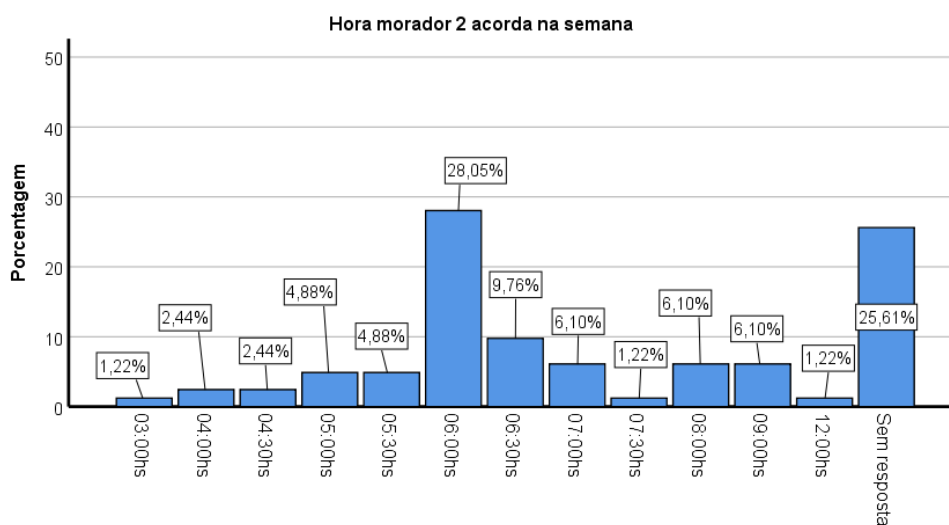
Figura 89 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme x 04 moradores



Fonte: Autor

Já o morador 2 acorda durante a semana, predominantemente às 06h00, como mostra a Figura 90 abaixo.

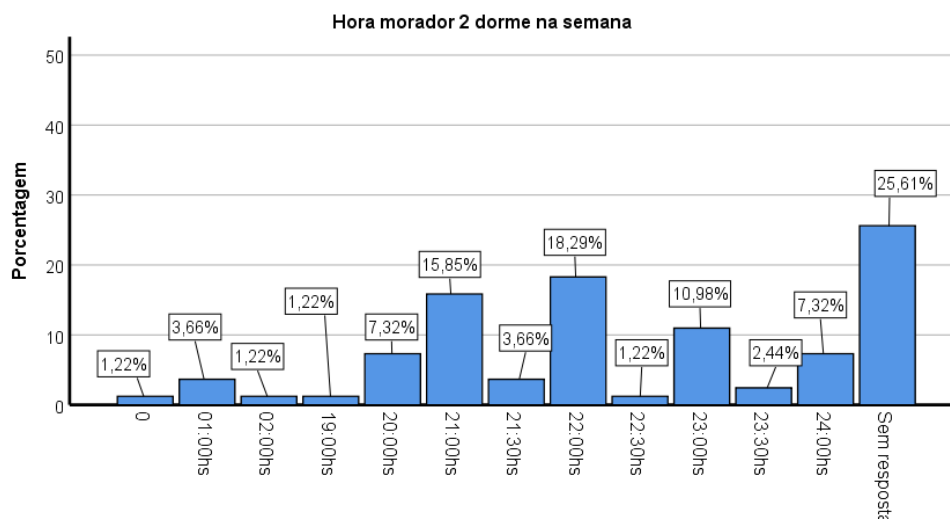
Figura 90 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda x 04 moradores



Fonte: Autor

Sobre o horário que o morador 2 vai dormir durante a semana, observa-se uma variação um pouco maior, com 18,29% dos casos indo dormir às 22h00, seguidos de 15,85%, indo dormir às 21hs, conforme Figura 91.

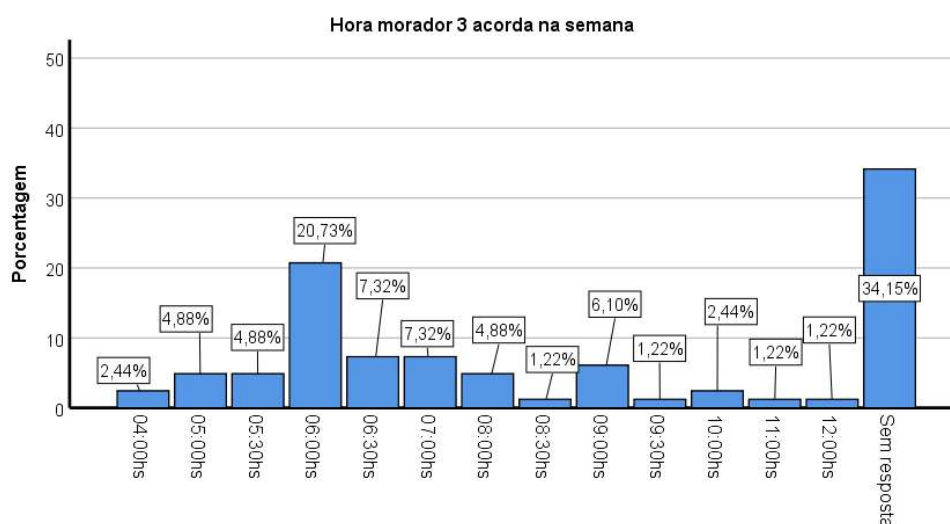
Figura 91 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme x 04 moradores



Fonte: Autor

Sobre o horário que o morador 3 acorda durante a semana, referente à questão 15, 20,73% dos entrevistados responderam às 06h00, conforme Figura 92.

Figura 92 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda x 04 moradores

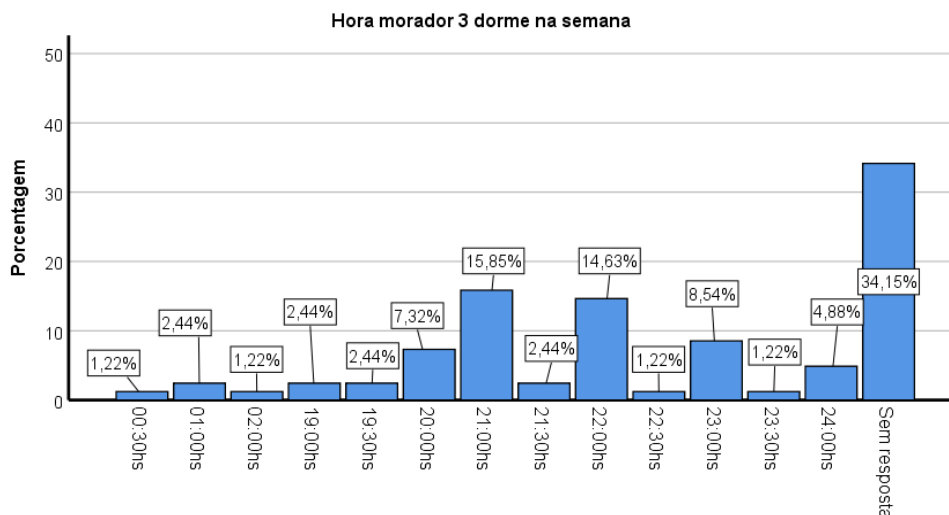


Fonte: Autor

A Figura 93 indica que, apesar da predominância dos casos indicarem o horário 21h00 como valor principal para o morador 3 ir dormir durante a semana, os

moradores se dividiram entre dois horários predominantes, sendo 15,85% dos casos às 21h00, seguidos de 14,63% dos casos às 22h00.

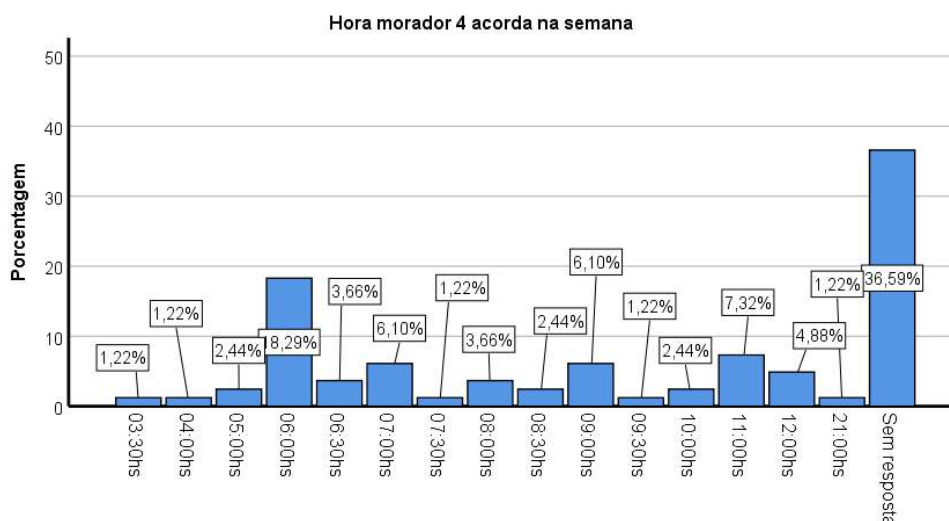
Figura 93 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme x 04 moradores



Fonte: Autor

Por fim, ao observar o horário que o morador 4 acorda, verifica-se uma similaridade, com os valores, predominantemente às 06h00, assim como os demais moradores da família com quatro pessoas, conforme Figura 94.

Figura 94 - Referência cruzada - hora que o morador 4 acorda x 04 moradores

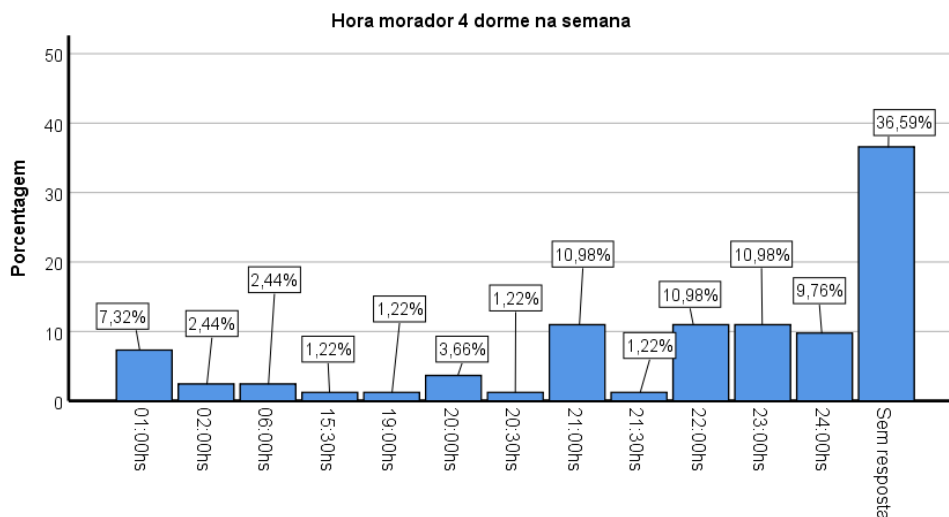


Fonte: Autor

Sobre o horário que o morador 4 dorme durante a semana, também foram encontrados diversos valores com percentual aproximados. Três horários distintos se destacam com maior percentual, sendo 21h00, 22h00 e 23h00, constituindo 10,98%,

seguidos por 24h00, com 9,76%, que representa um percentual bem próximo dos três primeiros indicados, como pode ser observado na Figura 95 abaixo.

Figura 95 - Referência cruzada - hora que o morador 4 dorme x 04 moradores

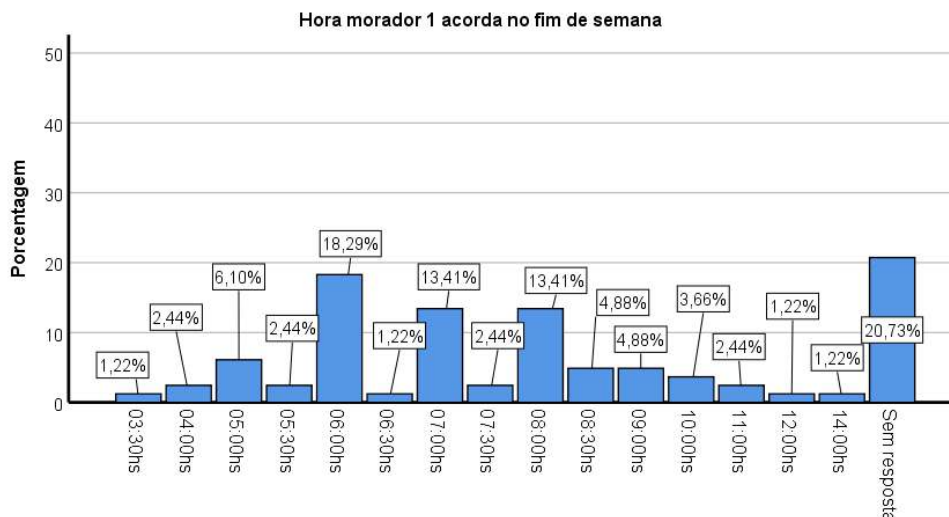


Fonte: Autor

Horários que os moradores acordam e dormem no fim de semana

Já no fim de semana, o percentual de moradores que acordam às 6hs da manhã reduziu de 42% para 23%, assim como também reduziu o percentual de moradores que acordam às 5hs da manhã. Na Figura 96, a predominância dos moradores ainda é acordar às 6hs da manhã, mas seguidos dos horários 7hs e 8hs, ambos com 13,41% dos casos.

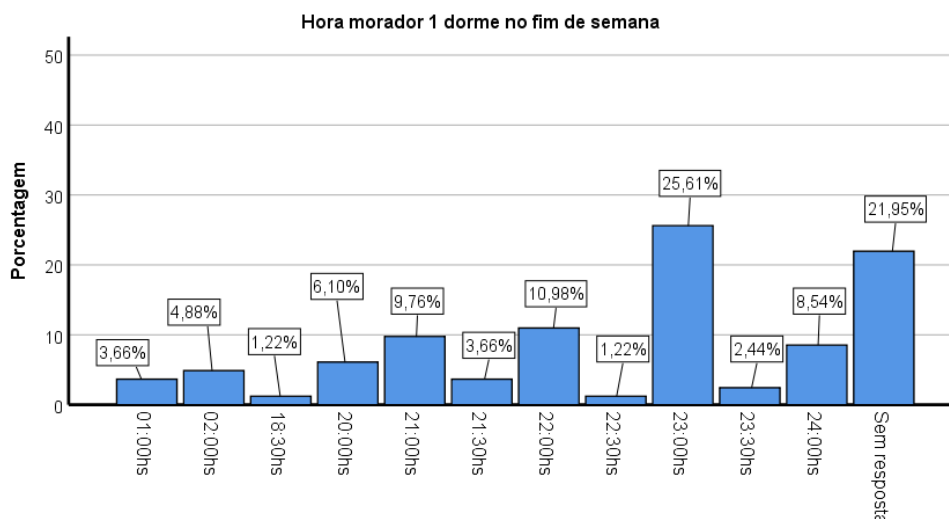
Figura 96 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

Nos finais de semana, os moradores tendem a dormir mais tarde com o maior percentual de respostas às 23hs, com 32,81%. Pode-se observar na Figura 97, que também cresceu o percentual dos moradores que dormem às 24hs, com 8,54%, enquanto reduziu o percentual às 22hs, com 10,98%.

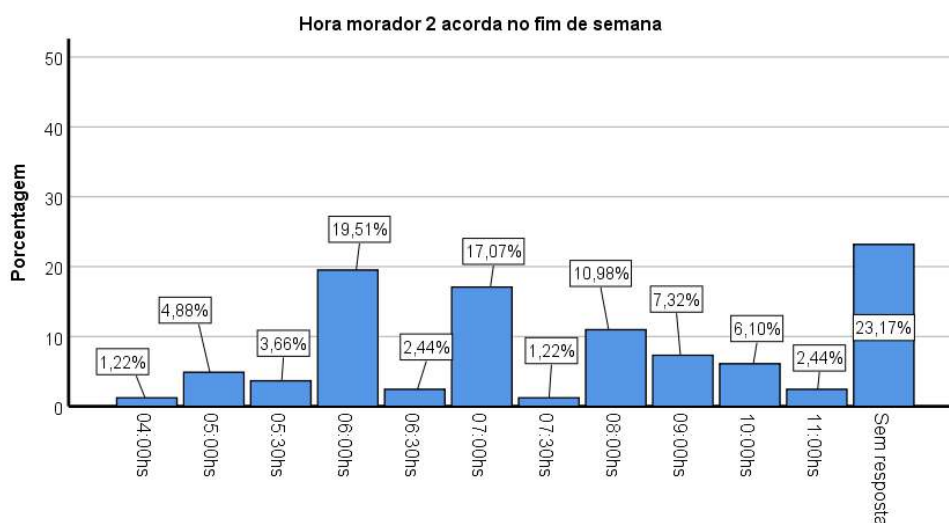
Figura 97 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

Quanto ao horário que o morador 2 acorda no fim de semana, dois horários também se destacam, com 19,51% às 06h00, seguidos por 17,07%, às 07h00, conforme pode ser visto na Figura 98.

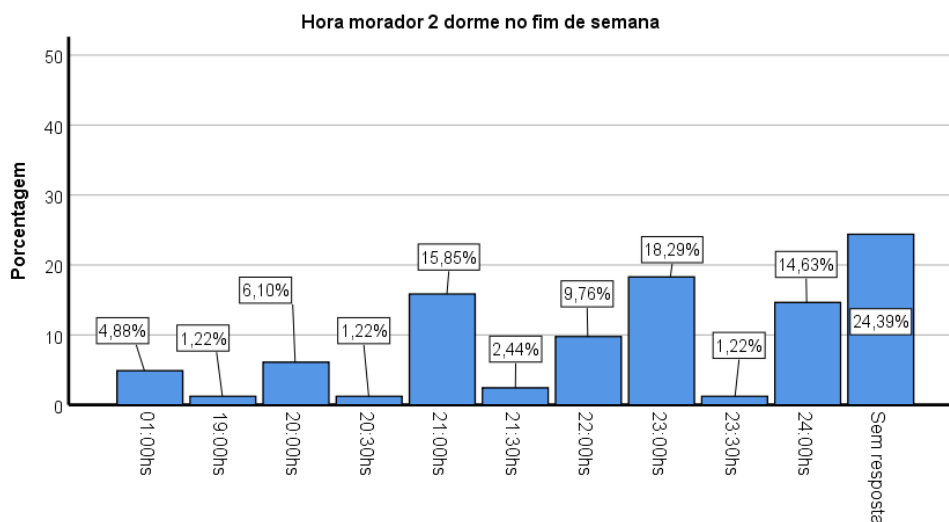
Figura 98 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

Da mesma maneira, dois horários também se destacam em relação ao horário que o morador 2 vai dormir no fim de semana, com 18,29% dos casos, às 23h00, seguidos de 15,85% dos casos às 21h00, como mostra a Figura 99.

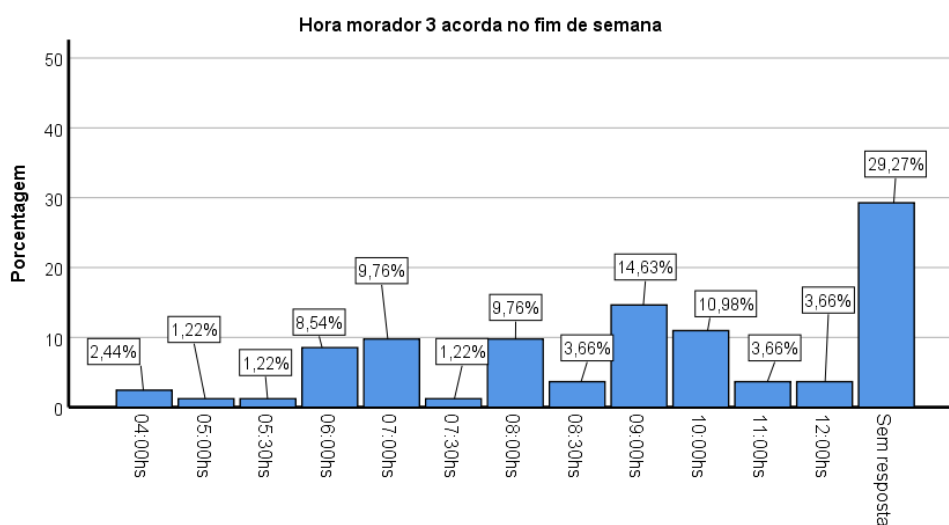
Figura 99 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

Quanto ao horário de acordar entre os resultados do morador 3, observa-se o valor predominante às 09h00, com 14,63%, assim como, às 10h00, com 10,98%, resultando em um intervalo entre 09h00 e 10h00 no fim de semana, como pode ser observado na Figura 100 abaixo.

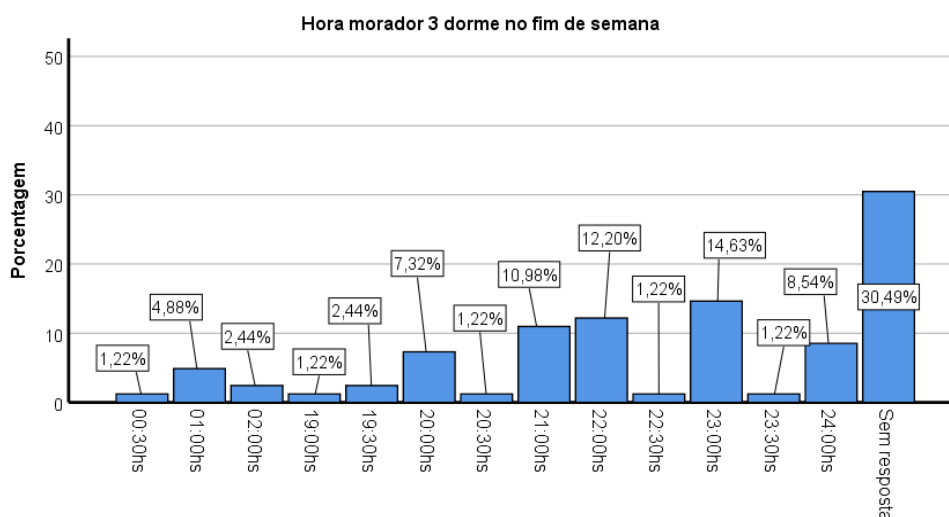
Figura 100 - Referência cruzada - hora que o morador 3 acorda no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

O horário que o morador 3 dorme no fim de semana também ocorre mais tarde que durante a semana, com 14,63% dos casos às 23h00. Também pode-se observar um aumento no percentual do horário às 22h00, constituindo 12,20% e uma redução no horário às 21h00, conforme Figura 101.

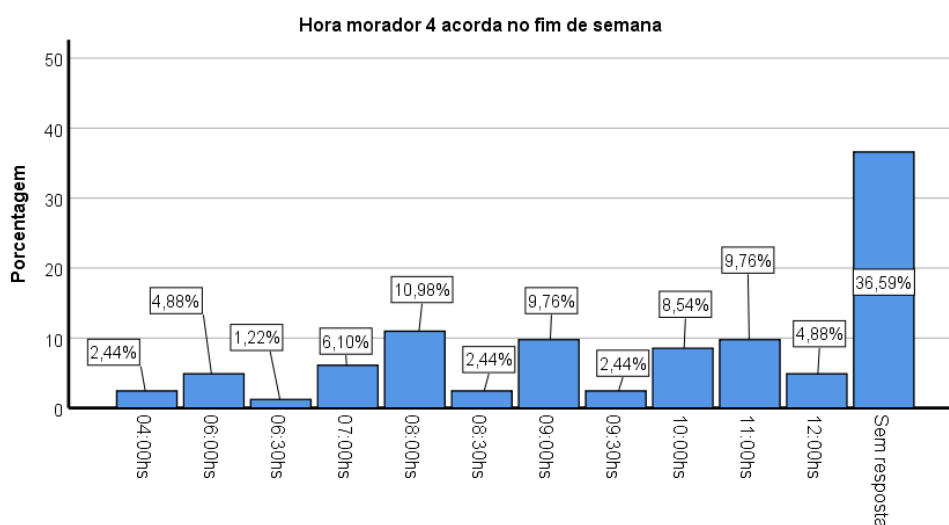
Figura 101 - Referência cruzada - hora que o morador 3 dorme no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

Por último, o morador 4 demonstrou percentuais mais altos às 08h00 em relação ao horário que acorda no fim de semana, representando duas horas a mais em relação ao horário predominante para acordar durante a semana, que indicava às 06h00. Um fator relevante são os percentuais que sofreram aumento também, com 9,76% para os horários às 09h00 e 11h00, conforme Figura 102.

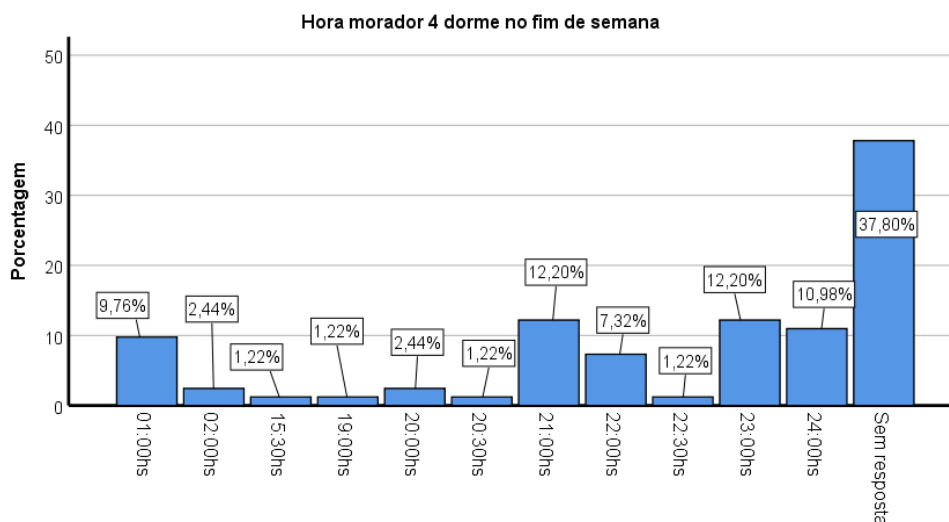
Figura 102 - Referência cruzada - hora que o morador 4 acorda no fim de semana x 04 moradores



Fonte: Autor

Em relação aos horários predominantes que o morador 4 dorme no fim de semana, verificou-se 21h00 e 23h00 com o mesmo percentual de 12,20%, seguidos de 24h00, com 10,98%, como mostra a Figura 103.

Figura 103 - Referência cruzada - hora que o morador 4 dorme no fim de semana x 04 moradores

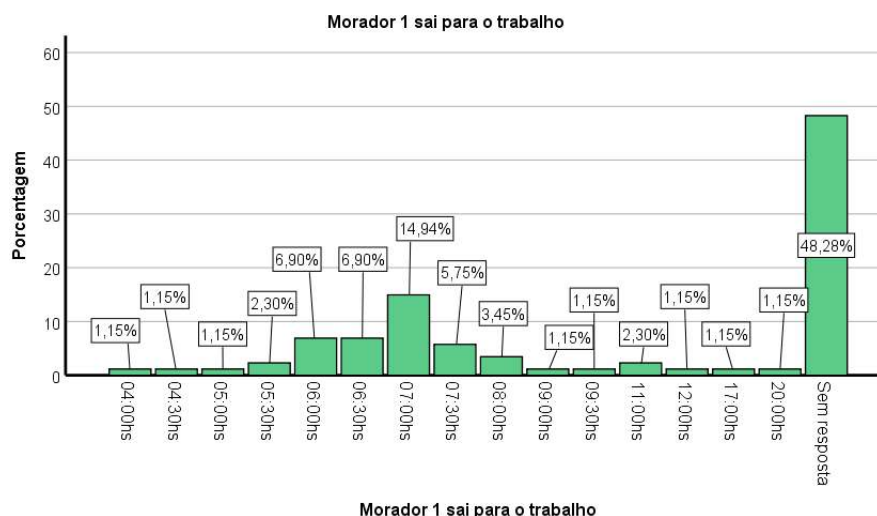


Fonte: Autor

Cenário 3 – dois moradores

O terceiro cenário analisado pretende definir os padrões de comportamento para uma família com dois moradores. Sobre o horário que o morador 1 sai para trabalhar, são observados outros horários na Figura 104, tais como 07hs com 14,94%, seguidos por 06hs e 06:30hs, ambos com 6,90%.

