

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Dissertação



Análise das condições de uso e ocupação de HIS, localizadas na cidade de Pelotas - ZB2, preconizadas no RTQ-R no método de simulação computacional

Raquel Ramos Silveira da Mota

Pelotas, 2016.

RAQUEL RAMOS SILVEIRA DA MOTA

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DE HIS, LOCALIZADAS NA CIDADE
DE PELOTAS – ZB2, PRECONIZADAS NO RTQ-R NO MÉTODO DE SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Grala da Cunha

Pelotas, 2016.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M917a Mota, Raquel Ramos Silveira da

Análise das condições de uso e ocupação de HIS, localizadas na cidade de Pelotas - ZB2, preconizadas no RTQ-R no método de simulação computacional / Raquel Ramos Silveira da Mota ; Eduardo Grala da Cunha, orientador. — Pelotas, 2016.

158 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. RTQ-R. 2. Energy plus. 3. Simulação computacional. 4. Habitação de interesse social. 5. Parâmetros de uso e ocupação. I. Cunha, Eduardo Grala da, orient. II. Título.

CDD : 711.4

Elaborada por Simone Godinho Maisonave CRB: 10/1733

Banca examinadora:**Prof. Dra. Maria Tereza Fernandes Pouey (UFPEL)**

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dra. Celina Maria Britto Correa (UFPEL)

Doutora em Arquitetura pela Universidade Politécnica de Madrid, Espanha.

Prof. Dra. Giane de Campos Grigoletti (UFSM)

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por me dar saúde e motivação para realizar este estudo.

À minha mãe que sempre me apoiou e me deu todo suporte necessário para realizar meus estudos. Quero agradecer também pelo carinho, atenção, paciência e amizade.

Ao meu pai que já não está mais entre nós, mas que tenho certeza que estará sempre torcendo por mim. Quero agradecer também pelo exemplo de dedicação aos estudos.

À minha irmã pelo companheirismo e amizade, em especial pela ajuda na pesquisa.

Aos meus avós que já faleceram e à minha vó Maria Elisa pelo carinho e dedicação durante todos esses anos.

Aos meus tios e primos pelo apoio e bons momentos vividos.

Aos amigos que fiz no colégio, Patrícia, Kevin, Fernanda, Carolina, Natália, Helena e Laura, pelo companheirismo, apoio e ótimos momentos vividos.

Aos amigos que fiz na faculdade, Rafaela, Rafael, Débora, Mirella, Gabriela, Caio, Otávio, Clarissa, Aline, Yasmim, Gabriela Silva e Amanda, pelo companheirismo e alegrias vividas.

À minha amiga Beatriz que participou da minha pesquisa na aplicação dos questionários.

Aos meus colegas de trabalho, Lúcia, Pedro e Leonardo, pelos ensinamentos e amizade.

Aos meus colegas de pesquisa do LABCEE, Carlos, Lisandra, Liader, Juliana, Stífany, Mônica, Luiza, Jaqueline, Oberdan, Mariane, Isabel, Antônio César, Renata Dalben, Renata, July, Rafael Signorini, Pauline, Silvia, Carol, Letícia e demais bolsistas e participantes, pelo companheirismo e ajuda na pesquisa.

Ao meu orientador Eduardo Grala pelos ensinamentos, apoio e orientações durante este trabalho.

Aos meus professores da faculdade e do mestrado por todos conhecimentos compartilhados.

E a todos aqueles que participaram e participam da minha vida, fazendo-a mais feliz e completa.

“Aprenda como se fosse viver para sempre.

Viva como se fosse morrer amanhã. ”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A questão da habitação de interesse social é certamente uma das mais relevantes no cenário urbano atual, dado o reconhecido déficit no setor. O Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais utiliza a simulação computacional como método de avaliação, abordando em seu conteúdo parâmetros de uso e ocupação, no entanto, aspectos específicos como a quantidade e as potências dos equipamentos elétricos, o vapor gerado pela cocção de alimentos na cozinha, os horários de ocupação de cada ambiente, a maneira como se usa a ventilação natural ou o ar condicionado não possuem uma abordagem específica para cada zona ou região. Essa generalização leva ao questionamento de se de fato os parâmetros utilizados nas simulações de desempenho termoenergético das habitações de interesse social estão de acordo com a realidade dos usuários. O objetivo principal desta pesquisa é analisar a influência do uso e da ocupação dos usuários no desempenho termoenergético das habitações de interesse social na ZB 2. A metodologia do trabalho é composta por uma etapa de levantamento de dados em campo, através da aplicação de questionários estruturados, em quatro conjuntos habitacionais de Pelotas na faixa III do programa MCMV. Nestes questionários foram abordadas variáveis presentes no regulamento em relação aos parâmetros de uso e ocupação. Posteriormente foram desenvolvidos modelos computacionais para a simulação termoenergética, realizada através do *software Energy Plus*. Os resultados encontrados mostram que os dados obtidos com a pesquisa divergem do regulamento em alguns aspectos, principalmente em relação ao número de moradores das habitações, o sombreamento pelo uso de cortinas, a carga de equipamentos elétricos e os horários de ocupação, iluminação e uso do ar condicionado. A ENCE da envoltória dos modelos não variou mesmo quando as agendas da pesquisa foram consideradas. Os consumos obtidos com os modelos configurados pela pesquisa ficaram próximos dos consumos reais obtidos com as contas de energia.

Palavras-chave: RTQ-R; simulação computacional; parâmetros de uso e ocupação; habitação de interesse social; *Energy Plus*;

ABSTRACT

The issue of social housing is certainly one of the most important in the present urban scenario, given the acknowledged deficit in the sector. The Technical Regulation of the Quality for Energy Efficiency Level of Residential Buildings uses computer simulation as an assessment method, analyzing its content parameters of use and occupancy, however specific aspects such as the amount and the powers of electrical equipment, steam generated for cooking food in the kitchen, the each room occupancy schedules, the way they use natural ventilation or air conditioning do not have a specific approach for each area or region. This generalization leads to the question, if indeed the parameters used in thermoenergetic performance simulations of social housing are in line with the reality of users. The main objective of this research is to analyze the influence of the use and occupation of the users in thermoenergetic performance of social housing in ZB 2. The work methodology consists of a data collection in the field step, by applying structured questionnaires in four social housing of Pelotas in the range III of the MCMV program. In these questionnaires, variables present in the Regulation were addressed, in relation to the use and occupancy parameters. Later they were developed computer models for thermoenergetic simulation held by Energy Plus software. The results show that the data obtained from the survey differ from regulation in some aspects. Especially in relation to the number of residents of housing, shading by the use of curtains, the load of electrical equipment and occupancy schedules, lighting and use of air conditioning. The ENCE of the envelopment of the models did not change even when the schedules of the research were considered. The consumption obtained with the models set by the survey were close to the actual consumption obtained with energy bills.

Keywords: RTQ-R; computer simulation; parameters of use and occupation; social housing; *Energy Plus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – CohabPel em Pelotas-RS.	24
Figura 2 – Residencial Solar das Palmeiras (2006) em Pelotas-RS..	26
Figura 3 – Localização dos 22 empreendimentos PAR construídos na cidade de Pelotas-RS.....	27
Figura 4 – Residencial Terra Nativa (2009) na cidade de Pelotas-RS.	28
Figura 5 – Modelo de tipologia 1.....	29
Figura 6 – Modelo de tipologia 2.....	30
Figura 7 – Projeto de HIS da Mangueira.....	34
Figura 8 – Rotinas médias de uso de equipamentos elétricos e densidade de potência por ambiente.....	39
Figura 9 – Rotinas de uso de iluminação com intervalos de 80% de confiança	40
Figura 10 – Usos finais médios de energia elétrica no Brasil no setor residencial	41
Figura 11 – Rotina de ocupação da cozinha de segunda a sexta-feira.....	42
Figura 12 – Rotina de ocupação da sala de segunda a sexta-feira.....	43
Figura 13 – Rotina de ocupação dos dormitórios de segunda a sexta-feira.....	43
Figura 14 – Gerência de simulação do <i>Energy Plus</i>	46
Figura 15 – Interface do Google SketchUp com o plugin Open Studio... ..	47
Figura 16 – Carta bioclimática de Givoni para Santa Maria	48
Figura 17 – Padrão de ocupação dos ambientes nos dias úteis... ..	59
Figura 18 – Padrão de ocupação dos ambientes nos finais de semana... ..	59
Figura 19 – Padrão de iluminação dos ambientes nos dias úteis.....	60
Figura 20 – Padrão de iluminação dos ambientes nos finais de semana.....	60
Figura 21 – Implantação do Residencial Luna.....	70
Figura 22 – Planta baixa do Residencial Luna.....	70
Figura 23 – Imagem do Residencial Luna.....	71
Figura 24 – Bloco estrutural cerâmico utilizado nas paredes da HIS Residencial Luna.....	71
Figura 25 – Foto do condomínio Terra Nova Pelotas I.....	72
Figura 26 – Planta baixa da habitação de dois quartos do condomínio Terra Nova Pelotas.....	73

Figura 27 – Planta baixa da habitação de três quartos do condomínio Terra Nova Pelotas.....	74
Figura 28 – Foto da obra em fase de conclusão do Residencial Caminho da Charqueada	74
Figura 29 – Bloco cerâmico de 11,5 e 14.....	75
Figura 30 – Implantação do Residencial Caminho da Charqueadas.....	76
Figura 31 – Planta baixa da unidade habitacional do Residencial Caminho da Charqueada.....	76
Figura 32 – Foto do Residencial Caminho das Pedras – módulo III – Ametista.....	77
Figura 33 – Planta baixa da unidade de dois dormitórios do Residencial Caminho das Pedras Ametista.....	77
Figura 34 – Planta baixa da unidade de três dormitórios do Residencial Caminho das Pedras - Ametista.....	78
Figura 35 – Modelo computacional do condomínio Terra Nova Pelotas I.....	84
Figura 36 – Modelo computacional do condomínio Caminho das Charqueadas.....	85
Figura 37 – Modelo computacional do condomínio Residencial Luna.....	86
Figura 38 – Modelo computacional do Condomínio das Pedras – módulo III - Ametista.....	86
Figura 39 – Percentual do número de moradores por unidade.....	93
Figura 40 – Percentual das pessoas que fazem o café da manhã em casa.....	94
Figura 41 – Percentual das pessoas que fazem o almoço em casa.....	94
Figura 42 – Percentual das pessoas que fazem o lanche da tarde em casa.....	95
Figura 43 – Percentual das pessoas que fazem o jantar em casa.....	95
Figura 44 – Resultado para a quantidade de moradores que moram na habitação.....	104
Figura 45 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o café da manhã em casa.....	105
Figura 46 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o almoço em casa.....	105
Figura 47 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o lanche da tarde em casa.....	106

Figura 48 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o jantar em casa.....	106
Figura 49 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos condicionados artificialmente do Residencial Luna, configurados pelo RTQ-R e trocando as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelas rotinas da pesquisa.....	122
Figura 50 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos configurados pela pesquisa e os consumos reais do Residencial Luna.....	124
Figura 51 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos condicionados artificialmente do Caminho das Charqueadas, configurados pelo RTQ-R e trocando as schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelas schedules da pesquisa.....	125
Figura 52 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos configurados pela pesquisa e os consumos reais do Caminho das Charqueadas.....	126
Figura 53 – Gráfico comparativo entre os consumos dos modelos configurados de acordo com o RTQ-R e de acordo com as rotinas da pesquisa realizada no Condomínio das Pedras.....	127
Figura 54 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos configurados pela pesquisa e os consumos reais do Condomínio das Pedras.....	128
Figura 55 – Gráfico comparativo entre os consumos dos modelos configurados de acordo com o regulamento e trocando as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelos parâmetros da pesquisa realizada no Terra Nova Pelotas I.....	129
Figura 56 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos configurados pela pesquisa e os consumos reais do Terra Nova.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Usos finais de eletricidade com intervalo de confiança de 90% para a mediana	38
Tabela 2 – Posse de equipamentos por região geográfica	41
Tabela 3 – Perfil da habitação: bens de consumo duráveis	44
Tabela 4 – Rotinas de operação das portas.....	50
Tabela 5 – Rotinas de operação de janelas.	50
Tabela 6 – Coeficiente “a ” de acordo com a região geográfica	53
Tabela 7 – Classificação do índice de eficiência de acordo com a pontuação obtida	54
Tabela 8 – Padrão de ocupação para dias de semana e final de semana	55
Tabela 9 – Taxas metabólicas para cada atividade.	56
Tabela 10 – Padrão de iluminação para dias de semana e final de semana.....	57
Tabela 11 – Variáveis a serem obtidas e os métodos e técnicas para obtê-las.....	68
Tabela 12 – Características construtivas do Residencial Luna.....	72
Tabela 13 – Características construtivas do Terra Nova Pelotas I.....	73
Tabela 14 – Características construtivas do Caminho das Charqueadas	75
Tabela 15 – Características construtivas do Condomínio das Pedras	78
Tabela 16 – Questões aplicadas, padrões de uso e ocupação e variáveis a serem obtidas.....	80
Tabela 17 – Tabela para comparação dos EqNumEnv da envoltória.. ..	90
Tabela 18 – Tabela com os parâmetros horários de ocupação dos ambientes do Residencial Luna.....	96
Tabela 19 – Tabela com os parâmetros horários de ventilação de portas e janelas dos ambientes do Residencial Luna.....	97

Tabela 20 – Tabela com os parâmetros horários de iluminação dos ambientes.....	98
Tabela 21 – Percentual dos equipamentos elétricos do Residencial Luna.	99
Tabela 22 – Parâmetros horários do uso ar condicionado do Residencial Luna.....	100
Tabela 23 – Comparação dos parâmetros de ocupação da pesquisa com os parâmetros do RTQ-R.....	101
Tabela 24 – Parâmetros de nº de pessoas – dias de semana... ..	101
Tabela 25 – Parâmetros de horário de iluminação.....	102
Tabela 26 – Parâmetros de equipamentos elétricos.	103
Tabela 27 – Tabela de equipamentos elétricos.....	103
Tabela 28 – Padrão de ocupação da sala/cozinha.....	107
Tabela 29 – Padrão de ocupação dos dormitórios.....	107
Tabela 30 – Padrão de ventilação das janelas das salas/cozinhas.....	109
Tabela 31 – Padrão de ventilação das janelas dos dormitórios e banheiros.....	110
Tabela 32 – Padrão de iluminação das salas e dormitórios	111
Tabela 33 – Equipamentos elétricos utilizados como parâmetros nas simulações do caso real.....	112
Tabela 34 – Parâmetros horários de utilização de ar condicionado da sala/cozinha	113
Tabela 35 – Tabela com os parâmetros horários de utilização de ar condicionado nos dormitórios	114
Tabela 36 – Tabela comparativa entre os parâmetros de ocupação da sala pelo regulamento e pela pesquisa.	116
Tabela 37 – Tabela comparativa entre os parâmetros de ocupação dos dormitórios pelo regulamento e pela pesquisa.....	117
Tabela 38 – Tabela comparativa entre os parâmetros de ventilação natural pelo regulamento e pela pesquisa... ..	118

Tabela 39 – Tabela comparativa entre os parâmetros de iluminação pelo regulamento e pela pesquisa.....	120
Tabela 40 – Tabela comparativa entre os parâmetros de equipamentos elétricos pelo regulamento e pela pesquisa	121
Tabela 41 – Tabela comparativa entre os parâmetros horários de uso dos aparelhos de ar condicionado pelo regulamento e pela pesquisa	121
Tabela 42 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Residencial Luna	123
Tabela 43 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Caminho das Charqueadas	125
Tabela 44 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Condomínio das Pedras.	128
Tabela 45 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Terra Nova Pelotas I..	130
Tabela 46 – Tabela comparativa dos resultados – modelos configurados pelo RTQ-R x modelo configurado trocando as rotinas do regulamento pelas rotinas da pesquisa.	134

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais

HIS – Habitação de Interesse Social

PAR – Programa de Arrendamento Residencial

MCMV – Minha Casa Minha Vida

SFH – Sistema Financeiro de Habitação

COHAB – Companhias Habitacionais

INCOOP – Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais

BNH – Banco Nacional de Habitação

CEF – Caixa Econômica Federal

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

TRY – *Test Reference Year*

TMY – *Test Meteorological Year*

EPW – *Energy Plus Weather File*

DOE – Departamento de Energia dos Estados Unidos

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerator and Air Conditioning Engineers

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

ASBRAV – Associação Sul Brasileira de Refrigeração

NAURB - Núcleo de Pesquisa Arquitetura e Urbanismo

CT – Capacidade térmica

U – Transmitância térmica

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	20
1.1. Apresentação do problema	20
1.2. Objetivos	21
1.2.1. Objetivo Geral	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3. Motivação e justificativa.....	21
1.4. Estrutura do trabalho	22
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
2.1.Habitação de interesse social no Brasil.....	24
2.1.1. Faixas atendidas no PAC e PMCMV.....	28
2.1.1.1. Faixa I.....	29
2.1.1.2. Faixas II e III.....	30
2.2.Simulação termoenergética.....	31
2.2.1. Simulação termoenergética de HIS	33
2.2.2. Condições de uso e ocupação em HIS	37
2.2.3. Arquivos Climáticos	45
2.2.4. <i>Energy Plus</i> e <i>Design Builder</i>	45
2.2.5. Ventilação Natural em HIS	48
2.2.6. Uso de sistemas de AC em HIS	51
2.3. RTQ-R.....	52
2.3.1. Elaboração do RTQ-R.....	57
2.4. Avaliação Pós-Ocupação	61
2.4.1. Confecção de questionários	62

2.5. Análise crítica da revisão de literatura.....	63
3. MÉTODO.....	66
3.1. Etapa 1: Escolha dos empreendimentos e cálculo de amostra.	67
3.2. Etapa 2: Definição das variáveis a serem obtidas e das técnicas para obtê-las.....	68
3.3. Etapa 3: Descrição dos conjuntos habitacionais estudados e cálculo de transmitâncias e capacidades térmicas.....	69
3.3.1. Residencial Luna	69
3.3.2. Terra Nova Pelotas I	72
3.3.3. Caminho das Charqueadas	74
3.3.4. Condomínio das Pedras – Módulo III – Ametista.....	76
3.4. Etapa 4: Levantamento de dados em campo, aplicação dos questionários ..	79
3.5. Etapa 5: Elaboração dos bancos de dados no software Epidata, codificação dos dados, digitações dos resultados, comparação das digitações, transferência para o SPSS 21.0 e análise estatística através de frequência simples.	83
3.6. Etapa 6: Modelagem das HIS no software <i>Open Studio</i>	84
3.6.1. Terra Nova Pelotas I.....	84
3.6.2. Caminho das Charqueadas	85
3.6.3. Residencial Luna	85
3.6.4. Condomínio das Pedras – Módulo III – Ametista.....	86
3.7. Etapa 7: Inserção de parâmetros e simulação dos modelos definidos.....	87
3.7.1. Modelagem da habitação de interesse social no software SketchUp com o <i>plugin Open Studio</i>	87
3.7.2. Adição do arquivo climático ao modelo e os dias típicos	87
3.7.3. Configuração dos parâmetros de uso e ocupação segundo o RTQ-R ou os parâmetros de uso e ocupação obtidos em campo	88
3.7.4. Configuração dos materiais utilizados na habitação	89
3.7.5. Configuração dos parâmetros de ventilação natural e de climatização artificial	89

3.7.6. Cálculo da temperatura do solo – Slab	89
3.7.7. Definição dos dados de saída do programa	89
3.7.8. Simulação dos cinco modelos	89
3.7.9. Verificação de erros	89
3.8. Etapa 8: Obtenção dos níveis de eficiência energética, tratamento, análise e comparação dos dados encontrados.	90
3.9. Etapa 9: Análise das contribuições para o RTQ-R e redação das conclusões..	91
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	93
4.1. Resultados obtidos em campo	93
4.1.1. Resultados do Residencial Luna	93
4.1.1.1. Uso e ocupação.....	93
4.1.1.2. Operação de cortinas e aberturas	96
4.1.1.3. Operação do sistema de iluminação	97
4.1.1.4. Operação e uso de equipamentos elétricos	98
4.1.1.5. Operação e uso do aparelho de ar condicionado.....	99
4.1.1.6. Comparação entre os dados obtidos em campo e os parâmetros preconizados no RTQ-R.....	100
4.1.1.6.1 Uso e ocupação.....	100
4.1.1.6.2 Operação do sistema de iluminação.....	102
4.1.1.6.3 Operação e uso de equipamentos elétricos.....	102
4.1.1.6.4 Operação de cortinas e aberturas.....	104
4.1.2. Resultados gerais – Terra Nova Pelotas I, Residencial Caminho das Charqueadas, Condomínio das Pedras – Módulo III	104
4.1.2.1. Uso e ocupação.....	104
4.1.2.2. Operação de cortinas, venezianas e aberturas	108
4.1.2.3. Operação do sistema de iluminação	110
4.1.2.4. Operação e uso dos equipamentos elétricos.	112
4.1.2.5. Operação e uso do aparelho de ar condicionado.	113

4.1.2.6. Comparação entre os dados obtidos em campo e os parâmetros do RTQ-R - parâmetros gerais.....	115
4.1.2.6.1 Uso e ocupação.....	115
4.1.2.6.2. Operação de cortinas, venezianas e aberturas.....	118
4.1.2.6.3. Operação do sistema de iluminação.....	120
4.1.2.6.4. Operação e uso dos equipamentos elétricos.....	121
4.1.2.6.5. Operação e uso dos aparelhos de ar condicionado.....	123
4.2. Resultados das simulações.....	123
4.2.1. Residencial Luna.....	123
4.2.2. Caminho das Charqueadas.....	126
4.2.3. Condomínio das Pedras.....	128
4.2.4. Terra Nova Pelotas I.....	130
4.3. Comparação dos resultados dos condomínios estudados referentes aos parâmetros gerais	132
4.3.1. Uso e ocupação.....	133
4.3.2. Operação de cortinas e aberturas	133
4.3.3. Operação do sistema de iluminação	134
4.3.4. Operação e uso de equipamentos elétricos	134
4.3.5. Operação e uso de aparelhos de ar condicionado	134
4.4. Avaliação das comparações entre os modelos configurados pelo RTQ-R e os modelos que foram configurados trocando <i>schedules</i> do regulamento pela pesquisa	135
4.5. Avaliação das comparações entre os consumos obtidos com as simulações e com as contas de energia, para verão e inverno.....	137
5. CONCLUSÕES FINAIS.....	138
5.1. Sugestões para trabalhos futuros.....	140
Referências bibliográficas	141
Apêndice 1 - Questionário aplicado nas HIS em Pelotas-RS.....	145
Apêndice 2 – Carta aos condôminos.....	158

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do problema

A habitação de interesse social, no Brasil, está em forte expansão devido às políticas sociais aplicadas no setor da habitação. A produção destas unidades é feita em larga escala. No entanto, a pouca importância dada à fase de projeto e à especificação dos materiais são fatores que levam a construções de baixa qualidade, desprovidas de boas soluções de conforto térmico e eficiência energética.

As normativas e os regulamentos atuais, como o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INMETRO, 2012) e a NBR 15575 (ABNT, 2013), contribuem para a melhoria das soluções termoenergéticas das habitações.

O RTQ-R (INMETRO, 2012) avalia o nível de eficiência energética das edificações residenciais, sendo o nível mais eficiente o A, e o E, o menos eficiente. A avaliação é feita através de dois métodos, o prescritivo e a simulação computacional. Para se aplicar o método prescritivo utilizam-se equações que avaliam a envoltória, o aquecimento de água e eventuais bonificações.

O método de simulação computacional é desenvolvido através da modelagem da edificação e da calibração deste modelo com diversos parâmetros. Os padrões de uso e ocupação interferem diretamente no consumo, tendo em vista que o usuário tem o poder de tomar decisões como ventilar ou não a casa, escolher os equipamentos elétricos de sua residência, os tipos de lâmpadas, entre outros fatores.

A proximidade da simulação com a realidade está diretamente ligada com a compreensão da realidade dos usuários da habitação. A generalização dos dados abordados pelas normas e regulamentos leva ao questionamento de se de fato os parâmetros utilizados nas simulações de desempenho termoenergético das habitações de interesse social estão de acordo com a realidade dos usuários.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a influência do uso e da ocupação de usuários, com faixa de renda de 6 a 10 salários mínimos, no desempenho termoenergético de habitações de interesse social na zona bioclimática 2.

1.2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos a serem atendidos ao longo do trabalho destacam-se:

- contribuir para a qualificação do RTQ-R (INMETRO, 2012) e para futuros estudos em simulação energética de HIS nos aspectos que dizem respeito aos parâmetros de uso e ocupação;
- identificar as principais semelhanças e diferenças entre os parâmetros de uso e ocupação para a simulação computacional do RTQ-R (INMETRO, 2012) e os parâmetros reais obtidos em campo, com o intuito de compreender se o RTQ-R diverge da realidade;
- analisar as principais diferenças entre os condomínios no que diz respeito aos padrões de uso e ocupação, de maneira que possamos identificar o que possivelmente levou essas diferenças a acontecer;
- verificar a necessidade do RTQ-R (INMETRO, 2012) considerar a sazonalidade (verão e inverno) do uso e ocupação para cada zona bioclimática;

1.3. Motivação e justificativa

Pelotas está situada na zona bioclimática 2, segundo a NBR 15220 (ABNT, 2005 b), e possui clima temperado subtropical. A cidade apresenta as estações bem definidas e uma grande amplitude térmica diária. A partir da carta

bioclimática de Givoni (1992), onde a temperatura do ar e a umidade relativa são relacionadas, é possível identificar as estratégias bioclimáticas ao longo do ano.

A principal estratégia identificada, segundo Pouey e Silva (2010), para os meses de janeiro a março é a ventilação natural. O aquecimento solar passivo e a alta inércia térmica são recomendados para o ano todo, principalmente de maio a outubro. A ventilação e o resfriamento evaporativo são estratégias indicadas apenas para janeiro. Nos meses de junho a setembro o aquecimento artificial é indicado.

Devido às estações bem definidas, é necessário que as edificações na Zona Bioclimática 2 sejam projetadas observando os requisitos de verão e inverno, observando a relação do usuário com o edifício em termos de ocupação, iluminação, operação de aberturas, uso de equipamentos elétricos e uso do condicionamento artificial. Infelizmente as habitações de interesse social são projetadas em larga escala, e muitas vezes as necessidades dos usuários são desconsideradas.

Para que se possa considerar as necessidades do usuário, deve-se primeiro conhecer as rotinas de uso e ocupação das HIS, permitindo a elaboração de projetos de boa qualidade e eficientes energeticamente.

O RTQ-R (INMETRO, 2012) apresenta rotinas de uso e ocupação de forma simplificada, tratando todas as zonas bioclimáticas da mesma forma. A necessidade de aprimorar os conhecimentos sobre uso e ocupação em HIS, com o intuito de tornar os parâmetros a serem inseridos nas simulações termoenergéticas mais próximos da realidade, foi a principal motivação deste estudo.

1.4. Estrutura do trabalho

Esta pesquisa está dividida em cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução sobre o assunto a ser abordado, apresentando o problema, os objetivos, a motivação e justificativa, como também a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo consta a revisão bibliográfica que aborda temas como a habitação de interesse social no Brasil, simulação computacional termoenergética de HIS, regulamentos de desempenho termoenergético e avaliação pós-ocupação.

No terceiro capítulo são apresentadas as etapas da metodologia, que são: o cálculo de amostra, a definição das variáveis abordadas nos questionários, a definição dos conjuntos habitacionais, o levantamento de dados em campo, a elaboração do banco de dados e a análise dos dados, a modelagem da HIS, a

simulação dos modelos, o tratamento e análise dos resultados e as conclusões e contribuições para o RTQ-R (INMETRO, 2012).

No quarto capítulo é exposta a análise dos resultados, dos dados obtidos através dos questionários em relação à operação de cortinas e janelas, à operação do sistema de iluminação, à operação e uso dos equipamentos. São apresentados os resultados das simulações, comparações entre os dados de campo e o RTQ-R (INMETRO, 2012), comparações das respostas entre os condomínios e comparações dos modelos com os parâmetros da pesquisa e as contas de energia elétrica, caracterizando os consumos reais das unidades habitacionais.

No quinto capítulo são relatadas as conclusões finais, onde são avaliados os resultados e as contribuições para RTQ-R (INMETRO, 2012).

2.Revisão Bibliográfica

2.1.Habitação de interesse social no Brasil

O início dos programas habitacionais ocorreu durante o período militar. Foi criado, em 1964, o Banco Nacional de Habitação (BNH) e, em 1966, o Sistema Financeiro de Habitação (SFH). Este sistema proporcionou a construção de 5 milhões de habitações em aproximadamente 20 anos (VALENÇA; BONATES, 2009).

Este sistema possuía divergências, o sistema institucional e o operacional não eram integrados, o que dificultava a autossuficiência dos empreendimentos. Os financiamentos eram concedidos primeiramente às entidades, como as companhias habitacionais (COHABs) e o Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais (INCOOP). Essas entidades concediam financiamento aos interessados (pessoas físicas). (VALENÇA; BONATES, 2009).

A seguir, na figura 1, é ilustrado um exemplo de habitação de interesse social do período do BNH.



Figura 1 – CohabPel em Pelotas-RS.
Fonte: FABRES IMOVEIS (2015)

Em 1980, no mandato do presidente João Figueiredo, houve um descompasso. As parcelas dos financiamentos estavam acompanhando a inflação, mas os salários não. Desta maneira, os moradores fizeram grandes dívidas, inviabilizando novas construções (VALENÇA; BONATES, 2009).

Em 1985, o governo do José Sarney diminuiu a parcelas dos financiamentos, no entanto, as medidas adotadas não foram eficientes, chegando ao fim do BNH em 1986 (VALENÇA; BONATES, 2009).

Grande parte dos funcionários e das funções passaram para a Caixa Econômica Federal (CEF). No governo de Fernando Collor de Mello, que se iniciou em 1990, quase meio milhão de casas foram construídas. Apesar da melhora considerável no sistema de habitação, as populações muito pobres e miseráveis ainda não eram atingidas (VALENÇA; BONATES, 2009).

Após o *impeachment* de Fernando Collor de Mello, Itamar Franco assumiu o governo em 1993. Os programas anteriores de habitação foram cancelados, deixando 260.000 unidades por construir e uma grande dívida. Devido à grave crise econômica e à baixa qualidade das construções, 200.000 unidades não foram vendidas. O sistema de habitação de interesse social passou a ser comandado pelo Ministério de Bem Estar Social (VALENÇA; BONATES, 2009).

Existiam ainda dois programas habitacionais que visavam atender as populações de baixíssima renda, eram chamados Habitar Brasil e Morar Município. Estes programas eram incentivados pelos governos locais (VALENÇA; BONATES, 2009).

Fernando Henrique Cardoso assumiu a presidência em 1995, sua política social foi baseada nos sistemas dos governos anteriores. Foi criado o programa Carta de Crédito, que compreendia a faixa salarial de 3 a 12 salários mínimos. O governo alegava não ter recursos suficientes para abranger as faixas salariais mais baixas (VALENÇA; BONATES, 2009).

Em 1998, ainda no governo de Fernando Henrique Cardoso, foi criado o Programa de Arrendamento Residencial (PAR). Neste sistema, o interessado na habitação só se torna proprietário ao final do financiamento, pagando um aluguel juntamente às parcelas (VALENÇA; BONATES, 2009).

Luís Inácio Lula da Silva assumiu o governo em 2003 e deu continuidade aos programas sociais do governo anterior. Como a economia estava mais estável, houve grandes investimentos no setor da habitação de interesse social (VALENÇA; BONATES, 2009).

Segundo o Ministério das Cidades (2005, apud. VALENÇA; BONATES, 2009), foi investido 30 bilhões em habitação de 2003 a 2006. O PAR criou o Fundo de Arrendamento Residencial, o qual financiou a construção de 88.611 habitações. Na figura 2, a seguir, um exemplo de empreendimento elaborado pelo PAR.



Figura 2 – Residencial Solar das Palmeiras (2006) em Pelotas-RS.
Fonte: COSWIG,2011.

Segundo Roesler (2011), o PAR construiu 22 empreendimentos em Pelotas entre 2003 e 2010, os quais estão representados na figura 3 abaixo.

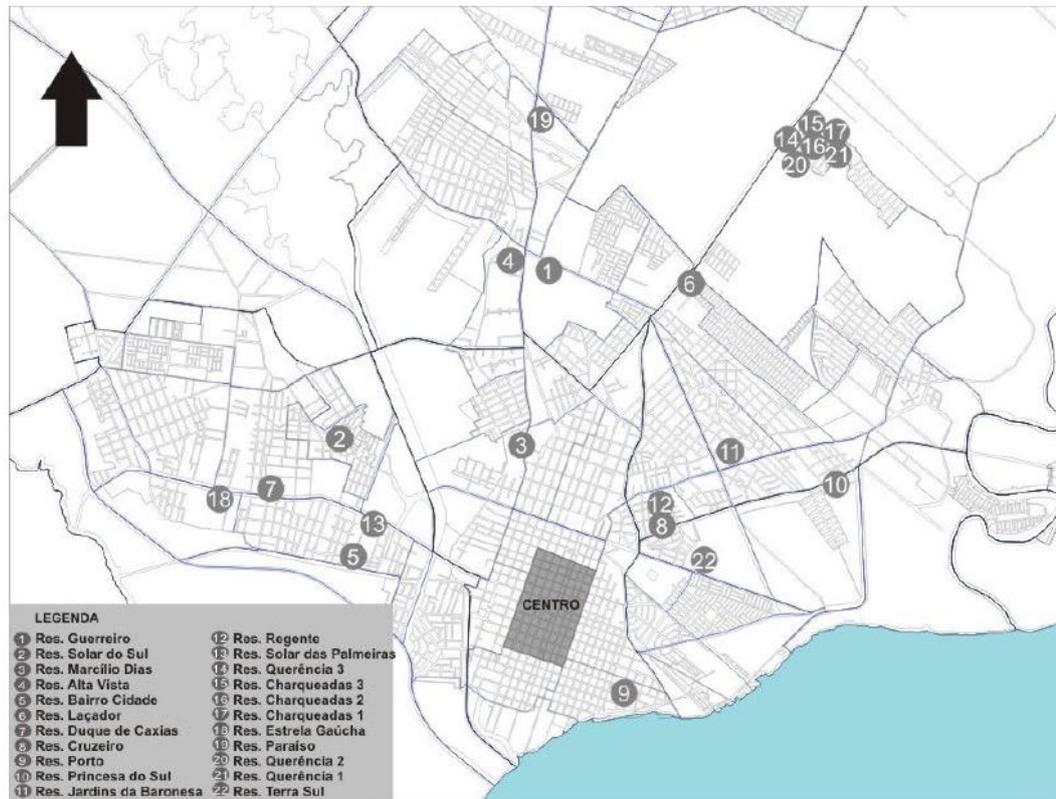


Figura 3 – Localização dos 22 empreendimentos PAR construídos na cidade de Pelotas-RS.
Fonte: ROESLER, 2011.

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi criado em 2007. Grandes investimentos foram feitos com fundos do Fundo de Garantia (FGTS). Estes fundos deveriam ser utilizados para infraestrutura, energia e políticas sociais. Foram investidos nestes setores R\$ 503,9 bilhões (VALENÇA; BONATES, 2009).

O programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) foi lançado em 2009 e se estende até o governo atual da presidente Dilma Rousseff (VALENÇA; BONATES, 2009).

O programa atinge três faixas salariais – 0 a 3, 3 a 6 e 6 a 10 salários mínimos – sendo que 91% do déficit de habitação está na faixa I (0 a 3 salários mínimos). Na primeira fase do programa, até 2011, 1.005.128 de habitações foram construídas. Na segunda fase, 2,4 milhões foram construídas, sendo 1,6 milhões para faixa I (KLINK; DENALDI, 2014).

O risco dos construtores é minimizado, já que o financiamento é feito diretamente com o governo. Na faixa I, os moradores recebem de 60 a 90% de

subsídio do preço final. As parcelas correspondem a 5% da renda ou podem ser pagos R\$ 50 reais durante dez anos (KLINK; DENALDI, 2014).

A participação dos governos locais é muito importante na faixa I. É necessário organizar uma lista de beneficiários, prover o terreno e a infraestrutura necessária.

