UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO

Bruna Zambonato

INFLUÊNCIA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO NO CONSUMO ENERGÉTICO DE HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES EM SANTA MARIA, RS

Santa Maria, RS, Brasil
2021

Bruna Zambonato

INFLUÊNCIA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO NO CONSUMO ENERGÉTICO DE HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES EM SANTA MARIA, RS

Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**.

Orientadora: Profª. Drª. Giane de Campos Grigoletti

Santa Maria, RS, Brasil
2021

This study was financied in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Zambonato, Bruna
Influência do comportamento do usuário no consumo energético de habitações multifamiliares em Santa Maria, RS / Bruna Zambonato.- 2021.
170 p.; 30 cm

Orientadora: Giane de Campos Grigoletti
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, RS, 2021

1. Comportamento do usuário 2. Consumo de energia 3. Habitação multifamiliar I. Grigoletti, Giane de Campos II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, BRUNA ZAMBONATO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Bruna Zambonato

INFLUÊNCIA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO NO CONSUMO ENERGÉTICO DE HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES EM SANTA MARIA, RS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**.

Aprovado em 26 de outubro de 2021:

Giane de Campos Grigoletti, Drª. (UFSM) – por videoconferência
(Presidente/Orientadora)

Antônio César Silveira Baptista da Silva, Dr. (UFPEL) – por videoconferência

Documento assinado digitalmente
Greici Ramos
Data: 14/12/2021 18:59:25-0300
CPF: 033.901.089-47
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Greici Ramos, Drª. (UFSC) – por videoconferência

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de diversas formas, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à professora Giane de Campos Grigoletti pela orientação e pelas contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e incentivo à pesquisa em tecnologias e sustentabilidade do ambiente construído desde a graduação.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro recebido para o desenvolvimento deste trabalho, bem como à UFSM e PPGAUP, pelo ensino público de qualidade.

Agradeço ao Henrique Faccin pelo auxílio com as análises estatísticas dos dados levantados nesta pesquisa, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos amigos e colegas que ajudaram no contato com os moradores dos condomínios e na divulgação das entrevistas e questionários.

Agradeço aos colegas de pesquisa, em especial à Liliane, Selton, Kananda, Gabriela e Elaise, que contribuíram para o crescimento acadêmico, e pela parceria durante este período.

Aos familiares e amigos que ajudaram na pesquisa e contribuíram para que o período de desenvolvimento da pesquisa fosse mais leve e alegre.

RESUMO

INFLUÊNCIA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO NO CONSUMO ENERGÉTICO DE HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES EM SANTA MARIA, RS

AUTOR: Bruna Zambonato
ORIENTADOR: Profª. Drª. Giane de Campos Grigoletti

O padrão de ocupação, operação de janelas e proteções solares, uso e configuração de sistemas de aquecimento e resfriamento são exemplos de ações relacionadas ao comportamento do usuário, e têm associação com o conforto térmico e o desempenho energético de habitações. A melhor compreensão do comportamento do usuário contribui para a redução da lacuna existente entre o desempenho estimado e o desempenho real de edificações, e valoriza o fator humano como um fator tão importante quanto as inovações tecnológicas na eficiência de edificações. Este trabalho tem como objetivo analisar a influência do comportamento do usuário relacionado ao conforto térmico no consumo energético de habitações multifamiliares de 1 a 3 dormitórios em Santa Maria, RS. Uma pesquisa qualitativa foi aplicada para identificar os principais comportamentos adaptativos e as motivações para estes comportamentos a partir da percepção de 9 moradores de habitações multifamiliares com características construtivas similares, a fim de contextualizar a etapa seguinte com o vocabulário e cultura local. Na segunda etapa da pesquisa, um questionário aplicado em 155 habitações investigou a percepção dos respondentes frente ao conforto térmico, aos seus hábitos e motivações para determinados comportamentos adaptativos. O consumo energético mensal também foi levantado, para 51 destes respondentes, a fim de identificar a influência do comportamento do usuário no consumo de energia. Os resultados indicam que os usuários são ativos, e interagem com a habitação de formas variadas para atingir o conforto térmico. Quando em desconforto por calor e por frio, os principais controles adotados são ajustes individuais, como troca de roupas, ingestão de bebidas frias ou quentes e banho frio ou quente. Para minimizar o desconforto por calor, os usuários também utilizam o condicionador de ar (CA), com maior frequência do que o ventilador e janelas. Para o desconforto por frio, equipamentos de aquecimento, como CA e aquecedor são utilizados apenas se os ajustes individuais e fechar as janelas não forem suficientes para atingir o conforto térmico. A renda teve influência na frequência de uso do CA (aquecer), e a faixa etária teve influência no tipo de controle adotado por jovens e idosos. O padrão de uso e o *setpoint* do CA foram os fatores de maior influência no consumo de energia das habitações. Foi possível identificar perfis típicos de comportamento do usuário, com ocupação, uso de janelas e CA variados, que resultaram em consumos de energia diferentes para cada perfil, o que indica a diversidade do comportamento do usuário em habitações multifamiliares. Destaca-se, portanto, a importância de possibilitar comportamentos adaptativos diversos, especialmente estratégias de condicionamento passivo, de modo a reduzir o consumo energético de edificações.

Palavras-chaves: Comportamento do usuário. Consumo de energia. Habitação multifamiliar.

ABSTRACT

INFLUENCE OF OCCUPANT BEHAVIOR ON ENERGY CONSUMPTION OF MULTIFAMILY RESIDENTIAL BUILDING IN SANTA MARIA, RS

AUTHOR: Bruna Zambonato
SUPERVISOR: Profª. Drª. Giane de Campos Grigoletti

Occupancy, window and shading operation, heating and cooling systems use and setpoint are examples of actions related to occupant behaviour and are associated with thermal comfort and energy performance in homes. A better understanding of occupant behaviour contributes to reducing the gap between estimated and actual building performance and values the human factor as a factor as important as technological innovations in building efficiency. The present work aims to analyse the influence of occupant behaviour related to thermal comfort on energy consumption in multifamily residential buildings with 1 to 3 bedrooms in Santa Maria, RS. Qualitative research was applied to identify the main adaptive behaviours and motivations from the perception of 9 households of multifamily housings with similar building characteristics, to contextualize the next stage with local vocabulary and culture. In the second stage of the research, a survey applied to 155 households investigated the occupant's perception of thermal comfort, habits, and motivations for certain adaptive behaviours. Monthly energy consumption was also surveyed for 51 of these respondents, to identify the influence of occupant behaviour on energy consumption. The results indicate that users are active and interact with the building in different ways to achieve thermal comfort. The main controls adopted are individual adjustments, such as changing clothes, cold or hot drinks and cold or hot baths. To minimize heat discomfort, occupants also use the air conditioner (AC) more often than the fan and windows. For discomfort from cold, heating equipment such as AC and electrical heater are only used if individual adjustments and closing the windows are not enough to achieve thermal comfort. Family income influenced the frequency of AC (heating) use, and age group influenced the type of adaptive behaviour adopted by young and old households. The AC usage pattern and setpoint were the main factors influencing the energy consumption. It was possible to identify typical occupant behaviour profiles, with varied occupancy, window, and AC use, which resulted in different energy consumption. Results indicate the diversity of occupant behaviour in multifamily residential buildings. Therefore, the importance of enabling different adaptive behaviours is highlighted, especially passive conditioning strategies, to reduce the energy consumption of buildings.

Key-words: Occupant behaviour. Energy use. Residential building.

Lista de Figuras

Figura 1 - Síntese da definição de comportamento do usuário..... 24
Figura 2 - Fenômenos relacionados ao usuário..... 25
Figura 3 – Categorias do comportamento do usuário..... 26
Figura 4 – Fatores de influência no comportamento do usuário em edificações 30
Figura 5 - Uso de CA e consumo energético no Brasil segundo PPH 48
Figura 6 - Diagrama metodológico..... 51
Figura 7 - Diagrama das etapas do levantamento, objetivos, instrumentos e amostra. 53
Figura 8 - Temperatura e umidade relativa durante a aplicação da entrevista estruturada 55
Figura 9 - Localização das edificações selecionadas para a coleta de dados da pesquisa qualitativa..... 57
Figura 10 – Síntese das análises de associação, agrupamento e regressão..... 61
Figura 11 – Valores médios e extremos da temperatura do ar em Santa Maria, RS.62
Figura 12 - Precipitação pluviométrica e umidade relativa em Santa Maria, RS 63
Figura 13 – Fachada principal das edificações A (a), B (b) e C (c)..... 66
Figura 14 - Percepção de conforto no verão e inverno..... 66
Figura 15 - Comportamento adaptativo por desconforto por calor - Pesquisa Qualitativa 67
Figura 16 - Comportamento adaptativo por desconforto por frio - Pesquisa Qualitativa 68
Figura 17 – Motivos para o uso de janelas, proteções solares, ventilador, CA e aquecedor - Pesquisa Qualitativa..... 69
Figura 18 – Consumo mensal médio, máximo e mínimo e dados climáticos médios de 2019. 71
Figura 19 – Consumo mensal médio, máximo e mínimo e dados climáticos médios de 2019. 73
Figura 20 - Comparação (a) (b) escolaridade e (c) (d) renda entre a pesquisa e IBGE..... 76
Figura 21 - Número de moradores por habitação (apartamentos)..... 77
Figura 22 - Faixa etária por número de moradores na habitação. 78

Figura 23 - Número de dormitórios e pavimento das habitações. 79
Figura 24 - Percepção de sombreamento e ventilação por pavimento. 80
Figura 25 - Percepção de conforto na habitação para verão e inverno. 81
Figura 26 - Ocupação (a) média e (b) (c) (d) (e) típicas nas habitações. 82
Figura 27 - Comportamento adaptativo para desconforto por calor e por frio. 84
Figura 28 - Operação de janelas, cortinas e persianas. 92
Figura 29 - Razões para abrir e fechar as janelas.....93
Figura 30 - Uso de ventilador, CA na função ventilar e na função resfriar. 94
Figura 31 - Razões para o usar equipamentos de resfriamento.....95
Figura 32 - Uso de aquecedor e CA na função aquecer. 96
Figura 33 - Razões para o usar equipamentos de aquecimento, por sensação de conforto no inverno. 96
Figura 34 - Meses de uso de condicionadores de ar para aquecimento e resfriamento 99
Figura 35 - *Setpoint* de resfriamento e aquecimento.....102
Figura 36 - Posse de eletrodomésticos. 106
Figura 37 - Uso de iluminação artificial na sala e dormitório durante o dia. 107
Figura 38 – Gráfico de caixa do consumo de energia total *versus* temperatura. 108
Figura 39 – Consumo de energia per capita *versus* temperatura.....109
Figura 40 - Relação entre o consumo anual observado e o consumo anual predito pelo modelo. 113
Figura 41 - Dendrograma de agrupamento – Average. 117
Figura 42 - Padrões de ocupação típicos. 118
Figura 43 - Consumo Anual de energia por perfil típico. 120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Posição e orientação solar dos participantes da entrevista estruturada. 57
Quadro 2 - Perfis típicos de comportamento. 119
Quadro 3 – O que os moradores fazem para se sentirem confortáveis quando estão com calor em casa. 167

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre comportamentos adaptativos e fatores contextuais. . 87
Tabela 2 - Comparação entre uso de equipamentos (resfriamento/aquecimento) e fatores contextuais. 98
Tabela 3 - Comparação entre número de meses de uso do CA (resfriar) e fatores contextuais. 100
Tabela 4 - Comparação entre número de meses de uso do CA (aquecer) e fatores contextuais. 101
Tabela 5 - Comparação entre *setpoint* de uso do CA e fatores contextuais. 103
Tabela 6 - Características dos respondentes da pesquisa detalhada 104
Tabela 7 - Número de moradores comparado ao consumo anual de energia. 110
Tabela 8 - Descrição das variáveis que compõem o conjunto de variáveis consideradas para a análise de regressão linear. 111
Tabela 9 - Regressão linear para explicação do consumo de energia. 112

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1. JUSTIFICATIVA 18
1.2. OBJETIVOS 20
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO 20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 23
2.1 COMPORTAMENTO DO USUÁRIO EM EDIFICAÇÕES 23
2.1.1 Comportamento adaptativo do usuário 25
2.1.2 Fatores de influência no comportamento do usuário 28
2.1.3 Efeitos do comportamento do usuário no consumo de energia e no comportamento térmico da edificação 34
2.2 ABORDAGENS DE PESQUISA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO NA EDIFICAÇÃO 37
2.2.1 Aquisição de dados através de questionários 39
2.2.2 Tratamento e análise dos dados 41
2.3 ESTUDOS CORRELATOS 44
SÍNTESE DO CAPÍTULO 48
3 MÉTODO 51
3.1 LEVANTAMENTO 52
3.1.1 Pesquisa qualitativa 53
3.1.2 Pesquisa quantitativa 57
3.2 CARACTERIZAÇÃO DE SANTA MARIA, RS 61
4 RESULTADOS 65
4.1 PESQUISA QUALITATIVA 65
4.2 PESQUISA QUANTITATIVA 74
4.2.1 Caracterização da amostra 75
4.2.2 Percepção de conforto térmico 81
4.2.3 Ocupação 82
4.2.4 Comportamento adaptativo 84
4.2.5 Uso de janelas e proteções solares 91
4.2.6 Uso de equipamentos de condicionamento artificial 93

4.2.7 Influência do comportamento do usuário no consumo de energia 104
4.2.8 Perfis típicos de comportamento 115
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 120
5 CONCLUSÃO 129
5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO 131
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 132
REFERÊNCIAS 133
APÊNDICE A 143
APÊNDICE B 144
APÊNDICE C 145
APÊNDICE D 161
APÊNDICE F 167

1 INTRODUÇÃO

Temas como mudança climática e consumo de energia vem sendo abordados tanto pelo poder público quanto pelo meio acadêmico, visto que seus efeitos vem sendo cada vez mais severamente sentidos em áreas urbanas e rurais, com episódios de ondas de calor e frio, inundações e ciclones tropicais (WMO, 2020). A operação de edificações foi responsável, em 2018, por 30% da energia consumida no mundo e 28% das emissões de gases do efeito estufa (GABC; IEA; UNEP, 2019). Além disso, a expectativa é de que o consumo energético de construções e de atividades em edificações cresça em média 1,5% por ano de 2012 a 2040 (IEA, 2016).

Apesar do cenário crescente de consumo, a demanda energética mundial pode ser amenizada ou até revertida com a implementação massiva e efetiva de estratégias de economia de energia (HARVEY, 2009). Normas de desempenho têm um papel importante na definição de padrões para a construção civil que, a longo prazo, tendem a reduzir a demanda energética no setor (GABC; IEA; UNEP, 2019). Em 2018, apenas 40% da energia consumida em edificações no mundo era regulamentada por alguma norma de desempenho (IEA, 2019). No Brasil, a NBR 15220 (ABNT, 2005), NBR 15575 (ABNT, 2021) e o RTQ-R (INMETRO, 2012) são contribuições para a melhoria do desempenho de edificações habitacionais, em vigor desde 2005, 2008 e 2009, respectivamente. Portanto, o setor da construção civil pode contribuir para acelerar a transição energética e redução de emissões de carbono.

Segundo o Programa de Energia em Edificações e Comunidades da Agência Internacional de Energia (IEA, 2016), o desempenho termoenergético de edificações depende de fatores como o clima, a envoltória, os sistemas de energia e instalações, os critérios internos de projeto, a operação e manutenção da edificação e o comportamento do usuário. Uma das barreiras para a melhoria da eficiência energética de edificações é a falta de conhecimento sobre os fatores determinantes no consumo energético.

Diversos estudos foram desenvolvidos sobre o desempenho de componentes físicos da edificação, como fechamento e isolamento, sistemas de aquecimento, de resfriamento, de iluminação e proteção solar (SOARES *et al.*, 2017). Estes sistemas

construtivos são bem representados por programas computacionais, que conseguem simular com precisão características de materiais e condições climáticas (GAO; KOCH; WU, 2019). No entanto é frequente a ocorrência de discrepâncias entre o consumo energético projetado e o consumo real de edificações (RINALDI; SCHWEIKER; IANNONE, 2018). Esta discrepância, então, pode ter influência do comportamento do usuário na edificação (TAM; ALMEIDA; LE, 2018).

O comportamento do usuário refere-se às interações entre o usuário e a edificação, inclusive na busca por condições de conforto ambiental, que influenciam no consumo energético (YAN, D.; HONG, 2018). Estas interações podem incluir ajustes fisiológicos, pessoais, ambientais e espaciais (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Alguns exemplos são a operação de janelas e proteções solares, uso e configuração de sistemas de aquecimento, resfriamento e iluminação (BALVEDI; GHISI; LAMBERTS, 2018). Portanto, compreender o comportamento do usuário é fundamental para avaliar seu impacto no desempenho de edificações.

O usuário pode interferir no consumo de energia de edificações tanto quanto as tecnologias construtivas (HONG *et al.*, 2016). O consumo real de edifícios de baixo consumo pode chegar a 1,5 vezes o consumo estimado em projeto, principalmente devido às condições de uso da edificação (BRANCO *et al.*, 2004). A precisão de simulações de edificações unifamiliares pode cair de 25% para 1%, quando se considera, de forma detalhada, características físicas e do comportamento do usuário (PARKER *et al.*, 2012). Um estudo comparando edificações idênticas observou uma variação de demanda energética de até 7 vezes, principalmente devido ao comportamento do usuário (GILL, Z. M. *et al.*, 2011).

Pesquisas investigam também os fatores que podem motivar ou influenciar o comportamento do usuário em edificações (FABI *et al.*, 2012; SCHWEIKER; SHUKUYA, 2009; STAZI; NASPI; D'ORAZIO, 2017). Alguns destes fatores são estímulos ambientais como temperatura, qualidade do ar, iluminação; estímulos fisiológicos como temperatura corporal, suor; e estímulos como a rotina e atividades programadas (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). O comportamento do usuário também pode ser influenciado pelo contexto, por fatores ambientais como estação do ano, características da edificação e dos sistemas construtivos; fatores psicológicos como percepção, preferência, conhecimento e expectativa; fatores sociais como interações sociais, educação, status social, intervenções

governamentais; e fatores contextuais fisiológicos como idade, gênero, estado de saúde (HONG *et al.*, 2016; WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

O presente trabalho refere-se ao estudo do comportamento do usuário em edificações, principalmente a partir da perspectiva das ciências tecnológicas, com foco no desempenho termoenergético de edificações. Pesquisas recentes buscam a inclusão de conceitos e modelos vindos das ciências sociais, pesquisando o tema a partir de abordagens multidisciplinares (HESS; SOVACOOL, 2020). A integração de diversas áreas do conhecimento tem papel fundamental para a melhor compreensão do comportamento do usuário na edificação, que é "estocástico [se comporta, pelo menos parcialmente, de maneira randômica ao longo do tempo], diverso, complexo e interdisciplinar" (HONG *et al.*, 2017).

O tema tem sido abordado através de três frentes metodológicas que se complementam: o levantamento, a modelagem e a simulação. O levantamento inclui a coleta de dados sobre características da edificação e do entorno além de características e comportamentos dos usuários. A modelagem refere-se à avaliação analítica para extrair modelos comportamentais a partir dos dados coletados. Por fim, os modelos são utilizados em simulações computacionais, permitindo a melhoria das técnicas de simulação para quantificar o impacto de fatores relacionados à energia e fornecer caminhos para comportamentos que reduzam o consumo (HONG *et al.*, 2016). Desta forma, as primeiras pesquisas relacionadas ao assunto costumam abordar o levantamento do comportamento do usuário, e a partir destes dados, são desenvolvidas pesquisas de modelagem e simulação.

Apesar de o tema estar sendo cada vez mais estudado em âmbito internacional, ainda são poucos os trabalhos publicados em um contexto brasileiro (BALVEDI *et al.*, 2018; RAMOS *et al.*, 2020; SORGATO, 2015). O comportamento do usuário tem grande influência do contexto, de normativas e da cultura (STEPHENSON *et al.*, 2015). Portanto, torna-se necessário estudar o tema em escala local, para compreender as especificidades do contexto brasileiro. Além disso, as características construtivas brasileiras diferem das características construtivas europeias, estadunidenses e asiáticas, onde a maior parte dos estudos sobre o comportamento do usuário em edificações são desenvolvidos (SOVACOOL *et al.*, 2015).

Devido à rápida expansão de área construída em países de clima quente, a demanda energética mundial por resfriamento apresentou um aumento significativo de 2010 a 2018 (cerca de 8%), enquanto o consumo para aquecimento e iluminação reduziram 20% e 17% de consumo por área útil, respectivamente (GABC; IEA; UNEP, 2019). No Brasil o aumento da demanda de energia para resfriamento pode ser observado também no aumento de 9% na posse de equipamentos condicionadores de ar (CA) entre 2005 e 2017 (EEE, 2018), assim como nas vendas destes equipamentos, que aumentou 4,7 vezes de 2005 a 2013 (IBGE, 2013). Considerando que o usuário tem significativa influência no consumo de energia devido ao uso de CA, compreender o seu comportamento pode contribuir para amenizar os impactos deste cenário.

1.1. JUSTIFICATIVA

O uso de edificações foi responsável por 30% do consumo de energia mundial em 2018 (GABC; IEA; UNEP, 2019). Parte significativa deste consumo, especialmente em países em desenvolvimento, está relacionada ao uso de condicionamento artificial em edificações (GABC; IEA; UNEP, 2019). No Brasil, o setor residencial demandou 31,2% da energia consumida em 2020 (EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021). Segundo a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial 2019 (ELETROBRAS, 2019a), 5,35% da carga residencial está relacionada ao uso de condicionamento artificial, e a Agência Internacional de Energia (IEA) (IEA, 2021) estima que este seja o principal fator no consumo energético brasileiro no futuro. O comportamento do usuário, foco da presente pesquisa, é um dos fatores mais significativos no consumo de energia de habitações (KAVOUSIAN; RAJAGOPAL; FISCHER, 2013; STEEMERS; YUN, 2009).

Apesar dos primeiros estudos sobre as interações do usuário com a edificação surgirem nas décadas de 1950 e 1960, ainda não se sabe explicar com precisão as diferenças encontradas entre o desempenho energético real da edificação e o desempenho estimado em projeto (TAM; ALMEIDA; LE, 2018). Estudos mostram uma diferença de até 18% entre o consumo de projeto e o

consumo real de edificações com certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) (TURNER; FRANKEL, 2008).

Sunikka-Blank e Galvin (2012) compararam o consumo estimado e real de edificações na Alemanha. Os resultados indicam que os usuários consomem em média 30% menos energia para aquecimento do que o estimado e que o efeito contrário (*rebound effect*) tende a acontecer em edificações de baixo consumo energético, onde os ocupantes consomem mais do que o estimado, resultado similar ao encontrado em estudos na Holanda, Bélgica, França e Reino Unido (SUNIKKA-BLANK; GALVIN, 2012). Compreender como os usuários interagem com a edificação e suas motivações é fundamental para a redução do consumo de energia em edificações assim como para preencher a lacuna existente entre o consumo energético estimado em projeto e o consumo real das edificações.

No final do século XX, o comportamento do usuário era considerado uniforme e de simples compreensão (HAAS, 1997), visto que grande parte dos domicílios apresentavam equipamentos similares, e eram poucos os equipamentos elétricos disponíveis. No entanto, uma revisão de literatura realizada por Balvedi, Ghisi e Lamberts (2018) sobre o comportamento do usuário em edificações residenciais indica a diversidade de perfis de ocupação e de atividades observadas em habitações, que podem aumentar a complexidade de monitoramento e modelagem do comportamento do usuário, resultado da maior disponibilidade de equipamentos elétricos e melhoria da qualidade de vida da população.

O consumo de energia é mais significativo em residências do que em edificações não-residenciais. Habitações consomem 22% da energia consumida no mundo, enquanto as demais edificações são responsáveis pelo consumo de 8% da energia (GABC; IEA; UNEP, 2019). Segundo Scalco *et al.* (2012) em diversos países, inclusive no Brasil, o setor residencial é visto como um colaborador significativo para o consumo energético, sendo o foco de normas de eficiência energética. No Brasil, o setor residencial correspondeu a 31,2% da demanda energética do país para o ano base de 2020 (EPE, 2021).

A presente pesquisa pretende avaliar a influência do comportamento do usuário no consumo energético de edificações residenciais multifamiliares de 1 a 3 dormitórios em Santa Maria, RS. O levantamento destes dados pode contribuir com informações sobre o comportamento do usuário a partir de uma cidade específica

(Santa Maria, RS), como um recorte local da Zona Bioclimática 2 (ABNT, 2005), da região central do Rio Grande do Sul, de características socioeconômicas, de tamanho e tipologia habitacional.

Espera-se contribuir com a formação de um banco de dados nacional, com base em levantamentos locais, a ser complementado em trabalhos futuros com dados de outras tipologias, características socioeconômicas e outras regiões do país, visto que o comportamento do usuário é influenciado por aspectos contextuais. Esta base de dados pode contribuir também para a melhoria de simulações computacionais, ao prever e representar a ocupação e comportamento do usuário de forma mais realista, tornando-as mais confiáveis tanto para projetos de edificações melhor dimensionadas quanto para a otimização de sistemas construtivos e instalações existentes (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

1.2. OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar a influência do comportamento do usuário no consumo energético de habitações multifamiliares de 1 a 3 dormitórios em Santa Maria, RS.

Os objetivos específicos são apresentados a seguir:

- Levantar e caracterizar o comportamento do usuário relacionado ao conforto térmico e ao consumo energético da habitação.
- Investigar a influência de características do usuário, da habitação e da percepção de conforto térmico no comportamento do usuário.
- Identificar os principais aspectos do comportamento do usuário que afetam o consumo de energia na habitação.
- Identificar perfis típicos de comportamento do usuário em habitações multifamiliares de 1 a 3 dormitórios de Santa Maria, RS.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, incluindo introdução, fundamentação teórica, método, resultados e conclusão. O Capítulo 1 apresenta a contextualização e motivações para o desenvolvimento da pesquisa, os objetivos e a

estrutura do trabalho. O Capítulo 2 contempla a fundamentação teórica relevante para a compreensão de conteúdos relativos ao comportamento do usuário em edificações, com foco na sua influência no desempenho termoenergético de edificações, às abordagens de pesquisa do tema incluindo o método de levantamento por meio de questionários e a análise de dados, além de estudos correlatos.

O Capítulo 3 apresenta o método proposto para o desenvolvimento da pesquisa, de modo a atingir os objetivos apresentados no primeiro capítulo. São apresentadas a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa utilizadas para o levantamento do comportamento do usuário. O Capítulo 4 refere-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos e o Capítulo 5 apresenta as conclusões da dissertação. Ao final são expostos os apêndices com dados relevantes para o método e complementos dos resultados da pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica, organizada em quatro seções principais, que serve de embasamento para as demais etapas da pesquisa. A primeira seção apresenta a definição do comportamento do usuário em edificações, relacionado ao conforto térmico e ao consumo energético de edificações. Nesta seção também são apresentadas as principais interações do usuário com a edificação, os fatores de influência no comportamento do usuário e os efeitos do comportamento do usuário na eficiência energética e no comportamento térmico da edificação. A segunda seção apresenta abordagens de levantamento e análise do comportamento do usuário em habitações. Por fim, são apresentados estudos relacionados ao tema da pesquisa, que abordam a influência do comportamento do usuário no desempenho termoenergético de edificações com a aplicação de questionários.

2.1 COMPORTAMENTO DO USUÁRIO EM EDIFICAÇÕES

O comportamento pode ser definido como ações e reações de uma pessoa em resposta a estímulos externos ou internos. Na edificação, o comportamento do usuário está relacionado a ações e reações de uma pessoa para adaptar-se às condições ambientais (CHEN *et al.*, 2015). A interação do usuário com a edificação pode acontecer por objetivos como redução do desconforto térmico, melhoria dos aspectos visuais do ambiente interno, ou até outros aspectos sem relação alguma com o ambiente interno (SCHWEIKER, 2017).

De acordo com o modelo adaptativo de conforto térmico, ao sentir desconforto, a pessoa pode agir a fim de ajustar o ambiente térmico, o próprio usuário através de ações individuais, além da adaptação fisiológica, e restabelecer as condições de conforto (NICOL, J. F.; HUMPHREYS, 2002). O comportamento do usuário relacionado ao conforto térmico, ou comportamento adaptativo do usuário, é definido como as ações na busca por conforto térmico (YAN, D.; HONG, 2018). As principais interações do usuário com a edificação relacionadas ao consumo de energia e ao conforto térmico são o controle de dispositivos como janelas e proteções solares, e o controle de sistemas da edificação, como sistema de aquecimento, resfriamento e ventilação (BALVEDI; GHISI; LAMBERTS, 2018; CHEN

et al., 2015). A ocupação é outro fator relacionado ao usuário que tem influência no desempenho térmico de edificações devido ao incremento na carga térmica da e por ser condição para determinadas ações do usuário (BALVEDI *et al.*, 2018).

Segundo Hong *et al*. (2017) o principal objetivo de pesquisas sobre o tema é abordar o comportamento do usuário relacionado ao consumo de energia como aspecto fundamental no desempenho energético e minimizar a lacuna entre o consumo de energia estimado e real de edificações, considerando o componente humano com a mesma relevância de inovações tecnológicas. Neste sentido, Schweiker (2017) agrupou o objetivo destas pesquisas em 4 grupos: compreender a variedade de fatores que influenciam o comportamento do usuário; minimizar a lacuna entre o uso de energia estimado (com base em simulações) e real (com base na observação); compreender a variação no uso de energia ou os efeitos de diferentes padrões de comportamento no consumo de energia; e melhorar os parâmetros de entrada relativos ao comportamento do usuário em simulações de desempenho termoenergético.

O estudo do comportamento envolve, portanto, a compreensão dos fatores que influenciam o comportamento, a sua caracterização, bem como a compreensão do seu impacto no consumo de energia, na busca pela melhoria da eficiência energética de edificações. A Figura 1 apresenta a síntese da definição do comportamento do usuário, que também estrutura as próximas seções deste capítulo.

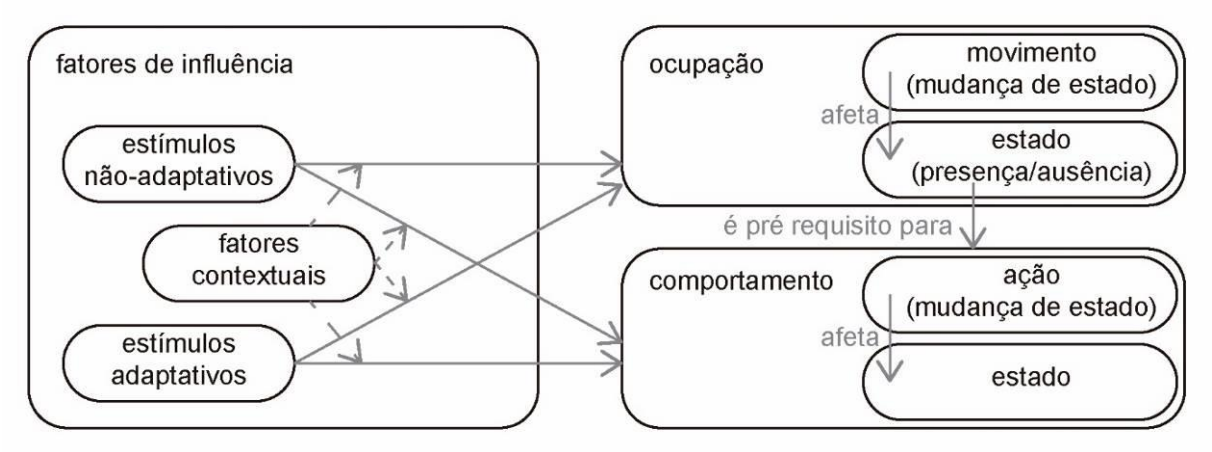
Figura 1 - Síntese da definição de comportamento do usuário

Fonte: elaborada pela autora.

2.1.1 Comportamento adaptativo do usuário

Segundo Wagner, O'Brien e Dong (2018), o impacto do usuário na edificação pode acontecer de forma direta, devido à sua presença na edificação (produção de calor, emissão de CO2, geração de umidade) e de forma indireta pelas interações com a edificação, como mostra a Figura 2. Na maioria das circunstâncias, a presença do usuário é pré-requisito para qualquer interação com a edificação. A ocupação e interações do usuário com a edificação podem ser definidas através de estados (como o estado de acionamento do aquecimento, ligado ou desligado) e de ações (como o ato de ligar ou desligar o aquecimento). De modo geral, uma ação muda o estado, e este estado permanece constante até que uma nova ação seja tomada: o estado de uma janela vai permanecer como fechado até que um usuário a abra.

Figura 2 - Fenômenos relacionados ao usuário.



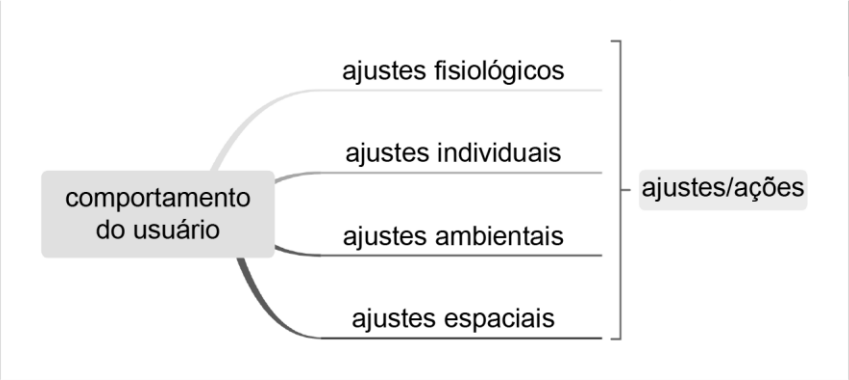
Fonte: Adaptado de (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018, cap. 2, p. 8).

Os fatores de influência são classificados em estímulos adaptativos (como o desconforto ou a expectativa de desconforto do usuário) e estímulos não-adaptativos (como parte das tarefas do usuário, como uso do computador) (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Estes estímulos, assim como as ações ou não-ações resultantes, são regulados por fatores contextuais (FABI *et al.*, 2012). Estímulos adaptativos ativam comportamentos adaptativos: ações do usuário para adaptar o ambiente às suas necessidades e preferências (como abrir a janela devido à alta concentração de CO_2, fechar persianas devido ao ofuscamento), e ações do usuário para adaptar-se

ao ambiente (como trocar de vestimenta, mudar de posição na edificação, tomar bebida gelada) (HONG *et al*., 2017).

Estímulos não adaptativos resultam em comportamentos que não tem como objetivo a adaptação ao ambiente interno, como a ocupação e uso de eletrodomésticos relacionados à rotina, como jornada de trabalho (HONG *et al*., 2017). Contudo, uma mesma ação, como fechar a janela, pode ser desencadeada por um estímulo adaptativo, como o ar frio desconfortável entrando no ambiente, ou um estímulo não-adaptativo, como segurança ou privacidade. Ambos os tipos de comportamento podem ter impacto no desempenho energético e comportamento térmico da edificação. Wagner, O'Brien e Dong (2018) classificaram as interações do usuário com a edificação de acordo om a distância entre o usuário e o ajuste, conforme mostra o diagrama da Figura 3.

Figura 3 – Categorias do comportamento do usuário.



Fonte: elaborado pela autora.

Os ajustes fisiológicos estão relacionados a ajustes não voluntários, como processos de termorregulação e outras adaptações para manter o corpo em funcionalidade e conforto (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Processos de termorregulação mantêm a temperatura interna do corpo estável e dentro de pequenos limites, como alteração da frequência cardíaca, mecanismo de transpiração e direcionamento do fluxo sanguíneo (SCHWEIKER, 2010). Por serem ajustes que não dependem conscientemente do usuário, estes ajustes não serão levantados na presente pesquisa.

Os ajustes individuais são ações conscientes ou voluntárias envolvendo o usuário na busca por conforto térmico, como mudança de postura, mudança de

vestimenta, mudança do nível de atividade, ingestão de bebida ou alimentos quentes ou frios, banho quente ou frio (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Takahashi *et al*. (2000) compararam o comportamento de usuários expostos a ambientes ventilados naturalmente e a ambientes condicionados artificialmente. Aqueles expostos a ambientes naturalmente ventilados se mostravam mais ativos para ações como abanar-se com as mãos para ventilar, enquanto os sujeitos expostos a ambientes condicionados artificialmente se mostraram mais passivos, tomando menos ações individuais.

Ajustes ambientais são ações relacionadas a elementos e controles dos ambientes que potencialmente resultam em mudanças das condições físicas do ambiente interno (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). São exemplos a operação de janelas e proteções solares, a operação e configuração de sistemas de resfriamento e aquecimento, que podem causar ganhos ou perdas de calor. Segundo Balvedi, Ghisi e Lamberts (2018) estes ajustes são o principal foco de muitos estudos da área, e geralmente são caracterizados para melhor quantificação e compreensão de influência do comportamento do usuário no consumo energético da habitação.

Para a caracterização de comportamentos como o uso de sistemas de resfriamento e aquecimento, Chen *et al.* (2015) indicam que devem ser considerados parâmetros de espaço e tempo de uso, bem como agenda de uso (*schedule*), *setpoint* e tipo de controle. Erell, Portnov e Assif (2018) conduziram um estudo de 2 anos com 120 apartamentos em duas cidades de Israel para testar a influência de diferentes estratégias no consumo de energia, também levantaram o número de equipamentos e dispositivos por habitação; potência, importância, frequência e configuração de uso.

Visto que a operação de janelas e proteções solares também costuma ser baseada em determinadas agendas ou tipos de controles, Chen *et al*. (2015) propõe que estes parâmetros sejam considerados na caracterização destes comportamentos adaptativos. Ghisi e Balvedi (GHISI; BALVEDI, 2017) monitoraram o comportamento do usuário (ocupação, operação de janelas, de proteções solares e de sistemas de resfriamento) através de questionários aplicados a 99 respondentes em Florianópolis. A operação de janelas e proteções solares foi levantada a partir de perguntas de múltipla escolha com períodos de abertura variando de sempre aberto até sempre fechado. A operação de janelas e de

proteções solares incluiu opções que relacionavam a operação de janelas à presença de usuários no ambiente, à rotina e à renovação do ar.

Quando os outros tipos de ajustes não estão disponíveis ou não são da preferência do usuário, os ajustes espaciais são uma opção. Estes ajustes referem-se ao comportamento do usuário em relação ao ambiente como um todo, incluindo a movimentação no ambiente, entre ambientes ou entre a edificação e o exterior na busca por conforto (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Estas ações geralmente são motivadas por estímulos não adaptativos, como reuniões em determinados ambientes, final do expediente de trabalho, atividades da rotina diária que acontecem em ambientes específicos da habitação, como refeições, estudo, trabalho, descanso. Podem incluir também ações adaptativas, como mudar de mesa de estudo para aproveitar melhor a ventilação que vem de uma janela ou de um ventilador, por exemplo. Neste caso, as condições climáticas externas costumam ter grande influência no comportamento do usuário (SCHWEIKER, 2010).

2.1.2 Fatores de influência no comportamento do usuário

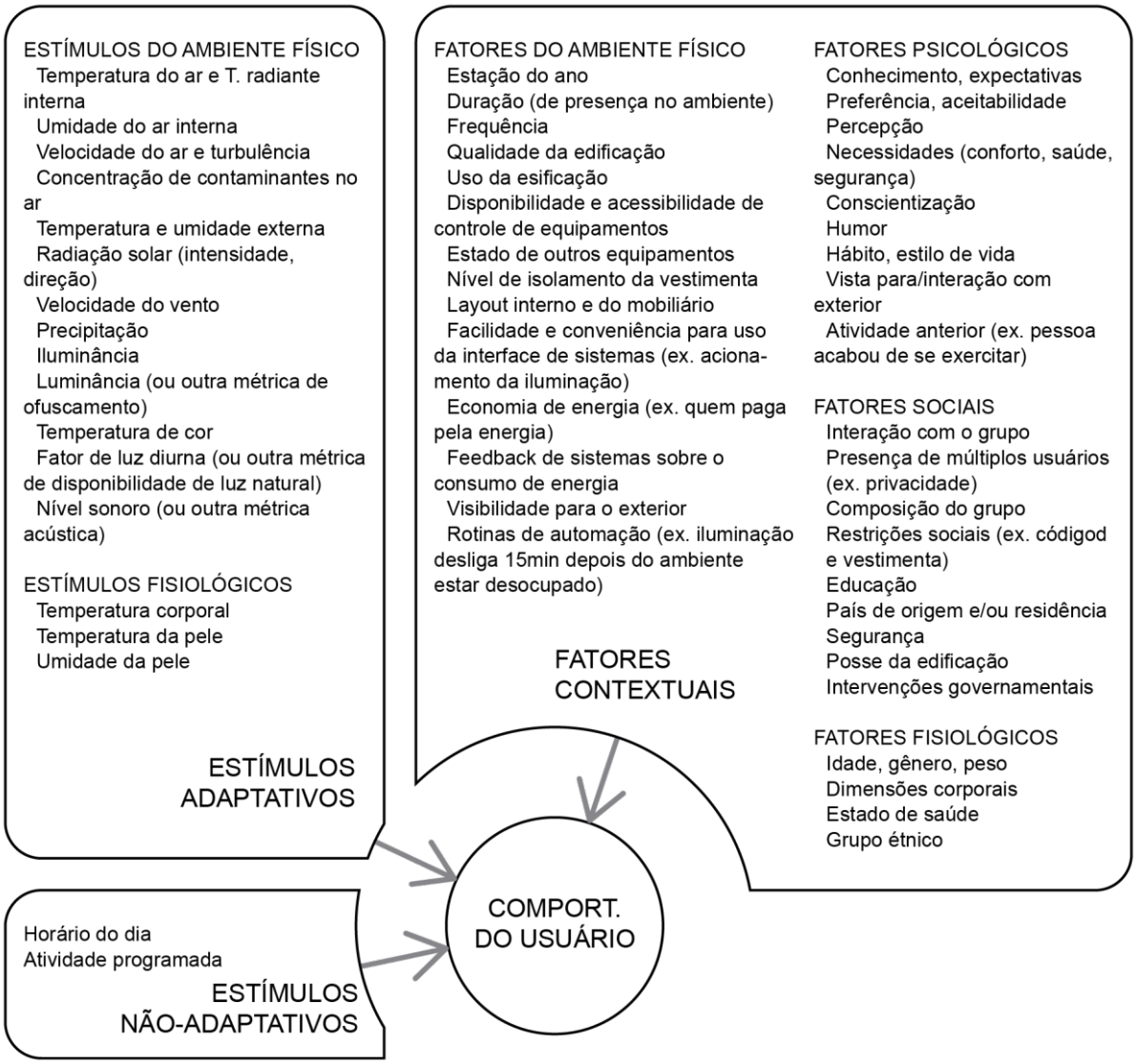
Como mencionado, o comportamento do usuário em edificações pode ser influenciado por causas externas ao ocupante, como a temperatura e velocidade do ar, tradicionalmente abordadas por pesquisas da construção civil sobre o comportamento do usuário (YAN, D.; HONG, 2018); e por causas internas ou individuais, como experiências pessoais, atitudes e preferências, abordadas por pesquisas sociais sobre o comportamento do usuário; além de características da edificação, como posse, dispositivos de aquecimento disponíveis (FABI *et al.*, 2012). Estes fatores de influência são importantes para processos de decisões de projeto e simulações. É fundamental, portanto, identificar as variáveis mais críticas a serem medidas e analisadas (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Variáveis psicológicas de influência no comportamento do usuário são pouco levantadas em estudos desta área, devido à dificuldade de quantificação e monitoramento (BALVEDI; GHISI; LAMBERTS, 2018).