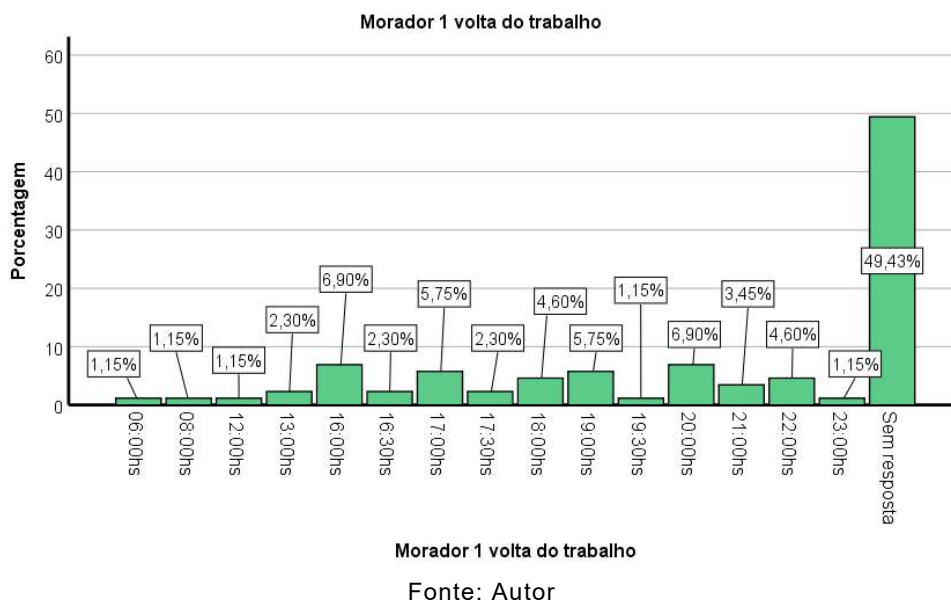
Figura 104 - Referência cruzada - hora que o morador 1 sai para trabalhar x 02 moradores



Fonte: Autor

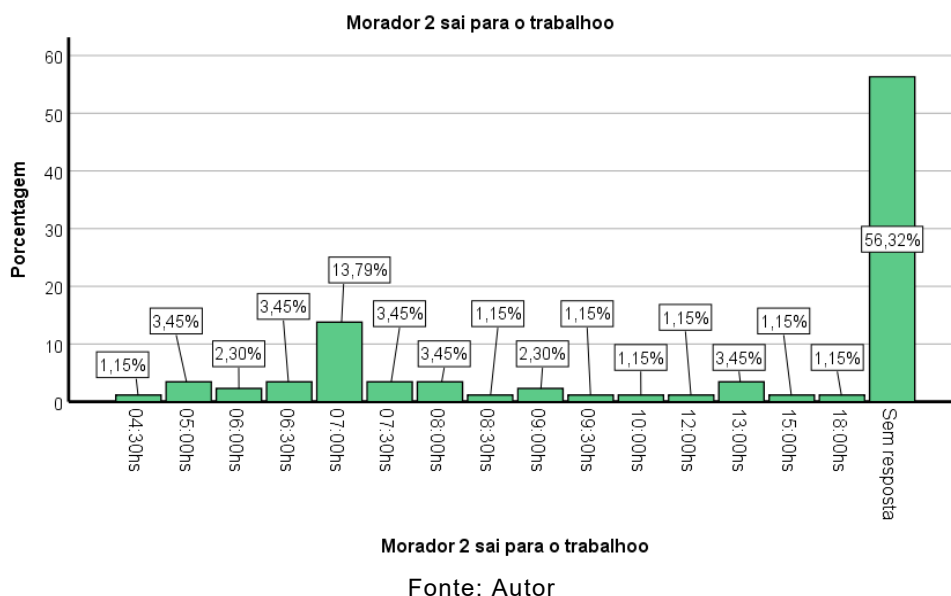
Para as respostas do horário que o morador 1 volta do trabalho, a Figura 105 indica em diversas ocasiões, respostas iguais, sendo o maior percentual com 6,90% às 16h00 e às 20h00. Em seguida, temos 5,75% nos horários 17h00 e 19h00.

Figura 105 - Referência cruzada - hora que o morador 1 volta do trabalho x 02 moradores



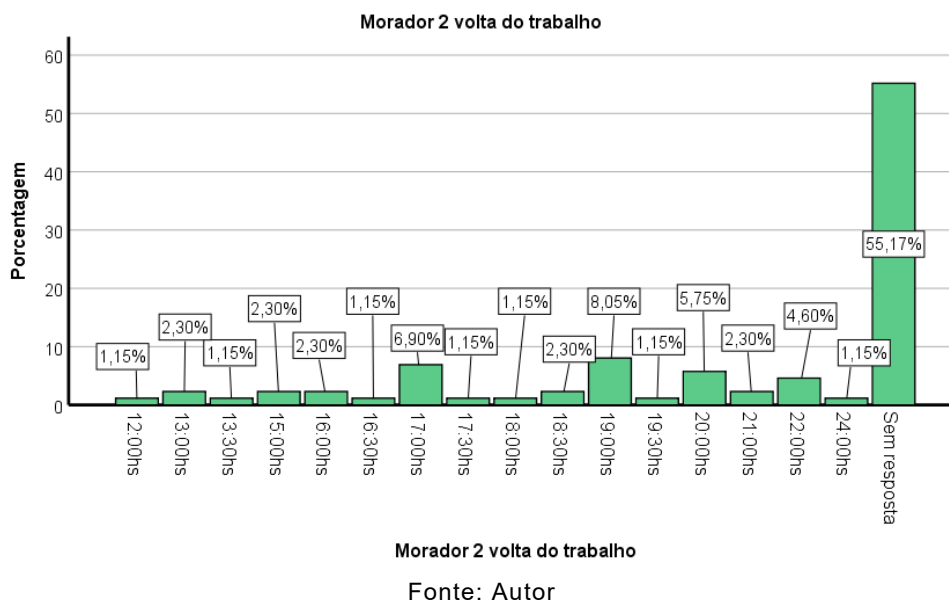
Sobre o horário que o morador 2 acorda durante a semana em famílias com apenas dois moradores, percebe-se que boa parte dos ocupantes, representando 13,79%, indicaram que acordam às 07h00 da manhã, seguidos por apenas 3,45% que responderam que acordam às 05h00 e às 06h30.

Figura 106 - Referência cruzada - hora que o morador 2 sai para trabalhar x 02 moradores



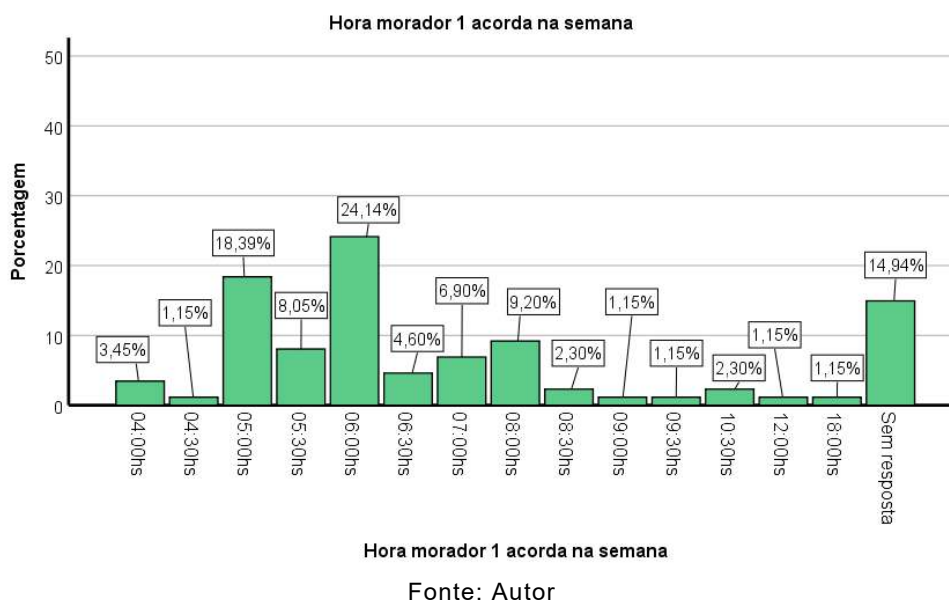
Em relação ao horário que o morador 2 volta do trabalho, como pode ser observado na Figura 107, a maior parte dos moradores responderam às 19h00, com 8,05%, seguidos de 5,75% de respostas às 20h00.

Figura 107 - Referência cruzada - hora que o morador 2 volta do trabalho x 02 moradores



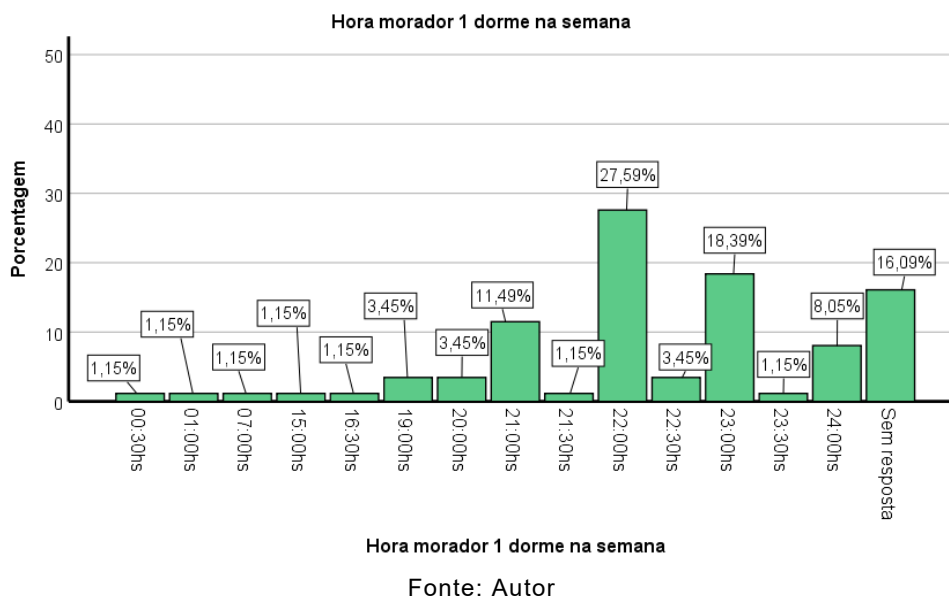
Já no cruzamento do horário que o morador 1 acorda, nas famílias com dois moradores, são observados 24,14% dos casos indicando que acordam às 06h00, seguidos de 18,39%, respondendo às 05h00, conforme Figura 108.

Figura 108 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda na semana x 02 moradores



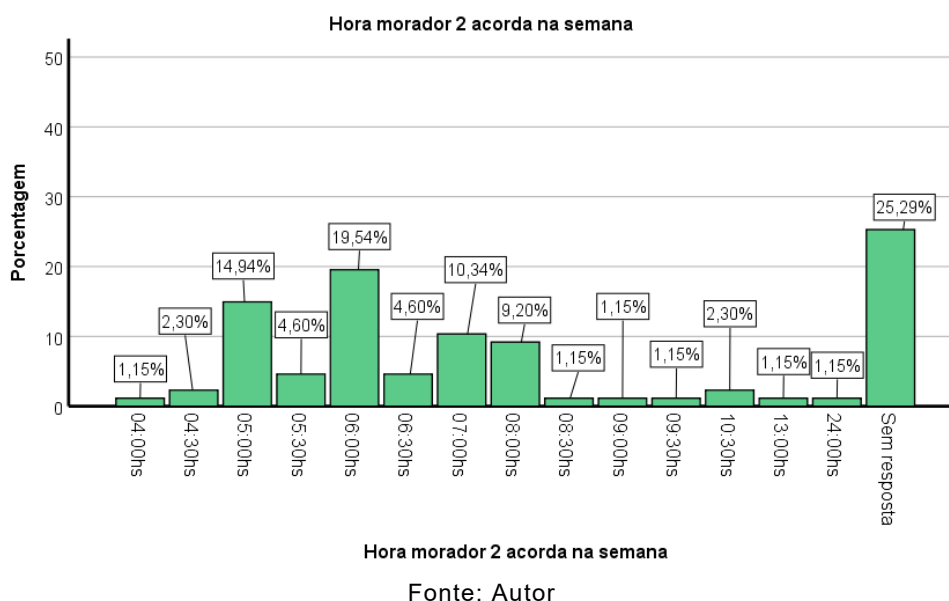
Quanto ao horário que o morador 1 respondeu na questão 15, sobre dormir durante a semana, 27,59% responderam que dormem às 22h00, seguidos por 18,39% que responderam às 23h00, como mostra a Figura 109.

Figura 109 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme na semana x 02 moradores



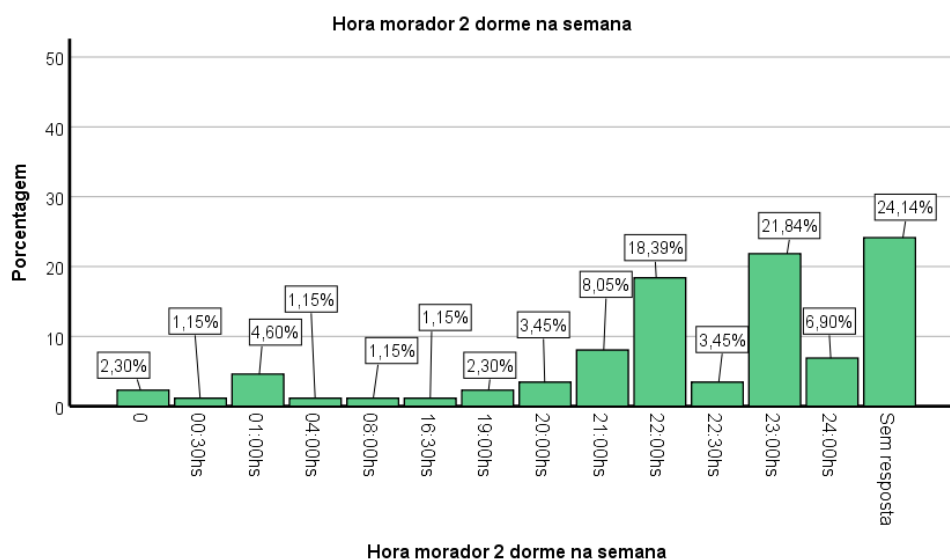
Da mesma forma, o morador 2 também acorda às 06h00 durante a semana junto com o morador 1, com 19,54% das respostas, seguidos por 05h00, com 14,94% e 07h00, com 10,34%, resultando em um intervalo entre 05h00 e 07h00 da manhã.

Figura 110 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda na semana x 02 moradores



Em relação ao horário que vai dormir, o maior percentual entre as respostas do morador 2 refere-se às 23h00, com 21,84%, seguidos por 22h00, com 18,39%. Neste caso, verifica-se uma diferença entre o morador 1 e o morador 2, que resultou em uma hora mais tarde, como mostra a Figura 111.

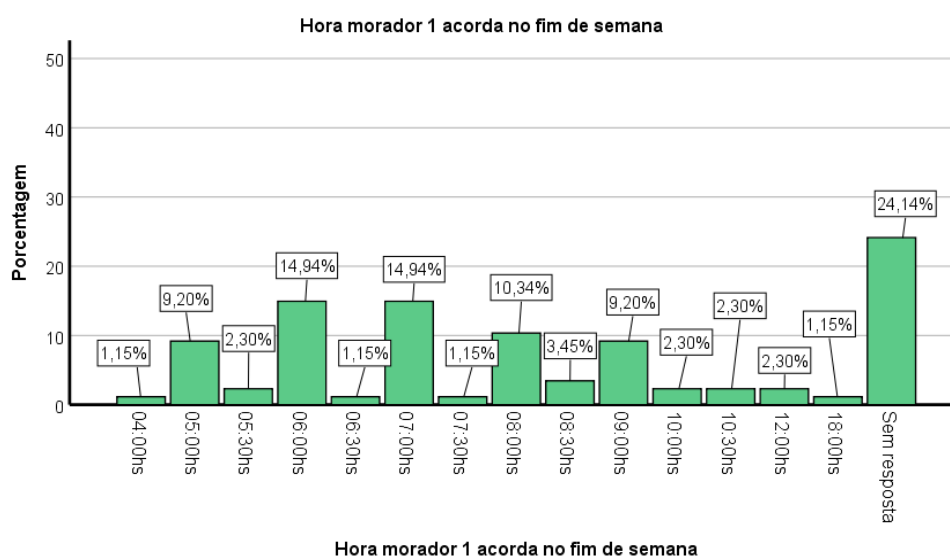
Figura 111 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme na semana x 02 moradores



Fonte: Autor

Já no fim de semana, foi observada uma variação entre as respostas, com uma predominância de dois horários com o mesmo percentual, indicando que o morador 1 acorda às 06h00 ou às 07h00, com 14,94%, conforme abaixo.

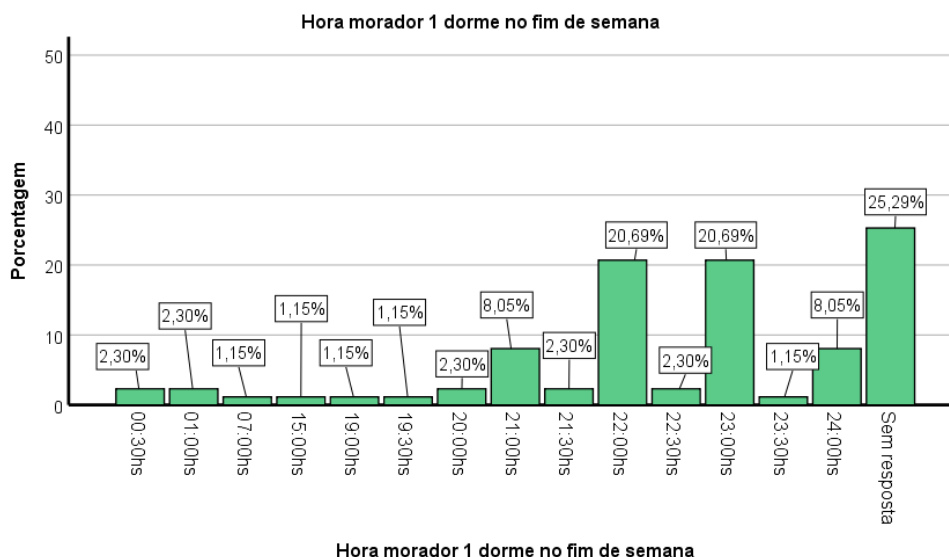
Figura 112 - Referência cruzada - hora que o morador 1 acorda no fim de semana x 02 moradores



Fonte: Autor

A Figura 113 indica que os horários que o morador 1 dorme no fim de semana também possuem variações, resultando em 22h00 e 23h00, com 20,69% em ambos os horários.

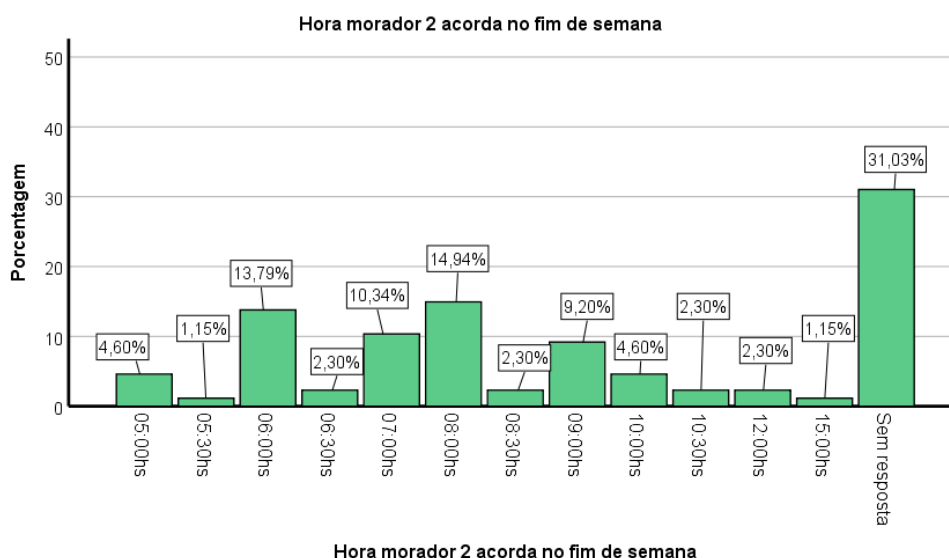
Figura 113 - Referência cruzada - hora que o morador 1 dorme no fim de semana x 02 moradores



Fonte: Autor

O morador 2 respondeu que acorda depois do morador 1 também no fim de semana, com 08h00 como valor predominante, com 14,94% das respostas, seguidos por 13,79%, às 06h00, conforme Figura 114.

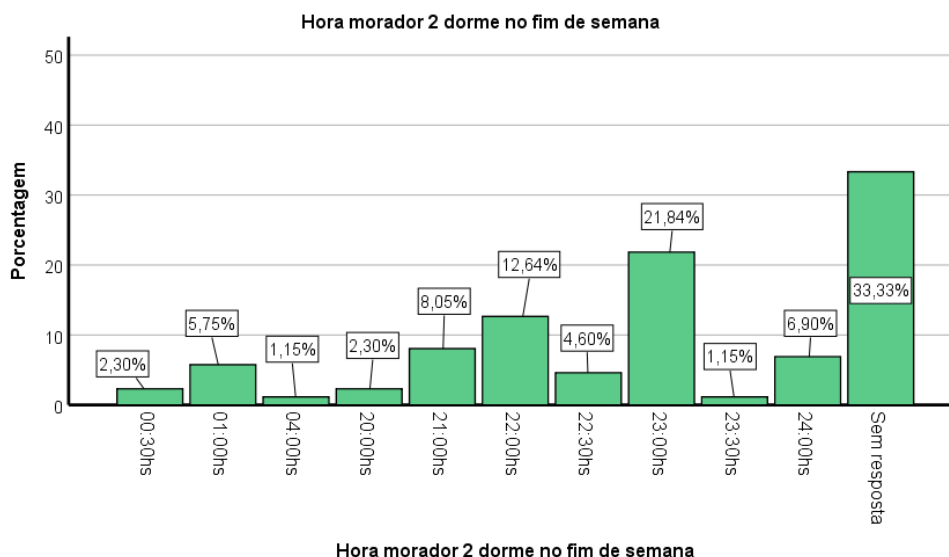
Figura 114 - Referência cruzada - hora que o morador 2 acorda no fim de semana x 02 moradores



Fonte: Autor

Por fim, os percentuais quanto ao horário que o morador 2 dorme no fim de semana indicaram 21,84%, às 23h00, seguidos por 12,64%, às 22h00, como mostra a Figura 115 abaixo.

Figura 115 - Referência cruzada - hora que o morador 2 dorme no fim de semana x 02 moradores



Fonte: Autor

Pela predominância de respostas sobre o padrão de comportamento dos usuários no caso de famílias com dois moradores, foi observado que este cenário é o único que representa uma família que passa o dia todo fora de casa, permanecendo a casa desocupada enquanto eles estão em horário de trabalho, diferente dos cenários anteriores, com três e quatro moradores, que tiveram um índice baixo de repostas sobre horários fora de casa para os moradores 3 e 4.

4.2.4. Discussões sobre os cenários de padrões de usuários

A avaliação das rotinas e das ações dos usuários resultantes dos questionários aplicados, permitiu a construção de cenários que representem modelo de padrões de uso e comportamento dos usuários analisados em relação à operação das aberturas, que resulta no objetivo principal desta pesquisa. A compreensão deste comportamento dar-se-á ora por respostas de questões distintas como o mesmo teor, que se complementam, ora por questões isoladas, além de comentários adicionados pelos usuários no momento de aplicação dos questionários e observações realizadas

pelo pesquisador durante a aplicação destes questionários e, por último, observações registradas pelo pesquisador durante o período de medições.

Partindo do pressuposto que as respostas dos entrevistados são influenciadas pelas condições em que se encontram no momento de sua aplicação, associadas a comportamentos recentes de um período de uma semana anterior ao dia em que os questionários foram aplicados, é provável que as variações de respostas tenham sido influenciadas pelo longo período de aplicação dos questionários (março de 2017 a julho de 2018) e, portanto, por condições distintas, seja por variáveis ambientais, contextuais ou culturais.

Os principais resultados de cada questão aplicada, já detalhados anteriormente, serviram como subsídio para a construção dos cenários de padrões de uso e comportamento dos usuários. Foram destacados também os resultados atípicos, dados espúrios, gerados por respostas ou justificativas identificados em questões abertas, considerados fora da normalidade ou observadas em poucas ocasiões, indicando condições raras, adversas e pontos de atenção.

Sobre o perfil das famílias, a principal diferença, entre os perfis de famílias identificados na etapa de validação dos questionários e na etapa final de avaliação dos dados, ocorreu na família com dois moradores. A princípio, foram observados muitos casais de idosos aposentados, e à medida que se alternavam os períodos de aplicação dos questionários (semana e fim de semana), esse número reduziu a ponto de não ser mais significativo. Eram encontradas muitas famílias com 2 moradores, com avó e neto, ou um casal jovem, ou mãe e filho. Por este motivo, após a análise parcial dos dados para teste do método, foi identificado a importância de inserir a relação parental como referência entre os moradores 1, 2, 3 e 4. Na fase de pesquisa 2, foram identificadas as relações, se eram pais, filhos, etc., mas não foram utilizadas na avaliação, visto que não foi possível alcançar a amostra total somente na fase 2.

Mesmo com variações de horários e dias da semana de aplicação do questionário, o gênero feminino foi maioria na hora de representar a família, com 76% das respostas. Foram poucas as ocasiões em que o homem permanecia sozinho em casa enquanto a esposa estava trabalhando, além desta circunstância, em geral, os homens respondiam quando não haviam pessoas do gênero feminino na constituição familiar: pai e filho, irmãos, entre outros.

Os principais resultados quanto ao **padrão de comportamento** foram:

- Períodos de sono mais longos nos finais de semana (8hs – 9hs) em relação aos dias da semana (7hs – 8hs);
- Mais tempo gasto fora de casa durante a semana (6 h 30 min – 6 h 41 min) do que nos finais de semana (3 h 51 min – 4 h 9 min);
- Os usuários passavam a maior parte do tempo na sala, com poucas variações de percentual para a cozinha (manhã) e quarto (noite).

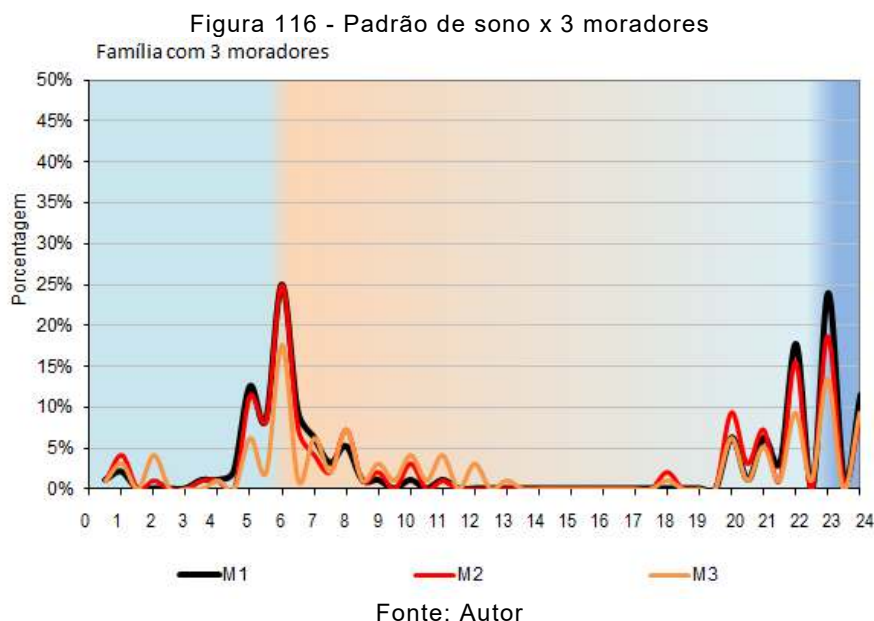
Ao comparar os horários de acordar e dormir durante a semana, foram obtidos valores aproximados de tempo de sono entre os três tipos de famílias, com 7hs, 8hs e 8hs horas, respectivamente para três, quatro e dois moradores. No fim de semana, este tempo aumenta na família com três moradores, com 8hs de sono, e na família com dois moradores, com 9hs de sono, entretanto, o tempo diminui para a família com 4 moradores, com 7hs de sono no final de semana, conforme Quadro 5.

Quadro 5 - Tempo de sono x 3 cenários

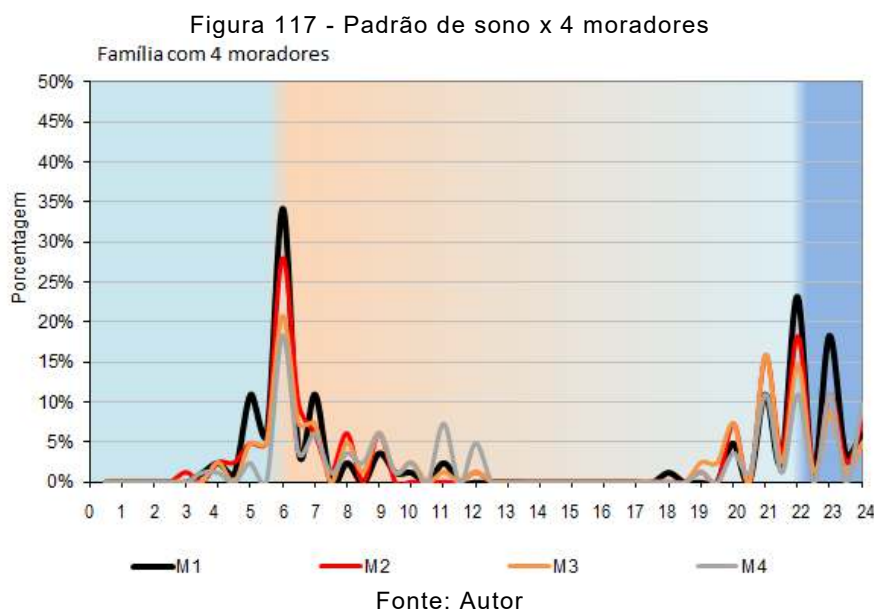
		Durante a semana	Fim de semana
3 moradores	Morador 1	7hs (23hs – 06hs)	7hs (23hs – 06hs)
	Morador 2	7hs (23hs – 06hs)	8hs (23hs – 07hs)
	Morador 3	7hs (23hs – 06hs)	9hs (23hs – 08hs)
4 moradores	Morador 1	8hs (22hs – 06hs)	7hs (23hs – 06hs)
	Morador 2	8hs (22hs – 06hs)	7hs (23hs – 06hs)
	Morador 3	9hs (21hs – 06hs)	10hs (23hs – 09hs)
	Morador 4	8hs (22hs – 08hs)	9hs (23hs – 08hs)
2 moradores	Morador 1	8hs (22hs – 06hs)	8hs (23hs – 07hs)
	Morador 2	7hs (23hs – 06hs)	9hs (23hs – 08hs)

Fonte: Autor

Em relação ao percentual predominante de horários que costumam acordar e dormir, entre as famílias com três e quatro moradores, percebe-se uma proximidade entre os horários dos moradores 1 e 2 em ambos os casos. Na família com 3 moradores, apesar do horário que acorda indicar 06h00, percebe-se uma curva acentuada também às 05h00, para os moradores 1 e 2.