Nas faixas II (3 a 6 salários mínimos) e III (6 a 10 salários mínimos) o envolvimento do governo local é menor. Nestas faixas o comprometimento da renda salarial é de 5 a 8,15%. O subsídio pode chegar a R\$ 25.000 reais (faixa II). Os beneficiários podem financiar o imóvel em 30 anos, já as construtoras podem financiar 85% da construção (KLINK; DENALDI, 2014).

Na figura 4 ilustra-se uma imagem de um empreendimento faixa II em Pelotas-RS.



Figura 4 – Residencial Terra Nativa (2009) na cidade de Pelotas-RS.
Fonte: NAURB (2014).

2.1.1. Faixas atendidas no PAC e PMCMV

As faixas definidas pelo PMCMV dividem-se pela renda familiar dos interessados em um financiamento de HIS com a CEF. A seguir uma breve explicação do funcionamento de cada faixa (MCMV, 2014).

2.1.1.1. Faixa I

Abrange a faixa salarial de até 3 salários mínimos. Este programa atinge cidades com mais de 100 mil habitantes, podendo haver casos especiais em cidades que possuem de 50 a 100 mil habitantes.

Como funciona:

- união aloca recursos por área do território nacional e solicita apresentação de projetos;
- estados e municípios realizam cadastramento da demanda e após triagem indicam famílias para seleção, utilizando as informações do cadastro único;
- construtoras apresentam projetos às superintendências regionais da CAIXA, podendo fazê-los em parceria com estados, municípios, cooperativas, movimentos sociais ou independentemente;
- após análise simplificada, a CAIXA contrata a operação, acompanha a execução da obra pela construtora, libera recursos conforme cronograma e, concluído o empreendimento, realiza a sua comercialização (MCMV, 2014).

Existem duas tipologias possíveis nesta faixa salarial, a tipologia 1 (casa térrea) e a tipologia 2 (apartamento). A primeira possui 35 m² e a segunda 42m². Nas figuras 5 e 6, a seguir, exemplos de planta baixa fornecidas pelo MCMV (2014).



Figura 5 – Modelo de tipologia 1.

Fonte: (MCMV, 2014).



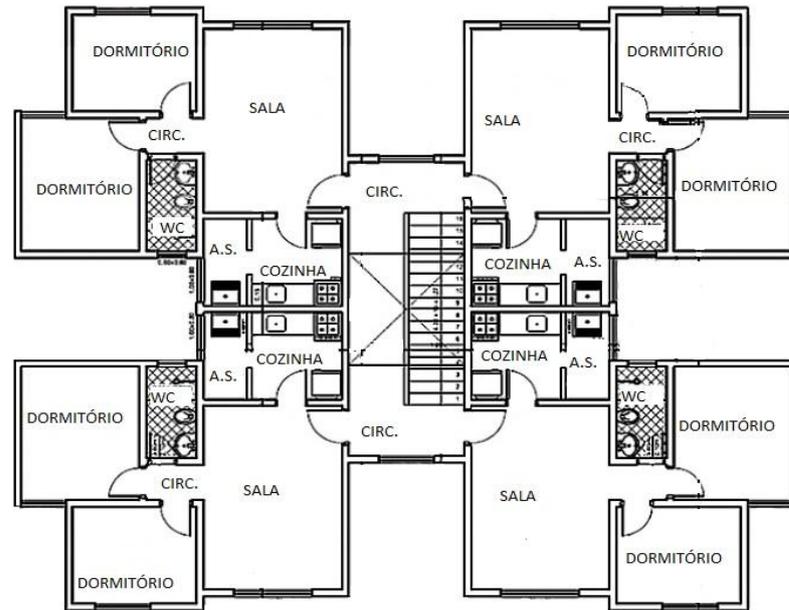


Figura 6 – Modelo de tipologia 2
Fonte: (MCMV, 2014).



Para ter direito a uma habitação pelo programa MCMV deve-se atender aos seguintes requisitos:

Para ser contemplado com esse tipo de habitação o usuário não pode possuir casa própria em seu nome, não pode ter sido contemplado em outros programas de HIS, deve estar dentro das faixas salariais estabelecidas pelo programa e deve pagar durante 10 anos a mensalidade estabelecida (valor que compromete até 10% da renda mensal) com prestação mínima de 50 reais, sujeito a correção. Não haverá cobrança por morte ou invalidez permanente (MCMV, 2014).

2.1.1.2. Faixas II e III

As faixas II e III possuem funcionamento semelhante, com algumas diferenças no financiamento.

As famílias com renda acima de 3 e até 6 salários mínimos terão aumento substancial do valor do subsídio nos financiamentos com recursos do FGTS. Aquelas com renda acima de 6 até 10 salários mínimos contarão com redução dos custos de seguro e acesso ao Fundo Garantidor da Habitação (MCMV, 2014).

A construtora interessada deve apresentar o projeto à CEF, que poderá financiar 100% do investimento, desde que haja comprovação da comercialização

de 30% das unidades ou 20% das unidades financiadas pela CEF. Conforme o andamento da obra, os recursos serão liberados. A construtora terá 24 meses para pagar o financiamento após a conclusão da obra (MCMV, 2014).

Os interessados nas HIS não podem possuir outro bem residencial em seu nome nem possuir financiamento ativo com o Sistema Financeiro da Habitação (SFH). O prazo máximo para o pagamento da habitação é de 30 anos. A faixa III, com renda entre 6 e 10 salários mínimos não recebe subsídios. O juro do parcelamento nesta faixa é de 8,16%, já na faixa II é de 6%.

2.2. Simulação termoenergética

A simulação computacional termoenergética é realizada através de *softwares* que permitem identificar de que maneira as variáveis arquitetônicas influenciam no consumo e no desempenho térmico das edificações.

Segundo o departamento de energia dos Estados Unidos (DOE, 2014), há 408 ferramentas de simulação computacional que avaliam a eficiência energética das edificações.

A simulação computacional pode avaliar o desempenho termoenergético de uma edificação, porém sua utilização na etapa de concepção de projeto permite elaborar estratégias que visam à eficiência energética.

A simulação não fornece soluções ou respostas exatas e é muito difícil comprovar a qualidade dos resultados. Devemos buscar o entendimento, não as respostas (HENSEN; LAMBERTS, 2011).

A calibração dos modelos computacionais envolve muitos parâmetros, o que torna essencial o estudo das rotinas e o comportamento do usuário. Esses parâmetros podem ser mais facilmente mensurados através de amostras e análises estatísticas (SILVA; GHISI; LUIZ, 2014).

Para aproximar a simulação da realidade é necessário inserir um arquivo climático no programa que será utilizado, este arquivo deve conter diversas informações climáticas de uma determinada região.

As características que um programa de simulação deve ter, segundo o RTQ-R (INMETRO, 2012), são:

Ser um programa para a análise do consumo de energia em edifícios; Ser verificado de acordo com testes propostos pela ASHRAE *Standard* 140 - -

2004: *Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.*; Modelar 8.760 horas por ano; Modelar variações horárias de ocupação, potência de iluminação e equipamentos; Rede de ventilação natural e sistemas de condicionamento artificial, definidos separadamente para cada dia da semana e feriados; Modelar efeitos de inércia térmica; Modelar efeitos de multi-zonas térmicas; Ter capacidade de simular as estratégias bioclimáticas adotadas no projeto; Determinar a capacidade solicitada pelo sistema de condicionamento de ar; Produzir relatórios horários das trocas de ar e das infiltrações; Produzir relatórios horários do uso final de energia (INMETRO, 2012, p.64).

Segundo o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais RTQ-R (INMETRO, 2012), os requisitos que os arquivos climáticos devem atender são:

- fornecer valores horários para todos os parâmetros relevantes requeridos pelo programa de simulação, tais como temperatura e umidade, direção e velocidade do vento e radiação solar;
- os dados climáticos devem ser representativos da Zona Bioclimática onde o projeto sob avaliação será locado e, caso o local do projeto não possua arquivo climático, deve-se utilizar dados climáticos de uma região próxima que possua características climáticas semelhantes;
- devem ser utilizados arquivos climáticos disponibilizados pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (www.eere.energy.gov) ou os arquivos climáticos publicados no sitio www.procelinfo.com.br/etiquetagem_edificios, em formatos tais como TRY e TMY (INMETRO, 2012, p.64).

Os resultados obtidos com as simulações termoenergéticas podem não estar totalmente vinculados à realidade, segundo Zero Carbon Hub (2014) existe uma lacuna entre o desempenho termoenergético (*performance gap*) do projeto da edificação e o desempenho da edificação construída. Um grupo de estudo foi montado, em Londres, para pesquisar e coletar provas de que as normas de desempenho devem ser relacionadas ao desempenho das edificações construídas e não ao projeto das edificações. Este grupo pretende provar, até 2020, que 90% das residências novas atingem ou superam o desempenho de projeto.

Para Zero Carbon Hub (2014), estas diferenças, entre o consumo real e o consumo de projeto, podem acarretar em uma série de riscos para o governo britânico, já que o desempenho de projeto pode ser inferior ao real, comprometendo as metas do governo para 2020. Para os moradores, o risco é de estar comprando edificações das quais não se sabe ao certo o desempenho.

A investigação destas diferenças é prioridade para o governo, os principais métodos utilizados foram a revisão bibliográfica e a aplicação de questionários com

os membros da SAP (*Standard Assessment Procedure*), que é formada por construtores que se voluntariam para fornecer informações sobre seu trabalho e as edificações realizadas.

2.2.1. Simulação termoenergética de HIS

Um exemplo de trabalho que utiliza a simulação como parte da metodologia é o estudo realizado por Bodach e Hamhaber (2010) no Rio de Janeiro no conjunto habitacional da Mangueira. Foram analisadas as barreiras e as oportunidades de implementar estratégias de eficiência energética em HIS. Além disso, foram analisadas as dimensões tecnológicas, institucionais e socioeconômicas para a introdução destas estratégias.

Segundo Bodach e Hamhaber (2010), a metodologia possui uma etapa de entrevistas estruturadas feitas com arquitetos, engenheiros civis, prefeitura e construtoras. Depois disso, foi utilizada a simulação computacional através do *software Ecotect*, com o intuito de analisar o projeto da HIS estudada no que diz respeito à exposição solar das fachadas das edificações, para estimar o ganho solar através das aberturas e para verificar o desempenho térmico do edifício.

Bodach e Hamhaber (2010) relataram que a precisão das simulações feitas foi prejudicada pela simplicidade dos algoritmos que calculam a ventilação natural. Devido a esta simplificação utilizou-se métodos qualitativos para estimar a ventilação natural.

O projeto analisado está localizado na zona bioclimática 8, conforme a normativa brasileira, e foi financiado pelo PAR. O condomínio é constituído de 22 prédios, com 496 unidades. Cada apartamento possui cerca de 37 m². Alguns blocos foram adicionados posteriormente, estes possuem a escada externa à edificação. A figura 7, a seguir, ilustra um modelo do volume do apartamento e da edificação.

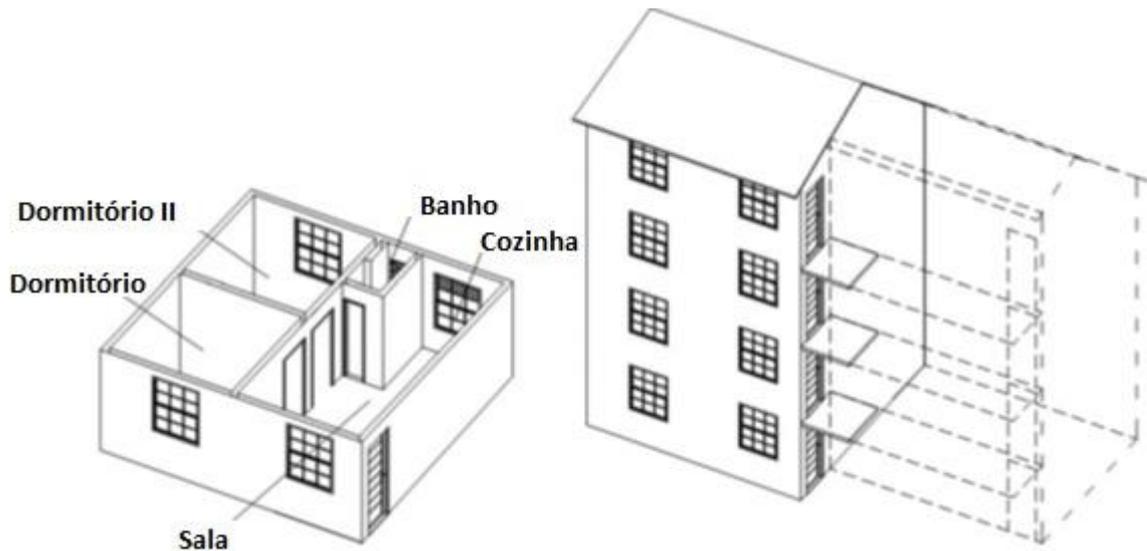


Figura 7 – Projeto de HIS da Mangueira.
Fonte: (BODACH; HAMHABER, 2010).

Para avaliar a eficiência energética da HIS foram estabelecidos quatro tópicos: planejamento urbano, conforto térmico e visual e instalações. O quarto elemento seria a ecoeficiência, referente ao consumo de recursos naturais (BODACH; HAMHABER, 2010).

Após a aplicação da metodologia estabelecida, foram elaboradas algumas estratégias para a obtenção da eficiência energética desejada.

No que diz respeito ao planejamento urbano, as principais estratégias estabelecidas foram: reduzir as ilhas de calor, sombrear, quando necessário, as fachadas da edificação e proporcionar melhores condições para a ventilação natural (BODACH; HAMHABER, 2010).

No tópico conforto térmico e visual, os autores apontaram como estratégia melhorar a eficiência térmica das edificações (uso da inércia térmica das paredes e uso de cores claras nas fachadas e telhados), melhorar o envelope da edificação, melhores condições para ventilação natural e garantir a iluminação natural com dispositivos de sombreamento quando necessário (BODACH; HAMHABER, 2010).

Sobre as instalações, Bodach e Hamhaber (2010) recomendam utilizar sistemas com placas solares para aquecimento de água, reduzir a demanda de eletricidade nos equipamentos elétricos e reduzir a demanda na iluminação. A principal ação a ser tomada para a redução da demanda de eletricidade, segundo os autores, seria a troca dos refrigeradores antigos por outros mais eficientes. Já para a redução da demanda de iluminação, um atitude recomendável seria trocar as

lâmpadas existentes por outras mais eficientes, além de conscientizar os moradores sobre os potenciais de economia que estas trocas podem gerar.

Em relação a ecoeficiência, os autores recomendam reduzir o impacto do uso do solo, reduzir o consumo de água, minimizar o impacto ambiental dos materiais utilizados na construção e proporcionar a diminuição do uso de transportes individuais (BODACH; HAMHABER, 2010).

Outro trabalho importante na área de simulação termoenergética é o desenvolvido por Pires et al. (2013). Neste trabalho, o objetivo principal era investigar a influência da forma da edificação no desempenho térmico em edifícios multifamiliares com características de HIS.

Como parte da metodologia foi utilizada a simulação computacional, executada através do *software Energy Plus*. Foram simulados um projeto base e alguns projetos propostos com o intuito de identificar quais aspectos influenciavam no desempenho. O arquivo climático utilizado foi o da cidade de Porto Alegre, RS.

As simulações foram iniciadas pela edificação com tipo arquitetônico de planta em forma H. Este tipo é muito comum em Porto Alegre e região em termos de HIS.

Posteriormente, foram simulados dois novos projetos denominados Projetos-propostos A e B, com tipos diferenciados, lançados com o intuito de melhorar a temperatura interna através de diferentes alternativas de envoltória. A área construída e os mesmos materiais foram mantidos.

Como principal resultado os projetos propostos em forma de barra apresentaram menos horas de desconforto que o projeto base (PIRES et al., 2013).

Sorgato, Melo e Lamberts (2013) desenvolveram um trabalho em que o principal objetivo era avaliar o método de simulação presente na NBR 15575 e propor um novo método de simulação de desempenho térmico.

Como parte da metodologia, os autores utilizaram o *software Energy Plus* para simular um modelo feito conforme a NBR 15575 e outro modelo conforme consulta pública proposta por Sorgato et al. (2013, apud. SORGATO, MELO E LAMBERTS, 2013). O modelo foi feito com base no projeto adaptado de uma residência da COHAB/SC. O arquivo climático utilizado foi o de Florianópolis, SC. Um dos principais resultados foi que, pelo método de simulação da NBR 15575, uma parede de concreto de 5 cm de espessura atenderia ao requisito mínimo, já pelo método proposto não.

Outro trabalho importante desenvolvido na área da simulação termoenergética de HIS foi o desenvolvido por Oliveira (2012). O objetivo principal do estudo era avaliar as prescrições da NBR 15220 – parte 3, quanto às características térmicas (transmitâncias, atraso térmico e fator de calor solar) dos fechamentos opacos (paredes e coberturas), propondo uma correlação entre essas variáveis a partir da análise das condições de conforto térmico de uma HIS para a zona bioclimática 2.

O caso base foi definido juntamente com a tipologia, a geometria da edificação e os parâmetros a serem utilizados na simulação computacional. A próxima etapa foi a modelagem e a simulação do caso base, através do *software Design Builder*.

Foram modificadas as características construtivas da edificação, das paredes e da cobertura. Posteriormente foram feitas as análises dos resultados.

Como principal conclusão do trabalho, foi observado que os valores de atraso térmico de paredes e coberturas recomendados para a zona bioclimática 2 impedem a obtenção de melhores resultados referentes ao conforto térmico.

Outra divergência nos resultados encontrados em relação à norma, foram os resultados dos modelos que apresentavam absorvâncias mais elevadas em decorrência do uso de cores mais escuras, os índices de conforto térmico no inverno e ao longo do ano como um todo foram mais positivos.

O trabalho realizado por Motta (2014) também utiliza como parte da metodologia a simulação computacional. O objetivo geral do trabalho é avaliar as prescrições da NBR 15.575 (ABNT,2013) para a zona bioclimática 2 em HIS.

A tipologia a ser estudada e as configurações a serem inseridas nas simulações foram definidas. Também foram definidos os dias típicos para verão e inverno.

O modelo foi desenvolvido através do *software Design Builder*, após a modelagem, o arquivo foi transferido para o *software Energy Plus*, onde foram feitas as simulações.

Através deste trabalho, foi concluído que o dia típico de inverno possibilitou diversas aprovações dos modelos pela norma, através do método de simulação. Essas aprovações ocorreram, pois, bastava atingir 5° C no ambiente para obter o nível mínimo de desempenho e 9°C para obter o nível máximo. Estes resultados

levaram o autor a perceber que não há correlação entre o método simplificado e o método de simulação estabelecidos pela norma.

Sobre o dia típico de verão, Motta (2014) percebeu que os condicionantes da norma facilitavam a aprovação dos modelos simulados, mesmo possuindo fechamentos opacos com propriedades além dos limites da norma. Os resultados referentes às transmitâncias mostraram que transmitâncias intermediárias seriam o ideal para colaborar com o conforto térmico durante todo ano.

Motta (2014) conclui que a principal contribuição do trabalho para a melhoria da norma é que os limites para aprovação, através do método de simulação, principalmente para inverno, não estão adequados para a zona bioclimática 2. O autor sugere a utilização do método de graus-horas em substituição ao uso do dia típico, desta maneira seria possível obter edificações mais eficientes e com menor consumo.

2.2.2. Condições de uso e ocupação em HIS

A identificação dos principais fatores do consumo de energia elétrica permite a elaboração de estratégias e tecnologias que tornem o seu uso mais eficiente. (SILVA, et al., 2013).

A ferramenta de simulação computacional exige um conhecimento dos parâmetros que serão calibrados no modelo, como por exemplo os equipamentos elétricos de uma residência, o tipo de iluminação e como é usada, os horários de ventilação natural, entre outros fatores que estão diretamente ligados ao usuário. As rotinas do uso e da ocupação são espontâneas e irregulares, no entanto, influem diretamente no consumo energético (SILVA; GHISI; LUIZ, 2014).

No intuito de conhecer melhor as condições de uso e ocupação em HIS, alguns trabalhos importantes foram desenvolvidos. O trabalho desenvolvido por Silva, et al. (2013) identificou os usos finais de eletricidade e rotinas de uso por meio de uma auditoria residencial, através da aplicação de questionários estruturados e medições do consumo de energia em 60 unidades de HIS na cidade de Florianópolis.

As medições foram feitas em um período de aproximadamente duas semanas. A análise dos dados foi feita em intervalos de confiança, através de métodos estatísticos paramétricos e não paramétricos. Os questionários foram

aplicados no verão e no inverno. As unidades possuíam de 25 a 85 m² e 1 a 8 moradores (SILVA et al., 2013).

Foram aplicados três tipos de questionários: (1) socioeconômico, (2) usos finais e (3) rotinas de uso e ocupação.

Na análise do consumo, foi adotado um critério de exclusão, onde, se o consumo mensal estimado tivesse uma diferença maior do que 20% do consumo apresentado nas contas de energia, a unidade seria excluída. Foram excluídas sete habitações (SILVA et al., 2013).

A análise de usos finais tinha como objetivo mostrar uma tendência da amostra encontrada, para isso usaram o teste não paramétrico de 90% de confiança. Os valores que divergiam muito dos demais foram excluídos da análise e a ordem dos usos finais é baseada na mediana da amostra. O item **Outros** da tabela é equivalente aos equipamentos que individualmente não foram significativos para os usos finais e apresentaram grande variabilidade entre as amostras (SILVA et al., 2013).

A seguir, está representada na tabela 1 a análise dos usos finais de eletricidade.

Tabela 1 – Usos finais de eletricidade com intervalo de confiança de 90% para a mediana.

Valor	Chuveiro Elétrico	Refrigeradores	Televisão	Iluminação	Máquina de lavar roupa	Micro-ondas	Outros
Superior	40,3%	33,1%	12,2%	6,1%	1,1%	0,9%	3,5%
Mediana	36,8%	29,9%	10,2%	5,2%	0,9%	0,6%	10,5%
Inferior	33,5%	27,4%	8,4%	4,5%	0,7%	0,4%	8,0 %

Fonte: SILVA et al., 2013.

Nas rotinas de ocupação foram obtidas rotinas representativas para cada habitação. Foi levantada a potência média de cada equipamento, a fração de potência em cada horário e a existência dos equipamentos em cada habitação (SILVA et al., 2013). A fração de potência foi obtida através da seguinte equação 1:

$$FP_j = \frac{\sum_{i=0}^m FP_{ij} \times PMH_i \times n_i}{n \times \sum_{i=0}^m PMH_i}$$

(EQ 1)

Onde:

FP_j é a fração de potência em cada horário j do dia para cada ambiente de permanência prolongada (adimensional);

j é o horário do dia, variando de 0 a 23 (horas);

FP_{ij} é a fração de potência do equipamento i no horário j do dia, em cada ambiente de permanência prolongada (adimensional);

m é o número de equipamentos (adimensional);

n_i é o número de habitações que contém o equipamento i (adimensional);

n é o número total de habitações (adimensional);

PMH é a potência média do equipamento i nas habitações (W).

Na figura 8 está representada uma compilação das rotinas de uso dos equipamentos elétricos por ambiente nas 24 horas do dia. O eixo y representa a fração de potência utilizada e o eixo x as horas do dia. Para o dormitório, por exemplo, a potência média instalada é de $18,28 \text{ W/m}^2$. As frações de potência são pequenas em cada ambiente, o que representa a simultaneidade do uso dos equipamentos eletrônicos da edificação. Ao multiplicar a fração de potência pela potência média instalada do ambiente é possível saber a potência consumida em determinada hora.

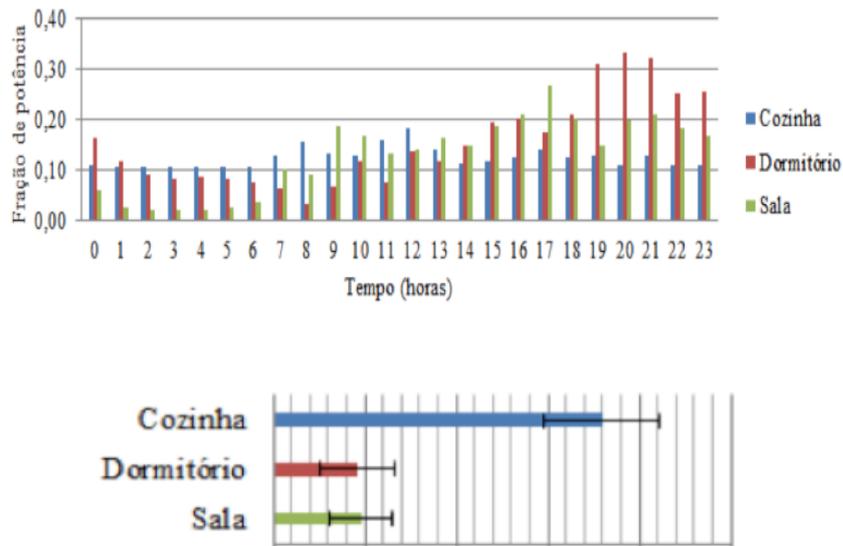


Figura 8 – Rotinas médias de uso de equipamentos elétricos e densidade de potência por ambiente.
Fonte: SILVA et al., 2013

Na figura 9, a seguir, estão representadas as rotinas de ocupação de cada ambiente. O período que antecede as 17 horas não foi considerado, pois as frações

de potência eram nulas. Os dados foram representados em nível inferior, mediana e superior. Nos casos em que a mediana e o nível não aparecem, é porque estes são nulos.

As principais conclusões deste artigo são que os maiores usos de energia das residências são através do chuveiro elétrico, tanto no verão como no inverno. Após os chuveiros elétricos os grandes consumidores de energia são os refrigeradores, a televisão e a iluminação.

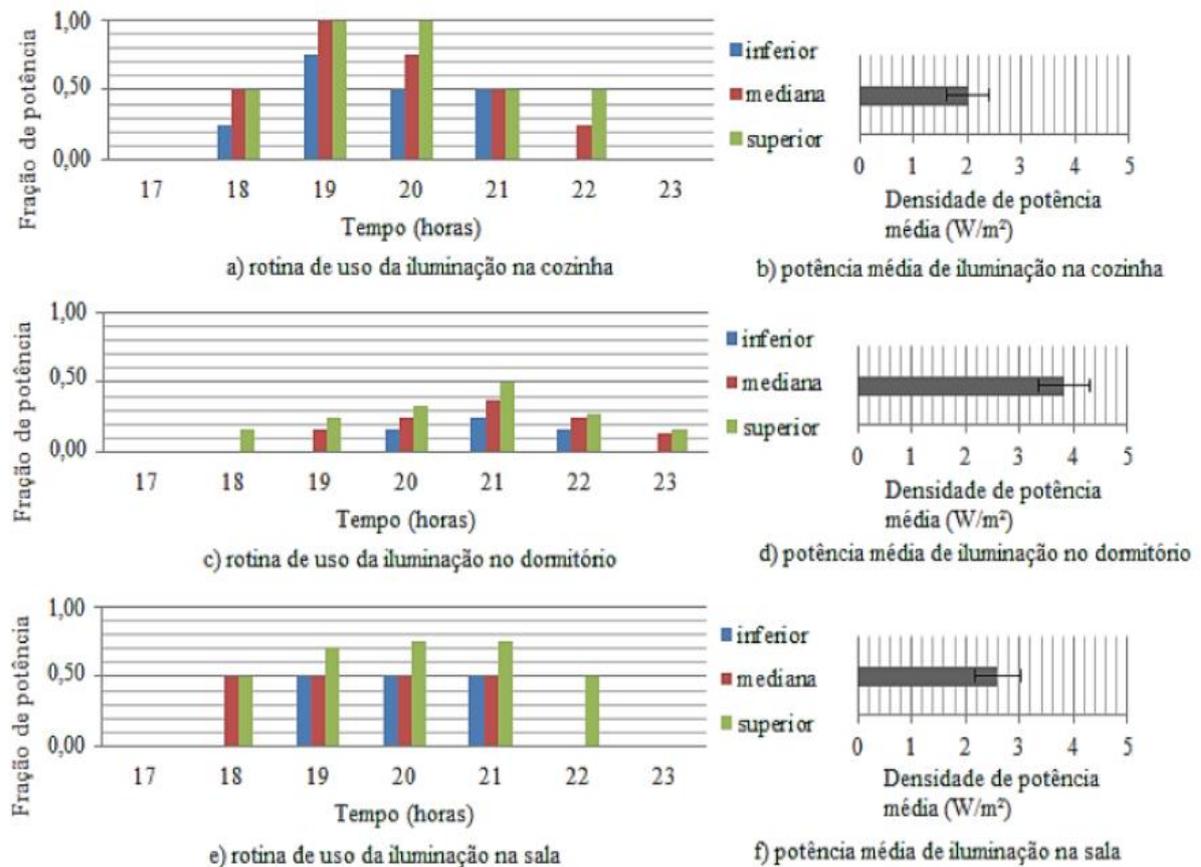


Figura 9 - Rotinas de uso de iluminação com intervalos de 80% de confiança.

Fonte: SILVA et al., 2013

Outro trabalho importante sobre as rotinas de uso e ocupação foi o feito por Fedrigo, Ghisi e Lamberts (2009), no qual foram estabelecidos os usos finais da energia elétrica em cinco regiões geográficas brasileiras. A metodologia utilizada foi baseada no banco de dados da Eletrobrás/PROCEL (2007). Foram aplicados questionários em todo o país sobre equipamentos elétricos, utilização e características dos mesmos, entre outras questões. Na tabela 2, abaixo, está ilustrada uma compilação da posse de equipamentos por região geográfica.

Tabela 2 – Posse de equipamentos por região geográfica.

Equipamentos	Posse de equipamentos por região geográfica (%)					
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Média
Refrigerador	93	93	97	96	99	96
Freezer	16	17	16	21	45	24
Ar Condicionado	16	12	11	7	16	12
Televisor	95	97	95	97	99	97
Aparelho de som	46	73	57	60	87	74
Computador	12	17	23	22	27	23
Lava Roupa	55	35	72	74	77	77

Fonte: FEDRIGO; GHISI; LAMBERTS (2009).

A análise dos resultados permitiu notar a grande influência do clima, da renda familiar e aspectos culturais de cada região.

“Os usos finais médios ficaram distribuídos em 7% para iluminação, 42% para refrigerador e freezer, 19% para chuveiro elétrico, 2% para aparelho de ar condicionado, 12% para televisor e 18% para os demais aparelhos”. (FEDRIGO, GHISI E LAMBERTS, 2009, p.1076). O chuveiro elétrico e o ar condicionado variam muito de acordo com a região. Na figura 10, a seguir, um gráfico de usos finais médios de energia elétrica no Brasil no setor residencial.

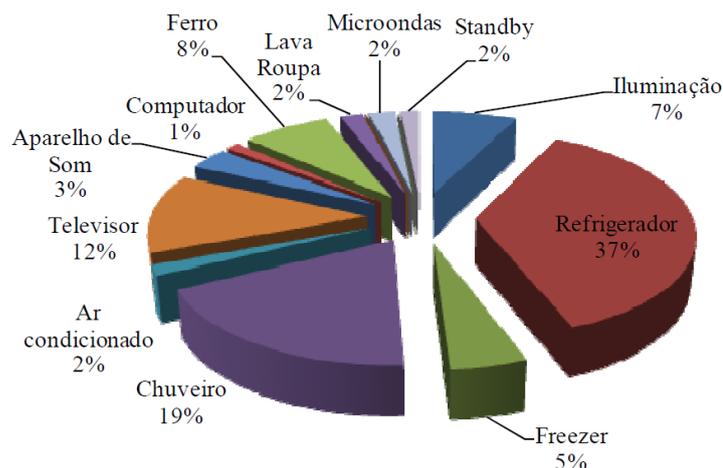


Figura 10 - Usos finais médios de energia elétrica no Brasil no setor residencial.

Fonte: FEDRIGO; GHISI; LAMBERTS (2009).

Outro trabalho, elaborado por Silva, Ghisi e Luiz (2014), foi desenvolvido com base numa pesquisa estruturada em 16 habitações de interesse social na Grande Florianópolis, utilizando o levantamento de dados para identificar as rotinas

de ocupação, operação de aberturas e uso de equipamentos. A pesquisa iniciou-se com a aplicação de questionários, no entanto, para obter dados mais precisos foi necessário monitorar as habitações.

Foram utilizados equipamentos de monitoramento de aparelhos elétricos chamados *Power Bay T8*. Para a análise de dados foram utilizadas distribuições estatísticas paramétricas e não paramétricas. O intervalo de confiança utilizada foi de 80% (SILVA; GHISI; LUIZ, 2014).

O teste estatístico que mostrou dados mais confiáveis, com menores amplitudes dos intervalos de confiança, foi o Wilcoxon dos postos sinalizados. Neste teste o intervalo de confiança é alcançado através da mediana da população. Quanto mais próximos os limites superiores e inferiores de Wilcoxon estão da mediana, mais habitações possuem aquele comportamento (SILVA; GHISI; LUIZ, 2014).

As diferenças nas curvas dos gráficos mostram que há divergências entre as repostas dos moradores. Percebe-se que os dormitórios estão melhores representados pela a análise estatística, já que as diferenças são menores.

Nas tabelas 11, 12 e 13, a seguir, os resultados das taxas de ocupação ao longo de um dia obtidos na cozinha, na sala e nos dormitórios em dias de semana.

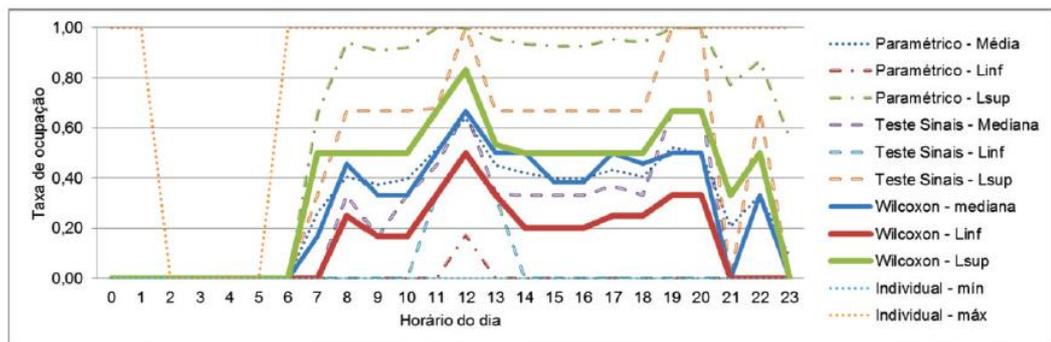


Figura 11 – Rotina de ocupação da cozinha de segunda a sexta-feira.
Fonte: (SILVA, GHISI, LUIZ, 2014)

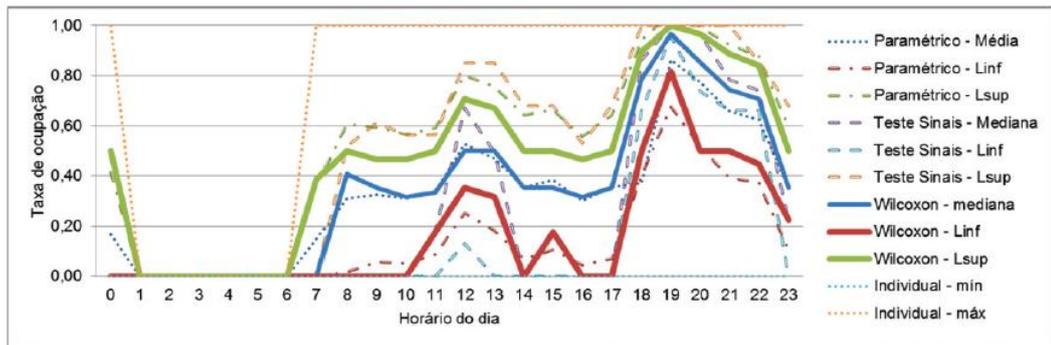


Figura 12 – Rotina de ocupação da sala de segunda a sexta-feira.
Fonte: (SILVA,GHISI, LUIZ, 2014)

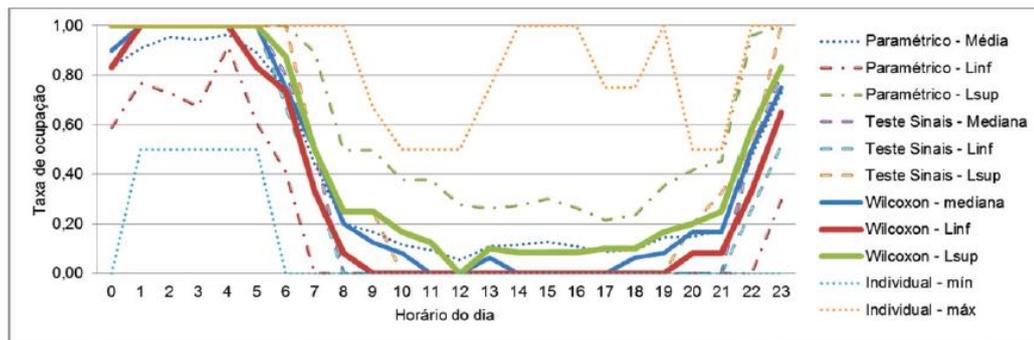


Figura 13 – Rotina de ocupação dos dormitórios de segunda a sexta-feira.
Fonte: (SILVA,GHISI, LUIZ, 2014)

Silva, Ghisi e Luiz (2014) estabeleceram rotinas apenas para o período quente do ano. Pretendem ampliar os estudos para os períodos frios, além de considerar outras variáveis que podem vir a influenciar no uso e na ocupação, como, por exemplo, a renda *per capita*, a idade dos moradores e o perfil da família estudada. Além disso, pretendem comprovar os resultados utilizando a simulação computacional como parte da metodologia.