Exemplo da complexidade do assunto é a indicação de que as motivações que definem o comportamento de usuários em edificações de baixa eficiência são diferentes das motivações para usuários que adaptam uma edificação existente

(*retrofit*) ou simplesmente mudam de uma edificação pouco eficiente para uma mais eficiente, e são diferentes das motivações de moradores de edificações de alta eficiência (SCHWEIKER, 2017). O desenvolvimento de novas tecnologias de eficiência energética não é suficiente para garantir a sua efetividade. Para que a implementação de tais tecnologias traga os resultados esperados, é preciso superar fatores que influenciem a aceitação dos usuários como conhecimento, motivação, facilidade de uso, custo e percepção da utilidade (SCHWEIKER, 2017).

As motivações foram organizadas em estímulos adaptativos, estímulos não-adaptativos e fatores contextuais (considerados como moderadores dos estímulos e comportamentos), e em subgrupos de acordo com a classificação de Fabi *et al*. (2012). A Figura 4 apresenta uma síntese de possíveis fatores de influência no comportamento do usuário segundo Wagner e O'Brien (2018).

Figura 4 – Fatores de influência no comportamento do usuário em edificações



Fonte: Adaptado de Wagner e O'Brien (2018).

Os estímulos adaptativos são formados por estímulos fisiológicos e estímulos do ambiente físico (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Os estímulos fisiológicos são originados por um sinal no corpo, que solicita que o ocupante tome uma ação, como o início de tremores. Estímulos do ambiente físico são aqueles que caracterizam ambientes internos e externos, e estimulam ações em resposta a estímulos térmicos, olfativos, visuais e auditivos, com o objetivo de voluntariamente modificar o ambiente e melhorar ou restaurar condições de conforto (FABI *et al.*, 2012). São exemplos temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, poluição do ar, iluminação, pressão sonora. Estímulos não-adaptativos são

independentes de fatores do ambiente físico, como horário do dia, pessoas entrando ou saindo de um ambiente para um compromisso, geralmente relacionados à rotina (D'OCA *et al.*, 2017a).

Por fim, fatores contextuais têm influência indireta no comportamento do usuário, e foram agrupados, por Wagner, O'Brien e Dong (2018) em fatores do ambiente físico, fatores psicológicos, fatores sociais e fatores fisiológicos. Os fatores do ambiente físico são características do ambiente e permanecem inalterados por um intervalo de tempo, como isolamento da edificação, orientação da fachada, tipo de sistema de condicionamento, tipo de termostato (manual ou programável), a distância do local onde o usuário se senta até uma interface de controle, facilidade de operação de janelas. Fatores psicológicos estão relacionados a fatores individuais e sociais (FABI *et al.*, 2012; WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

Os fatores psicológicos individuais referem-se a pensamentos, sentimentos e outras características cognitivas que afetam a atitude, comportamento e funções da mente. Estes fatores podem explicar interações do usuário com a edificação, instalações e equipamentos através de expectativas, conhecimento, preferência, consciência (financeira e ambiental, por exemplo), hábitos, estilo de vida, entre outros. Os fatores sociais referem-se a elementos que afetam o estilo de vida e atitude de um usuário em relação aos outros, como interação em grupo, educação, status social. Em edificações residenciais, estão relacionados à composição dos moradores: quem determina a configuração do termostato, a operação das janelas, por exemplo.

Fatores fisiológicos não são estímulos imediatos, são fatores que determinam a condição fisiológica do usuário, e estão relacionados a idade, gênero, estado de saúde (FABI *et al.*, 2012; WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). A seguir são descritos com maior detalhe os principais comportamentos do usuário em habitações, relacionados ao consumo de energia e ao conforto térmico.

O uso de janelas é um dos comportamentos mais recorrentes e tem significativo impacto no conforto térmico e no comportamento termoenergético da edificação. Fatores ambientais que costumam influenciar este ajuste são a temperatura (externa e interna) e qualidade do ar interno (STAZI; NASPI; D'ORAZIO, 2017). A temperatura externa é o principal estímulo para o uso de janelas, seguida da temperatura interna. A abertura de janelas costuma aumentar com o aumento da

temperatura interna, assim como o fechamento de janelas está relacionado com a queda da temperatura externa. Outro fator, com menor influência, é a concentração de CO_2, comumente relacionada com a qualidade do ar interno. Similar à temperatura, o aumento da concentração de CO_2 costuma levar a um aumento do uso das janelas (FABI *et al.*, 2012).

O uso de janelas também tem influência de fatores não adaptativos relacionados ao tempo. Em escritórios, está fortemente ligado à rotina, havendo maior frequência de abertura de janelas no início do expediente, e fechamento na saída do ambiente, ao final do expediente de trabalho. Já em habitações, o uso de janelas está relacionado com o horário do dia. Foram identificados picos de operação de janelas no início da manhã e no final da tarde, devido à relação com atividades específicas como banho e preparação de refeições. O uso de janelas também pode ter relação com o período do ano. No verão as janelas costumam ser mantidas abertas, na meia estação frequentemente abertas e fechadas, e no inverno são mantidas fechadas, e muitas vezes este comportamento está mais relacionado à época do ano do que às condições climáticas (HERKEL; KNAPP; PFAFFEROTT, 2008; STAZI; NASPI; D'ORAZIO, 2017).

O uso de sombreamento e venezianas está relacionado a fatores adaptativos, como conforto visual e térmico, além da visibilidade e privacidade. Assim como o uso de janelas, proteções solares tem efeito significativo no conforto ambiental e no comportamento termoenergético da edificação, devido ao controle da luz visível bem como dos ganhos de calor por radiação solar (LEITZKE *et al.*, 2017). Este ajuste depende tanto de fatores climáticos, como o nível de iluminância e radiação solar, quanto fatores contextuais, como exposição e orientação da edificação, tipos de dispositivos, posição do plano de trabalho.

Bennet, O'Brien e Gunay (2014) observaram o uso de proteções solares de um edifício residencial em Otawa, de clima temperado, com verões quentes e úmidos e invernos frios durante 6 dias, com variadas condições climáticas e em dias de semana e de final de semana. Os resultados indicaram influência do horário do dia, dia da semana e da orientação solar na operação de proteções solares. As proteções solares eram abertas no início da manhã, entre 7 e 9h, e fechadas ao final da tarde, entre 17 e 19h durante a semana. Nos finais de semana, o horário de abertura das janelas se estendeu até as 13h. Observou-se também que as fachadas

orientadas mais a sul (no hemisfério norte), com maior incidência solar, tendem a apresentar maior uso de proteções solares barrando a incidência solar. Segundo a revisão de literatura elaborada por Stazi, Naspi e D'Orazio (2017), outros fatores de influência na operação de proteções solares, em escritórios, são o nível de iluminância e ofuscamento, relacionado ao conforto visual; a radiação solar, relacionada tanto ao conforto visual quanto ao conforto térmico, e a temperatura externa e interna. Segundo os autores, o uso de proteção solar aumenta com o aumento da iluminância, radiação solar e temperatura interna e externa.

A disponibilidade de condicionamento artificial tem grande influência do comportamento do usuário em habitações, onde o usuário pode decidir quando, com que duração e que temperatura usar o condicionador de ar (CA). O CA costuma ser utilizado para reduzir a temperatura interna, afetando o conforto térmico e o consumo de energia. O aumento da temperatura utilizada pode levar à redução do consumo anual de energia (STAZI; NASPI; D'ORAZIO, 2017). Os principais fatores influenciando este comportamento são a temperatura interna e externa. Quanto maior a temperatura interna, maior a probabilidade de uso do CA. O CA costuma ser ligado quando a temperatura interna atinge 25ºC a 30ºC. E a maioria dos condicionadores de ar costumam ser ligados quando a temperatura externa passa de 36º para salas e de 27ºC para dormitórios (NICOL, J. Fergus; HUMPHREYS; OLESEN, 2004).

O uso de condicionamento artificial também tem relação com fatores de rotina. A principal diferença de uso foi encontrada entre dias de semana, quando o CA costuma ser ligado no final da tarde e desligado durante a noite, e finais de semana, quando o acionamento acontece ao longo de todo o dia. Também foram observadas diferenças entre estilos de vida (solteiros, famílias e estudantes) (STAZI; NASPI; D'ORAZIO, 2017).

A configuração de temperatura, estudada principalmente para sistemas de aquecimento, é influenciada pela temperatura interna e externa, seguida da radiação solar, condições de propriedade da habitação, e percepção de condições ambientais internas. Quanto menor a temperatura externa e interna, maior o número de equipamentos de aquecimento ligados. Alguns estudos apontam que fatores individuais, como rotina, hábito, horário do dia, tem maior influência no uso de sistemas que aquecimento do que fatores ambientais (SCHWEIKER; SHUKUYA,

2009). Além disso, a usabilidade da programação de termostatos de sistemas de aquecimento tem significativa influência do nível de conhecimento dos usuários sobre a sua operação: sistemas mais difíceis de entender dificultam a economia de energia esperada (PEFFER *et al.*, 2011).

O uso de ventiladores tem significativo impacto na percepção térmica dos usuários, apesar da baixa influência no consumo de energia. Em combinação com outros sistemas como janelas, promove ventilação cruzada, que aumenta o fluxo de ar nos ambientes e reduz a percepção de temperatura interna (STAZI; NASPI; D'ORAZIO, 2017). Segundo Nicol (2001), de modo geral, o uso de ventiladores, quando disponível, costuma crescer com o aumento da temperatura interna e externa, considerando uma amostra composta por usuários de edifícios de escritórios da Grécia e Paquistão. Quando a temperatura interna ultrapassa 30º, o ventilador é usado por praticamente todos os usuários analisados no estudo de Nicol (2001).

A orientação solar dos ambientes, por consequência de diferentes exposições ao ambiente externo e trocas de calor, pode ter influência no comportamento do usuário e consequentemente no consumo energético. Schweiker e Shukuya (2009) mostram que salas com orientação sul (no hemisfério norte) necessitam do uso de CA com maior frequência no verão e menor frequência no inverno, devido a ganhos de calor elas janelas. Outra característica de entorno com influência no comportamento do usuário em edificações multifamiliares foi a posição do pavimento, relacionado ao seu entorno. Schweiker e Shukuya (2009) indicam que moradores do segundo, terceiro e quarto pavimentos são mais propensos a estarem protegidos pela arborização do entorno, que pode barrar a radiação solar e diminuir a necessidade de uso de CA no verão. Isso mostra como as características de entorno e a orientação solar podem interferir indiretamente no comportamento do usuário e no consumo da edificação, bem como a importância de incluir tais informações nos instrumentos de levantamento da pesquisa.

2.1.3 Efeitos do comportamento do usuário no consumo de energia e no comportamento térmico da edificação

Como mencionado no início deste capítulo, o usuário pode impactar o consumo de energia e no comportamento térmico da edificação de forma direta, pela

sua presença na edificação, contribuindo com o aumento da carga térmica, bem como de forma indireta, pela interação com a edificação e equipamentos (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Segundo Hong *et al*. (2017), considerando que o usuário age de forma proativa em ambientes internos para atingir condições de conforto e desenvolver atividades relacionadas ao consumo de energia, os usuários – não as edificações – são consumidores primários de energia. Este consumo se dá através do uso de sistemas de condicionamento ambiental, iluminação, equipamentos e dispositivos, aquecimento de água, entre outros.

O usuário pode ainda afetar a qualidade do ambiente interno, que tanto desencadeia o comportamento adaptativo, quanto é modificada pelo seu comportamento (HONG *et al.*, 2017). A temperatura do ar interno pode causar desconforto ao usuário, que tomará uma ação para reestabelecer as condições de conforto, como abrir as janelas, ou ligar o CA. Este ajuste pode afetar a temperatura, velocidade do ar e trocas de calor no ambiente interno.

Guerra-Santin, Itard e Visscher (2009) utilizaram dados de um questionário do Ministério da Habitação Holandês, aplicado a 15 mil habitações, levantando dados do usuário, da habitação, de ocupação e de uso de aquecimento e ventilação, além de dados sobre o consumo de energia. O aumento do isolamento térmico e estanqueidade de edificações, como consequência de normativas mais restritivas, fez com que o controle sobre a operação de janelas, proteções solares e termostatos apresentasse maiores efeitos nas trocas de ar e distribuição de temperatura na edificação.

Uma pesquisa encaminhada por Csoknyai *et al*. (2019) com 150 habitações na França e Espanha, e avaliação mais detalhada de 50 destas habitações levantou os hábitos dos usuários em relação ao consumo de energia, aquecimento e aquecimento de água. Foi avaliado também o impacto de um experimento com incentivo e informações sobre hábitos para redução do consumo de energia comparando o consumo energético, temperatura do ar e hábitos dos usuários antes e depois do experimento. Apesar de a aplicação do experimento não ter resultado em mudanças significativas no consumo de energia para aquecimento, foi possível observar pequenas melhorias em relação ao comportamento e consumo de energia, como a configuração de temperaturas mais baixas no sistema de aquecimento, que corresponderia a uma economia de energia de 1,9% a 10,4% entre as habitações

analisadas. Os autores indicam que o consumo de energia pode ter sofrido influência de outras variáveis como perdas de calor e mudanças nas condições climáticas observadas entre as medições antes e depois do experimento.

O trabalho de Ouyang e Hokao (2009) avaliou 124 participantes de 3 edificações multifamiliares na China. A metodologia envolveu o levantamento do consumo de energia mensal ao longo de um ano, aplicação de questionários e o ensino de estratégias comportamentais de economia de energia. Foram feitas análises de correlação entre o consumo de energia e estilo de vida dos usuários, indicando que habitações com menor número de moradores, área e equipamentos elétricos consomem menos energia. A análise de correlação indicou também que a consciência sobre problemas ambientais e a redução de consumo energético não tem tanta ligação direta com o consumo real. Além disso, a mudança de hábitos dos usuários levou a uma economia de até 10% de energia no mês de maior consumo do ano.

Erell, Portnov e Assif (2018) desenvolveram um estudo de 2 anos em 120 habitações em duas cidades de Israel. Estratégias com influência no consumo energético foram testadas com uma população controle e depois comparadas com uma população base. Foram levantadas características sociodemográficas dos participantes e o comportamento dos usuários foi avaliado de modo a identificar potenciais motivações para reduções no consumo energético. Os resultados mostraram que apesar de o consumo de energia ter aumentado de um ano para o outro, o aumento do grupo de controle de uma das cidades foi de 2,5%, comparado a 9,5% do grupo base da mesma cidade. Uma análise multivariada seguida de análise de regressão confirmou que a tentativa de influenciar o comportamento dos usuários não gerou redução estatisticamente significativa no consumo energético. Além disso, os autores apontam a importância do controle de fatores endógenos ao estudo, como clima e desempenho da edificação ao analisar a efetividade de estratégias de intervenção, evitando inferências erradas sobre a efetividade de tais estratégias.

2.2 ABORDAGENS DE PESQUISA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO NA EDIFICAÇÃO

A pesquisa do comportamento do usuário relacionada com o desempenho termoenergético de edificações pode ser abordada a partir de três perspectivas metodológicas que se sucedem e se complementam: aquisição de dados, modelos matemáticos e simulação (O'BRIEN *et al.*, 2017).

A aquisição de dados inclui características da edificação como o uso, a tipologia, o sistema construtivo, as instalações e materiais da edificação; características do usuário, como a faixa etária, gênero, ocupação, renda, escolaridade; características do comportamento do usuário na edificação como conhecimento de estratégias de economia de energia, uso de adaptações para conforto térmico; e características ambientais como temperatura, umidade do ar, radiação solar, vento. A aquisição de dados pode ser feita através de coleta de dados *in-situ*, experimentos em laboratório, questionários e realidade virtual (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

Apesar de o tema estar fundamentalmente ligado a pesquisas da construção civil, se faz necessária a inclusão de procedimentos das ciências sociais devido à complexidade de variáveis envolvidas e à presença do fator humano. Pesquisas sobre energia frequentemente negligenciam ou subestimam o elemento humano e sua influência no desempenho energético (DEME BELAFI; HONG; REITH, 2018). Fatores como demanda, aquisição e uso de tecnologias, percepção e julgamento sobre riscos energéticos, atitudes, persuasão e comunicação, e processos de decisão relacionados à energia consumida por indivíduos, organizações e comunidades são pouco abordados em pesquisas da área (SOVACOOL *et al.*, 2015).

O tratamento inadequado da influência do comportamento do usuário no consumo energético, e mesmo sua desconsideração, limita a efetividade de políticas, programas e inovações, por desconsiderar este importante fator (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). Contribui também para a homogeneização de perspectivas, visto que os principais estudos publicados são desenvolvidos em contextos de países industrializados, negligenciando situações como pobreza

energética, acesso desigual a serviços de energia, como é o caso do Brasil (SOVACOOL *et al.*, 2015).

Desenvolvido pelo Programa de Energia em Edifícios e Comunidades (EBC) da IEA, o Anexo 66 intitulado *"Definition and simulation of occupant behavior in buildings"* (YAN, D. *et al.*, 2014) é uma contribuição para a definição e simulação do comportamento do usuário em edificações. Esta publicação tem importante contribuição na multidisciplinaridade de abordagens sobre o tema, ao reunir engenheiros civis, eletricistas, arquitetos, e cientistas sociais para a elaboração do documento sobre a definição e simulação do comportamento do usuário em edificações (O'BRIEN *et al.*, 2017).

Bavaresco *et al*. (2020) apresentam alguns dos principais métodos qualitativos, utilizados nas ciências sociais, que podem ser utilizados para o estudo da dimensão humana no consumo de energia em edificações. Dentre os métodos apontados estão questionários, entrevistas, *brainstormings*, avaliações pós-ocupação, diários pessoais, estudos de elicitação[1], estudos etnográficos e sondas culturais. Por serem formas subjetivas de levantar a opinião dos entrevistados, estes métodos integram em seus instrumentos teorias, modelos e construtos vindos das ciências sociais.

Segundo Wagner e O'Brien (2018) a Teoria do Comportamento Planejado (TCP) é uma das teorias mais conhecidas e utilizadas da psicologia para compreender os antecedentes do comportamento, e é utilizada também em estudos do comportamento do usuário na edificação (BAVARESCO *et al.*, 2020; GILL, Z. M. *et al.*, 2010). Esta teoria considera que atitudes e normas relacionadas com o comportamento combinadas com o controle percebido podem prever intenções de comportamento (AJZEN, 1991).

A Teoria Cognitiva Social (TCS), considera que o comportamento humano é formado por interações dinâmicas entre fatores ambientais (percepções ambientais, sociais, de conforto e de controle), pessoais (crenças) e comportamentais (ações que foram executadas) (YAN, D.; HONG, 2018). Segundo a TCS, se aprende determinado comportamento através da observação de outras pessoas (BANDURA,

---

[1] Estudos de elicitação utilizam estímulos visuais, verbais ou escritos para encorajar que participantes se expressem sobre suas ideias. Este método costuma ser utilizado para explorar tópicos de difícil abordagem em entrevistas formais, como assuntos sensíveis ou conteúdos de difícil discussão (BARTON, 2015)

1986). A TCS permite investigar como as percepções sobre um ambiente afetam o comportamento relatado do usuário, em questionário por exemplo, e esta informação pode ser utilizada para prever o seu comportamento futuro (D'OCA *et al.*, 2017b).

A estrutura Estímulos-Necessidades-Ações-Sistemas (do inglês *Drivers-Needs-Actions-Systems*, DNAS), desenvolvida por D'Oca *et al*. (2016), representa os quatro elementos principais relacionados ao comportamento do usuário e ao consumo de energia em edificações (BAVARESCO *et al.*, 2020). A abordagem considera que o comportamento do usuário é afetado por estímulos vindos do ambiente social e físico para atender necessidades cognitivas e biológicas individuais. Permite explicar e prever o comportamento do usuário, fornecendo descrições de causa e efeito das suas interações com a edificação, que podem ser utilizadas em simulações computacionais de desempenho de edificações (D'OCA *et al.*, 2017b). O Anexo 66 (YAN, D.; HONG, 2018) indica o uso de uma abordagem que combina a TCP, TCS e DNAS, que será utilizada nesta pesquisa, de modo que uma complemente as fragilidades da outra.

O desenvolvimento de estudos de modelagem e simulação do comportamento do usuário utilizam como base um banco de dados coletados previamente. O escopo da presente pesquisa limita-se à etapa de aquisição de dados sobre o comportamento do usuário em edificações multifamiliares em Santa Maria, que sirva de embasamento para o desenvolvimento de trabalhos futuros de modelagem e simulação. Em seguida, serão abordados assuntos relativos à aquisição de dados sobre o comportamento do usuário em edificações.

2.2.1 Aquisição de dados através de questionários

Wagner e O'Brien (2018) destacam as vantagens e desvantagens dos três principais métodos utilizados para a aquisição de dados sobre o comportamento do usuário relacionado ao desempenho termoenergético de edificações, com foco na posterior modelagem e simulação. São eles o monitoramento *in situ*, o experimento em laboratório, e questionários. A seguir será abordado o uso de questionários, método utilizado nesta pesquisa.

Questionários, e as variações deste método de aquisição de dados, diferem dos métodos de monitoramento *in situ* e experimento em laboratório pois dependem

de informações autorrelatadas sobre hábitos pessoais através de questionários, entrevistas e grupos focais (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018). São instrumentos de levantamento de dados comumente utilizados em pesquisas sociais, e devem ser objetivos, com extensão limitada e estar acompanhado de instruções para seu entendimento (SILVA; MENEZES, 2001). Este tipo de levantamento permite o conhecimento de fenômenos imensuráveis com sensores como percepção, atitude e características pessoais. O uso de perguntas abertas pode revelar novos conceitos e fenômenos que não haviam ocorrido para os pesquisadores. Além disso, este é um instrumento de baixo custo para o levantamento de grandes amostras (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

Uma das limitações no método é estar sujeito à subjetividade e inclinação do autorrelato do respondente. O baixo número de respostas pode dificultar a conversão das informações para análise estatística e para modelos matemáticos utilizados em simulação. Por não incluir o levantamento com sensores, não há informações sobre o contexto correspondente às informações levantadas no questionário (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

As pesquisas que aplicam entrevistas e questionários para o levantamento do comportamento do usuário e consumo energético de edificações apresentam procedimentos diversificados quanto à distribuição, compilação, contato com o respondente e tipos de perguntas. Segundo Carpino, Mora e De Simone (2019) a aplicação de forma presencial é a mais comum e que apresenta maiores taxas de retorno. Este tipo de instrumento é aplicado desde pesquisas de larga escala, aplicadas em toda a extensão de um país (GUERRA-SANTIN; ITARD; VISSCHER, 2009; STEEMERS; YUN, 2009), até escalas menores, focadas no detalhamento, contextualização e teste de estratégias de redução do consumo energético através do comportamento do usuário (ANDERSEN, R. V. *et al.*, 2009; BALVEDI *et al.*, 2018; CSOKNYAI *et al.*, 2019; ERELL; PORTNOV; ASSIF, 2018; GILL, Z. M. *et al.*, 2010).

Na maioria dos casos o questionário é utilizado como única ferramenta de coleta de dados. Em alguns casos é complementado com outras técnicas de pesquisa como medições de campo e pesquisa de tempo de uso (*time use survey*) (CARPINO; MORA; DE SIMONE, 2019). O uso de métodos mistos auxilia a contornar limitações que cada metodologia apresenta quando utilizado e analisado isoladamente. A utilização de um grupo focal (qualitativo) para informar a elaboração

de um questionário (quantitativo) é um exemplo de estratégia multi-método sequencial exploratória, adequada para desenvolver e aperfeiçoar instrumentos de coleta. Outra estratégia multi-método é a partir de uma análise geral quantitativa, de uma amostra maior, identificar casos destoantes ou típicos para uma análise qualitativa mais detalhada e profunda que explicará e contextualizará tais cenários (CRESWELL; PLANO, 2017).

O método se mostrou adequado para o monitoramento do comportamento do usuário em pesquisas desenvolvidas por Ghisi e Balvedi (2017), Gill *et al*. (GILL, Z. M. *et al.*, 2010) e Ramos *et al*. (2020). Este foi o método de levantamento adotado na presente pesquisa por contornar o elevado custo e compatibilizações demandados pelo uso de sensores de monitoramento (HONG *et al.*, 2017). Apesar da subjetividade, por depender da memória dos respondentes, a ferramenta permite a síntese de informações importantes sobre os principais aspectos do comportamento do usuário, como o padrão de ocupação, operação de janelas e proteções solares, e controle do condicionamento artificial.

2.2.2 Tratamento e análise dos dados

A maioria dos métodos de análise de informações tanto nas ciências sociais quanto nas ciências exatas e tecnológicas dependem de análises estatísticas de dados e de análises de conteúdo. Dados qualitativos, mais utilizados em estudos sociais costumam ser submetidos a análises de conteúdo enquanto dados quantitativos, comumente utilizados por pesquisas da construção civil costumam ser explorados através de análises estatísticas.

A análise de conteúdo envolve a interpretação cuidadosa, detalhada e sistemática de materiais, a fim de identificar padrões, temas ou tendências (LUNE; BERG, 2017). Este método de análise exige a aplicação de processos determinados, a fim de garantir uma interpretação que não tome como referência os valores e representações do pesquisador (QUIVY; CAMPENHOUDT, 1998).

A análise de conteúdo de dados qualitativos tem sido utilizada em alguns estudos do comportamento do usuário em edificações. Tais análises têm grande contribuição para a contextualização de resultados encontrados em estudos quantitativos complementares, em métodos mistos (VON GRABE, 2016a; ZOU *et al.*,

2018). Pesquisas qualitativas e análise de conteúdo são utilizadas também em avaliações pós-ocupação, como forma de retorno aos projetistas e gestores, identificação de potenciais formas de redução do consumo de energia através do comportamento do usuário assim como levantamento da satisfação dos usuários (BROWN, 2016).

Para que os dados qualitativos coletados sobre o comportamento do usuário possam ser utilizados em etapas posteriores de modelagem e simulação, os dados levantados recebem processamento estatístico, utilizando estatística descritiva, métodos de análise de correlação e regressão, assim como análises de agrupamento (CARPINO; MORA; DE SIMONE, 2019). A estatística descritiva reporta as características dos dados levantados como a descrição das características construtivas das edificações estudadas, a frequência em que determinada variável acontece. Os resultados são representativos apenas das unidades estudadas, e não podem ser aplicados genericamente (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

A estatística de inferência busca fazer afirmações sobre aspectos que não foram diretamente estudadas. Podem descrever características de edificações e usuários com características similares aos sujeitos estudados, mas que não foram observados nos levantamentos. Para que isso seja possível, é necessário saber quão bem a amostra representa a população, através de cálculos de amostragem (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

Estudos com pequenas amostras costumam analisar seus resultados com estatística simples, com média e porcentagem de características do usuário, de ocupação e de uso de equipamentos (DEME BELAFI; HONG; REITH, 2018). Um exemplo é a análise apresentada por Ghisi e Balvedi (2017) sobre a operação de janelas em salas e dormitórios de habitações em Florianópolis: janelas dos dormitórios são abertas apenas por curtos períodos para renovação do ar (42% dos respondentes), e estão sempre abertas (30%), a abertas por curtos períodos (25%) na sala.

As análises de correlação e regressão permitem a identificação dos fatores com maior ou menor influência direta e indireta no comportamento do usuário e no consumo de energia da edificação (RIJAL, H. B. *et al.*, 2007; STEEMERS; YUN, 2009). Análises de correlação costumam ser utilizadas para descrever as conexões

entre variáveis levantadas, assim como entre informações coletadas por questionários e por monitoramento de temperatura, por exemplo, em métodos mistos (DEME BELAFI; HONG; REITH, 2018). Guerra-Santin, Itard e Visscher (2009) utilizaram análise de regressão para determinar as variações de consumo do sistema de aquecimento em habitações de diferentes níveis de isolamento, avaliando três parâmetros: características construtivas, características dos usuários e comportamento do usuário, de modo a identificar sua influência no consumo de energia.

As análises de regressão costumam ser utilizadas para descrever a natureza das conexões entre variáveis (DEME BELAFI; HONG; REITH, 2018). Andersen *et al*. (2009) analisaram quatro comportamentos (operação de janelas, de aquecimento, iluminação e sombreamento) separadamente por regressão logística múltipla, com o uso do programa R (R CORE TEAM, 2019), a fim de quantificar os fatores influenciando o comportamento do usuário. Os resultados mostraram que a proporção de habitações com janelas abertas estava associada à percepção da iluminação e da qualidade do ar interno enquanto a proporção de habitações com uso de aquecimento estava associada à qualidade do ar interno.

Testes não-paramétricos costumam ser utilizados para a análise de variáveis categóricas (GIOLO, 2017), o caso de muitas das características levantadas sobre o comportamento do usuário, como hábitos tomados para situação de desconforto por frio ou calor, motivações para a operação de janelas. Testes de associação permitem identificar a associação ou independência entre variáveis. Ramos (2020) utilizou o teste qui-quadrado de Pearson para verificar a associação entre clima e ação, preferência e ação, clima e motivações para abrir e fechar janelas com dados de uma pesquisa sobre o comportamento do usuário em habitações aplicada em diversas cidades brasileiras.

Por fim, a análise por agrupamento consiste em agrupar as informações coletadas em classes ou grupos (clusters) de modo que os objetos em um mesmo grupo apresentem alta similaridade enquanto objetos em grupos diferentes apresentam baixa similaridade (YU *et al.*, 2011). O método permite a formação de grupos de perfis representativos do comportamento do usuário com características semelhantes, com base em medidas de homogeneidade entre objetos e heterogeneidade entre grupos de objetos (BALVEDI *et al.*, 2018). Os perfis gerados

nestas análises são utilizados para modelagem do comportamento do usuário e simulação computacional do desempenho de edificações mais próximas da realidade, visto que há uma representação mais realista do comportamento do usuário.

2.3 ESTUDOS CORRELATOS

Nesta seção serão apresentados alguns dos estudos similares à pesquisa, que contribuíram para a formação do referencial teórico e definição da metodologia. Os estudos serão apresentados em ordem decrescente de tamanho de amostra estudada, partindo de uma ideia mais geral do levantamento do comportamento do usuário para estudos mais específicos e detalhados.

Steemers e Yun (2009) avaliaram 3.358 habitações com sistema de aquecimento e 2.718 habitações com sistema de resfriamento, a partir de dados do levantamento do Departamento de Energia dos Estados Unidos. Foi feita análise estatística multivariada, utilizando modelo linear para determinar o papel relativo das variáveis no consumo de energia. Análises de regressão e de caminhos foram feitas para determinar a significância dos parâmetros que influenciam o consumo energético e identificar as interrelações entre eles. Como resultado, foi possível identificar que o clima e as características construtivas não são suficientes para determinar o consumo de energia, sendo o comportamento do usuário e aspectos socioeconômicos componentes importantes. O clima se mostrou como o parâmetro de maior influência, evidenciando a importância da contribuição de estudos sobre o tema em climas variados, bem como a preocupação com mudanças climáticas. O segundo parâmetro de influência foi o comportamento do usuário, principalmente relacionado a decisões sobre sistemas de aquecimento e resfriamento e seu controle.

Ramos *et al*. (2020) investigaram e caracterizaram o comportamento do usuário com foco no uso de CA em habitações, a partir de dados levantados por meio de 3.259 questionários aplicados em 281 cidades brasileiras. O estudo foi uma das principais referências para o desenvolvimento deste trabalho, por ser uma contribuição significativa para a caracterização do comportamento do usuário em habitações no Brasil. O questionário foi estruturado em três partes: características

demográficas (para caracterizar a amostra); formas de adaptação (para caracterizar como os moradores atingem conforto térmico) e uso sistema de CA (para caracterizar o uso de CA). Para inferência do comportamento adaptativo os dados foram organizados em função do clima e da renda familiar, e analisados por meio de métodos de estatística não-paramétricos.

Os resultados da pesquisa mostram que 89% dos respondentes preferem ambientes naturalmente ventilados em habitações. A preferência por ventilação natural ou condicionamento artificial teve impacto no comportamento do usuário: moradores que preferem ambientes naturalmente ventilados tendem a ventilar suas habitações (abrindo janelas e portas) ao invés de ligar o CA. A disponibilidade de CA teve influência do clima e da renda familiar: mais de 90% das habitações de clima quente e alta renda têm pelo menos um CA, enquanto os equipamentos de aquecimento são mais frequentes em climas frios. Usuários que costumam usar o CA com frequência tendem a manter o equipamento ligado por longos períodos. E o *setpoint* utilizado varia de acordo com o clima: climas quentes apresentaram as menores temperaturas de uso do CA para resfriar.

O trabalho de Ouyang e Hokao (2009) avaliou 124 participantes de 3 edificações multifamiliares na China. A metodologia envolveu o levantamento do consumo de energia mensal ao longo de um ano, aplicação de questionários e o ensino de estratégias comportamentais de economia de energia. Foram feitas análises de correlação entre o consumo de energia e estilo de vida dos usuários, indicando que habitações com menor número de moradores, menor área e menor número de equipamentos elétricos consomem menos energia. A análise de correlação indicou também que a consciência sobre problemas ambientais e redução de consumo energético não tem ligação direta com o consumo real. Além disso, a mudança de hábitos dos usuários levou a uma economia de até 10% de energia no mês de maior consumo do ano.

Outro exemplo de pesquisa no contexto brasileiro, Ghisi e Balvedi (2017) apresentam um método de monitoramento utilizado no levantamento do comportamento do usuário em habitações multifamiliares em Florianópolis. Foram coletados resultados de 99 questionários aplicados com questões sobre ocupação, operação de janelas e proteções solares e controle de sistemas de resfriamento. O método proposto tem foco no uso direto das informações levantadas em simulações

computacionais ou indireto, em modelos estocásticos. Segundo os autores (GHISI; BALVEDI, 2017), o instrumento de levantamento utilizado se mostrou adequado para o monitoramento do comportamento do usuário em habitações residenciais, por se apresentar como um método de coleta de dados direto e de baixa necessidade de instrução.

Os dados coletados representam diferentes perfis e rotinas para edificações de tipologia similar, que podem ser usados para posterior modelagem e simulação do comportamento do usuário em edificações. Os resultados mostram que o uso de CA, assim como o tempo de permanência, é maior em dormitórios do que em salas, e que os usuários desligam o equipamento depois de pouco tempo, quando se sentem confortáveis. A operação de persianas é maior à noite do que durante o dia, e o motivo para seu uso está mais relacionado ao conforto visual e privacidade do que ao conforto térmico. O motivo mais frequente para o uso de janelas e persianas foi aproveitar a iluminação natural e evitar ofuscamento. O uso de janelas nos dormitórios se dá por curtos períodos para renovação do ar, enquanto na sala o comportamento foi mais variado. Utilizando a mesma amostra, os autores desenvolveram uma análise de agrupamento dos perfis de comportamento do usuário levantados. Foram identificados três perfis típicos do comportamento do usuário, considerando o padrão de ocupação da sala e dos dormitórios, assim como o padrão de operação das persianas e janelas (BALVEDI *et al.*, 2018).

Também no Brasil, Barbosa (2017) avaliou a influência da orientação solar associada ao comportamento do usuário no desempenho térmico de uma habitação unifamiliar por meio de simulação computacional. O trabalho foi aplicado para o clima de Goiânia, tropical. Apesar de as temperaturas se manterem equivalentes o ano todo, tem duas estações bem definidas: verão quente-úmido, e inverno quente-seco, quando há maior amplitude térmica (temperaturas altas durante o dia e baixas a noite) e baixa umidade relativa do ar.. Para isso, foram levantados os dados de ocupação e operação de portas, janelas, equipamentos elétricos, iluminação e CA de 66 respondentes. Estes dados foram submetidos à análise de agrupamento para definição de dezesseis padrões de uso a serem utilizados na simulação. Os resultados demonstraram que a orientação não define, por si só, o desempenho da edificação. Apesar de a orientação norte e sul terem apresentado o melhor desempenho para a maior parte dos parâmetros analisados, devido à menor

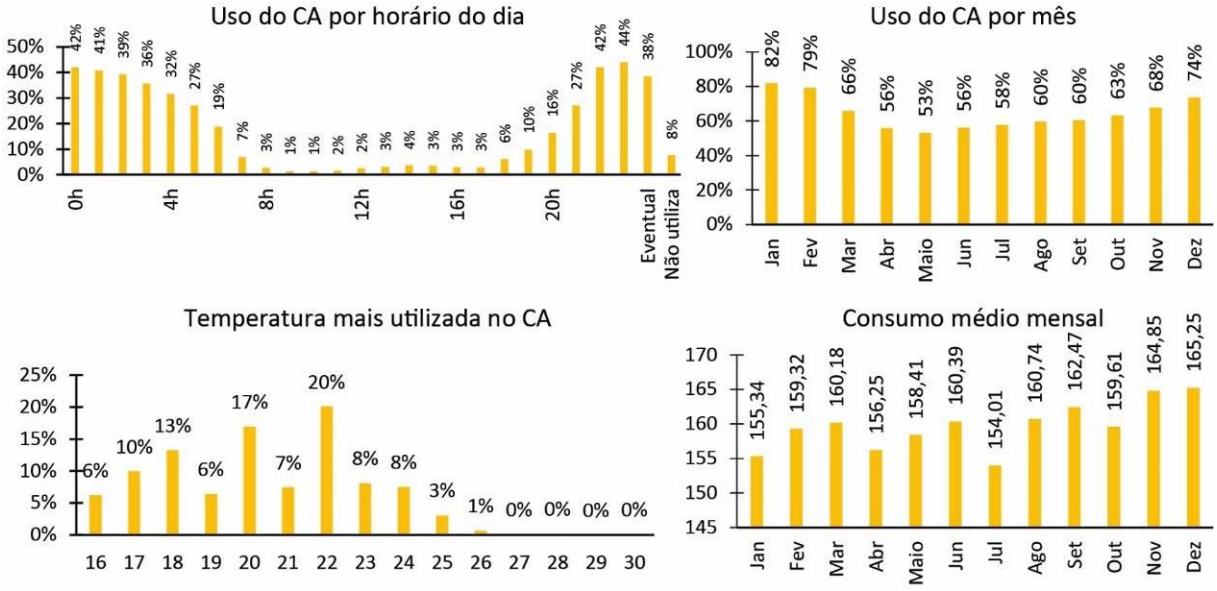
incidência de radiação solar direta, a orientação solar pode não ter influência no desempenho da edificação a depender do comportamento do usuário, relacionado às cargas térmicas, operação de janelas e equipamentos bem como o período de ocupação do ambiente.

Gill *et al.* (2010) investigaram a influência do comportamento do usuário no consumo energético de edificações de baixo consumo por meio de uma pesquisa de avaliação pós-ocupação, investigando a performance energética das edificações além da percepção de conforto e satisfação dos usuários no Reino Unido. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas a fim de identificar detalhadamente os padrões de consumo. Foi aplicado um questionário aberto com 37 respondentes para identificar os principais fatores que influenciam o comportamento dos usuários. Em seguida foi aplicado um questionário fechado (escala de 5 pontos), com 18 dos respondentes anteriores sobre o consumo de energia, com base nas informações obtidas na primeira etapa. Por fim, 11 participantes foram entrevistados para compreender os ajustes feitos na busca por conforto e o que encoraja ou dificulta estas tomadas de decisão. Os resultados indicaram que comportamentos relativos à eficiência energética são responsáveis por 51%, 37% e 11% da variação de consumo para aquecimento, eletricidade e aquecimento de água, respectivamente, entre as edificações (GILL, Z. M. *et al.*, 2010).