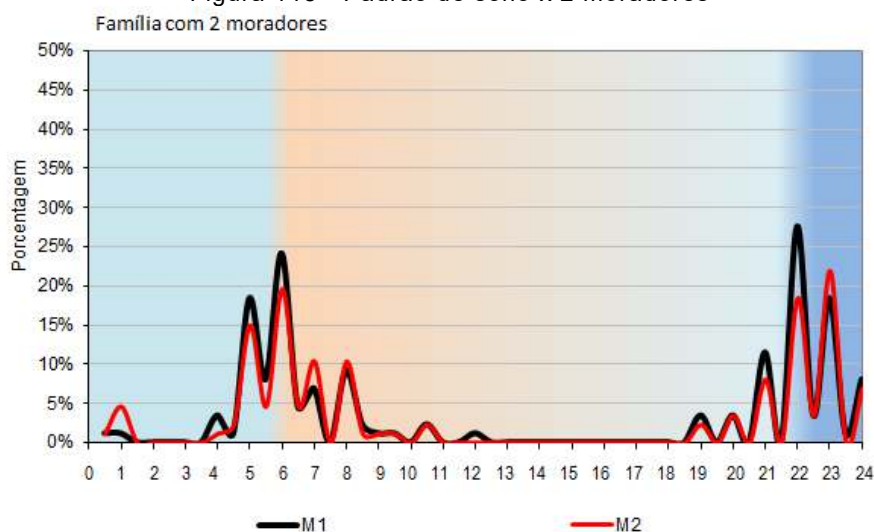


Sobre a família com quatro moradores, percebe-se um percentual mais elevado às 06h00, indicando o horário que o morador 1 e 2 acordam, entretanto, o morador 3 e, principalmente, o morador 4, possuem percentuais mais baixos e mais distribuídos entre os horários de 06h00 às 12h00, com 8 e 13 horas de sono.



Já na família com dois moradores, o horário dos moradores 1 e 2 permanecem com a mesma curva de distribuição ao acordar, indicando o horário às 06h00, entretanto o morador 2 demonstrou percentuais distintos em relação ao horário de dormir, com o percentual maior às 23h00, enquanto o morador 1 indica o maior valor às 22h00, conforme Figura 118 abaixo.

Figura 118 - Padrão de sono x 2 moradores



Fonte: Autor

Ao observar os horários que os usuários permanecem fora de casa, percebe-se o mesmo intervalo nos três tipos de famílias, calculando o tempo médio que sai para trabalhar e volta do trabalho, entre 11 e 12hs em média. Nos casos das famílias com três e quatro moradores, os moradores 3 e 4 tendem a permanecer em casa.

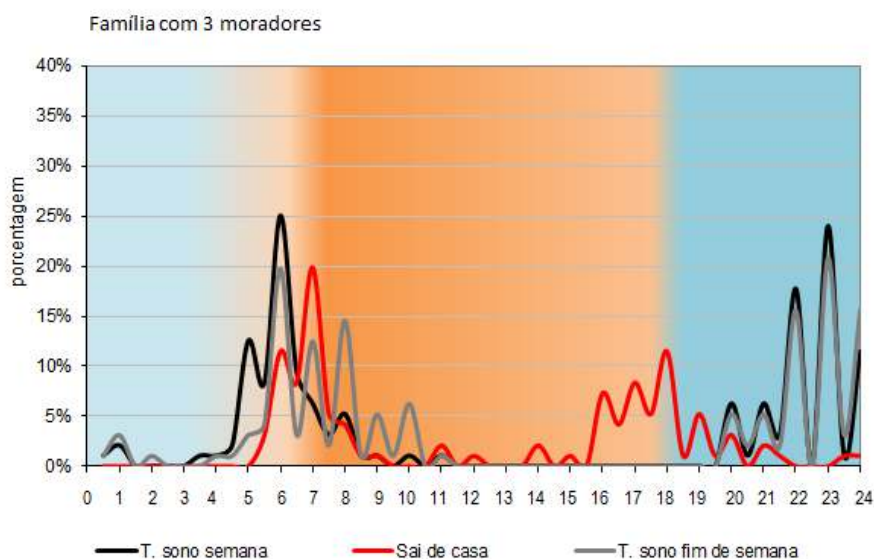
Quadro 6 - Tempo fora de casa x 3 cenários

		Hora que sai e volta do trabalho	
3 moradores	Morador 1	11hs	07h00 – 18h00
	Morador 2	12hs	07h00 – 19h00
4 moradores	Morador 1	09hs	07h00 – 16h00
	Morador 2	11hs	07h00 – 18h00
2 moradores	Morador 1	13hs	07h00 – 20h00
	Morador 2	12hs	07h00 – 19h00

Fonte: Autor

Ao comparar os horários relacionados a atividades de acordar e dormir durante a semana e no fim de semana, associados à atividade de sair para trabalhar e voltar para casa, foi possível identificar os padrões de comportamento nos três tipos de famílias. A Figura 119 indica que, para as famílias com três moradores, a diferença entre o horário de acordar e trabalhar durante a semana é aproximadamente 01 hora. Já no fim de semana, o horário de levantar é mais variado, entre 06h00 e 10h00.

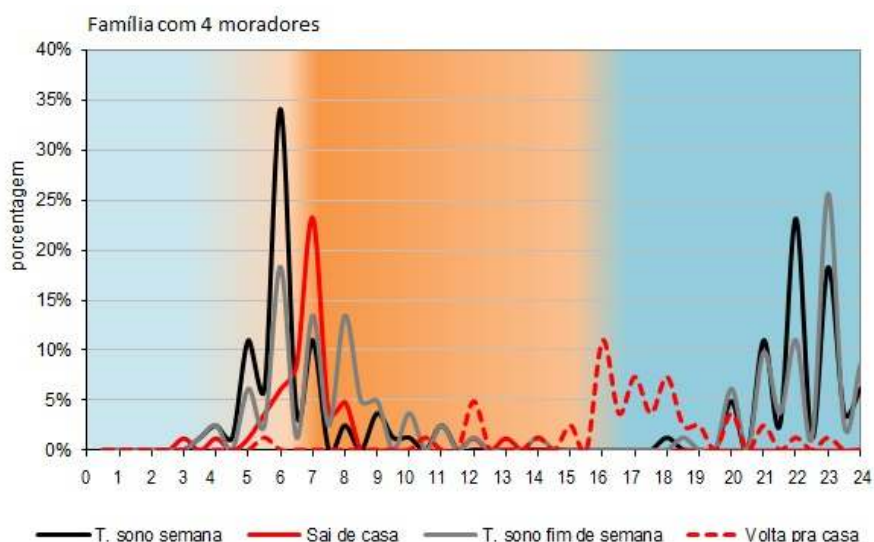
Figura 119 - Padrão de comportamento adotado x 3 moradores



Fonte: Autor

Apesar o horário de ir trabalhar parecer bem determinado, às 06h00, tanto para a família com três moradores quanto para a família com quatro moradores, o horário de voltar do trabalho foi o mais difícil de ser definido, com um intervalo entre 16h00 e 18h00, em ambos os casos.

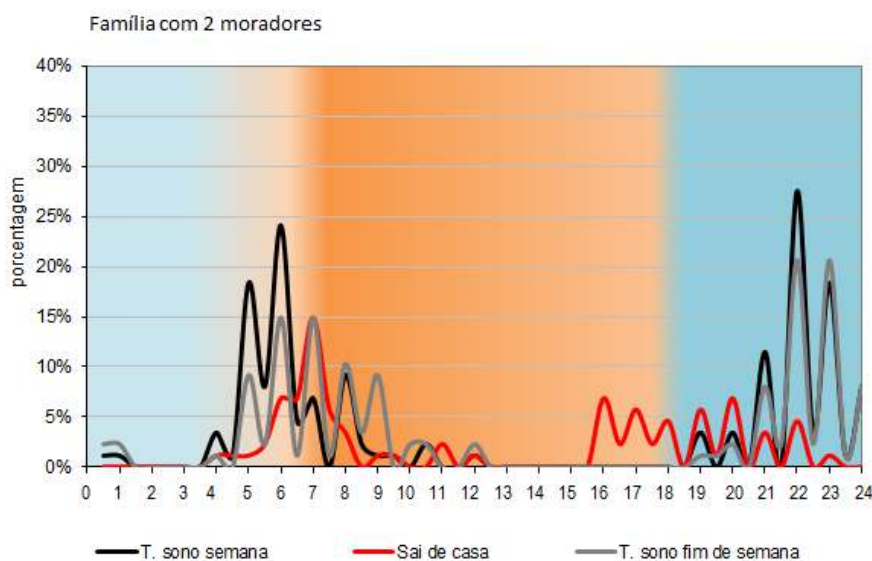
Figura 120 - Padrão de comportamento adotado x 4 moradores



Fonte: Autor

Sobre a família com dois moradores, pode-se observar dois horários muito próximos indicando o período que vai dormir durante a semana e no fim de semana, entre 22h00 e 23h00, como mostra a Figura 121.

Figura 121 - Padrão de comportamento adotado x 2 moradores



Fonte: Autor

Na família com quatro moradores, o turno das crianças na escola ocorreu predominantemente à tarde. Na família com três moradores, o percentual de crianças na escola foi baixo, indicando que o morador 3 realiza atividades de idade mais adulta, como donos de casa ou aposentados. Somente no caso do morador 2, foi observado que os dois ocupantes saem para trabalhar, indicando que a família fica fora o dia todo e a unidade habitacional permanece fechada uma parte do dia.

É importante ressaltar que, em alguns casos, os horários que os moradores diziam que saíam para trabalhar era o mesmo horário que diziam que acordavam. Alguns respondiam que acordavam às 6hs e saíam para trabalhar às 6hs. Em algumas situações, o tempo era curto entre o trabalho e a casa, por morarem próximos, e por isso acabavam respondendo o mesmo horário.

Percebe-se muitas questões sem respostas das rotinas dos demais moradores, pois o morador 1 dizia que “não sabia que horas eles dormiam ou acordavam por não coincidir os horários”, e, às vezes, não queriam pensar na resposta, por não ter uma rotina padrão. Esta condição foi muito expressiva e impactou em respostas de maneira tal que a maior parte dos questionários estão sem valores nas questões 15 e 16. Outro fator relevante, foi um número alto de famílias que possuíam pessoas desempregadas e sem horários de trabalho fixos, dificultando a resposta sobre rotina de horários de sair e voltar para casa, já que não eram recorrentes.

A análise das respostas da questão 16 permite refletir sobre a grande dificuldade que os usuários tinham em definir os horários de acordar e dormir no fim de semana, em função da mudança de comportamento e, portanto, indicarem horários mais esporádico. Os valores não têm predominância e foi possível verificar a dificuldade em perceber uma constante, por isso, muitos optaram por não responder.

Sobre a questão do conforto térmico da unidade, foram observados um percentual em torno de 30% em todos os tipos de famílias, indicando uma insatisfação com as condições no interior do ambiente, que foram reforçadas pelas respostas das questões 17, quanto ao local escolhido para permanecer em cada um dos turnos. Apesar da sala ter sido a resposta com maior índice percentual nos três turnos, com 45%, 45% e 51% respectivamente, em todos os turnos, verificamos um valor significativo de respostas também na opção “outro” sendo manhã com 22%, tarde com 28% e noite com 22,4%. A maior parte das respostas “outro” foram associadas as justificativas respondidas na sequência, tais como: “calçada, quintal ou frente da casa”, esta última foi observada em respostas, principalmente, relativas ao local que costumam permanecer à noite.

Partindo do pressuposto da literatura, em climas quente e úmido, durante o período de maior calor no verão, as temperaturas do ar interna em geral estão mais altas que as temperaturas do ar externa. Durante esse período, não há eficácia na ventilação natural, pois a abertura da janela vai aumentar a temperatura no interior do ambiente. Nestas circunstâncias, são comumente utilizados outros métodos associados a ventilação natural para reduzir a sensação de desconforto, tais como: o uso do ventilador, que ajuda a acelerar a renovação de ar, ou até mesmo procurar um ambiente fora de casa (ROETZEL et al., 2010; BARTHELMES et al., 2018).

Os principais resultados quanto aos **padrões de uso** foram:

- Grande diferença entre o tempo gasto para cozinhar entre dias da semana e dias de fim de semana;
- O motivo para abrir as janelas está associado ao comportamento, pois aproximadamente 78%, abrem as janelas ao acordar;
- O motivo para fechar as portas está associado ao comportamento da mesma maneira, pois fecham as portas ao dormir ou ao sair de casa, ação relacionada à fatores contextuais, por segurança;

- Boa parte dos entrevistados que fecham as janelas às 17hs, indicaram como motivo por causa dos mosquitos, ação relacionada à fatores culturais;

As principais diferenças quanto à **operação das aberturas**, ocorrem nos horários em que as janelas permanecem abertas ou fechadas em cada modelo de família. Na maior parte dos casos, foi identificado o uso contínuo de janelas abertas durante o dia todo, considerando que os usuários geralmente acordam e abrem as janelas e mantém abertas o dia todo, fechando à noite, quando vai dormir (79,7%), por segurança, ao sair de casa (72,4%), ou por causa da chuva (49%).

Quanto à porta da sala, os motivos mais indicados foram: quando vai dormir, constituindo 80,8%, e ao sair de casa, constituindo 77%. Os motivos seguintes, por segurança (32,3%) e quando chove (20,8%) aparecem com um percentual menor que nas janelas. O percentual de casos que especificaram que fecham a porta do quarto ao dormir (49%), indicam que boa parte dos usuários entrevistados não fecham a porta, garantindo a circulação de ar no interior da residência.

Quanto ao horário as janelas permanecem abertas, dos 375 casos, 142 responderam que deixam as janelas abertas o dia todo, sendo o maior percentual de respostas, como explicado anteriormente. Entretanto, ao analisar as demais respostas, verificou-se que 140 dos casos especificaram um horário para abrir as janelas e 141 dos casos especificaram um horário para fechar as janelas. Dos 140 usuários que indicaram o horário que abrem as janelas, 73% responderam entre 06h00 e 08h00 da manhã. E dos 141 casos em que os usuários indicaram um horário específico para fechar as janelas, foram identificados 2 períodos com maior destaque, sendo 46% dos casos que ocorrem entre 16h00 e 18h00, e 24% dos casos que ocorrem entre 22h00 e 23h00. Os demais horários representam menos de 1%, não sendo significativo.

É importante ressaltar que 78% dos usuários que responderam que abrem as janelas às 06h00, também responderam que acordam entre 05h00 e 06h00 durante a semana. O mesmo ocorre entre os usuários que responderam que abrem as janelas às 07h00, pois 50% também responderam que acordam entre 06h00 e 07h00 durante a semana. Neste caso, a maior parte respondeu o mesmo horário. Já os que responderam que abrem as janelas às 08h00, geralmente acordam 06h00 (44%) ou 08h00 (20%) predominantemente. Nestes casos também foram observados os horários do morador 2, que geralmente acordava antes ou no mesmo horário.

Ao comparar os horários que os usuários afirmaram acordar durante a semana e no final de semana, percebe-se uma mudança de 60% dos casos para mais tarde. Desta maneira, percebe-se que as rotinas diárias dos moradores podem sofrer variações entre os dias da semana e os dias de fim de semana, visto que este horário eles ainda estão dormindo.

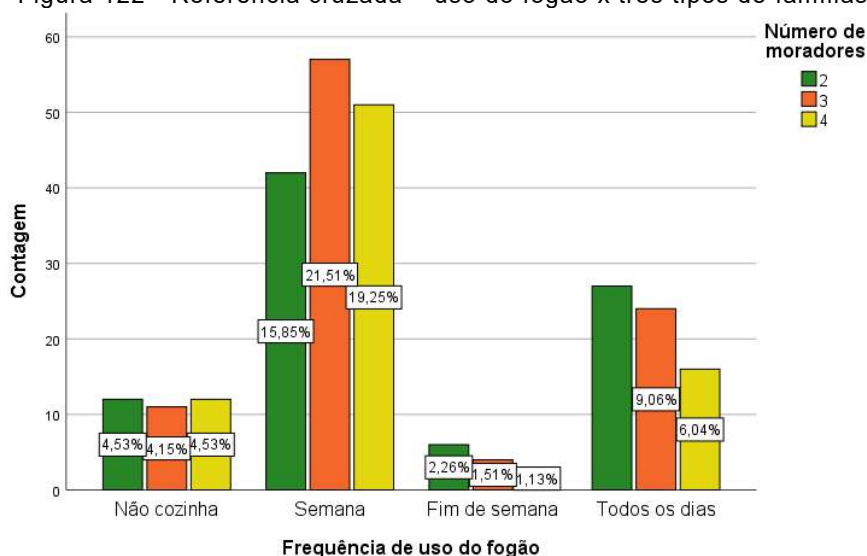
Em relação à operação das aberturas para cada tipo de família, foram observados os seguintes indicadores: a) 70% das ações de abertura de janela ocorreram no período da manhã entre 6:00hs e 8:00hs. Como comparação, apenas 1 usuário respondeu das 0:00hs às 5:00hs. b) 70% das ações de fechamento das janelas ocorreram entre 16h00 às 18h00 e 21h00 às 22h00.

Apesar do maior número de respostas quanto ao horário que abrem as janelas ter sido “o dia todo”, foram comparados os horários que os moradores informaram que abrem e fecham as janelas, com os horários que os mesmos responderam que costumam acordar ou dormir. Para os três tipos de famílias, ocorreu a mesma tendência, de abrir as janelas uma hora depois que levantam pela manhã, isto é, os usuários que indicaram que abrem as janelas às 07h00, também levantam às 06h00 da manhã. Os usuários que abrem as janelas às 06h00, levantam às 05h00. Apenas no caso dos usuários que abrem as janelas às 08h00, verificou-se uma variação sobre o horário que levantam, entre 06h00 e 07h00.

Em relação ao horário de fechar as janelas, houve uma diferença maior entre os horários que os usuários indicaram para dormir e seu fechamento. Para as três famílias, 53% dos casos responderam que fecham as janelas entre 16h00 e 19h00, associados à 24% dos casos, que indicaram que fecham as portas e janelas entre 21h00 e 22h00. A relação predominante com o horário que anoitece, permite supor que o horário relativo a quem respondeu “o dia todo”, pode ser ao dia todo de luz, não o dia todo que permanece acordado. Apenas nas famílias com dois moradores, o horário de fechar as aberturas é predominante entre o intervalo de 21h00 às 22h00.

Sobre o tempo de cozinhar, foi observado que entre os três tipos de famílias, a ação de uso do fogão ocorre principalmente durante a semana, constituindo 21,51%, 19,25% e 15,85%, respectivamente, para as famílias com três moradores, quatro moradores e dois moradores. A maior variação foi percebida na família com dois moradores, que resultou no maior percentual de uso do fogão todos os dias, apesar de não ser significativo, como mostra a Figura 122 abaixo.

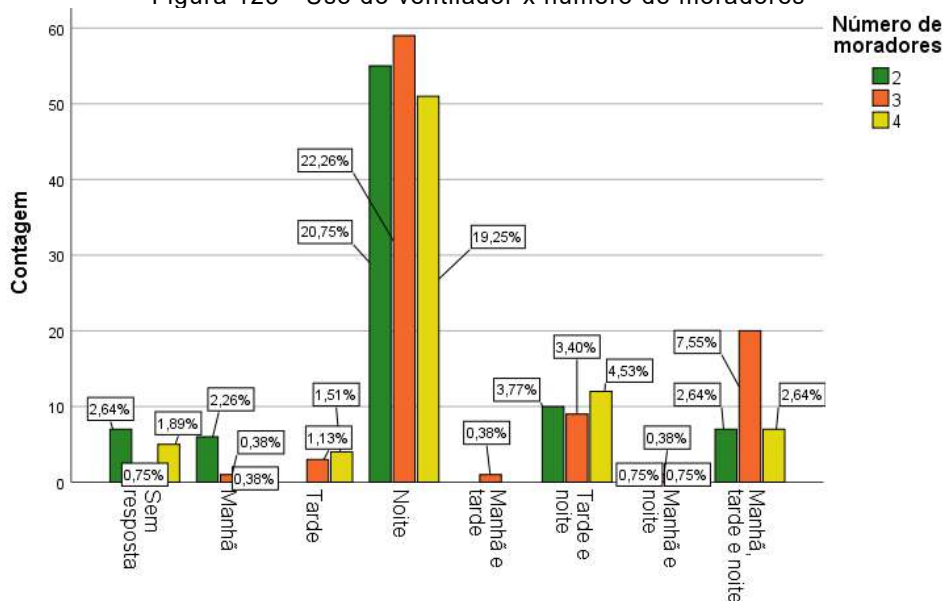
Figura 122 - Referência cruzada – uso do fogão x três tipos de famílias



Fonte: Autor

Nos três tipos de famílias, foram identificados o **uso do ventilador** a noite predominantemente, entretanto a família com 3 moradores obteve resultados mais acentuados no período “manhã, tarde e noite”, que eram observados principalmente nas unidades habitacionais que tinham crianças menores de 2 anos. Nestes casos, a permanência do ventilador ligado o dia todo estava associado ao ambiente em que a criança estava em cada período.

Figura 123 - Uso do ventilador x número de moradores



Fonte: Autor

É importante destacar que, ao avaliar as ações dos usuários em situação de desconforto por calor, a primeira reação foi ligar o ventilador, constituindo 80,3%. A ação de abrir as janelas e portas obtiveram em média 65% das respostas, indicando que os usuários preferem ligar o ventilador ao operar as portas e janelas. Este fator pode estar associado à outras variáveis, como, por exemplo, privacidade, segurança, entre outros, como fatores contextuais ou culturais.

Pode-se observar que, entre os casos estudados, os fatores contextuais possuem maior relevância que fatores ambientais diferente do que é observado na literatura, posto que, pesquisas na área tendem a supor que estratégias passivas, como as ações de reduzir a temperatura do ar interna, com a renovação de ar no ambiente, seria tomada antes de acrescentar uma estratégia artificial, como o ato de ligar o ventilador, como indicado na questão 18.

Verificou-se também que, a escolha pela ventilação mecânica ocorre no período noturno, o mesmo horário que os usuários indicaram que fecham as portas e janelas ao dormir, entretanto, por que eles optariam por usar o ventilador nos períodos da manhã e tarde? Talvez o percentual esteja mais alto de uso do ventilador pelo uso à noite, mas no período diurno, a ação de abrir as janelas e portas seja maior, sendo complementado pelo ventilador em dias muito quentes, em que apenas a ventilação natural não é suficiente para reduzir a sensação de desconforto térmico.

Esta insatisfação pode decorrer de diversas variáveis, desde condições geradas pelo sistema construtivo associado ao comportamento dos usuários, como também às condições climáticas, que indicam temperaturas suportadas apenas em ambientes climatizados artificialmente, como prevê o índice de Givoni. Han *et al.* (2007) ressaltaram que mais de 60% dos ocupantes de residências com ar-condicionado consideraram seu ambiente aceitável, e essa taxa cai para 20% entre os ocupantes sem ar-condicionado.

Uma das questões que não foram abordadas diretamente pelos questionários, mas foram observadas ao passo que se desenvolviam conversas durante às aplicações destes, posto que muitos moradores aproveitavam para comentar sobre suas rotinas, está relacionada com os motivos que levam as pessoas que têm cortinas ao fecharem as janelas totalmente. Sua função principal de reduzir a incidência solar direta, e ainda garantir a privacidade, indicava o uso de janelas 100% fechadas no verão em habitações com orientação solar frente leste ou frente oeste, entretanto esta condição reduzia significativamente a entrada de ventilação natural, por isso em na

maioria das ocasiões em que haviam cortinas, estes elementos foram observados parcialmente abertos ou sobreposto a apenas uma das folhas das janelas.

Esta variabilidade de justificativas e motivos descritos voluntariamente pelos usuários à medida que eram respondidas questão a questão, resultou em uma contribuição positiva e fundamental para o melhor entendimento das rotinas e principalmente do comportamento dos ocupantes avaliados. Considerando as especificidades das condições climáticas de João Pessoa, os resultados desta pesquisa de campo poderão além de contribuir para o melhor entendimento do comportamento dos usuários de habitações ventiladas naturalmente em situações reais, também auxiliar na compreensão da diferença entre comportamentos e ações de ocupantes levantados em outros locais.

Em certos comportamentos, assim como em respostas relacionadas aos usos das aberturas, foram observadas algumas incoerências e contradições, dificultando a interpretação dos dados. Como a maior parte das respostas são declaradas pelos ocupantes e não foram registradas por outro método de análise, é importante destacar que os usos e comportamentos resultantes podem sofrer algumas alterações em relação a situação real. Estas incoerências podem ser resultantes das limitações de compreensão de texto e de interpretação do assunto abordado pelos usuários.

Os principais implicadores neste caso são respostas tendenciosas devido ao chamado efeito Hawthorne, que considera um tipo de reação em que sujeitos modificam ou melhoram características do seu comportamento em resposta à sua consciência por estarem sendo observados (HONG *et al.*, 2017).

Apesar de não ter o conhecimento técnico para avaliar a influência de outras variáveis sobre sua resposta, é importante ressaltar que os ocupantes poderiam eventualmente comentar sobre o calor, ou a ventilação, ou a privacidade, considerando outras variáveis construtivas indiretamente, tais como tamanho do lote, proximidade com a via, a presença ou não de árvores no interior do lote, ou mesmo aspectos como o período de chuva recorrente em intervalos curtos, quando em geral as janelas tendem a ficar mais tempo fechadas, ou o ruído do entorno. Por outro lado, o método de levantamento de dados por questionários propicia uma privacidade, conforme citado por Balvedi (2018):

Assim como outros métodos de monitoramento do comportamento do usuário, a aplicação de questionários

acarreta incertezas nos dados, em função da subjetividade associada à própria resposta do usuário. Contudo, por se tratar de edificações residenciais, o método utilizado garante privacidade ao usuário e não interfere em suas atividades cotidianas, em oposição a métodos de monitoramento com equipamentos. A aplicação de questionários foi conduzida com sucesso por outros estudos direcionados a edificações residenciais (BALVEDI, 2018, pg. 151, tradução nossa).

A maior parte dos moradores não indicou uma justificativa para fechar as portas e janelas nas questões abertas, possivelmente por ser uma ação muito comum, e já esteja associada à cultura do local, como costume recorrente, entretanto pode ser associada ao motivo segurança, que foi ressaltado em outras questões.

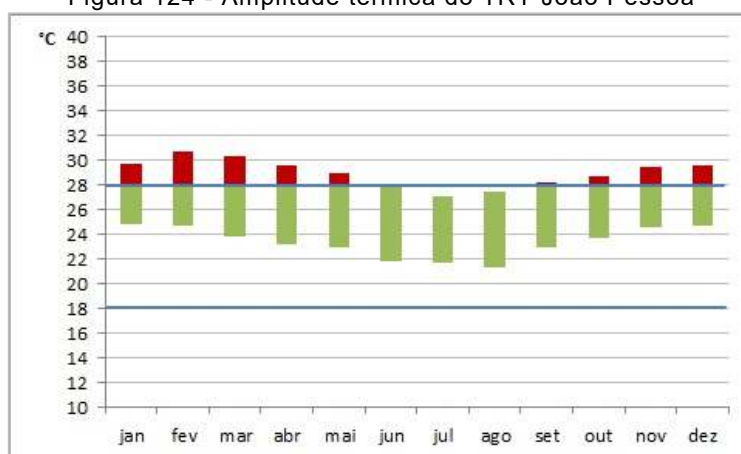
Por fim, uma das maiores contribuições desta pesquisa foi a construção destes cenários de comportamento de usuários em habitações de interesse social, resultantes de um levantamento de dados reais a partir do estudo de campo. Esses são os primeiros modelos de comportamento de abertura e fechamento de janelas desenvolvidos para habitações ventiladas naturalmente no nordeste brasileiro.

4.3. Calibração do modelo de simulação e das variáveis climáticas

O levantamento das variáveis climáticas ocorreu em dois períodos distintos, representativos dos meses mais quente e mais frio para a cidade de João Pessoa. Como descrito no método, as variáveis climáticas do interior da edificação foram medidas com equipamentos específicos instalados na sala e as variáveis climáticas externas foram coletadas da estação climatológica automática da cidade.

Em paralelo as medições, foi realizado um levantamento físico para que o caso base pudesse ser simulado no programa Design Builder e os dados de saída do programa pudessem ser comparados aos dados medidos no local. A definição dos meses ocorreu a partir da análise dos dados do TRY. Desta maneira, o mês mais quente foi fevereiro e o mês mais frio foi agosto, como mostra a Figura 124 abaixo.

Figura 124 - Amplitude térmica do TRY João Pessoa



Fonte: OLIVEIRA, 2013

A análise dos dados horários de temperatura do ar do arquivo climático, indicou o dia mais quente, sendo considerado dia 21 de fevereiro, e o dia mais frio, 18 de agosto. Estes dias foram utilizados como referência para a definição do período de medições nos dois meses.

4.3.1. Calibração para o dia típico de verão

Para o dia típico de verão, foram comparados os valores medidos e os valores obtidos do arquivo climático TRY referente ao período de 19 a 22 de fevereiro, que indicaram os seguintes dados de temperaturas do ar externas, conforme Tabela 26. Para a avaliação comparativa foram utilizados os valores do dia 20 de fevereiro, que resultou no menor delta de amplitude entre as temperaturas analisadas.