Outro trabalho importante foi o estudo realizado em Salvador, na Bahia, feito por Reale et al. (2014), no qual foi feito um levantamento de dados em habitações de interesse social com o intuito de identificar os aspectos de uso e ocupação.

Dois tipos de questionários foram aplicados. O primeiro foi elaborado em parceria com a Rede de Pesquisa sobre o Uso Racional da Água e Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social. O foco principal do questionário era investigar os fatores que influenciam o consumo de água e energia. A aplicação ocorreu em 111 residências (REALE et al., 2014).

O segundo foi adaptado de uma pesquisa elaborada na Universidade de Santa Catarina – foram selecionadas 10 casas, no entanto, no momento da elaboração do artigo, 6 casas tinham sido avaliadas (REALE et al., 2014).

Para analisar os fatores que estão associados ao consumo de energia elétrica, os autores questionaram os moradores sobre a renda familiar, o número de moradores e crianças, a escolaridade do chefe da família e as cargas instaladas na residência. A renda familiar dos respondentes era de, em média, R\$ 622,00 (REALE et al., 2014).

Na tabela 3 está representado um dos principais resultados dos questionários, que é uma compilação da posse dos equipamentos elétricos.

Tabela 3 – Perfil da habitação: bens de consumo duráveis.

ITENS	Quantidade de itens					Total
	0	1	2	3	4 ou +	
Freezer	87%	12%	1%	0%	0%	100%
Chuveiro Elétrico	83%	16%	1%	0%	0%	100%
Tocador de CD	77%	23%	1%	0%	0%	100%
Computador	67%	33%	0%	0%	0%	100%
Máquina de lavar roupa	49%	50%	1%	0%	0%	100%
Ventilador	43%	46%	8%	2%	1%	100%
Rádio	32%	63%	5%	0%	0%	100%
Video/DVD	20%	72%	7%	1%	0%	100%
Geladeira	2%	94%	4%	1%	0%	100%
Televisão	2%	59%	33%	5%	0%	100%

Fonte: (REALE et al., 2014)

Outro resultado interessante sobre o comportamento dos usuários são os hábitos de economia de energia. 54% dos respondentes apagam as luzes dos ambientes quando não estão ocupados, 21% retiram os equipamentos elétricos da tomada quando não estão usando, 3% buscam comprar equipamentos com selos de economia de energia e 1% disse que regula o termostato da geladeira.

Poucos moradores apresentaram a conta de luz, tampouco sabiam o seu consumo em kWh, a maioria sabia apenas o valor em reais que pagam. A média de valor pago pelos moradores destas habitações é de R\$ 52 reais/mês.

2.2.3. Arquivos Climáticos

Os arquivos climáticos mais utilizados nos programas de simulação podem ser de dois tipos: *Test Reference Year* (TRY) ou *Test Meteorological Year* (TMY).

No arquivo TRY é definido um ano real, avaliado dentro de um período de 30 anos. Para a determinação do ano é feita uma eliminação das temperaturas médias extremas (altos ou baixas), chegando a um ano em que os dados climáticos representem a região.

No arquivo TMY este arquivo representa um ano fictício, formado por meses de anos reais diferentes. Estes são escolhidos para que não haja extremos.

Ainda há os arquivos do tipo *Energy Plus Weather File* (EPW) que consistem em bancos de dados meteorológicos, de radiação solar e iluminância celeste, em um formato separado por vírgulas.

O arquivo climático utilizado na simulação não precisa ser necessariamente o da cidade em que está sendo feito o estudo; no caso de não haver um arquivo climático da cidade em questão, pode ser utilizado um arquivo de uma cidade na mesma zona bioclimática, com as características mais semelhantes possíveis (OLIVEIRA, 2012).

2.2.4. Energy Plus e Design Builder

O programa *Energy Plus* foi elaborado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE). Inicialmente, eram utilizados os programas *Building Loads Analysis and System* (BLAST) e DOE-2, programas que foram elaborados no final dos anos 1970 e o no início dos anos 1980. O primeiro fazia análises energéticas e o segundo auxiliou na produção das normas ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerator and Air Conditioning Engineers*) (OLIVEIRA, 2012).

O *software Energy Plus* é composto por um sistema modular e estruturado, baseado nos *softwares* BLAST e DOE-2. O funcionamento do *software* é baseado em dados de entrada e saída por arquivos de texto (OLIVEIRA, 2012).

O *Energy Plus* é um programa de simulação de análise termoenergética baseada na descrição do edifício em seus aspectos físicos e sistemas mecânicos (DOE,2014).

Este *software*, comparado com outros programas da área, proporciona resultados mais precisos na simulação de ambientes não condicionados. Os

arquivos criados pelo programa possuem a extensão .idf (*input data file*) (OLIVEIRA, 2012).

As cargas internas do modelo são calculadas por um balanço térmico, em que o usuário deve especificar o intervalo de tempo (o padrão é 15 minutos) (CRAWLEY et al., 2008). Segundo Melo e Lamberts (2008):

O balanço de energia para cada elemento da edificação no programa *Energy Plus*, envolve os processos de condução, convecção e de radiação os quais ocorrem nas superfícies internas e externas. Os ganhos de calor internos com o sistema de iluminação, sistema de condicionamento de ar, equipamentos e pessoas são de extrema importância para o cálculo do balanço térmico na edificação. As superfícies interagem com o balanço térmico do ar da zona por convecção. O balanço térmico do ar envolve o processo de convecção em relação às cargas internas, ao ar que o sistema de condicionamento de ar insere na zona e ao sistema de ventilação e infiltração presentes na zona (MELO; LAMBERTS, 2008, p.6).

O programa calcula o aquecimento e o resfriamento da edificação, fornecendo dados sobre o consumo energético. Além disso, o programa fornece dados sobre o conforto do usuário, temperatura e umidade (CRAWLEY et al., 2008).

Na figura 14, a seguir, é apresentado o sistema de balanço energético do *Energy Plus*. Este sistema é dividido em três módulos. O primeiro corresponde ao gerenciamento de balanço de calor por superfície, integrando os dados dos modelos de céu, sombreamento, luz natural, janelas de vidro e o cálculo das funções de transferência por condução; o segundo é o módulo do balanço de calor pelo ar, que engloba a ventilação natural e o condicionamento artificial; e o terceiro módulo corresponde à simulação de sistemas da edificação, que se refere ao fluxo de ar entre as zonas térmicas.

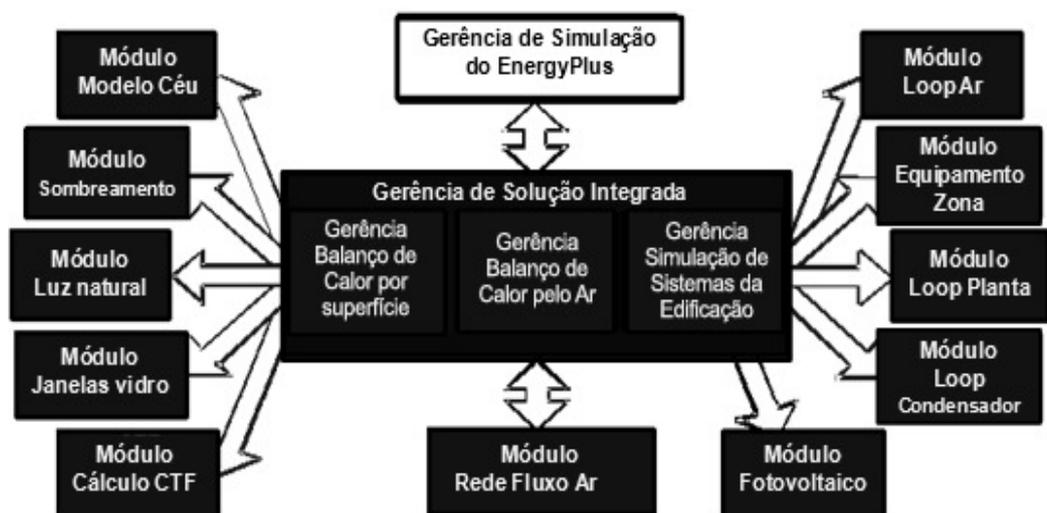


Figura 14 – Gerência de simulação do *Energy Plus*. Fonte: (CRAWLEY et al., 2000)

A desvantagem principal deste programa é sua interface gráfica, que dificulta a utilização por usuários iniciantes. Para modelagem é possível utilizar o *plugin* do *software Google SketchUp* chamado *Legacy Open Studio*. Neste trabalho foi utilizado o *Energy Plus 8.1* com o *Google SketchUp 8* e o *plugin Legacy Open Studio 1.0.11.410*.

A seguir, na figura 15, está ilustrada a interface do *Google SketchUp* com o *plugin Legacy Open Studio*. Na segunda linha da barra superior estão localizados os ícones que são instalados pelo *plugin*. Algumas das possibilidades destes ícones são abrir, fechar e salvar arquivos; verificar os erros da modelagem; criar novas zonas térmicas; criar elementos de sombreamento; definir as propriedades dos elementos da edificação e combinar as faces adjacentes.

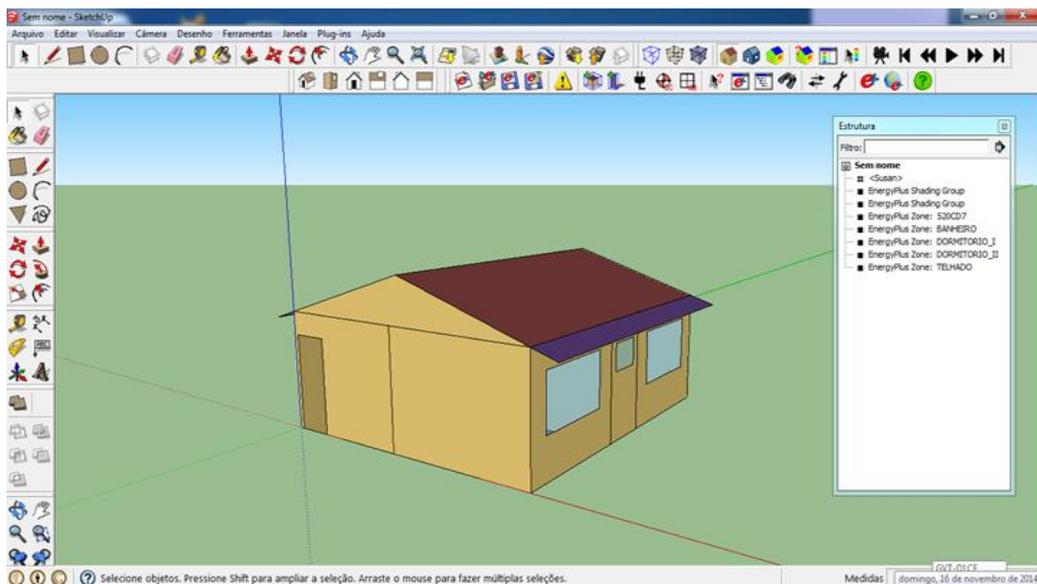


Figura 15 – Interface do *Google SketchUp* com o *plugin Open Studio*.
Fonte: Acervo do autor.

Uma alternativa para os problemas de modelagem do *software Energy Plus* é o *software Design Builder*. Este *software* possui recursos de modelagem e de inserção de parâmetros de fácil utilização. A base de cálculo do *Design Builder* é baseada nos algoritmos do *Energy Plus* (MOTTA, 2014).

2.2.5. Ventilação Natural em HIS

A ventilação natural é uma estratégia fundamental para diminuir o desconforto por calor, principalmente em regiões de clima quente e úmido. A velocidade do vento ajuda na evaporação do suor da pele, permitindo um maior conforto para os usuários das habitações (MATOS, 2007).

A carta psicrométrica de Givoni (1992) é um indicador que aponta a necessidade do uso da ventilação natural. Ela indica quais estratégias devem ser utilizadas de acordo com a região estudada, baseada na umidade relativa do ar e nas temperaturas de bulbo seco. Na figura 16, a seguir, está representado um exemplo de carta psicrométrica. Esta carta é da cidade de Santa Maria, elaborada a partir das temperaturas externas e da umidade relativa, através do *software Analysis Bio*. Esta cidade foi escolhida por ser a mesma do arquivo climático utilizado nas simulações.

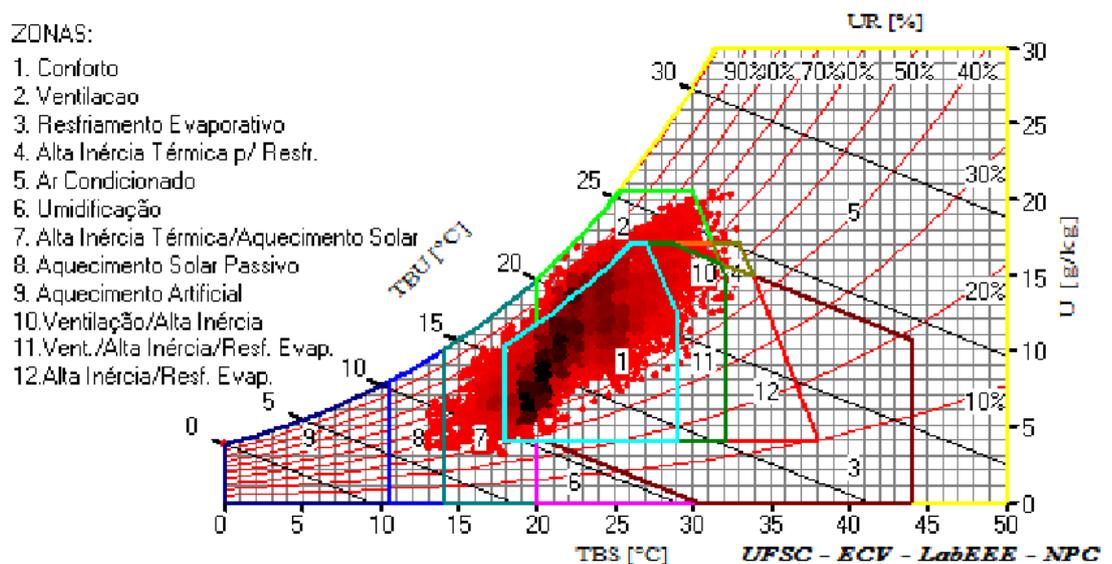


Figura 16 – Carta bioclimática de Givoni para Santa Maria.
Fonte: carta elaborada pela autora através do *software Analysis Bio*.

A carta bioclimática de Santa Maria sugere que seja utilizada a ventilação natural durante 12,3% das horas do ano.

Além de garantir o conforto térmico, a ventilação natural promove a renovação da qualidade do ar, beneficiando a saúde do morador. Há dois métodos para proporcionar conforto térmico através da ventilação natural: efeito fisiológico

(evaporação do suor da pele) e ventilação noturna (há uma refrigeração da massa interna da residência que reduz a taxa de temperatura interna) (GIVONI,1992).

A responsabilidade pela abertura ou não das portas e janelas diz respeito apenas ao usuário. Um estudo feito por Concannon (2002) aponta as principais razões do usuário para ventilar a casa, que são listadas a seguir:

- a) Captar ar fresco em quartos e salas de estar;
- b) Remover odores;
- c) Remover o ar antigo e a condensação;
- d) Arejar a casa durante as atividades domésticas;
- e) Remover a fumaça de cigarro. Em casas de fumantes a abertura de janelas é duas vezes mais frequente do que em casas de pessoas não fumantes.

As razões para não ventilar a casa incluem:

- a) Prevenção de correntes de ar localizadas (*draughts*);
- b) Manter uma temperatura preferencial;
- c) Proteção do frio e da chuva;
- d) Manter privacidade e segurança;
- e) Reduzir o barulho e a poluição externos. (CONCANNON,2002,p.35)

Existem duas classificações de troca de ar, a ventilação e a infiltração. A ventilação pode ser dividida em natural (através de fluxo de ar) e forçada (mecânica) através de ventiladores, insufladores e exaustores. A infiltração é o fluxo de ar que passa por frestas de portas e janelas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2015).

Segundo Bodach e Hamhaber (2010), a vegetação é um fator significativo na ventilação natural. Vegetações densas posicionadas em frente às aberturas podem diminuir o fluxo de ar na edificação. Já vegetações dispostas em linha podem direcionar os ventos e melhorar a ventilação. O planejamento urbano também deve considerar a vegetação, já que pode bloquear ou proporcionar a ventilação, o que influi diretamente nas residências.

Neste mesmo estudo foi sugerida como estratégia para o aprimoramento do conforto térmico, a ventilação natural, devendo-se buscar o tamanho e a localização correta das aberturas. Além disso, o projeto do envelope da edificação deve proporcionar a ventilação cruzada dos ambientes (BODACH; HAMHABER, 2010).

Silva, Ghisi e Luiz (2014) levantaram dados sobre as rotinas das portas e janelas em HIS na grande Florianópolis. Nas tabelas 4 e 5 a seguir estão demonstradas as compilações das rotinas de abertura de portas e janelas em cada ambiente ao longo do dia. O valor que demonstra a rotina da maioria dos moradores é o valor do meio da tabela, a mediana. Os limites inferiores e superiores mostram

os desvios das repostas. O valor 1,0 representa quando a ventilação do ambiente é total naquela hora.

Tabela 4 – Rotinas de operação das portas.

Hora	Portas de segunda a sexta-feira									Portas no final de semana											
	Cozinha			Sala			Quarto			Cozinha			Sala			Quarto					
	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS			
0			0,25			0,50		0,25	0,50			0,25			0,50		0,13	0,25	0,42		
1	0,00		0,25			0,50		0,13	0,25	0,42			0,25			0,50		0,13	0,25	0,42	
2			0,25			0,50		0,13	0,25	0,42			0,25			0,50		0,13	0,25	0,42	
3			0,25			0,50		0,13	0,25	0,42			0,25			0,50		0,13	0,25	0,38	
4			0,25			0,50			0,25	0,38			0,25			0,50			0,25	0,38	
5			0,25			0,50			0,25	0,38			0,25			0,50			0,25	0,50	
6			0,25			0,50		0,25	0,25	0,50			0,50			0,50		0,19	0,25	0,75	
7	0,50	0,50	0,75	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,75	0,50	0,50	0,75	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,83	0,50	0,50	0,83
8	0,50	0,50	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,54	0,75	0,50	0,50	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
9	0,50	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00
10	0,50	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00
11	0,50	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00
12	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00
13	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
14	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
15	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
16	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
17	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
18	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,71	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,88	1,00	0,71	0,83	1,00
19	0,50	0,50	0,75	0,50	0,50	1,00	0,50	0,75	0,88	0,50	0,75	1,00	0,50	0,50	1,00	0,71	0,83	1,00	0,71	0,83	1,00
20	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,75	0,88	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,71	0,83	0,88	0,71	0,83	0,88
21	0,00	0,50	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	0,83	0,50	0,50	0,50	0,25	0,50	0,75	0,58	0,75	0,75	0,58	0,75	0,75
22		0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	0,50	0,75		0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	0,56	0,50	0,50	0,56	0,50
23			0,50			0,50	0,25	0,25	0,50			0,50			0,50	0,25	0,50		0,25	0,50	

Fonte: SILVA; GHISI ; LUIZ (2014)

Tabela 5 – Rotinas de operação de janelas.

Hora	Janelas de segunda a sexta-feira									Janelas no final de semana											
	Cozinha			Sala			Quarto			Cozinha			Sala			Quarto					
	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS	LI	med	LS			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
6			0,50			0,17			0,25			0,50			0,17			0,25			0,25
7	0,50	0,50	0,75	0,17	0,50	0,50	0,33	0,50	0,58	0,50	0,50	1,00	0,42	0,50	0,75	0,38	0,50	0,63	0,38	0,50	0,63
8	0,50	0,50	1,00	0,25	0,50	0,67	0,50	0,58	0,75	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,40	0,75	0,83	0,40	0,75	0,83
9	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	0,75	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	1,00	1,00	0,83	1,00	1,00
10	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	1,00	1,00	0,83	1,00	1,00
11	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
13	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
14	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	0,50	0,75	1,00	0,50	0,67	1,00	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,67	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
20	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
21	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,67	0,25	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,67	0,25	0,50	0,67	0,25	0,50	0,50
22		0,50	0,50		0,33	0,50		0,25	0,50		0,50	0,50		0,33	0,50		0,25	0,50		0,25	0,50
23					0,33																

Fonte: SILVA, GHISI E LUIZ (2014)

2.2.6. Uso de sistemas de AC em HIS

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2011), os principais elementos do consumo energético residencial brasileiro são: a iluminação, a conservação de alimentos, o condicionamento ambiental, o aquecimento de água e os serviços gerais. Os equipamentos elétricos mais representativos do consumo são: as lâmpadas, a geladeira e o freezer, o chuveiro elétrico, o ar condicionado, a televisão e a máquina de lavar roupa.

No trabalho feito por Fedrigo, Ghisi e Lamberts (2009), somente 2% das residências brasileiras, em 2009, possuíam condicionamento artificial de ar. No entanto, este índice passava de 16% na região Sul.

Segundo a Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação (ASBRAV, 2014), houve um aumento de 2,5% no número de habitações no Brasil de 2012 para 2013, sendo estimado que 13% possuem aparelhos de ar condicionado. Os aparelhos de *Split* correspondem a 74% das vendas de aparelhos de ar condicionado, os aparelhos de janela correspondem a 14%, os aparelhos de ar condicionado central a 11% e os aparelhos de Volume de Refrigerante Variável (VRF) a 1%.

O Sudeste corresponde a 32% das vendas, o centro-oeste a 21%, o Nordeste a 19%, o Sul a 17% e o Norte a 12%.

O setor espera terminar o ano de 2014 com um total de US\$ 16,29 bilhões em vendas de ar condicionado, um crescimento de 10% na comparação com 2013. As vendas em 2013 foram estimadas em US\$ 14,8 bilhões e para o final de 2014 a estimativa é somar US\$ 16,28 bilhões em vendas no setor HVAC-R. (ASBRAV,2014)

Outro trabalho relacionado à simulação computacional em HIS com uso de condicionamento artificial de ar foi feito por Silva e Ghisi (2014). O objetivo do trabalho era avaliar a influência do usuário nas variáveis relacionadas ao desempenho térmico de HIS, através da simulação computacional. Foi simulada uma residência em Florianópolis para o período quente do arquivo climático. Silva e Ghisi (2014) enfatizam que, apesar de não haver sistema de ar condicionado nestas casas, ele foi considerado para que se possa analisar o consumo de refrigeração.

A ventilação natural foi considerada das 8h às 21h e o ar condicionado das 21h às 8h. Estes horários foram considerados apenas para os dormitórios, sala e cozinha. O banheiro possuía apenas ventilação natural.

Os resultados da pesquisa mostram que as características construtivas prevalecem em relação às características do comportamento do usuário. Para Silva e Ghisi (2014), o comportamento do usuário seria apenas uma incerteza da simulação, ao se variar os componentes construtivos.

A absorvância solar mais baixa mostrou diminuir os graus-horas de resfriamento, independentemente das rotinas de uso e ocupação do ambiente.

Segundo Fedrigo et al. (2009), foi feita uma comparação da posse de equipamentos elétricos, incluindo o ar condicionado, de 1998 para 2005. A quantidade média de ar condicionados passou de 0,03 para 0,25 unidades de equipamentos por residência, entre 1998 e 2005 na região sul.

2.3. RTQ-R

O Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) foi criado com o intuito de incentivar as estratégias de eficiência energética em habitações. A iniciativa para a elaboração do regulamento surgiu em 2004 entre a Eletrobrás e UFSC (PROCEL, 2016).

A combinação de uma envoltória com boas soluções de projeto e o uso de equipamentos eficientes podem levar a uma boa classificação. Este regulamento foi instituído em 25 de novembro de 2010 e revisado em 2012 (PROCEL, 2016).

A classificação do regulamento vai de A a E, sendo A o nível mais eficiente. Os aspectos da habitação que são avaliados são o sistema de aquecimento de água, envoltória e eventuais bonificações. A equação 2 a seguir é utilizada para a avaliação da unidade habitacional (UH), sendo que o parâmetro *a* varia de acordo com a região. Este parâmetro refere-se à relevância do aquecimento de água no consumo energético da edificação (INMETRO, 2012).

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações \quad (EQ 2)$$

Onde:

PTUH: pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;

a: coeficiente adotado em função da região geográfica na qual a edificação está localizada;

EqNumEnv: equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória da unidade habitacional autônoma, quando ventilada naturalmente;

EqNumAA: equivalente numérico do sistema de aquecimento de água;

Bonificações: pontuação atribuída a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação.

A tabela 6 apresenta o coeficiente **a**, utilizado na equação anterior, de acordo com a região geográfica.

Tabela 6 – Coeficiente **a** de acordo com a região geográfica.

Coeficiente	Região Geográfica				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
a	0,95	0,90	0,65	0,65	0,65

Fonte: (RTQ-R, 2012)

Nota: O coeficiente da tabela 10 deve ser alterado para 0,65, nas regiões Norte e Nordeste, sempre que houver um sistema de aquecimento de água projetado ou instalado.

Existem dois procedimentos indicados no regulamento para avaliar o nível de eficiência energética da envoltória: o método prescritivo e a simulação computacional. A avaliação pelo método prescritivo é baseada no atendimento de pré-requisitos que abordam variáveis como as propriedades térmicas dos fechamentos, absorvância solar, transmitância e capacidade térmica, ventilação natural e iluminação natural (INMETRO, 2012).

A avaliação dos ambientes de permanência prolongada é feita separadamente através dos indicadores de graus-hora (GHR) e do cálculo do consumo relativo anual para aquecimento (CA). A pontuação obtida deve ser comparada com a tabela 7, que mostra classificação dos índices de eficiência energética.

Tabela 7 – Classificação do índice de eficiência de acordo com a pontuação obtida.

Pontuação (PT)	Nível de Eficiência
$PT \geq 4,5$	A
$3,5 \leq PT < 4,5$	B
$2,5 \leq PT < 3,5$	C
$1,5 \leq PT < 2,5$	D
$PT < 1,5$	E

Fonte: INMETRO (2012).

No método de simulação computacional, devem ser inseridos os parâmetros de ventilação natural e o condicionamento artificial. Os valores obtidos devem ser comparados com o método prescritivo (INMETRO, 2012).

O regulamento define pré-requisitos específicos para o método de simulação. Primeiramente o programa de simulação deve ser certificado pela norma ASHRAE 140 (ASHRAE, 2004), modelar 8.760 horas por ano, modelar variações horárias de ocupação, potência de iluminação e equipamentos, rede de ventilação natural e sistemas de condicionamento de ar para dias de semana e feriados (INMETRO, 2012).

O arquivo climático deve constar de parâmetros de temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação solar. No caso de não haver um arquivo climático da cidade trabalhada, deve ser utilizado o arquivo de outra cidade da mesma zona bioclimática. Os arquivos devem ser do tipo TRY e TMY (INMETRO, 2012).

Para a modelagem, deve ser considerada uma zona térmica para cada ambiente com as características geométricas e construtivas do projeto que será avaliado (INMETRO, 2012).

Nas edificações de até 10 pavimentos, deve-se modelar todos os pavimentos. Nas edificações com mais de 10 pavimentos, deve se modelar um pavimento a cada 5 pavimentos tipo (INMETRO, 2012).

Os dispositivos de sombreamento devem ser modelados de acordo com o projeto. O ático da cobertura pode ser modelado como uma zona térmica. As áreas de uso comum podem ser modeladas como uma única zona, desde que não prejudique a ventilação natural. As garagens em contato com a edificação devem ser modeladas como uma zona térmica (INMETRO, 2012).

A ventilação natural deve ser avaliada pelo método de graus-hora e comparada com os níveis de eficiência das tabelas do arquivo climático. Todos os ambientes com aberturas devem ser modelados conforme o projeto. Deve-se utilizar para o coeficiente de rugosidade do entorno o valor 0,33, que representa um terreno em centro urbano (INMETRO, 2012).

O coeficiente de descarga (CD) para janelas e portas retangulares deve ser de 0,60. O coeficiente do fluxo de ar por frestas (CQ) para janelas e portas retangulares deve ser de 0,001 kg/s.m (INMETRO, 2012).

O padrão de uso da ventilação natural pode ser por controle automático, temperatura ou entalpia. Pode ser feito também por padrões horários. O padrão de ocupação para dormitórios é de duas pessoas por ambiente. A sala deve ser utilizada por todos os usuários dos dormitórios, no caso de dois dormitórios, quatro pessoas ocupariam a sala. Na tabela 8 está ilustrado o padrão de ocupação.

Tabela 8 – Padrão de ocupação para dias de semana e final de semana.

Hora	Dormitórios		Sala	
	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)
1 h	100	100	0	0
2 h	100	100	0	0
3 h	100	100	0	0
4 h	100	100	0	0
5 h	100	100	0	0
6 h	100	100	0	0
7 h	100	100	0	0
8 h	0	100	0	0
9 h	0	100	0	0
10 h	0	50	0	0
11 h	0	0	0	25
12 h	0	0	0	75
13 h	0	0	0	0
14 h	0	0	25	75
15 h	0	0	25	50
16 h	0	0	25	50
17 h	0	0	25	50
18 h	0	0	25	25
19 h	0	0	100	25
20 h	0	0	50	50
21 h	50	50	50	50
22 h	100	100	0	0
23 h	100	100	0	0
24 h	100	100	0	0

Fonte: INMETRO (2012).

As taxas metabólicas foram baseadas na ASHRAE *Handbook of fundamentals* (2009) considerando uma área de pele média de 1,80m². “Quando a cozinha for ocupada por mais de uma pessoa, somente uma estará com a taxa metabólica de 95 W/m², os outros ocupantes podem estar com taxas metabólicas de 60 W/m².”(INMETRO, 2012, p.69). Na tabela 9, estão representadas as taxas metabólicas a serem adotadas.

Tabela 9 – Taxas metabólicas para cada atividade.

Ambiente	Atividade Realizada	Calor Produzido (W/m ²)	Calor produzido para área de pele = 1,80 m ² (W)
Sala	Sentado ou assistindo TV	60	108
Dormitórios	Dormindo ou descansando	45	81

Fonte: INMETRO (2012).

Referente às potências de iluminação, a inserção de parâmetros no modelo deve ser feita apenas para os ambientes de permanência prolongada. Os padrões são divididos em dias de semana e final de semana. Os valores de 100% equivalem a quando a iluminação está ligada. As densidades de potência de iluminação (DPIs) são de 5 W/m² para dormitórios e 6 W/m² para sala. Os parâmetros de equipamentos elétricos são inseridos apenas na sala sendo 1,5 W/m² durante 24h. Na tabela 10 estão representados os padrões de iluminação.

Tabela 10 – Padrão de iluminação para dias de semana e final de semana.

Hora	Dormitórios		Sala	
	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)
1 h	0	0	0	0
2 h	0	0	0	0
3 h	0	0	0	0
4 h	0	0	0	0
5 h	0	0	0	0
6 h	0	0	0	0
7 h	100	0	0	0
8 h	0	0	0	0
9 h	0	100	0	0
10 h	0	0	0	100
11 h	0	0	0	100
12 h	0	0	0	0
13 h	0	0	0	0
14 h	0	0	0	0
15 h	0	0	0	0
16 h	0	0	0	100
17 h	0	0	100	100
18 h	0	0	100	100
19 h	0	0	100	100
20 h	0	0	100	0
21 h	100	100	100	0
22 h	100	100	0	0
23 h	0	0	0	0
24 h	0	0	0	0

Fonte: INMETRO (2012).

Para o cálculo de temperatura do solo deve ser utilizado o pré-processador *Slab* do programa *Energy Plus*. “O programa calcula a temperatura média do solo para cada mês do ano, com base nos valores de temperaturas internas e externas da edificação, para o clima escolhido.” (INMETRO, 2012, p.71).

A modelagem do sistema de condicionamento artificial deve ser aplicada para dormitórios e sala. A temperatura do termostato de refrigeração é de 24°C (em todas zonas bioclimáticas) e de 22°C para aquecimento, nas zonas 1 a 4.

Deve ser considerado o condicionamento artificial no período das 21h às 8h. A ventilação natural deve ser modelada das 9h às 20h. A taxa de fluxo de ar por pessoa é de 0,00944 m³/s. O modo de operação do ventilador é contínuo, a eficiência do ventilador é 0,7 e eficiência do motor 0,9.

A razão entre o calor retirado do ambiente e a energia consumida pelo equipamento (COP) é de 3,00 W/W. A razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida pelo equipamento (COP) é de 2,75 W/W. O número máximo de horas não atendidas do sistema de condicionamento de ar não deve ultrapassar 10%. (INMETRO,2012).

2.3.1. Elaboração do RTQ-R

O processo de desenvolvimento dos regulamentos de eficiência energética de edificações começou através da promulgação da Lei nº 10.295 em 17 de outubro de 2001. Esta lei determinou que os máximos ou mínimos de eficiência energética de edificações construídas seriam baseados em indicadores técnicos e regulamentações específicas (LABEEE, 2011).

Um comitê foi formado com o intuito de elaborar estas regulamentações, chamado de Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE); para os regulamentos de edificações foi criado um grupo mais específico chamado de Grupo Técnico para a Melhoria da Eficiência Energética nas Edificações do País (GT- Edificações) (LABEEE, 2011).

O GT-Edificações iniciou as atividades pela elaboração do regulamento de edifícios comerciais, de serviços e públicos em 2005. Um fórum de discussões foi criado para auxiliar na elaboração dos regulamentos, foi chamado de Secretaria Técnica de Edificações (ST-Edificações).

O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), a Eletrobras e diversos acadêmicos especialistas da área participaram desta secretaria. O Procel Edifica, criado pela Eletrobras, foi nomeado coordenador da ST-Edificações. (LABEEE, 2011).

O INMETRO também é membro da ST-Edificações, umas de suas principais ações foi criar a Comissão Técnica de Edificações (CT-Edificações), que tem como foco principal a discussão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) (LABEEE, 2011).

O relatório 02 feito pelo LABEEE (2011) descreve a elaboração do processo de simulação do RTQ-R, o qual aborda os parâmetros de uso e ocupação para o método de simulação, que é o foco principal deste trabalho.

Os padrões de ocupação foram baseados na dissertação de Matos (2011). A autora define para o seu trabalho uma família de 4 pessoas, sendo 1 casal e 2 filhos que estudam no período da manhã. Os quartos são utilizados por no máximo duas pessoas e a cozinha e sala por todos os usuários. A autora separa os padrões de ocupação em dias de semana e finais de semanas.

Nas figuras 17 e 18 estão representadas as rotinas de ocupação dos dias úteis (a) e finais de semana (b) ao longo das 24 horas do dia e o número de habitantes utilizando o espaço em determinada hora. Cada ambiente possui uma cor na representação gráfica.