No Brasil, a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos (PPH), elaborada pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), é uma pesquisa governamental aplicada em nível nacional, que busca informações sobre a posse de equipamentos elétricos e hábitos de uso no setor residencial, comercial e industrial. Sua última versão, realizada em 2019, abordou apenas o setor residencial (PROCEL 2021), e teve uma amostra de 18.775 domicílios com distribuição amostral considerando a população de cada estado bem como características socioeconômicas. Dentre as informações levantadas estão o número de pessoas por domicílio, idade dos moradores, tipos de domicílio, tipos de cômodos, materiais construtivos, área construída do domicílio, tipo, número e padrão de uso de lâmpadas, número e padrão de uso de equipamentos elétricos, tipo de aquecimento de água para banho, hábitos de uso de chuveiros elétricos, e tipo, número e frequência de uso de CA.

Segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a) o número médio de moradores (habituais e ocasionais) por residência é de 3,49 no Brasil. A posse média de CA é de 0,22 por domicílio, e o equipamento está presente em 16,69% dos domicílios brasileiros. A maior parte dos CA têm apenas a função resfriar (80,73%), e alguns (17,49%) são de ciclo reverso, com função resfriar e aquecer. Assim como observado por Ghisi e Balvedi (2017) o uso do CA é mais frequente à noite. O mês de maior uso do CA é janeiro, enquanto maio é o mês de menor uso. A temperatura mais utilizada é de 22ºC, seguida de 20ºC e 18ºC. O consumo médio mensal de energia elétrica do domicílio varia de 154,01 kWh (referente ao mês de julho com o menor consumo) a 165,25 kWh (referente ao mês de dezembro com o maior consumo). A Figura 5 apresenta os gráficos adaptados do PPH (ELETROBRAS, 2019a) relativos ao horário, meses e temperatura de uso do AC, bem como o consumo médio mensal em residências no Brasil.

Figura 5 - Uso de CA e consumo energético no Brasil segundo PPH



Fonte: Adaptado de Eletrobras (ELETROBRAS, 2019a).

SÍNTESE DO CAPÍTULO

O capítulo de fundamentação teórica foi desenvolvido a fim de apresentar a revisão bibliográfica que serviu de embasamento para a elaboração do presente

trabalho. Foram apresentados os conceitos relacionados ao comportamento do usuário em edificações residenciais, ao conforto térmico, e ao consumo de energia. O conteúdo auxilia na compreensão do comportamento do usuário, os fatores que influenciam tal comportamento bem como os impactos do comportamento do usuário no consumo de energia em habitações multifamiliares.

O comportamento do usuário foi descrito como as ações do usuário para atingir o conforto térmico. Neste trabalho, o comportamento do usuário relacionado ao conforto acústico e visual não foram considerados. Estas ações podem ser involuntárias, como ações fisiológicas (que não serão consideradas neste trabalho); individuais, envolvendo apenas o próprio usuário, como ajuste de vestimenta; e podem ser interações do usuário com a edificação e com equipamentos, como janelas, proteções solares, condicionador de ar, ventilador, aquecedor.

A bibliografia indica que as motivações para o comportamento do usuário nem sempre são relacionadas apenas ao desconforto térmico. O comportamento pode ser motivado por estímulos adaptativos fisiológicos, como sinais do corpo para ajustes fisiológicos; ou físicos, como a temperatura do ar, velocidade do ar. Os estímulos podem ser não-adaptativos, como a rotina diária. Ainda, fatores contextuais podem ter influência no comportamento, como o ambiente físico, fatores psicológicos, sociais e fisiológicos.

Os efeitos do comportamento do usuário na edificação podem acontecer de forma direta, a partir da presença do usuário na edificação, contribuindo com as cargas térmicas internas, como pode ser indireto, através das interações do usuário com a edificação. Em muitos casos, a presença do usuário na habitação é condição para que haja alguma interação com a edificação. Portanto, o padrão de ocupação, apesar de não ser um comportamento do usuário, é um fator considerado em pesquisas relacionadas ao usuário e consumo de energia. A ocupação é, muitas vezes a única forma de inclusão das características do usuário em simulações computacionais do desempenho de edificações.

A revisão de literatura apresentou as abordagens de pesquisa sobre o tema, com mais detalhes para os temas relacionados aos objetivos do trabalho. Foi abordada a aquisição de dados através de questionários, combinando aspectos da construção civil com aspectos das ciências sociais que auxiliam a compreensão da complexidade e subjetividade do fator humano. O uso de questionários como

instrumento de levantamento foi identificado em muitos dos trabalhos correlatos, viso que permite o levantamento da percepção do usuário sobre o tema. Embora seja um instrumento de baixo custo, fácil aplicação, e alto retorno, uma das suas limitações é depender da memória dos respondentes. Por isso, em algumas pesquisas, o instrumento é aplicado combinado com outras abordagens de levantamento, como entrevistas e monitoramentos.

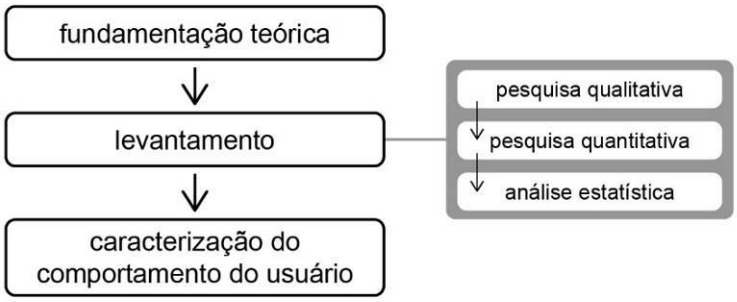
A análise dos dados qualitativos pode ser feita através de análise de conteúdo, contextualizando o tema, enquanto dados quantitativos são analisados através de análises estatísticas, a depender do tamanho e características da amostra. Os resultados costumam ser representativos apenas da amostra levantada. Para a extrapolação dos resultados para outras populações é necessário que a amostra seja distribuída estatisticamente conforme a população a qual pertence, o que é de difícil alcance para algumas pesquisas. Ainda, devido à influência de fatores contextuais como a cultura, características socioeconômicas, região, clima, a extrapolação de resultados relativos ao comportamento do usuário para contextos diferentes pode não ser representativa.

3 MÉTODO

O método adotado para a elaboração da dissertação é desenvolvido em três etapas principais. A primeira etapa compreende a fundamentação teórica, revisão de literatura que serve de embasamento para as etapas seguintes. Os resultados desta etapa foram apresentados no Capítulo 2 da dissertação. A segunda etapa é composta pela preparação do estudo de campo, que abrange duas etapas secundárias, pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa, para o levantamento do comportamento do usuário. Por fim, a terceira etapa compreende a caracterização do comportamento do usuário e identificação da sua influência no consumo energético, a partir da análise estatística dos resultados obtidos na etapa anterior. As etapas de levantamento e caracterização do comportamento do usuário serão detalhadas nas próximas seções.

Quanto à forma de abordagem, a pesquisa pode ser considerada quantitativa, pois utiliza, predominantemente, variáveis quantificáveis para expressar em números as informações levantadas (SILVA; MENEZES, 2001). Os procedimentos técnicos utilizados são a pesquisa bibliográfica, com o uso de livros, artigos científicos e materiais sobre o tema, além do levantamento, por meio da investigação com contato direto com os usuários cujo comportamento é o objeto desta pesquisa (GILL, A. C., 1991). A Figura 6 apresenta o diagrama geral das etapas do método de pesquisa.

Figura 6 - Diagrama metodológico.

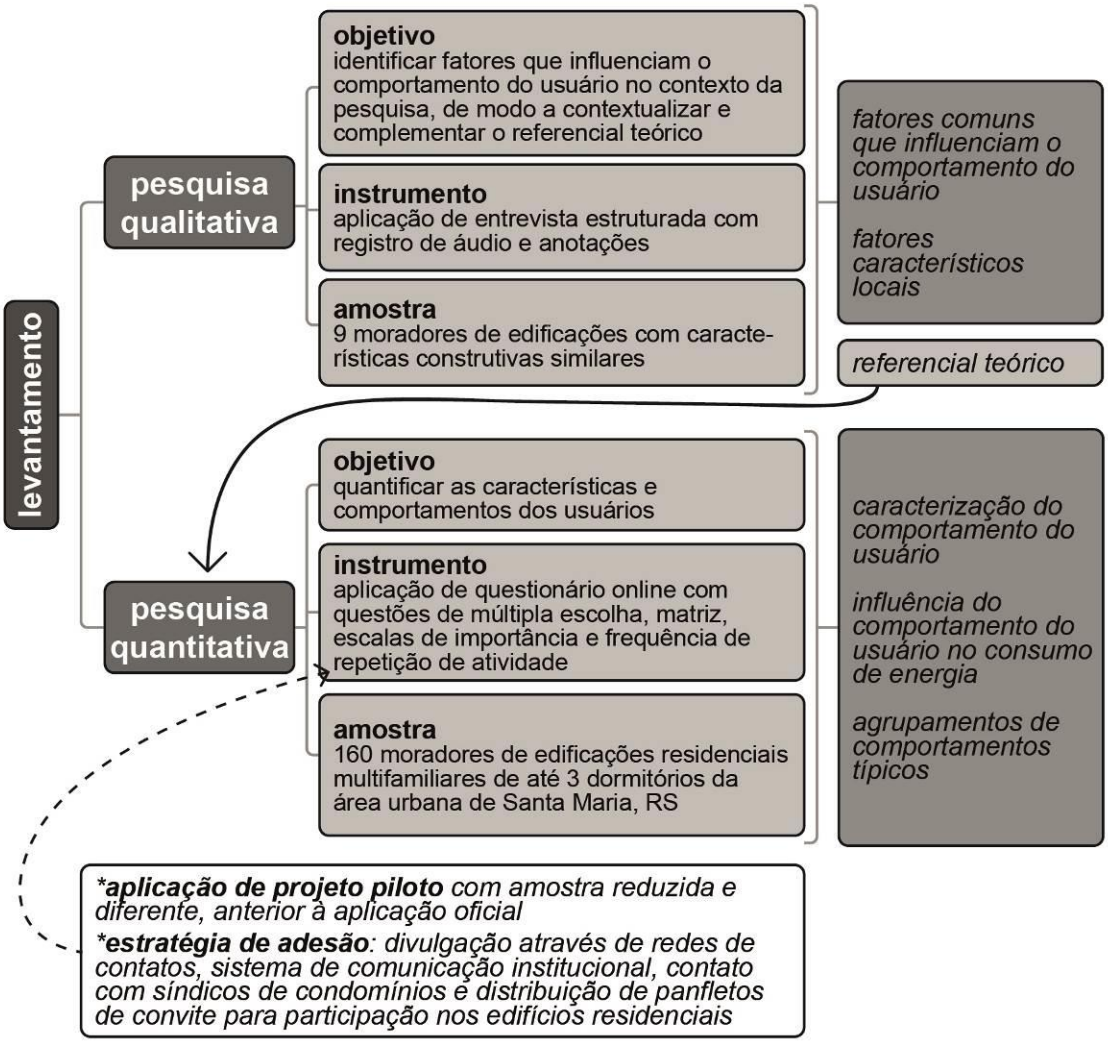


Fonte: elaborado pela autora.

3.1 LEVANTAMENTO

Os procedimentos para esta etapa foram definidos com base no método utilizado para a aquisição dos dados sobre o comportamento do usuário dos estudos de Ramos *et al*. (2020), Ghisi e Balvedi (2017) e Gill *et al*. (2010). O levantamento de dados foi estruturado em 2 etapas: pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa. O diagrama apresentado na Figura 7 sintetiza as subetapas do levantamento, os objetivos, instrumentos de coleta e a amostra da população. Ao lado destes elementos, são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa qualitativa e com a pesquisa quantitativa. A seta em cinza indica que os resultados da pesquisa qualitativa, somados ao referencial teórico, alimentarão o desenvolvimento da pesquisa quantitativa. Por fim, a seta tracejada indica observações relevantes ao instrumento de coleta da pesquisa qualitativa – aplicação de projeto piloto e estratégia para adesão de voluntários à pesquisa.

Figura 7 - Diagrama das etapas do levantamento, objetivos, instrumentos e amostra.



Fonte: elaborado pela autora.

3.1.1 Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa tem como objetivo investigar os hábitos e motivações comuns entre os moradores de habitações multifamiliares de Santa Maria, para adequar o conteúdo da fundamentação teórica à realidade local e acrescentar possíveis ações comuns que não tenham sido consideradas na bibliografia científica estudada na etapa de fundamentação teórica. As respostas subjetivas desta pesquisa contribuem também para a contextualização dos resultados encontrados na pesquisa qualitativa.

As perguntas foram elaboradas a fim de identificar características dos usuários e da habitação, ocupação, percepção de conforto, comportamento adaptativo e motivações, bem como o consumo mensal de energia, conforme apresentado a seguir. Durante a entrevista, buscou-se que os entrevistados tomassem como referência os hábitos e comportamentos de 2019, ano de levantamento dos dados de consumo de energia, a fim de evitar influências do ano de 2020, atípico devido à pandemia da COVID-19. Além disso, após a entrevista, também foram levantadas características construtivas da edificação, pelo pesquisador, como a identificação do edifício, unidade de habitação, pavimento, ano de construção, materiais construtivos, orientação solar, número de janelas e dimensões na sala e dormitórios.

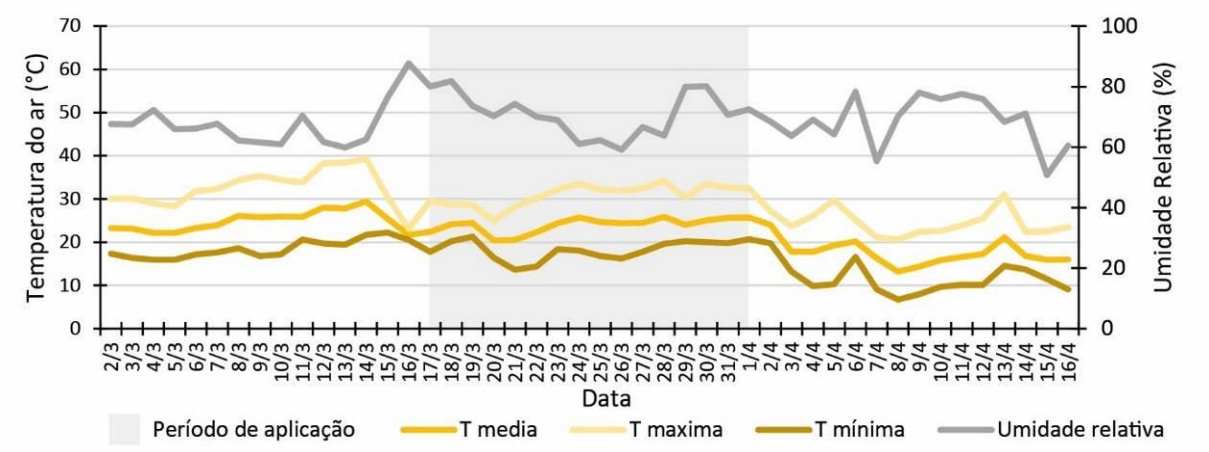
- *Características dos moradores*: número de moradores na habitação, gênero, faixa etária e escolaridade do respondente e dos moradores, renda mensal familiar.
- *Características da habitação*: número de cômodos e dormitórios, percepção da entrada de sol e sombreamento na sala e dormitórios durante o dia e durante o ano.
- *Características de ocupação*: número de pessoas por turno do dia durante a semana e final de semana.
- *Percepção de conforto*: percepção em relação à habitação como um todo no verão e no inverno.
- *Comportamento adaptativo e motivações*: ajustes feitos pelos moradores para manutenção do conforto térmico em situação de frio ou calor na habitação, motivações para o uso de janelas, proteções solares e equipamentos de aquecimento ou resfriamento.
- *Consumo mensal de energia*: consumo mensal em kWh durante o período de janeiro a dezembro de 2019.

O instrumento utilizado foi uma entrevista estruturada aplicada pessoalmente com registro em áudio e anotações do pesquisador (ver Apêndice B), com autorização do entrevistado. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSM – CAAE 29790820.4.0000.5346 (o Apêndice D apresenta o parecer consubstanciado do CEP). As informações das entrevistas foram

transcritas, analisadas e codificadas com o auxílio do programa ATLAS.ti (ATLAS.TI, 2020), utilizado para organizar e gerir a análise de conteúdo, de modo a identificar os comportamentos comuns relacionados ao consumo de energia e conforto térmico assim como comportamentos atípicos, que não tenham sido levantados no referencial teórico, para a elaboração da pesquisa quantitativa.

A entrevista foi aplicada uma vez, anterior à elaboração do questionário quantitativo. Primeiramente houve o contato com o síndico responsável pela edificação e em seguida com os moradores para breve apresentação da pesquisa e convite para participação. A aplicação das entrevistas ocorreu entre os dias 17 de março e 1º abril de 2020, seguindo protocolos de distanciamento social, devido às restrições impostas pela pandemia da COVID-19. Após este período, houve consulta aos dados históricos anuais do INMET para registro dos valores de temperatura do ar. A Figura 8 apresenta os dados de temperatura e umidade relativa deste período, incluindo 15 dias anteriores e posteriores.

Figura 8 - Temperatura e umidade relativa durante a aplicação da entrevista estruturada



Fonte: Adaptado de INMET (2020a).

Durante 13, dos 15 dias de aplicação da entrevista estruturada, a temperatura média do ar externo se manteve dentro da faixa de conforto, entre 21ºC e 28ºC para o mês de março, segundo a plataforma Projeteee (PROJETEEE, 2021) com base nos dados climáticos do INMET (LABEEE, 2021) e nos conceitos de Givoni (1992). Em apenas 2 dias a temperatura média do ar externo esteve abaixo da faixa de conforto para Santa Maria, RS. Isso indica que não houve períodos extremos de

temperatura durante a aplicação da pesquisa qualitativa que pudessem influenciar a percepção de conforto dos respondentes. Durante os 15 dias de aplicação da pesquisa qualitativa, a temperatura média diária apresentou valores de 20,08ºC a 26,16ºC, as mínimas diárias ficaram entre 13,40ºC e 20,40ºC e as máximas de 23,60ºC a 34,40ºC. A umidade relativa esteve entre 34% e 100%, com média de 72,50% (INMET, 2020a).

Os 15 dias anteriores à aplicação da pesquisa qualitativa apresentaram temperaturas mais altas, chegando a 39,30ºC no dia 14 de março de 2019. É possível observar, através do gráfico da Figura 8, a grande variação das condições climáticas de Santa Maria em curtos períodos. Observa-se o pico de temperatura no dia 14 de março de 2019, seguido de uma queda da temperatura máxima de mais de 16,20ºC em dois dias, passando de 39,30ºC para 23,10ºC, quando ocorreu, também, um aumento da umidade relativa, que passou de 62,54% para 87,63%.

Foram aplicadas entrevistas em 9 unidades habitacionais (UH) com um respondente por UH. Os respondentes eram pertencentes a três edificações de habitação multifamiliar localizadas no bairro Centro de Santa Maria. As edificações foram selecionadas por suas características construtivas e de entorno, bem como pela facilidade de comunicação com moradores destas edificações. O mapa da Figura 9 apresenta a localização das edificações, e o Quadro 1 apresenta a localização das unidades levantadas quanto ao pavimento e orientação solar. No edifício A foi levantada uma unidade situada no terceiro pavimento com aberturas orientadas a noroeste e sudeste. No edifício B foi levantada uma unidade situada no quarto pavimento, com aberturas orientadas a noroeste e no edifício C foram levantadas 4 unidades situadas no primeiro pavimento, 1 no segundo pavimento e 1 no quarto pavimento, abrangendo três das quatro orientações solares possíveis para aberturas nesta edificação.

Figura 9 - Localização das edificações selecionadas para a coleta de dados da pesquisa qualitativa.

Fonte: Adaptado de Google Maps (2020).

Quadro 1 - Posição e orientação solar dos participantes da entrevista estruturada.

Respondente	Edifício	Pavimento	Orientação solar	
			Sala	Dormitórios
1	A	3	noroeste	sudeste
2	B	4	noroeste	noroeste e sudoeste
3	C	1	nordeste	noroeste
4	C	2	sudeste	sudeste
5	C	1	noroeste	noroeste
6	C	1	noroeste	noroeste
7	C	4	sudeste	sudeste
8	C	1	sudeste	sudeste
9	C	1	noroeste	noroeste

Fonte: elaborado pela autora.

3.1.2 Pesquisa quantitativa

A pesquisa quantitativa teve como objetivo levantar o comportamento adaptativo de moradores de habitações multifamiliares de 1 a 3 dormitórios em Santa Maria. Um questionário com perguntas de múltipla escolha, matriz, grau de importância e frequência foi elaborado fundamentado em estudos de Ramos *et al*. (2020) e Ghisi e Balvedi (2017) e complementado com resultados da pesquisa

qualitativa (ver Apêndice C). Um teste piloto foi conduzido para identificar ajustes necessários de vocabulário e formato de perguntas antes da aplicação da pesquisa. O instrumento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), como emenda ao projeto da pesquisa qualitativa CAAE 29790820.4.0000.5346. O Apêndice E apresenta a emenda do parecer consubstanciado do CEP e o questionário completo é apresentado no Apêndice C.

O questionário foi organizado em cinco partes, conforme segue.

- *Ocupação:* para caracterizar em que períodos da semana, final de semana e ano os moradores permanecem em casa.
- *Hábitos:* para caracterizar ajustes adaptativos, motivações e frequência de operação de janelas, proteções solares e uso de CA, aquecedor e ventilador.
- *Dados demográficos*: para caracterizar a amostra em relação a faixa etária, renda e escolaridade.
- *Dados sobre a habitação:* para caracterizar as habitações em relação ao número de dormitórios, pavimento, ventilação e incidência solar.
- *Pesquisa detalhada:* seção opcional para caracterizar o consumo de energia e hábitos de consumo de aparelhos domésticos e iluminação artificial.

O critério de inclusão para a participação na pesquisa foi pessoas maiores de 18 anos, moradoras de habitação multifamiliar, em domicílios com 1 a 3 dormitórios, representantes dos moradores da habitação. A amostra não probabilística para a pesquisa quantitativa foi definida considerando um nível de confiança de 95% e margem de erro de 10%. A amostra foi calculada segundo a Equação 1 utilizada para a determinação do tamanho da amostra por proporções, apresentada a seguir (MALHOTRA, 2012, p. 302).

Equação 1

$$n = \frac{\pi(1-\pi)z^2}{D^2}$$

Onde:

n é o tamanho da amostra,

π é a proporção (de 0 a 1) de domicílios de interesse na pesquisa frente ao total de domicílios,

z é o nível de confiança (igual a 1,96 para um nível de confiança de 95%), e

D é a margem de erro (igual a 0,1 para uma margem de erro de 10%).

A definição de π foi baseada na proporção de 11.413 unidades habitacionais multifamiliares de até 3 dormitórios, com 4 a 8 cômodos, existentes em Santa Maria que correspondem aos domicílios de interesse, frente ao total de 23.467 domicílios do tipo apartamento (unidades habitacionais multifamiliares) em Santa Maria, conforme dados do IBGE (2010), resultando em uma proporção π de 0,49. Desta forma, a amostra para aplicação da pesquisa quantitativa é de 96 habitações de edificações residenciais multifamiliares de Santa Maria.

Devido às restrições de contato social impostas pela pandemia da COVID-19, a pesquisa quantitativa foi aplicada apenas de forma digital, e foi solicitado que os participantes respondessem às perguntas tomando como referência o ano de 2019, de modo a evitar influências do contexto atípico de pandemia. Os questionários *online* foram distribuídos de setembro de 2020 a janeiro de 2021, via correspondência eletrônica e mídias sociais. Devido ao baixo retorno atingido nos primeiros três meses de aplicação da pesquisa e às características da amostra que se concentravam em poucas faixas de renda e escolaridade, foram incluídas formas alternativas de distribuição de questionários. Convites para participação na pesquisa foram enviados para 1.756 professores da UFSM, através do sistema interno de correspondência eletrônica da instituição. Além disso, foram distribuídos 1.000 panfletos de divulgação em edifícios de habitações multifamiliares de Santa Maria, após a apresentação da pesquisa para o responsável pelo condomínio. Os panfletos foram fixados nos murais de áreas comuns e distribuídos nas caixas de correspondência dos moradores, a fim de diversificar e ampliar a amostra. Para facilitar a participação de respondentes com menor fluência digital, foi disponibilizada a opção de aplicação do questionário via chamada de vídeo, de telefone, conversa por aplicativo de mídia social. No entanto não houve solicitação para estas alternativas de aplicação.

Os resultados desta etapa foram analisados através de estatística de distribuição e frequência, de modo a caracterizar a amostra, o comportamento adaptativo na habitação, a operação de janelas e proteções solares, o uso de CA, ventilador e aquecedor, motivações para uso. As variáveis foram analisadas separadamente, a fim de obter-se o número de respostas associadas a cada valor

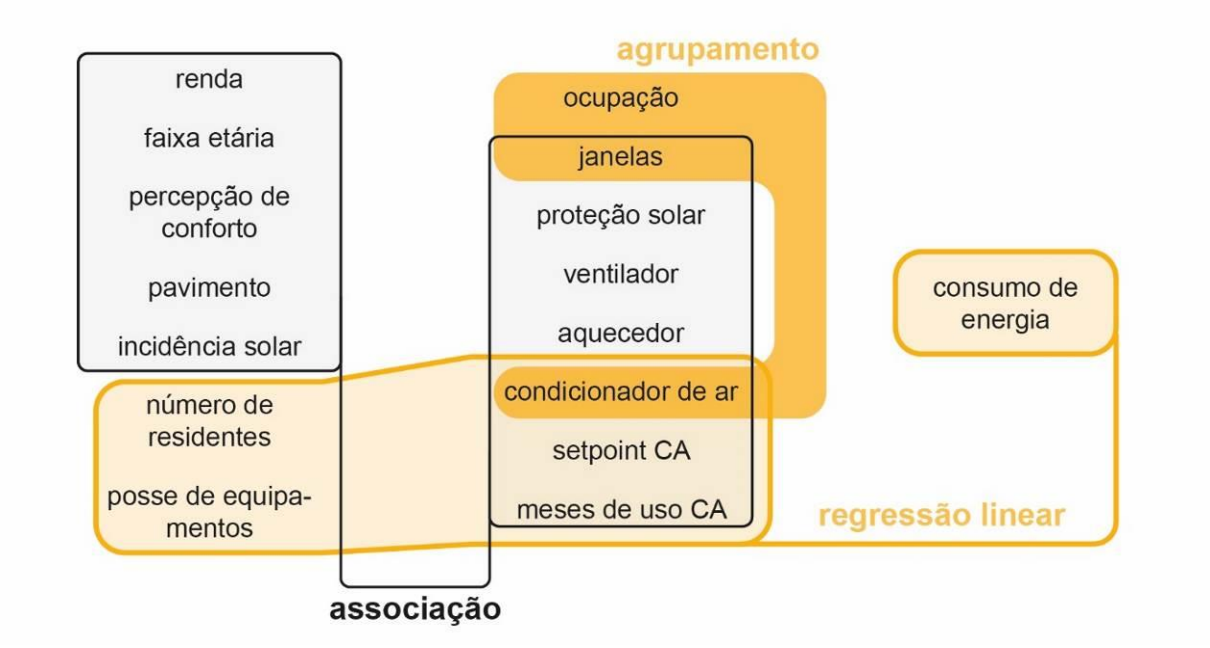
da variável. A distribuição de frequências foi expressa por meio de número absoluto e porcentagens.

A influência de características do usuário, de características da habitação e da percepção de conforto no comportamento do usuário foi investigada por meio de testes de associação não-paramétricos, que permitem identificar a associação ou independência entre as variáveis (GIOLO, 2017). Foram considerados para estes testes os principais comportamentos adaptativos (operação de janela, proteção solar, ventilador, CA, aquecedor, além do *setpoint* e dos meses de uso do CA) *versus* características do usuário (faixa etária e renda); características da habitação (pavimento e incidência solar); e percepção de conforto no inverno e no verão.

Os dados coletados foram submetidos à análise por agrupamento hierárquico, para identificação e descrição de grupos com perfis típicos de usuários, de modo que usuários similares estejam no mesmo grupo (MANLY, 2019). A análise por agrupamento considerou, como dados de entrada, o padrão de ocupação, uso de janelas, uso de CA para resfriar e para aquecer. Em seguida, os grupos encontrados foram caracterizados, de acordo com as características dos indivíduos de cada grupo, quanto à renda, à faixa etária, ao padrão de ocupação, ao uso de janelas e CA para resfriar e aquecer bem como ao consumo energético.

Por fim, a influência do comportamento do usuário no consumo de energia foi analisada por meio de regressão linear, que permite obter uma equação que explique a relação entre uma variável resposta (consumo de energia) e uma ou mais variáveis explicativas (comportamento do usuário) (CHARNET *et al.*, 2008). Para esta análise, foram considerados o consumo anual de energia (variável resposta), o número de residentes, a posse dos equipamentos, o uso de CA para resfriamento e aquecimento, o *setpoint* de resfriamento e aquecimento e os meses de uso do CA para resfriamento e aquecimento (variáveis explicativas). A Figura 10 apresenta as variáveis analisadas por meio de teste de associação, agrupamento e regressão linear.

Figura 10 – Síntese das análises de associação, agrupamento e regressão.



Fonte: elaborado pela autora.

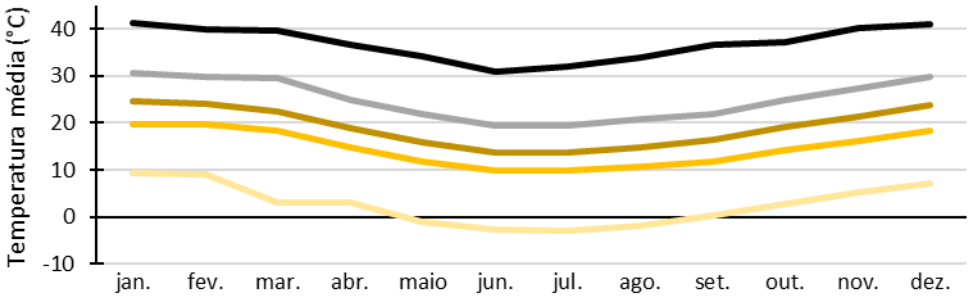
3.2 CARACTERIZAÇÃO DE SANTA MARIA, RS

Santa Maria está localizada na região central do Rio Grande do Sul, latitude 29º41'02" Sul e longitude 53º48'25" Oeste. O município apresenta 261 mil habitantes, com 95% da população vivendo nos 126km² de perímetro urbano (IBGE, 2018). A economia do município é baseada nos setores de comércio e serviços, com menor participação da indústria e agropecuária. Destaca-se também a presença de 7 instituições de ensino superior no município (ADESM, 2020).

O relevo do município é formado pela Serra do Planalto Sul-Brasileiro, onde ficam as maiores altitudes do município; pelo Rebordo do Planalto, transição entre o Planalto e a Depressão Periférica, com vales e encostas íngremes; e pela Depressão Periférica, onde encontra-se a maior parte do município, com planícies e colinas (SARTORI, 2009). Estas unidades morfológicas resultam em grandes variações de altitude no município, que apresenta altitude máxima de 485m, mínima de 41m, e altitude média de 113m, que corresponde à altitude do Bairro Centro do perímetro Urbano (ADESM, 2020).

O município faz parte da Zona Bioclimática 2 (ABNT, 2005), com clima subtropical úmido, classificação Cfa proposta por Köppen (KUINCHTNER; BURIOL, 2001), com verões quentes, sem estação seca definida. A temperatura média anual do município, 19,1ºC, é mais baixa do que a média anual do Brasil (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009). A Figura 11 apresenta as temperaturas médias e extremas segundo Heldwein, Buriol e Streck (2009), a partir de normais climatológicas do INMET. O mês mais quente do ano é janeiro, com temperatura média de 24,7ºC, apresentando no verão (dezembro a fevereiro) média das máximas mensais entre 29,8C e 30,7ºC. O inverno (junho a agosto) apresenta média das mínimas mensais entre 9,8ºC e 10,6ºC, com o mês mais frio sendo junho e julho, com temperatura média de 13,8ºC.

Figura 11 – Valores médios e extremos da temperatura do ar em Santa Maria, RS.



	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
Média	24,7	24,1	22,5	19,0	15,9	13,8	13,8	14,9	16,3	19,1	21,4	23,8
Média das máximas	30,7	29,9	29,6	25,0	21,9	19,4	19,4	20,8	22,0	24,9	27,4	29,8
Média das mínimas	19,7	19,6	18,2	14,9	11,8	9,9	9,8	10,6	11,8	14,3	16,1	18,4
Mínima absoluta	9,4	9,0	3,1	3,0	-1,0	-2,6	-2,9	-2,0	0,2	2,8	5,2	7,2
Máxima absoluta	41,2	39,8	39,6	36,6	34,1	31,0	32,0	34,0	36,6	37,2	40,2	41,0

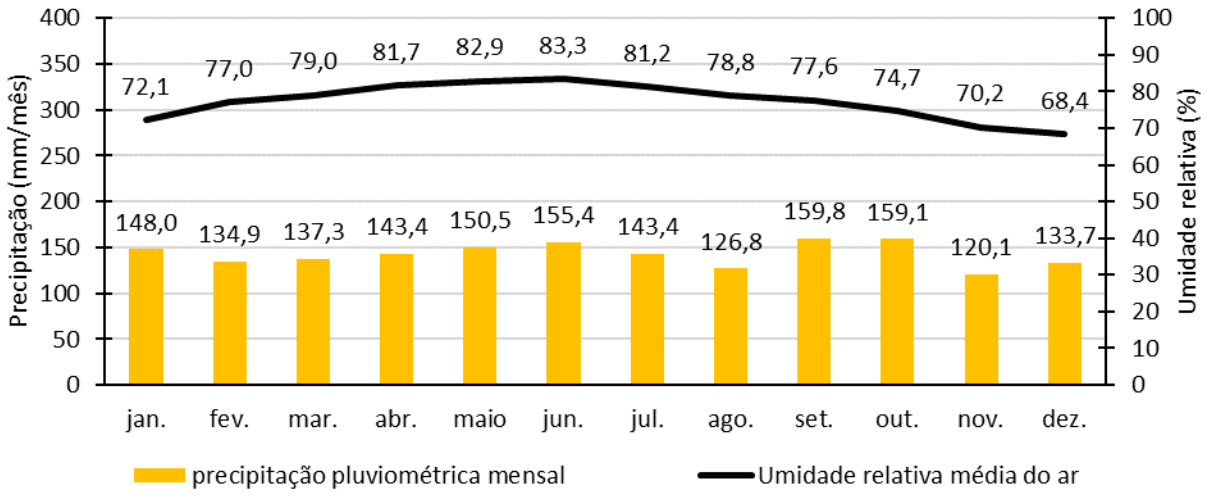
Fonte: Adaptado de Heldwein, Buriol e Streck (2009).

Situada em uma zona de transição climática, a região sofre frequentes e bruscas mudanças de tempo durante todo o ano (SARTORI, 2003). Massas de ar superaquecidas, podem provocar temperaturas superiores a 30ºC mesmo no inverno (como indica a linha das temperaturas máximas absolutas apresentada na Figura 11), ao mesmo tempo que massas polares podem levar a quedas de temperaturas com mínimas abaixo de zero (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009; SARTORI, 2003). Assim como em outras regiões do Rio Grande do Sul, Santa Maria apresenta ondas de frio de abril a outubro, com ocorrência irregular (podendo ocorrer mais de

uma vez em alguns anos e nenhuma vez em outros anos), que podem ter duração de 3 a 9 dias, com fortes quedas de temperatura (COSTA; SARTORI; FANTINI, 2007). Ainda, segundo Heldwein, Buriol e Streck (2009), também ocorrem períodos de variação de temperatura no inverno, quando há altas temperaturas, sob influência do vento Norte (vento de alta velocidade e temperatura) em contraste com noites frias sob influência de massas polares.

A figura 12 apresenta a precipitação e umidade relativa do ar para Santa Maria, RS. A precipitação no município é bem distribuída ao longo do ano, com médias mensais variando de 120mm a 159mm, acumulando em pedia 1700mm no ano (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009; SARTORI, 2003). A umidade relativa do ar é alta durante todo o ano, com média anual de 77%, variando de 60% a 83%. O outono e o inverno são os períodos de maior umidade, enquanto a primavera e o verão apresentam menor umidade (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009; SARTORI, 2003).

Figura 12 - Precipitação pluviométrica e umidade relativa em Santa Maria, RS



Fonte: Adaptado de Heldwein, Buriol e Streck (2009).

O município apresenta ventos de diferentes orientações, predominando os ventões de leste e sudeste, com velocidade média de 1,9m/s. Heldwein, Buriol e Streck (2009) caracterizaram os ventos locais da região. O vento Sudestado, predominante no município, frio e úmido, com direção leste e de intensidade fraca a moderada. O vento Minuano, frio e seco, com direção noroeste a sudoeste e

velocidade fraca a moderada. Com duração de até 2 ou 3 dias pode ocorrer em qualquer época do ano, e provoca queda de temperatura e céu limpo a noite, chegando a 12 a 15ºC no verão e menos que 0ºC no inverno. O vento Norte, quente e seco com direção norte, tem velocidade moderada a forte. Com duração variada, de algumas horas até sete dias, pode ocorrer em qualquer época do ano. Devido às características do relevo de Santa Maria, o vento Norte ganha velocidade e temperatura ao descer a Serra do Planalto, a norte sendo mais intenso no município do que em outras cidades da região. Quando ocorre no inverno, o ar quente do vento norte entra em contato com as superfícies frias das paredes, se resfria, atinge a temperatura do ponto de orvalho, e gera condensação nas paredes e pisos das edificações. Este processo de condensação pode se estender por dias até que a temperatura da superfície fique acima da temperatura do ponto de orvalho.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados da aplicação das duas etapas de levantamento: pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa. As etapas são complementares, portanto, algumas questões se repetem para as duas etapas. Na pesquisa qualitativa o foco é a análise de conteúdo das respostas de uma amostra pequena, contextualizando dados e avaliando a viabilidade de aplicação de determinadas perguntas. Já a pesquisa quantitativa apresenta uma análise da percepção dos moradores sobre seus hábitos de forma quantitativa, com a caracterização do comportamento a partir de uma amostra maior.

4.1 PESQUISA QUALITATIVA

A pesquisa qualitativa (Apêndice B) foi aplicada entre 17 de março e 1 de abril de 2020, atingindo nove entrevistas estruturadas, com 1 respondente morador do edifício A (com 6 unidades habitacionais), 1 do edifício B (com 19 unidades habitacionais) e 7 do edifício C (com 34 unidades habitacionais). Os edifícios estão localizados na região central de Santa Maria, densamente construída, como mencionado no capítulo do Método. Os três edifícios participantes da pesquisa foram construídos na década de 1980, antes da publicação das normas de desempenho termoenergético para edificações residenciais brasileiras, NBR 15220 e NBR 15575 (ABNT, 2005, 2021), são compostos por 3 e 4 pavimentos, construídos em estrutura de vigas, pilares e lajes de concreto, com vedação em alvenaria de tijolo cerâmico maciço, com argamassa de revestimento em ambos os lados, com espessura de 30 cm para as paredes externas e 20 cm para as paredes internas, e aberturas em alumínio com persianas plásticas (Figura 13).

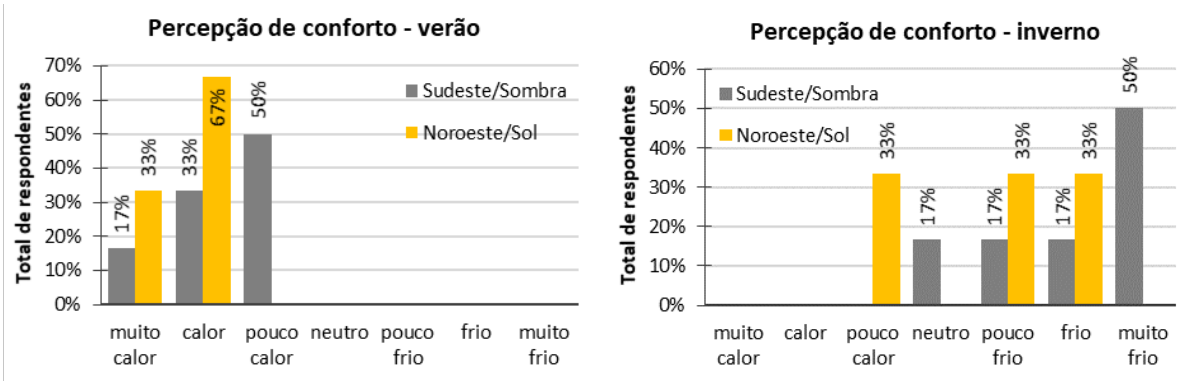
O número de moradores por habitação foi de 1 morador (1 ocorrência), 2 moradores (4 ocorrências), 3 moradores (2 ocorrências) e 4 moradores (2 ocorrências). Estes moradores apresentaram faixas etárias bem distribuídas, com maior número de moradores na faixa etária de 18 a 59 anos. Como o consumo de energia levantado referia-se ao período de janeiro a dezembro de 2019, foi solicitado que o respondente fizesse um esforço para relatar os hábitos referentes a esse período, evitando influências do período de pandemia.