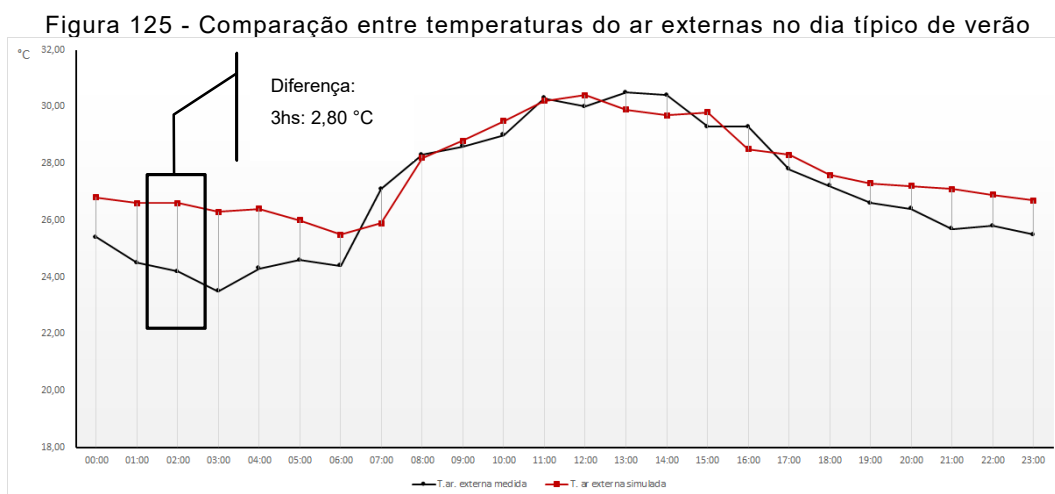
Tabela 26 - Dados de temperatura do ar externa medida x TRY

	Dados de TRY (°C)			Dados de Medições (°C)		
	mínimo	média	máxima	mínimo	média	máxima
19.02.2018	26,35	28,05	30,32	27,18	28,97	30,30
20.02.2018	25,62	27,76	30,35	26,61	28,72	31,13
21.02.2018	24,07	27,55	30,65	26,70	27,93	29,01
22.02.2018	23,57	27,58	31,42	27,24	28,02	28,93
23.02.2018	23,65	27,47	30,57	27,48	27,55	27,67

Fonte: Autor

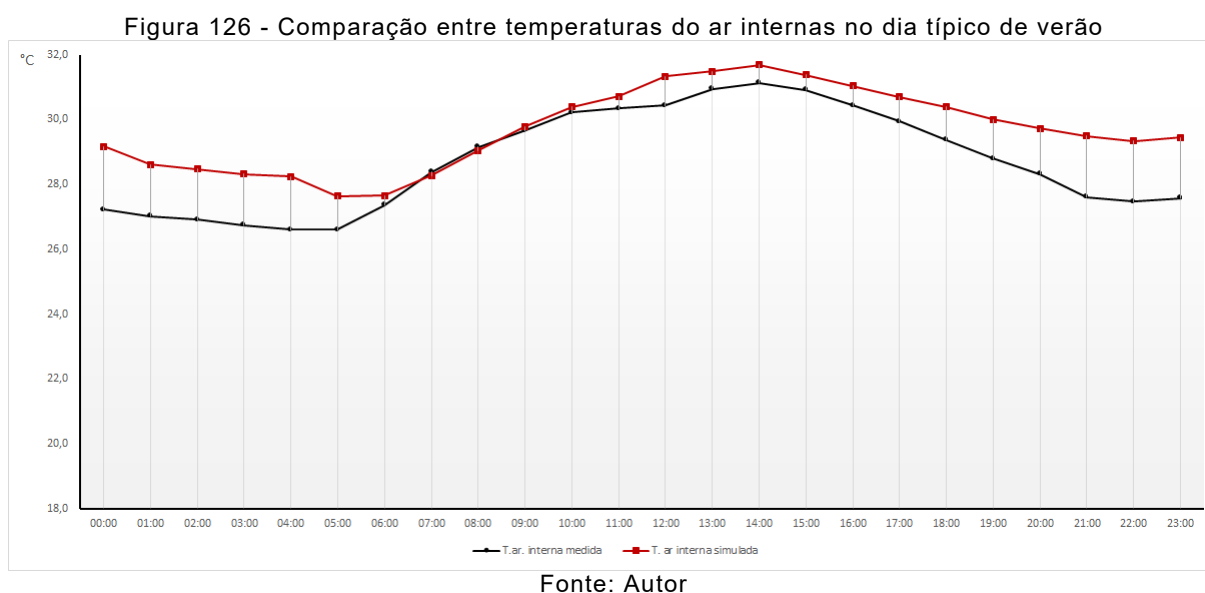
Ao observar as curvas de temperaturas do ar externa, percebe-se uma proximidade entre os dados, com o maior intervalo referente ao período entre 01hs e 04hs da manhã, que resultou em uma diferença de mais de 2°C, como mostra a Figura

125. A maior diferença ocorreu às 03hs, com valores de 26,3°C e 23,5°C nos dados de TRY e de medições, respectivamente.



No período noturno, após às 17hs e antes das 06hs, os valores medidos em 2018 indicaram temperaturas mais baixas que os valores utilizados no TRY. Entretanto, no intervalo de horas do dia, a diferença entre os valores das duas curvas reduz significativamente, com diferenças entre 0,10°C e 0,50°C.

Ao observar os dados de temperatura do ar interna, resultantes do modelo simulado com o arquivo TRY no programa Design Builder e os dados coletados no interior da unidade habitacional, foi verificado que a diferença entre as curvas permanece com a mesma amplitude verificada no gráfico de temperaturas externas, como pode ser observado na Figura 126.



A partir da análise entre as temperaturas do ar interna do arquivo TRY utilizado nas simulações e a temperatura interna medida em campo, pôde-se observar que a maior diferença resultou em 1,9°C no período noturno. As diferenças encontradas durante o dia estiveram entre 0,1°C e 0,9°C, entre às 07hs da manhã e às 17hs da tarde, que resultam em curvas muito aproximadas, assim como ocorre no comparativo com as temperaturas externas.

4.3.2. Calibração para o dia típico de inverno

A análise do dia mais frio também deu início pelo comparativo entre as temperaturas externas assim de verificar a diferença entre os dados horários resultantes do modelo de simulação e os dados medidos. O período de medições ocorreu entre 15 de agosto e 22 de agosto, com os valores indicados na tabela abaixo.

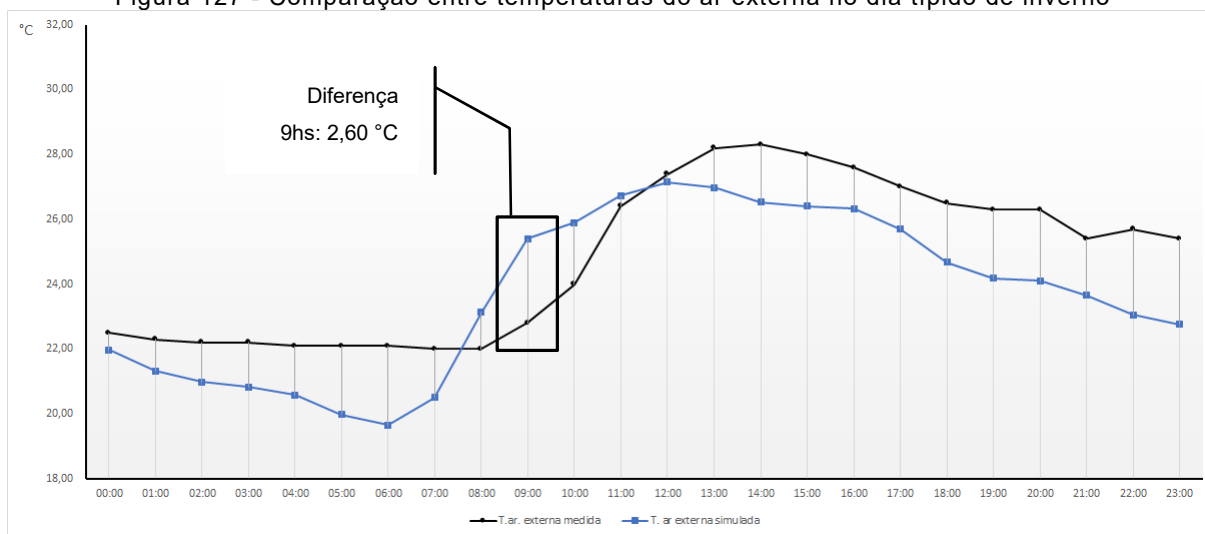
Tabela 27 - Dados de temperatura do ar externa medida x TRY

	Dados de TRY (°C)			Dados de Medições (°C)		
	mínimo	média	máxima	mínimo	média	máxima
15.08.2018	21,55	24,54	27,67	25,31	27,03	28,66
16.08.2018	20,87	24,03	27,97	23,14	25,46	28,82
17.08.2018	22,20	24,09	26,80	23,64	25,49	28,46
18.08.2018	19,65	23,68	27,15	23,66	25,92	28,36
19.08.2018	20,12	23,56	27,10	24,53	26,33	27,95
20.08.2018	21,30	24,27	27,47	24,78	26,72	29,29
21.08.2018	21,20	24,24	27,35	23,90	26,48	29,38
22.08.2018	22,50	24,87	27,42	24,22	26,12	28,88

Fonte: Autor

Para a avaliação comparativa entre as temperaturas do ar externas do TRY e as temperaturas do ar externas medidas, foram utilizados os valores do dia 18 de agosto. Como pode ser observado na Figura 127, a maior diferença ocorreu às 09hs com 2,60 °C de diferença.

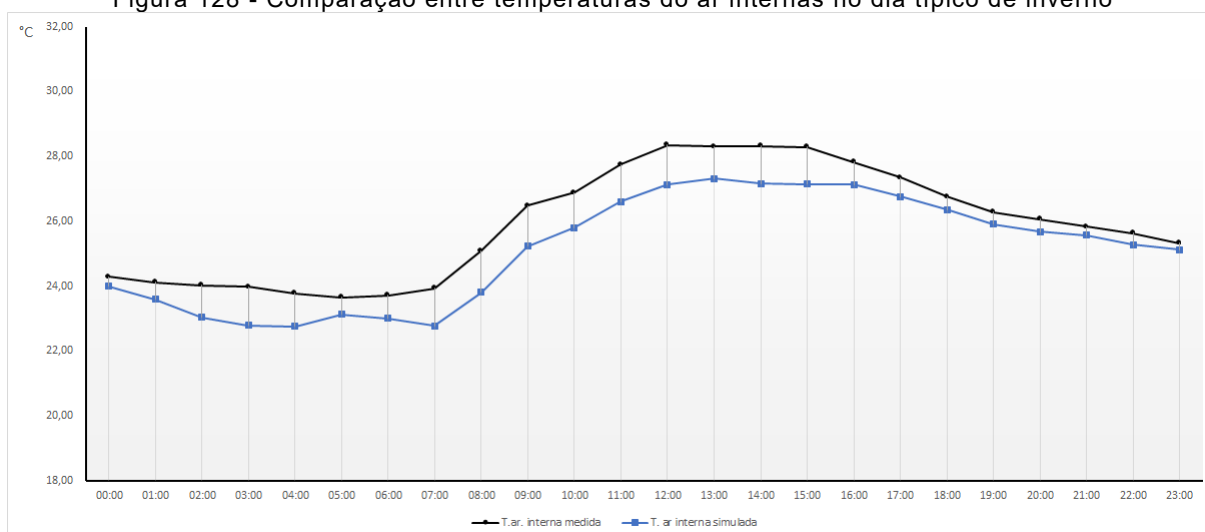
Figura 127 - Comparação entre temperaturas do ar externa no dia típico de inverno



Neste gráfico, pode-se observar um distanciamento maior entre o perfil da curva de temperatura do ar, com uma inversão nos valores entre 08hs e 12hs, quando a temperatura externa medida é menor que a temperatura indicada no TRY, voltando a ser superior, representada pela curva na cor preta.

Ao comparar os dados de temperatura do ar interna medidos no levantamento e os dados de temperatura operativa simulados no programa Design Builder, pode observar que o caso base simulado possui características próximas do modelo real, visto que a maior diferença encontrada foi de 1,25°C às 9hs, conforme Figura 128, em função da diferença verificada também no comparativo de temperaturas externas.

Figura 128 - Comparação entre temperaturas do ar internas no dia típico de inverno



4.3.3. Discussões sobre a calibração do caso base

O modelo simulado foi testado diversas vezes, com correções em propriedades térmicas, tipos de atividades exercidas por zona, taxas metabólicas e resistência térmica da vestimenta cuja unidade é Clo, taxas de renovação de ar por frestas, temperatura do solo, orientação e configurações de cálculo de ventilação natural. Além dessas configurações, foram testadas algumas opções de controle de abertura de portas e janelas, em função das respostas dadas ao questionário aplicado com os usuários do modelo base. Por fim, foram comparados os valores simulados aos valores medidos. A primeira avaliação ocorreu entre os dados de temperatura do ar externa, por ser uma variável climática fundamental e que exerce influência direta sobre a temperatura do ar interna.

Além da diferença observada entre os valores de temperatura externa, outro fator que influenciou os dados de saída da simulação durante a calibração foram as definições de taxa de renovação de ar por frestas, valor que não foi medido. Após as primeiras simulações com valores muito distintos, foram necessários vários testes alterando os dados de entrada no programa para confirmação das propriedades térmicas dos sistemas construtivos, entretanto a redução do delta de amplitude de temperaturas só ocorreu quando foram representadas no modelo de simulação, as aberturas verificadas entre os fechamentos opacos verticais e a cobertura.

Algumas adaptações foram feitas pela observação realizadas “in loco” enquanto estavam sendo realizadas as medições. Foi possível perceber que alguns horários de operação das janelas foram diferentes da resposta indicada no questionário. Com estas correções, foi possível alcançar um modelo com performance semelhante quanto ao desempenho térmico a fim de ser comparado com os dados medidos no verão e no inverno.

Alguns testes com variação nos horários de operação das janelas, demonstraram resultados mais aproximados com uma amplitude menor entre as curvas de temperaturas do ar internas no período de inverno, entretanto aumentavam a amplitude significativamente no período de verão, com delta maior que 4°C. Pode-se deduzir que o comportamento dos usuários mudou entre fevereiro e agosto pelas condições de chuva ocorridas no período de medição, resultados em situações em que as janelas da sala e do quarto permaneciam fechadas por mais tempo que indicado pelo usuário.

Nos períodos de medições, a unidade habitacional continuou a ser usada normalmente pelos usuários. Foi solicitado que todos os membros da família continuassem com os mesmos padrões de comportamento, inclusive aos padrões referentes ao controle das aberturas, apesar da constante presença dos equipamentos e da intervenção esporádica do pesquisador em visitas para conferência do funcionamento do equipamento, troca de pilhas e salvamento dos arquivos pelo menos três vezes ao dia.

Sobre o perfil funcional dos usuários, foi observado que a esposa trabalhava fora de casa entre 14h00 e 22h00. Sobre o marido, houve uma modificação: no período de medições do mês de agosto de 2017, ele estava desempregado, por isso ficava em casa o dia todo com a criança, entretanto, no período de medição de fevereiro de 2018, o marido estava organizando um pequeno comércio próprio que seria inaugurado em pouco tempo em uma localização próxima, o fazendo passar mais tempo fora de casa, mas não em horários constantes.

Em função das medições, a rotina de ocupação da casa se aproximou do mês de agosto (medição anterior), por sua disposição em permanecer em casa durante a semana de medições, mas vale salientar que não seria a rotina real dos usuários, considerando que o marido iria iniciar um período de trabalho externo e a casa logo ficaria fechada entre às 14hs e 22hs. Esta variação ressaltou uma possibilidade difícil de ser demonstrada no cenário que está sendo construído: a variabilidade de rotina ao longo do ano, que não pôde ser abordada nesta pesquisa.

Além dos parâmetros verificados acima, o principal fator para garantir os resultados esperados na fase de calibração foi a análise da temperatura externa. As diferenças encontradas entre os dados verificados no arquivo climático utilizado e nos dados resultantes das medições indicaram uma possível variação na temperatura interna. Desta forma, foi necessário alterar os dados do arquivo climático TRY utilizado, nos dias a serem comparados com as medições.

Esta ação reflete a importância dos arquivos climáticos sobre a avaliação de desempenho térmico. A busca por resultados mais próximos de condições reais exige a atenção sobre a credibilidade dos dados de entrada utilizados nos modelos de simulação. A utilização da ferramenta de simulação para avaliação de desempenho, sem uma devida revisão dos dados utilizados, resulta em valores sem consistência.

Em resumo, foi observado que a diferença que ocorre entre as curvas de temperaturas externas, contribui para explicar a diferença entre a temperatura do ar

interna medida e a temperatura do ar interna simulada, pela influência da temperatura externa sobre o desempenho térmico no interior do edifício (BARRIOS *et al.*, 2012). Com o ajuste do arquivo climático, a calibração do modelo foi considerada satisfatória, ao abordar os limites indicados por Pereira e Ghisi (2010), que utilizam os valores com erro sempre menor que 1,0 °C para garantir a confiabilidade dos dados.

4.4. Simulação dos padrões de comportamento adotados

Com a definição de cenários que representam os tipos de famílias resultantes da análise dos questionários, pôde-se construir o conjunto de dados para os modelos de simulação. Com o intuito de validar a influência desses modelos, foram simulados os diferentes tipos de famílias e avaliados a partir de dois índices de longo tempo: O Graus-hora para Resfriamento e o Percentual de horas de desconforto, também conhecido como horas excedentes de temperatura operativa. A base para os dois índices foi a faixa de conforto definida por De Dear.

4.4.1. Tipo A – caso base

O tipo A representa o caso base, composto por 3 usuários, sendo um homem, uma mulher e uma criança de dois anos, ou seja, dois adultos e uma criança. Além da aplicação do questionário para levantamento dos dados sobre a rotina da família, também foram observadas algumas ações ao longo dos dias de medição nos dois períodos, fevereiro e agosto. Em algumas situações, foi possível questionar os motivos de algumas ações, por não se aplicar aos demais casos.

Desta maneira, os dados de entrada referente a este cenário resultaram nas seguintes características, como pode ser observada na Tabela 28 abaixo.

Tabela 28 - Padrão de operação das aberturas x caso base

Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala	100	100	07h00	23h00
P2	Porta do quarto	20	95	23h00	07h00
P3	Porta do banheiro	20	95	07h00	23h00
P4	Porta da cozinha	100	100	10h00	12h00
J1	Janela da sala	100	50	08h00	16h00

J2	Janela do quarto	100	50	08h00	16h00
----	------------------	-----	----	-------	-------

Fonte: Autor

As rotinas dos ocupantes do caso base confirmaram algumas das respostas analisadas no questionário, pois foi possível observar que: a) aos sábados os adultos costumavam acordar mais tarde que durante a semana; b) aos sábados eles também costumavam sair para visitar os familiares e não cozinhavam em casa no horário de almoço; c) aos domingos eles saíam para a igreja pela manhã e à noite e também não cozinhavam no almoço ou no jantar.

Tabela 29 - Padrão de operação das aberturas fim de semana x caso base

Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala Horário: De 08h00 às 23h00	100	100	07h00	23h00
P2	Porta do quarto Horário: De 23h00 às 09h00	20	95	23h00	09h00
P3	Porta do banheiro Horário: De 08h00 às 24h00	20	95	07h00	23h00
P4	Porta da cozinha Horário: De 08h00 às 12h00	100	100	08h00	12h00
J1	Janela da sala Horário: De 08h00 às 12h00 e de 16h00 às 18h00	100	50	08h00	18h00
J2	Janela do quarto Horário: De 08h00 às 12h00 e de 16h00 às 18h00	100	50	08h00	18h00

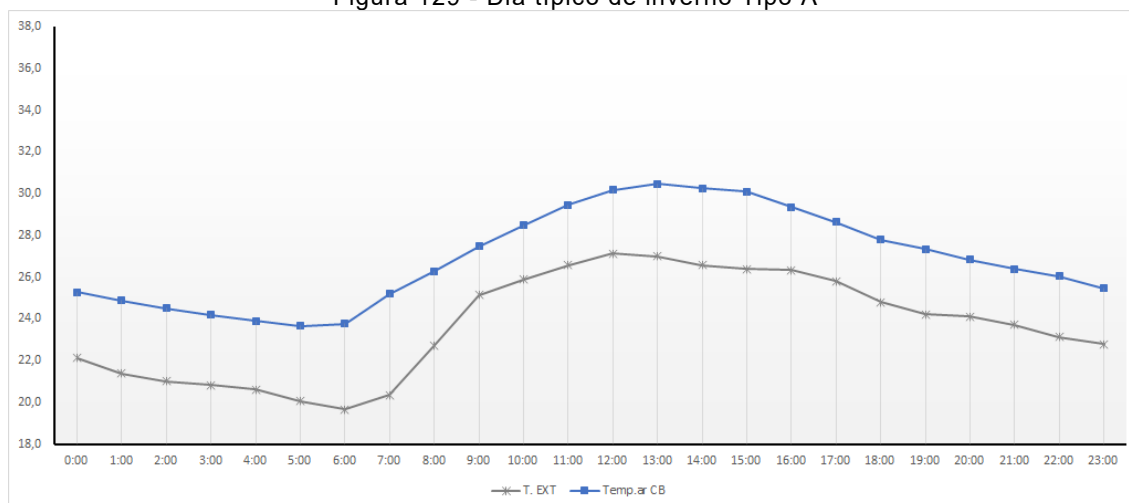
Fonte: Autor

Método Estatística descritiva

A primeira análise foi realizada com o método de estatística descritiva, ao utilizar o gráfico de linhas com o comparativo entre os dados horários de temperaturas do ar interna e as temperaturas do ar externas, resultantes do modelo de simulação.

Ao observar os dados de temperatura referente ao dia típico de inverno, percebe-se uma curvatura semelhante entre as duas linhas com uma defasagem entre as curvas de 0,5°C, conforme Figura 129. Os valores mais altos indicam temperaturas internas de 30° C, enquanto os valores mais baixos indicam temperaturas de 23° C, resultando em uma amplitude diária de 7° C.

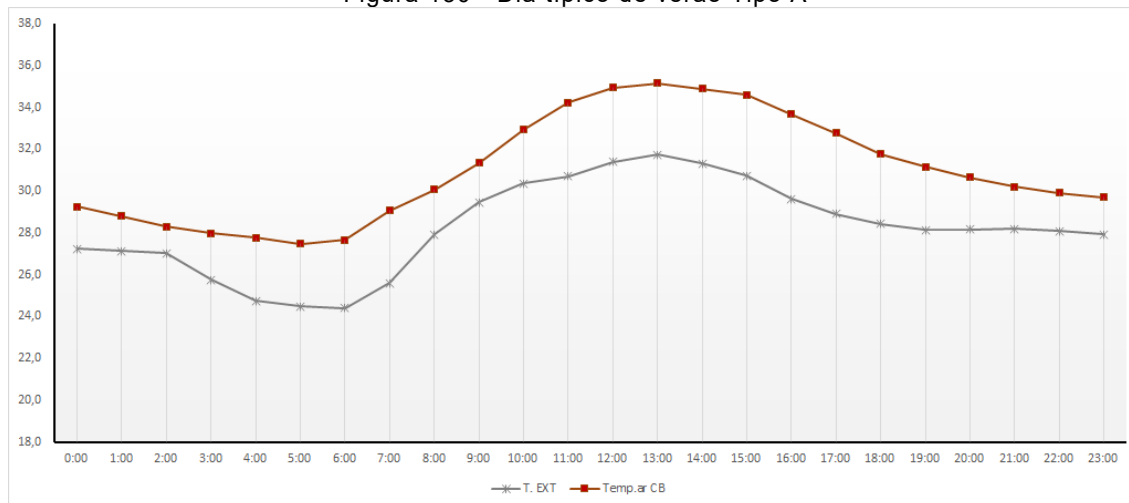
Figura 129 - Dia típico de inverno Tipo A



Fonte: Autor

Para o comparativo de dia típico de verão, foram utilizados dados horários de temperatura do ar do dia 18 de fevereiro, como mostra a Figura 130. Os valores mais altos indicam temperaturas internas de 35° C, enquanto os valores mais baixos indicam temperaturas de 28° C, resultando em uma amplitude diária de 8° C.

Figura 130 - Dia típico de verão Tipo A



Fonte: Autor

É importante destacar que o horário indicado pela rotina dos ocupantes de abertura das janelas é 08h00, e neste momento a temperatura do ar interna no período de inverno indica um valor de 25° C, enquanto que a temperatura do ar no período de verão indica um valor de 29° C. Esta diferença indica que a variação da temperatura do ar interna ao longo do ano não foi um indicador para alterar o horário de abertura das janelas, pois foi observado que a rotina de abrir a janela ao acordar permanecia

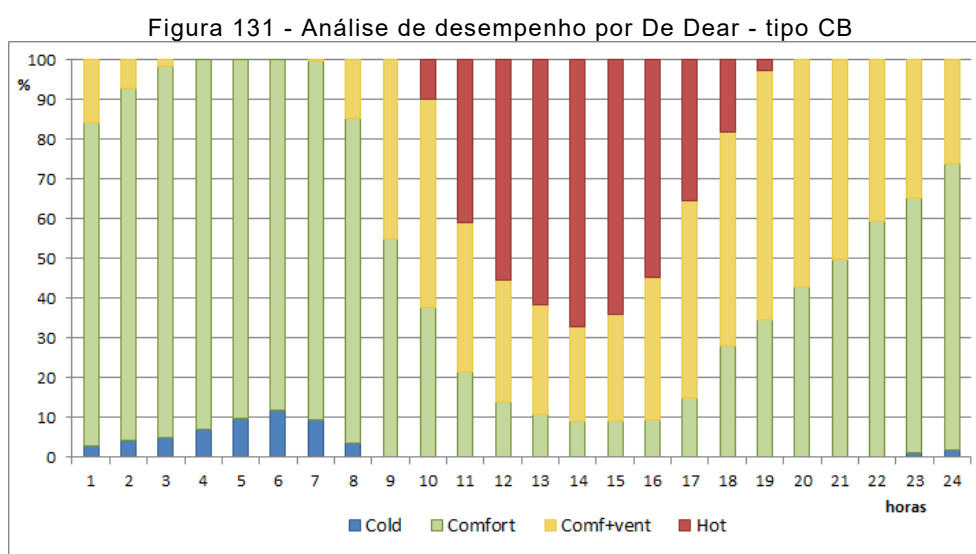
a mesma tanto em agosto quanto em fevereiro, associada a rotina de acordar / levantar do usuário.

Graus-hora para Resfriamento e Horas de desconforto

O método de Graus-hora para resfriamento foi aplicado sobre os valores de temperatura operativa saídos do modelo de simulação, resultando em um valor final de GhR = 26.478,01 horas de desconforto anual. Ao analisar os mesmos dados de temperatura operativa a partir do método de percentual de horas de desconforto, observou-se que o caso tipo CB resultou em 81,99% de horas de desconforto por ano.

Método De Dear

A aplicação dos limites de conforto de De Dear utilizou os percentuais de maior grau em cada horário do dia, com os valores horários coletados ao longo do ano. Para tal, foram utilizadas as: temperatura do ar, temperatura radiante, temperatura operativa e temperatura externa, para cálculo das temperaturas neutras e, conseqüentemente, identificar as faixas de conforto para este modelo.



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Negreiros (2010)

O método de De Dear indicou 51% de conforto, com 28,93 % de conforto com ventilação. O desconforto por frio foi observado em 2% das horas, enquanto o desconforto por calor foi observado em 17% das horas. Os horários que indicam

desconforto por calor ocorrem predominantemente no intervalo entre 11h00 da manhã e 17h00, como pode ser observado na Figura 131.

4.4.2. Tipo 3M – família com 03 moradores

O segundo padrão de comportamento de usuários analisados foi o tipo 3M, que representa a família com 03 moradores. Para este padrão foram adotados os resultados predominantes dos questionários aplicados, tomando como base as definições do morador 1. Os tempos de abertura e fechamento das portas e janelas adotados podem ser visualizados abaixo:

Tabela 30 - Variações de controle das aberturas – Tipo 3M

Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala Horário: De 07h00 às 22h00	100	100	07h00	22h00
P2	Porta do quarto Horário: De 23h00 às 07h00	20	95	23h00	07h00
P3	Porta do banheiro Horário: De 07h00 às 23h00	20	95	07h00	23h00
P4	Porta da cozinha Horário: De 07h00 às 22h00	100	100	07h00	22h00
J1	Janela da sala Horário: De 07h00 às 22h00	100	50	07h00	22h00
J2	Janela do quarto Horário: De 07h00 às 22h00	100	50	07h00	22h00

Fonte: Autor

Em relação aos horários de abertura no fim de semana, as principais alterações ocorreram nas portas e janelas dos quartos, pois o horário de acordar no fim de semana aumentou, principalmente, para o morador 3 que acorda às 09h00.

Tabela 31 - Padrão de operação das aberturas fim de semana x 03 moradores

Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala Horário: De 07h00 às 22h00	100	100	07h00	22h00
P2	Porta do quarto	20	95	23h00	07h00

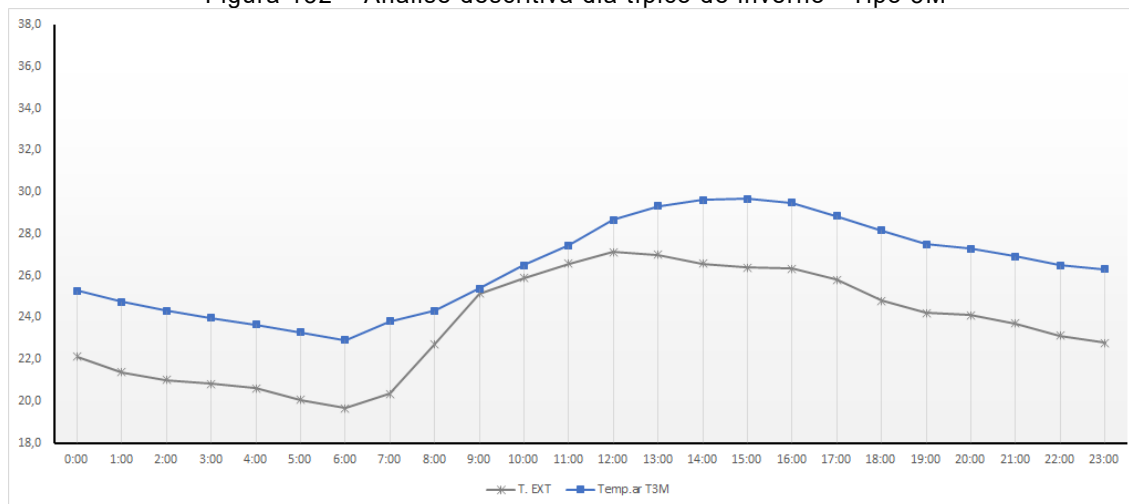
	Horário: De 23h00 às 08h00				
P3	Porta do banheiro Horário: De 07h00 às 24h00	20	95	07h00	23h00
P4	Porta da cozinha Horário: De 07h00 às 22h00	100	100	07h00	22h00
J1	Janela da sala Horário: De 07h00 às 22h00	100	50	07h00	22h00
J2	Janela do quarto Horário: De 09h00 às 22h00	100	50	09h00	22h00

Fonte: Autor

Método Estatística Descritiva

Em relação aos dados horários, o comparativo entre as: temperatura operativa e a temperatura do ar externa, indica uma curva semelhante ao cenário anterior, com valores mais altos entre 13h00 e 17h00, que depois voltam a reduzir à medida que anoitece, como pode ser observado na Figura 132.