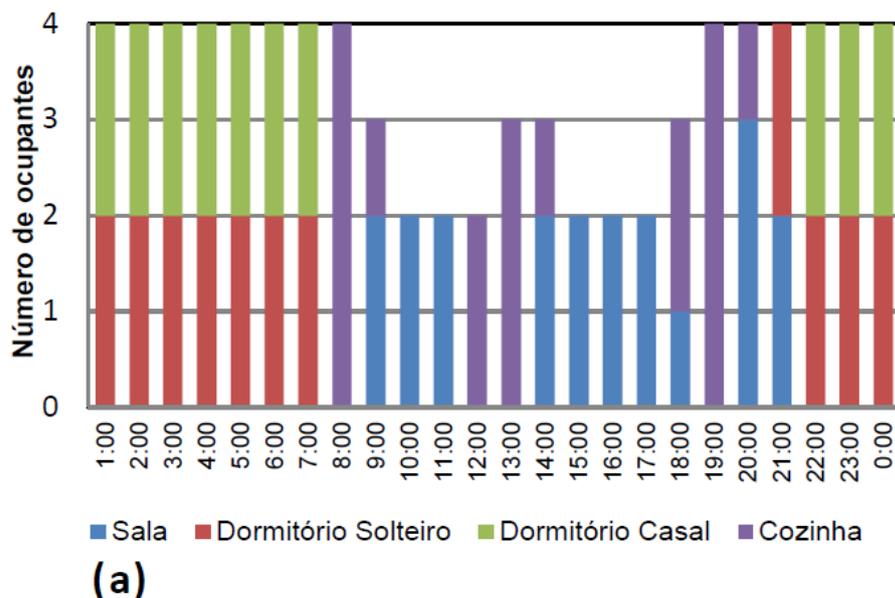
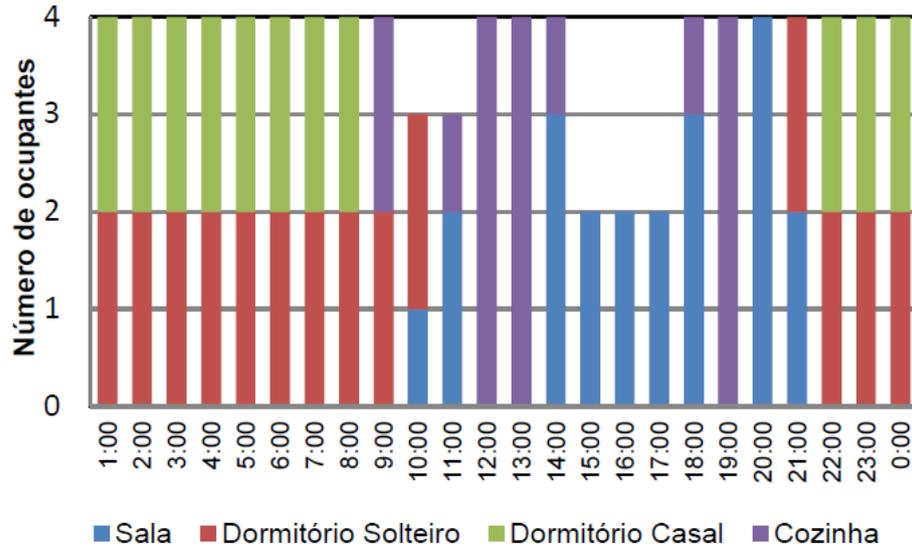


Figura 17 – Padrão de ocupação dos ambientes nos dias úteis.
Fonte: LABEEE (2011)

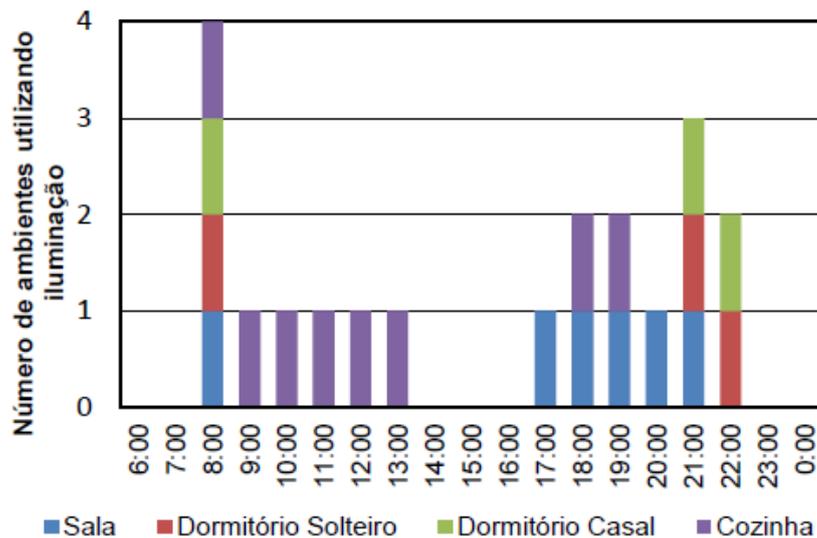


(b)

Figura 18 – Padrão de ocupação dos ambientes nos finais de semana.
 Fonte: LABEEE (2011).

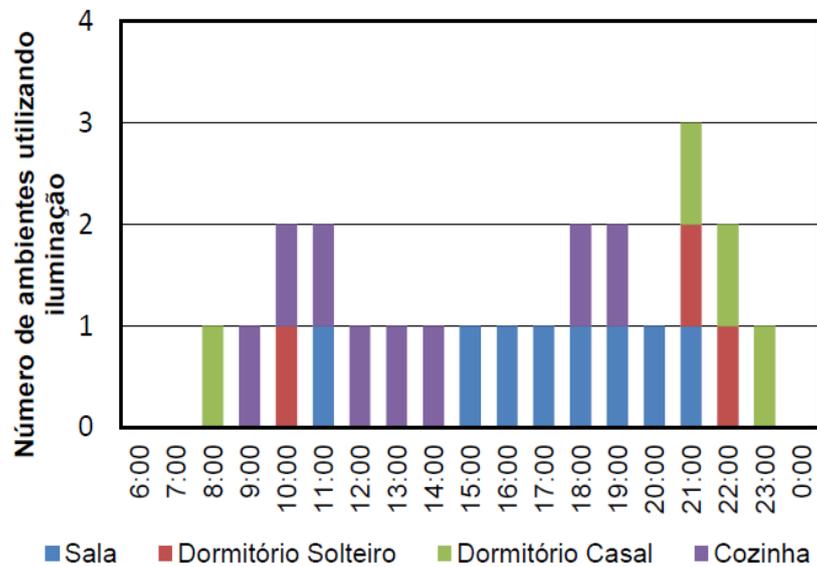
O padrão de iluminação também foi baseado em Matos (2011), foi desenvolvido de acordo com a ocupação dos ambientes. Também foram separados em dias úteis e finais de semana. No horário das 21 horas todos ambientes estão com a iluminação ligada, isso acontece pois há ocupação no quarto dos solteiros, no quarto do casal e na sala simultaneamente.

Nas figuras 19 e 20 estão representados os padrões de iluminação dos ambientes para dias úteis e dias de semana ao longo das 24 horas do dia. Os ambientes estão separados por cores pela representação gráfica.



(a)

Figura 19 – Padrão de iluminação dos ambientes nos dias úteis.
Fonte: LABEEE (2011).



(b)

Figura 20 – Padrão de iluminação dos ambientes nos finais de semana.
Fonte: LABEEE (2011).

Os padrões de equipamentos elétricos divergem entre o relatório elaborado pelo LABEEE (2011), a dissertação de Matos (2011) e o regulamento. Matos (2011) considera como parâmetros dos equipamentos elétricos o chuveiro, o refrigerador, o aparelho de som, o ferro de passar, o fogão convencional, o liquidificador, a TV de 14" e o ventilador. Já no relatório de elaboração do regulamento é considerado para a sala a potência de 20,71 W e 33,19 W para a cozinha durante 24 horas. No RTQ-R (INMETRO, 2012) o regulamento define 1,5 W/m² apenas para sala.

Os padrões de ventilação natural e condicionamento artificial do relatório técnico LABEEE (2011) separavam os dias úteis dos finais de semana, no entanto isso não acontece no RTQ-R (INMETRO, 2012). No relatório os ambientes eram condicionados das 21h às 8h nos dias úteis e nos finais de semana das 22h às 9h. A ventilação natural nos dias úteis era das 8h às 20h e nos finais de semana das 10h às 21h.

No RTQ-R (INMETRO, 2012) devem ser simulados dois modelos. No primeiro modelo deve ser inserido como parâmetro o horário de ventilação natural para todos os dias da semana das 9h às 20h e o de condicionamento artificial é das

21h às 8h. O outro deve ter simulado somente com ventilação natural durante as 24 horas do dia.

Esta análise permitiu perceber que os parâmetros de uso e ocupação do regulamento são baseados na definição de rotina de uma família elaborada por Matos (2011), não consta nesta pesquisa um levantamento de dados em campo. Logo, estes dados, não são representativos de uma amostra confiável.

Além disso, em relação aos parâmetros de equipamentos elétricos, existem diferenças entre o regulamento, o relatório e a dissertação. Não ficou claro através destas bibliografias como se chegou ao parâmetro final.

2.4. Avaliação Pós-Ocupação

A Avaliação pós-ocupação (APO) visa avaliar o desempenho de ambientes construídos. Apesar de resgatar as questões projetuais da edificação, o foco do estudo está nos aspectos de uso, operação e manutenção.

O foco principal é o usuário, busca-se promover uma melhoria na qualidade de vida e produzir informações e dados sobre as relações entre o usuário e o ambiente (ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

Para Villa e Ornstein (2013), a APO é uma boa ferramenta para a participação popular nos projetos de HIS. Através da opinião de usuários, é possível identificar suas necessidades e insatisfações, de maneira que os próximos projetos possam ser melhores em diversos aspectos.

2.4.1. Confecção de questionários

A utilização do método de questionários tem por objetivo investigar como o usuário percebe, utiliza e se refere a determinado produto. No caso da APO, o produto é a edificação. Diversos assuntos podem ser abordados nos questionários, como por exemplo:

- Atributos: o que as pessoas são, por exemplo: sexo, idade, classe social, nível de instrução, etc.;
- Atitudes: referem-se a preferências e sentimentos das pessoas em relação a alguma coisa;
- Comportamento: hábitos, o que as pessoas rotineiramente fazem ou deixam de fazer;

- Crenças: o que as pessoas consideram verdadeiro ou falso em relação a um determinado assunto. (ORNSTEIN; ROMERO, 1992, p.111).

Existem dois tipos de questionários mais frequentemente utilizados, os não estruturados e os estruturados. Os não estruturados correspondem a entrevistas livres, possuem apenas um roteiro que levarão a hipóteses, que somente poderão ser comprovadas através de questionários estruturados (ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

Os questionários estruturados possuem uma abordagem quantitativa, tornando a aplicação e a interpretação mais fáceis. A aplicação destes pode ser feita pessoalmente, por telefone, pelo correio, pelo correio eletrônico ou autopreenchimento supervisionado (ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

Os estudos feitos com escalas de valores são muito utilizados, possuem baixo custo, garantem o anonimato dos respondentes e diminuem a possibilidade de respostas mal interpretadas pelo usuário (ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

Uma boa solução para garantir a resposta de toda amostra seria deixar os questionários no local desejado e buscar em outro dia, de maneira que os respondentes não se sentirão pressionados (KIDDER, 1987 apud ORNSTEIN, 1992).

No entanto, é preciso ter cuidado para que a ordem das questões não influencie nas respostas. É recomendado uma sequência aleatória das questões e não lógica.

Outra regra de aplicação refere-se à extensão dos questionários. No caso de não haver como reduzir mais o número de questões e ainda estiver extenso, deve-se dividir em dois e aplicá-los a pessoas diferentes, dentro da mesma população, possibilitando que os respondentes não se desmotivem ou desistam de participar.

Quando os questionários possuírem escalas, deve-se adotar valores baseados em outros pesquisadores reconhecidos. A seguir um exemplo de questão com a escala adotada:

Quanto à circulação interna:

- Facilidade de orientação: 1 2 3 4 5
- Facilidade de acesso para pessoas e materiais: 1 2 3 4 5
- Quantidade e dimensão dos acessos: 1 2 3 4 5

Onde:

- 1 - Péssimo
- 2 - Precário
- 3 - Regular

4 - Bom
 5 - Ótimo
 (SIMÕES, 1990, apud. ORNSTEIN, 1992, p.89)

Para a elaboração de questionários, algumas questões devem ser levantadas como:

- Decidir quais informações são necessárias;
 - Decidir qual o tipo de questionário a ser adotado;
 - Elaborar questionário pré-teste;
 - Aplicar pré-teste;
 - Rever e aferir questões se necessário;
 - Editar questionário definitivo;
 - Especificar procedimentos para a aplicação do questionário definitivo;
 - Treinar os avaliadores/entrevistadores responsáveis pela sua aplicação;
 - Aplicar questionário definitivo.
- (KIDDER, 1987 apud. ORNSTEIN, 1992, p. 112).

2.5. Análise crítica da revisão de literatura

Os estudos sobre HIS como o de Valença e Bonates (2009) contribuíram para o entendimento do histórico das políticas sociais e da evolução dos programas habitacionais.

Inicialmente, no período do BNH, os sistemas de habitação atingiam uma parcela menor da população e não conseguiam atingir as populações de baixíssima renda. Além disso, havia diversos problemas institucionais e políticos que dificultavam os financiamentos das construções.

Nos anos 1990, após o fim do BNH, houve um grande aumento na construção de habitações de interesse social, mas ainda assim, não supria a demanda de habitações. Nos anos seguintes diversos programas habitacionais e incentivos foram criados, como o PAR e o PAC, que trouxeram uma nova dimensão para a produção deste setor. No entanto, a maior produção de habitações aconteceu no programa MCMV.

Através de autores como Klink e Denaldi (2014) e MCMV (2014) foi possível entender a divisão das faixas salariais e os processos para a obtenção das habitações.

O fator mais preocupante, que influenciou na escolha dos estudos de HIS como parte da metodologia, é a padronização das habitações e a despreocupação com o conforto térmico e o consumo das residências. No entanto, para propor estratégias

de eficiência energética e redução do consumo é necessário compreender as rotinas destes moradores e suas necessidades.

Através dos estudos dos trabalhos sobre uso e ocupação em HIS, foram identificados diversos aspectos que influenciaram na escolha da aplicação de questionários e da simulação computacional como métodos de pesquisa.

A pesquisa de Silva et al. (2013) apresenta os resultados da aplicação de questionários em HIS em 60 unidades da cidade de Florianópolis. A aplicação dos três tipos de questionários, socioeconômico, usos finais e rotinas de uso e ocupação, permitiu o entendimento de que diversos fatores influenciam no consumo das residências, inclusive as questões financeiras.

Esta constatação direcionou a escolha da faixa salarial trabalhada nesta pesquisa. Tendo em vista que quanto maior a faixa salarial maior o poder aquisitivo dos moradores, foi escolhida a faixa salarial III do programa MCMV, desta maneira, é possível relacionar os estudos realizados com as habitações de iniciativa privada.

Foi observado no trabalho de Fedrigo, Ghisi e Lamberts (2009) que existe uma variação das condições de uso e ocupação em diferentes climas e regiões do país. Além disso, mostraram quais são os equipamentos elétricos com o maior percentual de posse, pelos moradores, nas residências do Brasil. Este estudo influenciou na escolha do PROCEL como principal fonte de dados sobre as rotinas de uso de equipamentos elétricos, já que basearam sua metodologia no banco de dados do PROCEL.

O trabalho de Silva, Ghisi e Luiz (2014) influenciou diretamente na metodologia no que diz respeito ao conteúdo dos questionários, já que ambos estudam as rotinas dos usuários em relação ao uso e à ocupação. Contribuiu também para o entendimento de que o comportamento do usuário é espontâneo e irregular e que para obter-se resultados mais precisos é recomendável o monitoramento das habitações.

Os trabalhos de Oliveira (2012), Motta (2014) e Hensen e Lamberts (2013) permitiram um maior conhecimento sobre simulação computacional e os *softwares* que permitem a aplicação deste método. A simulação computacional é uma ferramenta adequada para avaliar o consumo das HIS e aprofundar os estudos de desempenho térmico. Estes estudos contribuíram para a decisão de utilizar a simulação computacional como parte da metodologia e na escolha do software *Energy Plus*.

O trabalho desenvolvido por Zero Carbon Hub (2014) proporcionou o entendimento de que existe uma lacuna entre o desempenho termoenergético do projeto da edificação e o desempenho da edificação construída. Este conhecimento contribuiu para o entendimento dos resultados desta pesquisa, tendo em vista, que existem diferenças entre os resultados obtidos nas simulações e os resultados das contas de energia.

Em relação a análise do RTQ-R (INMETRO, 2012) foi possível compreender os procedimentos e requisitos para a melhoria do desempenho energético. A aplicação do método de simulação do RTQ-R (INMETRO, 2012) é uma das etapas da metodologia proposta nesta pesquisa.

O entendimento sobre a elaboração do RTQ-R (INMETRO, 2012) é importante para que possamos discutir os resultados desta pesquisa e relacionar os parâmetros do regulamento com a realidade dos usuários de HIS.

Com base no trabalho de Ornstein e Romero (1992) e de Villa e Ornstein (2013) foi possível definir o uso de questionários estruturados como parte da metodologia, além de compreender como devem ser aplicados e elaborados.

3. Método

O método utilizado para o desenvolvimento do trabalho constitui-se de nove etapas.

- **Etapa 1:** corresponde à definição dos empreendimentos e da faixa salarial trabalhada. Nesta etapa foram levantados os conjuntos habitacionais de Pelotas através de pesquisas realizadas em materiais fornecidos pelo Núcleo de Pesquisa Arquitetura e Urbanismo (NAURB) (2014) e pelo arquivo da Prefeitura Municipal de Pelotas. Posteriormente foi aplicado o cálculo de amostra através do site *OpenEpi*, para um nível de confiança de 95%.
- **Etapa 2:** é a definição das variáveis a serem obtidas e das técnicas para obtê-las. Estas definições foram baseadas no RTQ-R (INMETRO, 2012) e nos demais trabalhos desenvolvidos neste campo de pesquisa, como a pesquisa desenvolvida por Silva, Ghisi e Luiz (2014).

Nesta etapa, foi definida a aplicação de questionários como técnica de obtenção de dados, junto aos moradores, referentes aos padrões de uso e ocupação e a simulação computacional como ferramenta de análise destes resultados.

- **Etapa 3:** é a descrição dos conjuntos habitacionais onde foram aplicados os questionários e obtidos os dados para a simulação computacional. Nesta etapa também foram feitos os cálculos de transmitâncias e capacidades térmicas das paredes e coberturas.
- **Etapa 4:** é o levantamento de dados em campo, iniciado pelo estudo-piloto, que consta da aplicação de questionários nos condomínios escolhidos. Nesta etapa é descrita a composição do questionário elaborado e sua evolução, baseados nos questionários de Silva, Ghisi e Luiz (2014), Silva et al. (2013) e Reale et al. (2014). Além disso, neste item, foi relatado como aconteceu a aplicação dos questionários.

- **Etapa 5:** elaboração dos bancos de dados no *software* Epidata, codificação dos dados, digitações dos resultados, comparação das digitações, transferência para o SPSS 21.0 e análise estatística através de frequência simples.
- **Etapa 6:** refere-se à modelagem das HIS no *software* *Open Studio* e à descrição deste procedimento.
- **Etapa 7:** corresponde à simulação dos modelos definidos. Nesta etapa é apresentada a metodologia desenvolvida para a configuração da simulação no *software* *Energy Plus*, tanto dos modelos configurados com os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012) como dos modelos configurados com os resultados encontrados pela análise dos dados.
- **Etapa 8:** corresponde à obtenção dos níveis de eficiência da envoltória dos modelos 1 a 4 e da comparação destes resultados entre si. Posteriormente foram feitas comparações entre os resultados dos modelos tipo 5 com as contas de energia elétrica obtidas com os usuários.
- **Etapa 9:** refere-se à redação das conclusões e contribuições para o RTQ-R. Nesta etapa são feitas considerações sobre o principal regulamento estudado.

3.1. Etapa 1: Escolha dos empreendimentos e cálculo de amostra.

Pelotas atualmente possui 51 conjuntos habitacionais concluídos, totalizando 9.251 unidades habitacionais (NAURB, 2014).

A faixa III do programa habitacional MCMV foi escolhida para proporcionar a interface dos programas habitacionais com as residências da iniciativa privada em termos de padrão construtivo e de poder de consumo dos usuários, tendo em vista que RTQ-R (INMETRO, 2012) abrange todos os tipos de residência.

Selecionou-se os quatro condomínios faixa III concluídos em Pelotas, segundo os dados obtidos no NAURB (2014), sendo um deles com habitações multifamiliares e os outros três com habitações unifamiliares. Foram escolhidos os quatro condomínios para que se atingisse uma amostra com 90% de confiabilidade perante o número total de habitações em Pelotas

O cálculo de amostra foi feito através do site *OpenEpi* para um nível de confiança de 95%, com um acréscimo de 10% para perdas e recusas. O cálculo foi feito para cada condomínio. O total de unidades das amostras foi de 296. A seguir apresenta-se a população e a amostra de cada condomínio:

- **Residencial Luna:** P = 60 UHs A=53 UHs
- **Terra Nova:** P= 438 UHs A= 205 UHS
- **Caminho das Charqueadas:** P= 18 UHs A= 18 UHs
- **Condomínio das Pedras:** P= 21 UHs A= 20 UHs
-

3.2. Etapa 2: Definição das variáveis a serem obtidas e das técnicas para obtê-las

Para que se compreendam as rotinas de uso e ocupação e que se possa aplicá-las na simulação, cinco tópicos devem ser abordados:

- padrão de uso da ventilação natural;
- padrão de ocupação;
- padrão de uso da iluminação;
- padrão de uso dos equipamentos elétricos e
- padrão de uso do ar condicionado.

A seguir, na tabela 11, estão compiladas as variáveis a serem obtidas e as técnicas para obtê-las.

Tabela 11 – Variáveis a serem obtidas e os métodos e técnicas para obtê-las.

PADRÕES	VARIÁVEIS	MÉTODOS E TÉCNICAS
Arquitetônico	1. Materiais, medidas das aberturas, proteção das janelas, projeto arquitetônico e memorial descritivo.	Estes materiais foram obtidos no arquivo da prefeitura de Pelotas e nas construtoras Solum, SPO, MGM e Rodobens.
Padrão de uso da ventilação natural	2. Horários de fechamento e aberturas de janelas e portas	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.
Padrão de uso da ventilação natural	3. Sombreamento das aberturas	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.
Padrão de ocupação	4. Horários de ocupação de cômodos de longa permanência, cozinha e banheiro.	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.
Padrão de ocupação	5. Nº de pessoas que moram na habitação e que fazem as refeições em casa	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.

Padrão de uso da iluminação	6. Caracterização da iluminação (tipo de lâmpada)	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.
Padrão de uso da iluminação	7. Horas de consumo da iluminação	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.
Padrão de uso dos equipamentos elétricos	8. Tipos de equipamentos elétricos e potência instalada	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH e PROCEL (2016).
Padrão de uso dos equipamentos elétricos	9. Horas de consumo dos equipamentos elétricos	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH e PROCEL (2016).
Padrão de uso do ar condicionado	10. Quantidade de aparelhos, tipo de ar condicionado e potência do aparelho	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.
Padrão de uso do ar condicionado	11. Horas de consumo do ar condicionado	Aplicação de questionários estruturados com os usuários das UH.

Fonte: autora.

3.3. Etapa 3: Descrição dos conjuntos habitacionais estudados e cálculo de transmitâncias e capacidades térmicas

3.3.1. Residencial Luna

O Residencial Luna possui 60 unidades habitacionais em três blocos de apartamentos. Foi construído pela MGM construtora LTDA em 2011 e possui 3.419,28 m² (NAURB, 2014). Este residencial foi utilizado como estudo-piloto dessa pesquisa. Nas figuras 21, 22 e 23, a seguir, a implantação, a planta baixa e uma imagem do empreendimento.

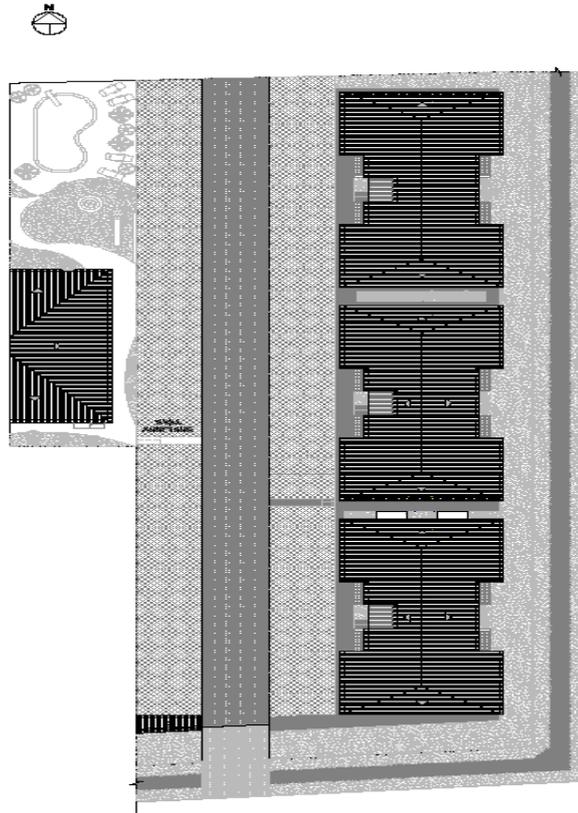


Figura 21 – Implantação do Residencial Luna.
Fonte: Construtora Michelin Arquitetura (2014).



Figura 22 – Planta baixa do Residencial Luna.
Fonte: Construtora Michelin Arquitetura (2014).



Figura 23 – Imagem do Residencial Luna.
Fonte: Construtora Michelin Arquitetura (2014).

As paredes são compostas por blocos estruturais cerâmicos de 14 x 19 x 29 cm (Figura 24) e a cobertura é composta por laje de 8 cm e telha de fibrocimento de 6mm.

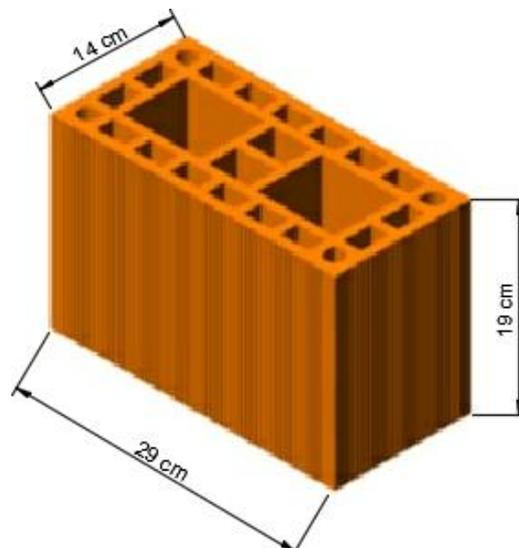


Figura 24 – Bloco estrutural cerâmico utilizado nas paredes da HIS Residencial Luna.
Fonte: PAULUZZI (2014)

Foi calculada a transmitância e a capacidade do bloco cerâmico através das equações presentes na NBR 15220 (ABNT, 2005), chegando-se aos valores de $U = 2,08 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (com reboco) e $C = 185,5 \text{ KJ/ m}^2\cdot\text{K}$. Na tabela 12 a seguir está demonstrada uma compilação das características construtivas da edificação.

Tabela 12 – Características Construtivas das UHs do Residencial Luna

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO RESIDENCIAL LUNA				
ELEMENTO CONSTRUTIVO	COMPOSIÇÃO	TRANSMITÂNCIA		CAPACIDADE TÉRMICA
Parede	Reboco + Bloco estrutural cerâmico de 14 x 19 x 29 cm + Reboco	2,08 W/m ² . K		185,5 KJ/ m ² . K
Cobertura	Laje de 8 cm + camada de ar + telha de fibrocimento de 6 mm	INVERNO	VERÃO	200,57 KJ/ m ² . K
		2,24 W/m ² . K	1,94 W/m ² . K	

Fonte: autora.

3.3.2. Terra Nova Pelotas I

O condomínio Terra Nova Pelotas I, construído em 2008, possui 438 unidades habitacionais, foi construído pela Rodobens Incorporadora Imobiliária e possui 25.334,02 m² de área total construída (NAURB, 2014). Na figura 25 está ilustrada uma foto do condomínio Terra Nova Pelotas I.



Figura 21 – Foto do Terra Nova Pelotas I.
Fonte: Acervo da autora.

Segundo Rodobens (2008), o memorial descritivo fornecido pela construtora define que a estrutura das paredes é composta de concreto armado autoadensável com tela de aço de 10 cm de espessura.

A cobertura da edificação é composta de telhas cerâmicas de 13 mm de espessura e cumeeiras cerâmicas. Foi instalada uma tela metálica como proteção para entrada de animais no vão entre a telha e a parede de concreto (RODOBENS, 2008).

Os oitões (parede lateral na altura do telhado), são de concreto. O forro é composto de gesso acartonado com pintura PVA sobre massa PVA texturizada (RODOBENS, 2008). Na tabela 13, a seguir, estão descritas as características construtivas das UHs deste condomínio.

Tabela 13 – Características construtivas do Terra Nova Pelotas I

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO TERRA NOVA PELOTAS I				
ELEMENTO CONSTRUTIVO	COMPOSIÇÃO	TRANSMITÂNCIA		CAPACIDADE TÉRMICA
Parede	Reboco de 1cm + parede de concreto de 10 cm + reboco de 1cm	4,08 W/m ² . K		280 KJ/ m ² . K
Cobertura	Forro de gesso acartonado 12,5 mm + camada de ar + telha de cerâmica de 13 mm	INVERNO	VERÃO	32,03 KJ/ m ² . K
		2,28 W/m ² . K	1,96 W/m ² . K	

Fonte: autora

Nas figuras 26 e 27 são mostradas as plantas baixas de alguns dos modelos de habitações de 2 e 3 quartos do condomínio Terra Nova Pelotas I. O arquivo da prefeitura de Pelotas possui cinco modelos de projetos de residências diferentes, mais os adequados para portadores de necessidades especiais (PNE).



Figura 26 – Planta baixa da habitação de dois quartos do Terra Nova Pelotas.
Fonte: VIEIRA (2014).



Figura 27 – Planta baixa da habitação de três quartos do Terra Nova Pelotas.
Fonte: VIEIRA (2014)

3.3.3. Caminho das Charqueadas

O residencial Caminho Das Charqueadas, construído em (2009) pela SPO Projetos e Soluções, possui 18 unidades habitacionais e 1.099,48 m². Na figura 28 está ilustrada uma foto da obra em fase de conclusão (SPO, 2009).



Figura 28 – Foto da obra em fase de conclusão do Residencial Caminho da Charqueada.
Fonte: SPO (2009)

Segundo o memorial descritivo, fornecido pela construtora SPO Projetos e Soluções, as paredes são compostas de blocos cerâmicos de vedação, nas dimensões de 11,5 cm x 19 cm x 24 cm (internas) e 14 cm x 19 cm x 24 cm (externas), ilustrados a seguir na figura 29.

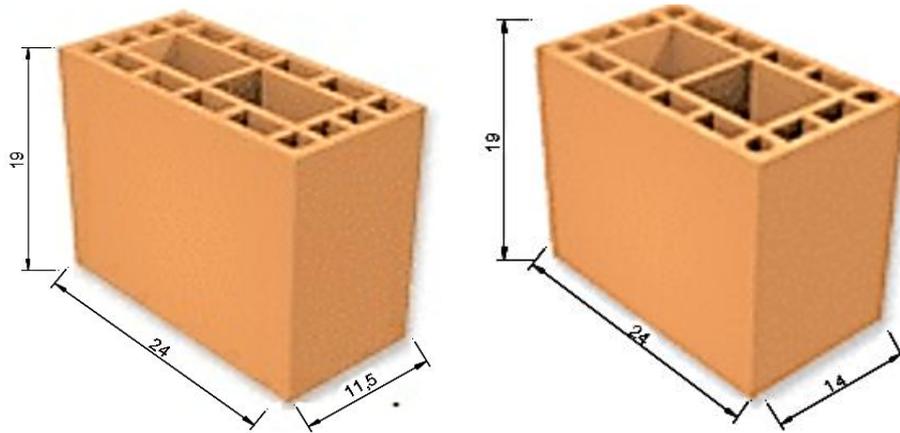


Figura 29 – Bloco cerâmico de 11,5 e 14.
Fonte: PAULUZZI (2016).

A cobertura é composta de telha cerâmica tipo capa e canal de 13 mm, com estrutura de madeira e forro de PVC de 10 mm.

Abaixo, na tabela 14, estão descritas as características construtivas deste condomínio.

Tabela 14 – Características construtivas do Caminho das Charqueadas.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO CAMINHO DAS CHARQUEADAS				
ELEMENTO CONSTRUTIVO	COMPOSIÇÃO	TRANSMITÂNCIA		CAPACIDADE TÉRMICA
Parede externa	Reboco de 1cm + parede de bloco cerâmico de 14 cm + reboco de 1cm	1,96 W/m ² . K		137,17 KJ/ m ² . K
Parede interna	Reboco de 1cm + parede de bloco cerâmico de 11,5 cm + reboco de 1cm	1,80 W/m ² . K		137,17 KJ/ m ² . K
Cobertura	Forro de PVC de 10 mm + camada de ar+ telha de cerâmica de 13 mm	INVERNO	VERÃO	34,01 KJ/ m ² . K
		2,21 W/m ² . K	1,91 W/m ² . K	

Fonte: autora.

A seguir, nas figuras 30 e 31, estão representadas a implantação do residencial e a planta baixa da unidade habitacional deste condomínio.

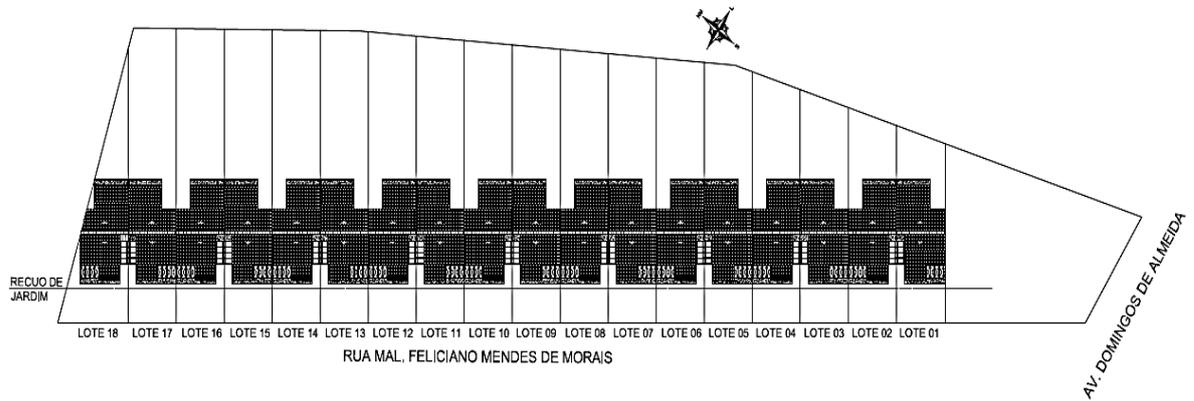


Figura 30 – Implantação do Residencial Caminho da Charqueada.
Fonte: Construtora SPO (2009)

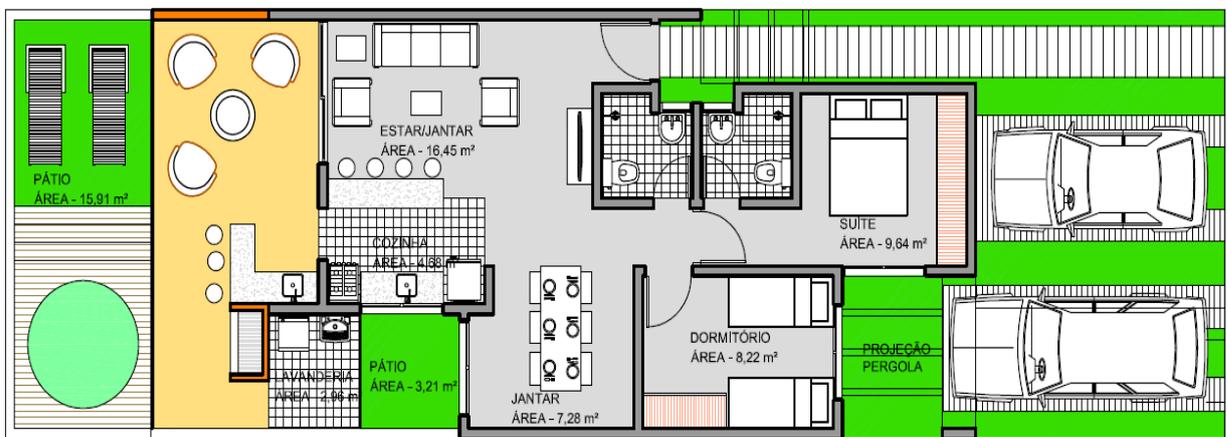


Figura 31 – Planta baixa da unidade habitacional do Residencial Caminho da Charqueada.
Fonte: Construtora SPO (2009).