Figura 13 – Fachada principal das edificações A (a), B (b) e C (c)

Fonte: elaborado pela autora.

Quanto à percepção de conforto térmico dos usuários durante o verão e o inverno, foram observadas diferenças significativas entre os respondentes de habitações com aberturas orientadas a noroeste, que recebem radiação solar, e os respondentes de habitações com aberturas a sudeste e sombreadas. Como esperado, os respondentes que sentem mais calor no verão são aqueles das unidades voltadas a noroeste e ensolaradas, enquanto os que sentem mais frio no inverno estão em unidades voltadas a sudeste ou sombreadas (Figura 14).

Figura 14 - Percepção de conforto no verão e inverno.



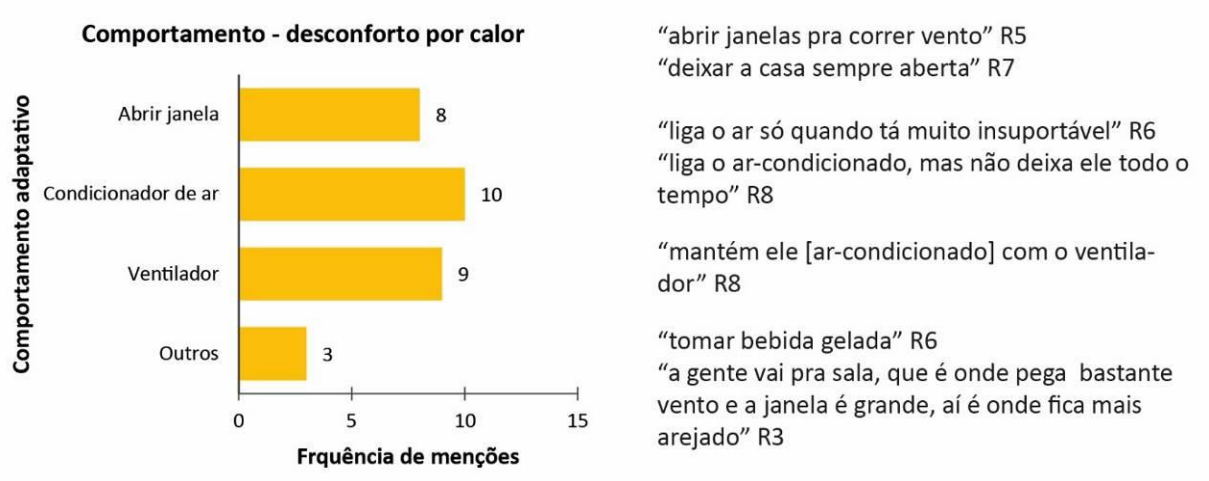
Fonte: elaborada pela autora.

A análise de conteúdo permitiu identificar os principais ajustes feitos pelos moradores quando sentem frio ou calor, assim como as motivações para os principais ajustes ambientais, segundo a revisão de literatura e as informações fornecidas pelos próprios respondentes durante a entrevista, como operação de

janelas, operação de cortinas, uso de ventilador, aquecedor e CA. As informações das entrevistas foram transcritas e as transcrições foram codificadas com o uso do programa ATLAS.ti utilizado para sistematizar a análise de conteúdo. O Apêndice F apresenta as tabelas com citações das transcrições e os códigos a elas associados.

Quanto aos ajustes dos usuários quando sentem calor na habitação, as respostas não apresentaram significativa variação entre os respondentes, como mostra a Figura 15. O ajuste com maior ocorrência foi o uso de CA (10), mesmo estando presente em apenas 5 das 9 unidades participantes. Muitas vezes o aparelho foi citado acompanhado de uma justificativa de que seu uso era feito somente em casos de extremo calor, ou que raramente era utilizado: “liga o ar só quando tá muito insuportável” (respondente 6), “liga o CA, mas não deixa ele [ligado] todo o tempo” (respondente 8). Além disso, mesmo sendo utilizado apenas em casos extremos, este foi o primeiro ajuste citado por todos os respondentes que têm CA na habitação. Isso pode indicar a importância deste aparelho no imaginário dos respondentes, pela sua utilidade, pela sua eficiência, pela sua importância em dias de extremo calor, ou pelo seu custo.

Figura 15 - Comportamento adaptativo por desconforto por calor - Pesquisa Qualitativa



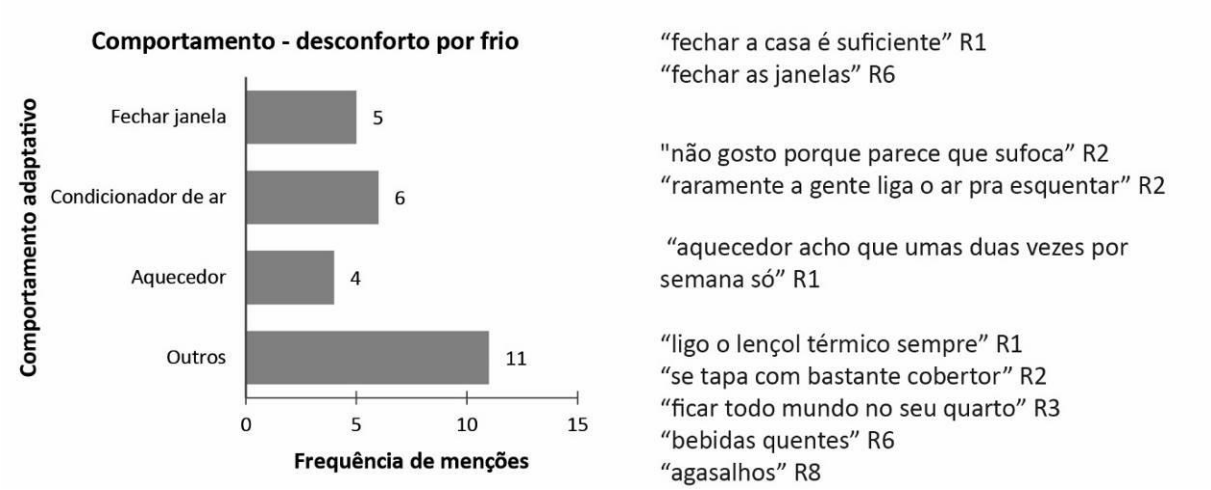
Fonte: elaborada pela autora.

Depois do CA, foram citados o uso do ventilador e a operação de janelas. A maioria dos respondentes mencionou manter as janelas sempre abertas, para refrescar e ventilar a habitação, e usar o ventilador, para auxiliar na ventilação. A ordem de ajustes comumente utilizada pelos moradores é abrir janelas, se não for

suficiente, usar o ventilador, e em último caso usar o CA. Outros ajustes mencionados foram ingerir bebida gelada e mudar de ambiente, para um ambiente com maior ventilação ("a gente vai pra sala, que é onde pega bastante vento e a janela é grande, aí é onde fica mais arejado", respondente 3).

Quanto aos ajustes feitos quando os moradores sentem frio, o uso de aquecedor, o uso de CA e o fechamento de janelas foram mencionados com frequências similares, como mostra a Figura 16. Houve cinco menções sobre fechar as janelas, quatro sobre usar aquecedor – que apesar de mencionado, é raramente utilizado pelos moradores, ou utilizado apenas em dias extremamente frios. O CA teve seis menções, por cinco respondentes, sendo que dois dos respondentes dizem não gostar da sensação de sufocamento causada pelo uso do CA para aquecer.

Figura 16 - Comportamento adaptativo por desconforto por frio - Pesquisa Qualitativa



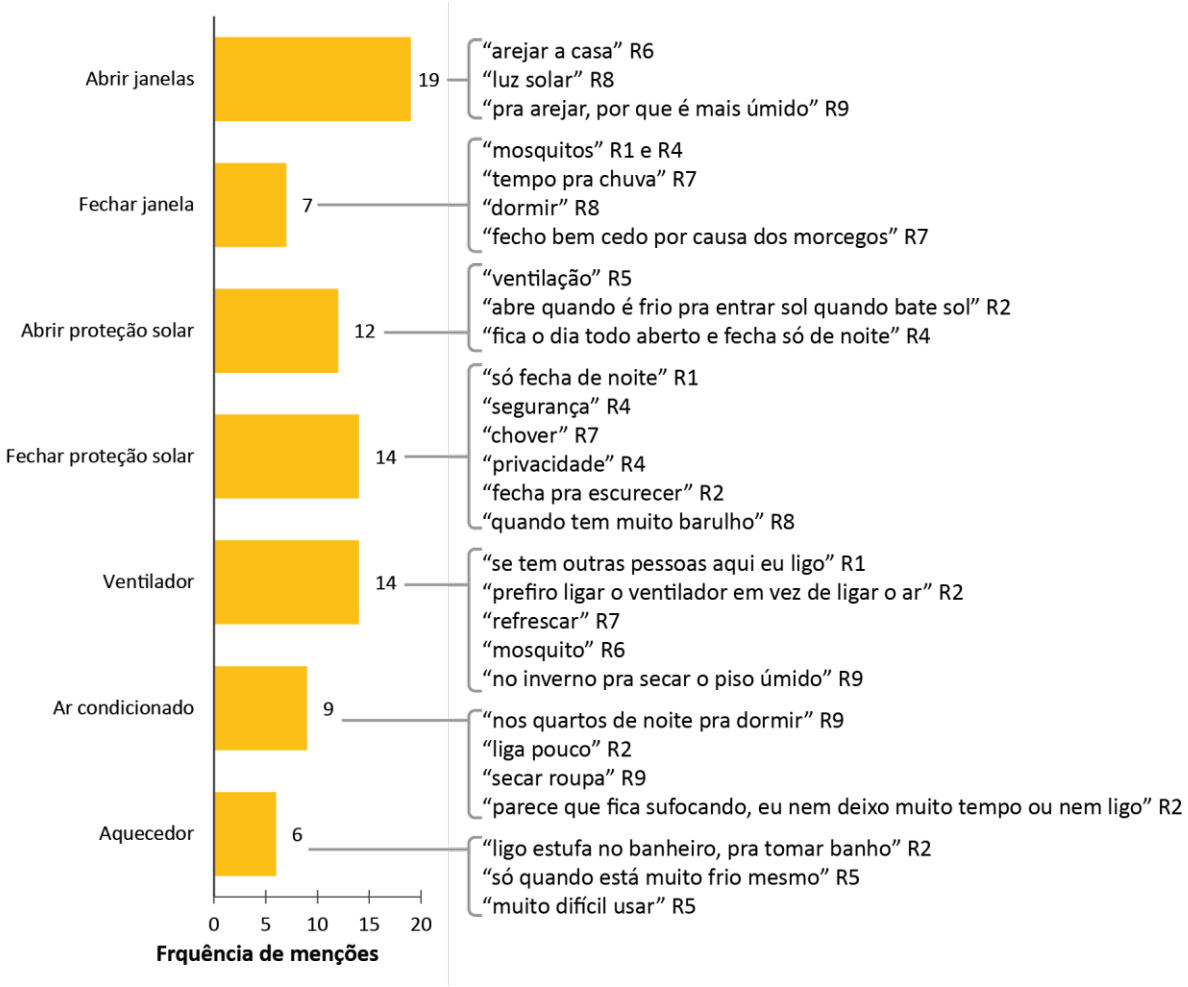
Fonte: elaborada pela autora.

Foram citados, também, uso de lençol térmico, uso de cobertores e agasalhos, ingestão de bebidas e alimentos quentes, e permanência nos ambientes que recebem maior radiação solar no inverno. Isso mostra como os respondentes costumam adaptar-se para dias frios com ajustes predominantemente individuais, e ajustes ambientais não são comumente utilizados.

Sobre os motivos para os principais ajustes, houve algumas similaridades entre as respostas (Figura 17). O principal motivo para abrir as janelas (mencionados 19 vezes) é a ventilação ("arejar" respondentes 3 e 6). Enquanto os motivos para fechar as janelas (mencionados 7 vezes) são a presença de mosquitos,

a presença de morcegos, o frio, a chuva, e para dormir. Os motivos para uso do ventilador (mencionados 14 vezes) são a presença de visitas (por educação e devido à presença de mais pessoas deixar o ambiente mais quente), quando é suficiente amenizar o calor com o ventilador, a preferência pelo ventilador se comparado ao CA, o baixo custo de uso, a presença de mosquitos.

Figura 17 – Motivos para o uso de janelas, proteções solares, ventilador, CA e aquecedor - Pesquisa Qualitativa



Fonte: elaborada pela autora.

Outro motivo para o uso do ventilador foi reduzir a umidade do ambiente no inverno. Como mencionado no capítulo anterior, Santa Maria apresenta períodos de ondas de calor e alta umidade relativa no inverno. Quando massas de ar quente e úmido atingem as paredes resfriadas no inverno, devido ao baixo isolamento térmico, ocorre a condensação nestas superfícies. O hábito de abrir as janelas para

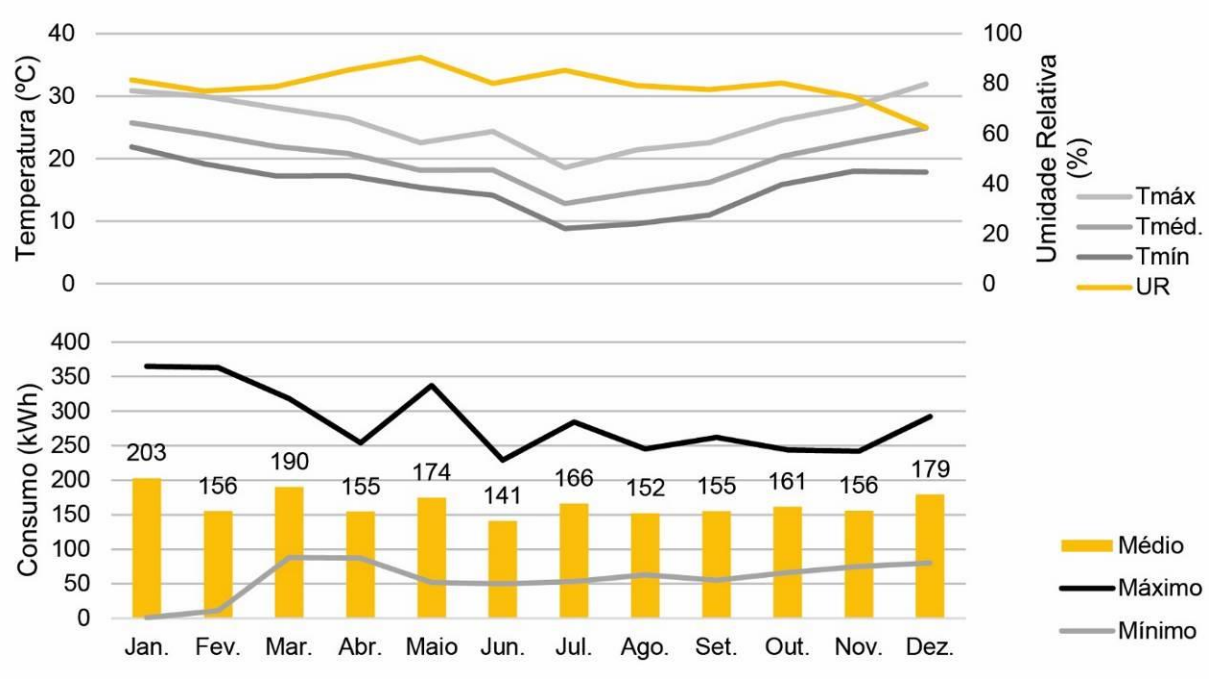
ventilar faz com que a condensação seja intensificada. Para amenizar os efeitos alguns moradores utilizam o ventilador a fim de aumentar a circulação de ar e intensificar a evaporação da umidade acumulada.

Persianas e cortinas costumam ficar o dia todo abertas, para ventilação e iluminação. Os moradores costumam fechar persianas e cortinas apenas à noite para dormir ou por segurança, e podem fechar também ao longo do dia para escurecer o ambiente, evitar o ofuscamento, para privacidade dos moradores, devido à chuva, à poeira, ao barulho vindo da rua e à presença de mosquitos. O CA costuma ser utilizado pelos moradores para resfriamento e aquecimento, além de ser utilizado para secar roupa em dias úmidos.

Além de dados qualitativos, a entrevista estruturada permitiu a coleta de dados sobre o consumo mensal de energia das habitações participantes durante o período de janeiro de 2019 a dezembro de 2019. O objetivo principal era avaliar a viabilidade de acesso a esta informação, para que pudesse ser levantada para uma amostra maior entre os respondentes da pesquisa quantitativa. O consumo mensal era consultado na fatura do mês de janeiro de 2020. Alguns moradores solicitaram o envio da informação após a entrevista, para procura da fatura, ou acesso ao portal da concessionária de energia. Devido ao tempo extra demandado para acesso aos dados de consumo de energia, optou-se pelo uso desta questão como opcional na pesquisa qualitativa, e a sua necessidade foi informada já na apresentação do questionário.

Os dados de consumo de energia foram comparados entre os respondentes e com os dados médios de temperatura e umidade do ar de Santa Maria, no período mencionado (INMET, 2020b), a fim de comparar com um panorama do consumo energético das habitações levantadas. A Figura 18 apresenta o consumo mensal médio, máximo e mínimo entre os respondentes, comparado com as temperaturas mensais máximas, médias e mínimas e a umidade relativa média mensal do mesmo período.

Figura 18 – Consumo mensal médio, máximo e mínimo e dados climáticos médios de 2019.



Fonte: elaborada pela autora.

O pico de consumo médio aconteceu nos meses de janeiro, março e dezembro, quando ocorrem as temperaturas mais altas, no verão. Os meses de inverno apresentaram consumo mais baixo que o verão. O mês de junho foi o mês com menor média de consumo, possivelmente relacionado às temperaturas amenas observadas no mês em 2019. Neste ano a temperatura mínima e máxima médias foram de 14ºC a 24ºC, respectivamente, sendo um mês mais quente do que o comportamento típico, visto que a temperatura histórica mínima média é de 12,72ºC e máxima média de 19,15ºC (LABEEE, 2021). Esta mudança em relação ao comportamento típico pode ter causado pouco desconforto aos usuários, exigindo menor uso de condicionamento artificial. Entre os meses de inverno, julho teve as temperaturas mais baixas e o maior consumo médio, sendo o quinto maior consumo entre todos os meses do ano.

Destaca-se também que nos meses de maio e julho acontecem os picos de umidade relativa, coincidindo com meses de alto consumo de energia. Nestes meses, além da alta umidade relativa, são frequentes as grandes variações de temperatura em curtos períodos, com temperaturas variando de 3,90ºC a 30,20ºC em maio, e 1,10ºC a 29,7ºC em julho. Nestes períodos é possível que haja maior

consumo de energia com condicionamento artificial para os usuários sentirem-se em conforto, visto que a aclimatação com temperaturas mais extremas pode ser mais lenta que a variação de temperatura. Devido à alta umidade relativa, combinada com a chegada de massas de ar quente, podem ser mais frequentes nestes dias o uso de ventilador e condicionador de ar para reduzir a umidade na habitação, como mencionado na Figura 17, ou para manter a habitação aquecida reduzindo a condensação na superfície das paredes.

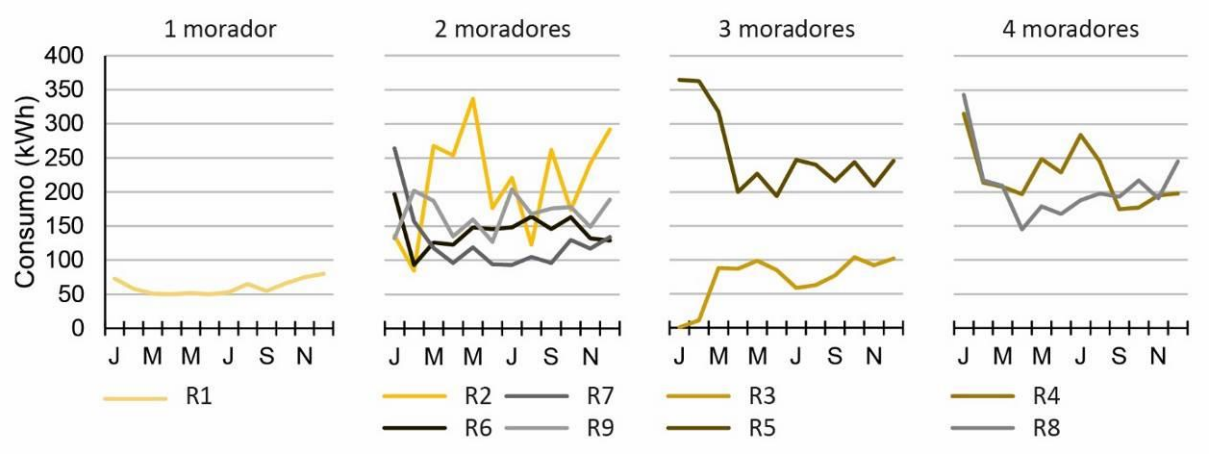
No mês de janeiro, o consumo mínimo próximo a zero indicado representa o consumo de energia do respondente 3. Nesta habitação, os moradores são estudantes naturais de outros municípios e passam os meses de férias do calendário acadêmico (janeiro e fevereiro) no município de origem, O baixo consumo reflete a baixa ocupação ou ausência dos usuários na habitação.

Por fim, foram comparados o consumo de energia com o número de moradores nas habitações. Os gráficos da Figura 19 apresentam o consumo de energia de acordo com o número de moradores (de 1 a 4 moradores, da esquerda para a direita) e cada linha plotada representa um respondente (R1 a R9), conforme a legenda. Observa-se que o consumo de energia tende a aumentar com o número de moradores, relação também observada em outras pesquisas (HUEBNER; COOPER; JONES, 2013; OUYANG; HOKAO, 2009; QUAGLIONE *et al.*, 2017). Este aumento pode estar relacionado ao maior consumo de equipamentos elétricos como chuveiro e refrigerador. Observa-se também uma variação de até 364 kwh no consumo mensal e 2201kWh no consumo anual de consumo de energia entre habitações compostas pelo mesmo número de moradores, como é o caso das habitações com 2, 3 e 4 moradores.

Esta variação pode estar relacionada a diversos fatores de influência, como a orientação solar dos ambientes, sombreamento da edificação, padrão de ocupação, posse e uso de equipamentos de condicionamento artificial, aquecimento de água, , bem como fatores contextuais que podem influenciar o comportamento do usuário resultando em consumo de energia variado, que foram analisados com mais detalhe na pesquisa quantitativa na pesquisa quantitativa. A habitação R3, apesar de abrigar 3 moradores, teve consumo menor do que as habitações com 2 moradores, e apresentou o menor consumo nos meses de janeiro, fevereiro e julho (meses de férias no calendário acadêmico), bem como baixo consumo ao longo do ano, se

comparado com outros respondentes com menor número de moradores na habitação. Além da baixa ocupação da habitação durante os dias da semana (33% durante a manhã e tarde e 100% no período do almoço) e finais de semana (0% nos finais de semana), o respondente também relatou, durante a entrevista que a habitação esteve desocupada, no período de férias do calendário letivo. Além disso, nesta habitação não há CA, então as ações relatadas pelo respondente para retomar a condição de conforto térmico no verão e no inverno são ações passivas: no verão, costumam abrir as janelas para ventilar os ambientes ou quando a ventilação natural não é suficiente usam o ventilador; e no inverno permanecem nos dormitórios onde há maior incidência solar que aquece o ambiente.

Figura 19 – Consumo mensal médio, máximo e mínimo e dados climáticos médios de 2019.



Fonte: elaborada pela autora.

Estes resultados foram utilizados na elaboração da pesquisa quantitativa, contextualizando expressões e hábitos locais. A maior parte dos comportamentos relatados pelos respondentes para frio e calor foi similar aos comportamentos abordados em estudos correlatos, como o uso de janelas, condicionador de ar, ventilador, aquecedor, vestimenta, bebida quente e fria. Estes comportamentos foram mantidos na pesquisa quantitativa. Outros comportamentos, como o uso de lençol térmico, que não apareceram nos estudos correlatos, foram citados com menor frequência. Para possibilitar respostas atípicas como estas na pesquisa quantitativa, as perguntas de múltipla escolha sobre as ações tomadas quando em

desconforto por frio ou por calor incluíram uma opção “outros” com campo para escrita de comportamentos não listados.

Em relação às motivações, foram mantidas as motivações comuns em estudos similares, como a ventilação e temperatura, e foram reforçadas as motivações que apareceram em poucos trabalhos como diminuir a umidade na residência, presença de mosquitos, insetos e morcegos, chuva. Também foi incluída a opção “outros” para preenchimento de motivações não listadas no questionário.

Outra contribuição da pesquisa qualitativa para o desenvolvimento da pesquisa quantitativa foi a possibilidade de levantamento de informações relativas ao consumo de energia. Esta informação foi levantada em parte opcional da pesquisa, devido à maior demanda de esforço e tempo do respondente. Ainda, a pesquisa qualitativa indicou a necessidade de levantamento de informações referentes à posse e uso de outros equipamentos elétricos, para melhor compreensão do consumo de energia dos respondentes.

Amostras maiores, que foram estudadas na etapa seguinte, permitiram análises mais aprofundadas das relações entre o comportamento do usuário e o desempenho termoenergético de habitações multifamiliares em Santa Maria.

4.2 PESQUISA QUANTITATIVA

A pesquisa quantitativa teve 170 respostas. Destas, 9 foram excluídas devido a respostas duplicadas ou respostas incompletas, e 6 foram excluídas por serem de habitações com mais de 3 dormitórios, característica que difere da amostra definida no escopo deste trabalho, resultando, portanto, em 155 respostas válidas. A seguir são apresentadas a caracterização da amostra, a percepção térmica, a ocupação, o comportamento adaptativo, o uso de dispositivos para atingir conforto térmico e as motivações para tal uso. Além disso, serão apresentadas relações identificadas entre as variáveis de comportamento adaptativo e consumo de energia. Por fim, será apresentada a análise de agrupamento para a identificação de perfis típicos de comportamento do usuário, de acordo com a ocupação e uso de janelas e condicionamento artificial.

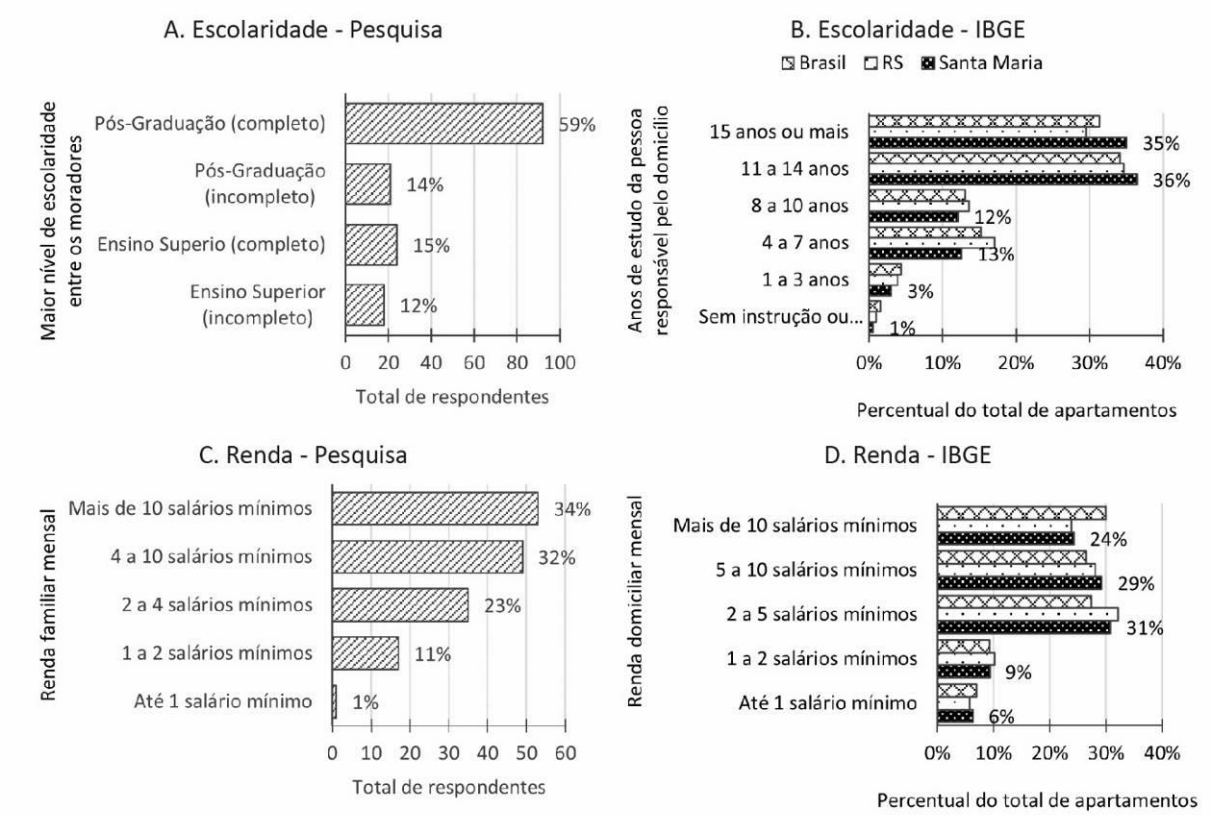
4.2.1 Caracterização da amostra

A distribuição por nível de escolaridade e renda para a amostra da pesquisa e para o CENSO 2010 (IBGE, 2010d), considerando apenas domicílios do tipo apartamento, é apresentada na Figura 20. Enquanto para a pesquisa o maior nível de instrução entre os moradores mais frequente é a pós-graduação completa (59%), para o IBGE, em nível federal, estadual e municipal, é mais frequente o período de 11 a 14 anos de estudo, que corresponde ao ensino médio completo ou graduação incompleta.

Em relação à renda mensal familiar, a faixa mais frequente entre os respondentes foi de 10 salários-mínimos ou mais (34%), seguida das demais faixas, em ordem decrescente. A renda mensal familiar do IBGE (2010c) apresenta distribuição diferente, sendo a faixa de 2 a 5 salários-mínimos a mais frequente para os moradores de habitações multifamiliares no Brasil, Rio Grande do Sul e Santa Maria.

A pesquisa teve aplicação mais intensa entre estudantes e professores universitários, o que explica o elevado nível de escolaridade e renda da amostra se comparado com dados censitários. Nível de escolaridade e renda mais altos que os do censo demográfico também foram encontrados por Ramos *et al*. (2020), em pesquisa de escala nacional sobre o comportamento adaptativo e o uso de CA em habitações, aplicada através de uma rede de pesquisadores de diferentes instituições no Basil.

Figura 20 - Comparação (a) (b) escolaridade e (c) (d) renda entre a pesquisa e IBGE.



Nota: A pesquisa considerou o maior nível de instrução entre os moradores da habitação, enquanto o CENSO 2010 considera anos de estudo. O CENSO 2010 considera faixas de renda diferentes das consideradas na pesquisa, que foram aglomeradas a fim de se aproximar às faixas da pesquisa. Estas informações não estão disponíveis com segmentação por tipo de domicílio (apartamentos) para o CENSO 2010. Por isso, os valores da pesquisa e do IBGE foram apresentados em gráficos separados.

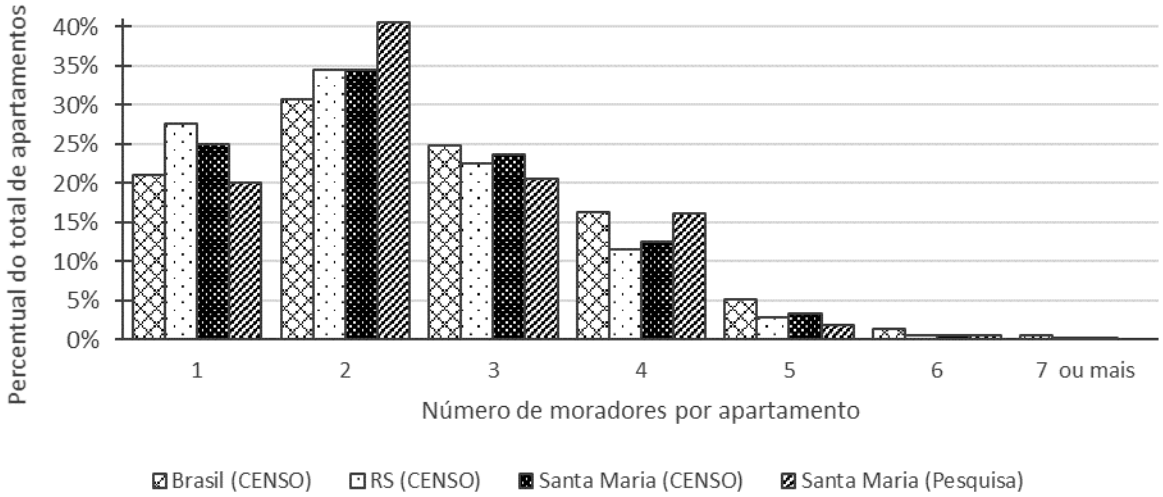
Fonte: Adaptado de IBGE (2010b, 2010c, 2010a).

A Figura 21 apresenta o comparativo do número de moradores por unidade habitacional entre a pesquisa e o IBGE para o Brasil, Rio Grande do Sul e Santa Maria. A distribuição do número de moradores por habitação é similar entre as diferentes escalas de amostragem. O número médio de moradores por habitação da amostra é 2,41, com uma variação de 1 a 6 moradores. Para o Brasil, considerando edificações residenciais (independente de tipologia), o PPH (ELETROBRAS, 2019a) encontrou um número médio de 3,49 moradores por domicílio, enquanto para Ramos *et al*. (2020), a média de moradores por habitação foi de 3,2. Esta diferença com os resultados de outros estudos pode indicar que o número de moradores em habitações multifamiliares, com até 3 dormitórios, tende a ser menor do que em outras tipologias habitacionais. Ainda, é possível que seja reflexo das características

socioeconômicas, ou da região, visto que o tamanho médio de famílias no Rio Grande do Sul (2,72) é menor que o tamanho de famílias no Brasil (3,00) (IBGE, 2018). Steemers e Yun (2009) observaram um número de moradores mais próximo, de 2,65 moradores por habitação, para os Estados Unidos, considerando dados do *Residential Energy Consumption Survey* aplicado pelo Departamento de Energia dos EUA. Segundo Gill *et al*. (2011) e Yohanis *et al*. (2008), o consumo de energia per capita tende a reduzir com o aumento do número de moradores.

Habitações em edifícios multifamiliares com até 4 moradores representam pelo menos 93% das unidades habitacionais, para as diferentes escalas de amostragem apresentadas na Figura 21. Entre as habitações participantes da pesquisa, 41% abrigam 2 moradores, seguido por 3 moradores (21%), 1 morador (20%) e 4 moradores (16%).

Figura 21 - Número de moradores por habitação (apartamentos).



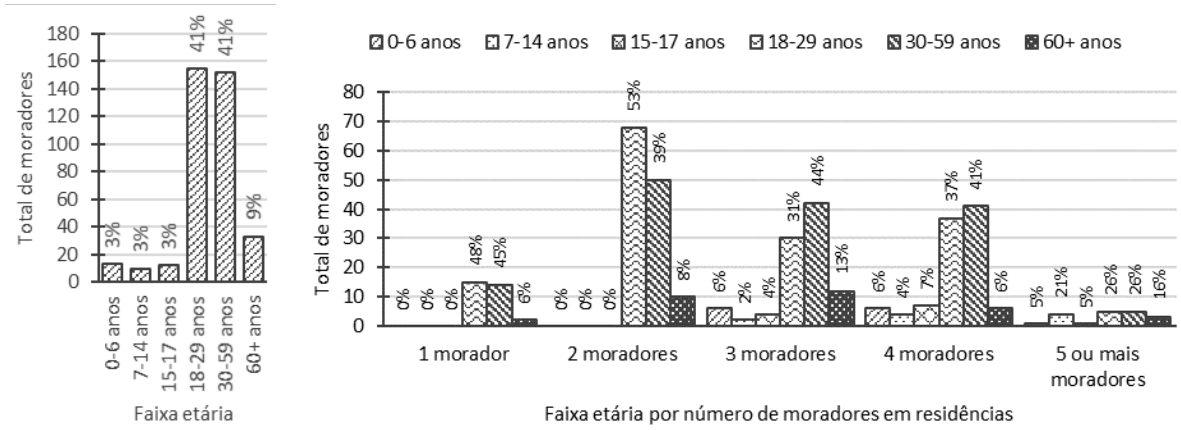
Nota: A tabela 3219 do CENSO 2010 (IBGE, 2010a) indica o número de moradores por apartamento e não apresenta segmentação por número de dormitórios. Segundo a tabela 3502 do CENSO 2010 (IBGE, 2010b), apartamentos de 1 a 3 dormitórios representam mais de 97% dos apartamentos no Brasil, no Rio Grande do Sul, e em Santa Maria. Por isso a tabela 3219 foi considerada na íntegra.

Fonte: Adaptado de IBGE (2010a, 2010b).

A pesquisa considerou a idade de todos os moradores das habitações participantes, apresentada na Figura 22a. As faixas etárias mais frequentes foram de 18 a 29 anos (41%) e de 30 a 59 anos (41%). Em seguida, 9% dos moradores têm idade acima dos 60 anos, e 9% pertencem às faixas etárias com 17 anos ou menos. A Figura 22b mostra a distribuição de idade pelo número de moradores por

habitação. As habitações com até dois moradores são formadas por jovens (18 a 29 anos), adultos (30 a 59 anos) e idosos (60 anos ou mais), e nas habitações de 2 moradores, estes geralmente pertencem à mesma faixa etária. Habitações com mais de 3 moradores são compostas principalmente por famílias com crianças e adultos, ou idosos e adultos.

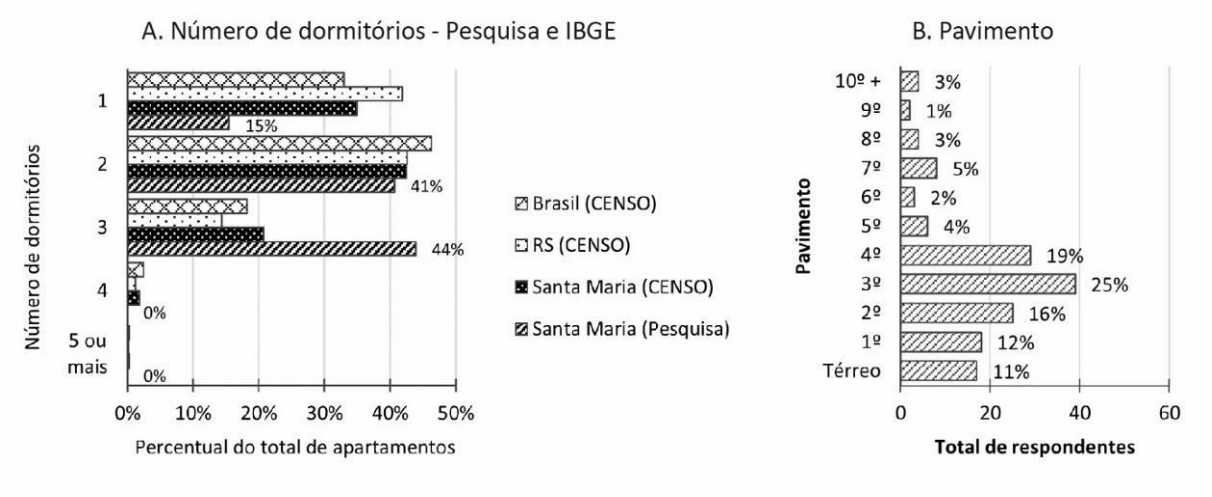
Figura 22 - Faixa etária por número de moradores na habitação.



Fonte: elaborado pela autora.

Em relação à habitação, o número de dormitórios e a altura do pavimento são apresentados na Figura 23. Para a amostra da pesquisa, habitações com 3 dormitórios foram mais frequentes (44%), seguidas de 2 dormitórios (41%) e 1 dormitório (15%). A proporção difere da distribuição do IBGE, que apresenta maior número de habitações com 2 dormitórios, seguida de 1 dormitório e 3 dormitórios, para o país, estado e município, como mostra a Figura 23a.