Figura 132 – Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo 3M

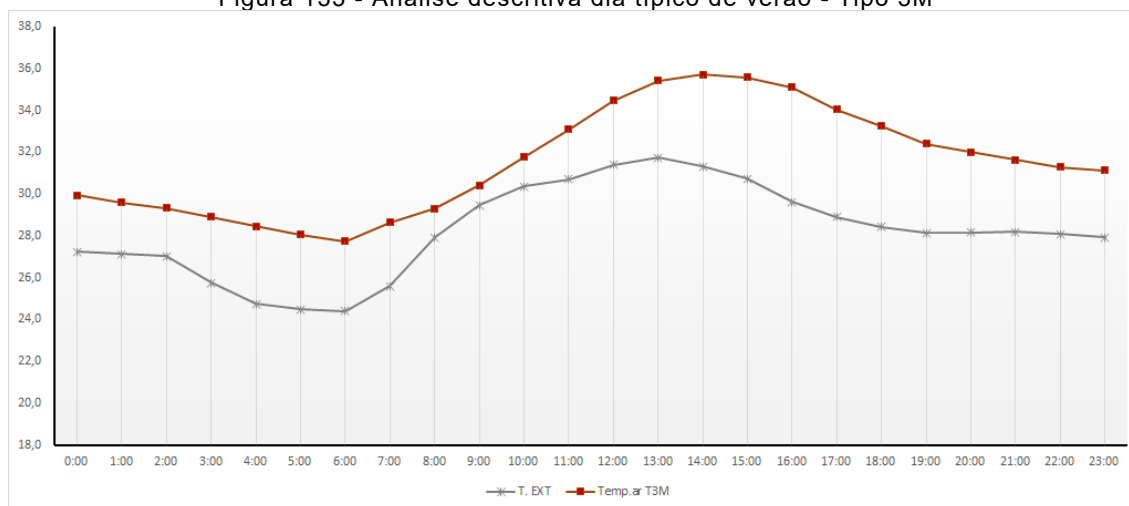


Fonte: Autor

Ao observar os mesmos dados de temperatura, considerando o dia típico de verão adotado, verifica-se um ponto de evolução da temperatura às 07h00 da manhã, horário em que as portas e janelas foram abertas no programa de simulação, como mostra a Figura 133Figura 130. Os valores mais altos indicam temperaturas internas

de 36° C, às 14h00, enquanto a temperatura externa no mesmo horário, encontra-se abaixo dos 30°C, ou seja, a temperatura no interior da unidade habitacional está 6°C mais quente que o ambiente externo.

Figura 133 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo 3M



Fonte: Autor

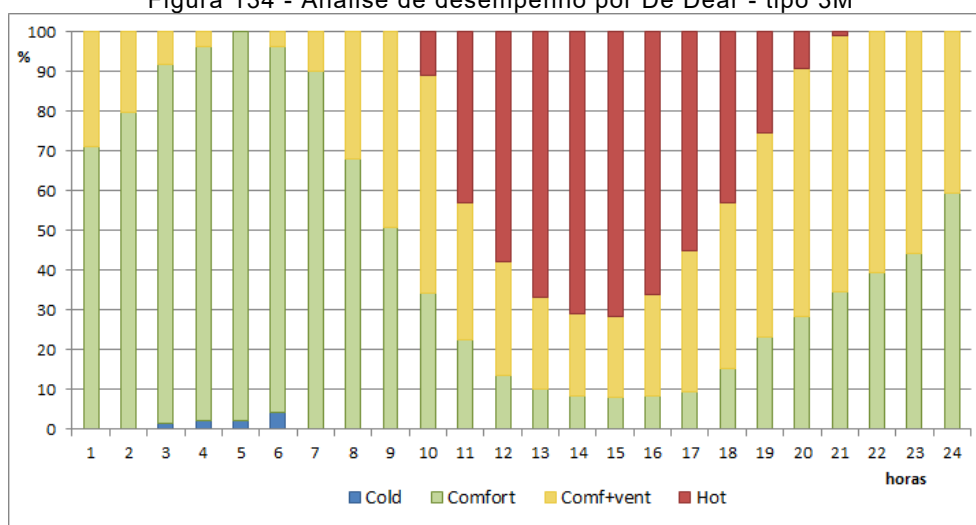
Método Graus-hora para Resfriamento

Os valores resultantes dos métodos de Graus-hora para Resfriamento e o percentual de horas de desconforto, confirmam a diferença de temperatura mostrada na figura anterior. A partir destes métodos, é possível identificar um aumento no desconforto no interior da edificação, se comparado com o padrão de comportamento anterior. O valor final de Graus-hora para Resfriamento indicou um GhR = 26.708,14 horas de desconforto, enquanto o percentual de horas de desconforto observou que durante 83,28% de horas do ano, os ocupantes estão em desconforto.

Método De Dear

Em relação ao método de De Dear, foi possível observar que os ocupantes deste cenário podem sentir um desconforto por calor em 21,71% das horas do ano, enquanto o percentual de conforto resultou em 45,56%, seguidos de 32,29 % de conforto com ventilação. O desconforto por frio continua ocorrendo em um percentual muito baixo, com 0,43% das horas.

Figura 134 - Análise de desempenho por De Dear - tipo 3M



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Negreiros (2010)

4.4.3. Tipo 4M – família com 04 moradores

O tipo 4M representa a família com 04 moradores, representando 40% dos questionários válidos. O padrão de comportamento adotado para esta família representa uma composição familiar, onde dois usuários trabalham fora, enquanto os outros dois estudam e, portanto, estão fora de casa em um turno enquanto estão na escola. Quanto ao padrão de operação das aberturas, a Tabela 33 demonstra os valores adotados nos modelos de simulação:

Tabela 32 – Padrão de operação das aberturas x 04 moradores

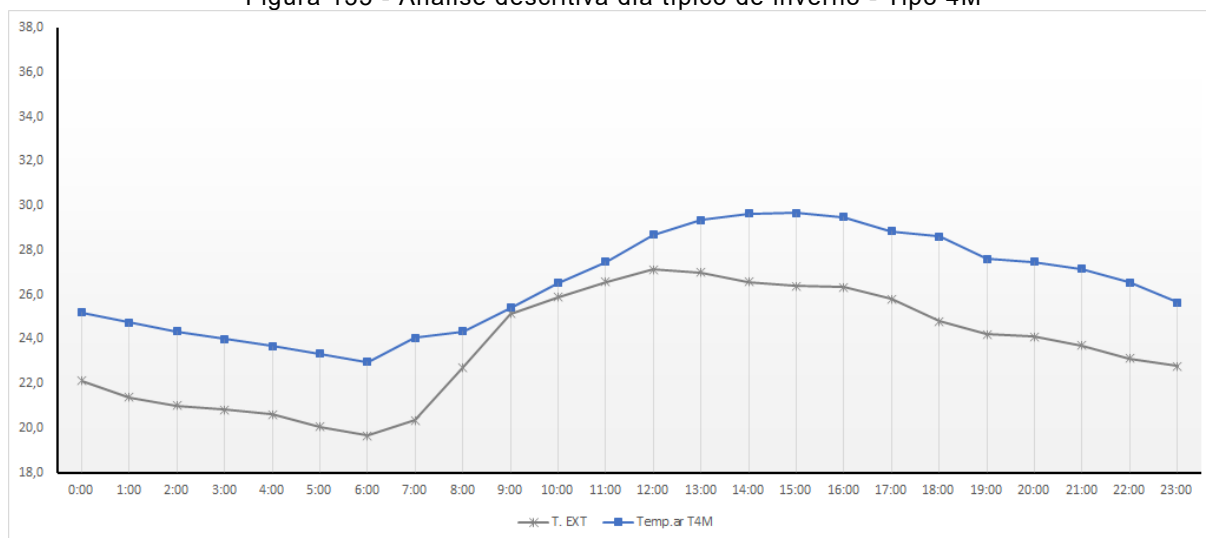
Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala Horário: De 07h00 às 21h00	100	100	07h00	21h00
P2	Porta do quarto Horário: De 22h00 às 06h00	20	95	22h00	06h00
P3	Porta do banheiro Horário: De 06h00 às 22h00	20	95	06h00	22h00
P4	Porta da cozinha Horário: De 07h00 às 21h00	100	100	07h00	21h00
J1	Janela da sala Horário: De 08h00 às 16h00	100	50	07h00	17h00
J2	Janela do quarto Horário: De 08h00 às 16h00	100	50	07h00	17h00

Fonte: Autor

Método Estatística Descritiva

A Figura 135, demonstra o comparativo entre os dados de temperatura do ar interna e externa, resultantes da simulação do cenário com quatro moradores. Os valores de temperatura verificados no mês de agosto, indicam que o horário mais quente no exterior da residência, ocorreu às 12h00, com aproximadamente 27°C.

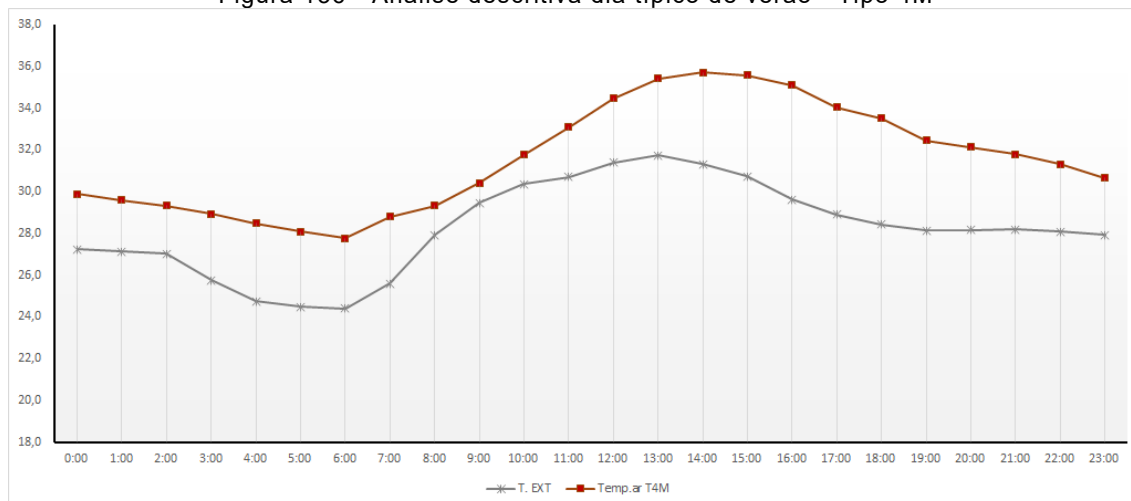
Figura 135 - Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo 4M



Fonte: Autor

Para o comparativo de dia típico de verão, Figura 136 o valor mais alto ocorre às 13h00, com temperaturas internas e externas de 36° C e 31°C, respectivamente. Essa diferença, que pode ser vista na Figura 136, indica um aumento de 5°C no ambiente.

Figura 136 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo 4M



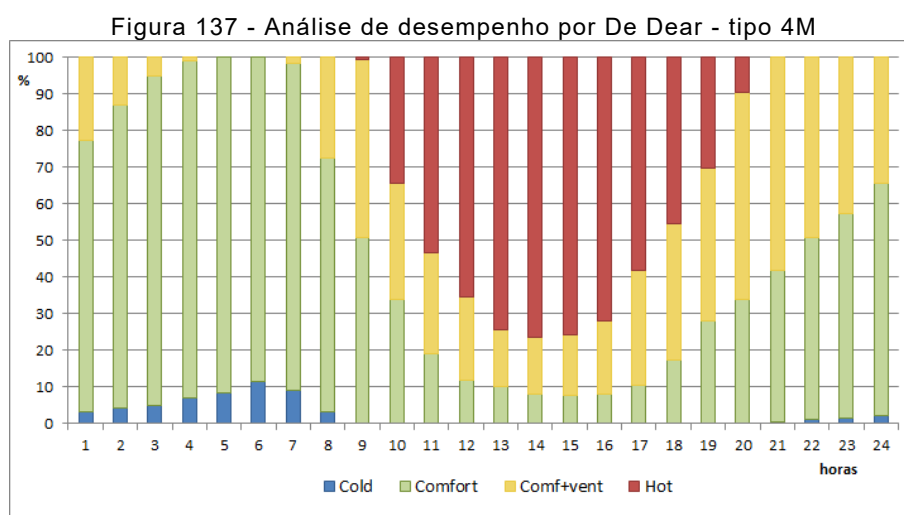
Fonte: Autor

Método Graus-hora para Resfriamento

Sobre o método de Graus-hora para resfriamento e o método de percentual de horas de desconforto, foram verificados valores resultantes de GhR = 28.765,36 horas de desconforto e 84,68% de horas de desconforto por ano, para os respectivos métodos. Ao comparar com os demais cenários, apresentados anteriormente, este padrão com quatro moradores demonstrou o pior desempenho térmico até agora.

Método De Dear

Ao avaliar os dados horários resultantes do modelo de simulação, pode-se observar que o método de De Dear confirma seu pior desempenho, pois os dados resultam em 42,52% de conforto, seguidos por 31,30 % de conforto com ventilação. Destaca-se também o desconforto por calor foi observado em 25,86% das horas ao longo do ano, conforme Figura 137 abaixo.



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Negreiros (2010)

4.4.4. Tipo 2M – Dois moradores

O tipo 2M representa a família com dois moradores, e também o cenário com o tempo de ocupação com maior diferença entre os cenários adotados. Os horários

de sair para trabalhar e voltar do trabalho indicam que os dois moradores saem a maior parte do dia, impactando diretamente no tempo de aberturas das portas e janelas, como pode ser observado na Tabela 33.

Tabela 33 - Padrão de operação das aberturas x 02 moradores

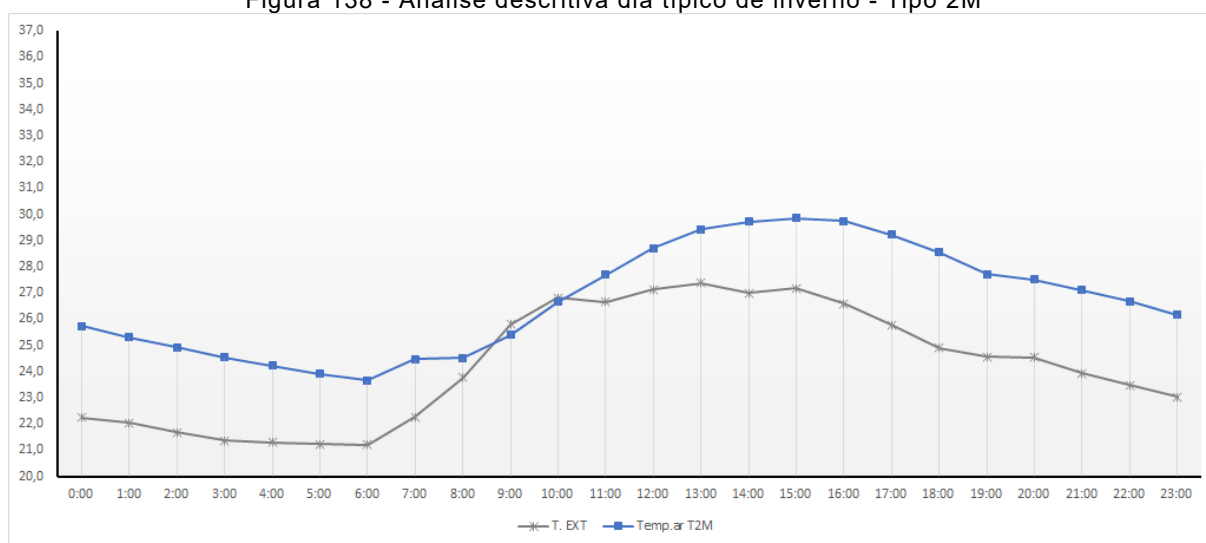
Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala Horário: De 06h00 às 07h00 + 19h00 às 22h00	40	100	06h00	22h00
P2	Porta do quarto Horário: De 23h00 às 06h00	20	95	22h00	06h00
P3	Porta do banheiro Horário: De 06h00 às 07h00	20	95	06h00	22h00
P4	Porta da cozinha Horário: De 06h00 às 21h00	20	100	06h00	21h00
J1	Janela da sala Horário: De 06h00 às 07h00	100	50	06h00	07h00
J2	Janela do quarto Horário: De 06h00 às 07h00	100	50	06h00	07h00

Fonte: Autor

Método Estatística Descritiva

A partir da análise descritiva dos dados de temperatura do dia típico de inverno, percebe-se que os valores mais altos aparecem em horários mais tarde que os demais cenários, com temperaturas do ar elevadas entre 13h00 e 17h00 da tarde. Esta curva resulta da situação de portas e janelas fechadas pela ausência dos moradores, conforme Figura 138.

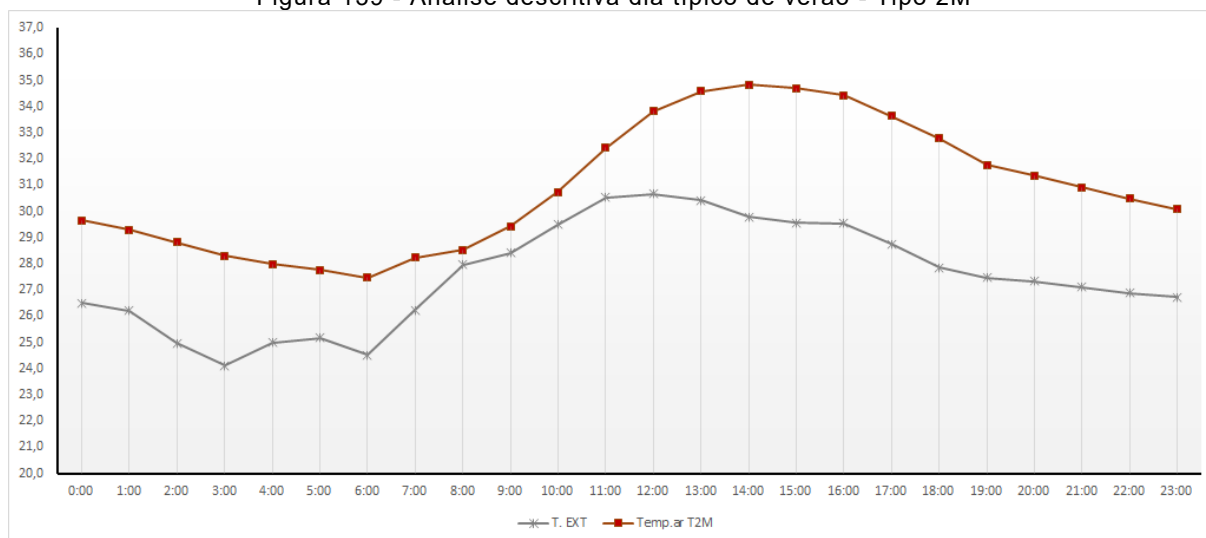
Figura 138 - Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo 2M



Fonte: Autor

Em relação ao dia típico de verão, foi observada a mesma curvatura na linha que representa a temperatura do interior do ambiente, com valores máximos de 34°C, às 14h00. O valor mais baixo ocorreu às 06h00, com 28°C, como mostra a Figura 139.

Figura 139 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo 2M



Fonte: Autor

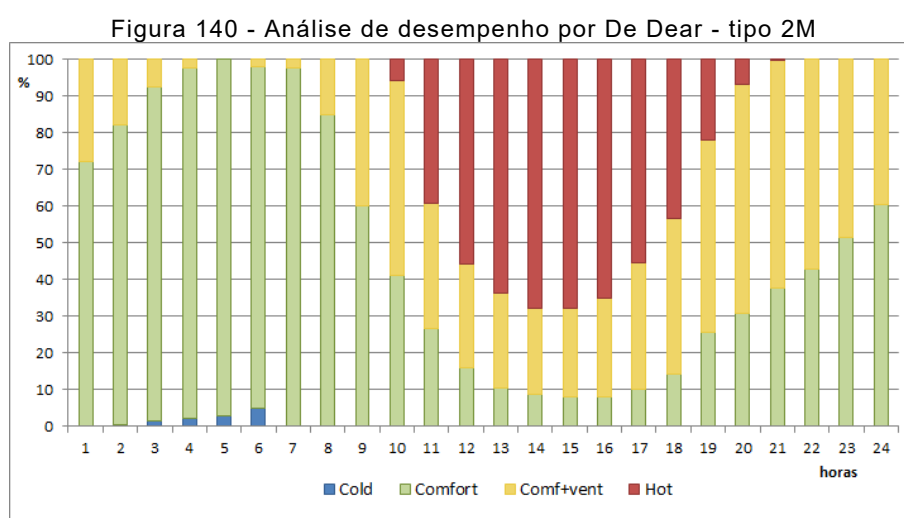
Método Graus-hora para Resfriamento

Ao analisar os dados de temperatura operativa, observou-se que o cenário com dois moradores resultou em 81,42% de horas de desconforto por ano. O método

de graus-hora para resfriamento resultou em um valor final de GhR = 25.531, 28 horas de desconforto.

Método De Dear

O método de De Dear indicou 48,55% de conforto, com 30,40% de conforto com ventilação. O desconforto por frio foi observado em 0,5% das horas, enquanto o desconforto por calor foi observado em 20,54% das horas.



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Negreiros (2010)

4.4.5. Tipo E – Sem ocupação

O tipo E representa o modelo simulado, com base nas recomendações da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), que indica a avaliação de desempenho térmico sem considerar cargas de equipamentos e ocupantes na edificação.

Tabela 34 - Variações de controle das aberturas

Código	Descrição	Tempo %	Área livre %	Hora que abre	Hora que fecha
P1	Porta da sala Horário: -	0	0	0	0
P2	Porta do quarto Horário: -	0	0	0	0
P3	Porta do banheiro Horário: -	0	0	0	0
P4	Porta da cozinha Horário: -	0	0	0	0
J1	Janela da sala	0	0	0	0

	Horário: -				
J2	Janela do quarto Horário: -	0	0	0	0

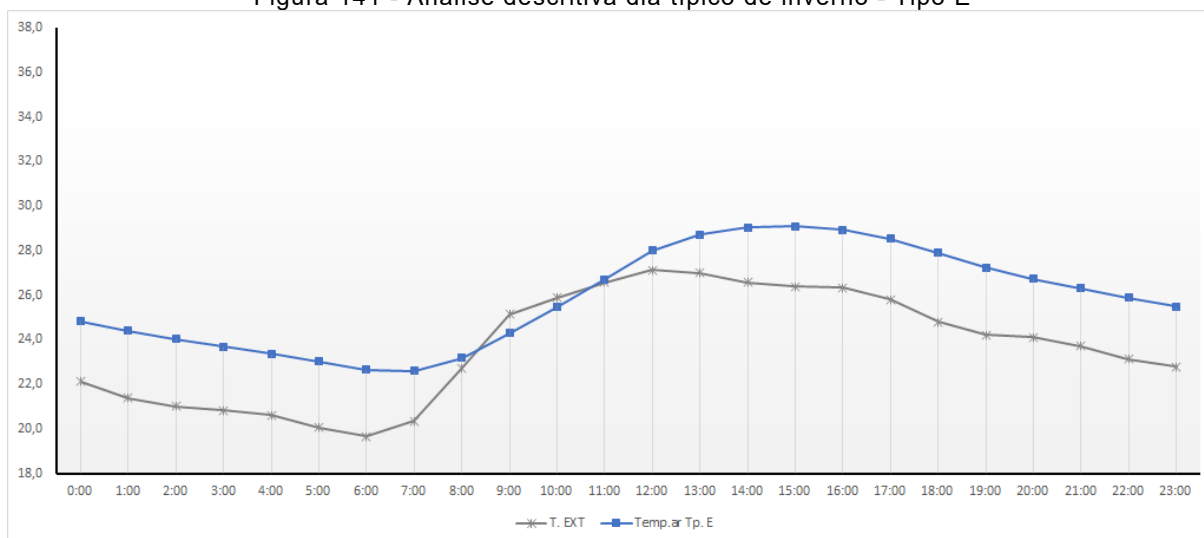
Fonte: Autor

Método Estatística Descritiva

Neste cenário, sem ocupantes, os valores de temperatura interna do ar também foram comparados com os valores de temperatura externa, com o intuito de verificar a diferença resultante da influência do edifício.

Em relação ao dia típico de inverno, percebe-se uma inversão na curvatura entre as duas linhas nos horários entre 08h00 e 11h00 da manhã, como consequência das baixas temperaturas medidas na madrugada. A partir das 12h00, os valores seguem uma semelhança entre as linhas, com o maior valor às 15h00 e, logo em seguida, voltando a diminuir tanto externa como internamente.

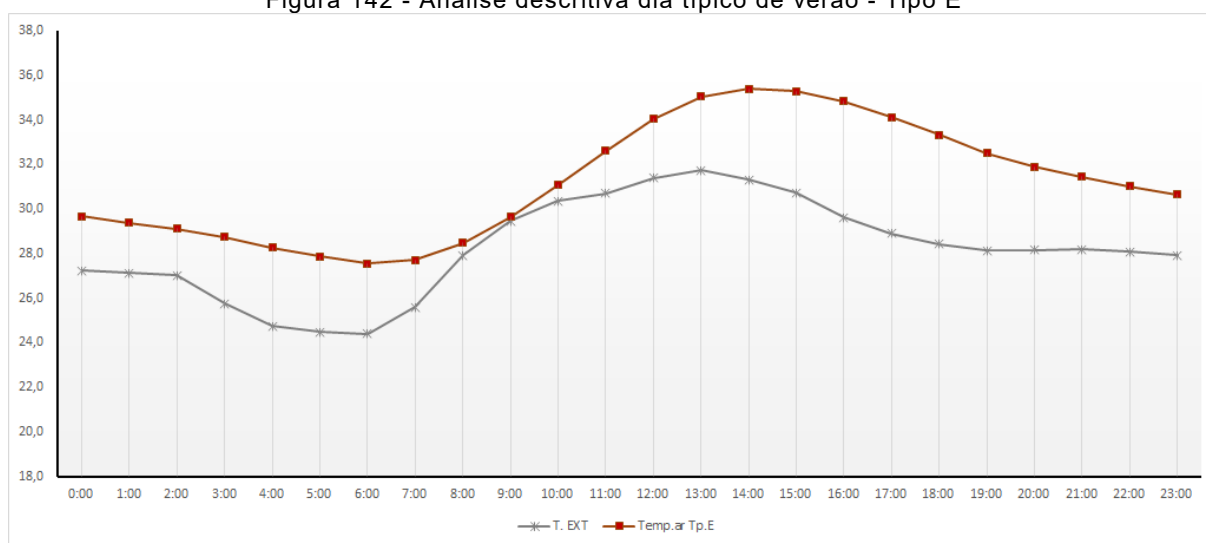
Figura 141 - Análise descritiva dia típico de inverno - Tipo E



Fonte: autor

Já no caso do dia típico de verão, Figura 130 os valores de temperatura do ar interna e de temperatura externa se aproximam bastante às 09h00, não chegando a permanecer invertidos, As linhas demonstram diferença nos períodos entre 03h00 e 07h00, e depois novamente entre os horários 15h00 e 19h00.

Figura 142 - Análise descritiva dia típico de verão - Tipo E



Fonte: Autor

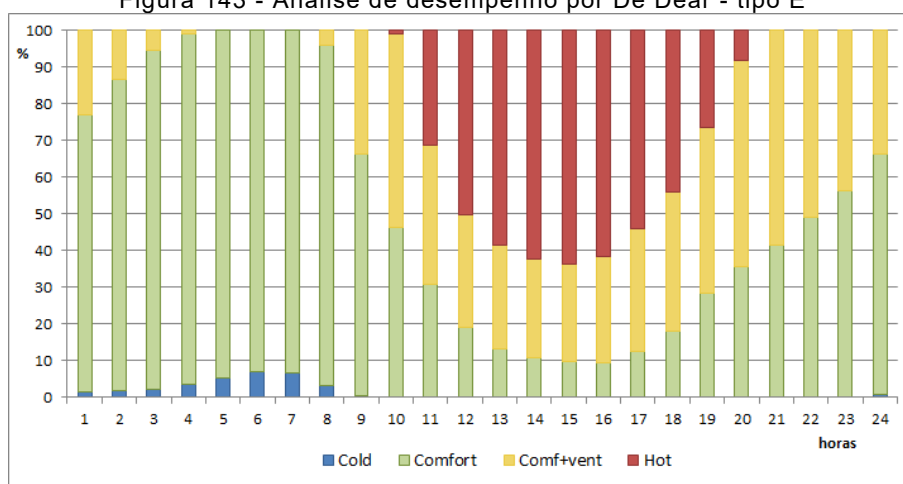
Método Graus-hora para Resfriamento

Considerando o padrão que representa as recomendações da norma, foram observados os melhores resultados nos dois métodos analisados. O método de percentual de horas de desconforto, resultou em 77,93% de horas de desconforto por ano. Já o método de Graus-hora para resfriamento, resultou em um valor de GhR = 23795,81 horas de desconforto.

Método De Dear

As faixas de conforto de De Dear resultaram em valores favoráveis também com 51,36% de conforto, associados a 28,03 % de conforto com ventilação. Sobre o desconforto por frio, foi observado resultados baixos com 1,38% das horas, enquanto o desconforto por calor foi observado em 19,24% das horas.