3.3.4. Condomínio das Pedras – Módulo III – Ametista

O Condomínio das Pedras – Módulo III – Ametista, possui 21 unidades habitacionais térreas. Foi construído pela Solum Construtora e Incorporadora LTDA em 2013 e possui área total de 1.642,48 m² (NAURB, 2014). Abaixo, na figura 32, está ilustrada uma foto do residencial Condomínio das Pedras – Módulo III – Ametista.



Figura 32 – Foto do Residencial Condomínio das Pedras - módulo III – Ametista.
Fonte: Solum (2014).

Nas figuras 33 e 34, a seguir, estão representadas as plantas baixas das unidades habitacionais de 2 e 3 dormitórios.



Figura 33 – Planta baixa da unidade de 2 dormitórios do Residencial Condomínio das Pedras - Ametista.
Fonte: Solum (2014)



Figura 34 – Planta baixa da unidade de três dormitórios do Residencial Condomínios das Pedras - Ametista.
Fonte: Solum (2014).

Segundo o memorial descritivo fornecido por Solum (2014), as paredes foram feitas de concreto armado, com 10 cm de espessura, moldadas em placas metálicas removíveis.

A cobertura é composta de telhas cerâmicas de 13 mm do tipo capa-canal com estrutura metálica de aço galvanizado e pré-laje de 12 cm.

Na tabela 15, a seguir, está demonstrada uma compilação das características construtivas da edificação.

Tabela 15 – Características Construtivas do Condomínio das Pedras.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO CONDOMÍNIO DAS PEDRAS				
ELEMENTO CONSTRUTIVO	COMPOSIÇÃO	TRANSMITÂNCIA		CAPACIDADE TÉRMICA
Parede	Reboco + parede concreto de 10 cm + reboco	4,08 W/m ² . K		280 KJ/ m ² . K
Cobertura	Pré-laje de 12 cm + camada de ar + telha de cerâmica de 13 mm	INVERNO	VERÃO	309,53 KJ/ m ² . K
		0,56 W/m ² . K	0,54 W/m ² . K	

Fonte: autora.

3.4. Etapa 4: Levantamento de dados em campo, aplicação e elaboração dos questionários.

O questionário aplicado nesta pesquisa foi baseado nos questionários de Silva, Ghisi e Luiz (2014), Silva et al. (2013) e Reale et al. (2014), trabalhos nos quais foram aplicados questionários em HIS com o intuito de identificar as rotinas de uso e ocupação dos usuários, como já foi exposto da revisão bibliográfica. No apêndice 1 está disponível o questionário elaborado nesta pesquisa.

O questionário passou por um processo de evolução em sua elaboração. Inicialmente, no estudo piloto, ele possuía 12 questões e chegou a 23 no questionário final.

Nos primeiros questionários, não havia diferenciação entre o inverno e o verão, visto que, a intenção era aplicar duas vezes o questionário, uma em cada estação. Todavia, por questões de cronograma e de disponibilidade dos usuários, optou-se por uma única aplicação e pela diferenciação dos hábitos sazonais (inverno e verão).

Em relação às questões que envolvem o período do dia em que o usuário realiza determinada atividade, inicialmente era perguntado o turno (manhã, tarde e noite) ou um intervalo de horas por dia. No entanto, para que fossem obtidos dados mais precisos para a simulação, foram colocadas nas questões 24 variáveis, correspondendo às horas do dia.

Outra modificação importante foi o levantamento dos equipamentos elétricos. No princípio perguntava-se aos moradores quais equipamentos elétricos possuíam em casa, mas por ser um número muito grande de aparelhos, não relatavam todos. Para deixar estes dados mais precisos e facilitar a resposta dos usuários, foi necessário montar uma lista dos equipamentos elétricos mais comuns nas residências, deixando um espaço para outros equipamentos que não foram listados.

Foi considerado importante perguntar as horas de uso dos equipamentos elétricos de maior potência ao invés de utilizar os dados do PROCEL (2016). Esta decisão foi tomada com o intuito de obter dados mais precisos na simulação.

Na tabela 16 estão compiladas as questões abordadas na pesquisa e os padrões de uso e ocupação aos quais estas se referem. As variáveis a serem obtidas também são apresentadas nesta tabela.

Tabela 16 – Questões aplicadas, padrões de uso e ocupação e variáveis a serem obtidas.

QUESTÕES	PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO	VARIÁVEIS A SEREM OBTIDAS
1) Número do questionário:	-----	-----
2) Quantas pessoas moram na habitação?	Padrão de ocupação	Nº de pessoas que moram na habitação
3) Quantas pessoas fazem as refeições em casa?	Padrão de ocupação	Nº de pessoas que fazem as refeições em casa
4) As pessoas estão em casa em quais horários no VERÃO - DIA DE SEMANA?	Padrão de ocupação	Horários de ocupação de cômodos de longa permanência, cozinha e banheiro
5) As pessoas estão em casa em quais horários no VERÃO - FIM DE SEMANA?	Padrão de ocupação	Horários de ocupação de cômodos de longa permanência, cozinha e banheiro
6) As pessoas estão em casa em quais horários no INVERNO - DIA DE SEMANA?	Padrão de ocupação	Horários de ocupação de cômodos de longa permanência, cozinha e banheiro
7) As pessoas estão em casa em quais horários no INVERNO - FIM DE SEMANA?	Padrão de ocupação	Horários de ocupação de cômodos de longa permanência, cozinha e banheiro
8) Possui cortina? Em quais cômodos?	Padrão de uso da ventilação natural	Sombreamento das aberturas
9) Possui veneziana ou persiana? Em quais cômodos?	Padrão de uso da ventilação natural	Sombreamento das aberturas
10) As pessoas abrem as JANELAS em quais horários no VERÃO?	Padrão de uso da ventilação natural	Horários de fechamento e aberturas de janelas e portas
11) As pessoas abrem as JANELAS em quais horários no INVERNO?	Padrão de uso da ventilação natural	Horários de fechamento e aberturas de janelas e portas
12) As pessoas abrem as PORTAS em quais horários no VERÃO?	Padrão de uso da ventilação natural	Horários de fechamento e aberturas de janelas e portas
13) As pessoas abrem as PORTAS em quais horários no INVERNO?	Padrão de uso da ventilação natural	Horários de fechamento e aberturas de janelas e portas

QUESTÕES	PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO	VARIÁVEIS A SEREM OBTIDAS
14) Quais os tipos de lâmpadas utilizadas em cada ambiente?	Padrão de uso da iluminação	Caracterização da iluminação (tipo de lâmpada)
15) As pessoas utilizam a iluminação artificial em quais horários no VERÃO?	Padrão de uso da iluminação	Horas de consumo da iluminação
16) As pessoas utilizam a iluminação artificial em quais horários no INVERNO?	Padrão de uso da iluminação	Horas de consumo da iluminação
17) Quais equipamentos elétricos possui em casa?	Padrão de uso dos equipamentos	Tipos de equipamentos elétricos e horas de consumo
18) Possui ar condicionado? Qual tipo?	Padrão de uso do ar condicionado	Quantidade de aparelhos e tipo de ar condicionado
19) Qual a potência?	Padrão de uso do ar condicionado	Potência do aparelho por ambiente
20) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no VERÃO - DIA DE SEMANA?	Padrão de uso do ar condicionado	Horas de consumo do ar condicionado
21) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no VERÃO - FIM DE SEMANA?	Padrão de uso do ar condicionado	Horas de consumo do ar condicionado
22) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no INVERNO - DIA DE SEMANA?	Padrão de uso do ar condicionado	Horas de consumo do ar condicionado
23) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no INVERNO- FIM DE SEMANA?	Padrão de uso do ar condicionado	Horas de consumo do ar condicionado

Fonte: autora.

A primeira aplicação dos questionários se deu no condomínio Residencial Luna, que foi o estudo-piloto desta pesquisa. Foram enviadas cartas aos condôminos apresentando a pesquisa e solicitando a entrada dos pesquisadores ao condomínio, esta carta está disponível no apêndice 2. Esta mesma apresentação ocorreu em todos condomínios.

Após isso, os questionários foram aplicados pessoalmente entre os meses de dezembro (2014) e março de (2015). Por ser um período de férias, muitos moradores estavam viajando, atrasando um pouco a pesquisa. Três pessoas participaram do levantamento de dados neste condomínio.

A aplicação dos questionários aconteceu geralmente na entrada do condomínio, tendo em vista que os moradores tinham receio da entrada dos pesquisadores em seus apartamentos. A maioria dos questionários foi aplicada no final da tarde e à noite, por ser o período em que os moradores estavam mais em casa.

Dos 60 apartamentos, dos três blocos, 45 condôminos responderam à pesquisa, 5 apartamentos estavam vazios. Neste condomínio o nível de confiança atingido foi de 80%.

No mês de abril foi desenvolvido o material para a qualificação desta dissertação e em maio foi realizada a banca. No mês de junho houve uma reformulação dos questionários para a inclusão de questões que não estavam sendo abordadas, com o intuito de obter dados mais precisos para a simulação.

O segundo condomínio estudado foi o Caminho das Charqueadas, foram aplicados os questionários nos meses de julho e agosto, nas 18 UHs do condomínio. As residências desta HIS possuem entrada individual e muitas delas não possuem campainhas, o que dificultou muito o acesso dos pesquisadores aos moradores. Os melhores horários para a aplicação também foram no final da tarde e à noite. Quatro pessoas participaram do levantamento de dados neste condomínio.

O terceiro condomínio abordado foi o Condomínio das Pedras – módulo III – Ametista. O levantamento de dados em campo aconteceu nos meses de setembro e outubro. Foram aplicados questionários em 20 UHS do total de 21. Foram aplicados os questionários em todos os turnos, principalmente à noite. Três pessoas participaram do levantamento de dados neste condomínio.

O último condomínio estudado foi o Terra Nova Pelotas I, nos meses de novembro e dezembro. Neste condomínio além das cartas de apresentação da pesquisa, era necessário avisar com antecedência o dia e a hora que seriam aplicados os questionários. Além disso, era necessário fornecer os nomes e os números dos documentos dos pesquisadores. Em todos os turnos foram aplicados questionários, em dias de semana e finais de semana. Foram estudadas 205 UHS, com a participação de 8 pesquisadores.

Poucos moradores forneceram suas contas de luz. Muitos moradores ficavam desconfiados e inseguros em relação à intenção das questões, com receio de revelar suas rotinas e hábitos. O total de questionários aplicados foi 288.

3.5. Etapa 5: Elaboração dos bancos de dados no *software* Epidata, codificação dos dados, digitações dos resultados, comparação das digitações, transferência para o SPSS 21.0 e análise estatística através de frequência simples.

Devido à grande quantidade de variáveis do questionário elaborado e a necessidade de se obter a prevalência das respostas, foram criados bancos de dados no software estatístico *Epidata*. O banco de dados final possui 2.087 variáveis.

Inicialmente foi montado um banco de dados para o estudo-piloto, com o intuito de utilizá-lo posteriormente para outros condomínios, no entanto, como houve diversas modificações nos questionários, foi necessário criar outro banco maior. Devido às alterações e ao aumento do número de questões, os dados obtidos com o estudo-piloto não puderam ser incluídos no banco de dados que geraram os parâmetros gerais para a simulação.

Para facilitar a digitação dos dados obtidos para o banco elaborado, foi criada uma barra lateral, ao lado direito da folha, para onde os dados codificados foram transferidos.

Na codificação a resposta **sim** equivale a 1 e a resposta **não** a 0. No caso de a pergunta se referir a quantidades, o número respondido é inserido no banco de dados.

Quando houve um erro, foram utilizados 9, 99 ou 999 dependendo do número de casas que a resposta tem. Um erro comum seria quando o usuário não sabe a resposta, por exemplo, alguns usuários não sabem informar a potência do aparelho de ar condicionado.

Quando há um pulo das questões, utilizou-se 8, a quantidade deste número também depende do número de casas da resposta. Um pulo acontece quando uma resposta negativa anula as demais perguntas. Um exemplo seria quando o respondente não possui um determinado aparelho elétrico, logo ele vai pular a questão referente ao tempo de uso deste aparelho.

Após os dados serem codificados, eles foram digitados duplamente no banco de dados. Estas digitações foram comparadas com o intuito de aumentar a consistência dos dados e conseqüentemente, a credibilidade dos mesmos. Quando houve uma inconsistência, ou seja, um erro de digitação, os questionários foram consultados e a digitação corrigida.

Após a comparação das digitações, estes dados foram transferidos para o programa SPSS 21.0 com o intuito de realizar as análises estatísticas necessárias. A análise estatística realizada foi a frequência simples, que é a obtenção da prevalência de cada variável.

Após isso foram feitas comparações das prevalências entre os condomínios e comparações dos parâmetros obtidos através da pesquisa com os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012), através da observação em tabelas.

3.6. Etapa 6: modelagem das HIS no software *Open Studio*

As modelagens das HIS foram feitas no software *Google SketchUp* com o *plugin Open Studio*. Cada ambiente foi modelado como uma zona térmica, incluído o ático do telhado quando existente. Nos itens a seguir será descrito o processo de modelagem de cada modelo.

3.6.1. Terra Nova Pelotas I

Para a modelagem da edificação unifamiliar foi escolhida uma planta de dois dormitórios, por ser uma das mais recorrentes no condomínio. Tanto os beirais como os muros foram considerados como elementos de sombreamento. A seguir na figura 35 está representado o modelo da UH.

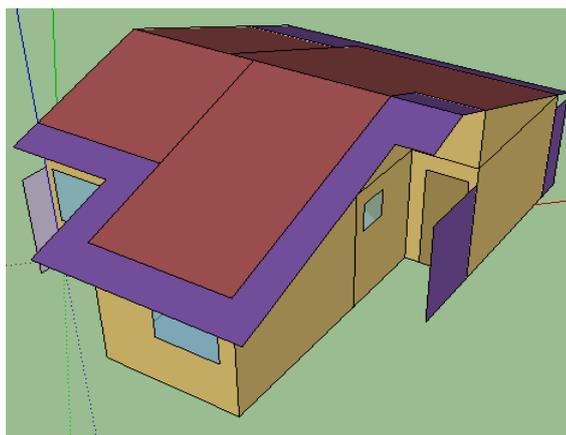


Figura 35 – Modelo computacional do condomínio Terra Nova Pelotas I.
Fonte: autora.

3.6.2. Caminho das Charqueadas

A UH de três dormitórios foi modelada com todos seus elementos de sombreamento, sendo eles o muro, os pergolados e os beirais. Na figura 36 está representado o modelo computacional elaborado.

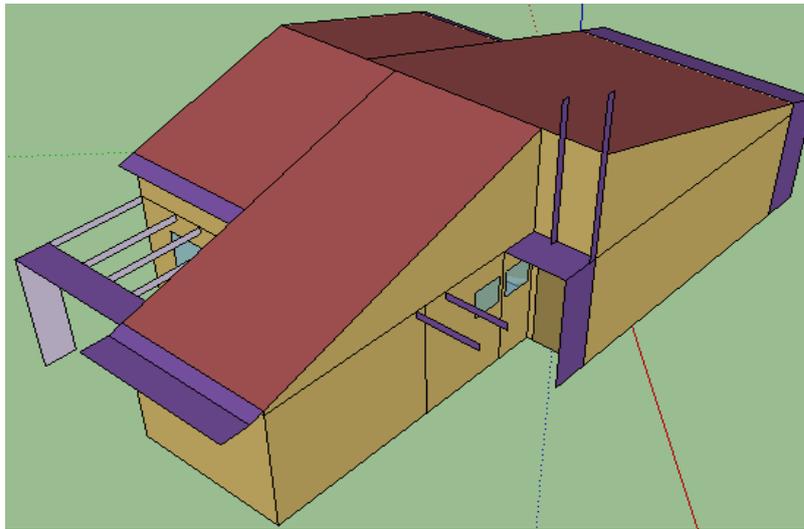


Figura 36 – Modelo computacional do condomínio Caminho das Charqueadas.
Fonte: autora.

3.6.3. Residencial Luna

Apenas um dos três blocos foi modelado. O RTQ-R (INMETRO, 2012) define um coeficiente de rugosidade do entorno, no valor 0,33, que representa um terreno no centro urbano no qual pelo menos 50% das edificações possuem altura maior do que 21m. Todos os blocos possuem a mesma orientação solar.

Os beirais e as varandas foram modelados como elementos de sombreamento.

O estudo-piloto, Residencial Luna, é a única edificação multifamiliar deste estudo. Os cinco pavimentos foram modelados, conforme recomendado pelo regulamento. Os corredores e as escadas foram modelados como zonas térmicas.

Na figura 37 está ilustrada uma imagem do modelo do condomínio Residencial Luna.



Figura 37 – Modelo computacional do condomínio Residencial Luna.
Fonte: autora.

3.6.4. Condomínio das Pedras – módulo III – Ametista.

Neste residencial foi modelada a UH de dois dormitórios. Mesmo o banheiro tendo duas partes, foi considerado como uma zona térmica apenas. A cozinha e a sala também foram consideradas como uma única zona térmica, pois são integradas. Os beirais e os muros foram considerados como elementos de sombreamento. Na figura 38 está representado o modelo da UH.

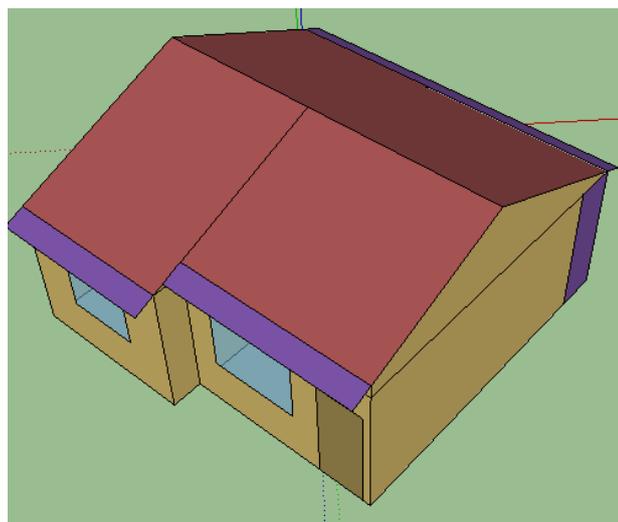


Figura 38 – Modelo computacional do Condomínio das Pedras – módulo III - Ametista.
Fonte: autora.

3.7. Etapa 7: Inserção de parâmetros e simulação dos modelos definidos

Foram desenvolvidos cinco modelos para cada condomínio estudado, sendo eles: (1) modelo com os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012) ventilado naturalmente; (2) modelo com os parâmetros do RTQ-R condicionado artificialmente; (3) modelo com os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012) ventilado naturalmente, trocando as *schedules* de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos; (4) modelo com os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012) condicionado artificialmente, trocando as *schedules* de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos; (5) modelo com os parâmetros da pesquisa.

Os modelos 1 e 2 foram elaborados pois o regulamento define que devem ser feitos dois modelos para avaliação, um com condicionamento artificial à noite e ventilação natural de dia e outro apenas com ventilação natural durante todo o dia. O modelo 1 é avaliado pelo método dos graus-hora e o modelo 2 pelo consumo de aquecimento. O consumo de refrigeração é apenas informativo. Os modelos 3 e 4 foram elaborados para testar os parâmetros obtidos em campo. Foram trocadas apenas as *schedules* para que não houvesse alterações na maneira que o regulamento avalia a edificação. O modelo 5 foi desenvolvido para que se use todos os parâmetros obtidos na pesquisa, com o intuito de comparar com as contas de energia elétrica.

A seguir apresento a metodologia utilizada na simulação.

3.7.1. Modelagem da habitação de interesse social no *software SketchUp* com o *plugin Open Studio*

Na etapa 6 foi descrito o processo de modelagem dos condomínios estudados, como foram modeladas as zonas térmicas e os elementos de sombreamento.

3.7.2. Adição do arquivo climático ao modelo e os dias típicos

O arquivo climático utilizado foi o de Santa Maria, já que Pelotas não possui este tipo de arquivo.

3.7.3. Configuração dos parâmetros de uso e ocupação segundo o RTQ-R ou os parâmetros de uso e ocupação obtidos em campo

Foram inseridas as configurações preconizadas no regulamento, conforme já foram descritas no item 2.3.2, nos modelos 1 e 2.

Nos modelos 3 e 4 foram inseridos os parâmetros obtidos em campo apenas em relação à ocupação, à iluminação e aos equipamentos elétricos da sala. No modelo 5 todos os parâmetros foram inseridos conforme os dados obtidos na pesquisa. As agendas obtidas com a pesquisa estão relatadas no capítulo 4.

Nas simulações com os parâmetros da pesquisa foram utilizadas três pessoas ocupando os ambientes ao invés de quatro, como o RTQ-R (INMETRO, 2012) sugere.

Os parâmetros de equipamentos elétricos inseridos na simulação foram considerados de maneira diferente nos modelos em que foram utilizados os parâmetros do RTQ-R e trocavam-se as schedules de ocupação, iluminação e ventilação natural e o modelo com os parâmetros da pesquisa.

No primeiro modelo foram considerados apenas os equipamentos elétricos que ficam na sala – esta decisão foi tomada para manter a lógica do regulamento, que preconiza em seus parâmetros uma densidade de potência apenas para sala. Os equivalentes numéricos da envoltória obtidos com estes modelos foram comparados com os equivalentes numéricos da envoltória dos modelos configurados pelo regulamento. Isto só possível pois as condições da simulação eram as mesmas.

No segundo foram considerados os equipamentos elétricos de todos os ambientes. Foi feita uma média do número de equipamentos elétricos que as habitações possuem, totalizando 17 aparelhos. Estes modelos foram comparados apenas com as contas de energia, já que não obedeciam às condições preconizadas no regulamento.

Nos parâmetros de iluminação as potências das lâmpadas foram mantidas, tendo em vista que não foram perguntadas as potências das lâmpadas aos moradores.

Em relação ao ar condicionado, as potências dos aparelhos obtidas com a pesquisa não foram consideradas na simulação, utilizou-se o parâmetro *autosize*, conforme o regulamento.

3.7.4. Configuração dos materiais utilizados na habitação

A configuração dos materiais seguiu a descrição mencionada na etapa 3 da metodologia.

3.7.5. Configuração dos parâmetros de ventilação natural e de climatização artificial

Nos modelos configurados somente com ventilação natural utilizou-se uma agenda para as 24 horas do dia com temperatura de acionamento de 20°C. No caso dos modelos com condicionamento artificial, a agenda para esta situação foi configurada das 21h às 8h e a ventilação natural das 9h às 20h. A temperatura de termostato de refrigeração é de 24 °C e de aquecimento é 22 °C.

3.7.6. Cálculo da temperatura do solo – *Slab*

O cálculo da temperatura do solo deve ser iniciado configurando no *.idf* o piso como uma superfície adiabática. Posteriormente, deve ser feita uma média das temperaturas operativas dos ambientes para cada mês do ano. Depois, é necessário alterar o arquivo *Slabexample.idf* no bloco de notas, inserindo as novas temperaturas. Após, deve-se selecionar no pré-processador *Slab* este arquivo e simular o modelo. Através dos resultados da simulação a temperatura do solo é obtida e inserida no arquivo *.idf*.

3.7.7. Definição dos dados de saída do programa

Os dados de saída solicitados ao *Energy Plus* são todos os relatórios no formato HTML, as temperaturas operativas mensais e horárias, o consumo de refrigeração, o consumo de aquecimento e o consumo do ventilador do aparelho de ar condicionado.

3.7.8. Simulação dos cinco modelos

Através do processador *EP Launch*, foi selecionado o arquivo do tipo *.idf* que estava sendo trabalhado e o arquivo climático de Santa Maria.

3.7.9. Verificação de erros

Nesta etapa foram verificados e corrigidos os erros cometidos na modelagem ou na configuração.

3.8. Etapa 8: Obtenção dos níveis de eficiência energética, tratamento, análise e comparação dos dados encontrados

A etapa 8 corresponde à obtenção dos níveis de eficiência da envoltória dos modelos tipos 1 a 4 e da comparação destes resultados entre si.

O equivalente numérico da envoltória para resfriamento (EqnumEnvResfr) representa o desempenho da envoltória para verão. Já o equivalente numérico da envoltória para aquecimento (EqnumEnvA) representa o desempenho da envoltória para o inverno. O Equivalente numérico da envoltória para refrigeração (EqNumEnvRefrig) representa o desempenho da envoltória quando os ambientes são refrigerados artificialmente. Este equivalente numérico, entretanto, é apenas informativo e não entra no cálculo do desempenho da envoltória (INMETRO, 2012, p.33).

O EqnumEnvResfr é obtido através do cálculo de número de graus-hora no modelo naturalmente ventilado. Após a obtenção dos dados horários da temperatura operativa ao longo do ano, deve-se somar a diferença entre as temperaturas em relação a 26 °C. Após, deve-se comparar os valores com a tabela 21 do RTQ-R (INMETRO, 2012).

O EqnumEnvRefrig e EqnumEnvA são obtidos através dos dados de consumo de refrigeração e aquecimento por ambiente, mais o consumo do ventilador do aparelho de ar condicionado. Deve ser feita uma ponderação pela área dos ambientes, com o intuito de obter o nível geral da UH. Após isso, deve-se comparar os valores com tabela 21 do RTQ-R (INMETRO, 2012). A seguir está representada classificação dos EqNUM na tabela 17.

Tabela 17 – Tabela para comparação dos EqNumEnv da envoltória.

<i>Observação: As escalas foram desenvolvidas com o algoritmo de condução Conduction Transfer Function e o algoritmo de convecção TARP do Energy Plus</i>										
Cidade:	Santa Maria - RS	ZB 2	Tipo do arquivo:				SWERA			
Eficiência	EqNum	GHR		C _R (kWh/m ² .ano)			C _A (kWh/m ² .ano)			
A	5		GHR ≤	2,310		C _R ≤	5.849		C _A ≤	15.591
B	4	2,310	< GHR ≤	4,396	5.849	< C _R ≤	11.288	15.591	< C _A ≤	31.182
C	3	4,396	< GHR ≤	6,481	11.288	< C _R ≤	16.727	31.182	< C _A ≤	46.772
D	2	6,481	< GHR ≤	8,567	16.727	< C _R ≤	22.166	46.772	< C _A ≤	62.363
E	1	8,567	< GHR		22.166	< C _R		62.363	< C _A	

Fonte: RTQ-R (INMETRO, 2012).

Para obter a ENCE da envoltória UH na zona bioclimática 2 é necessário utilizar a equação 3 a seguir:

$$\text{EqNumEnv} = 0,44 \times \text{EqNumEnv Resfr} + 0,56 \times \text{EqNumEnv A} \quad (\text{EQ 3})$$

Posteriormente os resultados para o consumo das simulações dos modelos tipo 5 nos meses de janeiro e agosto foram comparados com as contas de energia obtidas com os usuários nestes mesmos meses. Estes meses foram escolhidos por serem meses de temperatura extremas, onde o consumo de energia é maior.

3.9. Etapa 9: Análise das contribuições para o RTQ-R e redação das conclusões

Através da análise dos dados da simulação foram feitas considerações no que diz respeito aos parâmetros de uso e ocupação do RTQ-R (2012). Estas considerações buscaram responder os objetivos específicos da pesquisa.

Por exemplo, para contribuir com a qualificação do RTQ-R (2012) e para futuros estudos em simulação energética de HIS, foram analisadas as rotinas de uso e ocupação dos usuários, que posteriormente foram comparadas aos parâmetros preconizados no regulamento. Desta maneira, foi possível identificar onde o regulamento não estava de acordo com a realidade, proporcionando resultados mais precisos nas simulações termoenergéticas.

Para cumprir com o objetivo de identificar as principais semelhanças e diferenças entre os parâmetros reais e os do regulamento, comparou-se estes parâmetros, através de tabelas, buscando identificar onde havia divergências. Além disso, outros aspectos, como a sazonalidade, a divisão do funcionamento das portas e janelas e o uso de cortinas e venezianas não são considerados no regulamento, no entanto, ao serem inseridos nas questões percebeu-se a importância destes nas rotinas dos moradores.

Outro objetivo desta pesquisa era identificar diferenças e semelhanças entre as respostas do condomínio, com o intuito de compreender os motivos que levaram essas diferenças a acontecer. Esta análise foi feita através da comparação entre tabelas, buscando o entendimento dos resultados nas respostas dos moradores.

A verificação da necessidade de considerar a sazonalidade nos parâmetros de uso e ocupação foi feita através da análise das respostas dos usuários, buscando entender se havia de fato diferenças nas rotinas de acordo com as estações do ano.

4. Análise dos resultados

4.1. Resultados obtidos em campo

Nos itens a seguir são descritos os resultados obtidos no Residencial Luna (edificação multifamiliar vertical) e os resultados gerais obtidos através das médias de prevalência do Terra Nova Pelotas I, Condomínio das Pedras – módulo III – Ametista e Caminho das Charqueadas.

4.1.1. Resultados do Residencial Luna

4.1.1.1 Uso e ocupação

Quando perguntados quantas pessoas moram na habitação, 51,11% responderam 3 pessoas. Este dado influi no padrão de ocupação dos ambientes. Na figura 39, a seguir, estão representados os percentuais das respostas sobre número de moradores por unidade habitacional.



Figura 39 – Percentual do número de moradores por unidade.
Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

Sobre a quantidade de pessoas que fazem as refeições em casa, foi perguntado quantas estão no café da manhã, almoço, lanche da tarde e janta. Em relação ao café da manhã, que está representado na figura 40, 46,67% responderam que três pessoas fazem esta refeição em casa.



Figura 40 – Percentual das pessoas que fazem o café da manhã em casa.
 Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

Sobre o almoço, que está representado na figura 41, 48,89 % responderam que 0 pessoas fazem esta refeição em casa.

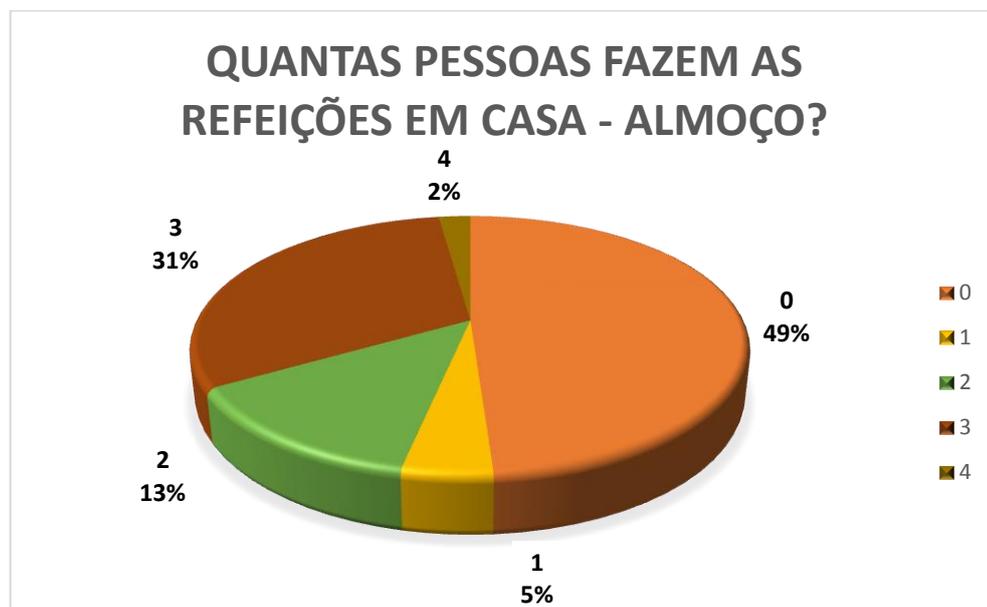


Figura 41 – Percentual das pessoas que fazem o almoço em casa.
 Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

Sobre o lanche da tarde, 75% responderam que nenhuma pessoa faz esta refeição em casa. Estes valores estão representados na figura 42.

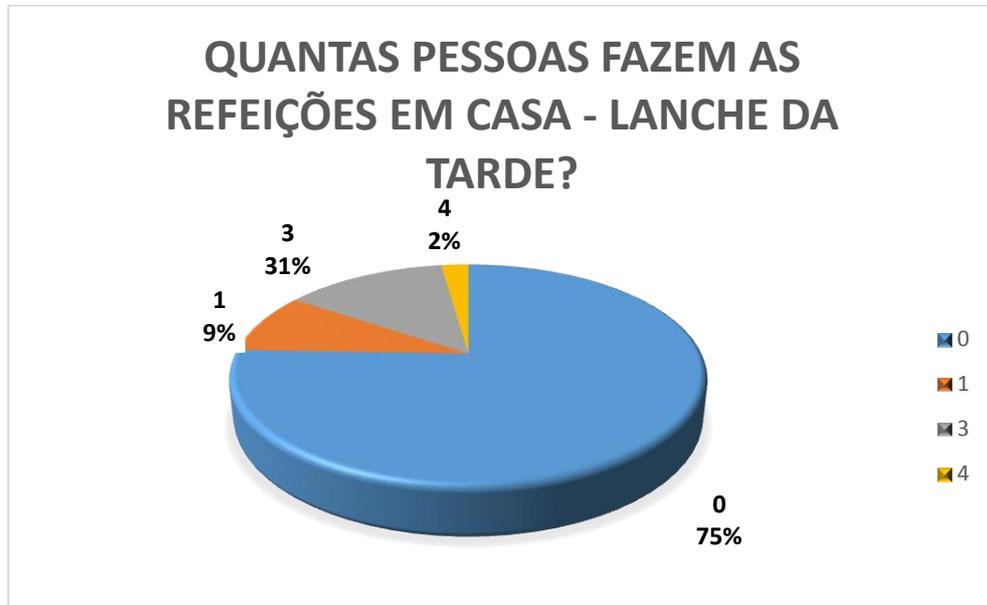


Figura 42 – Percentual das pessoas que fazem o lanche da tarde em casa.
Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

Sobre o jantar, 45% responderam que três pessoas fazem esta refeição. Este dado influi no padrão de ocupação da cozinha e no vapor gerado pela cocção de alimentos. Está representado na figura 43.



Figura 43 – Percentual das pessoas que fazem o jantar em casa.
Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

A seguir, na tabela 18, estão representadas as respostas para os horários em que as pessoas estão na sala, nos dormitórios, na cozinha e nos banheiros. Estes parâmetros interferem nos horários de ocupação dos ambientes e nos horários que acontecem o vapor pela cocção de alimentos e o vapor produzido pelo banho.

Tabela 18 – Tabela com os parâmetros horários de ocupação dos ambientes do Residencial Luna.

HORÁRIOS DE OCUPAÇÃO DO RESIDENCIAL LUNA							
Sala		Dormitórios		Cozinha		Banheiros	
1	0	1	1	1	0	1	0
2	0	2	1	2	0	2	0
3	0	3	1	3	0	3	0
4	0	4	1	4	0	4	0
5	0	5	1	5	0	5	0
6	0	6	1	6	0	6	0
7	0	7	1	7	0	7	1
8	0	8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0	10	0
11	0	11	0	11	0	11	0
12	0	12	0	12	1	12	0
13	0	13	0	13	0	13	0
14	0	14	0	14	0	14	0
15	0	15	0	15	0	15	0
16	0	16	0	16	0	16	0
17	0	17	0	17	0	17	0
18	0	18	0	18	0	18	0
19	1	19	0	19	1	19	0
20	1	20	0	20	0	20	0
21	1	21	0	21	0	21	0
22	1	22	0	22	0	22	0
23	1	23	0	23	0	23	0
24	1	24	0	24	0	24	0

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

4.1.1.2. Operação de cortinas e aberturas

Referente às cortinas, 88,88% das pessoas responderam ter cortinas em todos ambientes da casa. A edificação não possui nenhum tipo de proteção solar nas janelas. Este dado influi diretamente no sombreamento das aberturas.

Na tabela a seguir estão representados os parâmetros de ventilação natural de portas e janelas da sala, dormitórios, cozinha. Estes parâmetros se referem ao ano todo. Algumas pessoas relataram não abrir muito as janelas à noite, pois

acabam usando mais o ar condicionado neste período. Na tabela 19 é apresentado o percentual das respostas quanto ao horário de abertura das portas e janelas.

Tabela 19 – Tabela com os parâmetros horários de ventilação de portas e janelas dos ambientes do Residencial Luna.