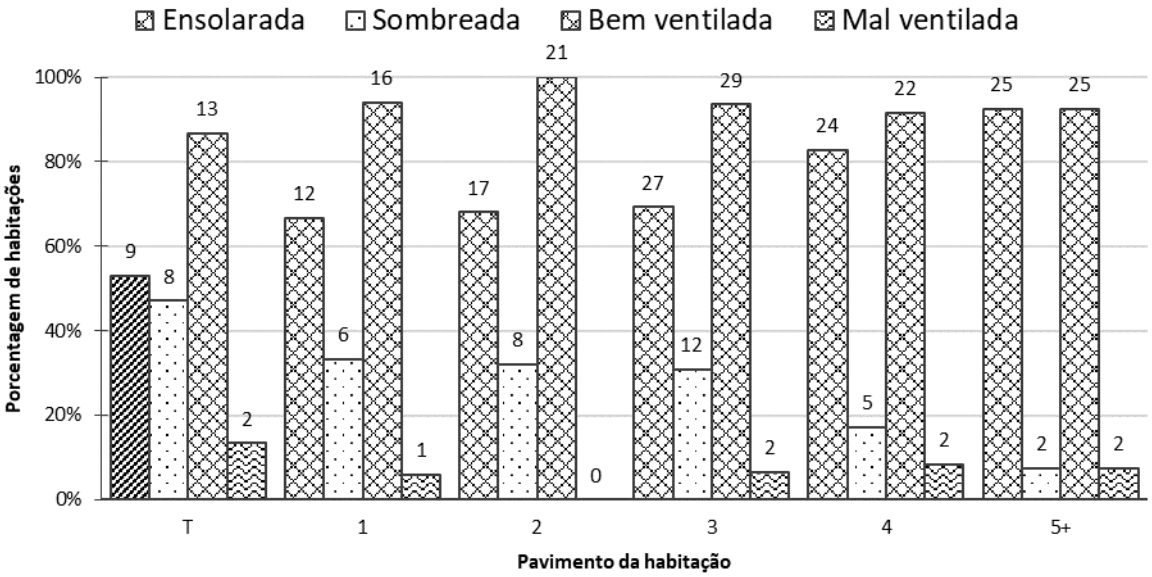
Figura 23 - Número de dormitórios e pavimento das habitações.



Fonte: Adaptado de IBGE (2010d).

As unidades habitacionais participantes da pesquisa encontram-se, majoritariamente (83%), entre o térreo e o 4º pavimento. Santa Maria é uma cidade de médio porte, que não apresenta verticalização acentuada (ZAMBONATO *et al.*, 2021), o que explica a maior frequência de habitações até o 4º pavimento. Habitações posicionadas nos pavimentos mais altos ou mais próximos da cobertura costumam ter maior exposição à radiação solar direta, que pode contribuir para o aquecimento das habitações. A Figura 24 apresenta a percepção dos respondentes em relação à incidência solar direta e ventilação na habitação por pavimento.

Figura 24 - Percepção de sombreamento e ventilação por pavimento.



Fonte: elaborado pela autora.

Entre os respondentes, 74% consideram a habitação ensolarada (em relação à entrada de sol na habitação, consideram que é ensolarada, com bastante sol, o dia todo, toda a manhã ou toda a tarde no verão e no inverno) e 93% consideram a habitação bem ventilada. Pavimentos mais baixos apresentam maiores proporções de habitações pouco ensolaradas: nos pavimentos térreo, 1 e 2, entre 32% e 47% das habitações não são ensolaradas. Para os pavimentos mais altos, diminuem gradativamente os relatos de habitações pouco ensolaradas: apenas 7% das habitações acima do pavimento 5 foram consideradas pouco ensolaradas.

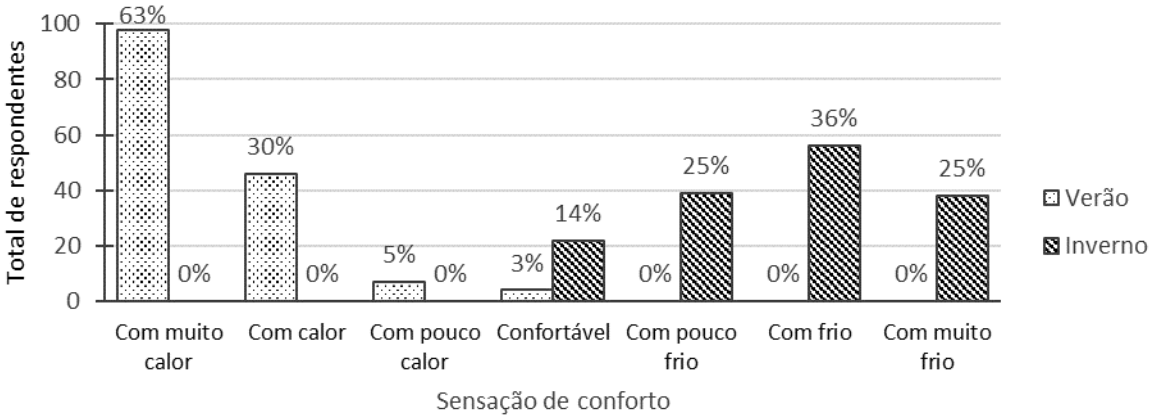
Quanto à ventilação (em relação à ventilação na habitação), menos de 8% das habitações acima do primeiro pavimento são consideradas mal ventiladas. Apenas no térreo esta proporção foi maior, com 13% das habitações consideradas mal ventiladas. Em estudo de campo sobre o conforto térmico e comportamento adaptativo na Índia, Indraganti (2010a) observou que a operação de janelas voltadas para espaços públicos em pavimentos baixos era limitada se comparada à operação em pavimentos mais altos, devido à privacidade, aumentando a temperatura interna e diminuindo a velocidade do ar, Efeito similar pode ocorrer em Santa Maria, com uso limitado de janelas nas habitações do pavimento térreo, devido à privacidade de aberturas muito próximas ao passeio público, a poluição e ruído vindos da rua,

4.2.2 Percepção de conforto térmico

A percepção de conforto térmico foi levantada para a habitação como um todo, para verão e inverno segundo o respondente e é apresentada na Figura 25. Apesar de a maior parte considerar suas habitações ensolaradas e bem ventiladas, apenas 3% dos respondentes consideram suas habitações confortáveis no verão, e 14% no inverno, o que indica o baixo desempenho térmico das habitações para o clima ou para as expectativas do usuário. A percepção em relação à ventilação e insolação bem como a percepção de conforto térmico foram feitas considerando a habitação como um todo, para duas estações. Estudos futuros podem investigar a percepção para o dia e a noite de forma separada, a fim de compreender melhor esta contradição observada entre a percepção sobre as condições ambientais na habitação e a percepção de conforto térmico na habitação

O desconforto térmico é maior para o verão do que para o inverno. A sensação térmica mais frequente para o verão foi de muito calor, relatada por 63% dos moradores. Já para o inverno, a sensação térmica mais frequente é de frio, relatada por 36% dos respondentes, seguido de pouco frio e muito frio (ambas com 25%). Por ter sido aplicada apenas uma vez, durante o verão, é possível que haja influência na resposta em relação à percepção de conforto dos moradores.

Figura 25 - Percepção de conforto na habitação para verão e inverno.



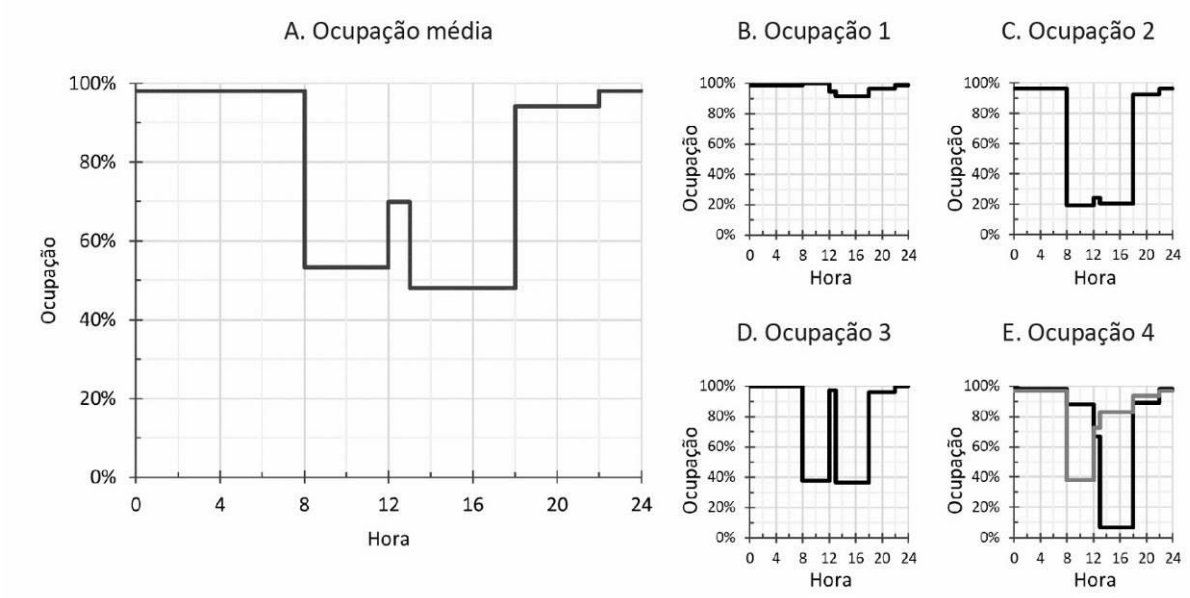
Fonte: elaborado pela autora.

4.2.3 Ocupação

O padrão de ocupação dos moradores durante a semana foi levantado por períodos do dia, considerando a porcentagem de moradores presentes nas habitações. A Figura 26 (a) apresenta o padrão médio de ocupação da amostra. A maior parte dos moradores permanece em casa à noite, alguns moradores saem de casa pela manhã e pela tarde, e uma parte passa o período do almoço em casa.

A Figura 26 (b) apresenta o perfil de ocupação de 26% dos respondentes, que permanecem em casa durante o dia todo. As Figura 26 (c) e (d) mostram os padrões de ocupação de 29% e 25% das habitações, em que os moradores saem de casa das 8h às 18h, e almoçam também fora de casa, ou voltam para casa no horário do almoço, respectivamente. Em 20% das habitações os moradores saem de casa em apenas um turno diurno, seja durante a manhã (10%, linha preta) ou à tarde (10% linha cinza), indicados na Figura 26 (e). Chen *et al*. (2015) também observaram variações no padrão de ocupação entre diferentes composições de família em um estudo aplicado na China, com 73 famílias. Estas diferenças observadas na ocupação levam à variação da operação de equipamentos e consequentemente, do consumo de energia.

Figura 26 - Ocupação (a) média e (b) (c) (d) (e) típicas nas habitações.



Fonte: elaborado pela autora.

O padrão de ocupação médio entre os respondentes se assemelha ao encontrado por Ramos *et al*. (2020) para habitações brasileiras, com pequena variação na porcentagem de moradores em casa ao longo do dia. O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (INMETRO, 2012) e a NBR 15575 (ABNT, 2021) apresentam uma situação intermediária entre o perfil de moradores que permanecem o dia fora de casa e que permanecem o dia em casa. O regulamento considera que os moradores saem de casa no período da manhã, uma parte (25%) retorna no período da tarde, e todos permanecem em casa no período da noite, o que representa pessoas que trabalham meio período, por exemplo. Este padrão difere do padrão médio observado na amostra pesquisada, e se aproxima ao padrão de ocupação de 10% da amostra, representado na Figura 26 (e) (linha cinza). A NBR 15575 (ABNT, 2021) considera um padrão de ocupação similar ao indicado pelo RTQ-R, no entanto, uma parte maior de usuários (50%) permanece em casa à tarde,

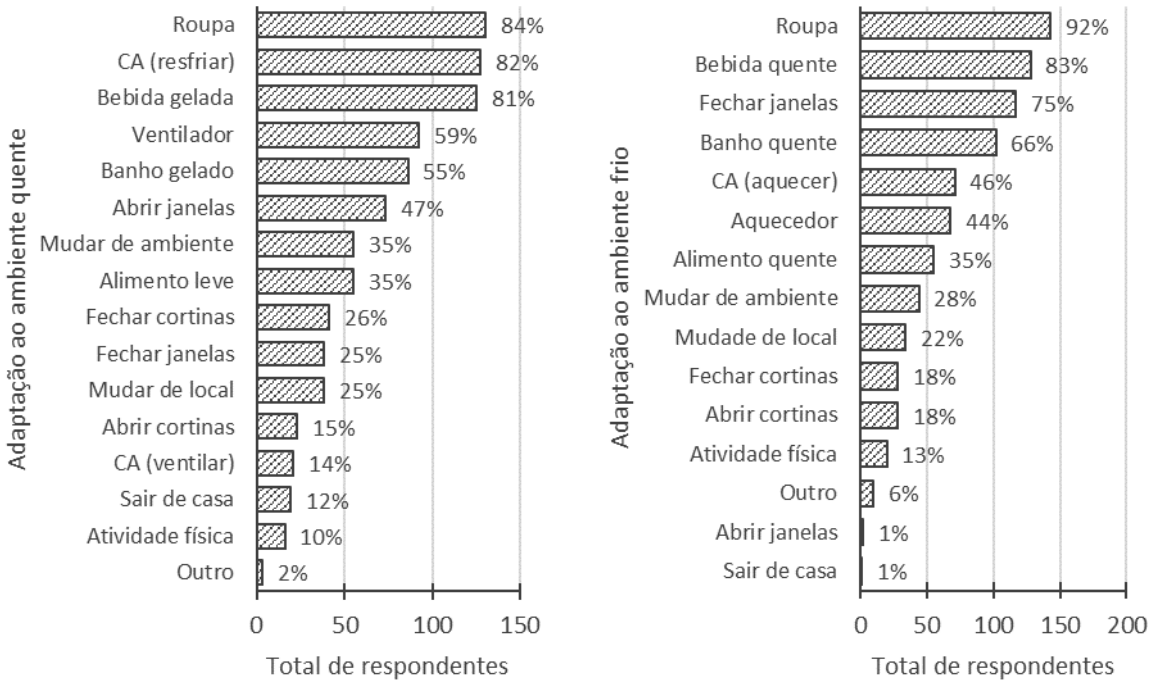
O padrão de ocupação é uma das principais informações relativas ao usuário inseridas em simulações computacionais do desempenho de edificações. Segundo Hong *et al*. (2017), este parâmetro tem sido simplificado ou até ignorado no desempenho relacionado ao uso da edificação. Tal simplificação pode levar a imprecisões no desempenho energético estimado da edificação e discrepâncias em otimizações de projeto, diagnósticos e simulações (YAN; HONG, 2018). Portanto, aproximar o padrão de ocupação de simulações do padrão dos usuários na prática é fundamental para que a simulação possa ser mais precisa na previsão do desempenho termoenergético das edificações.

Durante o final de semana, apenas 2% dos moradores relataram ter um padrão de ocupação similar aos dias de semana. É mais frequente que os moradores permaneçam a maior parte do tempo em casa nos finais de semana (48%). Ao longo do ano, 84 respondentes (54%) relataram sair nas férias de verão e 36 (23%) nas férias de inverno, enquanto 74 respondentes (47%) relataram que o padrão de ocupação permanece o mesmo durante todo o ano.

4.2.4 Comportamento adaptativo

A Figura 27 apresenta a frequência em que diferentes comportamentos adaptativos para desconforto por calor e por frio foram relatados por respondentes, que poderiam selecionar mais de uma opção. Os comportamentos adaptativos para desconforto por calor diferem dos comportamentos para desconforto por frio. De modo geral, são mais frequentes ajustes individuais do que ambientais.

Figura 27 - Comportamento adaptativo para desconforto por calor e por frio.



Nota: Mudar de ambiente refere-se à mudança de ambiente na habitação, como ir da sala para o dormitório na busca por conforto térmico. Mudar de local refere-se à mudança de posição no ambiente em que o usuário está, como ir para próximo da janela para receber a radiação solar direta, ou a ventilação natural.

Fonte: elaborado pela autora.

O comportamento mais frequente, tanto para situação de calor quanto para frio, é trocar de roupa. A mudança de isolamento da vestimenta também foi um dos principais comportamentos adaptativos observados por Indraganti (2010a) e Rijal (2018), para habitações na Índia e no Nepal, respectivamente, e por Meinke *et al*. (2017) em um experimento em ambiente controlado na Alemanha. O uso de vestimenta pode ser limitado por aspectos sociais, como uniforme ou roupas formais em ambientes de trabalho (VON GRABE, 2016b). De Vecchi, Lamberts e Cândido

(2017) observaram maior variação do nível de vestimenta em edificações com menor limitação do código de vestimenta, entre edifícios de escritório e salas de aula em Florianópolis, em que os usuários aproveitaram esta liberdade como oportunidade para adaptação ao ambiente térmico. Em habitações o efeito deste fator social também é menor, resultando na troca de roupas como um dos principais comportamentos adaptativos.

Para desconforto por calor, ligar o CA é o segundo ajuste mais frequente, indicado por 82% dos respondentes. A pesquisa qualitativa também apresentou maior frequência de menções ao uso de CA, no entanto os comentários indicavam que seu uso era esporádico e o equipamento era utilizado por pouco tempo. Entre os usuários observados por Ramos *et al.* (2020) no Brasil, a operação de janelas foi o comportamento indicado pela maioria dos usuários (69,5%), enquanto apenas 33,3% utilizam o CA para resfriamento. A preferência pelo uso do CA pode ter relação com o histórico térmico e o vício de uso, observado por de Vecchi, Cândido e Lamberts (2016), que indica que a exposição a ambientes condicionados artificialmente interfere na tolerância a variações de temperatura e leva à preferência por ambientes climatizados artificialmente. Este pode ser o caso entre os usuários participantes da presente pesquisa, visto que a maioria das habitações (88%) tem CA para resfriamento, possibilitando o condicionamento híbrido dos ambientes (natural e artificial).

Ligar o ventilador é adotado por 59% dos respondentes (4º mais frequente), enquanto abrir janelas é adotado por 47% dos respondentes (6º mais frequente). Apesar de a maioria dos moradores relatar que suas habitações são bem ventiladas, a operação de janelas para melhorar as condições térmicas do ambiente não está entre as primeiras opções de ajustes para os respondentes da pesquisa. É possível que haja relação com o hábito dos usuários, ou a ventilação natural não é suficiente para atingir as condições de conforto térmico. Na presente pesquisa, estes hábitos foram levantados considerando a diferença entre verão e inverno para a habitação como um todo, sem considerar períodos de meia estação, dia e noite, e ambientes separadamente. Estudos futuros abordando estes temas podem contribuir com o melhor entendimento do comportamento do usuário relacionado à operação de janelas.

Entre os ajustes citados acima, estão presentes também ajustes individuais como tomar bebida gelada (81%, 3º mais frequente) e tomar banho gelado (55%, 5º mais frequente). Resultado similar foi observado por Rijal (2018) para regiões de clima subtropical no Nepal, onde os moradores costumam tomar 3 a 4 banhos por dia, e beber grandes quantidades de água gelada para manter-se em conforto nos períodos quentes. Na índia, beber água gelada também foi um dos comportamentos adaptativos mais frequentes durante o verão em habitações multifamiliares (INDRAGANTI, 2010b).

Para desconforto por frio, os ajustes mais frequentes não incluem o uso de equipamentos para atingir conforto: ajustes individuais como trocar de roupas, tomar bebida quente e tomar banho quente são o 1º, 2º e 4º ajustes, e fechar janelas, ajuste ambiental, é o 3º ajuste mais frequente. Ligar o CA e ligar o aquecedor são apenas o quinto e sexto ajustes mais frequentes, citados por 46% e 44% dos respondentes, respectivamente. Para situações de frio, é mais frequente, portanto, o uso de ajustes individuais, antes de se ligar o CA ou usar o aquecedor.

A preferência por ajustes individuais e o uso de janelas foi observada também na pesquisa qualitativa, com a indicação do uso de cobertores, roupas e banho quente. Mencionaram também que fechar as janelas era suficiente para manter a casa confortável em dias frios. Aqueles que mencionaram o uso de CA comentaram a sensação desagradável de sufocamento, que levava ao pouco uso do equipamento na função aquecer, enquanto aquecedores elétricos eram usados raramente.

As diferenças observadas entre a adaptação no verão e no inverno pode ter relação com o clima de Santa Maria, RS. Com inverno pouco rigoroso e frequentes variações de temperatura, associado a períodos de calor durante o inverno, com a chegada de massas de ar quente, o desconforto por frio é amenizado, por estar intercalado com períodos de calor. Ações de baixo custo e consumo, como trocar de roupa e fechar as janelas costumam ser suficientes, diminuindo o investimento na aquisição e uso de CA e aquecedor.

Considerando a influência do contexto no comportamento adaptativo, a Tabela 1 apresenta a comparação das frequências das principais ações do usuário para desconforto por frio e por calor com a renda e faixa etária do usuário,

pavimento e incidência solar da habitação, e percepção de conforto. O teste de aderência qui-quadrado foi utilizado para as comparações entre o comportamento adaptativo e fatores com mais de 2 grupos, e o teste de aderência binomial foi utilizado para as comparações com fatores com 2 grupos. A hipótese nula considerada foi a de que não há associação entre o comportamento e os fatores contextuais. Quando o ρ-valor foi menor que 0,05, a hipótese nula foi rejeitada, indicando que há associação entre as variáveis analisadas.

A renda teve associação apenas com o uso do CA na função aquecer. Neste caso, a frequência de pessoas que usam CA na função aquecer como comportamento adaptativo para desconforto por frio tende a aumentar de acordo com a renda: entre os moradores com renda de até 4 salários mínimos 30% indicaram o uso de CA (aquecer), entre os moradores com renda de 5 a 10 salários mínimos 43% usam o equipamento, e 64% dos moradores com renda maior que 10 salários mínimos usam o CA na função aquecer.

Tabela 1 - Comparação entre comportamentos adaptativos e fatores contextuais.

(continua)

Fatores contextuais			**Desconforto por calor**			**Desconforto por frio**		
Fator	Grupo	N	Freq.	X²	ρ-valor	Freq.	X²	ρ-valor
Roupas								
Renda	Até 4	53	91%			98%		
χ^2 (gl = 2)	5 a 10	49	90%	1,1692	0,5573	96%	0,68531	0,7099
	>10	53	72%			83%		
Faixa etária	Jovens	50	96%			100%		
χ^2 (gl = 3)	Adultos	57	79%	25,015	**1,53e-05**	95%	30,455	**1,11E-06**
	Idosos	22	68%			73%		
	Crianças	26	85%			88%		
Pavimento	T+1	35	80%			86%		
χ^2 (gl = 3)	2	25	92%	9,8769	**0,01964**	92%	13,839	**0,003132**
	3	39	82%			95%		
	>4	56	84%			95%		
Inc. solar	Ensolarada	114	83%		**1,39e-07**	92%		**1,89E-08**
(Binomial)	Sombreada	41	85%			93%		
Percepção	Conforto	4	75%			95%		
de conforto	Pouco calor/frio	7	71%	65,554	**5,82e-15**	90%	15,629	**0,001351**
χ^2 (gl = 2) v	Calor/frio	46	85%			96%		
χ^2 (gl = 3) i	Muito calor/frio	98	85%			87%		

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 1 - Comparação entre comportamentos adaptativos e fatores contextuais.

(continuação)

Fatores contextuais			**Desconforto por calor**			**Desconforto por frio**		
Fator	Grupo	N	Freq.	X²	ρ-valor	Freq.	X²	ρ-valor
Janelas			*(abrir)*			*(fechar)*		
Renda	Até 4	53	58%			83%		
χ^2 (gl = 2)	5 a 10	49	49%	3,4795	0,1756	78%	1,0769	0,5836
	>10	53	34%			66%		
Faixa etária	Jovens	50	60%			92%		
χ^2 (gl = 3)	Adultos	57	39%	16,26	**0,001003**	70%	26,624	**7,06E-06**
	Idosos	22	32%			64%		
	Crianças	26	54%			65%		
Pavimento	T+1	35	34%			71%		
χ^2 (gl = 3)	2	25	40%	21,521	**8,21E-05**	72%	14,59	**0,002203**
	3	39	41%			72%		
	>4	56	63%			82%		
Inc. solar	Ensolarada	114	49%		**5,27E-06**	75%	3,68E-07	**3,68E-07**
(Binomial)	Sombreada	41	41%			76%		
Percepção	Conforto	4	50%			77%		
de conforto	Pouco calor/frio	7	43%	34,877	**2,67E-08**	69%	17,94	**0,0004525**
χ^2 (gl = 2) v	Calor/frio	46	48%			86%		
χ^2 (gl = 3) i	Muito calor/frio	98	47%			66%		
Ventilador/Aquecedor			*(ventilador)*			*(aquecedor)*		
Renda	Até 4	53	74%			38%		
χ^2 (gl = 2)	5 a 10	49	63%	4,7174	0,09454	43%	1,2647	0,5313
	>10	53	42%			51%		
Faixa etária	Jovens	50	72%			50%		
χ^2 (gl = 3)	Adultos	57	49%	15,565	**0,001392**	35%	7,8824	**0,04851**
	Idosos	22	59%			55%		
	Crianças	26	58%			42%		
Pavimento	T+1	35	60%			46%		
χ^2 (gl = 3)	2	25	76%	1,7391	0,6283	60%	0,82353	0,8438
	3	39	69%			44%		
	>4	56	45%			36%		
Inc. solar	Ensolarada	114	55%		**0,0005091**	45%		**4,45E-05**
(Binomial)	Sombreada	41	71%			41%		
Percepção	Conforto	4	50%			18%		
de conforto	Pouco calor/frio	7	43%	52,196	**4,63E-12**	36%	18,471	**0,0003517**
χ^2 (gl = 2) v	Calor/frio	46	57%			48%		
χ^2 (gl = 3) i	Muito calor/frio	98	62%			61%		

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 1 - Comparação entre comportamentos adaptativos e fatores contextuais.

(conclusão)

Fatores contextuais			Desconforto por calor			Desconforto por frio		
Fator	Grupo	N	Freq.	X²	ρ-valor	Freq.	X²	ρ-valor
CA			*(resfriar)*			*(aquecer)*		
Renda	Até 4	53	62%			30%		
	5 a 10	49	92%	3,2756	0,1944	43%	7,2958	**0,02605**
χ^2 (gl = 2)	>10	53	92%			64%		
	Jovens	50	72%			40%		
Faixa etária	Adultos	57	82%	14,134	**0,002728**	40%	4,4366	0,218
χ^2 (gl = 3)	Idosos	22	91%			50%		
	Crianças	26	92%			65%		
	T+1	35	89%			43%		
Pavimento	2	25	84%	10,291	**0,01625**	44%	11,873	**0,00783**
χ^2 (gl = 3)	3	39	74%			38%		
	>4	56	82%			54%		
Inc. solar	Ensolarada	114	85%		**1,99E-09**	49%		**1,04E-06**
(Binomial)	Sombreada	41	73%			37%		
Percepção	Conforto	4	50%			9%		
de conforto	Pouco calor/frio	7	71%	67,102	**2,69E-15**	46%	22,127	**6,14E-05**
χ^2 (gl = 2) v	Calor/frio	46	83%			52%		
χ^2 (gl = 3) i	Muito calor/frio	98	84%			58%		

Fonte: elaborado pela autora.

A faixa etária dos moradores teve influência na maioria dos comportamentos. A troca de roupas e o uso de janelas como adaptação ao desconforto por calor apresentou alta frequência entre habitações formadas por jovens (habitações com moradores de 18 a 29 anos) e famílias com crianças. Por outro lado, quando estes comportamentos estão relacionados ao desconforto por frio, as maiores frequências foram entre jovens e idosos (habitações com moradores acima de 60 anos). O uso de ventilador foi mais frequente para jovens, o uso do aquecedor foi mais frequente para idosos, e o uso do CA para resfriar foi mais frequente para habitações com crianças e idosos. Entre os respondentes, observa-se que os jovens tendem a tomar ações individuais e passivas, com maior relação com o desconforto por calor, enquanto idosos tendem a tomar ações mais relacionadas ao desconforto por frio, inclusive com o uso de aquecedor. Este resultado pode indicar diferenças de hábitos de acordo com a idade das pessoas que habitam as residências, como esperado, visto que idosos são menos tolerantes ao frio, devido a alterações no metabolismo com o envelhecimento (PANET; ARAÚJO; ARAÚJO, 2020; RUVIARO; ZAMBONATO; GRIGOLETTI, 2021).

A localização do pavimento da habitação também apresentou influência no comportamento adaptativo. O uso de janelas e o uso de CA para aquecer foi mais frequente para os pavimentos mais altos. Por outro lado, o uso de CA para resfriar foi mais frequente para as habitações dos pavimentos mais baixos, o que pode indicar uma relação entre os dois comportamentos: fechar as janelas para utilizar o CA. Este padrão de comportamento pode ter motivações como segurança e privacidade, que foram mencionados com maior frequência por habitações dos pavimentos mais baixos (66% e 71%, respectivamente, para habitações do térreo e primeiro pavimento) e menor frequência nos pavimentos mais altos (48% e 46%, respectivamente) para habitações acima do quarto pavimento.

O teste de aderência binomial indicou associação entre a incidência solar e os quatro comportamentos adaptativos analisados. No entanto, habitações ensolaradas e sombreadas apresentaram frequências muito próximas para estes comportamentos. O uso de CA para resfriamento teve uma associação mais significativa com a incidência solar, indicando que habitações ensolaradas apresentaram maior frequência de uso do CA na função resfriar do que habitações sombreadas. Este resultado pode estar associado aos ganhos de calor referentes à radiação solar incidente nas habitações, que levam a um uso mais frequente de CA. Schweiker e Shukuya (2009) observaram, a partir da análise de modelos estatísticos baseados em levantamentos de campo, que habitações do segundo ao quarto pavimento, sombreadas pela vegetação do entorno necessitavam de uso menos frequente do CA para resfriar, enquanto habitações com maior exposição à radiação solar (orientadas a sul, no hemisfério norte), usavam o condicionamento de ar com maior frequência no verão e menor frequência no inverno, devido aos ganhos de calor através das aberturas.

Uma vez que o comportamento adaptativo do usuário depende diretamente da percepção de conforto térmico, os testes estatísticos confirmaram esta relação de associação entre a percepção de conforto e todos os comportamentos analisados. Para a troca de roupas, quanto maior o desconforto maior a frequência deste comportamento para desconforto por calor. Para desconforto por frio a relação é inversa: sendo mais frequente para os moradores que relatam menor desconforto no inverno. Observa-se que, para o desconforto por frio comportamentos individuais costumam ser suficientes para atingir o conforto térmico.

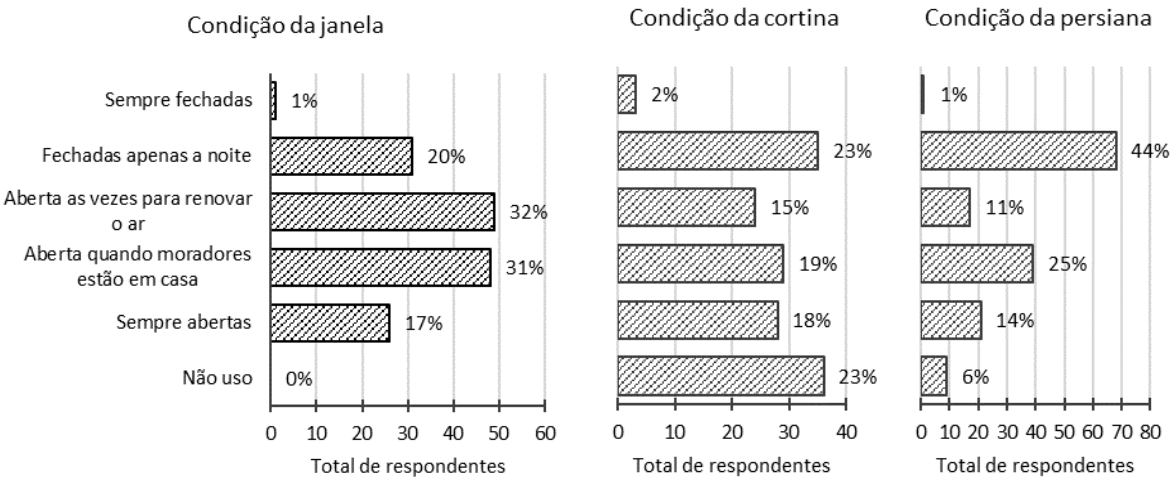
Abrir janelas foi mais frequente para moradores em conforto. O ventilador, aquecedor e CA foi mencionado com maior frequência quando maior o desconforto térmico relatado: apenas 9% dos moradores que relataram sentir-se em conforto no inverno utilizam CA para aquecer, enquanto 58% dos moradores em extremo desconforto utilizam o equipamento. Esta relação, já esperada, indica a importância de ambientes confortáveis e que permitam o condicionamento passivo, resultando em menor consumo energético para atingir os níveis de conforto térmico esperados.

4.2.5 Uso de janelas e proteções solares

A seguir são apresentados o padrão e motivações para o uso de janelas e proteções solares. A Figura 28 apresenta a condição de janelas e proteções solares das habitações relatadas pelos respondentes. O uso de proteções solares foi levantado a partir do uso de cortinas e persianas ou venezianas, visto que estas foram as proteções solares disponíveis nas habitações multifamiliares de Santa Maria, identificadas a partir da pesquisa qualitativa. O uso de janelas e proteções solares foi citado por alguns respondentes como comportamento adaptativo tanto para o desconforto por frio, quanto por calor. O padrão de uso e a motivação para o uso, no entanto, tendem a ter maior relação com a rotina diária e a qualidade do ar do que com a busca por conforto térmico.

As operações de janelas mais relatadas pelos respondentes foram abertas algumas vezes para renovar o ar (32%) e quando os moradores estão em casa (31%). O uso de proteções solares também está mais relacionado com a rotina diária do que propriamente com ajustes por desconforto por frio ou calor. O uso de cortinas e persianas ou venezianas apresentaram maior frequência para a opção fechadas apenas à noite, e cortinas não são utilizadas por grande parte dos respondentes (23%). Isso indica que não é comum o uso destes dispositivos para barrar a incidência de radiação solar direta a fim de reduzir ganhos de calor no ambiente interno.

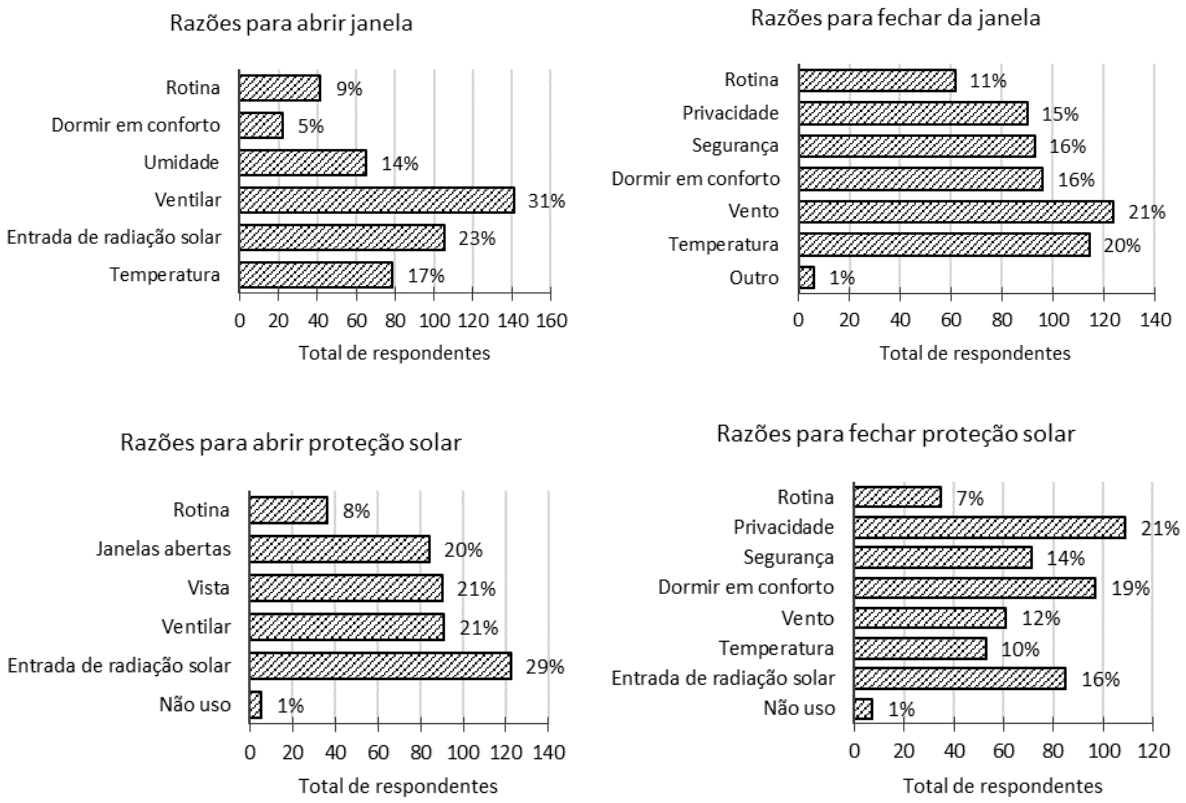
Figura 28 - Operação de janelas, cortinas e persianas.



Fonte: elaborado pela autora.

As motivações para operação de janelas e proteções solares são apresentadas na Figura 29. O principal motivo para abrir janelas é ventilar, seguido de aproveitar a entrada de radiação solar. Abrir janelas para ventilar parece ter mais relação com a renovação do ar, higiênica, do que com o conforto térmico, visto que o padrão de operação de janelas mais frequente foi para renovar o ar. Já os principais motivos para fechar janelas são barrar o vento e controlar a temperatura interna. Estes motivos podem ter relação com o uso de CA: uma vez que as janelas precisam ser fechadas devido ao vento e à temperatura, o CA é uma alternativa para atingir o conforto térmico. Dormir em conforto, segurança e privacidade tiveram frequências similares de respostas. Outras razões citadas pelos respondentes foram barrar barulho externo (1), barrar a entrada de insetos ou morcegos (3), barrar a entrada de poluição (1), e em função do uso do CA (1).

Figura 29 - Razões para abrir e fechar as janelas.



Fonte: elaborado pela autora.

O motivo para abrir proteções solares é a entrada de luz natural. Os principais motivos para fechar as proteções solares são privacidade, dormir em conforto e entrada de luz natural. Este último aparece como motivo para abrir e fechar proteções solares, podendo ter relação com o aproveitamento ou bloqueio da luz natural para conforto visual (pavimentos mais baixos costumam ter menor disponibilidade de iluminação natural, enquanto pavimentos mais altos apresentam níveis excessivos causando ofuscamento). Também pode estar relacionado com o desempenho térmico da habitação visto que a incidência de radiação solar contribui para os ganhos de calor na edificação.

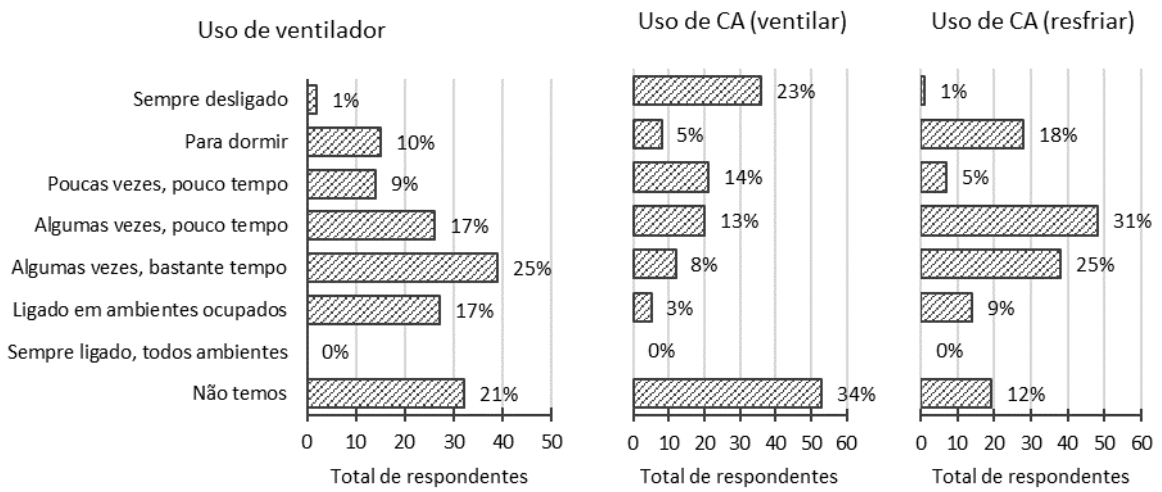
4.2.6 Uso de equipamentos de condicionamento artificial

O uso de equipamentos de resfriamento, para minimizar o desconforto por calor, apresentou variações de acordo com o tipo de equipamento, como mostra a

Figura 30. O ventilador costuma ser usado algumas vezes por dia por bastante tempo para manter o conforto (por 25% dos respondentes), algumas vezes por dia, por pouco tempo até atingir o conforto (17%), ou enquanto os moradores estão no ambiente (17%). Além disso, o ventilador não é usado em 21% das habitações.

A função ventilar do CA está sempre desligada para 23% dos respondentes e não está presente em 34% das habitações. O CA (ventilar) é usado por pouco tempo até atingir o conforto para 14% dos respondentes, ou por bastante tempo para manter o conforto, para 13% dos respondentes. Já o CA na função resfriar costuma ser utilizado por pouco tempo até atingir o conforto para 31% dos respondentes, 25% dos moradores usam por bastante tempo para manter o conforto, e 18% usam o CA na função resfriar à noite, para dormir. Nenhum dos respondentes relatou usar o ventilador ou o CA sempre ligado.