Figura 143 - Análise de desempenho por De Dear - tipo E

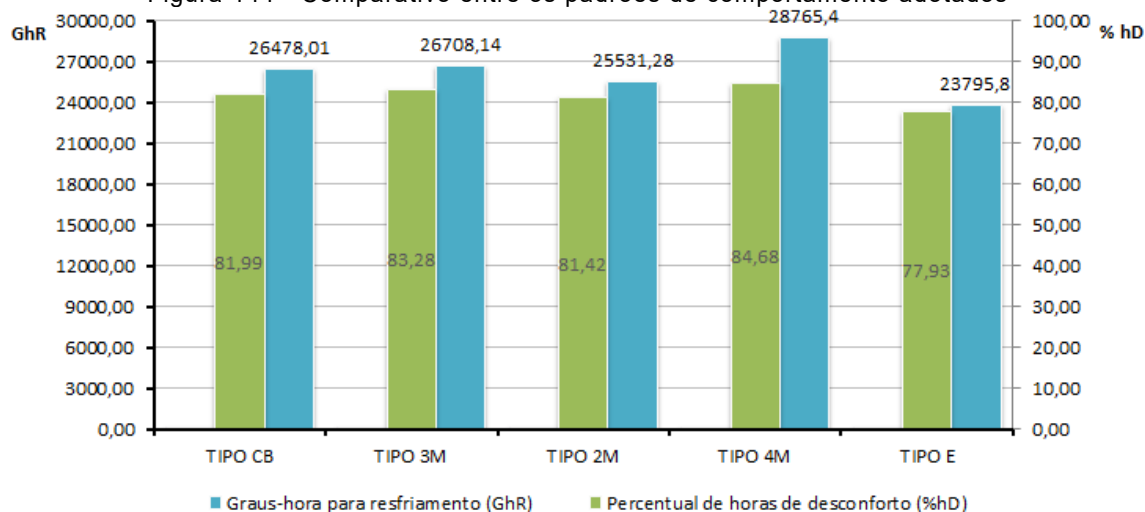


Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Negreiros (2010)

4.4.6. Discussões sobre avaliação de desempenho

As avaliações de desempenho térmico, aplicadas em diferentes cenários, foram fundamentais para compreender os principais impactos do comportamento dos usuários, assim como as rotinas de operação das aberturas sobre o desempenho térmico em modelos de simulação. Ao comparar os valores resultantes do caso base, associados aos três cenários adotados e ao cenário Tipo E – sem ocupação – que representa as recomendações indicadas pela norma de desempenho, foram observadas diferenças nos dois índices, como mostra a Figura 144 abaixo.

Figura 144 - Comparativo entre os padrões de comportamento adotados



Fonte: Autor

A partir do comparativo entre os índices de conforto confrontados, foi observado que o menor valor de Graus-hora ocorre no cenário tipo E, que representa as recomendações da norma sem ocupantes. A simulação com o padrão tipo E, resultou em valores mais baixos tanto no percentual de horas de desconforto, quanto no valor de Graus-hora para resfriamento, com 77,93% e 23.795,8 horas de desconforto, respectivamente. O padrão com quatro moradores demonstrou os mais altos valores, com 84,68% e 28.765,4 horas de desconforto, possivelmente pela quantidade de ocupantes na mesma área.

Neste aspecto, é importante destacar que apesar do padrão de ocupação, assim como os controles de abertura e fechamento das portas e janelas, ter sido definido para todas as zonas térmicas, os valores resultantes da simulação estão associados apenas a zona térmica da sala, onde foram posicionados os equipamentos nos períodos de medição no local, na pior orientação, como recomendado pela norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013).

Para verificar se houve diferença significativa entre os modelos simulados, foram utilizados métodos estatísticos de comparação entre amostras independentes, também a partir do programa de estatística IBM SPSS v.26. Para o comparativo, foram utilizados os valores horários de temperatura operativa resultantes dos modelos de simulação no arquivo gerado pelo programa *Design Builder* representando condições dinâmicas ao longo do ano, com 8760 dados para cada padrão simulado.

Para aplicar o teste de hipóteses, inicialmente os dados dos cinco padrões foram verificados a partir do teste de normalidade, com o intuito de observar se os grupos possuíam distribuição normal. Os resultados indicaram que os dados de temperatura operativa dos cinco padrões simulados não possuem distribuições normais, com o $p\text{-value} < 0,05$, conforme Tabela 35 abaixo.

Tabela 35 - Teste de normalidade

		Kolmogorov-Smirnov ^a		
1		Estatística	gl	Sig.
TEMPERATURA	Padrão caso base CB	,029	8760	,000
	Padrão 2 moradores	,033	8760	,000
	Padrão 3 moradores	,029	8760	,000
	Padrão 4 moradores	,030	8760	,000
	Padrão sem usuários	,031	8760	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Fonte: Autor

Os grupos também foram verificados com o teste de *Levene*, que resultou em variâncias diferentes para todos os casos. Desta maneira, os resultados dos dois testes, normalidade e variância, indicam a necessidade de uso de testes não-paramétricos para comparação entre as medianas. A partir desta fase, foram aplicados os testes de *Kruskal Wallis*, que resultou em diferença significativa entre os casos estudados, *p-value* resultou em $p < 0,05$. A tabela abaixo demonstra os dados resultantes da avaliação pelo teste não-paramétrico.

Tabela 36 - Teste de Hipótese

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As medianas de TEMPERATURA são iguais nas categorias de 1.	Amostras Independentes de Teste de Median	,000	Rejeitar a hipótese nula.
2	A distribuição de TEMPERATURA é igual nas categorias de 1.	Amostras Independentes de Teste de Kruskal-Wallis	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,050.

Fonte: Autor

O valor de resumo do teste de hipótese, com todos os casos comparados simultaneamente, indica que houve diferença significativa entre os grupos analisados, pois rejeitamos a hipótese nula de que os grupos são iguais. Ao observar a visualização do teste com comparação entre pares, pode-se observar que alguns padrões simulados resultam em diferenças significativas enquanto outros não.

Ao avaliar os resultados das simulações realizados com os padrões adotados, foi possível observar que as composições distintas de famílias, com 2 ou 3 moradores não exerceram influência significativa sobre o desempenho térmico. Esta similaridade, pode indicar que a ação de abrir ou fechar as portas e janelas exerce maior influência do que a carga térmica gerada pela presença de mais ou menos moradores dentro da casa, desde que os padrões de comportamento permaneçam iguais.

Não foram observadas diferenças significativas, entre os padrões do Caso Base com a família de 2 moradores e com a família de 3 moradores, entretanto todos os padrões indicaram diferença significativa com o padrão da família com 4 moradores e o padrão sem usuários, confirmando a hipótese que o padrão de comportamento dos usuários influencia significativamente no desempenho térmico das habitações ventiladas naturalmente.

A análise do desempenho térmico realizada por meio de simulação, mostrou que, para edificações ventiladas naturalmente, o aumento de pessoas não

proporcionou aumento no consumo total de energia, entretanto a redução de desconforto térmico, nos dois índices de longo tempo utilizados, ocorreu no padrão adotado com dois moradores, que reduziram o seu tempo de permanência dentro da unidade habitacional por estarem trabalhando, e, conseqüentemente, resultaram em melhores condições de conforto térmico.

Apesar de entender que o índice de longo tempo Graus-hora para Resfriamento, é geralmente indicado para edificações com condicionamento artificial e está mais associado ao consumo de energia e desempenho energético da edificação, do que ao conforto térmico, os resultados deste índice subsidiam uma análise mais qualitativa quando associados aos resultados de outros índices de conforto, permitindo uma visão mais ampla e completa sobre as condições de conforto no interior do edifício. Da mesma maneira, a base de limites de conforto térmico utilizada é uma das várias que existem na literatura. Alguns autores recomendam o os limites de De Dear para avaliar habitações ventiladas naturalmente, enquanto outros recomendam os limites de Fanger, mas uma pesquisa realizada por Negreiros (2010) indicou que as faixas de conforto de De Dear representaram melhor a peculiaridade das condições do clima estudado, que se aproxima de João Pessoa.

Ao avaliar os parâmetros utilizados no Brasil, referente às normas e recomendações sobre o desempenho térmico de edificações residenciais vigentes, tais como a NBR 15.575 (ABNT, 2013) ou RTQ-R (INMETRO, 2012), pode-se verificar que estas normas estabelecem limites de propriedades termo físicas dos sistemas construtivos, limites de tamanho de aberturas, taxas de renovação do ar, entre outros, mas ainda não possuem recomendações considerando a influência do comportamento dos usuários.

Uma das maiores contribuições percebidas ao definir os cenários reais dos três tipos de famílias, foi identificar que os horários de abertura das janelas estão diretamente ligados ao horário que os moradores acordam, ou seja, suas rotinas e comportamento afetaram significativamente suas ações de operação de abertura de portas e janelas. Desta maneira, podemos concluir que a temperatura externa não é o fator determinante para a operação das portas e janelas em condições de clima quente e úmido no nordeste brasileiro.

Fatores contextuais e culturais exerceram influência tanto quando os fatores ambientais. Em algumas questões, os usuários indicaram a importância de manter a casa ventilada para diminuir a sensação de calor (fatores ambientais), mas em outras

questões, os usuários indicaram o costume de abrir as janelas e portas ao acordar e só fechá-las ao dormir, o que demonstra que a operação das aberturas está atrelada a um hábito ou costume das famílias.

Este padrão pode ser cultural, pois aprenderam a usar a unidade habitacional desta maneira com seus pais e continuaram, ou mesmo, pela forte relação com atividades dentro e fora da casa (intramuros). Diversas atividades ocorrem na área externa à casa, consolidada pelo tamanho reduzido dos ambientes, principalmente em famílias com quatro ou mais moradores, como o caso da família com 12 moradores, que passavam boa parte do tempo na área em frente à casa ou na calçada, do lado externo do lote.

Outra questão que confirma a influência de fatores contextuais e/ou culturais, refere-se aos usuários que fecham as janelas ao sair de casa ou quando vão dormir, mesmo em casos de unidades habitacionais que possuem janelas com grades de proteção. Isto é, apesar de a temperatura interna está acima do limite de conforto, os usuários preferem fechar as janelas pela sensação de segurança. Nestes casos, verificamos valores altos de temperatura, que poderiam ser auxiliados pela ventilação natural, mas os usuários optam pelo uso da ventilação mecânica.

Sobre o caso base, é importante observar que a rotina definida para o caso foi ajustada em relação às respostas geradas no questionário, após vários testes de simulações, pois foi verificado que os valores de saída da temperatura do ar interna não se assemelhavam aos valores medidos. A primeira limitação encontrada foi referente às variações ocorridas nas ações dos ocupantes em relação às variações repentinas nas condições climatológicas externas. Por exemplo, não foram representadas no modelo de simulação os tempos reais de fechamento das aberturas em função da chuva, apesar de ter sido uma resposta significativa nos questionários, como foi explicado anteriormente.

Apesar de confirmado que as janelas são fechadas por causa da chuva, não foi possível identificar o quanto estes momentos impactavam no tempo de abertura total do dia, nem mesmo foi possível observar o quanto variava entre os meses. No entanto, no período de medições foi possível observar que a operação das aberturas ao longo do dia sofreu alterações em relação ao horário indicado na resposta do questionário desta família especificamente, pois as janelas não costumavam permanecer fechadas o dia inteiro, apenas no momento em que a edificação estava sendo molhada e logo em seguida, as janelas eram novamente abertas independente

de a temperatura externa ainda não sofrer grandes variações a ponto de alterar a sensação de desconforto dos ocupantes.

Stazi, Naspi e D'Orazio (2017) afirmam que o uso da janela é impulsionado pela diferença entre a temperatura interna e a temperatura externa. Nestas circunstâncias, é possível concordar com a motivação principal de abrir as janelas e portas, entretanto associar esta ação ao limite de conforto aceitável no interior do ambiente requer um comportamento ativo dos usuários e, principalmente, atentos a sensação de desconforto, assim como afirma a revisão da literatura realizada por Fabi *et. al* (2012), ou o estudo de Nord *et al.* (2018), entres outros autores, que entendem que a ação de abertura de janelas e portas está associada à temperatura do ar externa.

Modelos comportamentais geralmente são focados em uma única ação, desencadeada por uma ou mais variáveis ambientais. No entanto, estudos recentes estão apoiando abordagens para considerar muitos comportamentos, a interação entre usuários e diferentes estilos de vida (STAZI, NASPI, D'ORAZIO; 2017, p. 54, tradução nossa)

Em uma publicação recente, Calí *et al.* (2016) comentam que o fator mais frequente para o fechamento de janelas foi a temperatura média diária ao ar livre. A partir de sua pesquisa, foi observado que na maioria dos modelos, a associação foi negativa, ou seja, a probabilidade de fechar uma janela aumentou com a diminuição da temperatura média diária ao ar livre. Em função deste resultado, os autores propuseram a hipótese de que os ocupantes tendem a abrir e fechar as janelas em horários específicos do dia (provavelmente associados a atividades) e quando a concentração de CO₂ e a umidade relativa do ar são elevadas.

O principal escopo do trabalho foi a investigação dos parâmetros para abertura e fechamento de janelas (...). A hora do dia foi o parâmetro mais frequente para abrir janelas e o segundo mais frequente para fechar janelas. Isso pode ser uma indicação de que o comportamento de abertura de janela estava vinculado a atividades específicas que ocorrem em horários específicos. Da mesma forma, os picos de comportamento mudam durante a manhã e à noite, que pode ser uma consequência de atividades típicas nessas horas do dia (por exemplo, tomar banho, cozinhar ou simplesmente mudar de um cômodo para outro). No entanto, como não coletamos informações sobre as atividades dos

ocupantes, não podemos apontar uma explicação direta (CALÍ et al., 2016, p.67, tradução nossa).

Outra importante contribuição foi a criação de um modelo de rotinas de uso e comportamento de usuários ajustados à nossa realidade, permitindo incorporar padrões de comportamento dos usuários em futuros modelos de simulação de desempenho térmico. Com as rotinas mapeadas, pode-se afirmar que os objetivos específicos desta pesquisa foram alcançados de gerar uma base de dados de desempenho térmico de edificação HIS, através de simulação computacional, considerando as variáveis do comportamento do usuário.



CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de propor um modelo de padrões de uso e comportamento dos ocupantes, especificamente em relação ao manejo das aberturas, para a predição do desempenho térmico de habitações de interesse social no clima quente e úmido. Para alcançar este objetivo, foram levantados dados coletados em situações reais com base no clima da cidade de João Pessoa – Paraíba. A influência dos diferentes cenários de padrões de uso e comportamento dos usuários propostos, foi investigada por meio de simulação computacional, no programa Design Builder e a avaliação de desempenho foi desenvolvida pela composição de dois índices de longo tempo, com base nos limites de conforto adaptativo de De Dear.

Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa, foi necessária a construção de um questionário específico que pudesse abordar questões que serviriam de base para o entendimento das rotinas e padrões de comportamento dos usuários nas condições indicadas. Na aplicação dos questionários, foram utilizados dois conjuntos habitacionais como estudo de campo.

A pesquisa mostrou que o comportamento dos usuários pode influenciar o desempenho térmico das edificações ventiladas naturalmente, com maior impacto em casos simulados sem ocupação. Foi possível observar ainda que, a operação de janelas e portas, pode aumentar o desconforto térmico no interior das edificações, entretanto os padrões de uso e operação de janelas e portas não são resultado apenas da influência das variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, chuvas, entre outros) como indica a literatura (FABI *et al.*, 2012; JEONG; JEONG; PARK, 2016; ZHANG *et al.*, 2018; LAI *et. al.*, 2018), mas também por fatores contextuais (segurança, privacidade) e fatores culturais (hábitos familiares, mosquitos, entre outros).

Os avanços mais recentes das pesquisas, sobre a influência do comportamento dos usuários em habitações residenciais, apontam que a temperatura do ar externa é o fator determinante para impulsionar o comportamento dos usuários (FABI *et al*, 2012; LAI *et. al*, 2018). Assim, duas hipóteses foram lançadas no início desta pesquisa. A primeira hipótese é de que a adoção de padrões de uso não

representativos da realidade compromete a predição do desempenho térmico da edificação, sendo esse um dos fatores da diferença entre o desempenho real e o simulado. Com o desenvolvimento dos padrões de uso e comportamento dos usuários que representam a realidade estudada, associados a aplicação destes padrões em modelos de simulação para avaliação de desempenho térmico, e comparando com as recomendações das normas de desempenho térmico vigentes, foi possível confirmar a primeira hipótese adotada nesta pesquisa, de que:

- **O uso de padrões de uso das aberturas adotados pela literatura não são representativos das condições locais do clima quente e úmido.**

A segunda etapa desta pesquisa foi desenvolvida a partir dos padrões de comportamento identificados a partir dos questionários aplicados. Assim, foi analisado como estes padrões influenciam no desempenho térmico de habitações ventiladas naturalmente por meio de simulação computacional. A partir da modelagem da unidade habitacional adotada como caso base, e no comparativo entre as temperaturas internas do ar, temperaturas operativas e temperaturas do ar externas com os dados de saída das simulações.

Para a segunda hipótese, foram analisados os dados levantados após a aplicação dos questionários, somado às observações feitas no período de medições da unidade estando ainda ocupada, que permitiram confirmar que:

- **Os padrões de uso das aberturas adotados pela literatura não representam a realidade de localidades de clima quente e úmido do nordeste brasileiro.**

Na análise dos resultados obtidos com os questionários foram identificados três padrões representativos de uso das aberturas (cenários). Esses padrões estão diretamente associados à composição familiar: com dois, três e quatro moradores. Na sequência, a variável de maior impacto no uso das aberturas é a rotina familiar, especialmente o período de sono e o período de trabalho, que determina o fechamento das aberturas.

O período de sono, por segurança ou crença (variável cultural) determina que aberturas e portas estejam fechadas (independentemente da existência de grade nas

janelas ou da temperatura interna ser inferior à externa). Em relação ao período de trabalho, a componente é a casa estar vazia, se todos trabalham as janelas e portas estarão fechadas durante toda a jornada de trabalho. Nas composições familiares onde há indivíduos que não trabalham ou crianças em idade escolar, o fechamento das portas e janelas depende da presença de alguém na habitação.

Algumas pesquisas sobre o tema, já indicavam a necessidade de mais variáveis para subsidiar padrões de comportamento de usuários mais consistentes, posto que, os padrões recomendados para uso em programas de simulação são muito gerais (CALÍ et. al, 2016; STAZI, NASPI, D’ORAZIO, 2017; BALVEDI, 2018). Outro aspecto é que a maioria dos padrões utilizados no Brasil, foram concebidos em outras realidades, tanto com condições climáticas quanto socioeconômicas e culturais distintas.

O que se confirma com essa pesquisa é que outros fatores, além dos ambientais, são determinantes na operação das aberturas. A construção dos padrões de comportamento dos usuários confirmou a interação com fatores contextuais e fatores sociais, como mostra Jones *et al.* (2017), quando comenta que as ações dos ocupantes em relação às aberturas não são resultantes apenas dos fatores físicos e ambientais, mas existem outros:

Embora este estudo tenha tentado explicar a maioria dos fatores físicos e ambientais, relatados anteriormente como condutores de abertura de janelas em edifícios residenciais, existem outros fatores (por exemplo, condutores fisiológicos, psicológicos e sociais), “muitos dos quais são incomensuráveis e imprevistos” que estão excluídos. Portanto, embora o método de modelagem do comportamento dos ocupantes utilizado neste documento tenha ido além do método comum de tratar todos os ocupantes da mesma forma, sem considerar fatores contextuais, é reconhecido que, devido a esses outros fatores não contabilizados, prevendo o comportamento de operação da janela. um ocupante específico, vivendo em uma habitação específica, pode não ser possível (JONES et al., 2017, p. 153, tradução nossa).

A relação entre os horários de abertura das janelas e o horário que os moradores acordam, ou seja, suas rotinas e comportamento afetaram significativamente suas ações de operação de abertura de portas e janelas. Foi confirmado que a temperatura externa não é o fator determinante para a operação

das portas e janelas em condições de clima quente e úmido no nordeste brasileiro. No clima quente e úmido, a temperatura do ar não é um estímulo tão relevante quanto em condições de maior variabilidade. O fator segurança, pois ao dormir o usuário fica na condição de não-vigília, é o estímulo para fechar as janelas. Aspectos como o final do dia, associado à radiação solar, a redução da luminância também são estímulos para fechar as janelas.

Em resumo, os padrões de uso e ocupação utilizados em modelagens de simulação computacional não condizem com as condições reais verificadas e, portanto, comprometem a avaliação de desempenho térmico, quando o comportamento do usuário não é inserido na simulação.

Os padrões foram analisados por estatística descritiva com a comparação entre os dados horários em um dia típico de verão e de inverno, dois índices de longo tempo, Graus-hora por resfriamento e Percentual de horas de desconforto e com as faixas de conforto segundo as referências de De Dear. Em seguida, o teste estatístico não-paramétrico de comparação de médias entre os cinco padrões analisados foi usado para comprovar que existe diferença significativa entre os resultados das simulações, principalmente porque todos os padrões que representam as condições levantadas em João Pessoa foram diferentes do padrão sem ocupantes.

Foi observado que alterar o número de moradores entre 2 e 3 moradores não resultou em diferença significativa, entretanto a família com quatro moradores e a unidade habitacional sem ocupantes demonstraram resultados relevantes. Todos os padrões construídos, com três, dois e quatro moradores resultaram em diferença significativa com o padrão sem ocupantes, pelo Teste de Hipóteses não-paramétrico aplicado, indicando a importância de considerar o comportamento dos usuários nos modelos de simulação. Entre os padrões, a diferença foi significativa apenas na família com quatro moradores, possivelmente pela quantidade de usuários para a mesma área, posto que, os modelos simulados usam o mesmo tipo de unidade habitacional.

Ao observar o impacto dos padrões de ocupação, sobre o percentual de conforto percebe-se diferenças, por exemplo: ao comparar as famílias com três moradores (45,56% de conforto, 83% de horas de desconforto e 26.708,14 GhR) e a família com dois moradores (48,55% de conforto, 81% de horas de desconforto e 25.531,28 GhR), com a família com quatro moradores (42,52% de conforto, 84% de horas de desconforto e 28.765,36 GhR), fica mais claro identificar a influência dos

usuários. As condições se distanciam mais quando se compara com o padrão sem ocupantes (51,36% de conforto, 77% de horas de desconforto e 23.795,81 GhR).

Além das considerações que possibilitaram a confirmação das hipóteses testadas, foram observados alguns aspectos que vale a pena destacar:

Um aspecto positivo da pesquisa foi a possibilidade de medição das variáveis ambientais com a casa ocupada, por um período de sete dias em dois meses, fevereiro e agosto. Assim, foi possível identificar a influência dos ocupantes e as operações de aberturas considerando os fatores de influência em conjunto: sensação térmica, privacidade, segurança. O contato com os usuários foi maior, confirmando situações onde, ainda que a ventilação natural fosse necessária, outros fatores determinam o fechamento da abertura, como a segurança, rotina ou aspectos culturais.

O principal fator para garantir os resultados esperados na fase de calibração foi a análise da temperatura externa, reforçando a importância a credibilidade dos dados de entrada utilizados nos modelos de simulação, e da correta aplicação dos arquivos climáticos sobre a avaliação de desempenho térmico, a fim de se obter resultados mais próximos de condições reais. Foram ajustados vários parâmetros de entrada, não só de rotina e comportamento em relação às aberturas, mas de carga de equipamentos compatíveis com os equipamentos encontrados na unidade habitacional (não sendo necessário usar parâmetros de referência hipotéticos), elementos de controle solar, entre outros. A calibração do modelo também foi importante para observar o impacto das frestas da cobertura sobre os dados de temperatura do ar interna, apesar de não ser objetivo principal do trabalho.

A quantidade de questionários válidos foi um fator positivo, por permitir gerar um banco de dados consistente para condições de clima quente e úmido no nordeste brasileiro.

Limitações da pesquisa

O tempo de contato com os usuários foi um fator limitador, apenas durante a aplicação dos questionários. Nem sempre era permitido observar os demais ambientes da casa. Na maior parte das visitas aos locais de estudo, haviam muitas casas fechadas, possivelmente pelo horário dos moradores irem ao trabalho e/ou escola. Quanto às impressões relativas ao perfil dos usuários, houve uma certa

dificuldade de se obter informações sobre aspectos comportamentais, acentuada pela definição do estudo de campo em habitações de interesse social.

Outro fator importante refere-se ao período de medições na unidade ocupada, conhecida como caso base. Em função das medições, a rotina de ocupação da casa se aproximou entre os meses medidos, pela disposição do morador em permanecer em casa durante a semana de medições, mas vale salientar que não seria a rotina real dos usuários, considerando que um dos moradores iria iniciar um período de trabalho externo e a casa logo ficaria fechada entre às 14hs e 22hs. Esta variação ressaltou uma possibilidade difícil de ser demonstrada no cenário que está sendo construído: a variabilidade de rotina ao longo do ano, que não pôde ser abordada nesta pesquisa. Em Blight e Coley (2013), foram criados perfis de atividades para cada mês do ano.

Outras dificuldades que também foram encontradas: a) gerar dados confiáveis, pelo tipo de pergunta relacionada à rotina das famílias, pois trata-se de informações pessoais, que expõem a intimidade da família (foi observada muita resistência para repassar este tipo de informação); b) interpretação das questões, respostas sem muita reflexão ou confirmação, que resultavam em respostas antagônicas. Uma alternativa de obter resultados mais consistentes seria talvez pedir para que eles observem suas próprias rotinas por um determinado tempo e voltar depois de um dado período para aplicar o questionário, de modo a ter respostas mais assertivas.

Ainda foram observadas que as simulações apresentaram limitações no que se refere à modelagem e inserção de dados de entrada de ventilação; o arquivo climático TRY adotado apresentou limitações quanto a dados mais fidedignos da situação real. Ressalta-se que o clo dos usuários foi analisado por meio de uma condição de teste, não tendo variação entre os modelos para não ser considerado uma variável a ser analisada nesta pesquisa;

Recomendações para trabalhos futuros

Recomenda-se ajustes nos dados climáticos do arquivo TRY em períodos mais espaçados ao longo do ano, afim de verificar se as variações se mantêm no arquivo climático TRY. Estas validações em períodos maiores e ao longo do ano, permitirão que a base de dados utilizada nas simulações computacionais possa

garantir resultados mais próximos do real. Da mesma forma, faz-se necessário mais medições para que a calibração do modelo ocorra mês a mês.

Sobre a simulação, apesar da identificação das rotinas, ainda foi possível observar algumas dificuldades por ausência de dados referentes a questões que não foram abordadas, como por exemplo, a variação de rotinas em função da sazonalidade. Ademais, foi constatado que a chuva pode exercer influência de modo distinto da que foi abordado, pois obteve um alto índice de respostas como motivo para fechar as janelas e portas. Em condições de chuvas esparsas, as janelas podem permanecer fechadas por mais tempo que o normal, apesar da necessidade de renovação de ar para redução da temperatura do ar interna.

Não foi possível avaliar de que maneira o fator chuva pode influenciar, entretanto, recomenda-se que estudos posteriores considerem a possibilidade do levantamento destas informações considerando a resposta para diferentes meses de um mesmo usuário. O levantamento de informações de modo recorrente, talvez todos os meses, ou outro método de observação das rotinas, além de aplicação dos questionários, para verificar as variações que ocorrem ao longo do dia ou variações em relação as estações do ano, ou período de férias das crianças.

Recomenda-se ainda ampliar o recorte temporal de medições para períodos mais longos e calibrar com o arquivo climático para validação mês a mês; ampliar o recorte espacial de investigação dos padrões de comportamento dos usuários para diferentes climas do Brasil. E entender a influência da sazonalidade sobre o comportamento dos usuários;

Espera-se que trabalhos futuros possam utilizar novas tecnologias que auxiliem na coleta de dados físicos, temporais e comportamentais de maneira mais eficaz, com ferramentas que garantam mais qualidade aos resultados. Outros parâmetros podem ser analisados com sensores de rastreamento, que permitam investigar atividades metabólicas, níveis de isolamento de roupas, motivos de operação das janelas e portas.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15575: Edificações habitacionais: Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ANDERSEN, R.; FABI, V.; CORGNATI, S. Predicted and actual indoor environmental quality: Verification of occupants' behaviour models in residential buildings. **Energy and buildings**, [s. l.], v. 127, p. 105 – 115, 2016.

ANDERSEN, R.; FABI, V.; TOFTUM, J.; CORGNATI, S.; OLESEN, B. Window opening behaviour modelled from measurements in Danish dwellings. **Building and environment**, [s. l.], v. 69, p. 101 – 113, 2013.

ANDREASI, W. A. Método para avaliação de conforto térmico em região de clima quente e úmido do Brasil. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ASHRAE. Standard-55P: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: **ASHRAE**, 2010. ISSN 1041-2336.

ASHRAE. Standard-55P: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: **ASHRAE**, 2004. ISSN 1041-2336.

AULICIEMS, A; SZOKOLAY, S. V. Thermal comfort. 2. ed. Brisbane: Passive and Low Energy Architecture International in association with Dept. of Architecture, University of Queensland, 2007. ISBN 0 86776 729 4.

BALVEDI, Bruna F.; GHISI, LAMBERTS, Roberto. A review of occupant behaviour in residential buildings. **Energy and Building**, [s. l.], v. 174, p. 495-505, 2018.

BARELLI, L.; BIDINI, G.; PINCHI, E. M. Evaluation of the corrected seasonal energy demand, for buildings classification, to be compared with a standard performance scale. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 41, p. 958-965, 2009.

BARRIOS, G.; HUELSZ, J. R.; OCHOA, J. M; MARINCIC, I. Envelope wall/roof thermal performance parameters for non air-conditioned buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 50, p. 120 – 127, 2012.

BARTHELMES, Verena; LI, Rongling; ANDERSEN, Rune; BAHNFLETH, William. Profiling occupant behaviour in Danish dwellings using time use survey data. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 177, p. 329 – 340, 2018.

BEKKOUICHE, S. M. *et al.* Introduction to control of solar gain and internal temperatures by thermal insulation, proper orientation and eaves. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 43, p. 2414 – 2421, 2011.

BLIGHT, T. S.; COLEY, D. A. Sensitivity analysis of the effect of occupant behaviour on the energy consumption of passive house dwellings. **Energy and Buildings**, v 66, p. 183-192, 2013. ISSN 0378-7788.

BOGO, A.; PIETROBON, C.E.; BARBOSA, M. J.; GOULART, S.; PITTA, T; LAMBERTS, R. Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico. Santa Catarina: Núcleo de Pesquisa em Construção, UFSC, 1994. (Relatório interno, 02/94).

BONTE, M.; THELLIER, F.; LARTIGUE, B. Impact of occupant's actions on energy building performance and thermal sensation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 76, p. 219 – 227, 2014.

BRANCO, G.; LACHAL, B.; GALLINELLI, P.; WEBER, W. Predicted versus observed heat consumption of a low energy multifamily complex in Switzerland based on long-term experimental data. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 36, p. 543 – 555, 2004.

BUSO, T.; FABI, V.; ANDERSEN, R. K.; CORGNATI, S. P. Occupant behaviour and robustness of buildings design. **Building and environment**, [s. l.], v. 94, p. 694 – 703, 2015.

CALI, Davide; ANDERSEN, Rune K.; MULLER, Dirk; OLESEN, Bjarne. Analysis of occupants' behavior related to the use of windows in German households. **Building and Environment**, [s. l.], v. 103, p. 54 – 69, 2016.