HORÁRIOS DE VENTILAÇÃO DAS PORTAS E JANELAS DO RESIDENCIAL LUNA							
SALA		DORMITÓRIOS		COZINHA		BANHEIROS	
1	0.0	1	0.0	1	0.0	1	0.0
2	0.0	2	0.0	2	0.0	2	0.0
3	0.0	3	0.0	3	0.0	3	0.0
4	0.0	4	0.0	4	0.0	4	0.0
5	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0
6	0.0	6	0.0	6	0.0	6	0.0
7	0.0	7	0.0	7	0.0	7	0.0
8	0.0	8	0.0	8	0.0	8	0.0
9	1.0	9	1.0	9	1.0	9	1.0
10	1.0	10	1.0	10	1.0	10	1.0
11	1.0	11	1.0	11	1.0	11	1.0
12	1.0	12	1.0	12	1.0	12	1.0
13	1.0	13	0.0	13	0.0	13	0.0
14	1.0	14	0.0	14	0.0	14	0.0
15	1.0	15	0.0	15	0.0	15	0.0
16	1.0	16	0.0	16	0.0	16	0.0
17	1.0	17	0.0	17	0.0	17	0.0
18	1.0	18	0.0	18	1.0	18	1.0
19	1.0	19	1.0	19	1.0	19	1.0
20	1.0	20	1.0	20	1.0	20	1.0
21	0.0	21	0.0	21	0.0	21	0.0
22	0.0	22	0.0	22	0.0	22	0.0
23	0.0	23	0.0	23	0.0	23	0.0
24	0.0	24	0.0	24	0.0	24	0.0

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

4.1.1.3. Operação do sistema de iluminação

Referente à iluminação, o tipo de lâmpada que predominou nas respostas em todos os ambientes foi a fluorescente compacta – 80% das pessoas responderam ter lâmpadas fluorescentes compactas em todos os cômodos. Neste condomínio nenhum morador possui lâmpadas LED.

Os moradores costumam utilizar a iluminação do momento que chegam do trabalho até a hora de dormir, sendo que a maioria respondeu acionar a iluminação das 19h até as 24h. Poucas pessoas acendem a luz quando acordam, geralmente essas pessoas são as que acordam antes das 7 da manhã.

Além disso, quando foi iniciada a aplicação dos questionários, o horário em que as pessoas acionavam a iluminação era entre as 19h e as 20h. Depois, conforme foi se aproximando o fim do horário de verão, o horário de acionamento passou a ser entre as 18h e as 19h. Estes horários influem diretamente nos padrões de iluminação a serem inseridos na simulação termoenergética. Na tabela 20 está representada uma compilação dos padrões de horários de acionamento da iluminação.

Tabela 20 – Tabela com os parâmetros horários de iluminação dos ambientes.

HORÁRIOS DE ILUMINAÇÃO DO RESIDENCIAL LUNA			
Sala		Dormitórios	
1	0.0	1	0.0
2	0.0	2	0.0
3	0.0	3	0.0
4	0.0	4	0.0
5	0.0	5	0.0
6	0.0	6	0.0
7	0.0	7	0.0
8	0.0	8	0.0
9	0.0	9	0.0
10	0.0	10	0.0
11	0.0	11	0.0
12	0.0	12	0.0
13	0.0	13	0.0
14	0.0	14	0.0
15	0.0	15	0.0
16	0.0	16	0.0
17	0.0	17	0.0
18	0.0	18	0.0
19	1.0	19	1.0
20	1.0	20	1.0
21	1.0	21	1.0
22	1.0	22	1.0
23	1.0	23	1.0
24	1.0	24	1.0

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

4.1.1.4. Operação e uso de equipamentos elétricos

Na tabela 21, a seguir, está representada uma compilação das respostas referentes aos equipamentos eletrônicos. Referente à televisão, 44,44% das pessoas responderam ter apenas uma televisão e 55,55% das televisões são de LED. Todos os equipamentos elétricos foram considerados na simulação deste edifício.

Tabela 21 – Percentual dos equipamentos elétricos do Residencial Luna

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	POSSE DE EQUIPAMENTOS
Televisão	95%
Geladeira	100%
Fogão	93.33%
Quantas bocas?	
4	96.70%
6	3.30%
Liquidificador	68.89%
Batedeira	51.11%
Mixer	11.11%
Torradeira	51.11%
Microondas	82.20%
Maq.de lavar louça	17.80%
Exaustor	22.20%
Maq.de lavar roupa	68.90%
Maq.de secar roupa	22.20%
Notebook	66.70%
Computador	31.11%
Tablet	22.20%
Impressora	26.70%
DVD	42.20%
Blue Ray	13.30%
Celular	73.30%
Quantos celulares?	
1	17.20%
2	37.90%
3	27.60%
4	10.30%
5	6.80%
Home Theater	11.10%
Secador de cabelo	64.40%
Chapinha	51.10%
Baby Liss	8.90%
Estufa	26.70%
Ventilador	80%
Chuveiro elétrico	100%
Cook Top	17.80%
Jarra Elétrica	37.80%
Ferro Elétrico	53.30%
Centrífuga de suco	33.30%
Rádio	66.70%

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

4.1.1.5. Operação e uso do aparelho de ar condicionado.

Referente ao ar condicionado, 71,11% dos respondentes possuem ar condicionado. Todos os equipamentos são do tipo *split*. Em relação ao número de

unidades, 75 % possuem apenas uma unidade. Sendo que na sala, 52% são de 12.000 BTUS. Quando possuem nos dormitórios, 62% são de 9.000 BTUS. Tanto na sala como nos dormitórios o horário de maior utilização é à noite. Na tabela 22, abaixo, estão representados os horários de acionamento do ar condicionado ao longo das 24 horas do dia.

Tabela 22 – Parâmetros horários do uso ar condicionado do Residencial Luna

HORÁRIOS DE AC DO RESIDENCIAL LUNA			
SALA		DORMITORIOS	
1	0	1	1.0
2	0	2	1.0
3	0	3	1.0
4	0	4	1.0
5	0	5	1.0
6	0	6	1.0
7	0	7	1.0
8	0	8	0
9	0	9	0
10	0	10	0
11	0	11	0
12	0	12	0
13	0	13	0
14	0	14	0
15	0	15	0
16	0	16	0
17	0	17	0
18	0	18	0
19	0	19	0
20	0	20	0
21	1.0	21	0
22	1.0	22	1.0
23	1.0	23	1.0
24	1.0	24	1.0

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna.

4.1.1.6. Comparação entre os dados obtidos em campo e os parâmetros preconizados no RTQ-R

4.1.1.6.1 Uso e ocupação

Na tabela 23, a seguir, está representada uma comparação entre os parâmetros do RTQ-R e os parâmetros obtidos em campo referentes ao padrão horário de ocupação. Neste primeiro modelo de questionário, os horários de ocupação não estavam divididos em dias de semana e finais de semana.

Tabela 23– Comparação dos parâmetros de ocupação da pesquisa com os parâmetros do RTQ-R

Parâmetros de ocupação - RTQ-R					Parâmetros de ocupação - Residencial Luna		
Hora	Dormitórios		Sala		Hora	Dormitórios	Sala
	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)		Todos os dias (%)	Todos os dias (%)
1 h	100	100	0	0	1 h	100	0
2 h	100	100	0	0	2 h	100	0
3 h	100	100	0	0	3 h	100	0
4 h	100	100	0	0	4 h	100	0
5 h	100	100	0	0	5 h	100	0
6 h	100	100	0	0	6 h	100	0
7 h	100	100	0	0	7 h	100	0
8 h	0	100	0	0	8 h	0	0
9 h	0	100	0	0	9 h	0	0
10 h	0	50	0	0	10 h	0	0
11 h	0	0	0	25	11 h	0	0
12 h	0	0	0	75	12 h	0	0
13 h	0	0	0	0	13 h	0	0
14 h	0	0	25	75	14 h	0	0
15 h	0	0	25	50	15 h	0	0
16 h	0	0	25	50	16 h	0	0
17 h	0	0	25	50	17 h	0	0
18 h	0	0	25	25	18 h	0	0
19 h	0	0	100	25	19 h	0	100
20 h	0	0	50	50	20 h	0	100
21 h	50	50	50	50	21 h	0	100
22 h	100	100	0	0	22 h	0	100
23 h	100	100	0	0	23 h	0	100
24 h	100	100	0	0	24 h	0	100

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna e RTQ-R (2012).

Na tabela 24, uma comparação do número de pessoas por ambiente. Foram utilizadas três pessoas por unidade habitacional, visto que a maioria dos apartamentos possui esta composição familiar.

Tabela 24 – Parâmetros de nº de pessoas – dias de semana

PARÂMETROS DE Nº DE PESSOAS		
AMBIENTES	RTQ-R	DADOS OBTIDOS EM CAMPO
SALA	4	3
DORMITÓRIO 1	2	2
DORMITÓRIO 2	2	1

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna e RTQ-R (2012).

4.1.1.6.2 Operação do sistema de iluminação

A tabela 25 representa a comparação entre os horários de iluminação preconizados no RTQ-R e os horários obtidos como resposta dos moradores quando perguntados em que horários acionavam a iluminação. A DPI utilizada foi a mesma do RTQ-R, ou seja, 5 W/m² para dormitório e 6 W/m² para sala. Estes dados foram utilizados pela falta de acesso à potência das lâmpadas instaladas nos apartamentos.

Tabela 25 – Parâmetros de horário de iluminação

Parâmetros de iluminação - RTQ-R					Parâmetros de iluminação - RESIDENCIAL LUNA		
Hora	Dormitórios		Sala		Hora	Dormitórios	Sala
	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)		Todos os dias (%)	Todos os dias (%)
1 h	0	0	0	0	1 h	0	0
2 h	0	0	0	0	2 h	0	0
3 h	0	0	0	0	3 h	0	0
4 h	0	0	0	0	4 h	0	0
5 h	0	0	0	0	5 h	0	0
6 h	0	0	0	0	6 h	0	0
7 h	100	0	0	0	7 h	0	0
8 h	0	0	0	0	8 h	0	0
9 h	0	100	0	0	9 h	0	0
10 h	0	0	0	100	10 h	0	0
11 h	0	0	0	100	11 h	0	0
12 h	0	0	0	0	12 h	0	0
13 h	0	0	0	0	13 h	0	0
14 h	0	0	0	0	14 h	0	0
15 h	0	0	0	0	15 h	0	0
16 h	0	0	0	100	16 h	0	0
17 h	0	0	100	100	17 h	0	0
18 h	0	0	100	100	18 h	0	0
19 h	0	0	100	100	19 h	100	100
20 h	0	0	100	0	20 h	100	100
21 h	100	100	100	0	21 h	100	100
22 h	100	100	0	0	22 h	100	100
23 h	0	0	0	0	23 h	100	100
24 h	0	0	0	0	24 h	100	100

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna e RTQ-R (2012).

4.1.1.6.3 Operação e uso de equipamentos elétricos

A tabela 26 representa o parâmetro de equipamentos elétricos. O RTQ-R estabelece equipamentos apenas para a sala, num total de 1,5 W/m². A partir dos

questionários obteve-se uma lista de equipamentos mais comuns nas habitações. Os horários de uso dos equipamentos elétricos foram baseados no PROCEL (2016).

Tabela 26 – Parâmetros de equipamentos elétricos

DENSIDADE DE POTÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (W/m ²)		
AMBIENTES	RTQ-R	DADOS OBTIDOS EM CAMPO
Sala	1,5	14,05
Dormitórios	-----	8,97
Banheiro	-----	2.026,97
Cozinha	-----	4.262,6

Fonte: Pesquisa com os moradores do Residencial Luna e RTQ-R (2012).

Na tabela 27, a seguir, uma compilação dos equipamentos elétricos inseridos como parâmetros no modelo configurado pela pesquisa.

Tabela 27 – Tabela de equipamentos elétricos

TABELA DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS			
AMBIENTE	EQUIPAMENTOS	TEMPO DE USO (DIA)	POTÊNCIA - W
Sala	TV	4 horas	160
Sala	Notebook	4 horas	90
Dormitórios	Celular	1 hora	90
Dormitórios	Ventilador	4 horas	80
Banheiro	Secador de cabelo	1 hora	1600
Banheiro	Chapinha	30 min	62
Banheiro	Chuveiro elétrico	1 hora	4500
Cozinha	Geladeira	24 horas	690
Cozinha	Queimador normal	1 hora	1700
Cozinha	Queimador família	1 hora	2000
Cozinha	Queimador flash	1 hora	3000
Cozinha	Queimador dupla-chama	1 hora	4000
Cozinha	Queimador forno	1 hora	3300
Cozinha	Liquidificador	15 min	213
Cozinha	Batedeira	20 min	150
Cozinha	Torradeira	10 min	1310
Cozinha	Microondas	20 min	1400
Cozinha	Máquina de lavar roupa	1 hora	880
Cozinha	Jarra elétrica	1 hora	2000
Cozinha	Ferro elétrico	1 hora	1000

Fonte: Procel (2015).

4.1.1.6.4 Operação de cortinas e aberturas

Outra diferença importante foi em relação às aberturas, que passaram a ser configuradas com uma cortina na simulação. Os horários de ventilação e condicionamento artificial permaneceram os mesmos, tendo em vista que os horários obtidos nos questionários coincidiam, ambos à noite.

4.1.2. Resultados gerais – Terra Nova Pelotas I, Residencial Caminho das Charqueadas, Condomínio das Pedras – Módulo III

Nos itens a seguir serão apresentados os resultados gerais dos questionários, obtidos através de uma média das prevalências entre os três condomínios estudados que formaram este banco de dados.

4.1.2.1. Uso e ocupação

A maior porcentagem para o número de moradores das habitações foi de 34,2% para três pessoas. Na figura 44 estão representadas estas porcentagens.



Figura 44 – Resultado para a quantidade de moradores que moram na habitação.
Fonte: pesquisa em HIS.

Foi perguntado aos moradores quantas pessoas fazem as refeições em casa. A maioria respondeu que só fazem o café da manhã e o jantar em casa. Isso

acontece por estarem em horário de trabalho e ser inconveniente ir até em casa para almoçar. Nenhum dos condomínios estudados fica no centro da cidade. Nas figuras 45, 46, 47 e 48, a seguir, estão representadas as porcentagens de pessoas que fazem cada refeição em casa.



Figura 45 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o café da manhã em casa.
 Fonte: pesquisa em HIS



Figura 46 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o almoço em casa.
 Fonte: pesquisa em HIS.



Figura 47 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o lanche da tarde em casa.

Fonte: pesquisa em HIS.



Figura 48 – Resultado para a quantidade de moradores que fazem o jantar em casa.

Fonte: pesquisa em HIS.

O parâmetro de ocupação dos ambientes foi verificado para o fim de semana e dias de semana, no verão e no inverno. A principal diferença da ocupação da sala/cozinha é que nos dias de semana no verão as pessoas passam a ocupar este espaço uma hora mais cedo. Na tabela 28 está representado o parâmetro de ocupação da sala/cozinha ao longo das 24 horas do dia.

Tabela 28 – Padrão de ocupação da sala/cozinha.

HORÁRIO DE OCUPAÇÃO DA SALA/COZINHA - PARÂMETROS GERAIS					
VERÃO			INVERNO		
	DIA DE SEMANA	FIM DE SEMANA		DIA DE SEMANA	FIM DE SEMANA
1	0.0	0.0	1	0.0	0.0
2	0.0	0.0	2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
6	0.0	0.0	6	0.0	0.0
7	0.0	0.0	7	0.0	0.0
8	1.0	0.0	8	0.0	0.0
9	1.0	0.0	9	1.0	0.0
10	1.0	1.0	10	1.0	1.0
11	1.0	1.0	11	1.0	1.0
12	1.0	1.0	12	1.0	1.0
13	1.0	1.0	13	1.0	1.0
14	1.0	1.0	14	1.0	1.0
15	1.0	1.0	15	1.0	1.0
16	1.0	1.0	16	1.0	1.0
17	1.0	1.0	17	1.0	1.0
18	1.0	1.0	18	1.0	1.0
19	1.0	1.0	19	1.0	1.0
20	1.0	1.0	20	1.0	1.0
21	1.0	1.0	21	1.0	1.0
22	1.0	1.0	22	1.0	1.0
23	1.0	1.0	23	1.0	1.0
24	0.0	1.0	24	0.0	1.0

Fonte: pesquisa em HIS.

No que diz respeito à ocupação dos dormitórios, a maioria das pessoas respondeu ocupar o ambiente da 1h às 7h nos dias de semana no verão. No inverno as pessoas dormem uma hora mais cedo nos dias de semana. Os padrões do fim de semana não variaram, ambos são da 1h às 9h.

Na tabela 29 está representada a ocupação dos dos dormitórios.

Tabela 29 – Padrão de ocupação dos dormitórios.

HORÁRIO DE OCUPAÇÃO DOS DORMITÓRIOS - PARÂMETROS GERAIS					
VERÃO			INVERNO		
	DIA DE SEMANA	FIM DE SEMANA		DIA DE SEMANA	FIM DE SEMANA
1	1.0	1.0	1	1.0	1.0
2	1.0	1.0	2	1.0	1.0
3	1.0	1.0	3	1.0	1.0
4	1.0	1.0	4	1.0	1.0
5	1.0	1.0	5	1.0	1.0
6	1.0	1.0	6	1.0	1.0
7	1.0	1.0	7	1.0	1.0
8	0.0	1.0	8	0.0	1.0
9	0.0	1.0	9	0.0	1.0
10	0.0	0.0	10	0.0	0.0
11	0.0	0.0	11	0.0	0.0
12	0.0	0.0	12	0.0	0.0
13	0.0	0.0	13	0.0	0.0
14	0.0	0.0	14	0.0	0.0
15	0.0	0.0	15	0.0	0.0
16	0.0	0.0	16	0.0	0.0
17	0.0	0.0	17	0.0	0.0
18	0.0	0.0	18	0.0	0.0
19	0.0	0.0	19	0.0	0.0
20	0.0	0.0	20	0.0	0.0
21	0.0	0.0	21	0.0	0.0
22	0.0	0.0	22	0.0	0.0
23	0.0	0.0	23	0.0	0.0
24	0.0	0.0	24	1.0	0.0

Fonte: pesquisa em HIS.

A ocupação do banheiro, que influi no horário em que o vapor do banho é gerado, a maioria marcou apenas as 20h, tanto no final de semana como nos dias de semana, verão e inverno.

4.1.2.2. Operação de cortinas, venezianas e aberturas

As cortinas e as venezianas são ferramentas importantes para o sombreamento. Os dados obtidos na pesquisa mostram que a maioria dos condôminos possui cortina, totalizando 83,1 % das UHS.

Foi perguntado aos moradores se possuem cortinas em todos ambientes. As respostas demonstraram que a maioria possui apenas na sala e nos dormitórios. Na sala a porcentagem de posse foi de 79,6% e nos dormitórios foi de 56,06%. 99% responderam não ter cortinas nos banheiros, assim como na cozinha, que a porcentagem foi de 90,4%.

A maioria das UHs possui proteção solar, venezianas ou persianas, sendo a porcentagem de posse de 97,9%. Foi perguntado em quais ambientes possuem venezianas. A resposta da maioria foi que possuem apenas nos dormitórios, sendo a porcentagem de posse de 91,1%.

Os horários de ventilação foram divididos em portas e janelas, tendo em vista que na simulação é possível fazer esta divisão. Também foram separados os hábitos de ventilação do verão e do inverno. Os hábitos de ventilação das janelas das salas/cozinhas estão representados na tabela 30 a seguir. A principal diferença que podemos observar entre o verão e o inverno é que no verão as pessoas ventilam a residência até mais tarde. Esta decisão acontece porque no inverno as temperaturas nesta região diminuem muito à noite.

Tabela 30 – Padrão de ventilação das janelas das salas/cozinhas.

HORÁRIOS DE VENTILAÇÃO DAS JANELAS DAS SALA/COZINHA			
VERÃO		INVERNO	
1	0.0	1	0.0
2	0.0	2	0.0
3	0.0	3	0.0
4	0.0	4	0.0
5	0.0	5	0.0
6	0.0	6	0.0
7	0.0	7	0.0
8	1.0	8	1.0
9	1.0	9	1.0
10	1.0	10	1.0
11	1.0	11	1.0
12	1.0	12	1.0
13	1.0	13	1.0
14	1.0	14	1.0
15	1.0	15	1.0
16	1.0	16	1.0
17	1.0	17	1.0
18	1.0	18	1.0
19	1.0	19	1.0
20	1.0	20	0.0
21	1.0	21	0.0
22	1.0	22	0.0
23	1.0	23	0.0
24	0.0	24	0.0

Fonte: pesquisa em HIS.

A seguir, na tabela 31, estão representados os horários de ventilação das janelas dos dormitórios. Os horários de ventilação das janelas dos banheiros são

iguais aos horários dos dormitórios. A principal diferença entre o verão e o inverno é a mesma das salas/cozinhas, no verão ventilam o ambiente até um pouco mais tarde.

Tabela 31 – Padrão de ventilação das janelas dos dormitórios e banheiros.

HORÁRIOS DE VENTILAÇÃO DAS JANELAS DOS DORMITÓRIOS E BANHEIROS			
VERÃO		INVERNO	
1	0.0	1	0.0
2	0.0	2	0.0
3	0.0	3	0.0
4	0.0	4	0.0
5	0.0	5	0.0
6	0.0	6	0.0
7	0.0	7	0.0
8	1.0	8	1.0
9	1.0	9	1.0
10	1.0	10	1.0
11	1.0	11	1.0
12	1.0	12	1.0
13	1.0	13	1.0
14	1.0	14	1.0
15	1.0	15	1.0
16	1.0	16	1.0
17	1.0	17	1.0
18	1.0	18	1.0
19	1.0	19	0.0
20	0.0	20	0.0
21	0.0	21	0.0
22	0.0	22	0.0
23	0.0	23	0.0
24	0.0	24	0.0

Fonte: pesquisa em HIS.

Os padrões de ventilação das portas das salas/cozinhas é sempre 0 para as 24 horas do dia. Isto acontece porque elas abrem para a rua e a maioria das pessoas não tem o costume de deixá-las abertas por motivos de segurança e privacidade. Tanto as portas dos dormitórios, como dos banheiros, a maioria respondeu deixar sempre abertas nas 24 horas do dia.

4.1.2.3. Operação do sistema de iluminação

Os padrões de iluminação estão diretamente relacionados com a presença de luz natural. Logo, este padrão foi dividido em verão e inverno, devido à mudança

do horário do pôr do sol. Os padrões de iluminação das salas e dormitórios para a maioria das pessoas são os mesmos. A única diferença é que no verão ele começa às 20h e no inverno às 18h. Na tabela 32 apresenta-se uma compilação destes dados ao longo das 24 horas do dia.

Tabela 32 – Padrão de iluminação das salas e dormitórios

HORÁRIOS DE ILUMINAÇÃO DAS SALAS E DOS DORMITÓRIOS		
	VERÃO	INVERNO
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	1.0
19	0.0	1.0
20	1.0	1.0
21	1.0	1.0
22	1.0	1.0
23	1.0	1.0
24	1.0	1.0

Fonte: pesquisa em HIS.

Foi perguntado aos moradores qual o tipo de lâmpadas que possuem em cada ambiente. Para todos os ambientes a resposta de maior porcentagem foi a lâmpada fluorescente compacta. Poucos moradores possuem lâmpadas do tipo LED. Não foi levantada a potência das lâmpadas.

4.1.2.4. Operação e uso dos equipamentos elétricos

Na tabela 33, a seguir, estão compilados os equipamentos elétricos considerados em cada ambiente, a porcentagem de posse, o tempo de uso, os dias estimados do mês, o tempo de uso por dia e a potência. O tempo de uso marcado em rosa demonstra o tempo de uso levantado com o questionário, os demais dados são retirados do PROCEL (2016).

Tabela 33 – Equipamentos elétricos utilizados como parâmetros nas simulações do caso real

TABELA DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS					
AMBIENTE	EQUIPAMENTOS	PORCENTAGEM DE POSSE	DIAS ESTIMADOS DE USO NO MÊS	TEMPO DE USO POR DIA	POTÊNCIA (W)
Sala/Cozinha	TV	100%	30	4 horas	160
Sala/Cozinha	Notebook	80,7%	30	4 horas	90
Dormitórios	Celular	99,6%	30	1 hora	90
Banheiro	Secador de cabelo	87,7%	30	11 min	1600
Banheiro	Chapinha	59,7%	20	30 min	62
Banheiro	Chuveiro elétrico	97,9%	30	40 min	2500
Sala/Cozinha	Geladeira	100%	30	24 horas	690
Sala/Cozinha	Liquidificador	94,2%	15	15 min	213
Sala/Cozinha	Batedeira	72,00%	8	20 min	150
Sala/Cozinha	Torradeira	85,6%	30	7 min	1310
Sala/Cozinha	Exaustor	35,8%	30	2 horas	16.6
Sala/Cozinha	Microondas	92,2%	30	10 min	1400
Sala/Cozinha	Máquina de lavar roupa	95,9%	12	1 hora	880
Sala/Cozinha	Jarra Elétrica	70,00%	30	8 min	2000
Sala/Cozinha	Ferro elétrico	89,2%	12	16 min	1000
Sala/Cozinha	Máquina de secar roupa	43,2%	8	1 hora	1865
Sala/Cozinha	Video Game	66,3%	15	4 horas	24
Sala/Cozinha	DVD	66,3%	8	4 horas	15

Fonte: Pesquisa em HIS e PROCEL (2016).

Foi questionado aos moradores a quantidade de televisores que possuem em casa e os tamanhos dos aparelhos. A maioria, 44%, respondeu ter duas televisões. O tipo de televisão mais comum é LCD e o tamanho mais recorrente é o de 32 polegadas.

Questionou-se também se os moradores possuíam fogão convencional ou *cooktop*; 74,1% possuem fogão convencional, sendo que 92,1% têm quatro bocas. A média de tempo de uso é de 66 minutos.

4.1.2.5. Operação e uso do aparelho de ar condicionado

A maioria dos condôminos, 89,9%, possui aparelhos de ar condicionado em casa. Quando questionados sobre quantas unidades possuem em casa, 50,8% responderam ter apenas um, sendo que 100% são do tipo *Split*. É possível perceber que esta prevalência é bem maior quando comparamos este estudo aos estudos abordados na revisão bibliográfica. Segundo Fedrigo, Ghisi e Lamberts (2009), por exemplo, apenas 2% das residências brasileiras possuíam aparelhos de ar condicionado.

Na sala a potência mais recorrente é de 12.000 BTUs, 40,9%; já nos dormitórios 1 e 2 é 9.000 BTUs, 49,3% e 62% respectivamente; no dormitório 3, 50% dos respondentes disseram ter aparelhos de 7.000 BTUs.

Na tabela 34 está representada uma compilação dos parâmetros de uso dos aparelhos de ar condicionado ao longo do dia na sala/cozinha. É possível identificar que a maioria dos respondentes não utiliza o ar condicionado no inverno, os moradores relataram que o inverno não é tão rigoroso, logo, o aquecimento artificial não é muito utilizado.

Tabela 34 – Parâmetros horários de utilização de ar condicionado da sala/cozinha

HORÁRIO DE USO DO AR CONDICIONADO NA SALA/COZINHA					
VERÃO			INVERNO		
	DIA DE SEMANA	FIM DE SEMANA		DIA DE SEMANA	FIM DE SEMANA
1		0.0	1	0.0	0.0
2	0.0	0.0	2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
6	0.0	0.0	6	0.0	0.0
7	0.0	0.0	7	0.0	0.0
8	0.0	0.0	8	0.0	0.0
9	0.0	0.0	9	0.0	0.0
10	0.0	0.0	10	0.0	0.0
11	0.0	0.0	11	0.0	0.0
12	0.0	0.0	12	0.0	0.0
13	0.0	0.0	13	0.0	0.0
14	0.0	0.0	14	0.0	0.0
15	0.0	0.0	15	0.0	0.0
16	0.0	0.0	16	0.0	0.0
17	0.0	0.0	17	0.0	0.0
18	0.0	1.0	18	0.0	0.0
19	1.0	1.0	19	0.0	0.0
20	1.0	1.0	20	0.0	0.0
21	1.0	1.0	21	0.0	0.0
22	1.0	1.0	22	0.0	0.0
23	1.0	1.0	23	0.0	0.0
24	1.0	1.0	24	0.0	0.0

Fonte: Pesquisa em HIS.

A maioria dos moradores relatou que utiliza o aparelho de ar condicionado nos dormitórios apenas para refrescar o ambiente antes de dormir, com o intuito de economizar energia. No inverno, tanto nos dormitórios como na sala, a maioria respondeu que não utiliza este recurso. Na tabela 35 estão compilados os parâmetros horários de utilização do aparelho de ar condicionado nos dormitórios.

Tabela 35 – Tabela com os parâmetros horários de utilização de ar condicionado nos dormitórios

HORÁRIO DE USO DO AR CONDICIONADO NOS DORMITÓRIOS					
VERÃO			INVERNO		
	DIA DE SEMANA	FINAL DE SEMANA		DIA DE SEMANA	FINAL DE SEMANA
1	0.0	0.0	1	0.0	0.0
2	0.0	0.0	2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
6	0.0	0.0	6	0.0	0.0
7	0.0	0.0	7	0.0	0.0
8	0.0	0.0	8	0.0	0.0
9	0.0	0.0	9	0.0	0.0
10	0.0	0.0	10	0.0	0.0
11	0.0	0.0	11	0.0	0.0
12	0.0	0.0	12	0.0	0.0
13	0.0	0.0	13	0.0	0.0
14	0.0	0.0	14	0.0	0.0
15	0.0	0.0	15	0.0	0.0
16	0.0	0.0	16	0.0	0.0
17	0.0	0.0	17	0.0	0.0
18	0.0	0.0	18	0.0	0.0
19	0.0	0.0	19	0.0	0.0
20	0.0	0.0	20	0.0	0.0
21	0.0	0.0	21	0.0	0.0
22	1.0	0.0	22	0.0	0.0
23	1.0	0.0	23	0.0	0.0
24	1.0	0.0	24	0.0	0.0

Fonte: Pesquisa em HIS.

4.1.2.6. Comparação entre os dados obtidos em campo e os parâmetros do RTQ-R - parâmetros gerais

4.1.2.6.1 Uso e ocupação

No que diz respeito ao uso e à ocupação dos ambientes, na tabela 36 está representada uma comparação entre os parâmetros de ocupação da sala pelo regulamento e pela pesquisa. O RTQ-R (INMETRO, 2012) preconiza que só há ocupação na sala nos dias de semana das 14h às 21h, no entanto, a maioria dos respondentes disse que também fica em casa na parte da manhã. Isso acontece, pois em muitos empregos é possível trabalhar em casa e, além disso, algumas famílias nesta faixa salarial têm faxineiras, empregadas domésticas e babás, que ocupam este cômodo ao longo do dia.

Outro fator importante é que o regulamento coloca a ocupação da sala até as 21h, porém, as pessoas dormem mais tarde atualmente, ficando neste cômodo por mais tempo – até as 23h em dia de semana e até as 24h nos finais de semana. Os resultados da pesquisa são sempre inteiros, 0 ou 100, pois não existia nas perguntas do questionário a possibilidade de marcar apenas alguns minutos de permanência ou só alguns moradores.

O regulamento não separa seus parâmetros entre verão e inverno, no entanto, é possível perceber que há diferença entre as respostas da pesquisa. No inverno, as pessoas dormem um pouco mais cedo e acordam um pouco mais tarde, no verão ocorre o oposto.

Tabela 36 – Tabela comparativa entre os parâmetros de ocupação da sala pelo regulamento e pela pesquisa

AMBIENTE: SALA							
Parâmetros de ocupação - RTQ-R			Parâmetros de ocupação - PESQUISA				
Hora	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Hora	VERÃO		INVERNO	
				Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)
1 h	0	0	1 h	0.0	0.0	0.0	0.0
2 h	0	0	2 h	0.0	0.0	0.0	0.0
3 h	0	0	3 h	0.0	0.0	0.0	0.0
4 h	0	0	4 h	0.0	0.0	0.0	0.0
5 h	0	0	5 h	0.0	0.0	0.0	0.0
6 h	0	0	6 h	0.0	0.0	0.0	0.0
7 h	0	0	7 h	0.0	0.0	0.0	0.0
8 h	0	0	8 h	100.0	0.0	0.0	0.0
9 h	0	0	9 h	100.0	0.0	100.0	0.0
10 h	0	0	10 h	100.0	100.0	100.0	100.0
11 h	0	25	11 h	100.0	100.0	100.0	100.0
12 h	0	75	12 h	100.0	100.0	100.0	100.0
13 h	0	0	13 h	100.0	100.0	100.0	100.0
14 h	25	75	14 h	100.0	100.0	100.0	100.0
15 h	25	50	15 h	100.0	100.0	100.0	100.0
16 h	25	50	16 h	100.0	100.0	100.0	100.0
17 h	25	50	17 h	100.0	100.0	100.0	100.0
18 h	25	25	18 h	100.0	100.0	100.0	100.0
19 h	100	25	19 h	100.0	100.0	100.0	100.0
20 h	50	50	20 h	100.0	100.0	100.0	100.0
21 h	50	50	21 h	100.0	100.0	100.0	100.0
22 h	0	0	22 h	100.0	100.0	100.0	100.0
23 h	0	0	23 h	100.0	100.0	100.0	100.0
24 h	0	0	24 h	0.0	100.0	0.0	100.0

Fonte: Pesquisa em HIS e RTQ-R (INMETRO, 2012).

Os parâmetros de ocupação dos dormitórios do regulamento e da pesquisa diferem no horário que finaliza a ocupação no final de semana, no regulamento está preconizado as 10h (50%) e na pesquisa as 9h.

Outra diferença observada é o horário de ir para os dormitórios, a ocupação nos dormitórios começa a partir das 21h, no entanto, de acordo com os dados da pesquisa realizada, os moradores ainda estão na sala esta hora, passando a ocupar os dormitórios somente à 1h no verão, e às 24h no inverno. No final de semana no inverno a maioria dos moradores também ocupa o dormitório a partir da 1h. Na tabela 37, a seguir, estão compilados estes dados de ocupação dos dormitórios.

Tabela 37 – Tabela comparativa entre os parâmetros de ocupação dos dormitórios pelo regulamento e pela pesquisa

AMBIENTE: DORMITÓRIOS							
Parâmetros de ocupação - RTQ-R			Parâmetros de ocupação - PESQUISA				
Hora	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Hora	VERÃO		INVERNO	
				Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)
1 h	100	100	1 h	100	100	100	100
2 h	100	100	2 h	100	100	100	100
3 h	100	100	3 h	100	100	100	100
4 h	100	100	4 h	100	100	100	100
5 h	100	100	5 h	100	100	100	100
6 h	100	100	6 h	100	100	100	100
7 h	100	100	7 h	100	100	100	100
8 h	0	100	8 h	0.0	100	0.0	100
9 h	0	100	9 h	0.0	100	0.0	100
10 h	0	50	10 h	0.0	0.0	0.0	0.0
11 h	0	0	11 h	0.0	0.0	0.0	0.0
12 h	0	0	12 h	0.0	0.0	0.0	0.0
13 h	0	0	13 h	0.0	0.0	0.0	0.0
14 h	0	0	14 h	0.0	0.0	0.0	0.0
15 h	0	0	15 h	0.0	0.0	0.0	0.0
16 h	0	0	16 h	0.0	0.0	0.0	0.0
17 h	0	0	17 h	0.0	0.0	0.0	0.0
18 h	0	0	18 h	0.0	0.0	0.0	0.0
19 h	0	0	19 h	0.0	0.0	0.0	0.0
20 h	0	0	20 h	0.0	0.0	0.0	0.0
21 h	50	50	21 h	0.0	0.0	0.0	0.0
22 h	100	100	22 h	0.0	0.0	0.0	0.0
23 h	100	100	23 h	0.0	0.0	0.0	0.0
24 h	100	100	24 h	0.0	0.0	100	0.0

Fonte: Pesquisa em HIS e RTQ-R (INMETRO, 2012).

4.1.2.6.2. Operação de cortinas, venezianas e aberturas

O regulamento não dispõe de parâmetros sobre cortinas e aberturas, apenas relata que os elementos de sombreamento devem ser modelados conforme a especificação do projeto. Logo, deveriam ser modeladas apenas as proteção solares (venezianas e persianas) quando estivessem especificadas no projeto. Porém, na pesquisa a maioria possui cortinas, que são elementos de sombreamento muito comuns em todas as residências.