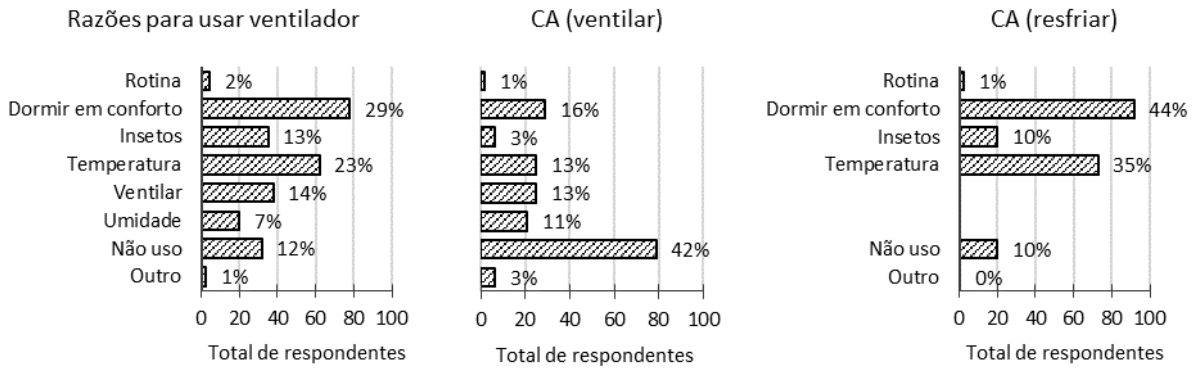
Figura 30 - Uso de ventilador, CA na função ventilar e na função resfriar.



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 31 apresenta as motivações para uso de equipamentos de resfriamento. O principal motivo para o uso destes equipamentos é dormir em conforto, seguido do controle da temperatura do ar durante o dia. Para o ventilador e para o CA (resfriar) o controle da temperatura é o segundo motivo mais mencionado pelos respondentes. O motivo menos frequente para os três equipamentos foi a rotina. Outro motivo para o uso do ventilador, citado por um dos respondentes, foi para secar roupas em dias chuvosos, geralmente no inverno.

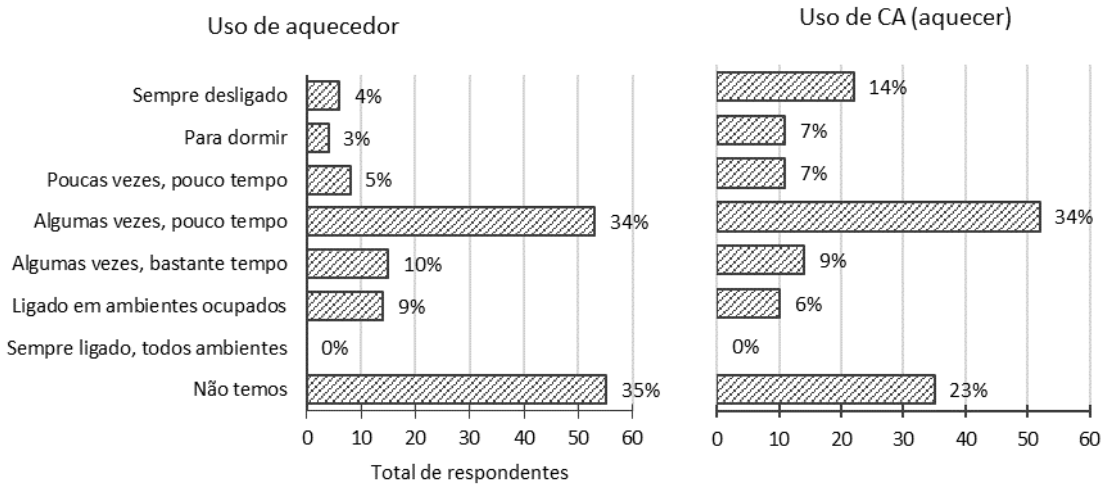
Figura 31 - Razões para o usar equipamentos de resfriamento.



Fonte: elaborado pela autora.

O uso de dispositivos de aquecimento apresenta similaridades entre o uso do aquecedor e do CA na função aquecer, como mostra a Figura 32. Ambos costumam ser utilizados por pouco tempo para atingir o conforto (34%), assim como o CA para resfriamento. Além disso, parte dos respondentes relata não ter aquecedor (35%) ou CA com função aquecer (23%), e parte costuma manter estes equipamentos sempre desligados (4% para o aquecedor e 14% para o CA). Observa-se que o CA na função aquecer é menos utilizado do que o CA na função resfriar, e o seu uso é feito por menor tempo, corroborando com as falas dos respondentes da pesquisa qualitativa, que raramente usam o CA para aquecer, e não gostam da sensação de sufocamento gerada pelo seu uso.

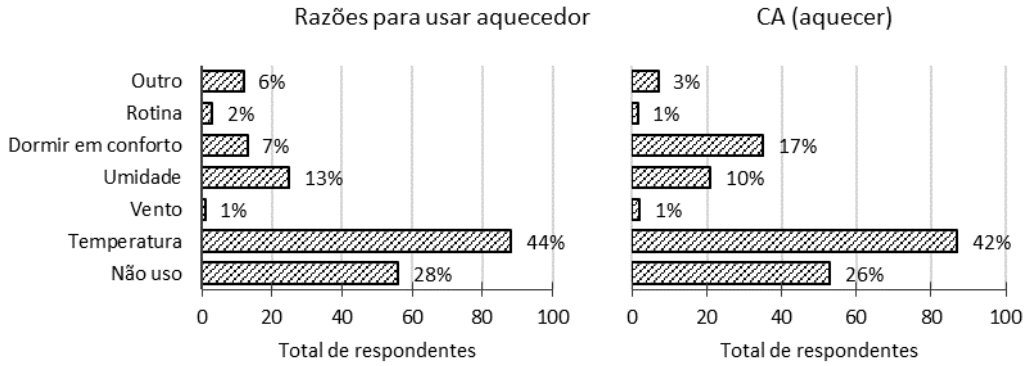
Figura 32 - Uso de aquecedor e CA na função aquecer.



Fonte: elaborado pela autora.

As motivações para o uso de equipamentos de aquecimento são apresentadas na Figura 33. O principal motivo é o controle da temperatura, tanto para o aquecedor quanto para o CA na função aquecer. O segundo motivo mais frequente para o uso do aquecedor é a umidade, enquanto para o CA é dormir em conforto.

Figura 33 - Razões para o usar equipamentos de aquecimento, por sensação de conforto no inverno.



Fonte: elaborado pela autora.

Apesar de o CA estar presente em cada vez mais domicílios, os resultados mostram que seu uso é limitado, sendo utilizado por pouco tempo. Segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a), 16,7% dos domicílios brasileiros possuem CA, sendo

80,7% com a função resfriar e 17,5% com as funções resfriar e aquecer. Para o Rio Grande do Sul o CA é utilizado de 4 a 5 vezes por semana nos meses de verão e inverno, e com menor frequência nos meses de temperaturas mais amenas. Segundo Indraganti (2010b), algumas das limitações para o uso de CA, em sua pesquisa com habitações multifamiliares na Índia são relacionadas à acessibilidade econômica, custo de manutenção e compra, válido também para o Brasil. Ramos *et al.* (2020) observaram a relação entre o uso do CA e a renda familiar em habitações brasileiras.

A análise de associação entre fatores contextuais e o uso de equipamentos para resfriamento e aquecimento identificou a relação do padrão de uso do ventilador, CA (ventilar, aquecer e resfriar) e aquecedor com características do usuário e da habitação. A Tabela 2 apresenta os equipamentos e fatores contextuais que tiveram associação significativa estatisticamente. Foi aplicado o teste de Fisher para investigar estas relações, visto que algumas das observações apresentavam menos de 5 indivíduos, impossibilitando, portanto, o uso do teste qui-quadrado (GIOLO, 2017).

Após a identificação das características e comportamentos com aderência significativa estatisticamente, foram feitos testes de comparação por pares, para identificar qual era a relação de associação. A comparação por pares indicou pares com associação significativa apenas para a relação entre o padrão uso de CA para resfriar com a renda. O tempo de uso do AC (resfriar) aumenta com o aumento da renda: moradores com renda de até 4 salários mínimos não usam o equipamento, moradores com renda de 5 a 10 salários mínimos usam algumas vezes no dia, por pouco tempo até atingir o conforto térmico, e moradores com renda acima de 10 salários mínimos usam algumas vezes por dia, por longo período, para manter o conforto térmico.

Amostras maiores e com distribuição mais homogênea entre os grupos de fatores contextuais podem indicar com maior significância onde estão as relações de associação entre as características dos usuários ou da habitação e o padrão de uso de equipamentos de condicionamento artificial.

Tabela 2 - Comparação entre uso de equipamentos (resfriamento/aquecimento) e fatores contextuais.

Fatores contextuais		**Fisher**	**Padrão de uso**															
			Resultado absoluto								Resultado % total							
Fator	Grupo	ρ-valor	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Ventilador																		
Renda	Até 4	0,00569	6	0	10	10	14	3	10	0	11	0	19	19	26	6	19	0
	5 a 10		11	0	7	19	4	3	3	2	22	0	14	39	8	6	6	4
	>10		15	0	10	10	8	8	2	0	28	0	19	19	15	15	4	0
Pavimento	T+1	0,0376	4	0	9	15	3	1	2	1	11	0	26	43	9	3	6	3
	2		5	0	4	6	4	3	3	0	20	0	16	24	16	12	12	0
	3		4	0	10	9	7	5	4	0	10	0	26	23	18	13	10	0
	>4		19	0	4	9	12	5	6	1	34	0	7	16	21	9	11	2
AC (ventilar)																		
Faixa etária	Jovens	0,004	21	0	0	1	4	3	3	18	42	0	0	2	8	6	6	36
	Adultos		18	0	2	7	11	7	1	11	32	0	4	12	19	12	2	19
	Idosos		4	0	1	1	4	5	1	6	18	0	5	5	18	23	5	27
	Crianças		10	0	2	3	1	6	3	1	38	0	8	12	4	23	12	4
AC (resfriar)																		
Renda	Até 4	0,029	**15**	0	4	7	15	2	9	1	**28**	0	8	13	28	4	17	2
	5 a 10		2	0	2	**17**	14	2	12	0	4	0	4	**35**	29	4	24	0
	>10		2	0	8	**14**	**19**	3	7	0	4	0	15	**26**	**36**	6	13	0
Aquecedor																		
Percepção de conforto	Conforto	0,0164	12	0	1	0	4	1	3	1	55	0	5	0	18	5	14	5
	Pouco calor/frio		17	0	2	1	15	2	0	2	44	0	5	3	38	5	0	5
	Calor/frio		18	0	6	11	17	2	0	2	32	0	11	20	30	4	0	4
	Muito calor/frio		8	0	5	3	17	3	1	1	21	0	13	8	45	8	3	3
AC (aquecer)																		
Renda	Até 4	0,00809	19	0	1	3	11	3	5	11	36	0	2	6	21	6	9	21
	5 a 10		10	0	2	5	21	1	3	7	20	0	4	10	43	2	6	14
	>10		6	0	7	6	20	7	3	4	11	0	13	11	38	13	6	8
Incidência solar	Ensolarada	0,01461	21	0	10	13	37	11	7	15	18	0	9	11	32	10	6	13
	Sombreada		14	0	0	1	15	0	4	7	34	0	0	2	37	0	10	17

Nota: padrões de uso dos equipamentos: (1) Não temos, (2) Sempre ligado, todos ambientes, (3) Ligado em ambientes ocupados, (4) Algumas vezes, bastante tempo (5) Algumas vezes, pouco tempo, (6) Poucas vezes, pouco tempo (7) Para dormir, (8) Sempre desligado.

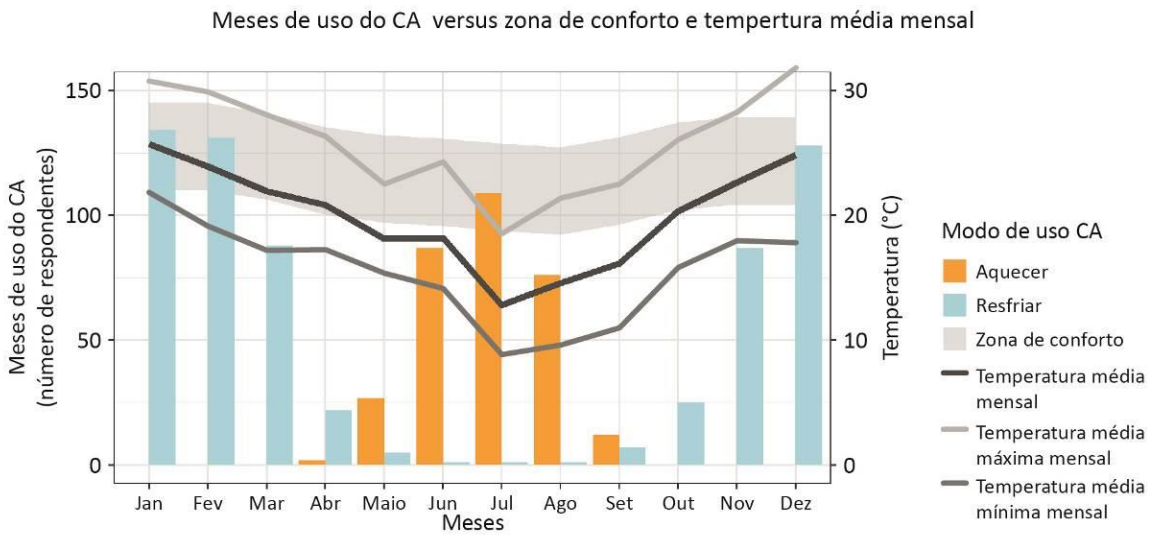
Além da frequência e motivação de uso de condicionadores de ar, os respondentes também indicaram os meses em que costumam usar o equipamento na função resfriar e aquecer, bem como a temperatura que costumam usar (*setpoint*), visto que estes comportamentos apresentam efeito no desempenho de edificações (RINALDI, A; SCHWEIKER; IANNONE, 2018; YAN, B. *et al.*, 2021).

4.2.6.1 *Meses de uso do CA*

A Figura 34 apresenta os meses de uso de condicionadores de ar para resfriamento (em azul) e aquecimento (em amarelo), a temperatura de bulbo seco média mensal (linha preta) e a zona de conforto (área cinza) para Santa Maria (PREOJETEEE, 2021). Como esperado, o uso de CA para resfriamento é mais frequente nos meses de temperaturas mais altas, como janeiro e fevereiro, enquanto o uso de CA para aquecimento é mais frequente nos meses com temperaturas mais baixas, como junho, junho e agosto.

Corroborando com a preferência dos usuários por comportamentos adaptativos individuais para o desconforto por frio observada nos resultados apresentados anteriormente, bem como com aspectos contextuais visto que o inverno no município costuma ser menos rigoroso do que o verão, o uso de condicionamento de ar para resfriamento é mais frequente do que para aquecimento. Enquanto o CA para resfriamento é utilizado, em média por 4,06 meses e foi citado em todos os meses por pelo menos um respondente, o CA para aquecimento aparece em apenas 6 meses, e a média de meses de uso é de 2,02 meses por ano.

Figura 34 - Meses de uso de condicionadores de ar para aquecimento e resfriamento



Fonte: Temperatura e zona de conforto adaptado de (PROJETEEE 2021).

A comparação dos meses de uso com fatores contextuais indicou relação entre os meses de uso do CA (resfriar) e a renda, bem como a relação entre os

meses de uso do CA (aquecer) e a renda, a faixa etária e a percepção de conforto, apresentado na Tabela 3 e na Tabela 4. Assim como na comparação de equipamentos com fatores contextuais, foi utilizado o teste de associação de Fisher e as associações significativas foram comparadas par a par.

A relação encontrada entre os meses de uso do CA (resfriar) e renda indica que quanto menor a renda, menor o número de meses de uso, e quanto maior a renda maior o número de meses de uso (Tabela 3). A comparação de pares indicou que enquanto moradores que não utilizam o CA (resfriar) em nenhum mês tem renda menor que 4 salários mínimos, aqueles que usam em 3 e 6 meses são majoritariamente moradores com renda maior que 10 salários mínimos. Além disso, o uso do CA (resfriar) por 4 e 5 meses parece ser independente da renda, apresentando frequências similares para as três faixas de renda.

Tabela 3 - Comparação entre número de meses de uso do CA (resfriar) e fatores contextuais.

Fatores contextuais		**Fisher**	**Número de mêses de uso do CA (resfriar)** Resultado absoluto/Resultado % total												
Fator	Grupo	ρ-valor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CA (resfriar)															
Renda	Até 4	0,0039	**14**	0	3	5	13	15	2	0	0	1	0	0	0
	5 a 10		3	0	2	10	10	12	7	4	0	0	0	0	1
	>10		1	0	2	**11**	13	12	**7**	3	3	1	0	0	0
Renda (%)	Até 4		**26**	0	6	9	25	28	4	0	0	2	0	0	0
	5 a 10		6	0	4	20	20	24	14	8	0	0	0	0	2
	>10		2	0	4	**21**	25	23	**13**	6	6	2	0	0	0

Fonte: elaborado pela autora.

Resultado similar foi observado no uso do CA (aquecer) (Tabela 4), em que os moradores que não usam o equipamento em nenhum mês são predominantemente de renda menor que 4 salários mínimos, enquanto os que usam por 4 meses tem renda maior que 10 salários mínimos. As demais características não apresentaram associação significativa na comparação de pares.

Tabela 4 - Comparação entre número de meses de uso do CA (aquecer) e fatores contextuais.

Fatores contextuais		**Fisher**	**Número de mêses de uso do CA (aquecer)**													
			Resultado absoluto							Resultado % total						
Fator	Grupo	p-valor	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
AC (aquecer)																
Renda	Até 4	0,002	**25**	1	12	12	3	0	0	**47**	2	23	23	6	0	0
	5 a 10		14	3	11	12	5	2	2	29	6	22	24	10	4	4
	>10		6	5	10	18	**12**	2	0	11	9	19	34	**23**	4	0
Faxia etária	Jovens	0,0395	20	3	12	9	4	0	2	40	6	24	18	8	0	4
	Adultos		19	3	10	18	4	3	0	33	5	18	32	7	5	0
	Idosos		3	2	3	8	6	0	0	14	9	14	36	27	0	0
	Crianças		3	1	8	7	6	1	0	12	4	31	27	23	4	0
Percepção de conforto	Conforto	0,0295	11	1	4	3	1	2	0	50	5	18	14	5	9	0
	Pouco frio		12	3	10	10	4	0	0	31	8	26	26	10	0	0
	Frio		14	4	15	17	4	0	2	25	7	27	30	7	0	4
	Muito frio		8	1	4	12	11	2	0	21	3	11	32	29	5	0

Fonte: elaborado pela autora.

A diferença observada entre o uso do CA para resfriar e aquecer, e a relação com a renda indicam que sem CA os usuários suportam melhor o frio do que o calor, visto que há menor uso do equipamento para aquecimento. Quando em desconforto por calor os usuários utilizam roupas e fecham janelas antes de fazer uso do CA. É possível que, por questões econômicas, os usuários de menor renda sintam maior desconforto por frio do que os usuários de maior renda, pois as características construtivas de habitações multifamiliares são similares, mas o primeiro grupo faz menor uso do CA (aquecer).

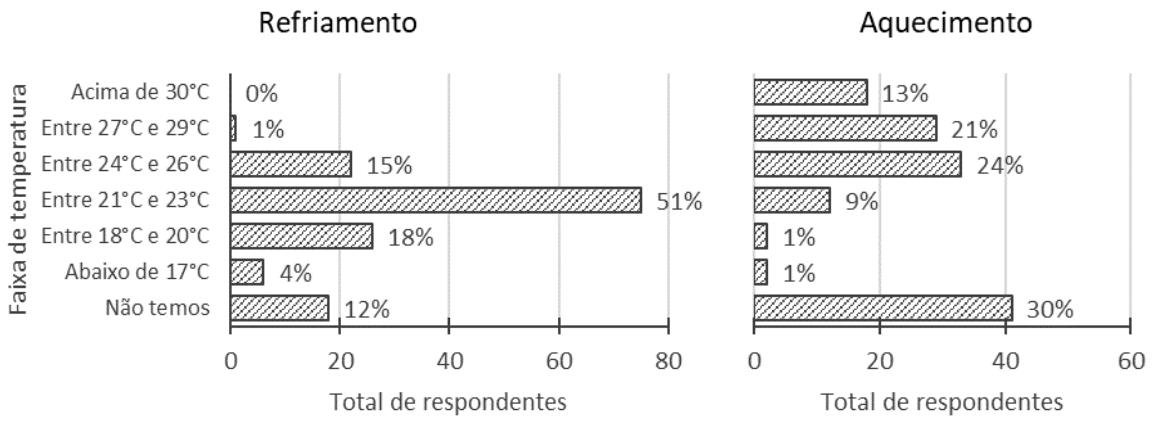
Ainda com relação a questões econômicas, observa-se que há maior investimento no uso do CA para resfriar do que para aquecer. Considerando o custo de uso do equipamento, os usuários preferem investir no seu uso para resfriamento, como mostra a Tabela 3, em que a maior parcela dos usuários utiliza o CA (resfriar) por mais de 4 meses, enquanto a maior parcela dos usuários com renda até 10 salários mínimos não utiliza o CA (aquecer) em nenhum mês.

4.2.6.2 Setpoint de uso do CA

A Figura 35 apresenta as faixas de temperatura (*setpoint)* utilizadas pelos respondentes para resfriamento e aquecimento. Quando os respondentes indicaram uma faixa de temperatura (por exemplo entre 22ºC e 25ºC) foi considerada a temperatura média. Alguns respondentes indicaram duas temperaturas: uma

temperatura mais extrema (18ºC/28ºC) para o início do acionamento, até resfriar ou aquecer o ambiente, e depois mantêm o CA em uma temperatura mais amena (25ºC/23ºC). Nestes casos, foi considerada a temperatura utilizada por mais tempo – mais amena. Um respondente não recordava a temperatura utilizada, e cinco respondentes não relataram a temperatura de uso do CA (aquecer) relatando que não usam esta função por não gostar da sensação ou preferir o uso do aquecedor.

Figura 35 - *Setpoint* de resfriamento e aquecimento.



Fonte: elaborado pela autora.

O *setpoint* médio de resfriamento foi 21,7ºC, variando entre 16ºC e 27ºC. Mais da metade dos respondentes que indicaram um valor de *setpoint*, utiliza a faixa entre 21ºC e 23ºC. Resultado similar ao encontrado por Ramos *et al*. (2020) para o Brasil, bem como para as cidades de clima quente e ameno (caso de Santa Maria), que apresentaram mediana de 22ºC, com o primeiro e terceiro quartis correspondendo a 20ºC e 23ºC, respectivamente.

A média do *setpoint* de aquecimento foi 26,3ºC, variando de 17ºC a 32ºC, 24% dos respondentes utilizam o *setpoint* entre 24ºC e 26ºC, e 21% utilizam entre 27ºC e 29ºC. O resultado também se aproximou do encontrado por Ramos *et al*. (2020), no entanto, a média do *setpoint* entre os moradores da presente pesquisa foi maior que a média de 25,5ºC observada para o Brasil, o que pode indicar que as habitações são mais frias na amostra participante da pesquisa.

Rinaldi *et al*. (2018) analisaram os dados do questionário aplicado pelo Departamento de Arquitetura e Planejamento Urbano da Universidade Politécnica de

Bari, na Itália, principalmente em habitações multifamiliares, que mostrou que a escolha da temperatura de *setpoint* e as horas de uso do sistema de aquecimento podem aumentar de acordo com a idade da edificação, resultando no aumento do consumo de energia. O *setpoint* para aquecimento observado por Rinaldi *et al.* (2018) variou entre 18º e 23ºC: as temperaturas mais baixas corresponderam a edificações novas, das décadas de 2000 e 2010, em que há sistemas de aquecimento mais eficientes, maior isolamento térmico nas paredes e aberturas com vidro duplo e vidros de baixa emissividade, enquanto temperaturas mais altas foram observadas em edificações mais antigas, da década de 1980, com sistemas de aquecimento antigos, pouco eficientes, baixo isolamento térmico nas paredes e aberturas com vidro simples. É possível associar o alto valor de *setpoint* para aquecimento observado em Santa Maria com as características construtivas das habitações, que costumam ter fechamentos pesados, baixo isolamento térmico e aberturas de vidro simples e de baixa estanqueidade, exigindo maiores temperaturas de *setpoint* para atingir o conforto esperado pelos usuários.

O *setpoint* de uso do CA apresentou associação com os fatores contextuais de renda (tanto o *setpoint* de resfriamento quanto o *setpoint* de aquecimento) e faixa etária (para o *setpoint* de resfriamento) (Tabela 5). A associação relativa ao *setpoint* de uso do CA também foi feita por meio do teste de Fisher. A comparação por pares indicou a associação entre moradores que não tem CA (resfriar) serem majoritariamente moradores de renda menor que 4 salários mínimos, enquanto moradores que usam o *setpoint* 24ºC a 26ºC para resfriamento são moradores com renda maior que 10 salários mínimos. Isso não significa, no entanto, que moradores de alta renda utilizam temperaturas mais altas, visto que o *setpoint* utilizado com maior frequência por este grupo foi de 21ºC a 23ºC. A alta frequência deste *setpoint* entre moradores desta faixa de renda pode ser consequência da maior posse deste equipamento.

Tabela 5 - Comparação entre *setpoint* de uso do CA e fatores contextuais.

Fatores contextuais		**Fisher**	***Setpoint* CA**															
			Resultado absoluto								**Resultado % total**							
Fator	Grupo	p-valor	N	<17	18-20	21-23	24-26	27-29	>30	C	N	<17	18-20	21-23	24-26	27-29	>30	C
CA (resfriar)																		
Renda	Até 4	1,00E-04	**15**	1	9	20	4	0	15	1	**28**	2	17	38	8	0	0	2
	5 a 10		2	4	9	30	3	0	2	4	4	8	18	61	6	0	0	0

	>10		1	1	8	25	**15**	1	1	1	2	2	15	47	**28**	2	0	0
Faxia etária	Jovens	0,008999	13	1	6	25	3	0	13	1	26	2	12	50	6	0	0	0
	Adultos		4	5	9	27	10	0	4	5	7	9	16	47	18	0	0	2
	Idosos		0	0	9	8	2	0	0	0	0	0	41	36	9	0	0	0
	Crianças		1	0	2	15	7	1	1	0	4	0	8	58	27	4	0	0
AC (aquecer)																		
Renda	Até 4	0,025	23	0	0	2	7	6	8	0	43	0	0	4	13	11	15	0
	5 a 10		11	1	1	3	13	10	4	0	22	2	2	6	27	20	8	0
	>10		7	1	1	7	13	13	6	0	13	2	2	13	25	25	11	0

Fonte: elaborado pela autora.

4.2.7 Influência do comportamento do usuário no consumo de energia

O consumo de energia foi levantado para alguns respondentes, que aceitaram participar da pesquisa detalhada, indicando o consumo mensal de energia para o período de janeiro de 2019 a dezembro de 2019, bem como a posse e frequência de uso de outros eletrodomésticos com maior contribuição no consumo de energia.

Visto que esta parte da pesquisa demandava mais tempo do respondente para acesso ao histórico de consumo de energia da habitação, sua resposta foi opcional. Participaram da pesquisa detalhada 51 dos 155 respondentes com respostas válidas. Dentre os participantes da pesquisa detalhada, a maioria mora em habitações de 1 ou 2 moradores, com renda familiar de mais de 10 salários-mínimos, adultos, de habitações ensolaradas, nos pavimentos 3 ou mais. A Tabela 6 apresenta a caracterização dos respondentes da pesquisa detalhada.

Tabela 6 - Características dos respondentes da pesquisa detalhada

Parâmetro	Grupos	Número	%
Número de moradores	1 morador	16	31%
	2 moradores	17	33%
	3 moradores	9	18%
	4 moradores	7	14%
	5 moradores	2	4%
Renda	Até 4 salários-mínimos	14	27%
	Entre 5 e 10 salários-mínimos	13	25%
	Mais de 10 salários-mínimos	24	47%
Faixa Etária	Jovens	10	20%
	Adultos	25	45%
	Idosos	8	16%
	Crianças	10	20%
Pavimento da habitação	Térreo e Pavimento 1	10	20%
	Pavimento 2	7	14%
	Pavimento 3	18	35%
	Pavimento 4 ou mais	16	31%

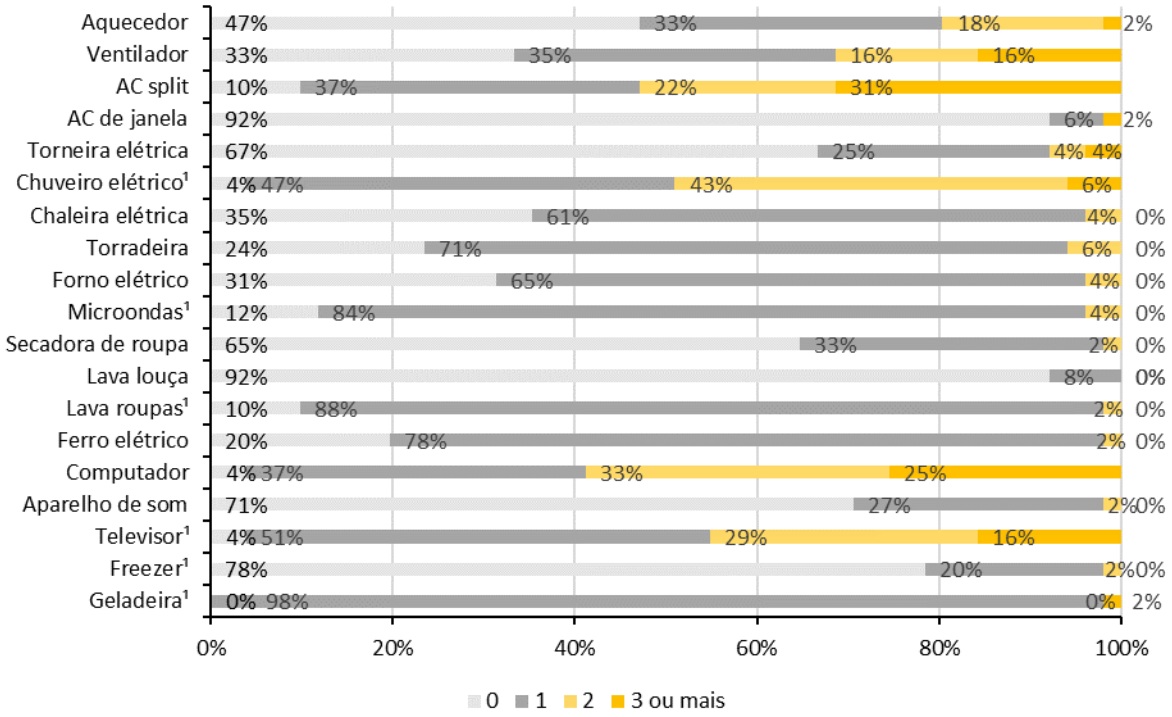
Radiação solar na habitação	Ensolarada	41	80%
	Sombreada	10	20%

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 36 apresenta a posse de equipamentos entre os respondentes. Observa-se que todos os respondentes têm, ao menos uma geladeira, único eletrodoméstico presente em todas as habitações. Chuveiro elétrico, televisor, e computador estão presentes em 96% das habitações participantes da pesquisa detalhada. Apenas 2 respondentes da pesquisa detalhada (4% da amostra) relataram não ter chuveiro elétrico. Embora a pesquisa não tenha abordado outras fontes de aquecimento de água, contato posterior com estes respondentes mostrou que, para estas duas habitações, o aquecimento da água era feito com aquecedor a gás. O tema pode ser aprofundado em trabalhos futuros. CA do tipo split e máquina lava roupas, responsáveis por 5,35% e 1,45% da carga residencial, segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a), estão presentes em 90% das habitações. Equipamentos como ferro elétrico, lava roupas, forno elétrico, micro-ondas, torradeira, chaleira elétrica e ventilador estão presentes em mais da metade das habitações.

Algumas habitações apresentam até 2 chuveiros elétricos e televisores, e 3 ou mais computadores e condicionadores de ar (modelo split). O freezer, que segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a) é responsável por 0,72% da carga residencial, está presente em apenas 22% das habitações participantes da pesquisa, e 20% têm apenas um freezer. A máquina lava roupas está presente em 82% das habitações.

Figura 36 - Posse de eletrodomésticos.

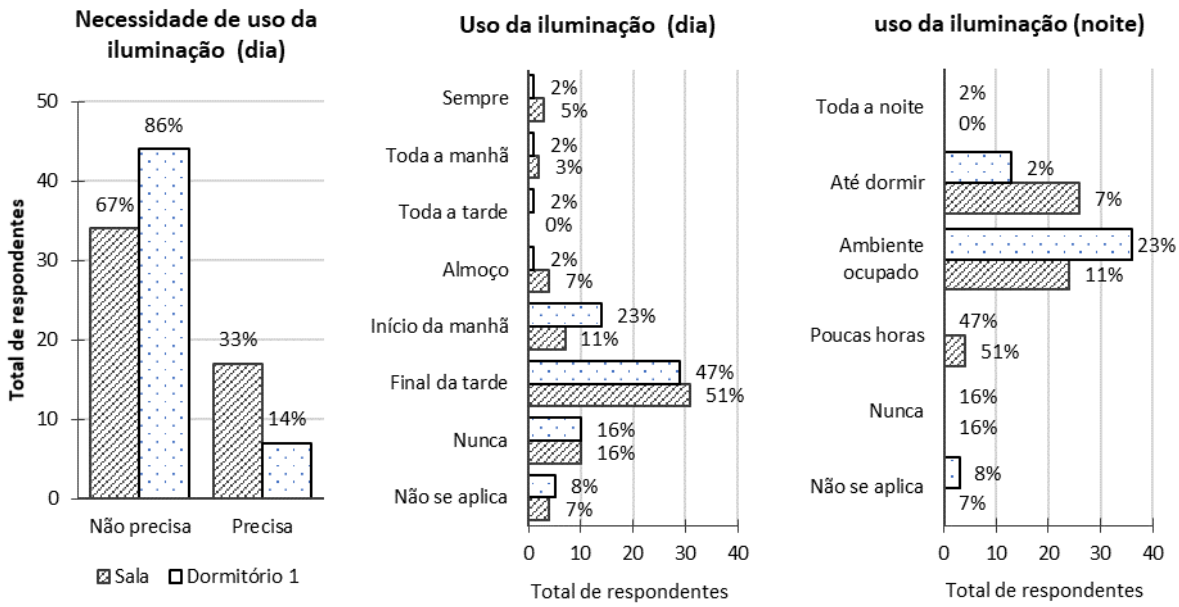


Nota: [1] Aparelhos de maior demanda na carca residencial segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a).

Fonte: elaborado pela autora.

Segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a), a iluminação artificial demanda 9,67% da carga residencial. Portanto, o uso da iluminação artificial entre os respondentes participantes da pesquisa detalhada foi levantado, por meio da necessidade de uso de iluminação artificial na sala e no dormitório principal, apresentado na Figura 37. Para a maior parte das habitações participantes da pesquisa detalhada o uso de iluminação artificial durante o dia não é necessário nem na sala (67%) nem no dormitório (86%). Quando necessário, as lâmpadas são utilizadas no final da tarde e início da manhã durante o dia. À noite, a iluminação artificial é utilizada em ambientes ocupados ou até o horário de dormir.

Figura 37 - Uso de iluminação artificial na sala e dormitório durante o dia.



Fonte: elaborado pela autora.

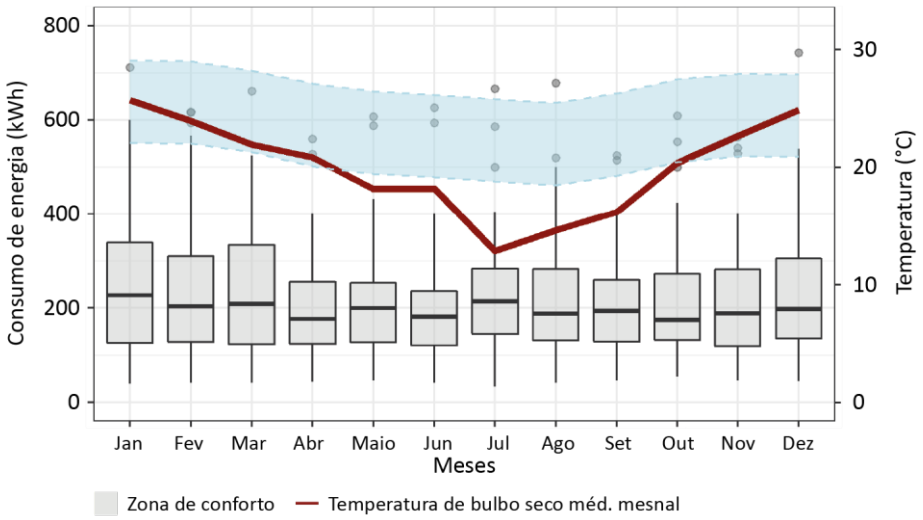
Em síntese, as habitações têm uma geladeira, televisor, lava roupas, micro-ondas e chuveiro elétrico, identificados como as principais cargas residenciais segundo o PPH (ELETROBRAS, 2019a), e pelo menos um CA split e ventilador. A maior parte dos respondentes desta etapa da pesquisa apresentam hábitos de uso da iluminação similares, utilizando a iluminação artificial, principalmente à noite, nos ambientes ocupados. Estes dados contribuem para a compreensão da influência do comportamento do usuário no consumo de energia que será apresentada a seguir.

O consumo energético mensal das habitações participantes da pesquisa detalhada é apresentado na

Figura 38. As medianas mensais de consumo entre os respondentes indicam que os meses com maior consumo energético coincidem com os extremos de temperatura: o mês de maior consumo é janeiro (225kWh), mês que apresenta a temperatura média mais alta para Santa Maria. Ainda, o terceiro mês de maior consumo é julho (209kWh), quando acontece o outro extremo de temperatura: média mais baixa de temperatura, abaixo da zona de conforto. Este consumo elevado pode ter relação com o uso do condicionamento artificial. Como observado na seção anterior, os meses de maior consumo coincidem com os meses em que há maior uso do condicionador artificial. Devido às temperaturas extremas, é possível que

nestes períodos os ajustes passivos, como mudança de roupas e janelas não seja suficiente para atingir o conforto térmico nas habitações.

Figura 38 – Gráfico de caixa do consumo de energia total *versus* temperatura.



Fonte: Temperatura e zona de conforto adaptado de (PROJETEEE 2021).

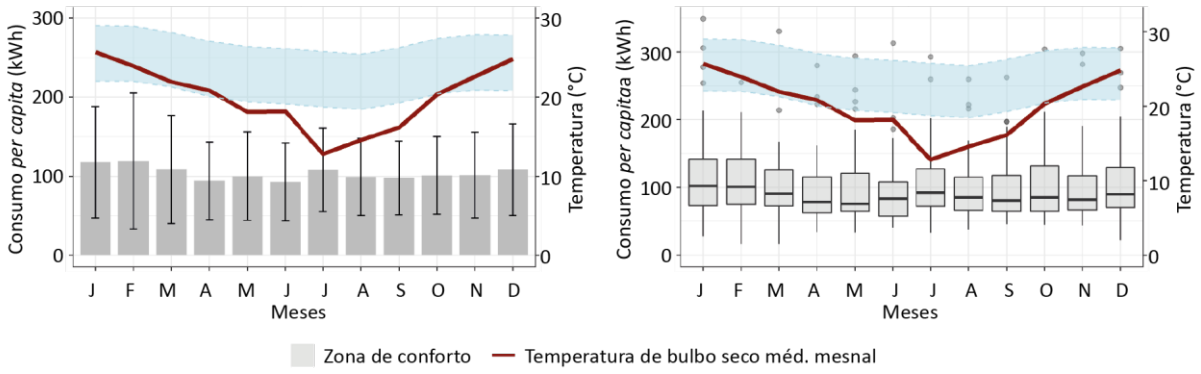
Os meses de meia estação são os meses de menor consumo energético, bem como menor variabilidade, observada na altura das caixas do gráfico da Figura 38, que diminui nos meses de meia estação e aumenta no verão e inverno. A transição entre a estação quente e fria apresenta temperaturas mais amenas, exigindo menor uso de condicionamento artificial para manter o conforto térmico em habitações contribuindo, portanto, para menor consumo e menor variação do consumo de energia. Esta pode ser uma evidência da influência do comportamento adaptativo no consumo energético, visto que os meses com extremos de temperatura, que podem exigir o uso de condicionamento artificial para o conforto térmico do usuário foram os meses que apresentaram maior desvio padrão.

Foram identificados também outliers de consumo em todos os meses, com pontos acima de 500 kWh. Alguns pontos correspondem a duas habitações, que tiveram seu consumo muito acima da média e da variância da amostra para pelo menos 8 meses do ano, com consumo variando entre 525 e 715 kWh mensais. Estas habitações são de alta renda, e formadas por 2 e 4 moradores. O elevado consumo pode ter relação com os hábitos e estilo de vida dos moradores, bem como a posse e uso de eletrodomésticos, visto e a habitação com 4 moradores relatou a

posse de mais de um freezer, torneira elétrica, condicionador de ar, ventilador, aquecedor. Outros pontos de outliers representam habitações em que houve elevado consumo (entre 541 e 743kWh) em períodos de extremo calor, com consumo menor nos meses anterior e posterior (257 a 429kWh), correspondendo ao período de férias do calendário acadêmico, quanto os moradores passam mais tempo em casa e fazem maior uso de equipamentos.

A análise do consumo de energia per capita mostrou uma distribuição muito próxima ao consumo total. As maiores médias de consumo per capita também acontecem nos meses de temperaturas extremas. No entanto, o mês de fevereiro apresentou a maior média de consumo (117 kWh) e julho foi o quinto mês de maior consumo (106 kWh). Além disso, o desvio padrão foi mais homogêneo entre os diferentes meses, variando entre 47 e 87 kWh para o consumo per capita enquanto o consumo total apresentou desvio padrão entre 109 e 225 kWh, com os maiores desvios nos meses de verão. A variabilidade, observada no gráfico de caixa, também se mostrou mais homogênea ao longo dos meses para o consumo per capita, uma vez que as variações de consumo relacionadas ao número de moradores foram compensadas.