CARLUCCI, S.; PAGLIANO, L.; SANGALLI, A. Statistical analysis of the ranking capability of long-term thermal discomfort indices and their adoption in optimization processes to support building design. **Building and Environment**, [s. l.], v. 75, p. 114 – 131, 2014.

CARLUCCI, S.; PAGLIANO, L. A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 53, p. 194-205, 2012.

CHEN, J.; BRAGER, G. S.; AUGENBROE, G.; SONG, X. Impact of outdoor air quality on the natural ventilation usage of commercial buildings in the US. **Applied Energy**, [s. l.], v. 235, p. 673-684, 2019.

CHEN, Jianli; AUGENBROE, Godfried; WANG, Q.; SONG, X. Uncertainty analysis of thermal comfort in a prototypical naturally ventilated office building and its implications compared to deterministic simulation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 146, p. 283 - 294, 2017.

CHEN, S.; YANG, W.; YOSHINO, H.; LEVINE, M. D.; NEWHOUSE, K.; HINGE, A. Definition of occupant behavior in residential buildings and its application to behavior analysis in case studies. **Energy and Buildings**, [s. l.], v.104, p. 1-13, 2015.

CHEN, Y.; TONG, Z.; SAMUELSON, H.; WU, W; MALKAWI, Ali. Realizing natural ventilation potential through window control: The impact of occupant behavior. **Energy Procedia**, [s. l.], v.158, p. 3215-3221, 2019.

CLINTON, J. Andrews, MaryAnn Sorensen Allacci, Jennifer Senick, Handi Chandra Putra, Ioanna Tsoulou, Using synthetic population data for prospective modeling of occupant behaviour during design. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 126, 15 August 2016, Pages 415-423, ISSN 0378-7788.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 31, p. 549 – 561, 2002.

DELGARM, N; SAJADI, B.; DELGARM, S. Multi-objective optimization of building energy performance and indoor thermal comfort: A new method using artificial bee colony (ABC). **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 131, p. 42-53, 2016.

DELZENDEH, Elham; WU, Song; LEE, Angela; ZHOU, Ying. The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 80, p. 1061 - 1071, 2017.

FABI, V.; ANDERSEN, R. K.; CORGNATI, S. Verification of stochastic behavioural models of occupants' interactions with windows in residential buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 94, p. 371 – 383, 2015.

FABI, V.; ANDERSEN, R. K.; CORGNATI, S.; OLESEN, B. W. Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models. **Building and Environment**, [s. l.], v. 58, p. 188 – 198, 2012.

FENG, X.; YAN, D.; WANG, C.; SUN, H. A preliminary research on the derivation of typical occupant behavior based on large-scale questionnaire surveys. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 117, p. 332-340, 2016. ISSN 0378-7788.

FERREIRA, C. C. **Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais: contribuição à revisão das normas brasileiras**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

FOUCQUIER, A. State of the art in building modelling and energy performances prediction: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 23, p. 272 - 288, 2013.

GASPARELLA, A.; PERNIGOTTO, G.; BARATIERI, M.; BAGGIO, P. Thermal dynamic transfer properties of the opaque envelope: Analytical and numerical tools for the assessment of the response to summer outdoor conditions. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 43, p.2509-2517, 2011.

GILANI, S.; O'BRIEN, W.; GUNAY, H. B.; CARRIZO, J. S. Use of dynamic occupant behavior models in the building design and code compliance processes. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 117, p. 260-2711, 2016. ISSN 0378-7788.

GILANI, S.; KHAN; M. H.; PAO, W. Thermal Comfort Analysis of PMV Model Prediction in Air Conditioned and Naturally Ventilated Buildings. **Energy Procedia**, v.75, p. 1373 – 1379, 2015.

HALDI, F; ROBINSON, D. On the unification of thermal perception and adaptive actions. **Building and Environment**, [s. l.], v. 45, p. 2440 – 2457, 2010.

HALDI, F; ROBINSON, D. Interactions with window openings by office occupants. **Building and Environment**, [s. l.], v. 44, p. 2378 – 2395, 2009.

HALDI, F; ROBINSON, D. On the behavior and adaptation of office occupants. **Building and Environment**, v.43, p. 2163–2177, 2008.

HAN, J.; ZHANG, G.; ZHANG, Q.; ZHANG, J.; LIU, J.; TIAN, C. Z.; HAO, J.; LIN, J.; LIU, Y.; MOSCHANDREAS, D. J. Field study on occupants' thermal comfort and residential thermal environment in a hot-humid climate of China. **Building and Environment**, [s. l.], v. 42, p. 4043 – 4050, 2007.

HORA, H. R. M. da; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 85 - 103, 2010.

HONG, T.; KIM, J.; JEONG, J.; LEE, M.; JI, C. Automatic calibration model of a building energy simulation using optimization algorithm. **Energy Procedia**, [s. l.], v. 105, p. 3698 – 3704, 2017.

HONG, Tianzhen; YAN, Da; D'OCA, Simona; CHEN, C. Ten questions concerning occupant behavior in buildings: the big picture. **Building and Environment**, [s. l.], v. 114, p. 518 – 530, 2017.

HONG, Tianzhen; TAYLOR-LANGE, Sarah C.; D'OCA, Simona; DA YAN; CORGNATI, Stefano P. Corngnati. Advances in research and applications of energy-related occupant behaviour in buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 116, 15 March 2016, Pages 694-702, ISSN 0378-7788.

HOU, Jing; ZHANG, Y.; SUN, Y.; SONG, Y.; CHENG, R.; LUO, S. Occupants' Windows opening behaviour in residences during heating season in Tianjin, China. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 205, Pages 2744-2748, 2017.

INMETRO. Anexo V. Catálogo de propiedades térmicas de paredes, coberturas e vidros. Portaria nº 50. 2013.

JANG, H.; KANG, J. A stochastic model of integrating occupant behaviour into energy simulation with respect to actual energy consumption in high-rise apartment buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 121, p. 205 – 216, 2016.

JEONG, B.; JEONG, J.; PARK, J. S. Occupant behavior regarding the manual control of windows in residential buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 127, p. 206-216, 2016.

KIM, H.; HONG, T.; KIM, J. Automatic ventilation control algorithm considering the indoor environmental quality factors and occupant ventilation behavior using a logistic regression model. **Building and Environment**, [s. l.], v. 153, p. 46-59, 2019.

KWONG, Q. J.; ADAM, M. N.; SAHARI, B. B. Thermal comfort assessment and potential for energy efficiency enhancement in modern tropical buildings: **A review**. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 68, p. 547 - 557, 2014.

LAI, D.; JIA, S.; QI, YUE; LIU, J. Window-opening behavior in Chinese residential buildings across different climate zones. **Building and Environment**, [s. l.], v. 142, p. 234-243, 2018.

LANGEVIN, J.; WEN, J.; GURIAN, P. L. Quantifying the human–building interaction: Considering the active, adaptive occupant in building performance simulation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 117, p. 372 – 386, 2016. ISSN 0378-7788.

LIMA, M. A. S. Estudo comparativo em habitação de interesse social: o caso do Conjunto Habitacional Gervásio Maia (CHGM) – João Pessoa. *Arquitextos*, [s. l.], 112.02. Ano 10, 2009. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.112/23>> .

MENDES, N.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R.; CUNHA NETO, J. A. B. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, p. 47-68, 2005.

MONETTI, V.; DAVIN, E.; FABRIZIO, E.; ANDRÉ, P.; FILIPPI, M. Calibration of building energy simulation models based on optimization: a case study. **Energy Procedia**, [s. l.], v. 78, p. 2971 – 2976, 2015. ISSN 1876-6102.

MOUJALLED, B.; CANTIN, R.; GUARRACINO, G. Comparison of thermal comfort algorithms in naturally ventilated office buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 40, p. 2215-2223, 2008.

NEGREIROS, Bianca. **Análise de métodos de predição de conforto térmico de habitação em clima quente-úmido com condicionamento passivo**. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo), UFRN: 2010.

NGUYEN, A. T.; SINGH, M. K.; REITER, S. An adaptive thermal comfort model for hot humid South-East Asia. **Building and Environment**, [s. l.], v. 56, p. 291 – 300, 2018.

NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Energy and buildings**, [s. l.], v. 34, p. 563-572, 2002.

NORD, Natasa; TERESHCHENKO, T; QVISTGAARD, L; TRYGGESTAD, Ivar. Influence of occupant behavior and operation on performance of a residential Zero Emission Building in Norway. **Energy and buildings**, [s. l.], v. 159, p. 75-88, 2018.

NORFORD, L. K.; SOCOLOW, R. H.; HSIEH, E. S.; SPADARO, G. V. Two-to-one discrepancy between measured and predicted performance of a 'low-energy' office building: insights from reconciliation based on the DOE-2 model. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 21, p.121-131. 1994.

OLIVEIRA, Andreia C. **A influência das recomendações do zoneamento bioclimático brasileiro no desempenho térmico da envoltória de edificações de interesse social nos municípios da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

PAGE, J.; ROBINSON, D.; MOREL, N.; SCARTEZZINI, L. A generalised stochastic model for the simulation of occupant presence. **Energy and Building**, [s. l.], v. 40, p. 83 – 98, 2008.

PEDRINI, A.; SZOKOLAY, S. Recomendações para o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte às primeiras decisões projetuais visando ao desempenho energético de edificações de escritório em clima quente. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.39-54, 2005.

PEREIRA, P. F.; RAMOS, N. M. M.; ALMEIDA, M. S. F.; SIMÕES, M. L. Methodology for detection of occupant actions in residential buildings using indoor environment monitoring systems. **Building and Environment**, [s. l.], v. 146, p. 107 – 118, 2018.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: A complementaridade do SPSS**. 6. ed. Lisboa: Silabo, 2014.

RIJAL, H. B.; TUOHY, P.; HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F.; SAMUEL, A.; CLARKE, J. Using results from field surveys to predict the effect of open windows on thermal comfort and energy use in buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 39, p. 823 – 836, 2007.

ROETZEL, A.; TSANGRASSOULIS, A.; DIETRICH, U.; BUSCHING, S. A review of occupant control on natural ventilation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 14, p. 1001 – 1013, 2010.

RORIZ, M. **Uma proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro**. São Carlos: ANTAC, 2012.

RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. **Energy and Buildings**, [s. l.], v.105, p. 178 – 205, 2015.

SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUES, E. A. **Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575**. Cadernos Proarq, Rio de Janeiro, v.20, p. 114-136, 2013. ISSN 1679-7604.

SILVA, A.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Performance evaluation of long-term thermal comfort indices in building simulation according to ASHRAE Standard 55. **Building and Environment**, [s. l.], v. 102, p. 95 – 115, 2016.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575**. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, [s. l.], v. 12, n. 12, 29 set. 2014.

SORGATO, M. J. **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

STAZI, Francesca; NASPI, Federica; D’ORAZIO, Marco. A literature review on driving factors and contextual events influencing occupants’ behaviours in buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 118, 2017. 40-66.

STOPPEL, Chistopher M.; LEITE, Fernanda. Integrating probabilistic methods for describing occupant presence with building energy simulation models. **Energy and Buildings**, [s. l.], v.68, p. 99 – 107, 2014.

SUN, J.; REDDY, T. A. Calibration of building energy simulation programs using the analytic optimization approach (RP-1051). **HVAC&R Research**, [s. l.], v. 12, p. 177-196, 2006.

TALEGHANI, M. et al. A review into thermal comfort in buildings. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 26, 2013. 201-215.

VALE, K. C. do. **Avaliação pós- ocupação do conjunto residencial Gervásio Maia – PB**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

WESTPHAL, F. S. **Análise de incertezas e de sensibilidade aplicadas à simulação de desempenho energético de edificações comerciais**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

YAN, D.; O'BRIEN, W.; HONG, T.; FENG, X.; GUNAY, H. B.; TAHMASEBI, F.; MAHDAVI, A. Occupant behaviour modeling for building performance simulation: Current state and future challenges. **Energy and Buildings**, v. 107, p. 264-278, 2015.

YANG, L.; YAN, H.; LAM, J. Thermal comfort and building energy consumption implications –A review. **Applied Energy**, [s. l.], v. 115, p. 164 – 173, 2014.

YAO, R.; LIU, J.; LI, B. Occupants' adaptive responses and perception of thermal environment in naturally conditioned university classrooms. **Applied Energy**, [s. l.], v. 87, p.1015–1022, 2010.

YINGCHUN, J; LEE, A.; SWAN, W. Building dynamic thermal model calibration using the energy house facility at Salford. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 191, p. 224-234, 2019.

ZHANG, Y.; BARRET, P. Factors influencing the occupant's window opening behaviour in a naturally ventilated office building. **Building and Environment**, [s. l.], v. 50, p. 125-134, 2012.

ZHANG, Y.; BAI, X.; MILLS, Franklin; PEZZEY, John. Rethinking the role of occupant behavior in building energy performance: A review. **Energy and Building**, [s. l.], v. 172, p. 279-294, 2018.

ZOU, P.; WAGLE, D.; ALAM, M. Strategies for minimizing building energy performance gaps between the design intend and the reality. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 191, p. 31 -41, 2019.

ANEXOS

- a) Termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE**
- b) Modelo de questionário – estudo piloto**
- c) Modelo de questionário – estudo de campo**
- d) Códigos de respostas do banco de dados do SPSS**
- e) Análise de teste qui-quadrado dos resultados do método Referência Cruzada**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre A influência das ações dos ocupantes em modelos de simulação de desempenho térmico de habitações de interesse social em clima quente e úmido e está sendo desenvolvida pela pesquisadora Andréia Cardoso de Oliveira, aluna do curso de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPB, sob orientação da prof. Dr^a Solange Maria Leder.

Os objetivos do estudo são identificar cenários de perfil de uso relativos às aberturas em habitações de interesse social, permitindo avaliar de maneira mais aprofundada quais as ações dos ocupantes que tem maior impacto sobre as condições de conforto no interior da edificação. Além de identificar padrões de comportamento dos usuários na adaptação às condições térmicas em edificações HIS; gerar uma base de dados de desempenho térmico de edificação HIS, através de simulação computacional, considerando as variáveis: envoltória, entorno e o comportamento do usuário; avaliar a influência dos parâmetros: envoltória, entorno e comportamento do usuário no desenvolvimento do modelo simplificado; avaliar a precisão do modelo simplificado desenvolvido.

A finalidade deste trabalho é contribuir para que os arquitetos possam entender melhor os tipos de famílias mais comuns em nossa região, quantos habitantes geralmente têm por casa e como eles usam os ambientes e controlam as aberturas no dia-a-dia, para auxiliar no desenvolvimento de projetos de arquitetura de futuras casas populares mais agradáveis e com melhor desempenho térmico. Desta maneira, outros conjuntos habitacionais podem ter projetos mais condizentes com a realidade das famílias que habitarão ali.

Solicitamos a sua colaboração para responder ao questionário, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos para a sua saúde, conforme Resolução 466/12 do CNS, apenas o inconveniente das perguntas relacionadas a privacidade e segurança das famílias. Os dados obtidos pelo questionário serão utilizados exclusivamente no âmbito acadêmico.

Esclarecemos que sua participação no estudo é **voluntária** e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Considerando, que fui informado(a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

João Pessoa, ____ de _____ de _____

Impressão dactiloscópica

Assinatura do participante ou responsável legal

Assinatura do pesquisador responsável

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para:

Andréia Oliveira: Rua Maria de Lourdes Aguiar, 102. Catolé. Campina Grande – PB. Telefone: (83) 98875-9515
e-mail: andreiaoliveira.arg@gmail.com

ou para o Comitê de Ética do CCM: : Centro de Ciências Médicas, 3º andar, sala 14 - Cidade Universitária - Campus I, Universidade Federal da Paraíba, CEP: 58051-900 - Bairro Castelo Branco - João Pessoa - PB
Telefone: (83) 3216.7619 E-mail: comitedeetica@ccm.ufpb.br

Modelo de questionário – Estudo Piloto

ANEXO | ESTUDO PILOTO | CONJUNTO HABITACIONAL GERVÁSIO MAIA
QUESTIONÁRIO | V.1 | FEVEREIRO 2017

DATA					
ORIENTAÇÃO			HORA		
			AMBIENTE		
			CODIGO		
			IDADE		

DADOS GERAIS

SEXO	MASCULINO		FEMININO	
ESCOLARIDADE	SEM ESCOLARIDADE		FUNDAMENTAL COMPLETO	
	MÉDIO COMPLETO		SUPERIOR COMPLETO	
Nº MORADORES	1	2	3	4
			5	+5
QUANTOS ANOS MORA NA CASA?				
ANOS DE VIDA EM SUA CIDADE ATUAL?				

SENSAÇÃO TÉRMICA

O QUE VOCÊ FEZ NOS ÚLTIMOS 20 MINUTOS?										
SOBRE O CALOR, COMO GOSTARIA QUE O AMBIENTE ESTIVESSE AGORA?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3			
O QUE VOCÊ ACHA SOBRE O CALOR EM TODA A CASA?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3			
COMO É O VENTO DENTRO DA CASA NO VERÃO?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3			
COMO É O VENTO DENTRO DA CASA NO INVERNO?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3			

PADRÃO DE OCUPAÇÃO

QUANTOS MORADORES PERMANECERAM EM CASA?												
SALA	MANHÃ			TARDE			NOITE					
QUARTO 1												
QUARTO 2												
COZINHA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

PADRÃO DE USO E CONTROLE DE ABERTURAS

EXISTEM GRADES NAS ABERTURAS?		
SO NAS PORTAS	SO NAS JANELAS	AMBOS
QUANDO VOCÊ SAI, FECHA AS JANELAS?	SIM	NÃO
POR QUE?		
QUANDO VOCÊ VAI DORMIR, FECHA AS JANELAS?	SIM	NÃO
POR QUE?		
EM QUE PERÍODOS A PORTA DA SALA FICA ABERTA?		
MANHÃ	TARDE	NOITE
OUTRO		
EM QUE PERÍODOS A PORTA DA COZINHA FICA ABERTA?		
MANHÃ	TARDE	NOITE
OUTRO		
QUANDO AS PORTAS INTERNAS COSTUMAM FICAR FECHADAS?		
QUARTO 1		
QUARTO 2		
BANHEIRO		
QUAIS JANELAS FICAM FECHADAS QUANDO CHOVE?		
SALA	COZINHA	
QUARTO 1	QUARTO 2	
QUAIS JANELAS POSSUEM PERSIANAS?		
SALA	COZINHA	
QUARTO 1	QUARTO 2	
QUAIS JANELAS SÃO FECHADAS PARA PROTEGER DO SOL?		
AO FECHAR A CORTINA, A JANELA COSTUMA FICAR ABERTA?	SIM	NÃO
POR QUE?		

AD FECHAR A CORTINA (ou persiana) A JANELA COSTUMA FICAR ABERTA?

--	--

QUAIS JANELAS VOCÊ GOSTARIA QUE FOSSEM MAIORES?

SALA	COZINHA
QUARTO 1	QUARTO 2

QUAIS JANELAS VOCÊ GOSTARIA QUE TIVESSE VIDRO (mais luz natural)?

SALA	COZINHA
QUARTO 1	QUARTO 2

QUAIS JANELAS VOCÊ GOSTARIA QUE TIVESSE CORTINA?

SALA	COZINHA
QUARTO 1	QUARTO 2

POR QUAIS MOTIVOS A PORTA DA SALA PERMANECE FECHADA?

SEGURANÇA	BARULHO
PRIVACIDADE	OUTRO
OUTRO, QUAL?	

ADAPTAÇÃO

USA VENTILADOR?

	SIM	NÃO
QUANDO?		

FORAM REALIZADAS REFORMAS NA CASA? QUAIS?

1ª	
2ª	
3ª	

POR QUAIS MOTIVOS AS REFORMAS FORAM FEITAS?

SEGURANÇA	BARULHO
PRIVACIDADE	OUTRO
OUTRO, QUAL?	

QUAIS JANELAS FORAM ALTERADAS?

SALA	COZINHA
QUARTO 1	QUARTO 2

LEVANTAMENTO:

OBS:

Modelo de questionário – estudo de campo



Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal do Rio de Janeiro

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO | ALUNA: ANDRÉIA OLIVEIRA |
ÁREA DE ESTUDO: CONJ. MANGABEIRA | QUESTIONÁRIO V.9

1

PESQUISA DE CAMPO – PADRÃO DE USO DE ABERTURAS EM HIS

DATA		HORA		CÓDIGO	
------	--	------	--	--------	--

- Quanto tempo mora na casa? _____
- Nasceu onde? _____ Quanto tempo mora na cidade? _____

- Sobre o conforto térmico geral da casa?

-1	() POUCO QUENTE		POUCO FRIO ()	+1
-2	() QUENTE	NEUTRO ()	FRIO ()	+2
-3	() MUITO QUENTE		MUITO FRIO ()	+3

- Como você avalia a ventilação natural no interior da casa?

MUITO INSATISFEITO



MUITO SATISFEITO

- Quais horários as janelas ficam abertas? _____
- Quais horários a porta da sala fica aberta? _____
- Quais os horários a porta da cozinha fica aberta? _____

- Por quais motivos as janelas são fechadas?

Por segurança		Por causa dos mosquitos	
Ao sair de casa		Quando vai dormir	
Quando chove		Por privacidade	
Para proteger do sol		Algum móvel está obstruindo	
Outro			

- Por quais motivos a porta da sala permanece fechada?

Por segurança		Por causa dos mosquitos	
Quando sai de casa		Quando vai dormir	
Quando chove		Por privacidade	
Para proteger do sol		Algum móvel está obstruindo	
Outro			

- Por quais motivos as portas dos quartos permanecem fechadas?

Quando vai dormir		Quando sai de casa	
Algum móvel está obstruindo		Outro	

- Caso utilize o ventilador, em que período você normalmente costuma ligá-lo mais vezes?

() manhã () tarde () noite

Com qual frequência?

() todos os dias () alguns dias () raramente () só nos finais de semana () não tem

- Qual o turno das crianças no colégio? _____

- Que horas sai e que horas chega do trabalho? (Morador 1) sai para trabalhar ____ hs e chega ____ hs

Morador 2 espos(a), pai, mãe, filho, outro	Sai: ____ hs	Chega: ____ hs	Morador 3 espos(a), pai, mãe, filho, outro	Sai: ____ hs	Chega: ____ hs	Morador 4 espos(a), pai, mãe, filho, outro	Sai: ____ hs	Chega: ____ hs
--	--------------	----------------	--	--------------	----------------	--	--------------	----------------

- Você cozinha em casa? () semana () só fim de semana

Almoço: () sim () não

Jantar: () sim () não _____ só faz café ()

- Que horas acorda e que horas vai dormir durante a semana? (Morador 1) acorda: ____ hs e dorme: ____ hs

Morador 2 esposo(a), pai, mãe, filho,outro	Acorda: ____hs	Dorme: ____hs	Morador 3 esposo(a), pai, mãe, filho,outro	Acorda: ____hs	Dorme: ____hs	Morador 4 esposo(a), pai, mãe, filho,outro	Acorda: ____hs	Dorme: ____hs
--	-------------------	------------------	--	-------------------	------------------	--	-------------------	------------------

16. Que horas acorda e que horas vai dormir no fim de semana? (Morador 1) acorda: ____hs e dorme: ____hs

Morador 2 esposo(a), pai, mãe, filho,outro	Acorda: ____hs	Dorme: ____hs	Morador 3 esposo(a), pai, mãe, filho,outro	Acorda: ____hs	Dorme: ____hs	Morador 4 esposo(a), pai, mãe, filho,outro	Acorda: ____hs	Dorme: ____hs
--	-------------------	------------------	--	-------------------	------------------	--	-------------------	------------------

17. No verão, quando você sente muito calor, onde você costuma ficar durante:

Manhã ☐ sala ☐ cozinha ☐ quarto ☐ calçada ☐ outro

Qual é o outro? _____

Tarde ☐ sala ☐ cozinha ☐ quarto ☐ calçada ☐ outro

Qual é o outro? _____

Noite ☐ sala ☐ cozinha ☐ quarto ☐ calçada ☐ outro

Qual é o outro? _____

18. O que você e sua família fazem para diminuir a sensação de calor?

☐ tomar banho ☐ ligar o ventilador ☐ se abanar ☐ ir para uma sombra fora de casa
☐ abrir a janela ☐ abrir as portas ☐ bebida gelada ☐ usar poucas roupas/tecidos leves

19. A noite alguém dorme em outro ambiente além do quarto? Qual? _____

20. Quais janelas foram alteradas/reformadas? por quê? _____

21. Há algum ambiente que acende a luz ao usar durante o dia? _____ O dia inteiro? (S) (N)

(Costuma ficar ligada todo o tempo ou somente quando usa?)

ESPAÇO DO PESQUISADOR

SEXO M F **IDADE** _____

Nº de moradores: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (+6)

Quais janelas possuem cortinas ou persianas?

SALA		QUARTO 1	
COZINHA		QUARTO 2	

Verificar o sistema de iluminação artificial em todos os ambientes (tipo de lâmpada e potência) _____

ENDEREÇO

OBSERVAÇÕES

CÓDIGO DAS RESPOSTAS APLICADAS NO BANCO DE DADOS DO SPSS

Q01 - TEMPO NA UNID.	1	Até 1 ano
	2	2 a 5 anos
	3	6 a 10 anos
	4	11 a 15 anos
	5	16 a 20 anos
	6	mais de 20 anos
Q02 - NATURALIDADE	0	Não respondeu a cidade, mas não é JP
	1	Nasceu em João Pessoa
	2	Nasceu no interior da Paraíba
	3	Nasceu em outra região do Brasil
Q03- CONFORTO TÉRMICO	1	muito calor (muito quente)
	2	com calor (quente)
	3	levemente com calor (pouco quente)
	4	neutro (nem frio, nem calor = confortável)
	5	levemente com frio (pouco frio)
	6	com frio
	7	muito frio
Q04- VENTILAÇÃO NATURAL	1	muito insatisfeito
	2	insatisfeito
	3	pouco insatisfeito
	4	neutro
	5	pouco satisfeito
	6	satisfeito
	7	muito satisfeito
Q8- MOTIVOS FECHAR JANELAS	M.E.	8.1. Por segurança
		8.2. Ao sair de casa
		8.3. Quando chove
		8.4. Para proteger do sol
		8.5. Por causa dos mosquitos
		8.6. Quando vai dormir
		8.7. Por privacidade
		8.8. Algum móvel está obstruindo
		8.9. Outro
Q9- MOTIVOS FECHAR PORTA DA SALA	M.E.	9.1. Por segurança
		9.2. Ao sair de casa
		9.3. Quando chove
		9.4. Para proteger do sol
		9.5. Por causa dos mosquitos
		9.6. Quando vai dormir
		9.7. Por privacidade
		9.8. Algum móvel está obstruindo

		9.9. Outro
Q10- MOTIVOS FECHAR PORTA DOS QUARTOS	M.E.	10.1. Quando vai dormir
		10.2. Quando sai de casa
		10.3. Algum móvel está obstruindo
		10.4. Outro
		10.5 Não tem porta
Q11A- PERÍODO DE USO DO VENTILADOR	1	Manhã
	2	Tarde
	3	Noite
	4	Manhã e tarde
	5	Tarde e noite
	6	Manhã e noite
	7	Manhã, tarde e noite
Q11B- FREQUENCIA DE USO DO VENTILADOR	1	Todos os dias
	2	Alguns dias
	3	Raramente
	4	Só nos finais de semana
	5	Não tem ventilador
Q12- TURNO DAS CRIANÇAS NA ESCOLA	0	Não tem criança
	1	Manhã
	2	Tarde
	3	Noite
	4	Manhã e tarde (integral)
Q13M1 / Q13M1'- HORARIO QUE SAI E VOLTA DO TRABALHO		
	1	00:30hs
	2	01:00hs
	3	01:30hs
	4	02:00hs
	5	02:30hs
	6	03:00hs
	7	03:30hs
	8	04:00hs
	9	04:30hs
	10	05:00hs
	11	05:30hs
	12	06:00hs
	13	06:30hs
	14	07:00hs
	15	07:30hs
	16	08:00hs
	17	08:30hs
	18	09:00hs

	19	09:30hs
	20	10:00hs
	21	10:30hs
	22	11:00hs
	23	11:30hs
	24	12:00hs
	25	12:30hs
	26	13:00hs
	27	13:30hs
	28	14:00hs
	29	14:30hs
	30	15:00hs
	31	15:30hs
	32	16:00hs
	33	16:30hs
	34	17:00hs
	35	17:30hs
	36	18:00hs
	37	18:30hs
	38	19:00hs
	39	19:30hs
	40	20:00hs
	41	20:30hs
	42	21:00hs
	43	21:30hs
	44	22:00hs
	45	22:30hs
	46	23:00hs
	47	23:30hs
	48	24:00hs
	49	Não trabalha
Q13M2 / Q13M3 / Q13M4 / Q13M2' / Q13M3' / Q13M4'		
	1	00:30hs
	2	01:00hs
	3	01:30hs
	4	02:00hs
	5	02:30hs
	6	03:00hs
	7	03:30hs
	8	04:00hs
	9	04:30hs
	10	05:00hs
	11	05:30hs
	12	06:00hs

	13	06:30hs
	14	07:00hs
	15	07:30hs
	16	08:00hs
	17	08:30hs
	18	09:00hs
	19	09:30hs
	20	10:00hs
	21	10:30hs
	22	11:00hs
	23	11:30hs
	24	12:00hs
	25	12:30hs
	26	13:00hs
	27	13:30hs
	28	14:00hs
	29	14:30hs
	30	15:00hs
	31	15:30hs
	32	16:00hs
	33	16:30hs
	34	17:00hs
	35	17:30hs
	36	18:00hs
	37	18:30hs
	38	19:00hs
	39	19:30hs
	40	20:00hs
	41	20:30hs
	42	21:00hs
	43	21:30hs
	44	22:00hs
	45	22:30hs
	46	23:00hs
	47	23:30hs
	48	24:00hs
	49	Sem resposta
Q14A- COZINHA EM CASA?	0	Não cozinha em casa
	1	Só na semana
	2	Só finais de Semana
	3	Todos dias
Q14B- COZINHA EM CASA? PERÍODO	0	Não cozinha em casa
	1	Só almoço
	2	Só jantar
	3	Almoço e jantar