Os dados levantados sobre ventilação desta pesquisa só podem ser comparados aos parâmetros preconizados no regulamento para o modelo condicionado artificialmente, tendo em vista que esta é a realidade da maioria das HIS estudadas.

O regulamento define que para todos os ambientes deve ser considerado o horário de ventilação das 9h às 20h, no entanto, ao perguntar aos moradores os horários de ventilação por ambiente, percebe-se que os moradores começam a ventilar a residência logo que acordam, a partir das 8h. Outra diferença importante é que no verão os moradores ventilam até mais tarde os cômodos, principalmente na sala. Na tabela 38 está disposta uma comparação entre os parâmetros do regulamento e da pesquisa sobre ventilação natural.

Tabela 38 – Tabela comparativa entre os parâmetros de ventilação natural pelo regulamento e pela pesquisa

RTQ-R		PESQUISA							
HORÁRIOS DE VENTILAÇÃO PELO RTQ-R PARA TODOS AMBIENTES		HORÁRIOS DE VENTILAÇÃO DAS JANELAS DAS SALA/COZINHA				HORÁRIOS DE VENTILAÇÃO DAS JANELAS DOS DORMITÓRIOS			
TODO ANO		VERÃO		INVERNO		VERÃO		INVERNO	
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0	7	0	7	0
8	0	8	100	8	100	8	100	8	100
9	100	9	100	9	100	9	100	9	100
10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
11	100	11	100	11	100	11	100	11	100
12	100	12	100	12	100	12	100	12	100
13	100	13	100	13	100	13	100	13	100
14	100	14	100	14	100	14	100	14	100
15	100	15	100	15	100	15	100	15	100
16	100	16	100	16	100	16	100	16	100
17	100	17	100	17	100	17	100	17	100
18	100	18	100	18	100	18	100	18	100
19	100	19	100	19	100	19	100	19	0
20	100	20	100	20	0	20	0	20	0
21	0	21	100	21	0	21	0	21	0
22	0	22	100	22	0	22	0	22	0
23	0	23	100	23	0	23	0	23	0
24	0	24	0	24	0	24	0	24	0

Fonte: Pesquisa em HIS e RTQ-R (INMETRO, 2012).

Em relação às portas, o RTQ-R (INMETRO, 2012) não separa as portas das janelas, ambos obedecem à mesma rotina.

Na pesquisa pôde-se observar que os moradores não abrem as portas da sala por questões de segurança e privacidade, ao contrário do regulamento que define a abertura das portas da 9h às 20h.

Os parâmetros da pesquisa sobre a abertura das portas dos dormitórios e banheiros mostram que os moradores abrem a porta durante todo o dia, o que também diverge do regulamento.

4.1.2.6.3. Operação do sistema de iluminação

Os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012) preconizam que o usuário aciona o sistema de iluminação quando acorda, às 7h nos dias de semana e às 9h no final de semana. No entanto, para o público estudado, não é o que maioria faz; eles não ligam as lâmpadas, pois já possui luz natural nesta hora.

Outra divergência é que na sala, segundo o regulamento, é acionada a iluminação às 16 horas, no entanto, os moradores disseram que acionam a iluminação apenas às 20h no verão e às 18h no inverno.

A iluminação dos dormitórios pelo RTQ-R começa às 21h e termina às 22h. De acordo com a pesquisa, a iluminação dos dormitórios é a mesma da sala, pois mesmo não estando no cômodo, os moradores acabam entrando e saindo dos dormitórios por algum motivo, logo a iluminação dos ambientes torna-se simultânea. Além disso, a iluminação é utilizada até as 24h, pois a maioria dos entrevistados dorme mais tarde.

No questionário não foi separado os dias de semana dos finais de semana nas questões que se referem aos padrões horários de iluminação. Esta decisão foi tomada pois a iluminação está diretamente relacionada com a presença ou não da luz natural, logo, a influência maior é através da sazonalidade. A ocupação dos dormitórios e da sala não varia, em relação aos dias de semana e finais de semana, no período em que há iluminação. Na tabela 39 está representada uma comparação entre os parâmetros de iluminação do regulamento e da pesquisa.

Tabela 39 – Tabela comparativa entre os parâmetros de iluminação pelo regulamento e pela pesquisa

Parâmetros de iluminação - RTQ-R					Parâmetros de iluminação - PESQUISA		
Hora	Dormitórios		Sala		Hora	Dormitórios e sala	
	Dias de semana (%)	Final de semana (%)	Dias de semana (%)	Final de semana (%)		Verão (%)	Inverno (%)
1 h	0	0	0	0	1 h	0	0
2 h	0	0	0	0	2 h	0	0
3 h	0	0	0	0	3 h	0	0
4 h	0	0	0	0	4 h	0	0
5 h	0	0	0	0	5 h	0	0
6 h	0	0	0	0	6 h	0	0
7 h	100	0	0	0	7 h	0	0
8 h	0	0	0	0	8 h	0	0
9 h	0	100	0	0	9 h	0	0
10 h	0	0	0	100	10 h	0	0
11 h	0	0	0	100	11 h	0	0
12 h	0	0	0	0	12 h	0	0
13 h	0	0	0	0	13 h	0	0
14 h	0	0	0	0	14 h	0	0
15 h	0	0	0	0	15 h	0	0
16 h	0	0	0	100	16 h	0	0
17 h	0	0	100	100	17 h	0	0
18 h	0	0	100	100	18 h	0	100
19 h	0	0	100	100	19 h	0	100
20 h	0	0	100	0	20 h	100	100
21 h	100	100	100	0	21 h	100	100
22 h	100	100	0	0	22 h	100	100
23 h	0	0	0	0	23 h	100	100
24 h	0	0	0	0	24 h	100	100

Fonte: Pesquisa em HIS e RTQ-R (INMETRO, 2012).

4.1.2.6.4. Operação e uso dos equipamentos elétricos

A principal diferença para os parâmetros de equipamentos elétricos é que o regulamento define que devem ser considerados apenas os equipamentos elétricos da sala durante as 24 horas do dia. Já na pesquisa foram levantados todos os equipamentos elétricos dos ambientes da casa e foi feita uma média do número de equipamentos que as residências possuem para a inserção deste parâmetro na simulação. Além disso, foi perguntado o tempo de uso dos aparelhos de maior potência e utilizada a tabela do PROCEL (2016) para os demais.

A seguir, na tabela 40, uma comparação entre os parâmetros de densidade de potência de equipamentos elétrico do RTQ-R (INMETRO, 2012) e da pesquisa em HIS.

Tabela 40 – Tabela comparativa entre os parâmetros de equipamentos elétricos pelo regulamento e pela pesquisa

DENSIDADE DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (W/m ²)					
AMBIENTES	RTQ-R	AMBIENTES	DADOS OBTIDOS EM CAMPO		
SALA	1.5	SALA/COZINHA	TERRA NOVA	COND. PEDRAS	CAM. DAS CHARQUEADAS
			452	505.22	402.54
DORMITÓRIOS	-----	DORMITÓRIOS	10,33	8,56	9,72
BANHEIRO	-----	BANHEIRO	2027	1580	1901

Fonte: Pesquisa em HIS e RTQ-R (INMETRO, 2012).

4.1.2.6.5. Operação e uso dos aparelhos de ar condicionado

O regulamento define, para o modelo condicionado artificialmente, um padrão horário para todos ambientes, durante todo ano, das 21h às 8h. Já através da aplicação dos questionários, foi possível observar que a maioria dos usuários não utiliza o ar condicionado no inverno, e no verão utiliza nos dormitórios à noite.

A maioria dos usuários respondeu que não utiliza o ar condicionado a noite toda, o que também diverge do regulamento.

Na tabela 41 está retratada uma comparação entre os parâmetros horários de uso dos aparelhos de ar condicionado pelo regulamento e pela pesquisa

Tabela 41 – Tabela comparativa entre os parâmetros horários de uso dos aparelhos de ar condicionado pelo regulamento e pela pesquisa

HORÁRIO DE USO DO AC PELO RTQ-R		HORÁRIO DE USO DO AC NA SALA/COZINHA						HORÁRIO DE USO DO AC NOS DORMITÓRIOS					
		VERÃO			INVERNO			VERÃO			INVERNO		
ANUAL		DIAS ÚTEIS		FIM DE SEMANA		DIAS ÚTEIS		FIM DE SEMANA		DIAS ÚTEIS		FIM DE SEMANA	
1	100	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
2	100	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
3	100	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
4	100	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
5	100	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
6	100	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
7	100	7	0	0	7	0	0	7	0	0	7	0	0
8	100	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0
9	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0
10	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
11	0	11	0	0	11	0	0	11	0	0	11	0	0
12	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0
13	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0
14	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0
15	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0
16	0	16	0	0	16	0	0	16	0	0	16	0	0
17	0	17	0	0	17	0	0	17	0	0	17	0	0
18	0	18	0	100	18	0	0	18	0	0	18	0	0
19	0	19	100	100	19	0	0	19	0	0	19	0	0
20	0	20	100	100	20	0	0	20	0	0	20	0	0
21	100	21	100	100	21	0	0	21	0	0	21	0	0
22	100	22	100	100	22	0	0	22	100	0	22	0	0
23	100	23	100	100	23	0	0	23	100	0	23	0	0
24	100	24	100	100	24	0	0	24	100	0	24	0	0

Fonte: Pesquisa em HIS e RTQ-R (INMETRO, 2012).

4.2. Resultados das simulações

4.2.1. Residencial Luna

Foram simulados os modelos das UHs do Residencial Luna, condicionados artificialmente, com os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012) e trocando as schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelas rotinas da pesquisa. Os consumos estão representados na figura 49 abaixo, em kWh/mês. Houve um aumento de 10% no consumo do segundo modelo.

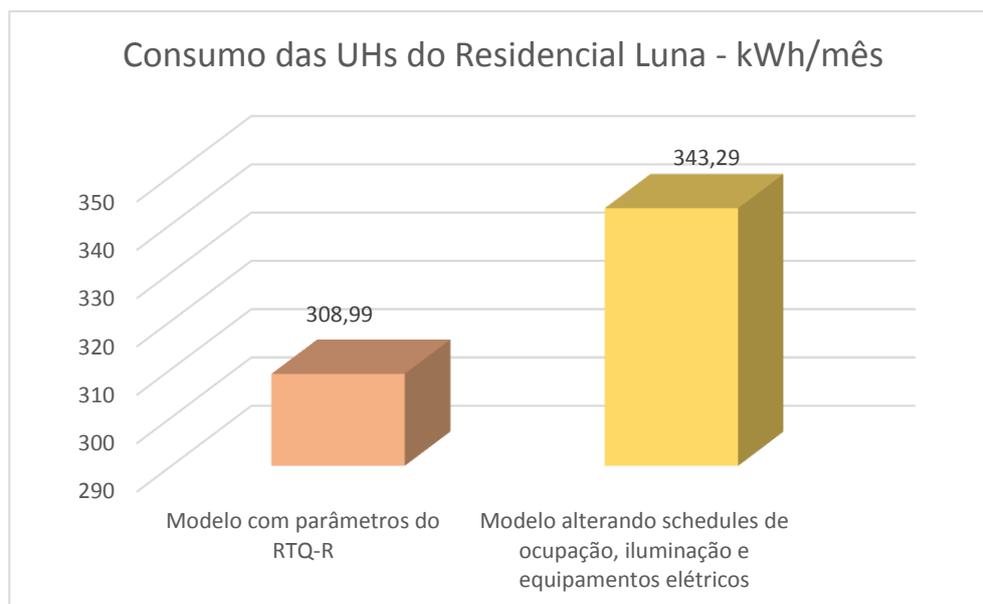


Figura 49 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos condicionados artificialmente do Residencial Luna, configurados pelo RTQ-R e trocando as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelas rotinas da pesquisa. Fonte: dados obtidos pela autora através do *Energy Plus*.

Na tabela 42 estão representados os equivalentes numéricos da envoltória para verão, inverno, refrigeração e ENCE da envoltória. Segundo o RTQ-R (INMETRO, 2012), quando a UH for condicionada artificialmente deve-se considerar o equivalente numérico da envoltória para refrigeração.

Tabela 42 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Residencial Luna

RESIDENCIAL LUNA						
Ambiente	Modelo com parâmetros do RTQ-R			Modelo alterando rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos		
	Aquec.	Refrig.	Resfr.	Aquec.	Refrig.	Resfr.
	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS
Sala	121,01	1,11	A	95,55	13	A
Dormitório I	181,43	6,67	B	186,2	10,7	A
Dormitório II	141,69	3,9	A	165,8	6,22	A
EQNUM	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIG.	EQNUM ENV VERÃO	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIG.	EQNUM ENV VERÃO
	E	A	A	E	B	A
ENCE ENV.	C			C		

Fonte: autora.

Na figura 50 apresenta-se uma comparação dos consumos obtidos com os modelos com os parâmetros da pesquisa, tanto para verão quanto para inverno, com o consumo real das HIS obtido através das contas de energia dos moradores.

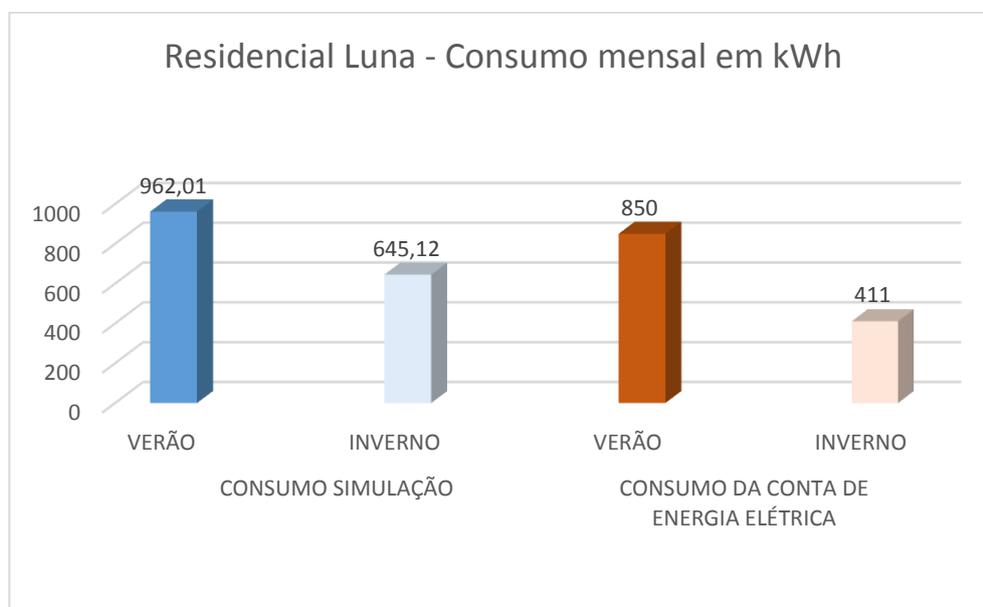


Figura 50 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais da pesquisa e os consumos reais do Residencial Luna. Fonte: autora.

O aumento no consumo do modelo, no qual foram alteradas as schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos, mostra que os dados obtidos com os questionários não estão de acordo com os dados das contas de energia. A ENCE da envoltória manteve-se mesmo com as alterações, no entanto, se a UH for condicionada artificialmente, o nível de eficiência energética da envoltória passa de A para B.

O modelo com os parâmetros da pesquisa gerou resultados de consumo maiores que as contas de energia, tanto para o verão quanto para o inverno. O consumo de verão da simulação está 11,65% maior do que o consumo real, já o consumo de inverno está 36,3% maior. Os meses utilizados para a comparação de consumo foram janeiro e agosto.

O Residencial Luna foi o estudo piloto desta pesquisa, logo, os questionários ainda não estavam aperfeiçoados, o que pode ter causado resultados não condizentes com a realidade.

4.2.2. Caminho das Charqueadas

No condomínio Caminho das Charqueadas, a simulação do modelo configurado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012) e condicionado artificialmente consumiu 3% a mais que o modelo onde foram trocadas as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos. Na figura 51 está representada a comparação entre os consumos dos modelos das HIS. Estes consumos estão em kWh/mês.

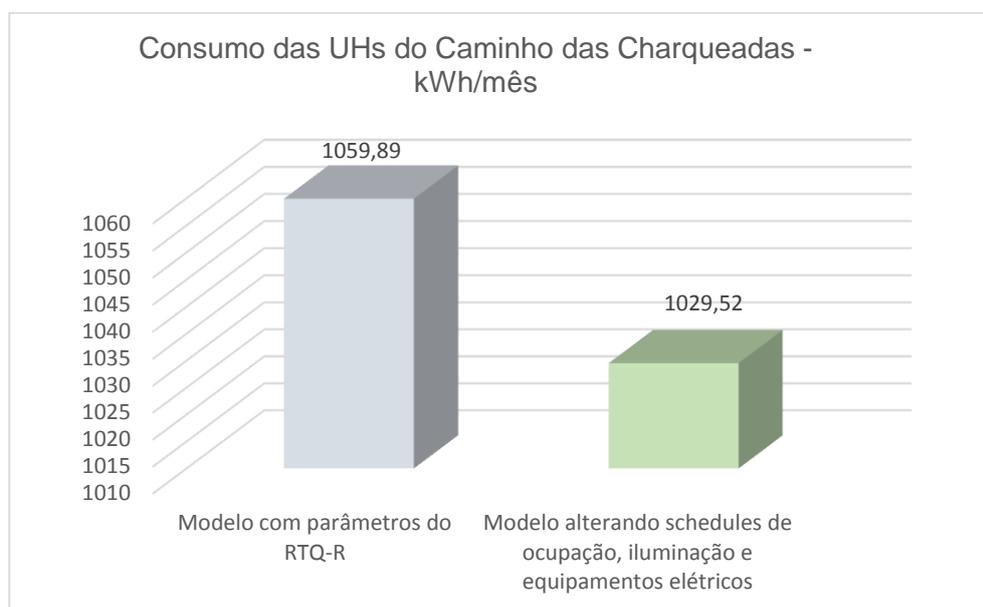


Figura 51 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos condicionados artificialmente do Caminho Charqueadas, configurados pelo RTQ-R e trocando as rotinas do regulamento pelas rotinas da pesquisa.

Fonte: autora.

Na tabela 43 estão representados os equivalentes numéricos da envoltória do modelo com as configurações do RTQ-R (INMETRO, 2012) e do modelo com a troca de rotinas. Foi observado que, mesmo com as modificações os níveis se mantiveram neste condomínio, tanto no modelo ventilado naturalmente como no modelo artificialmente condicionado.

Tabela 43 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Caminho das Charqueadas

CAMINHO DAS CHARQUEADAS						
Ambiente	Modelo com parâmetros do RTQ-R			Modelo alterando schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos		
	Aquec.	Refrig.	Resfr.	Aquec.	Refrig.	Resfr.
	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS
Sala	440,91	20,71	B	390,32	24,77	C
Dormitório I	391,88	34,59	B	361,22	31,53	B
Dormitório II	401,42	33,65	B	379,7	30,96	B
Dormitório III	390,51	33,35	B	321,68	31,03	B
EQNUM	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIG.	EQNUM ENV VERÃO	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIG.	EQNUM ENV VERÃO
	E	E	B	E	E	B
ENCE ENV.	D			D		

Fonte: autora.

Na figura 52, a seguir, está representada uma comparação do modelo configurado com os parâmetros da pesquisa com os consumos reais das HIS. O consumo de verão da simulação é menor do que o consumo real das habitações para o mesmo mês (janeiro), já no inverno o consumo da simulação ficou 10,5 maior do que o consumo real.

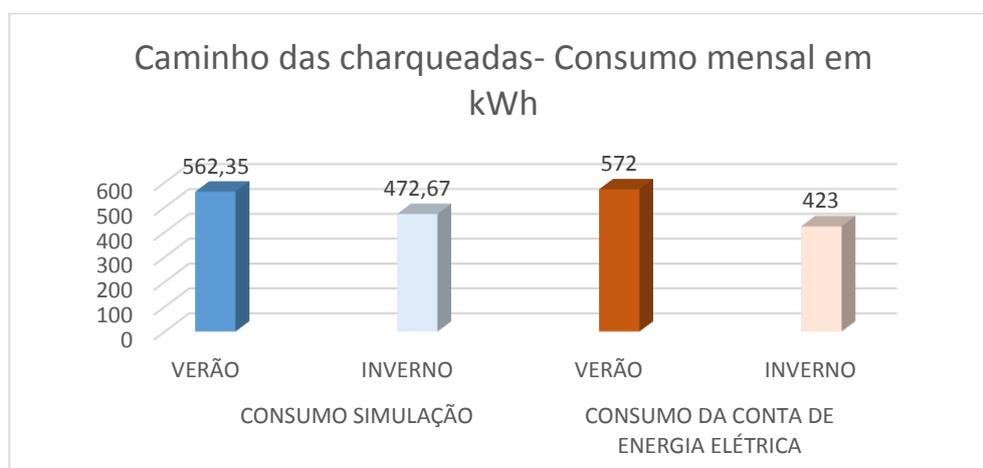


Figura 52 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais da simulação e os consumos reais do Caminho das Charqueadas.

Fonte: autora.

Apesar do consumo do modelo em que foram alteradas as rotinas ser menor que o consumo do modelo do RTQ-R (INMETRO, 2012), a ENCE da envoltória permaneceu a mesma. O nível da refrigeração, quando condicionado artificialmente, também não foi alterado.

A comparação do consumo do modelo com as configurações da pesquisa com o consumo das contas de energia elétrica mostra que os resultados obtidos estão próximos da realidade, logo, através do aperfeiçoamento dos questionários foi possível tornar os resultados da simulação mais próximos da realidade. O consumo da simulação no verão está 6,2% maior do que o consumo real; o consumo de inverno está 10,5 % maior do que o consumo real.

4.2.3. Condomínio das Pedras

O consumo obtido através da simulação pelo *Energy Plus* do modelo onde foram trocadas as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos foi 12,45% maior do que o consumo do modelo configurado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012), sendo ambos condicionados artificialmente.

Na figura 53 está representada a comparação entre os consumos dos modelos das HIS. Estes consumos estão em kWh/mês.

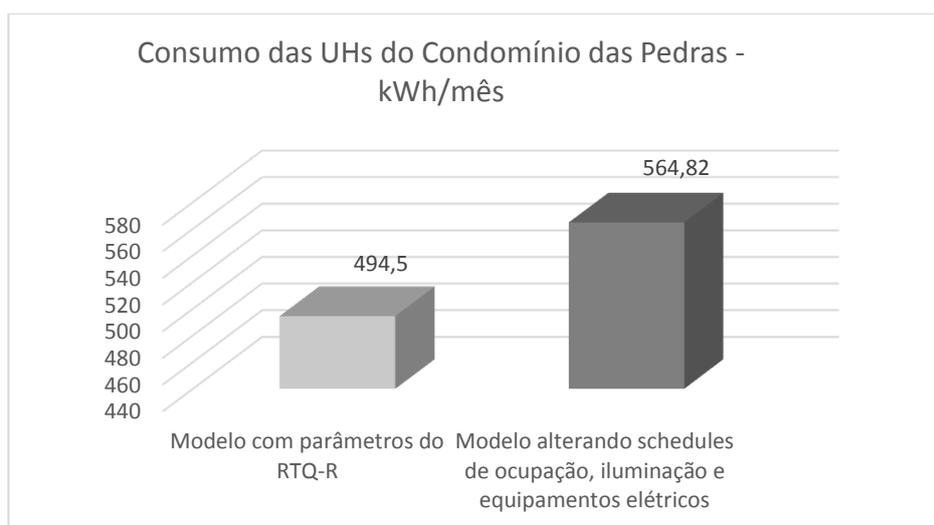


Figura 53 – Gráfico comparativo entre os consumos dos modelos configurados de acordo com o RTQ-R e de acordo com as rotinas da pesquisa realizada no Condomínio das Pedras.

Fonte: autora

Na tabela 44 estão representados os equivalentes numéricos do Caminho das Charqueadas da envoltória dos modelos configurados de acordo com o regulamento e trocando as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelos parâmetros da pesquisa. Foi observado que o equivalente numérico das habitações naturalmente ventiladas manteve-se igual apesar das trocas de rotinas, no entanto quando a edificação é condicionada artificialmente o nível passa de D para C.

Tabela 44 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Condomínio das Pedras.

CONDOMÍNIO DAS PEDRAS						
Ambiente	Modelo com parâmetros do RTQ-R			Modelo alterando schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos		
	Aquec.	Refrig.	Resfr.	Aquec.	Refrig.	Resfr.
	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS
Sala	223,4	15,29	B	235,79	18,79	A
Dormitório I	246,87	20,49	A	245,30	16,3	A
Dormitório II	310,91	18,5	A	256,33	14,87	B
EQNUM	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIG.	EQNUM ENV VERÃO	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIG.	EQNUM ENV VERÃO
	E	D	A	E	C	A
ENCE ENV.	C			C		

Fonte: autora.

Na figura 54 está representada graficamente uma comparação entre os consumos da simulação configurada com os parâmetros da pesquisa e as médias dos consumos reais das habitações.

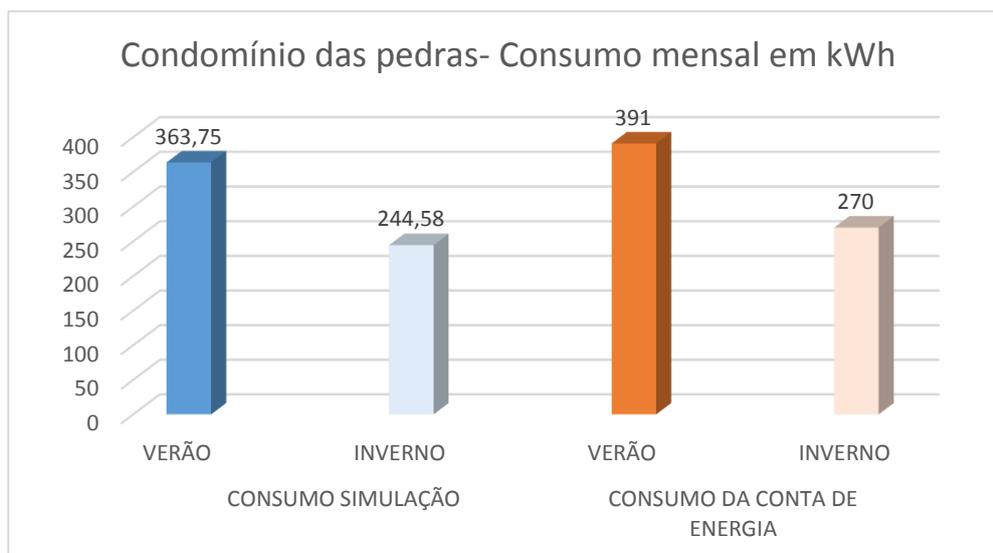


Figura 54 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos configurados pela pesquisa e os consumos reais do Condomínio das Pedras.

Fonte: autora.

Apesar de o consumo ter aumentado no modelo em que foram alteradas as rotinas pela pesquisa, a ENCE da envoltória permaneceu a mesma. No entanto, quando a UH é condicionada artificialmente o nível passa de D para C.

A comparação entre os consumos gerados pela simulação e os consumos da conta de energia elétrica permitiu identificarmos que a pesquisa proporcionou resultados próximos da realidade, já que tanto os consumos de verão como os de inverno estão abaixo e bastante próximos do consumo real. O consumo de verão da simulação está 6,97% abaixo do consumo real. A diferença no consumo do inverno é de 9,42%.

4.2.4. Terra Nova Pelotas I

O consumo mensal do modelo do condomínio Terra Nova Pelotas I configurado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012) possui um consumo 10,22% menor que o modelo configurado trocando as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelos parâmetros da pesquisa. Ambos modelos são condicionados artificialmente. Na figura 55 está representada uma comparação destes resultados de consumo mensal.

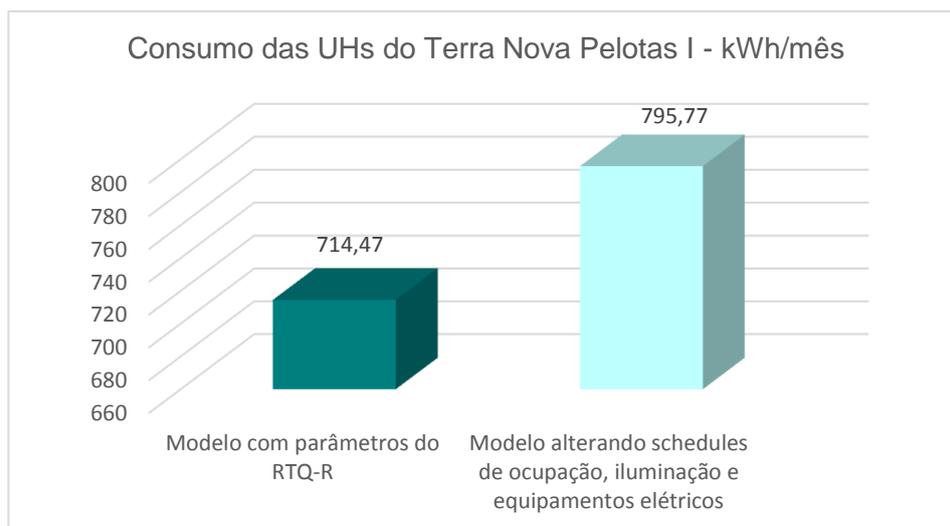


Figura 55 – Gráfico comparativo entre os consumos dos modelos configurados de acordo com o regulamento e trocando as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos pelos parâmetros da pesquisa realizada no Terra Nova Pelotas I. Fonte: dados obtidos pela autora através do *Energy Plus*.

Na tabela 45 estão representados os Eqnumenv da envoltória dos dois modelos citados anteriormente, tanto para verão como para inverno, além do nível para refrigeração e do nível geral. Foi observado que o Eqnumenv da envoltória não varia entre os modelos estudados, no entanto, quando a HIS é condicionada artificialmente o nível passa de D para E.

Tabela 45 – Tabela comparativa entre os EqnumEnv dos modelos do Terra Nova Pelotas I

TERRA NOVA						
Ambiente	Modelo com parâmetros do RTQ-R			Modelo alterando schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos		
	Aquec.	Refrig.	Resfr.	Aquec.	Refrig.	Resfr.
	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS	CONSUMO kWh/m ²	CONSUMO kWh/m ²	EQ NUM GRAUS-HORAS
Sala	223,4	15,29	B	505,66	26,72	C
Dormitório I	246,87	20,49	B	300,08	29,32	C
Dormitório II	310,91	18,5	B	276,26	30,34	C
EQNUM	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIGERAÇÃO	EQNUM ENV VERÃO	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRIGERAÇÃO	EQNUM ENV VERÃO
	E	D	B	E	E	C
ENCE ENV.	D			D		

Fonte: autora.

Na figura 56 percebe-se que os consumos das simulações, tanto para verão como inverno, estão abaixo e próximos dos consumos mensais obtidos com a conta de energia para janeiro e agosto.

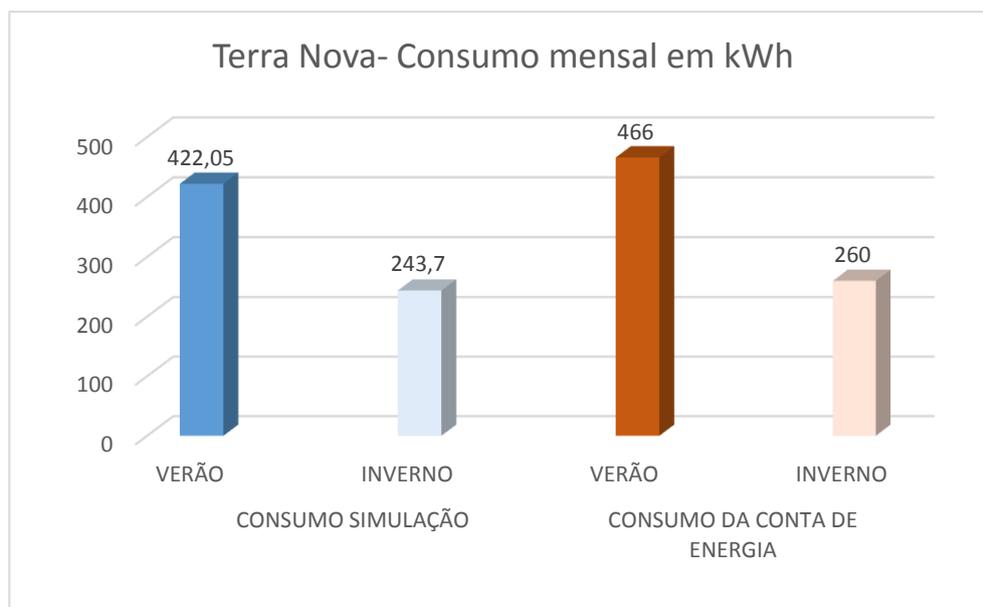


Figura 56 – Gráfico comparativo entre os consumos mensais dos modelos configurados pela pesquisa e os consumos reais do Terra Nova.
Fonte: autora.

O consumo mensal do modelo da UH configurado com *schedules* da pesquisa é maior do que o consumo do modelo configurado pelo regulamento. Neste caso, o nível geral permaneceu o mesmo e a ENCE para refrigeração piorou, passando de D para E.

A comparação entre os consumos do modelo configurado pela pesquisa e os consumos reais, para verão e inverno, permitiu o entendimento que os dados obtidos com a pesquisa estão mais próximos da realidade do que os obtidos pelo RTQ-R. Os consumos de verão e de inverno das simulações ficaram abaixo e próximos do consumo real. A diferença dos resultados no verão é de 9,44%, já no inverno é de 6,27%.

4.3. Comparação dos resultados dos condomínios estudados referentes aos parâmetros gerais

Foram observadas algumas diferenças entre os padrões dos três condomínios que formam o padrão geral obtido com os questionários aplicados.

4.3.1. Uso e ocupação

No condomínio Terra Nova Pelotas I a maioria respondeu que moram 2 pessoas, em vez de 3 que é a resposta mais recorrente nos outros condomínios.

No Caminho das Charqueadas a maioria das pessoas almoça em casa, ao contrário das respostas dos outros condomínios. Isso pode ser explicado pelo condomínio estar localizado um pouco mais próximo do centro cidade, facilitando o acesso à casa.

4.3.2. Operação de cortinas e aberturas

Em relação à presença de cortinas nas janelas, no Caminho das Charqueadas a maioria possui cortina na cozinha, já no Condomínio das Pedras e no Terra Nova não. A janela desta cozinha é voltada para o Noroeste, o que faz com que receba muita radiação solar direta no final da tarde, levando à necessidade uma proteção solar. Outra função para o uso da cortina nesta janela é manter a privacidade, tendo em vista que fica localizada em frente à janela da cozinha do vizinho.

No Condomínio das Pedras – Módulo III – Ametista, a maioria dos moradores não possui cortina nos dormitórios, ao contrário dos outros condomínios. Alguns moradores relataram que ainda não tiveram tempo de comprar cortinas ou mandar fazê-las, visto que, haviam feito a mudança há pouco tempo.

O residencial Caminho das Charqueadas e o Terra Nova Pelotas I possuem venezianas nos dormitórios, ao contrário do Condomínio das Pedras – módulo III – Ametista.

No que diz respeito à ventilação natural das janelas dos dormitórios, o Caminho das Charqueadas difere dos demais, a maioria dos moradores abrem as janelas das 9h às 18h, já nos outros condomínios, a maioria respondeu que ventila nas 24 horas do dia. Um motivo plausível para esta diferença é que o Caminho das Charqueadas não possui porteiros ou qualquer sistema de vigilância, logo, evitam abrir as janelas à noite.

Outra diferença em relação à ventilação natural é que, no Terra Nova Pelotas I a maioria deixa a porta dos dormitórios aberta durante as 24 horas do dia,

ao contrário dos outros dois condomínios, em que as pessoas fecham a porta enquanto dormem. Este hábito pode estar relacionado ao uso do ar condicionado.

4.3.3. Operação do sistema de iluminação

Não houve diferenças entre os dados dos três condomínios, que formam os parâmetros gerais da simulação, em relação à operação do sistema de iluminação.

4.3.4. Operação e uso de equipamentos elétricos

Sobre os equipamentos elétricos, no Condomínio das Pedras a maioria dos moradores respondeu ter TVs de LED, ao contrário dos outros dois condomínios em que a maioria respondeu ter TVs de LCD. Podemos relacionar esta diferença ao fato de que este condomínio é mais novo que os outros, fazendo com que os moradores comprem equipamentos elétricos mais atualizados para a residência.