Figura 39 – Consumo de energia per capita *versus* temperatura.



Fonte: Temperatura e zona de conforto adaptado de (PROJETEEE 2021).

A Tabela 7 apresenta a relação entre o consumo de energia e o número de moradores da habitação. Como observado por Gill *et al*. (2011) e Yohanis *et al.* (2008), o consumo *per capita* diminui conforme o número de moradores aumenta na habitação, visto que uma parcela do consumo de energia independe do número de moradores, como por exemplo para manter a habitação, o consumo para a

geladeira, lava-roupas, lava louças, é otimizado quando utilizado por mais usuários. Este efeito é mais perceptível para habitações com maior número de moradores. Já o consumo total aumentou até 4 moradores, e reduziu para habitações com 5 moradores, o que indica que o consumo total de energia pode sofrer influência de outros fatores.

Tabela 7 - Número de moradores comparado ao consumo anual de energia.

Número de moradores	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
Consumo total (kWh)	1351	2628	3476	3850	3740	2588
Consumo per capita (kWh/pessoa)	1351	1314	1159	962	748	1148
Amostra	16	17	9	7	2	51

Fonte: elaborado pela autora.

A influência do comportamento do usuário no consumo de energia da edificação foi investigada através de uma análise de regressão linear. Foram consideradas as variáveis explicativas número de residentes, posse dos equipamentos, padrão de uso de CA para resfriamento e aquecimento, *setpoint* de resfriamento e aquecimento, e meses de uso do CA para resfriamento e aquecimento para explicar a variável resposta consumo anual de energia, como mostra a Tabela 8. Foram criadas variáveis *dummies* (binárias) para as variáveis de padrão de uso (AC.U e AH.U) e *setpoint* (AC.SR e AH.SR) do CA na função resfriar e na função aquecer, visto que são variáveis categóricas nominais e não permitiam múltipla escolha entre as opções de resposta.

A fim de reduzir o número de variáveis candidatas ao modelo foi realizada uma regressão *stepwise* e foram excluídas do modelo de regressão linear as variáveis de baixa significância, marcadas em cinza na Tabela 8: equipamentos presentes em quase todas as habitações como geladeira, televisor, computador, micro-ondas, forno elétrico e chuveiro; equipamentos presentes em poucas habitações, como aparelho de som, lava louça, torneira elétrica. Foram considerados no modelo: o número de residentes; a posse de equipamentos como freezer, secadora de roupa, CA de janela, CA split, ventilador e aquecedor (equipamentos de alto consumo energético e com grande variação de posse entre os respondentes); algumas opções de padrão de uso;, *setpoint;* e meses de uso do CA para

aquecimento e resfriamento (excluídas aquelas de menor frequência entre os respondentes).

Tabela 8 - Descrição das variáveis que compõem o conjunto de variáveis consideradas para a análise de regressão linear.

(continua)

Variável	Codificação	Características dos dados
Consumo anual de energia (kWh)	EC.YEAR	valor inteiro ∈ [680;7036]
Número de moradores	N.RES	contagem ∈ [1; 5]
Número de geladeiras	EN.Fd	contagem ∈ [1; 3]
Número de freezeres	EN.Fz	contagem ∈ [0; 2]
Número de televisores	EN.Tv	contagem ∈ [0; 4]
Número de aparelhos de som	EN.St	contagem ∈ [0; 2]
Número de computadores	EN.Pc	contagem ∈ [0; 5]
Número de ferros elétricos	EN.Eci	contagem ∈ [0; 2]
Número de lavadoras de roupas	EN.Wm	contagem ∈ [0; 2]
Número de lava-louças	EN.Dw	contagem ∈ [0; 1]
Número de secadoras de roupas	EN.Cd	contagem ∈ [0; 2]
Número de micro-ondas	EN.Mw	contagem ∈ [0; 2]
Número de fornos elétricos	EN.Eo	contagem ∈ [0; 2]
Número de torradeiras	EN.Ts	contagem ∈ [0; 2]
Número de chaleiras elétricas	EN.Ke	contagem ∈ [0; 2]
Número de chuveiros elétricos	EN.Es	contagem ∈ [0; 4]
Número de torneiras elétricas	EN.Et	contagem ∈ [0; 3]
Número de condicionadores de ar (janela)	EN.Wac	contagem ∈ [0; 3]
Número de condicionadores de ar (split)	EN.Split	contagem ∈ [0; 5]
Número de ventiladores	EN.Fan	contagem ∈ [0; 4]

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 8 - Descrição das variáveis que compõem o conjunto de variáveis consideradas para a análise de regressão linear.

(continuação)

Variável	Codificação	Características dos dados
Número de aquecedores	EN.Eh	contagem ∈ [0; 3]
Uso CA (resfriar) – Não temos/Não usamos	-	
Uso CA (resfriar) – Sempre ligado, em todos ambientes	AC.U.2	binária [0; 1]
Uso CA (resfriar) – Ligado quando moradores estão no ambiente	AC.U.3	binária [0; 1]
Uso CA (resfriar) –Ligado algumas vezes, por bastante tempo	AC.U.4	binária [0; 1]
Uso CA (resfriar) –Ligado algumas vezes, por pouco tempo	AC.U.5	binária [0; 1]
Uso CA (resfriar) –Ligado poucas vezes, por pouco tempo	AC.U.6	binária [0; 1]

Uso CA (resfriar) –Ligado para dormir	AC.U.7	binária [0; 1]
Setpoint CA (resfriar) – Não temos/Não usamos	-	
Setpoint CA (resfriar) – abaixo de 17ºC	AR.SR.1	binária [0; 1]
Setpoint CA (resfriar) – 18ºC a 20ºC	AR.SR.2	binária [0; 1]
Setpoint CA (resfriar) – 21ºC a 23ºC	AR.SR.3	binária [0; 1]
Setpoint CA (resfriar) – 24ºC a 26ºC	AR.SR.4	binária [0; 1]
Setpoint CA (resfriar) – 27ºC a 29ºC	AR.SR.5	binária [0; 1]
Setpoint CA (resfriar) – Acima de 30ºC	AR.SR.6	binária [0; 1]
Meses de uso CA (resfriar)	AC.months.year	contagem ∈ [0; 9]
Uso CA (aquecer) – Não temos/Não usamos	-	
Uso CA (aquecer) – Sempre ligado, em todos ambientes	Ah.U.2	binária [0; 1]
Uso CA (aquecer) – Ligado quando moradores estão no ambiente	AH.U.3	binária [0; 1]
Uso CA (aquecer) –Ligado algumas vezes, por bastante tempo	Ah.U.4	binária [0; 1]
Uso CA (aquecer) –Ligado algumas vezes, por pouco tempo	Ah.U.5	binária [0; 1]
Uso CA (aquecer) –Ligado poucas vezes, por pouco tempo	Ah.U.6	binária [0; 1]
Uso CA (aquecer) –Ligado para dormir	AH.U.7	binária [0; 1]
Setpoint CA (aquecer) – Não temos/Não usamos	-	
Setpoint CA (aquecer) – abaixo de 17ºC	Ah.SR.1	binária [0; 1]
Setpoint CA (aquecer) – 18ºC a 20ºC	AH.SR.2	binária [0; 1]
Setpoint CA (aquecer) – 21ºC a 23ºC	Ah.SR.3	binária [0; 1]
Setpoint CA (aquecer) – 24ºC a 26ºC	AH.SR.4	binária [0; 1]
Setpoint CA (aquecer) – 27ºC a 29ºC	Ah.SR.5	binária [0; 1]
Setpoint CA (aquecer) – Acima de 30ºC	AH.SR.6	binária [0; 1]
Meses de uso CA (aquecer)	AH.months.year	contagem ∈ [0; 5]

Fonte: elaborado pela autora.

O modelo apresentou um ρ-valor de 3.007e-07, indicando a significância estatística, que explica 89,8% do consumo de energia dos respondentes. A Tabela 9 apresenta os coeficientes de regressão e suas significâncias. A Figura 40 apresenta a correlação entre o consumo informado pelos respondentes (pontos) e o consumo anual de energia predito pelo modelo (reta), indicando a proximidade entre o valor relatado e o valor estimado pelo modelo.

Tabela 9 - Regressão linear para explicação do consumo de energia.

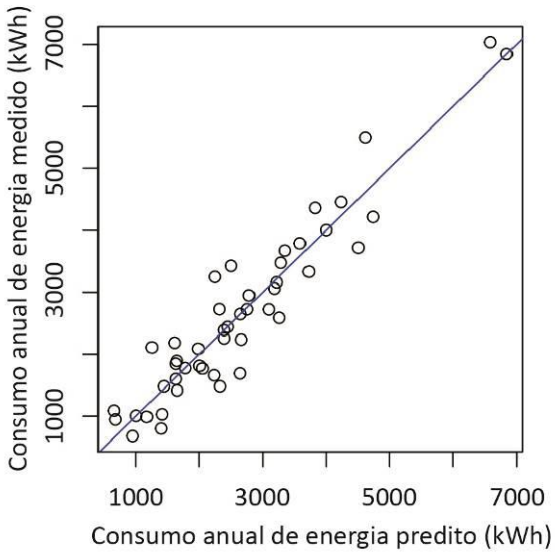
Variável	Estimativa	Erro padrão	Estatística t	ρ-valor	Significância
(Intercepto)	244.1	472.1	0.517	0,610	
Número de moradores	391.0	131.9	2.963	0,007	**
Freezer	844.2	279.3	3.023	0,006	**
Secadora de roupa	464.4	282.0	1.647	0,113	
CA janela	423.3	245.7	1.723	0,098	.
CA split	444.0	129.3	3.435	0,002	**
Ventilador	315.4	143.2	2.202	0,038	*
Aquecedor	-273.9	172.3	-1.590	0,125	

Uso CA (resfriar) – Ligado quando moradores estão no ambiente	2854.7	1050.2	2.718	0,012	*
Uso CA (resfriar) –Ligado algumas vezes, por bastante tempo	4462.0	1269.8	3.514	0,002	**
Uso CA (resfriar) –Ligado algumas vezes, por pouco tempo	3260.0	1218.5	2.675	0,013	*
Uso CA (resfriar) –Ligado poucas vezes, por pouco tempo	3699.4	1283.0	2.883	0,008	**
Uso CA (resfriar) –Ligado para dormir	3610.7	1193.3	3.026	0,006	**
Setpoint AC (resfriar) – 18ºC a 20ºC	-4724.5	1374.7	-3.437	0,002	**
Setpoint AC (resfriar) – 21ºC a 23ºC	-5070.8	1382.0	-3.669	0,001	**
Setpoint AC (resfriar) – 24ºC a 26ºC	-5501.9	1415.5	-3.887	0,001	***
Meses de uso AC (resfriar)	279.0	103.2	2.703	0,012	*
Uso CA (aquecer) – Ligado quando moradores estão no ambiente	3318.0	973.8	3.407	0,002	**
Uso CA (aquecer) –Ligado para dormir	-1202.3	546.6	-2.200	0,038	*
Setpoint AC (aquecer) – 18ºC a 20ºC	-1597.7	803.6	-1.988	0,058	.
Setpoint AC (aquecer) – 24ºC a 26ºC	-1358.8	295.4	-4.599	0,000	***
Setpoint AC (aquecer) – acima de 30ºC	-979.3	386.5	-2.534	0,018	*
Meses de uso AC (aquecer)	373.9	120.7	3.099	0,005	**

Significância: 0 *** 0,001 ** 0,01 * 0,05 · 0,1

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 40 - Relação entre o consumo anual observado e o consumo anual predito pelo modelo.



Fonte: elaborado pela autora.

O modelo indicou um intercepto com valor positivo de 244,1 kWh, que pode corresponder a um consumo de energia fixo anual, comum a todos os respondentes,

que considerada as contribuições das variáveis descartadas do modelo, como o consumo de energia pela geladeira, e outros equipamentos presentes na maioria das edificações. O número de moradores contribui com um incremento positivo no consumo de energia, como esperado, visto que parte do consumo de equipamentos como televisores, aparelhos de som, ferros elétricos, lavadoras de roupas, chuveiros elétricos é proporcional ao uso por morador.

Os equipamentos freezer, secadora de roupa, CA de janela, CA split e ventilador também contribuem com o aumento do consumo de energia, com ênfase para o incremento gerado pelo freezer, duas vezes maior que os outros equipamentos. Por outro lado, o uso de aquecedor apresentou um incremento negativo no consumo. Isso não significa que o uso de aquecedor reduz o consumo de energia, mas é possível que, os respondentes que utilizam o aquecedor, reduzam o uso de outros equipamentos associados, e por isso tem um impacto negativo no consumo de energia. Por exemplo, ao usar o aquecedor, o usuário para de usar o CA (aquecer), ou usa menos energia no condicionamento artificial para resfriamento nos meses quentes, pois a habitação é mais fria.

As variáveis *dummies*, que representam o padrão de uso e o *setpoint* do AC tiveram impacto positivo no consumo anual de energia, visto que a categoria de referência destas variáveis é não ter ou não usar o CA. Quanto maior o tempo de uso do CA (resfriar), maior o incremento. O menor incremento foi para o ligar o CA (resfriar) quando moradores estão no ambiente, enquanto o de maior incremento foi o uso algumas vezes por bastante tempo para manter o conforto térmico. O padrão de uso do CA (resfriar) por bastante tempo foi o que apresentou maior incremento estimado entre todas as variáveis consideradas pelo modelo.

O padrão de uso do CA (resfriar) também teve incremento positivo para o uso por bastante tempo para manter o conforto. Por outro lado, o uso do CA (resfriar) para dormir representou um incremento negativo, indicando que frente ao consumo esperado pelo número de residentes, posse e padrão de uso de outros equipamentos, o consumo de energia para usar o CA (resfriar) à noite pode ser menor do que o consumo de energia em algum período do dia.

Como esperado, quanto mais meses de uso do CA para aquecer ou para resfriar, maior o incremento no consumo de energia. O *setpoint* teve relação inversa de incremento de consumo: *setpoints* mais amenos como 24ºC a 26ºC para

resfriamento e 18ºC a 20ºC para aquecimento tendem a uma redução do consumo de energia mais significativa do que *setpoints* mais extremos. Similar à análise do CA (resfriar), frente a um consumo esperado (devido ao número de residentes e uso de CA, por exemplo) a depender do *setpoint* utilizado este consumo pode ser reduzido. A diferença entre o setpoint de uso mais extremo para o mais ameno pode levar a uma economia anual de até 777kWh para resfriamento e 618 kWh para aquecimento Rinaldi, Schweiker e Iannone (2018) e Csoknay *et al*. (2019) observaram influência similar em relação ao *setpoint* de aquecimento e o consumo de energia resultante, indicando que *setpoints* mais amenos consomem menos energia do que *setpoints* extremos..

4.2.8 Perfis típicos de comportamento

Uma das contribuições do estudo do comportamento do usuário está relacionada à melhoria de simulações computacionais. A inclusão de modelos realistas de ocupação e interações do usuário em simulações de desempenho energético de edificações permitem estimativas mais próximas da realidade (ANDERSEN, R. K.; FABI; CORGNATI, 2016). A análise de agrupamento permite a identificação de perfis típicos de comportamento, sintetizando informações de grupos maiores de usuários para sua inclusão em simulações computacionais mais realistas.

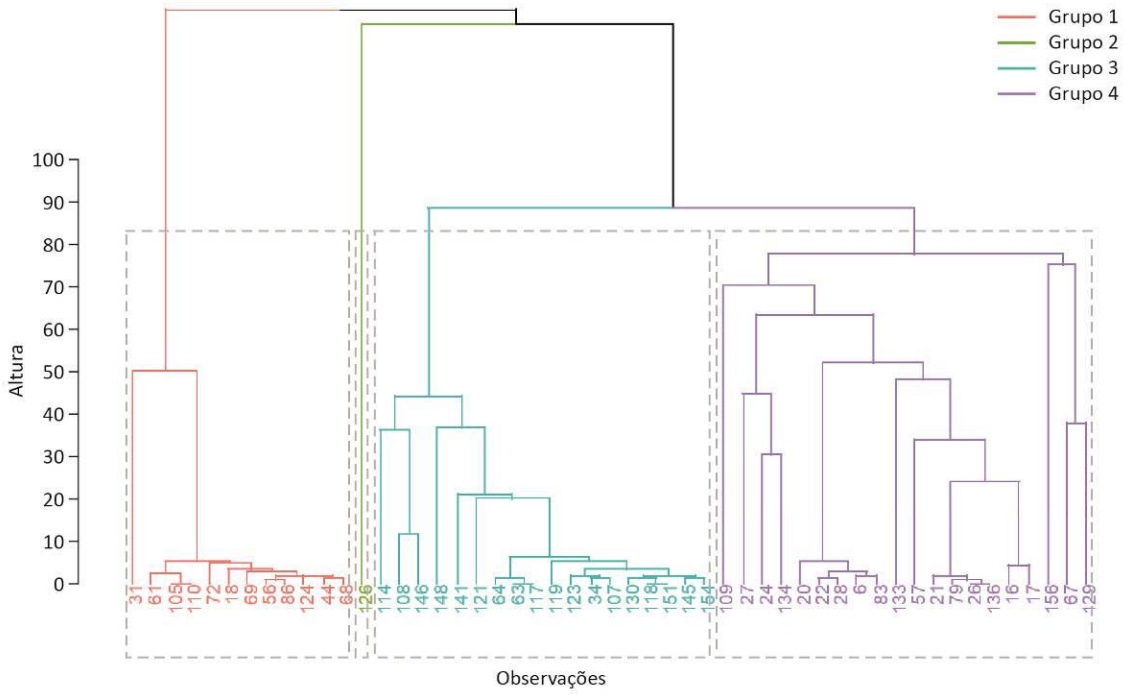
As características de ocupação, uso de janelas e uso de CA para resfriar e para aquecer dos 51 participantes da pesquisa detalhada foram consideradas para a análise de agrupamento. Estas características foram selecionadas por serem as informações relacionadas ao usuário mais utilizadas em estudos sobre o tema (BALVEDI; GHISI; LAMBERTS, 2018), e foram os dados de entrada para a análise de agrupamento. O método de agrupamento a partir da média das distâncias (*average*) apresentou o maior coeficiente de correlação (0.8757991) entre os métodos testados (ligação simples, ligação completa, média das distâncias, centroide e Ward). O método considera a média das distâncias de todos os objetos de um grupo em relação aos objetos de outro grupo para definir a similaridade entre os grupos. O número de grupos foi definido considerando a diferença do nível de

similaridade em relação aos níveis anteriores, que resultou na linha de corte posicionada na terceira junção.

O dendrograma gerado resultou na formação de 4 grupos, que representam os perfis típicos de comportamento dos moradores participantes da pesquisa detalhada, como mostra a Figura 41. O eixo horizontal apresenta as observações consideradas nesta análise e as cores indicam o grupo a que pertencem. O eixo vertical apresenta a distância entre as observações, indicando o grau de similaridade entre os respondentes (onde 0 é o maior grau de similaridade e 100 é o menor grau de similaridade). Quanto mais próximo do 0 acontece a ligação entre as observações, mais similares são entre si. Os perfis são compostos por números de objetos variados, visto que a análise de agrupamento considera a similaridade entre as características dos objetos observados.

O perfil 1 (em vermelho) é composto por 12 indivíduos, jovens, adultos e idosos, com renda de até 4 salários mínimos, com alto grau de similaridade entre si, visto que as junções entre as observações acontecem com altura abaixo de 10. O perfil 2 (em verde) é composto por apenas um indivíduo adulto com renda acima de 10 salários mínimos. Os perfis 3 (em ciano) e 4 (em lilás) são formados por 18 e 20 indivíduos respectivamente, com menor grau de similaridade entre as observações, visto que algumas junções nestes grupos ocorreram em alturas maiores que 20. O perfil 3 é formado por famílias de compostas principalmente por adultos e adultos com crianças, de alta renda, e o perfil 4 é formado principalmente por adultos, com faixa de renda média e alta. Para a caracterização de cada grupo foram identificados os comportamentos adaptativos mais frequentes dentre os indivíduos.

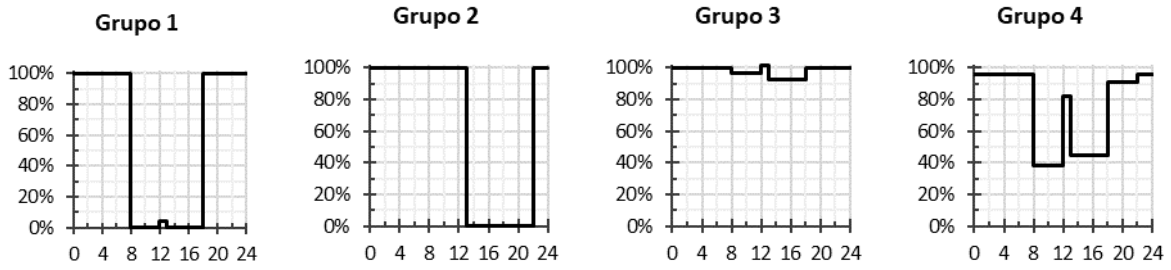
Figura 41 - Dendrograma de agrupamento – Average.



Fonte: elaborado pela autora.

O padrão de ocupação apresentou variação significativa entre os perfis de comportamento, como mostra a Figura 42. O grupo 1 tem o menor tempo de ocupação na habitação, todos os usuários saem de casa das 8h às 18h, o que corresponderia a usuários que trabalham ou estudam fora de casa o dia todo. O grupo 2 apresenta um padrão de ocupação intermediário, saindo de casa apenas em um turno, das 13h às 16h, o que corresponderia a um usuário que sai para trabalhar ou estudar em meio período. O grupo 3 apresenta o maior período de ocupação, com quase todos os moradores em casas o dia todo. Por fim, o grupo 4 apresenta comportamento similar à média do comportamento observado para toda a amostra da pesquisa, em que parte dos moradores saem de casa no período da manhã e da tarde, e a maioria deles almoça em casa. A variação observada do padrão de ocupação entre os grupos pode resultar também em hábitos e consequentemente em consumo de energia diferentes para cada perfil de usuário.

Figura 42 - Padrões de ocupação típicos.



Fonte: elaborado pela autora.

O Quadro 2 apresenta a síntese das características dos perfis típicos dos usuários. Quanto ao padrão de uso de janelas, o perfil 1 tem o menor uso de janelas, usadas apenas algumas vezes para renovar o ar. O perfil 2 apresenta um padrão intermediário de uso das janelas, abertas quando os moradores estão em casa. Os perfis 3 e 4 apresentam o uso de janelas por maior período, fechadas apenas à noite. Quanto ao uso do CA para resfriar, os perfis 1 e 3 têm o uso por menor intervalo de tempo, utilizado algumas vezes por dia, por pouco tempo, até atingir o conforto térmico. O perfil 2 tem um uso mais prolongado do CA para resfriar, usado para dormir. E o perfil 4 tem uso do CA para resfriar caracterizado tanto pelo uso algumas vezes por dia, por pouco tempo, quanto para dormir, uma vez que estas operações tiveram a mesma frequência entre os indivíduos pertencentes ao grupo.

O uso do CA para aquecer foi semelhante para os quatro grupos, e é utilizado por menor intervalo de tempo se comparado com o uso do CA para resfriar, sendo utilizado poucas vezes por dia, por pouco tempo, apenas para manter o conforto térmico. Este comportamento reflete os comentários observados na pesquisa qualitativa, que demostram o uso de CA aquecer apenas em casos extremos, devido à sensação de desconforto causada pelo sistema de aquecimento. Balvedi *et al*. (2018) identificaram três perfis de usuários a partir dos resultados de um questionário aplicado com moradores de Florianópolis, identificando variações de ocupação, operação de proteção solar e de janelas entre os respondentes. As características dos perfis de comportamento identificados por Balvedi *et al*. (2018)foram testadas em simulações energéticas de uma habitação multifamiliar resultando em oscilações superiores a 130% nos resultados de graus hora de

resfriamento e aquecimento entre os perfis de comportamento. A presente pesquisa também identificou perfis de comportamento característicos na amostra participante da pesquisa, o que indica a pluralidade do comportamento do usuário, observado em diferentes tamanhos de amostra e diferentes regiões. Ainda, o trabalho de Balvedi *et al*. (2018) indica que os comportamentos dos perfis resultam em comportamento térmico da habitação variados, o que também pode ocorrer na presente pesquisa.

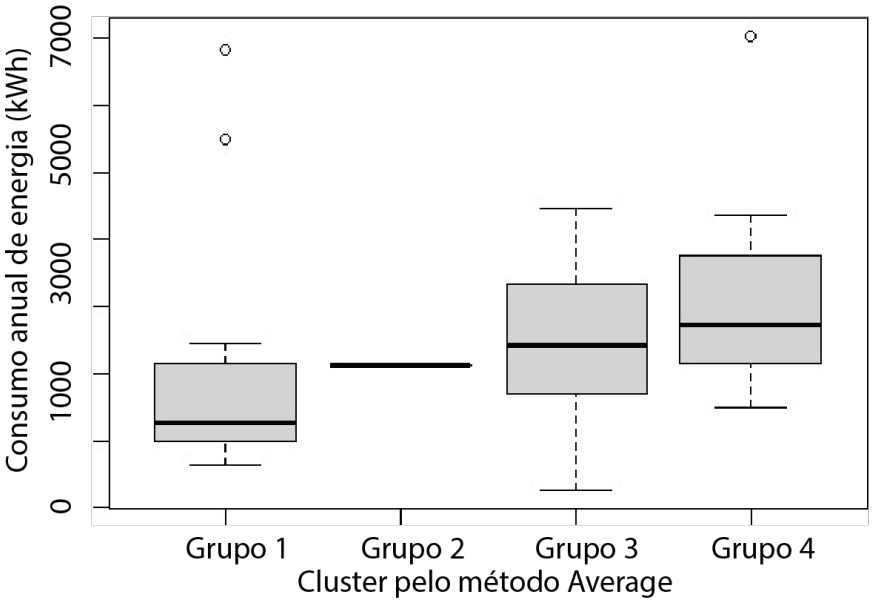
Quadro 2 - Perfis típicos de comportamento.

		Perfil 1	**Perfil 2**	**Perfil 3**	**Perfil 4**
Características do usuário	**Faixa etária**	18 a > 60 anos	30 a 59 anos	>18 + <18 anos	18 a > 60 anos
	Renda	< 4 salários mínimos	> 10 salários mínimos	> 10 salários mínimos	5 a 10 salários mínimos
Dados relacionados ao usuário inseridos na análise de agrupamento	**Ocupação**	Dia todo fora de casa	Sai meio período	Dia todo em casa	Almoça em casa
	Uso de janelas	Aberta as vezes para renovar o ar	Janelas abertas quando os moradores estão em casa	Fechadas à noite	Fechadas à noite
	Uso de CA (resfriar)	Algumas vezes por dia, por pouco tempo	Para dormir	Algumas vezes por dia, por pouco tempo	Algumas vezes por dia, por pouco tempo e para dormir
	Uso de CA (aquecer)	Poucas vezes por dia, por pouco tempo	Algumas vezes por dia, por pouco tempo	Algumas vezes por dia, por pouco tempo	Algumas vezes por dia por pouco tempo

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 43 apresenta consumo médio de energia dos perfis identificados, com base no consumo de energia relatado pelos respondentes. Observa-se que há diferença no consumo de energia entre os perfis típicos de comportamento, indicando que o perfil de comportamento pode ter influência no consumo de energia. O perfil 1, que passa mais tempo fora de casa e tem menor uso tanto das janelas quanto do CA apresentou menor consumo de energia anual, em média 1.253 kWh. Os perfis 2, 3 e 4, com maior ocupação durante o dia, apresentaram um consumo mais próximo, que cresce gradativamente do perfil 2 para o perfil 4: 2.110 kWh, 2.422 kWh, 2.725 kWh, indicando a associação entre o padrão de ocupação e o consumo energético.

Figura 43 - Consumo Anual de energia por perfil típico.



Fonte: elaborado pela autora.

Os perfis identificados podem contribuir com simulações mais realistas e representativas do perfil de ocupação de moradores de habitações multifamiliares de até 3 dormitórios em Santa Maria. O seu uso fica restrito, no entanto, a simulações desenvolvidas para o mesmo público e região, uma vez que o comportamento do usuário sofre influências do contexto como clima, cultura local e características das edificações.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção apresenta a síntese dos resultados encontrados. Em relação à amostra participante da pesquisa, o nível de escolaridade e renda dos respondentes foi maior que o observado pelo censo demográfico (IBGE, 2010d), visto que a pesquisa foi aplicada majoritariamente entre professores e alunos universitários. O maior nível de escolaridade entre os moradores mais frequente foi a pós-graduação completa, para 59% das habitações participantes da pesquisa. A faixa de renda mais frequente (34%) foi de mais de 10 salários-mínimos. Estudos futuros podem explorar o comportamento do usuário pertencente a outros níveis de escolaridade e renda. A faixa etária dos moradores esteve principalmente entre 18 e 59 anos (41% entre 18 e 29 anos e 41% entre 30 e 59 anos). As habitações têm em média 2,41 moradores,

média menor do que outras pesquisas brasileiras, possivelmente devido à tipologia multifamiliar, à restrição da amostra ser de habitações com até 3 dormitórios, ou mesmo pelas características socioeconômicas dos participantes da pesquisa. É importante observar também o comportamento do usuário em outras tipologias habitacionais em estudos futuros.

Relacionando a faixa etária com o número de moradores por habitação, foi possível observar que as habitações com 1 ou 2 moradores são compostas apenas por moradores com mais de 18 anos, e geralmente os moradores pertencem à mesma faixa etária, formados por casais, ou mesmo estudantes que compartilham a habitação. Já as habitações com mais de 3 moradores são formadas por faixas etárias mais variadas, com crianças, jovens, adultos e idosos. As habitações participantes da pesquisa estão localizadas, em sua maioria, até o 4º pavimento, refletindo as características urbanísticas de Santa Maria, que ainda não sofreu um processo de verticalização intensa. Isso se reflete na percepção dos moradores em relação às suas habitações, que foram consideradas ensolaradas (74%) e bem ventiladas (93%) pela maior parte dos respondentes. O pavimento térreo teve maior proporção de habitações consideradas sombreadas e mal ventiladas, resultado esperado.

Nas duas etapas da pesquisa, os respondentes relataram maior desconforto em suas habitações no período de verão do que no inverno. Na pesquisa qualitativa, foi possível observar que, em habitações ensolaradas e voltadas a noroeste, era maior o desconforto por calor, e menor o desconforto por frio, enquanto para habitações sombreadas e voltadas a sudeste, foi maior o desconforto por frio, e menor o desconforto por calor. Este resultado indica a influência da orientação solar e da disponibilidade de radiação solar na percepção de conforto dos moradores nas habitações observadas. Na pesquisa quantitativa, esta relação não foi significativa nos resultados, o que pode ter relação com a existência de ambientes com diferentes orientações na mesma edificação, uma vez que a percepção de conforto foi levantada para a habitação como um todo. Contudo, foi possível observar uma relação entre percepção de conforto térmico e faixa etária. O desconforto por calor no verão é mais extremo para faixas etárias jovens, e ameno para idosos, enquanto o desconforto por frio no inverno é mais extremo para os idosos do que para jovens. Como esperado, a percepção de conforto variou entre faixas etárias, visto que os

idosos são menos tolerantes ao frio, devido a alterações no metabolismo e termorregulação com o avanço da idade. Esta diferença de percepção de conforto entre faixas etárias teve efeito também no comportamento do usuário, visto que o comportamento adaptativo é uma resposta à percepção de conforto.

O padrão de ocupação médio encontrado na pesquisa quantitativa indica que metade dos moradores das habitações saem de casa nos turnos da manhã e da tarde, mais da metade retorna para casa no período do almoço, e quase todos os moradores permanecem em casa à noite. O resultado foi similar ao observado por Ramos et al. (2020) em pesquisa abrangendo diversas cidades brasileiras, e difere do padrão de ocupação indicado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012) e pela NBR 15515 (ABNT, 2021), o que indica a necessidade de uma revisão deste parâmetro nas orientações para simulação computacional do desempenho de edificações de regulamentos brasileiros, a fim de o aproximar das observações de pesquisas de campo mais recentes no país.

A análise de agrupamento indicou quatro perfis típicos de ocupação que variam desde uma ocupação próxima a 100% para as 24 horas, até uma ocupação próxima de 0% para o horário das 8 às 18h. Esta variação no padrão de ocupação das habitações pode influenciar na percepção de conforto dos moradores, que são expostos a condições ambientais variadas de acordo com o período do dia em que estão em casa, resultando em comportamentos adaptativos diferentes. Enquanto o grupo 1, que sai de casa das 8h às 18h, abre as janelas apenas para renovar o ar, o grupo 3, que permanece em casa o dia todo, fecha as janelas apenas a noite.

Os ajustes tomados pelos moradores em resposta ao desconforto por frio e por calor foram diversificados, indicando que os usuários são ativos e interagem com a edificação de formas variadas para atingir o conforto térmico. Tanto para frio quanto para calor, os ajustes mais frequentes são ajustes individuais (roupa 92% e 84%, bebida 83% e 81%, banho 66% e 55%, respectivamente), que têm efeito sobre a percepção de conforto do usuário sem alterar as condições ambientais. Depois dos ajustes individuais, para o desconforto por calor os usuários utilizam o CA (82%) e o ventilador (59%). Já para o desconforto por frio, os moradores costumam fechar as janelas (75%). Segundo os respondentes da pesquisa qualitativa, fechar as janelas costuma ser suficiente para manter o conforto térmico na habitação durante o

inverno e o condicionamento artificial é utilizado apenas em dias de frio extremo (apenas 46%).

Habitações de menor faixa de renda costumam fazer maior uso de roupas, janelas e ventilador para manter o conforto térmico, enquanto faixas de renda mais altas fazem maior uso de condicionamento artificial, com o uso de aquecedor e CA para aquecer e resfriar. Os resultados refletem as limitações de uso de condicionamento artificial devido ao elevado custo de aquisição, manutenção e uso dos equipamentos. Influência similar foi observada em relação à faixa etária. Jovens costumam usar estratégias passivas, enquanto famílias com crianças e idosos tendem a fazer maior uso de condicionamento artificial para atingir o conforto térmico nas habitações, indicando, como esperado, as diferenças de tolerância às variações de temperatura entre diferentes faixas etárias. Embora os testes de associação não tenham indicado associação significativa entre o comportamento e renda, observa-se que há uma relação similar ao mencionado anteriormente com a renda: respondentes com faixas de renda menores tendem a tomar ações passivas (troca de roupas, janelas) enquanto faixas de renda maiores fazem maior uso do condicionador de ar. Na pesquisa, os jovens também apresentaram renda, majoritariamente, abaixo de 5 salários mínimos enquanto idosos apresentaram renda acima de 10 salários mínimos. Esta diferença no comportamento adaptativo pode ter relação tanto com a faixa etária quanto com a renda dos usuários.

As habitações em pavimentos baixos tendem a fazer maior uso do ventilador para o desconforto por calor, enquanto habitações em pavimentos mais altos tendem a usar janelas para o desconforto por calor, possivelmente devido à maior disponibilidade de ventilação em pavimentos mais altos. Para amenizar o desconforto por frio, o aquecedor é usado com maior frequência nos pavimentos mais baixos, enquanto habitações em pavimentos mais altos fazem uso de janelas. Isso mostra como a posição do pavimento pode ter influência no comportamento do usuário, devido à maior ou menor disponibilidade de radiação solar e ventilação natural.

O uso de janelas e proteções solares teve maior relação com a rotina do que com o conforto térmico, visto que as janelas são abertas algumas vezes por dia, para renovar o ar, ou quando os moradores estão em casa. Já as proteções solares são fechadas apenas à noite. Os resultados indicam, portanto, que a interação dos

usuários com as janelas e proteções solares não é frequente durante o dia. As motivações para abrir e fechar janelas e proteções solares, considerando o ano todo, confirmam esta tendência. As janelas são abertas para ventilar e fechadas para barrar o vento e manter a temperatura interna. Neste último caso, a interação com as janelas tem relação com o uso do CA (fechar as janelas para usar o CA), e não para aproveitar a ventilação natural como forma de melhorar a percepção de conforto térmico. Já as proteções solares são abertas para a entrada de luz natural, contribuindo para a iluminação natural dos ambientes, e são fechadas por privacidade e para dormir em conforto. Sabe-se que o uso de janelas e proteções solares como estratégias de condicionamento passivo podem contribuir para o desempenho de edificações, quando projetadas e operadas de modo a potencializar o seu uso para garantir melhores níveis de conforto térmico na edificação.

O padrão de uso de equipamentos de resfriamento variou de acordo com o tipo de equipamento. Enquanto o ventilador é utilizado algumas vezes por dia, por bastante tempo, o CA na função ventilar não está disponível ou está sempre desligado na maioria das habitações, e o CA na função resfriar costuma ser usado algumas vezes por dia, por pouco tempo. Visto que o ventilador resulta em menor consumo energético do que o CA, tende a ser utilizado por mais tempo, possivelmente devido ao baixo custo de operação. O principal motivo para o uso dos equipamentos é para dormir em conforto, os três equipamentos são utilizados à noite por parte dos respondentes, e o segundo motivo mais frequente é o controle da temperatura, enfatizando a relação de uso destes equipamentos com o conforto térmico.

Os dispositivos de aquecimento apresentaram padrões de uso similares, sendo utilizados por pouco tempo para atingir o conforto térmico. Corroborando com a preferência dos usuários por comportamentos adaptativos individuais ou passivos para o desconforto por frio, 35% e 23% dos respondentes não têm aquecedor ou CA com função aquecer, respectivamente, e 4% e 14% mantêm os equipamentos sempre desligados. O motivo para o uso destes equipamentos é, majoritariamente, o controle da temperatura, e dormir em conforto.

Apesar de o uso do CA ser um dos 6 ajustes mais frequentes para o desconforto por frio e calor, seu uso é limitado, utilizado por pouco tempo. Isso pode ser reflexo das condições climáticas ambientais, da adaptação dos usuários, que

não exige muito tempo de uso do condicionamento artificial, assim como pode ter relação com limitações econômicas para o seu uso. O uso do CA (resfriar) foi mais prolongado para as faixas de renda mais altas. Já o uso do CA (aquecer) e do aquecedor tiveram padrão de uso similar para as três faixas de renda. No entanto, as habitações de baixa renda têm menor posse dos equipamentos do que as habitações de alta renda.

Os meses de uso do CA coincidem com os extremos de temperatura. Corroborando os comportamentos adaptativos para o desconforto por frio e por calor, o CA para resfriar é utilizado, em média, 2 meses por ano a mais do que o do CA para aquecer. A faixa de renda não teve influência no número de meses de uso do CA (resfriar) ao longo do ano, enquanto para o CA (aquecer), quanto maior a renda, maior o número de meses de uso. Relação similar ocorreu para moradores em desconforto por frio: moradores com percepção de conforto de maior desconforto sobre as condições ambientais de suas habitações, e famílias compostas por idosos e crianças utilizam o CA em mais meses por ano.

O *setpoint* de uso do CA para resfriar e aquecer observado foi próximo ao identificado por Ramos et al. (2020) para uma amostra incluindo diversos municípios brasileiros. O *setpoint* médio de resfriamento, 21,7ºC, esteve abaixo da zona de conforto de janeiro (mês de maior uso do CA para resfriar) que varia entre 22ºC e 29ºC, assim como o *setpoint* médio de aquecimento, 26,3ºC esteve acima da zona de conforto do mês de junho (mês de maior uso do CA para aquecer), que varia entre 18ºC e 25ºC, segundo dados da plataforma Projeteee (PROJETEEE, 2021). Esta diferença de valores pode ter relação com as características construtivas das habitações, que costumam ter baixo isolamento térmico e fechamentos pesados, que induzem *setpoints* mais extremos para atingir o conforto esperado pelos usuários.

Assim como os meses de uso do CA, o consumo de energia também foi maior nos meses de extremos de temperatura. Já os meses de transição entre a estação quente e a estação fria apresentam menor consumo de energia bem como menor variação de consumo entre os respondentes, visto que são meses de temperaturas amenas e exigem menor uso de condicionamento artificial. O consumo per capita teve menor desvio padrão ao longo dos meses de levantamento, e diminui conforme aumenta o número de moradores por habitação.

Entre as características do comportamento do usuário que influenciam no consumo de energia das habitações participantes da pesquisa, destaca-se o número de moradores, associado ao uso de eletrodomésticos que têm uso mais frequente conforme aumenta o número de moradores na habitação. Como esperado, quanto maior o número de meses de uso do CA, maior o consumo de energia. A posse de equipamentos presentes apenas em algumas edificações, e de alto consumo energético, contribuem para o aumento do consumo de energia, como freezer, secadora de roupas, ventilador e CA de janela e split, enquanto a posse de aquecedor traz um incremento negativo, indicando que ao usar o aquecedor, se reduz o uso de outros equipamentos associados. O padrão de uso do CA e o *setpoint* foram as variáveis com maior influência no consumo de energia. Enquanto o consumo de energia aumenta para períodos mais longos de uso, o *setpoint* tem efeito negativo sobre o consumo de energia: *setpoints* mais amenos (baixas temperaturas para aquecimento e altas temperaturas para resfriamento) resultam em menor consumo de energia.