Q15 - HOR. QUE ACORDA/DORME DURANTE A SEMANA	0	Sem resposta
	1	00:30hs
	2	01:00hs
	3	01:30hs
	4	02:00hs
	5	02:30hs
	6	03:00hs
	7	03:30hs
	8	04:00hs
	9	04:30hs
	10	05:00hs
	11	05:30hs
	12	06:00hs
	13	06:30hs
	14	07:00hs
	15	07:30hs
	16	08:00hs
	17	08:30hs
	18	09:00hs
	19	09:30hs
	20	10:00hs
	21	10:30hs
	22	11:00hs
	23	11:30hs
	24	12:00hs
	25	12:30hs
	26	13:00hs
	27	13:30hs
	28	14:00hs
	29	14:30hs
	30	15:00hs
	31	15:30hs
	32	16:00hs
	33	16:30hs
	34	17:00hs
	35	17:30hs
	36	18:00hs
	37	18:30hs
	38	19:00hs
	39	19:30hs
	40	20:00hs
	41	20:30hs
	42	21:00hs
	43	21:30hs

	44	22:00hs
	45	22:30hs
	46	23:00hs
	47	23:30hs
	48	24:00hs
	49	Sem resposta
Q16- HOR. QUE ACORDA/DORME FIM DE SEMANA		
	1	00:30hs
	2	01:00hs
	3	01:30hs
	4	02:00hs
	5	02:30hs
	6	03:00hs
	7	03:30hs
	8	04:00hs
	9	04:30hs
	10	05:00hs
	11	05:30hs
	12	06:00hs
	13	06:30hs
	14	07:00hs
	15	07:30hs
	16	08:00hs
	17	08:30hs
	18	09:00hs
	19	09:30hs
	20	10:00hs
	21	10:30hs
	22	11:00hs
	23	11:30hs
	24	12:00hs
	25	12:30hs
	26	13:00hs
	27	13:30hs
	28	14:00hs
	29	14:30hs
	30	15:00hs
	31	15:30hs
	32	16:00hs
	33	16:30hs
	34	17:00hs
	35	17:30hs
	36	18:00hs
	37	18:30hs

	38	19:00hs
	39	19:30hs
	40	20:00hs
	41	20:30hs
	42	21:00hs
	43	21:30hs
	44	22:00hs
	45	22:30hs
	46	23:00hs
	47	23:30hs
	48	24:00hs
	49	Sem resposta
Q17A - AMBIENTE QUE COSTUMA FICAR - MANHÃ	1	Sala
	2	Cozinha
	3	Quarto
	4	Calçada
	5	Outro
Q17B - AMBIENTE QUE COSTUMA FICAR - TARDE	1	Sala
	2	Cozinha
	3	Quarto
	4	Calçada
	5	Outro
Q17C - AMBIENTE QUE COSTUMA FICAR - NOITE	1	Sala
	2	Cozinha
	3	Quarto
	4	Calçada
	5	Outro
Q18- O QUE FAZ PARA DIMINUIR A SENSÇÃO DE CALOR	M.E.	18.1. tomar banho
		18.2. ligar o ventilador
		18.3. se abanar
		18.4. ir para uma sombra fora de casa
		18.5. abrir a janela
		18.6. abrir as portas
		18.7. bebida gelada
		18.8. usar poucas roupas/tecidos leves
Q19 - MORADORES DORMEM NOS QUARTOS	0	Não - todos nos quartos
	1	Algum dorme em outro ambiente
Q20- ALTERAÇÃO NAS JANELAS	0	não tem - janela original
	1	para aumentar o tamanho
	2	

	3	
Q21 - ILUM. ARTIF. AMBIENTE QUE NECESSITA DURANTE O DIA	M.E.	21.1. Sala
		21.2. Cozinha
		21.3. Quarto
		21.4. Banheiro
Q22 - SEXO	1	Masculino
	2	Feminino
Q23- IDADE	1	Até 19 anos
	2	20 - 29 anos
	3	30 - 39 anos
	4	40 - 49 anos
	5	50 - 59 anos
	6	mais de 60 anos
Q24- NÚMEROS DE MORADORES	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	6
	7	Mais de 6
Q25- CORTINAS OU PERSIANAS	M.E.	25.1. Sala
		25.2. Cozinha
		25.3. Quarto 1
		25.4. Quarto 2
		25.5. Banheiro
Q26- ALTERAÇÃO/REFORMA QUE AFETA AS ABERTURAS	0	Não
	1	Sim
Q27- TIPO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	1	Fluorescente
	2	Incandescente
	3	LED
	4	Outro
	5	Sem resposta
	6	Fluorescente e LED

```

EXAMINE VARIABLES=TEMPERATUR BY TIPO
/PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

Explorar

Observações		
Saída criada		15-NOV-2019 12:10:14
Comentários		
Entrada	Conjunto de dados ativo	ConjuntodeDados2
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Arquivo Dividido	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	43800
Tratamento de valores omissos	Definição de omissos	Os valores omissos definidos pelo usuário para variáveis dependentes são tratados como omissos.
	Casos utilizados	As estatísticas são baseadas em casos sem valores omissos para qualquer variável dependente ou fator usado.
Sintaxe	EXAMINE VARIABLES=TEMPERAT URA BY TIPO /PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.	
Recursos	Tempo do processador	00:00:09,44
	Tempo decorrido	00:00:08,85

Resumo de processamento de casos

1		Casos			
		Válido		Omisso	
		N	Porcentagem	N	Porcentagem
TEMPERATURA	Padrão caso base CB	8760	100,0%	0	0,0%
	Padrão 2 moradores	8760	100,0%	0	0,0%
	Padrão 3 moradores	8760	100,0%	0	0,0%
	Padrão 4 moradores	8760	100,0%	0	0,0%
	Padrão sem usuários	8760	100,0%	0	0,0%

Resumo de processamento de casos

1		Casos	
		Total	
		N	Porcentagem
TEMPERATURA	Padrão caso base CB	8760	100,0%
	Padrão 2 moradores	8760	100,0%
	Padrão 3 moradores	8760	100,0%
	Padrão 4 moradores	8760	100,0%
	Padrão sem usuários	8760	100,0%

Descritivos

1			
TEMPERATURA	Padrão caso base CB	Média	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	
		Mediana	
		Variância	
		Erro Padrão	
		Mínimo	
		Máximo	
		Amplitude	
		Amplitude interquartil	
		Assimetria	
		Curtose	
	Padrão 2 moradores	Média	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	
		Mediana	

Descritivos

1		Estatística	
TEMPERATURA	Padrão caso base CB	Média	28,78885861
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			28,72799300
			Limite superior
			28,84972423
		5% da média aparada	28,75508611
		Mediana	28,60202000
		Variância	8,446
		Erro Padrão	2,906136114
		Mínimo	22,22639000
		Máximo	36,02627000
		Amplitude	13,79988000
		Amplitude interquartil	4,040242500
		Assimetria	,198
		Curtose	-,594
	Padrão 2 moradores	Média	28,67186764
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			28,61183553
			Limite superior
			28,73189976
		5% da média aparada	28,63223308
		Mediana	28,44450000

Descritivos

1		Desvio Padrão	
TEMPERATURA	Padrão caso base CB	Média	,0310501640
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	
		Mediana	
		Variância	
		Erro Padrão	
		Mínimo	
		Máximo	
		Amplitude	
		Amplitude interquartil	
		Assimetria	,026
		Curtose	,052
	Padrão 2 moradores	Média	,0306249623
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	
		Mediana	

Descritivos

1

		Variância	
		Erro Padrão	
		Mínimo	
		Máximo	
		Amplitude	
		Amplitude interquartil	
		Assimetria	
		Curtose	
	Padrão 3 moradores	Média	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	
		Mediana	
		Variância	
		Erro Padrão	
		Mínimo	
		Máximo	
		Amplitude	
	Padrão 4 moradores	Amplitude interquartil	
		Assimetria	
		Curtose	
		Média	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	
		Mediana	
		Variância	
		Erro Padrão	
	Padrão sem usuários	Mínimo	
		Máximo	
		Amplitude	
		Amplitude interquartil	
		Assimetria	
		Curtose	
		Média	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior
			Limite superior
		5% da média aparada	

Descritivos

1			Estatística
	Padrão 3 moradores	Variância	8,216
		Erro Padrão	2,866339413
		Mínimo	22,20413000
		Máximo	36,14989000
		Amplitude	13,94576000
		Amplitude interquartil	4,011402500
		Assimetria	,224
		Curtose	-,568
		Média	28,84134257
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 28,78231042
			Limite superior 28,90037472
		5% da média aparada	28,80889712
		Mediana	28,65158000
		Variância	7,944
		Erro Padrão	2,818594086
	Padrão 4 moradores	Mínimo	22,21070000
		Máximo	35,92884000
		Amplitude	13,71814000
		Amplitude interquartil	3,933777500
		Assimetria	,184
		Curtose	-,562
		Média	29,10358667
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 29,04303063
			Limite superior 29,16414272
		5% da média aparada	29,07591666
		Mediana	28,89201500
		Variância	8,360
		Erro Padrão	2,891355261
		Mínimo	22,31085000
		Máximo	36,14043000
	Padrão sem usuários	Amplitude	13,82958000
		Amplitude interquartil	4,077937500
		Assimetria	,178
		Curtose	-,606
		Média	28,39870533
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 28,33738454
			Limite superior 28,46002612
		5% da média aparada	28,36151280

Descritivos

1			Desvio Padrão
Padrão 3 moradores	Variação		
	Erro Padrão		
	Mínimo		
	Máximo		
	Amplitude		
	Amplitude interquartil		
	Assimetria		,026
	Curtose		,052
	Média		,0301148347
	95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	
		Limite superior	
	5% da média aparada		
	Mediana		
	Variação		
	Erro Padrão		
	Mínimo		
	Máximo		
	Amplitude		
	Amplitude interquartil		
	Assimetria		,026
	Curtose		,052
Padrão 4 moradores	Média		,0308922402
	95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	
		Limite superior	
	5% da média aparada		
	Mediana		
	Variação		
	Erro Padrão		
	Mínimo		
	Máximo		
	Amplitude		
	Amplitude interquartil		
	Assimetria		,026
	Curtose		,052
Padrão sem usuários	Média		,0312823692
	95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	
		Limite superior	
	5% da média aparada		

Descritivos

1

Mediana
Variância
Erro Padrão
Mínimo
Máximo
Amplitude
Amplitude interquartil
Assimetria
Curtose

Descritivos

1

Estatística

Mediana	28,19066500
Variância	8,572
Erro Padrão	2,927869334
Mínimo	21,93665000
Máximo	35,62681000
Amplitude	13,69016000
Amplitude interquartil	4,122157500
Assimetria	,203
Curtose	-,631

Descritivos

1

Desvio Padrão

Mediana	
Variância	
Erro Padrão	
Mínimo	
Máximo	
Amplitude	
Amplitude interquartil	
Assimetria	,026
Curtose	,052

327,00	31 . 00000000001111111111222222222333333344444444
311,00	31 . 55555556666666777777777888888889999999999
253,00	32 . 0000000000111111222222233333344444444
249,00	32 . 555555566666667777777788888889999999
244,00	33 . 00000000111111222222233333344444444
218,00	33 . 55555666667777778888889999999999
184,00	34 . 0000011111222222233333444444
116,00	34 . 55556666777788999
81,00	35 . 000111223344
32,00	35 . 567&
2,00	36 . &

Largura do ramo: 1,000000
Cada folha: 7 caso(s)

& denotes fractional leaves.

TEMPERATURA Gráfico de ramos e folhas para
TIPO= Padrão 2 moradores

Frequência Raiz & Folha

[illegible]

[illegible]

Largura do ramo: 1,000000

Cada folha: 7 caso(s)

& denotes fractional leaves.

TEMPERATURA Gráfico de ramos e folhas para
TIPO= Padrão 3 moradores

Frequência Raiz & Folha

[illegible]

[illegible]

Largura do ramo: 1,000000

Cada folha: 7 caso(s)

& denotes fractional leaves.

TEMPERATURA Gráfico de ramos e folhas para

TIPO= Padrão 4 moradores

Frequência Raiz & Folha

4,00	22 . &
21,00	22 . 79&
77,00	23 . 001122333444
153,00	23 . 5555666677777888899999
197,00	24 . 00000111122222333334444444
244,00	24 . 555556666677777778888899999999
299,00	25 . 00000000011111112222222233333334444444444
347,00	25 . 555555566666666667777777777788888889999999999
377,00	26 . 000000000001111111222222222233333333334444444444
425,00	26 . 55555555556666666666677777777777888888888899999999999
495,00	27 . 0000000000001111111111112222222222333333333333333344444444444444444444
603,00	27 . 55555555555555566666666666666666677777777777777788888888888888889999999999999999999
648,00	28 . 000000000000000011111111111111222222222222222223333333333333333334444444444444444444444
613,00	28 . 5555555555555555555666666666666666677777777777777788888888888888999999999999999999
598,00	29 . 000000000000000111111111111122222222222222233333333333333333344444444444444444444444444

[illegible]

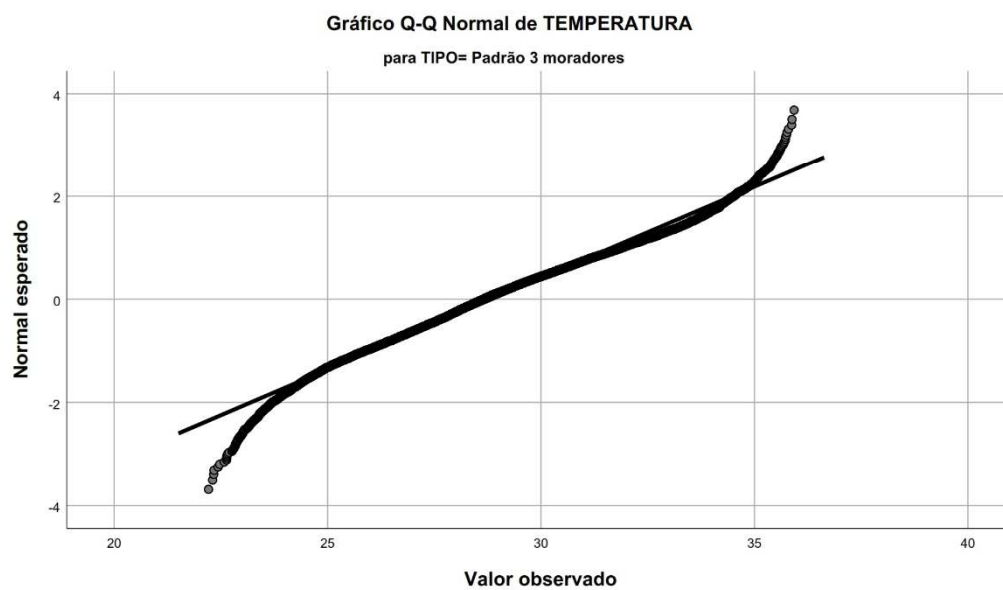
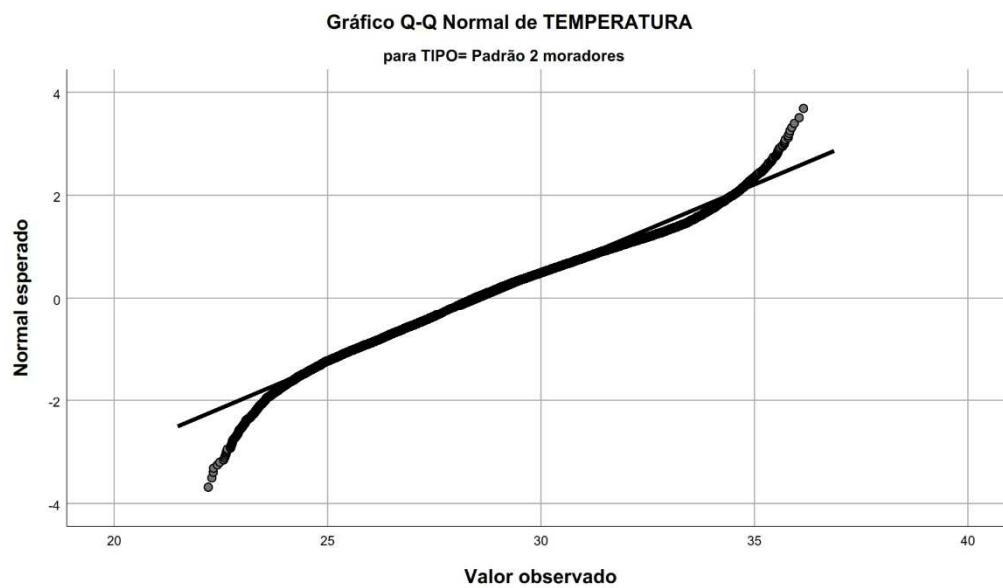
Largura do ramo: 1,000000
Cada folha: 7 caso(s)

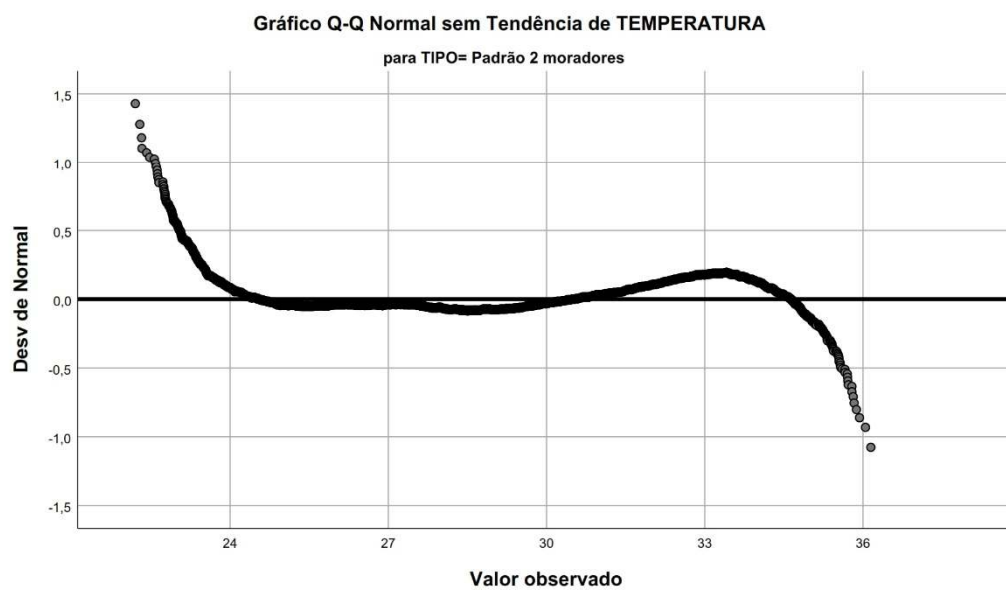
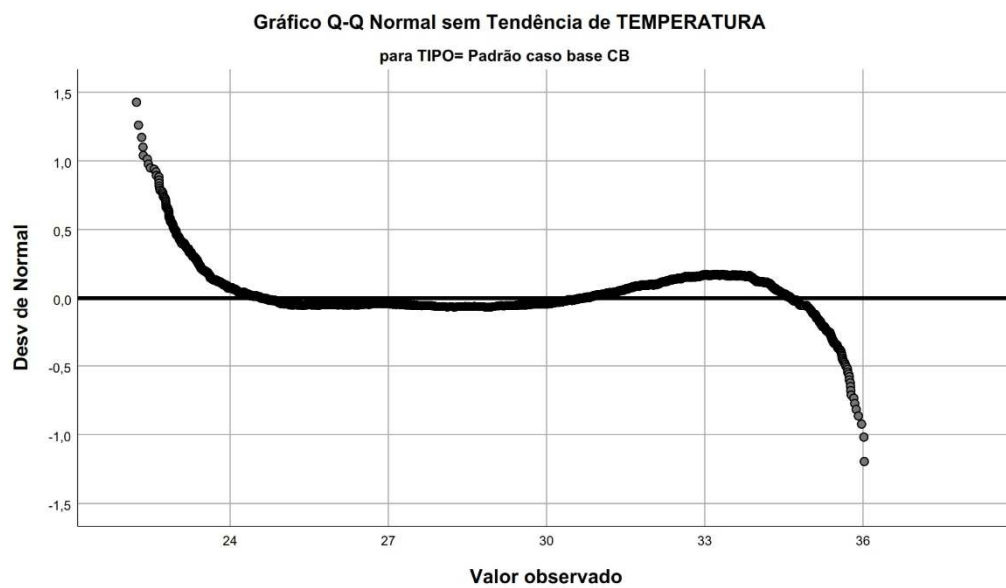
& denotes fractional leaves.

TEMPERATURA Gráfico de ramos e folhas para
TIPO= Padrão sem usuários

Frequência Raiz & Folha

2,00	21 . &
22,00	22 . 34&
105,00	22 . 556667778889999
195,00	23 . 00001111112222233333333344444
258,00	23 . 55555666666666777777888888889999999
283,00	24 . 00000000111111122222222333333333444444444
312,00	24 . 555555566666666666667777778888888899999999
349,00	25 . 000000000111111111122222222223333333334444444444
407,00	25 . 5555555555666666666677777777788888888899999999999
463,00	26 . 0000000000001111111111111222222222233333333333344444444
44444	
526,00	26 . 555555555555556666666666666677777777777888888888888888889999999999999
590,00	27 . 00000000000000000011111111111111222222222222222233333333333333444444444444444444
623,00	27 . 55555555555555556666666666666666666666777777777777777778888888888888888899999999999999
627,00	28 . 00000000000000000000111111111111111222222222222222222333333333333334444444444444444444





Resumo de Teste de Hipótese

	Decisão
1	Rejeitar a hipótese nula.
2	Incapaz de calcular.
3	Incapaz de calcular.
4	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,050.

- a. O campo de grupo não possui exatamente dois valores.
b. O campo de grupo não possui exatamente dois valores.

Sumarização de intervalo de confiança

Tipo de intervalo de confiança	Parâmetro	Estimativa	95,0% Intervalo Inferior
Amostras Independentes de Diferença Mediana de Hodges- Lehman	Diferença entre as medianas de TEMPERATURA nas categorias de 1.	a	.

Sumarização de intervalo de confiança

95,0% Intervalo ...
Superior
.

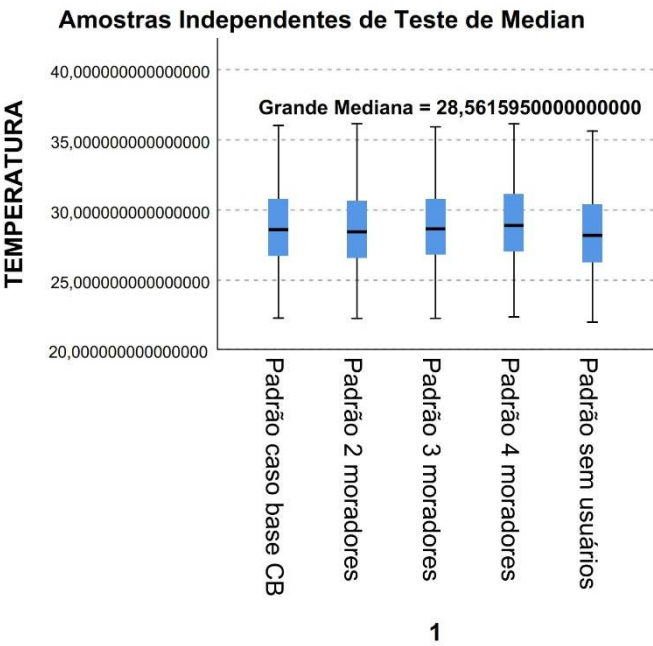
- a. O campo de grupo não possui exatamente dois valores.

Amostras Independentes de Teste de Median

TEMPERATURA entre 1

Amostras Independentes de Resumo de Teste de Median

N total	43800
Mediana	28,562
Estatística do teste	178,918
Grau de Liberdade	4
Sinal assintótico (teste de dois lados)	,000



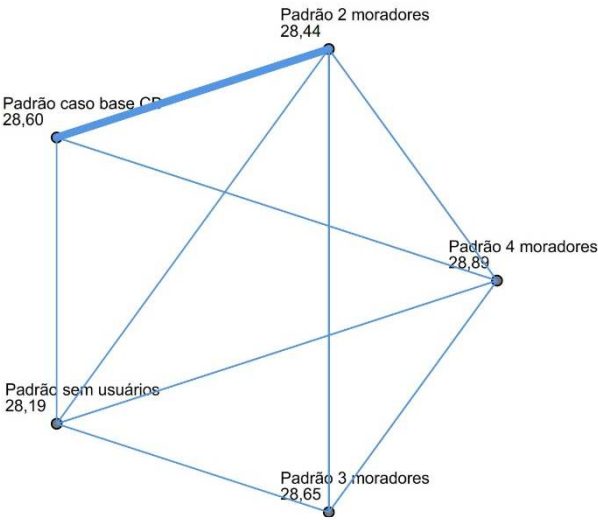
Comparações por Método Pairwise de 1

Sample 1-Sample 2	Estatística do teste	Sig.	Adj. Sig. ^a
Padrão sem usuários- Padrão 2 moradores	25,775	,000	,000
Padrão sem usuários- Padrão caso base CB	55,266	,000	,000
Padrão sem usuários- Padrão 3 moradores	76,804	,000	,000
Padrão sem usuários- Padrão 4 moradores	163,405	,000	,000
Padrão 2 moradores- Padrão caso base CB	8,951	,003	,028
Padrão 2 moradores- Padrão 3 moradores	16,644	,000	,000
Padrão 2 moradores- Padrão 4 moradores	66,083	,000	,000
Padrão caso base CB- Padrão 3 moradores	,716	,397	1,000
Padrão caso base CB- Padrão 4 moradores	27,017	,000	,000
Padrão 3 moradores- Padrão 4 moradores	20,823	,000	,000

Cada linha testa a hipótese nula em que as distribuições Amostra 1 e Amostra 2 são iguais.
As significâncias assintóticas (teste de dois lados) são exibidas. O nível de significância é ,05.

a. Os valores de significância foram ajustados pela correção Bonferroni para vários testes.

Comparações por Método Pairwise de 1



Cada nó mostra o posto médio da amostra de 1.

Amostras Independentes de Teste de Kruskal-Wallis

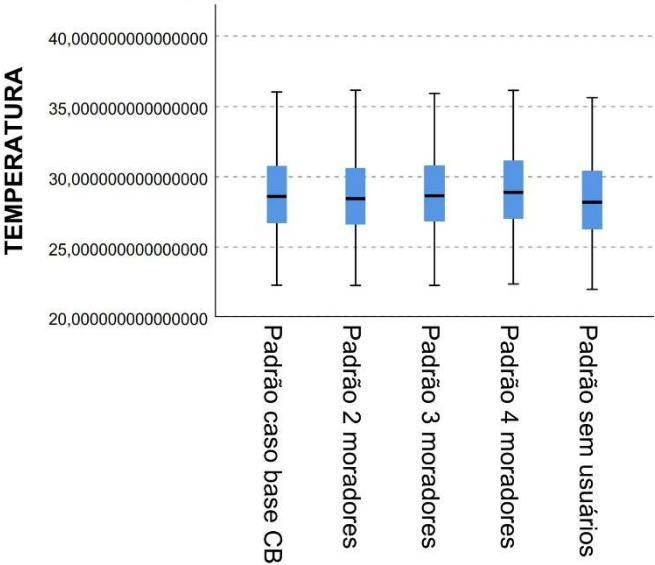
TEMPERATURA entre 1

Amostras Independentes de Resumo de Teste Kruskal-Wallis

N total	43800
Estatística do teste	259,966 ^a
Grau de Liberdade	4
Sinal assintótico (teste de dois lados)	,000

a. A estatística do teste está ajustada para empates.

Amostras Independentes de Teste de Kruskal-Wallis



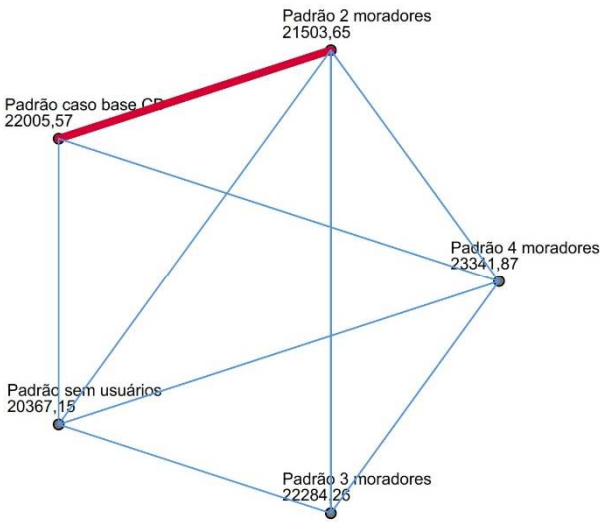
Comparações por Método Pairwise de 1

Sample 1-Sample 2	Estatística do teste	Erro Padrão	Estatística do teste Padrão	Sig.	Adj. Sig. ^a
Padrão sem usuários- Padrão 2 moradores	1136,501	191,052	5,949	,000	,000
Padrão sem usuários- Padrão caso base CB	1638,415	191,052	8,576	,000	,000
Padrão sem usuários- Padrão 3 moradores	1917,104	191,052	10,034	,000	,000
Padrão sem usuários- Padrão 4 moradores	2974,715	191,052	15,570	,000	,000
Padrão 2 moradores- Padrão caso base CB	501,914	191,052	2,627	,009	,086
Padrão 2 moradores- Padrão 3 moradores	-780,603	191,052	-4,086	,000	,000
Padrão 2 moradores- Padrão 4 moradores	-1838,214	191,052	-9,622	,000	,000
Padrão caso base CB- Padrão 3 moradores	-278,689	191,052	-1,459	,145	1,000
Padrão caso base CB- Padrão 4 moradores	-1336,300	191,052	-6,994	,000	,000
Padrão 3 moradores- Padrão 4 moradores	-1057,611	191,052	-5,536	,000	,000

Cada linha testa a hipótese nula em que as distribuições Amostra 1 e Amostra 2 são iguais. As significâncias assintóticas (teste de dois lados) são exibidas. O nível de significância é ,05.

a. Os valores de significância foram ajustados pela correção Bonferroni para vários testes.

Comparações por Método Pairwise de 1



Cada nó mostra o posto médio da amostra de 1.