4.3.5. Operação e uso de aparelhos de ar condicionado

No que diz respeito aos aparelhos de condicionamento artificial, no Caminho das Charqueadas a maioria dos moradores respondeu ter aparelhos de 9.000 BTUs na sala, ao contrário dos outros dois condomínios, em que a maioria respondeu ter aparelhos de 12.000 BTUs.

Outra diferença sobre o condicionamento artificial é que no Condomínio das Pedras a maioria dos moradores não utiliza este recurso à noite, nem na sala nem nos dormitórios, ao contrário dos outros dois condomínios. Alguns moradores relataram que moravam lá há pouco e que não tinham achado necessário o uso do aparelho de ar condicionado ainda.

No Caminho das Charqueadas a maioria dos moradores utiliza os aparelhos de ar condicionado à noite no verão, antes de dormir, nos finais de semana. Ao contrário dos outros condomínios que não os utilizam. Tendo em vista que os moradores deste condomínio não costumam abrir as janelas à noite, a utilização dos aparelhos de ar condicionado é recomendável.

4.4. Avaliação das comparações entre os modelos configurados pelo RTQ-R e os modelos que foram configurados trocando rotinas do regulamento pela pesquisa

O primeiro condomínio avaliado foi o Residencial Luna. Neste condomínio, o questionário ainda não contemplava todas as variáveis necessárias para a realização de uma simulação computacional precisa.

O consumo mensal aumentou quando foram alteradas as rotinas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos.

A ENCE da envoltória permaneceu a mesma, mantendo o nível C em ambos os casos. No entanto a refrigeração piorou, passando de A para B.

Nos outros três condomínios, foi utilizado o questionário final, com mais variáveis, permitindo resultados mais precisos e próximos da realidade.

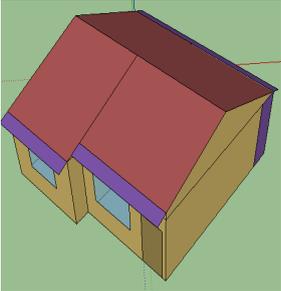
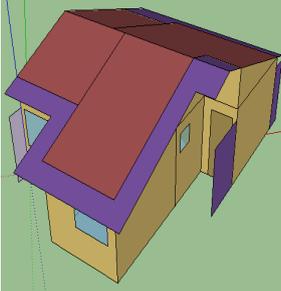
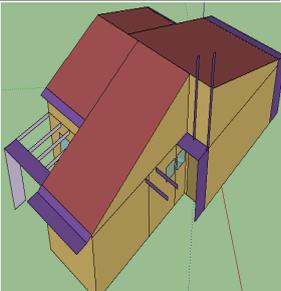
O consumo mensal do Residencial Caminho das Charqueadas diminuiu no modelo com a troca de rotinas, mas isto não influenciou nos níveis, que permaneceram E para UHS condicionadas artificialmente e D para ENCE da envoltória.

No Condomínio das Pedras, o consumo aumentou com os dados da pesquisa. A ENCE de refrigeração passou de D para C e a ENCE da envoltória permaneceu C.

O consumo do Terra Nova Pelotas I aumentou com as *schedules* obtidas com os questionários. O nível para refrigeração piorou, passando de D para E, e a ENCE da envoltória permaneceu D.

Na tabela 46 está representada uma comparação dos resultados dos condomínios estudados referente às ENCES dos modelos configurados pelo RTQ-R e dos modelos configurados com as *schedules* da pesquisa.

Tabela 46 – Tabela comparativa dos resultados – modelo configurado pelo RTQ-R x modelo configurado trocando as rotinas do regulamento pelas rotinas da pesquisa.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS - MODELO RTQ-R X MODELO TROCANDO ROTINAS							
COND. ESTUDADOS	Modelo com parâmetros do RTQ-R			Modelo alterando schedules de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos			MODELO DA ENVOLTÓRIA DA EDIFICAÇÃO
							
	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRI G.	EQNUM ENV VERÃO	EQNUM ENV INVERNO	EQNUM ENV REFRI G.	EQNUM ENV VERÃO	
RESID. LUNA	E	A	A	E	B	A	
ENCE DA ENVOLTÓRIA	C			C			
COND. DAS PEDRAS	E	D	A	E	C	A	
ENCE DA ENVOLTÓRIA	C			C			
TERRA NOVA PELOTAS I	E	D	B	E	E	C	
ENCE DA ENVOLTÓRIA	D			D			
CAM. DAS CHARQUEADAS	E	E	B	E	E	B	
ENCE DA ENVOLTÓRIA	D			D			

Fonte: autora

Através destes resultados foi possível perceber que a alteração das rotinas de ocupação não afetou nenhuma ENCE da envoltória, em todos os condomínios estes níveis permaneceram os mesmos. Estes resultados mostram que existem outros fatores, como os materiais e a geometria, que influenciam nas ENCES da envoltória da edificação.

Estes resultados podem ser relacionados com a pesquisa de Silva e Ghisi (2014), que observou em seus estudos que as características construtivas prevaleciam sobre as características do comportamento do usuário.

No entanto, as ENCES para refrigeração variaram, tanto no Residencial Luna como no Terra Nova as ENCES diminuíram de nível. No Caminho das Charqueadas o nível de refrigeração permaneceu o mesmo e no Condomínio das Pedras aumentou um nível.

4.5. Avaliação das comparações entre os consumos obtidos com as simulações e com as contas de energia, para verão e inverno

Os resultados de consumos mensais no modelo com as configurações da pesquisa no Residencial Luna estão acima dos consumos reais, tanto para verão como para inverno.

Já os resultados do Residencial Caminho das Charqueadas estão próximos da realidade. No verão o consumo da simulação ficou um pouco abaixo de real e no inverno um pouco acima.

No condomínio das Pedras, tanto no verão como no inverno, os consumos das simulações ficaram abaixo do consumo das contas de energia. O mesmo aconteceu no condomínio Terra Nova.

Estes resultados mostram a importância do aperfeiçoamento dos questionários para a obtenção de consumos próximos da realidade.

5. Conclusões Finais

Este trabalho teve como objetivo geral analisar a influência do uso e da ocupação de usuários com faixa de renda de 6 a 10 salários mínimos no desempenho termoenergético de habitações de interesse social na zona bioclimática 2.

Como contribuição para o regulamento e para futuros estudos em simulação termoenergética, este estudo permitiu entender que mesmo quando são considerados parâmetros de uso e ocupação próximos da realidade, as ENCES das envoltórias das edificações naturalmente ventiladas mantêm-se as mesmas, apenas as ENCES das envoltórias condicionadas artificialmente variam.

Além disso, foi observado que, quando são considerados todos os aspectos que envolvem as rotinas de uso e ocupação de uma edificação, como por exemplo a sazonalidade, a diferenciação dos horários dos dias de semana e dos finais de semana e a separação do funcionamento das portas e janelas, chega-se a consumos mais próximos da realidade. Esta percepção foi possível através da evolução dos questionários propostos.

Foram identificadas diferenças, em todos os padrões abordados, entre os parâmetros obtidos em campo e os parâmetros do RTQ-R (INMETRO, 2012). Além disso, quando foram utilizados os parâmetros da pesquisa nos modelos e comparados com as contas de luz, foram obtidos consumos próximos da realidade, logo, a veracidade destes parâmetros foi confirmada.

Em relação aos padrões de ocupação, os horários dos moradores divergem do regulamento e isso influi diretamente no consumo. A maioria respondeu ter sempre alguém em casa durante o dia, o que mostra como os horários de trabalho e estudo estão mais flexíveis – fato que deve ser considerado pelo regulamento. Além

disso, a maioria das crianças e jovens, em fase de estudo, costuma ficar pelo menos um turno em casa.

O regulamento define a ocupação dos dormitórios a partir das 22h, no entanto, segundo os dados obtidos da pesquisa, a maioria dos moradores ocupa os dormitórios mais tarde.

Referente aos padrões de iluminação, deveria ser considerado uma rotina de verão e outra de inverno, tendo em vista que o acionamento da iluminação está diretamente relacionado com a presença ou não da luz natural. Outro fator importante descoberto é que os moradores utilizam a iluminação simultaneamente entre os ambientes quando estão em casa.

Em relação aos padrões de ventilação natural, o regulamento não separa as portas e janelas, logo a porta de entrada deve obedecer à mesma rotina de ventilação das demais aberturas. De acordo com a pesquisa, o regulamento deveria considerar que a porta de entrada está sempre fechada, tendo em vista que ela não é utilizada para ventilar por motivos de segurança e privacidade.

A presença de proteções solares, como cortinas, venezianas e persianas, é um fator importante na diminuição da radiação solar. A maioria dos respondentes possui cortinas, logo deveriam ser consideradas nas configurações das janelas na simulação. Já as venezianas e persianas devem ser consideradas quando estão específicas no projeto arquitetônico.

Os equipamentos elétricos no regulamento são subdimensionados, tendo em vista a grande quantidade de equipamentos elétricos listados pelos moradores. Deveriam ser considerados os equipamentos básicos de uma residência, independentemente do ambiente.

Os dados obtidos através da aplicação dos questionários mostraram que a maioria dos moradores tem apenas um aparelho de ar condicionado, logo, o condicionado artificial ocorre em apenas um ambiente. Além disso, os moradores não utilizam este recurso durante toda noite, tampouco no inverno. Uma sugestão para o regulamento seria adequar as rotinas de condicionamento artificial de acordo com a zona bioclimática.

Foram encontradas diferenças entre as repostas obtidas com o levantamento em campo nos condomínios em relação aos padrões de ocupação, ventilação natural e sombreamento, equipamentos elétricos e ar condicionado. Os padrões de iluminação estão muito semelhantes entre os condomínios.

Em relação à ocupação, as principais diferenças foram que o número de moradores por UH do Terra Nova difere dos demais. Outra diferença é que no Caminho das Charqueadas a maioria dos usuários almoça em casa.

Em relação à ventilação natural e sombreamento, no Terra Nova a maioria dos moradores deixa a porta dos dormitórios sempre aberta, ao contrário das demais HIS. No Caminho das Charqueadas a maioria dos respondentes não abre as janelas dos dormitórios à noite, diferente dos outros condomínios.

Em relação ao sombreamento, no Condomínio das Pedras a maioria não tem cortinas nos dormitórios, ao contrário dos outros condomínios. O Condomínio das Pedras é o único, dos três, que não possui venezianas.

Em relação aos equipamentos elétricos, no Condomínio das Pedras a maioria possui TV de LED, nas outras HIS a maioria possui TV de LCD.

Sobre o uso do ar condicionado, no Caminho das Charqueadas a maioria respondeu possuir aparelhos de 9.000 BTUs na sala, ao contrário dos outros condomínios em que a maioria possui aparelhos de 12.000 BTUs neste ambiente.

Através das respostas dos moradores, foi verificada a necessidade de o regulamento considerar os aspectos de verão e inverno nos parâmetros de ocupação, iluminação e uso do ar condicionado nos quais as diferenças nos horários foram mais expressivas.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

Para a obtenção de resultados mais precisos, o monitoramento, principalmente no que diz respeito ao uso da iluminação e dos equipamentos elétricos, seria recomendável.

Além disso, sugere-se aplicar as questões que abordam a sazonalidade na estação em questão.

Este estudo poderia ser aplicado em todas as zonas bioclimáticas do Brasil, com o intuito de obter parâmetros que relatem a realidade dos moradores em diversos climas.

Referências bibliográficas

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho Térmico para Edificações de Interesse Social**, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro; ABNT, 2013.

ASBRAV. Disponível em: < <http://www.asbrav.org.br/aconteceu.php?id=140> > Acesso em: 21 de abril de 2015.

ASHRAE. **ASHRAE Handbook of Fundamentals**. Atlanta, 2009.

ASHRAE Standard 140, American Society Of Heating, Refrigerating And Airconditioning Engineers. **New ASHRAE standard aids in evaluating energy analysis programs: Standard 140-2007**

ASHRAE Standard 140-2004. **Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs**. Atlanta, 2004.

BODACH, S.; HAMHABER, J. *Energy efficiency in social housing: Opportunities and barriers from a case study in Brazil*. CIM. Frankfurt. **Elsevier**. Energy Policy – 38. p. 7898-7910. 2010.

CERÂMICA PAULUZZI, Disponível em: <www.michelonarquitectura.com> Acesso em: 15 de dezembro de 2014.

CONCANNON, P. **Residential Ventilation**. Technical Note 57. Great Britain: AIVC, 2002.

COSWIG, M.T. **Segurança e satisfação dos usuários de habitação de interesse social: um estudo de caso para o PAR em Pelotas, RS**. 2011.110 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas.

CRAWLEY, D.B. et al. *Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs*. **Elsevier**. Building and Environment 43.2008.34344 p. 661-673

CRAWLEY, D.B; LAWRIE, L.K., PEDERSEN, C.O; WINKELMANN, F.C. *EnergyPlus: Energy Simulation Program*, **ASHRAE Journal**, Vol. 42, No. 4, 2000. p. 49-56.

DOE. *Department of energy.US*. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>> Acesso em: 15 de abril de 2014.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A., PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Pesquisa de Posse de equipamentos e hábitos

de Uso - Ano base 2005 – Casse Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA – EPE, 2011b. Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2011-2020). Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/documents/s%c3%a9rie%20estudos%20de%20energia/20110222_1.pdf>. Acesso em: 20 de jul. 2012

FABRES IMÓVEIS Fonte: <<http://fabresimoveis.com.br/vendas.php>> Acesso em: 10 de abril de 2015.

FEDRIGO, et al. **Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**. Relatório de Iniciação Científica. Universidade Federal de Santa Catarina. LABEEE. 2009.

FEDRIGO, N.S.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Usos finais de energia elétrica no setor residencial brasileiro. UFSC. LABEEE. **Anais do ENCAC/ELAC 2009**. p. 1076 - 1085.

GIVONI, B. **Comfort, climate analysis and building design guidelines**. Energy and Building, vol.18, 1992.

HENSEN, J.L; LAMBERTS, R. **Building Performance Simulation For Design and Operation** . 1ed. Spon Press. 2011. 536p

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Manual para aplicação do RTQ-R**. Eletrobrás, 2012.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, RTQ-R**. Eletrobrás, 2012.

KLINK, J; DENALDI, R. *On financialization and state spatial fixes in Brazil. A geographical and historical interpretation of the housing program My House My Life*. UFABC. **Elsevier. Habitat International** 44. p. 220 -226.

LABEEE. Relatório técnico final de elaboração do texto do RTQ-R. Relatório de pesquisa desenvolvido no LABEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. UFSC. Florianópolis. SC. 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. ELETROBRAS. 3ª ed. 2015.

LIZIANE VIEIRA. Disponível em: <<http://lizianevieira.blogspot.com.br/2009/05/terra-nova-pelotas.html>> Acesso em: 19 de abril de 2014.

MATOS, M. **Simulação computacional do desempenho térmico de residenciais em Florianópolis utilizando a ventilação natural**. Dissertação apresentada na Universidade Federal de Santa Catarina. 2007. 108f. PPGE, Florianópolis, SC.

MCMV. Disponível em:

<<http://www.pelotascenter.com.br/sindusconpelotas/arquivos/minha-casa-minha-vida.pdf>> Acesso em: 21 de abril de 2014.

MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **O método do balanço térmico através da simulação computacional no programa *Energy Plus***. Relatório de pesquisa desenvolvido no LABEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. UFSC. Florianópolis. SC. 2008.

MICHELON ARQUITETURA, Fonte: www.michelonarquitetura.com Acesso em: 15 de dezembro de 2014.

MOTTAS, M.S. **Avaliação dos parâmetros de desempenho térmico na NBR.575/2013: Habitação de Interesse Social na Zona bioclimática 2**. 2014. 160 f. Dissertação apresentada na Universidade Federal de Pelotas. PROGRAU, Pelotas, RS.

NAURB – UFPEL - Núcleo de Pesquisa e Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Acervo sobre habitação de interesse social. Pelotas. RS. 2014.

OLIVEIRA, L.S. **Avaliação dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos da NBR 15220-3, para a habitação de interesse social, da zona bioclimática 2**. 2012. 171f. Dissertação apresentada na Universidade Federal de Pelotas. PROGRAU, Pelotas, RS.

ORNSTEIN, S.; ROMÉRO, M. **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo: Nobel, 1992.

PAULUZZI. Pauluzzi Blocos Cerâmicos. Disponível em:

<<http://www.pauluzzi.com.br/>> Acesso em: 14 de março de 2016.

PIRES, J. R. et al. Investigação da influência da forma da planta do edifício nas condições de conforto térmico em unidades habitacionais de interesse social no município de Porto Alegre/RS; PPGEC. Unisinos. São Leopoldo.RS. **Anais do ENCAC/ELAC 2013**. p. 1 -10.

POUEY, J.A; SILVA, A.C.S.B. Análise das estratégias bioclimáticas para otimização do desempenho térmico de edificações em locais de grande variação climática. LABCEE. UFPEL. Pelotas. RS. **Anais do ENCAC/ELAC 2010**. p. 1 -10.

PROCEL. Tabela de equipamentos elétricos residenciais. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={E6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000}>> Acesso em: 01 de março de 2016.

REALE et at. Caracterização do Perfil de Consumo Energético em HIS de Salvador, Bahia. In: **4º Workshop – Rede de Pesquisa – Uso racional de água e eficiência energética em habitações de interesse social**. 2014. p. 15-34.

RODOBENS. **Memorial descritivo do condomínio residencial Terra Nova Pelotas I**. Pelotas, RS. 2008

ROESLER, S. **Avaliação da qualidade dos espaços abertos em conjuntos habitacionais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas.

SILVA, A.S, GHISI, E. Influência do comportamento do usuário no desempenho térmico das habitações de interesse social da grande Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. **In: 4º Workshop – Rede de Pesquisa – Uso racional de água e eficiência energética em habitações de interesse social**. 2014. p. 283-416.

SILVA, A. S; GHISI, E; LUIZ, F. Rotinas de Ocupação, operação de aberturas e uso de equipamentos em habitações de interesse social da grande Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. **In: 4º Workshop – Rede de Pesquisa – Uso racional de água e eficiência energética em habitações de interesse social**. 2014. p. 299-338.

SILVA, A. S. et al. Usos Finais de Eletricidade e Rotinas de Uso como Base para Estratégias de Eficiência Energética por Meio de Auditoria Residencial. **Anais do ENCAC/ELAC 2013, Brasília**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013. p. 85 -93.

SOLUM. **Memorial descritivo do condomínio residencial Condomínio das Pedras**. Pelotas, RS. 2014.

SORGATO, M.J.; MELO, A.P.; LAMBERTS, R. Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15575. **Anais do ENCAC/ELAC 2013**. LABEEE. UFSC. Florianópolis. SC. p. 1 -10.

SPO. **Memorial descritivo do condomínio residencial Caminho das Charqueadas**. Pelotas, RS. 2009

VALENÇA, M.M.; BONATES, M.F. *The trajectory of social housing policy in Brazil: From the National Housing Bank to the Ministry of the Cities*. UFRN. **Elsevier. Habitat International**, 2010, p. 165 -173.

VILLA, S.B.; ORNSTEIN, S.W. **Qualidade ambiental na habitação – avaliação pós ocupação**. 1. ed. São Paulo. Oficina de textos. 2013. 387p.

ZERO CARBON HUB. **Closing the gap Between Design and as-built performance**. Evidence review report. Disponível em: www.zerocarbonhub.org
Acesso em: 14 de março de 2016.

APÊNDICE 1

CONDOMÍNIO:
QUESTIONADOR:

DATA:
NÚMERO CASA/APTO.:

		CÓDIGOS/CONTR OLE
1) Número do questionário:	_ _ _ _	1)Nquest _ _ _ _
2) Quantas pessoas moram na habitação?	_ _	2)Qtpes _ _
3) Quantas pessoas fazem as refeições em casa?		3)QTPes
Café da manhã	_ _	QTPcaf _ _
Almoço	_ _	QTPalm _ _
Lanche da tarde	_ _	QTPlan _ _
Janta	_ _	QTPjan _ _
Nenhuma	_ _	QTPnen _ _
4) As pessoas estão em casa em quais horários no VERÃO - DIA DE SEMANA?		4) QHPOVD
Sala		QHPOsaVD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
Cozinha		QHPOcoVD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
Dormitório 1		QHPOd1VD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
Dormitório 2		QHPOd2VD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
Dormitório 3		QHPOd3VD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
Banheiros		QHPObaVD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
5) As pessoas estão em casa em quais horários no VERÃO - FIM DE SEMANA?		5) QHPOVF
Sala		QHPOsaVF
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		
Cozinha		QHPOcoVF
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)		

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

6) As pessoas estão em casa em quais horários no INVERNO - DIA DE SEMANA?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

7) As pessoas estão em casa em quais horários no INVERNO - FIM DE SEMANA?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

QHPOd1VF
QHPOd2VF
QHPOd3VF
QHPObaVF
6) QHPOID
QHPOsaID
QHPOcoID
QHPOdi1D
QHPOdi2D
QHPOdi3D
QHPObaID
7) QHPOIF
QHPOsaIF
QHPOcoIF
QHPOdi1F

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

8) Possui cortina? (1) sim (0) não

Em quais cômodos?

Sala (1) sim (0) não

Cozinha (1) sim (0) não

Dormitório 1 (1) sim (0) não

Dormitório 2 (1) sim (0) não

Dormitório 3 (1) sim (0) não

Banheiros (1) sim (0) não

9) Possui veneziana ou persiana? (1) sim (0) não

Em quais cômodos?

Sala (1) sim (0) não

Cozinha (1) sim (0) não

Dormitório 1 (1) sim (0) não

Dormitório 2 (1) sim (0) não

Dormitório 3 (1) sim (0) não

Banheiros (1) sim (0) não

10) As pessoas abrem as JANELAS em quais horários no VERÃO?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

QHPOdI2F
QHPOdI3F
QHPObaIF
8) Pcor _
Pcsala _
Pccoz _
PCdorm1 _
PCdorm2 _
PCdorm3 _
Pcbanh _
9)Pven _
Pvsala _
Pvcoz _
Pvdorm1 _
Pvdorm2 _
Pvdorm3 _
Pvbanh _
10) QHPJV
QHPJVS
QHPJVC
QHPJVD1
QHPJVD2
QHPJVD3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

11) As pessoas abrem as JANELAS em quais horários no INVERNO?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

12) As pessoas abrem as PORTAS em quais horários no VERÃO?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

QHPJVB
11) QHPJI
QHPJIS
QHPJVC
QHPJVD1
QHPJVD2
QHPJVD3
QHPJVB
12) QHPPV
QHPPVS
QHPPVC
QHPPIV1
QHPPVD2
QHPPVD3
QHPPIB

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

13) As pessoas abrem as PORTAS em quais horários no INVERNO?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

14) Quais os tipos de lâmpadas utilizadas em cada ambiente?

Sala

- Fluorescente compacta (1) sim (0) não
- Incandescente (1) sim (0) não
- Fluorescente tubular (1) sim (0) não
- LED (1) sim (0) não

Cozinha

- Fluorescente compacta (1) sim (0) não
- Incandescente (1) sim (0) não
- Fluorescente tubular (1) sim (0) não
- LED (1) sim (0) não

Dormitório I

- Fluorescente compacta (1) sim (0) não
- Incandescente (1) sim (0) não
- Fluorescente tubular (1) sim (0) não
- LED (1) sim (0) não

13) QHPPI
QHPPIS
QHPPIC
QHPPID1
QHPPID2
QHPPID3
QHPPIB
14) Qla
QLFCsal _
QLINCsal _
QLAFTsal _
QLEDsal _
QLFCcoz _
QLINCcoz _
QLAFTcoz _
QLEDcoz _
QLFCdoi _
QLINCdoi _
QLAFTdoi _
QLEDdoi _

Dormitório II

- Fluorescente compacta (1) sim (0) não
- Incandescente (1) sim (0) não
- Fluorescente tubular (1) sim (0) não
- LED (1) sim (0) não

Banheiro

- Fluorescente compacta (1) sim (0) não
- Incandescente (1) sim (0) não
- Fluorescente tubular (1) sim (0) não
- LED (1) sim (0) não

15) As pessoas utilizam a iluminação artificial em quais horários no VERÃO?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

16) As pessoas utilizam a iluminação artificial em quais horários no INVERNO?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Cozinha

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

QLFCdoli _
QLINCdoli _
QLAFTdoli _
QLEDDoli _
QLFCban _
QLINCBan _
QLAFTban _
QLEDBan _
15) QHPIV
QHPIVsal
QHPIVcoz
QHPIVdo1
QHPIVdo2
QHPIVdo3
QHPIVban
16) QHPIL
QHPIIsal
QHPIIcoz
QHPIIdo1

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Banheiros

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

17) Quais equipamentos elétricos possui em casa?

Televisão (1)Sim (0)Não

Quantas? --

De que tipo?

TV1 (1)Tubo (2)LCD (3)LED Outros__

TV2 (1)Tubo (2)LCD (3)LED Outros__

TV3 (1)Tubo (2)LCD (3)LED Outros__

TV4 (1)Tubo (2)LCD (3)LED Outros__

De que tamanho?

TV1 __

TV2 __

TV3 __

TV4 __

Geladeira (1)Sim (0)Não

Fogão (1)Sim (0)Não

Quantas bocas? (4) (6)

Quantas horas o fogão é utilizado?

1 --
2 --
3 --
4 --
5 --
6 --
7 --
8 --
9 --
10 --
11 --
12 --
13 --
14 --
15 --

QHPIdo2
QHPIdo3
QHPIiban
17) QEquipEle
QEquipTV_
QTVQT __
DQTTV
DQTTV1 __
DQTTV2 __
DQTTV3 __
DQTTV4 __
DQTATV
DQTATV1 __
DQTATV2 __
DQTATV3 __
DQTATV4 __
Gela _
Fog _
Qbocas _
FogH
FogH 1 __
FogH 2 __
FogH 3 __
FogH 4 __
FogH 5 __
FogH 6 __
FogH 7 __
FogH 8 __
FogH 9 __
FogH 10 __
FogH 11 __
FogH 12 __
FogH 13 __
FogH 14 __
FogH 15 __

	16	--		FogH 16 __
	17	--		FogH 17 __
	18	--		FogH 18 __
	19	--		FogH 19 __
	20	--		FogH 20 __
	21	--		FogH 21 __
	22	--		FogH 22 __
	23	--		FogH 23 __
	24	--		FogH 24 __
Liquidificador		(1)Sim (0)Não		Liq __
Batedeira		(1)Sim (0)Não		Bat __
Mixer		(1)Sim (0)Não		Mix __
Torradeira		(1)Sim (0)Não		Torr __
Quantas horas a torradeira é utilizada?				TorrH
	1	--		TorrH1 __
	2	--		TorrH2 __
	3	--		TorrH3 __
	4	--		TorrH4 __
	5	--		TorrH5 __
	6	--		TorrH6 __
	7	--		TorrH7 __
	8	--		TorrH8 __
	9	--		TorrH9 __
	10	--		TorrH10 __
	11	--		TorrH11 __
	12	--		TorrH12 __
	13	--		TorrH13 __
	14	--		TorrH14 __
	15	--		TorrH15 __
	16	--		TorrH16 __
	17	--		TorrH17 __
	18	--		TorrH18 __
	19	--		TorrH19 __
	20	--		TorrH20 __
	21	--		TorrH21 __
	22	--		TorrH22 __
	23	--		TorrH23 __
	24	--		TorrH24 __
Microondas		(1)Sim (0)Não		Mic __
Quantas horas o microondas é utilizado?				MicH
	1	--		MicH1 __
	2	--		MicH2 __
	3	--		MicH3 __
	4	--		MicH4 __
	5	--		MicH5 __

6	--		MicH6 __
7	--		MicH7 __
8	--		MicH8 __
9	--		MicH9 __
10	--		MicH10 __
11	--		MicH11 __
12	--		MicH12 __
13	--		MicH13 __
14	--		MicH14 __
15	--		MicH15 __
16	--		MicH16 __
17	--		MicH17 __
18	--		MicH18 __
19	--		MicH19 __
20	--		MicH20 __
21	--		MicH21 __
22	--		MicH22 __
23	--		MicH23 __
24	--		MicH24 __
Máquina de lavar louça	(1)Sim	(0)Não	MaqLavLo __
Exaustor "Sugar"	(1)Sim	(0)Não	Exaus __
Máquina de lavar roupa	(1)Sim	(0)Não	MaqLavR __
Máquina de secar roupa	(1)Sim	(0)Não	MaqSecR __
Notebook	(1)Sim	(0)Não	Note __
Computador	(1)Sim	(0)Não	Comput __
Tablet	(1)Sim	(0)Não	Tab __
Impressora	(1)Sim	(0)Não	Impre __
Vídeo Game	(1)Sim	(0)Não	Vgame __
DVD	(1)Sim	(0)Não	DVD __
Blue-Ray	(1)Sim	(0)Não	Bray __
Celular	(1)Sim	(0)Não	Cel __
Quantos?	--		celqts __
Home Theater	(1)Sim	(0)Não	HomThea __
Secador de cabelo	(1)Sim	(0)Não	SecCab __
Quantas horas o secador de cabelo é utilizado?			SecCabH
1	--		SecCabH1 __
2	--		SecCabH2 __
3	--		SecCabH3 __
4	--		SecCabH4 __
5	--		SecCabH5 __
6	--		SecCabH6 __
7	--		SecCabH7 __
8	--		SecCabH8 __
9	--		SecCabH9 __
10	--		SecCabH10 __

	11	--		SecCabH11 __
	12	--		SecCabH12 __
	13	--		SecCabH13 __
	14	--		SecCabH14 __
	15	--		SecCabH15 __
	16	--		SecCabH16 __
	17	--		SecCabH17 __
	18	--		SecCabH18 __
	19	--		SecCabH19 __
	20	--		SecCabH20 __
	21	--		SecCabH21 __
	22	--		SecCabH22 __
	23	--		SecCabH23 __
	24	--		SecCabH24 __
Chapinha		(1)Sim (0)Não		Chap __
Baby-Liss		(1)Sim (0)Não		BabLis __
Estufa		(1)Sim (0)Não		Estuf __
Ventilador		(1)Sim (0)Não		Venti __
Chuveiro Elétrico		(1)Sim (0)Não		ChuEle __
Quantas horas o chuveiro elétrico é utilizado?				ChuEleH
	1	--		ChuEleH1 __
	2	--		ChuEleH2 __
	3	--		ChuEleH3 __
	4	--		ChuEleH4 __
	5	--		ChuEleH5 __
	6	--		ChuEleH6 __
	7	--		ChuEleH7 __
	8	--		ChuEleH8 __
	9	--		ChuEleH9 __
	10	--		ChuEleH10 __
	11	--		ChuEleH11 __
	12	--		ChuEleH12 __
	13	--		ChuEleH13 __
	14	--		ChuEleH14 __
	15	--		ChuEleH15 __
	16	--		ChuEleH16 __
	17	--		ChuEleH17 __
	18	--		ChuEleH18 __
	19	--		ChuEleH19 __
	20	--		ChuEleH20 __
	21	--		ChuEleH21 __
	22	--		ChuEleH22 __
	23	--		ChuEleH23 __
	24	--		ChuEleH24 __
Cook Top		(1)Sim (0)Não		CoTop __

Jarra Elétrica

(1)Sim (0)Não

Quantas horas a jarra elétrica é utilizada?

- 1 ---
- 2 ---
- 3 ---
- 4 ---
- 5 ---
- 6 ---
- 7 ---
- 8 ---
- 9 ---
- 10 ---
- 11 ---
- 12 ---
- 13 ---
- 14 ---
- 15 ---
- 16 ---
- 17 ---
- 18 ---
- 19 ---
- 20 ---
- 21 ---
- 22 ---
- 23 ---
- 24 ---

JarEle _
JarEleH
JarEleH 1 __
JarEleH 2 __
JarEleH 3 __
JarEleH 4 __
JarEleH 5 __
JarEleH 6 __
JarEleH 7 __
JarEleH 8 __
JarEleH 9 __
JarEleH 10 __
JarEleH 11 __
JarEleH 12 __
JarEleH 13 __
JarEleH 14 __
JarEleH 15 __
JarEleH 16 __
JarEleH 17 __
JarEleH 18 __
JarEleH 19 __
JarEleH 20 __
JarEleH 21 __
JarEleH 22 __
JarEleH 23 __
JarEleH 24 __

Ferro Elétrico

(1)Sim (0)Não

Quantas horas o ferro elétrico é utilizado?

- 1 ---
- 2 ---
- 3 ---
- 4 ---
- 5 ---
- 6 ---
- 7 ---
- 8 ---
- 9 ---
- 10 ---
- 11 ---
- 12 ---
- 13 ---
- 14 ---
- 15 ---
- 16 ---
- 17 ---

FerEle _
FerEleH 1 __
FerEleH 2 __
FerEleH 3 __
FerEleH 4 __
FerEleH 5 __
FerEleH 6 __
FerEleH 7 __
FerEleH 8 __
FerEleH 9 __
FerEleH 10 __
FerEleH 11 __
FerEleH 12 __
FerEleH 13 __
FerEleH 14 __
FerEleH 15 __
FerEleH 16 __
FerEleH 17 __

	18	--	FerEleH 18 __
	19	--	FerEleH 19 __
	20	--	FerEleH 20 __
	21	--	FerEleH 21 __
	22	--	FerEleH 22 __
	23	--	FerEleH 23 __
	24	--	FerEleH 24 __
Outros		(1)Sim (0)Não	Outros __
18) Possui ar condicionado?		(1)Sim (0)Não	18)PosAC __
Quantos?	--		QantAC __
De que tipo?			DQTAC
Sala		(1) Split (2) De Janela (3) Móvel	DQTACsal __
Dormitório 1		(1) Split (2) De Janela (3) Móvel	DQTACd1 __
Dormitório 2		(1) Split (2) De Janela (3) Móvel	DQTACd2 __
Dormitório 3		(1) Split (2) De Janela (3) Móvel	DQTACd3 __
19) Qual a potência?			19)Qpot
Sala		(1) 7.000 (2) 9.000 (3) 12.000 (4) 18.000 (5) 22.000	QPotSal __
Dormitório 1		(1) 7.000 (2) 9.000 (3) 12.000 (4) 18.000 (5) 22.000	QPotDo1 __
Dormitório 2		(1) 7.000 (2) 9.000 (3) 12.000 (4) 18.000 (5) 22.000	QPotDo2 __
Dormitório 3		(1) 7.000 (2) 9.000 (3) 12.000 (4) 18.000 (5) 22.000	QPotDo3 __
20) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no VERÃO - DIA DE SEMANA?			20) QHPACVD
Sala			QHPACSaIVD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)			
Dormitório 1			QHPACD1VD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)			
Dormitório 2			QHPACD2VD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)			
Dormitório 3			QHPACD3VD
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)			
21) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no VERÃO - FIM DE SEMANA?			21) QHPACVF
Sala			QHPACSaIVF

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

22) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no INVERNO - DIA DE SEMANA?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

23) As pessoas utilizam o ar condicionado em quais horários no INVERNO- FIM DE SEMANA?

Sala

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 1

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 2

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

Dormitório 3

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24)

QHPACD1VF
QHPACD2VF
QHPACD3VF
22) QHPACID
QHPACSalID
QHPACDI1D
QHPACDI2D
QHPACDI3D
23) QHPACIF
QHPACSalIF
QHPACDI1F
QHPACDI2F
QHPACDI3F

APÊNDICE 2

Pelotas, _ _ _ _ _

Prezados Condôminos

Estou realizando uma pesquisa para minha dissertação de mestrado em arquitetura e urbanismo, na área de conforto térmico, pelo Programa de Pós Graduação de Arquitetura e Urbanismo da UFPEL, que terá como título “**Análise das condições de uso e ocupação de habitações de interesse social preconizadas no RTQ-R no método de simulação computacional**”. Orientada pelo professor Eduardo Grala da Cunha. Utilizarei como método de pesquisa questionários e levantamentos. Para realizá-los gostaria da sua colaboração, respondendo às questões referentes ao padrão de uso da ventilação natural, padrão de ocupação dos ambientes, padrão de uso da iluminação, densidade de potência instalada de iluminação, padrão de uso dos equipamentos elétricos e padrão de uso do ar condicionado. Estarei realizando estas questões durante o mês de _ _ _ _ _ . Obrigada pela atenção.

Atenciosamente, Arq. Raquel Ramos Silveira da Mota.

Raquel Ramos Silveira da Mota

Eduardo Grala da Cunha