Os perfis típicos de comportamento do usuário identificaram quatro grupos que apresentam padrões de ocupação diversos, e consequentemente padrões de uso de janelas e condicionamento artificial variados, e consumo de energia diferentes. O grupo 1 com menor ocupação durante a semana tem o menor uso de janelas e equipamentos, assim como menor consumo de energia. Os grupos 3 tem a maior ocupação e o grupo 4 tem uma ocupação intermediária, fecham as janelas apenas à noite, e usam o CA de forma similar. Apesar de o grupo 4 ter menor ocupação durante o dia, utiliza o CA para resfriar à noite também, resultado em um consumo de energia maior. Os resultados mostram a diversidade do comportamento do usuário, e as influências de diversos fatores no comportamento e, consequentemente, no consumo energético das habitações.

Por fim, destaca-se que a pesquisa foi aplicada ao longo do ano de 2020, em um período atípico em nível mundial, devido à pandemia do COVID-19. Embora tenha-se buscado que os participantes da pesquisa tomassem como referência o ano de 2019 para a aplicação das entrevistas e dos questionários, é possível que o contexto atípico tenha influência nos resultados. Grande parte das pessoas passaram mais tempo em suas casas, devido às medidas de isolamento social. O

que pode ter influência no padrão de ocupação, na percepção de conforto e nos hábitos de controle do ambiente térmico.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa caracterizou o comportamento do usuário, a influência de fatores contextuais e o seu impacto no consumo de energia em habitações multifamiliares de até 3 dormitórios de Santa Maria, RS. Isso foi feito em duas etapas. A primeira, aplicada entre março e abril de 2020, compreendeu o levantamento do comportamento do usuário, a fim de contextualizar as informações levantadas a partir do referencial teórico e avaliar a viabilidade do levantamento do consumo mensal de energia. A segunda etapa, aplicada de setembro de 2020 a janeiro de 2021, por meio de questionário online, caracterizou o comportamento do usuário a partir de 155 respostas válidas. Ambas as etapas de levantamento buscaram que os participantes respondessem à pesquisa tomando como referência o ano de 2019, a fim de evitar a influência atípica do ano de 2020, devido à pandemia do COVID-19.

Os resultados mostram que os ajustes tomados pelos usuários para atingir o conforto térmico em habitações multifamiliares de até 3 dormitórios em Santa Maria, RS são similares aos ajustes observados na bibliografia estudada, com maior frequência de ajustes individuais do que ambientais ou espaciais. Houve uma diferença entre ajustes para o inverno (principalmente passivos como ajustes individuais e uso de janelas) e para o verão (maior uso do condicionamento artificial).

Esta diferença entre ajustes também foi observada para diferentes faixas etárias e faixas de renda. Jovens e usuários de menor renda fazem maior uso de ajustes passivos enquanto adultos e idosos, e usuários de maior renda fazem maior uso do condicionamento artificial. Contudo, quando disponível, o uso do CA para resfriar é similar para as diferentes faixas de renda. Observa-se que por questões econômicas, se faz maior uso do CA no verão, enquanto no inverno os ajustes ficam limitados à troca de roupas e fechar as janelas.

A ordem e frequência dos ajustes observados na pesquisa foi diferente do esperado. Para o desconforto por frio o uso de janelas é o 3º ajuste mais mencionado enquanto o CA e o aquecedor são o 5º e 6º, indicando a preferência por outros ajustes, que não o condicionamento artificial. Já para o desconforto por calor, o CA aparece na 2ª posição, enquanto abrir janelas é o 6º ajuste relatado pelos respondentes. As habitações multifamiliares em Santa Maria são construídas, majoritariamente, para ventilação natural, e o CA não está presente em todas as

habitações, havendo um aumento da posse de CA em habitações nos últimos anos. Portanto, esperava-se que as janelas tivessem maior uso para o desconforto por calor. Estudos futuros podem investigar os motivos para as janelas terem poucos relatos como comportamento adaptativo para calor, embora a maior parte dos respondentes considere suas habitações bem ventiladas.

Algumas hipóteses podem ser as habitações não serem bem ventiladas o ano todo, durante o dia e a noite, para todos os ambientes, pois esta característica foi levantada de forma geral sem tal diferenciação; ou a ventilação natural não é suficiente para os dias de calor mais intenso. Ainda, é possível que os respondentes não percebam o uso de janelas como uma forma de comportamento adaptativo; ou o seu uso existe, porém não foi identificado no levantamento relativo ao padrão de uso das janelas devido à não diferenciação entre estação do ano e período do dia.

Como esperado, o consumo de energia foi maior para habitações com maior número de usuários, enquanto o consumo per capita tende a diminuir para habitações com maior número de usuários. O consumo de energia dos moradores participantes da pesquisa teve maior influência do padrão de uso e do *setpoint* do condicionamento artificial, e maior impacto para resfriamento do que para aquecimento. O uso do CA na função resfriar por tempo prolongado (para manter o ambiente em condições de conforto) tem maior incremento no consumo de energia, enquanto o uso apenas quando os moradores estão no ambiente tem o menor incremento de energia. Já para resfriar, o uso do CA durante a noite, para dormir, teve incremento negativo, indicando que frente aos outros padrões de uso, quando utilizado à noite, o consumo de energia é menor. Assim como na bibliografia estudada, o uso de *setpoints* mais amenos para o CA resultou em menor consumo de energia, reduzindo até 777kWh no ano ao mudar o *setpoint* de resfriamento da faixa de 18ºC a 20ºC para 24ºC a 26ºC, e até 618kWh ao mudar o *setpoint* de aquecimento da faixa acima de 30ºC para a faixa de 18ºC a 20ºC.

A pesquisa identificou mais de um perfil de ocupação entre os usuários participantes da pesquisa, similar a outros estudos, e diferente do indicado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012) e pela NBR 15575 (ABNT, 2021), indicando a pluralidade e complexidade do comportamento do usuário e dos seus efeitos no consumo de energia. Estes perfis apresentaram características e comportamentos variados. Estudos mais aprofundados podem contribuir para compreender se perfis típicos

acontecem em outros contextos, pois esta variação pode afetar simulações computacionais de desempenho termoenergético de edificações.

Ao se sentir em desconforto os usuários são ativos nas adaptações, e interagem com a edificação de diferentes formas para atingir o conforto térmico. Fatores contextuais podem ter influência nestes comportamentos e devem ser considerados ao projetar edificações residenciais. O contexto atípico do período de aplicação da pesquisa, durante a pandemia do COVID-19 também pode ter influência nos resultados encontrados, uma vez que os moradores passaram maior tempo em suas casas e tiveram que passar por algumas mudanças de hábitos.

A melhor compreensão das interações do usuário com a edificação pode contribuir para a elaboração de edificações que possibilitem e potencializem o uso de comportamentos adaptativos variados, com ênfase em ajustes individuais e de condicionamento passivo. Para que o uso de tais edificações seja tão eficiente quanto o estimado, é importante também estratégias educativas para conscientização de usuários quanto ao uso de estratégias de condicionamento passivo, bem como quanto aos efeitos de determinados padrões de uso e *setpoints* de condicionamento artificial no consumo de energia. Ainda, é importante a adequação de edificações ao clima em que estão inseridas, de modo a atingir melhores níveis de percepção de conforto, com menor uso de estratégias de condicionamento artificial.

5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Entre as limitações do trabalho, destacam-se os seguintes pontos.

- A pesquisa quantitativa foi distribuída por meio de mídias sociais e correspondência eletrônica que atingiram um público formado, principalmente, por professores e acadêmicos universitários. A tentativa de diversificação da amostra, através de panfletos entregues em diversas edificações teve um baixo retorno, resultando em uma amostra limitada de faixas de renda e níveis de escolaridade mais baixos.
- A aplicação de questionários abordou comportamentos relativos ao ano inteiro, com apenas uma aplicação, exigindo um esforço do respondente em

resgatar estas informações, o que pode ter levado a generalizações e distorções do comportamento, por depender da memória do respondente.

- A aplicação do questionário em apenas um período, no verão, pode ter resultado em tendências de resposta mais significativas para as questões relacionadas ao período quente, e respostas mais amenizadas para questões relativas ao inverno, que estava mais distante no momento da aplicação.
- O tamanho da amostra pode ter influenciado os resultados das análises estatísticas, especialmente de associação entre variáveis observadas, visto que em alguns casos não havia respostas para o cruzamento de algumas categorias com as características contextuais.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Algumas sugestões para trabalhos futuros foram identificadas para ampliação do conhecimento em relação ao comportamento do usuário relativo ao conforto térmico e consumo de energia em habitações.

- Investigar o comportamento do usuário em outras tipologias habitacionais.
- Investigar faixas de renda e níveis de escolaridade variados.
- Investigar o comportamento do usuário incluindo o monitoramento de fatores ambientais e ações do comportamento e comparar com observações a partir de questionários.
- Investigar o uso de janelas em considerando as diferentes épocas do ano, período do dia e ambiente de permanência.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220 Desempenho térmico de edificações – Parte 3**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho.** Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ADESM – AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE SANTA MARIA. **Santa Maria em Dados**. Santa Maria, 2020. Disponível em: http://santamariaemdados.com.br/. Acesso em: 13 maio 2020.

AJZEN, I. The theory of planned behavior. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 50, n. 2, p. 197–211, 1991.

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

ANDERSEN, R. V. *et al.* Survey of occupant behaviour and control of indoor environment in Danish dwellings. **Energy and Buildings**, v. 41, n. 1, p. 11–16, 2009.

ATLAS.TI SCIENTIFIC SOFTWARE DEVELOPMENT GMBH. **Atlas.ti: qualitative data analisys**. 2020. Available at: https://atlasti.com/.

BALVEDI, B. F. *et al.* Identificação de perfis de comportamento do usuário para edificações residenciais multifamiliares e naturalmente ventiladas em Florianópolis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 149–160, 2018.

BALVEDI, B. F.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. A review of occupant behaviour in residential buildings. **Energy and Buildings**, v. 174, p. 495–505, 2018.

BANDURA, A. **Social foundations of thought and action: a social cognitive theory**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986.

BARBOSA, K. H. **Avaliação da influência da orientação solar, associada ao comportamento do usuário, no desempenho térmico de uma tipologia de residência unifamiliar em Goiânia**. 225 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Cataria, Florianópolis, 2017.

BARTON, K. C. Elicitation techniques: Getting people to talk about ideas they don 't usually talk about. **Theory & Research in Social Education**, v. 43, p. 179–205, 2015.

BAVARESCO, M. V. *et al.* Methods used in social sciences that suit energy research: A literature review on qualitative methods to assess the human dimension of energy use in buildings. **Energy and Buildings**, v. 209, p. 109702, 2020.

BENNET, I.; O'BRIEN, W.; GUNAY, H. B. Effect of Window Blind Use in Residential

Buildings: Observation and Simulation Study. **eSim Papers**, Otawa, 2014.

BRANCO, G. *et al.* Predicted versus observed heat consumption of a low energy multifamily complex in Switzerland based on long-term experimental data. **Energy and Buildings**, v. 36, n. 6, p. 543–555, 2004.

BROWN, C. The power of qualitative data in post-occupancy evaluations of residential high-rise buildings. **Journal of Housing and the Built Environment**, v. 31, n. 4, p. 605–620, 2016.

CARPINO, C.; MORA, D.; DE SIMONE, M. On the use of questionnaire in residential buildings. A review of collected data, methodologies and objectives. **Energy and Buildings**, v. 186, p. 297–318, 2019.

CHARNET, R. *et al.* **Análise de modelos de regressão linear: com aplicações**. 2. ed. Campinas: Edifora da Unicamp, 2008.

CHEN, S. *et al.* Definition of occupant behavior in residential buildings and its application to behavior analysis in case studies. **Energy and Buildings** , v. 104, p. 1–13, 2015.

COSTA, E. R.; SARTORI, M. da G. B.; FANTINI, V. Estudo da relação entre eventos El Niño-La Niña e ocorrência de ondas de frio na região de Santa Maria-RS. **Boletim gaúcho de geografia**, Porto Alegre, v. 33, p. 263–276, 2007.

CSOKNYAI, T. *et al.* Analysis of energy consumption profiles in residential buildings and impact assessment of a serious game on occupants' behavior. **Energy and Buildings** , v. 196, p. 1–20, 2019.

D'OCA, S. *et al.* **EBC Annex 66 Technical Report: An International survey of occupant behavior in workspaces**. Beijing: Tsinghua University, 2017a.

D'OCA, S. *et al.* Introduction to an occupant behavior motivation survey framework. *In*: , 2016, Aalborg. **Clima 2016 - 12th REHVA World Congress**. Aalborg: Department of Civil Engineering, Aalborg University, 2016.

D'OCA, S. *et al.* Synthesizing building physics with social psychology: An interdisciplinary framework for context and occupant behavior in office buildings. **Energy Research and Social Science** , v. 34, p. 240–251, 2017b.

DE VECCHI, R.; CÂNDIDO, C. M.; LAMBERTS, R. Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate : a 'cool' addiction hypothesis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 7–20, 2016.

DE VECCHI, R.; LAMBERTS, R.; CÂNDIDO, C. M. The role of clothing in thermal comfort: how people dress in a temperate and humid climate in Brazil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 69–81, 2017.

DEME BELAFI, Z.; HONG, T.; REITH, A. A critical review on questionnaire surveys in the field of energy-related occupant behaviour. **Energy Efficiency**, v. 11, n. 8, p.

2157–2177, 2018.

EEE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Uso de ar condicionado no setor residencial brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energéticaNota técnica EPE 030/2018**. Brasília: [*s. n.*], 2018.

ELETROBRAS. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial - Web: Consumo por equipamento**. [*S. l.*], 2019a. Available at: https://eletrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx. Acesso em: 16 ago. 2021.

ELETROBRAS. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial Brasil 2019**. 2019b. Available at: https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/BRASIL.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Fact Sheet: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. *E-book*.

ERELL, E.; PORTNOV, B. A.; ASSIF, M. Modifying behaviour to save energy at home is harder than we think…. **Energy and Buildings**, v. 179, p. 384–398, 2018.

FABI, V. *et al.* Occupants' window opening behaviour: a literature review of factors influencing occupant behaviour and models. **Building and Environment**, v. 58, p. 188–198, 2012.

GABC – GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS CONSTRUCTION; IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **2019 Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector**. Paris: IEA, 2019.

GAO, H.; KOCH, C.; WU, Y. Building information modelling based building energy modelling: A review. **Applied Energy**, v. 238, p. 320–343, 2019.

GHISI, E.; BALVEDI, B. F. Monitoring occupant behaviour in multifamily residential buildings. *In*: , 2017, Edimburgo. **PLEA 2017**. Edimburgo: PLEA, 2017. p. 709–715.

GILL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GILL, Z. M. *et al.* Low-energy dwellings: the contribution of behaviours to actual performance. **Building Research and Information**, v. 38, n. 5, p. 491–508, 2010.

GILL, Z. M. *et al.* Measured energy and water performance of an aspiring low energy/carbon affordable housing site in the UK. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 1, p. 117–125, 2011.

GIOLO, S. R. **Introdução à análise de dados categóricos com aplicações**. São Paulo: Blucher, 2017.

GIVONI, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy in Buildings**, [*s. l.*], v. 18, p. 11–23, 1992.

GOOGLE MAPS. **Imagem Mazar Technologies 2020**. 2020.

GUERRA-SANTIN, O.; ITARD, L.; VISSCHER, H. The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock. **Energy and Buildings**, v. 41, n. 11, p. 1223–1232, 2009.

HAAS, R. Energy efficiency indicators in the residential sector. **Energy Policy**, v. 25, n. 7–9, p. 789–802, 1997.

HALDI, F.; ROBINSON, D. A comprehensive stochastic model of window usage: Theory and validation. *In*: , 2009. **IBPSA 2009 - International Building Performance Simulation Association 2009**. 2009. p. 545–552.HARVEY, L. D. D. Reducing energy use in the buildings sector: Measures, costs, and examples. **Energy Efficiency**, v. 2, n. 2, p. 139–163, 2009.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 43–58, 2009.

HERKEL, S.; KNAPP, U.; PFAFFEROTT, J. Towards a model of user behaviour regarding the manual control of windows in office buildings. **Building and Environment**, v. 43, n. 4, p. 588–600, 2008.

HESS, D. J.; SOVACOOL, B. K. Sociotechnical matters: Reviewing and integrating science and technology studies with energy social science. **Energy Research and Social Science**, v. 65, n. January, p. 101462, 2020.

HONG, T. *et al.* Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings. **Energy and Buildings**, v. 116, p. 694–702, 2016.

HONG, T. *et al.* Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture. **Building and Environment**, v. 114, p. 518–530, 2017.

HUEBNER, G. M.; COOPER, J.; JONES, K. Domestic energy consumption - What role do comfort, habit, and knowledge about the heating system play? **Energy and Buildings**, v. 66, p. 626–636, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Santa Maria - RS**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama Acesso em: 20 jan. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Tabela 5810 - Produção e vendas dos produtos e/ou serviços industriais, segundo as classes de atividades e os produtos**. 2013. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5810#resultado. Acesso em: 7 abr. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010. Domicílios particulares permanentes, por número de moradores, segundo a situação do domicílio, o tipo de domicílio, a condição de ocupação e a existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário**. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3219. Acesso em: 20 ago.

2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010. Domicílios particulares permanentes, por tipo de material das paredes externas, segundo o tipo de domicílio, a condição de ocupação do domicílio, o número de cômodos, o número de dormitórios e a existência de banheiro ou sanitário e esgotament**. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3502. Acesso em: 20 ago. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010. Domicílios particulares permanentes e moradores em domicílios particulares permanentes, cuja condição no domicílio não era pensionista, nem empregado(a) doméstico(a) ou seu parente, por classes de rendimento nominal mensal domiciliar, a situaç**. Rio de Janeiro, 2010c. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1397. Acesso em: 20 ago. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010d. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 20 ago. 2021

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares. Tabela 6977 - Número de famílias e Tamanho médio da família por classes de rendimento total e variação patrimonial mensal familiar**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6977. Acesso em: 20 nov. 2021.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **E4 Country Profile: Energy Efficiency in Brazil**. Paris: IEA, 2021.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Final Report Annex 53. Total energy use in buildings Analysis and evaluation methods**. Hertfordshire, UK: International Energy Agency Programme on Energy in Buildings and Communities, 2016.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Tracking Buildings**. Paris: IEA, 2019. Disponível em: https://www.iea.org/reports/tracking-buildings.

INDRAGANTI, M. Adaptive use of natural ventilation for thermal comfort in Indian apartments. **Building and Environment**, v. 45, n. 6, p. 1490–1507, 2010a.

INDRAGANTI, M. Behavioural adaptation and the use of environmental controls in summer for thermal comfort in apartments in India. **Energy and Buildings**, v. 42, n. 7, p. 1019–1025, 2010b.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos anuais 2020 Santa Maria, RS**. [*S. l.*], 2020a. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos. Acesso em: 20 ago. 2021.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 2019**. 2020b. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/. Acesso em:

15 abr. 2020.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RTQ-R**. Rio de Janeiro, Brasil: INMETRO, 2012.

KAVOUSIAN, A.; RAJAGOPAL, R.; FISCHER, M. Determinants of residential electricity consumption: Using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior. **Energy**, v. 55, p. 184–194, 2013.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climatica de Koppen e Thornthwaite. **Disciplinatum Scientia**. Série: Ciências Exatas, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

LABEEE - LABORATÓRIO DE EFICIÊNICA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Arquivos climáticos INMET 2016**. 2021. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2016. Acesso em: 15 jan. 2021.

LEITZKE, R. K. *et al.* Avaliação de dispositivos de proteção solar fixos e automatizados para edifício residencial. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 59–72, 2017.LUNE, H.; BERG, B. L. **Methods for the Social Sciences Global Edition**. E-book. Vivar: Pearson, 2017.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MANLY, B. F. J. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. Porto Alegre: Bookman, 2019.

MEINKE, A. *et al.* Comfort-related feedforward information: occupants' choice of cooling strategy and perceived comfort. **Building Research and Information**,v. 45, n. 1–2, p. 222–238, 2017.

NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Energy and Buildings**, v. 34, n. 6, p. 563–572, 2002.

NICOL, J. Fergus; HUMPHREYS, M. A.; OLESEN, B. A stochastic approach to thermal comfort - Occupant behavior and energy use in buildings. **ASHRAE Transactions**, v. 110 PART I, n. January, p. 554–568, 2004.

NICOL, J. G. Characterising occupant behavior in buildings: towards a stochastic model of occupant use of windows, lights, blinds heaters and fans. *In*: , 2001, Rio de Janeiro, Brazil. **Seventh International IBPSA Conference**. Rio de Janeiro, Brazil: 2001. p. 1073–1078.

O'BRIEN, W. *et al.* Special issue on the fundamentals of occupant behaviour research. **Journal of Building Performance Simulation**, v. 10, n. 5–6, p. 439–443,

2017.

OUYANG, J.; HOKAO, K. Energy-saving potential by improving occupants' behavior in urban residential sector in Hangzhou City, China. **Energy and Buildings**, v. 41, p. 711–720, 2009.

PANET, M. de F.; ARAÚJO, V. M. D. de; ARAÚJO, E. H. S. de. No calor da idade: parâmetros de conforto térmico para idosos residentes em localidade do semiárido paraibano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 135–149, 2020.

PARKER, D. *et al.* Accuracy of the home energy saver energy calculation methodology. *In*: , 2012, Cocoa. **Proceedings of the 2012 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings**. Cocoa: University of Central Floria, 2012. p. 206–222.

PEFFER, T. *et al.* How people use thermostats in homes: A review. **Building and Environment**, v. 46, n. 12, p. 2529–2541, 2011.

PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia (PPHs)**. 2021. Disponível em: http://www.procel.gov.br/main.asp?View=%7B4A5E324F-A3B0-482A-B1CD-F75A2A150480%7D. Acesso em: 20 ago. 2021.

PROJETEEE - PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES. **Dados climáticos, Gráfico de temperaturas, Santa Maria, RS**. 2021. Disponível em: http://www.mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/?cidade=RS+-+Santa+Maria&id_cidade=bra_rs_santa.maria.839360_inmet.

QUAGLIONE, D. *et al.* Exploring additional determinants of energy-saving behaviour: the influence of individuals' participation in cultural activities. **Energy Policy**, v. 108, p. 503–511, 2017.

QUIVY, R; CAMPENHOUDT, L. V. **Manual de investigação em ciências sociais**. Paris: Dunod,1998.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. [*S. l.*], 2019. Disponível em: www.r-project. org.

RAMOS, G. *et al.* Adaptive behaviour and air conditioning use in Brazilian residential buildings. **Building Research & Information**, v. 48, n. 5, p. 496–511, 2020.

RAMOS, G. **Impactos Socioculturais e o Comportamento do Usuário em Edificações Residenciais**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

RIJAL, H. B. *et al.* Using results from field surveys to predict the effect of open windows on thermal comfort and energy use in buildings. **Energy and Buildings**, v. 39, n. 7, p. 823–836, 2007.

RIJAL, Hom Bahadur. Occupant behaviour in the various climates of Nepal. *In*:

KUBOTA, T.; RIJAL, H. B.; TAKAGUCHI, H. (org.). **Sustainable Houses and Living in the Hot-Humid Climates of Asia**. Singapure: Springer Nature Singapore, 2018. p. 263–270.

RINALDI, A; SCHWEIKER, M.; IANNONE, F. On uses of energy in buildings: Extracting influencing factors of occupant behaviour by means of a questionnaire survey. **Energy and Buildings**, v. 168, p. 298–308, 2018.

RINALDI, Alessandro; SCHWEIKER, M.; IANNONE, F. On uses of energy in buildings: Extracting influencing factors of occupant behaviour by means of a questionnaire survey. **Energy and Buildings**, v. 168, p. 298–308, 2018.

RUVIARO, R. S.; ZAMBONATO, B.; GRIGOLETTI, G. de C. Extensão do PMV para avaliação do conforto térmico de idosas em ambientes com ventilação natural. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 12, p. e021002, 2021.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p.27-49, 2003.

SARTORI, P. L. P. Geologia e Geomorfologia de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 38, p. 19-43, 2009.

SCALCO, V. A. *et al.* Innovations in the Brazilian regulations for energy efficiency of residential buildings. **Architectural Science Review**, v. 55, n. 1, p. 71–81, 2012.

SCHWEIKER, M. **Occupant Behaviour and the Related Reference Levels for Heating and Cooling**. 2010. Tese (Doutorado em Environmental and Information Sciences) – University of Tokyo, Tokyo, 2010.

SCHWEIKER, M. Understanding Occupants' Behaviour for Energy Efficiency in Buildings. **Current Sustainable/Renewable Energy Reports**, v. 4, n. 1, p. 8–14, 2017.

SCHWEIKER, M.; SHUKUYA, M. Comparison of theoretical and statistical models of air-conditioning-unit usage behaviour in a residential setting under Japanese climatic conditions. **Building and Environment**, v. 44, n. 10, p. 2137–2149, 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SOARES, N. *et al.* A review on current advances in the energy and environmental performance of buildings towards a more sustainable built environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 77, n. April, p. 845–860, 2017.

SORGATO, M. J. **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**. 258 f. 2015. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SOVACOOL, B. K. *et al.* Integrating social science in energy research. **Energy**

Research and Social Science, v. 6, p. 95–99, 2015.

STAZI, F.; NASPI, F.; D'ORAZIO, M. A literature review on driving factors and contextual events influencing occupants' behaviours in buildings. **Building and Environment**, v. 118, p. 40–66, 2017.

STEEMERS, K.; YUN, G. Y. Household energy consumption: a study of the role of occupants. **Building Research and Information**, v. 37, n. 5–6, p. 625–637, 2009.

STEPHENSON, J. *et al.* The energy cultures framework: exploring the role of norms, practices and material culture in shaping energy behaviour in New Zealand. **Energy Research and Social Science**, v. 7, p. 117–123, 2015.

SUNIKKA-BLANK, M.; GALVIN, R. Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. **Building Research and Information**, v. 40, n. 3, p. 260–273, 2012.

TAKAHASHI, I. *et al.* Difference in thermal sensation and behavioral pattern of occupants between passive and active cooling strategies. *In*: , 2000, Cambridge. **Proceedings of PLEA 2000**. Cambridge: Jamens & Janems (Science Publishers), 2000. p. 593–598.

TAM, V. W. Y.; ALMEIDA, L.; LE, K. Energy-related occupant behaviour and its implications in energy use: A chronological review. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 8, p. 1–20, 2018.

TURNER, C.; FRANKEL, M. **Energy Performance of LEED for New Construction Buildings**. Vancouver: USGBC, 2008.

VON GRABE, J. How do occupants decide their interactions with the building? from qualitative data to a psychological framework of human-building-interaction. **Energy Research and Social Science**, v. 14, p. 46–60, 2016a.

VON GRABE, J. The systematic identification and organization of the context of energy-relevant human interaction with buildings - A pilot study in Germany. **Energy Research and Social Science**, v. 12, p. 75–95, 2016b.

WAGNER, A.; O'BRIEN, W.; DONG, B. **Exploring Occupant Behavior in Buildings: Methods and Challenges**. Cham: Spinger International Publishing, 2018.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **2020 State of Climate Services: Risk information and early warning systems**. Geneva: WMO, 2020. *E-book*.

YAN, B. *et al.* Typical effects of occupants' behaviour on indoor air-conditioned environments in the hot summer and cold winter region of China. **Indoor and Built Environment**, v. 30, n. 5, p. 606–620, 2021.

YAN, D. *et al.* **IEA EBC Annex 66: Definition and simulation of occupant**

behavior in buildingsEnergy and Buildings. IEA, 2014.

YAN, D.; HONG, T. **Annex 66, Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings Annex 66 Final Report**. Beijing: Tsinghua University, 2018.

YOHANIS, Y. G. *et al.* Real-life energy use in the UK: How occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use. **Energy and Buildings**, v. 40, n. 6, p. 1053–1059, 2008.

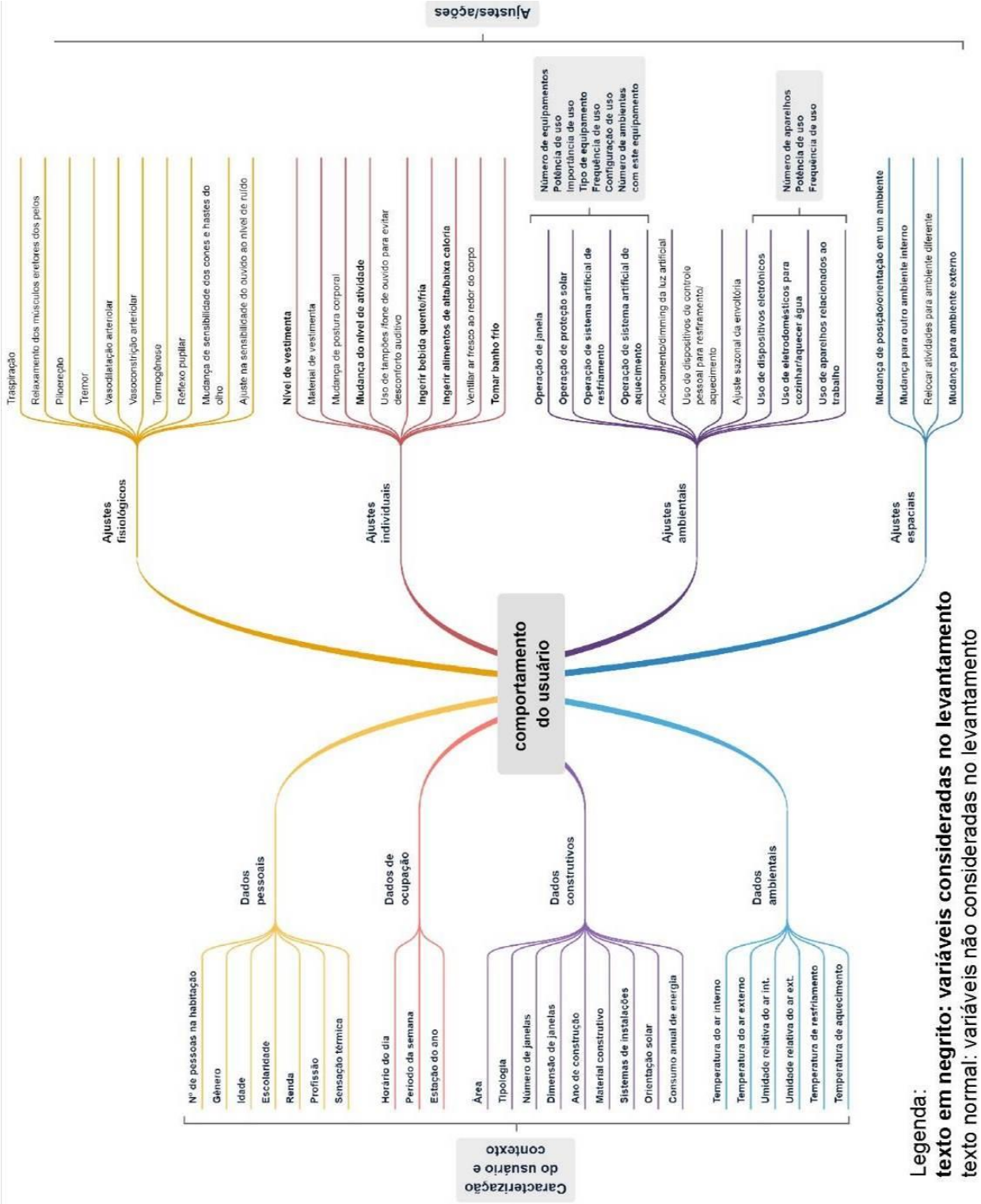
YU, Z. *et al.* A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption. **Energy and Buildings**, v. 43, p. 1409–1417, 2011.

ZAMBONATO, B. *et al.* Caracterização de zonas climáticas locais na cidade de Santa Maria – Rio Grande do Sul. **Revista de Geografia**, Recife, v. 38, n. 2, p. 85–107, 2021.

ZOU, P. X. W. *et al.* A mixed methods design for building occupants' energy behavior research. **Energy and Buildings**, v. 166, p. 239–249, 2018.

APÊNDICE A

VARIÁVEIS DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO



Fonte: elaborado pela autora.

APÊNDICE B

LEVANTAMENTO QUALITATIVO

ENTREVISTA ESTRUTURADA

HÁBITOS REFERENTES AO CONSUMO DE ENERGIA E CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES DE SANTA MARIA

Prezado respondente, esta entrevista estruturada faz parte da pesquisa de mestrado intitulada "Influência do comportamento do usuário no consumo energético de habitações multifamiliares em Santa Maria", desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (UFSM), que tem como objetivo levantar os hábitos relacionados ao consumo de energia e conforto térmico dos moradores de habitações multifamiliares de Santa Maria. A entrevista tem duração de 30 a 45 minutos.

PADRÃO DE OCUPAÇÃO DOS MORADORES

1. Durante a semana, quantas pessoas estão em casa nos seguintes horários?
   08:00 às 12:00: _____ 12:00 às 13:00: _____
   13:00 às 18:00: _____ 18:00 às 22:00: _____ 22:00 às 08:00: _____
2. Durante o final de semana, quantas pessoas estão em casa nos seguintes horários?
   08:00 às 12:00: _____ 12:00 às 13:00: _____
   13:00 às 18:00: _____ 18:00 às 22:00: _____ 22:00 às 08:00: _____

PERCEPÇÃO DE CONFORTO Dados relativos à percepção do respondente

3. Como você se sente na sua casa durante o verão e o inverno?

Estação do ano	Sensação						
	Com muito calor	Com calor	Com pouco calor	Neutro	Com pouco frio	Com frio	Com muito frio
Verão	○	○	○	○	○	○	○
Inverno	○	○	○	○	○	○	○

HÁBITOS E MOTIVAÇÕES Dados relativos aos hábitos de todos moradores da habitação

4. O que os moradores fazem para se sentirem confortáveis quando estão com **calor** em casa?
5. O que os moradores fazem para se sentirem confortáveis quando estão com **frio** em casa?
6. Por quais motivos os moradores costumam **abrir as janelas** na sala/nos dormitórios?
7. ... **fechar as janelas** na sala/nos dormitórios?
8. ... **abrir as cortinas** na sala/nos dormitórios?
9. ... **fechar as cortinas** na sala/nos dormitórios?
10. ... **abrir as persianas** na sala/nos dormitórios?
11. ... **fechar as persianas** na sala/nos dormitórios?
12. ... **abrir as venezianas** na sala/nos dormitórios?
13. ... **fechar as venezianas** na sala/nos dormitórios?
14. ... **abrir as proteções solares** na sala/nos dormitórios?
15. ... **fechar as proteções solares** na sala/nos dormitórios?
16. ... **ligar o ventilador** (teto/parede/coluna/mesa) na sala/ nos dormitórios?
17. ... **ligar o umidificador** na sala/nos dormitórios?
18. ... **ligar o ar condicionado para resfriamento** na sala/nos dormitórios?
19. ... **ligar o ar condicionado para aquecimento** na sala/nos dormitórios?
20. ... **ligar o aquecedor (ar/óleo/radiante)** na sala/nos dormitórios?
21. ... **usar outros dispositivos para aquecimento ou resfriamento** na sala/nos dormitórios?

CARACTERIZAÇÃO DOS MORADORES

22. Quantas pessoas moram na habitação? _____
23. Qual o gênero do respondente?
    Feminino:___ Masculino:___ Outro:___ (__) prefiro não responder
24. Qual o número de moradores correspondente a cada gênero?
    Feminino:___ Masculino:___ Outro:___ (__) prefiro não responder
25. Qual a faixa etária do respondente?
    (__) 0 a 6 anos (__) 7 a 14 anos (__) 15 a 17 anos
    (__)18 a 29 anos (__) 30 a 59 anos (__) 60 anos ou mais
26. Qual o número de moradores correspondente a cada a faixa etária?
    0 a 6 anos:___ 7 a 14 anos:___ 15 a 17 anos:___
    18 a 29 anos:___ 30 a 59 anos:___ 60 anos ou mais:___
27. Qual o nível de escolaridade do respondente?
    (__) Ensino Fundamental (incompleto) (__) Ensino Fundamental (completo)
    (__) Ensino Médio (incompleto) (__) Ensino Médio (completo)
    (__) Ensino Superior (incompleto) (__) Ensino Superior (completo)
    (__) Pós-Graduação (incompleto) (__) Pós-Graduação (completo)
28. Qual o maior nível de escolaridade entre os moradores?
    (__) Ensino Fundamental (incompleto) (__) Ensino Fundamental (completo)
    (__) Ensino Médio (incompleto) (__) Ensino Médio (completo)
    (__) Ensino Superior (incompleto) (__) Ensino Superior (completo)
    (__) Pós-Graduação (incompleto) (__) Pós-Graduação (completo)
29. Qual a renda mensal total de todos os moradores?
    (__) Até 1 salário mínimo (__) Entre 1 e 2 (__) Entre 2 e 4
    (__) Entre 4 e 10 (__) Mais de 10 salários mínimos

CARACTERIZAÇÃO DO DOMICÍLIO

30. O domicílio é formado por quantos cômodos? E quantos dormitórios?
31. Como você considera a entrada de sol na sua sala e nos dormitórios?
    Pega bastante sol? Em que período do dia e do ano?
32. Como você considera o sombreamento na sua sala e nos dormitórios?
    Há sombreamento? Em que período do dia e do ano?
    Dados levantados pelo pesquisador após a entrevista
33. Edifício:_____Apto.:_____ Pavimento.:_____
34. Ano de construção da edificação:_____
35. Material construtivo da edificação:_____
36. Orientação solar fachada principal:_____
37. Número de janelas na sala: _____ dimensões:
38. Número de janelas no dormitório 1: _____ dimensões:
39. Número de janelas no dormitório 2: _____ dimensões:
40. Número de janelas no dormitório 3: _____ dimensões:

CONSUMO MENSAL DE ENERGIA

41. Qual o consumo mensal de energia? Dados relativos ao período de jan. a dez. de 2019

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
Consumo mensal (kW)						
Mês	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Out.**	**Nov.**	**Dez.**
Consumo mensal (kW)						

APÊNDICE C

LEVANTAMENTO QUANTITATIVO

PERÍODOS EM QUE OS MORADORES ESTÃO EM CASA

As respostas desta seção devem considerar todos os moradores da casa, tomando como referência o ano de 2019.

1. Marque o número de pessoas que estão em casa durante a semana, nos intervalos de tempo indicados abaixo. Considere o número de pessoas que usualmente estão em casa dentro do intervalo, mesmo que não estejam em casa durante o intervalo todo. (Marque apenas uma opção por linha)

	Nenhum morador	1	2	3	4	5	6 moradores ou mais
Entre 8:00 e 12:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Entre 12:00 e 13:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Entre 13:00 e 18:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Entre 18:00 e 22:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Entre 22:00 e 8:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

2. Durante o final de semana, como você descreveria a permanência dos moradores na casa? *(Marque apenas uma opção)*

☐ Os moradores ficam a maior parte do tempo em casa
☐ Os moradores saem de casa um período do dia
☐ Os moradores saem de casa um dia do final de semana
☐ Os moradores não ficam em casa
☐ Os moradores não têm uma rotina
☐ A permanência é similar aos dias de semana
☐ Outro: _____

3. Existe alguma época do ano em que os moradores não estão em casa ou há mais pessoas morando na casa? Qual época? *(Marque todas as opções que se aplicam)*

☐ O número de moradores é o mesmo durante todo o ano
☐ Os moradores não ficam em casa nas férias de verão (algumas semanas entre dezembro e março)
☐ Os moradores não ficam em casa nas férias de inverno (algumas semanas entre junho e setembro)

☐ Os moradores não ficam em casa por algumas semanas em outros meses
☐ Há mais pessoas morando na casa nas férias de verão (algumas semanas entre dezembro e março)
☐ Há mais pessoas morando na casa nas férias de inverno (algumas semanas entre julho e setembro)
☐ Há mais pessoas morando na casa por algumas semanas em outros meses
☐ Outro: _____

SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO

As respostas desta seção devem considerar todos os moradores da casa, tomando como referência o ano de 2019.

4. Durante o verão, como os moradores se sentem em casa, sem fazer uso de ventilador, ar condicionado ou similar? *(Marque apenas uma opção)*

☐ Com muito calor
☐ Com calor
☐ Com pouco calor
☐ Confortável
☐ Com pouco frio
☐ Com frio
☐ Com muito frio

5. Durante o inverno, como os moradores se sentem em casa, sem fazer uso de aquecedor, ar condicionado ou similar? *(Marque apenas uma opção)*

☐ Com muito calor
☐ Com calor
☐ Com pouco calor
☐ Confortável
☐ Com pouco frio
☐ Com frio
☐ Com muito frio

CARACTERIZAÇÃO DOS HÁBITOS DOS MORADORES

As respostas desta seção devem considerar todos os moradores da residência, tomando como referência o ano de 2019.

6. Quando os moradores estão sentindo calor em casa, o que costumam fazer? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Vestir roupas mais leves
☐ Evitar atividades físicas intensas
☐ Tomar bebida fria
☐ Comer alimentos leves/refrescantes
☐ Tomar banho frio
☐ Ir para lugar mais fresco no ambiente em que está
☐ Ir para lugar mais fresco na casa
☐ Sair de casa, para lugar mais agradável
☐ Abrir as janelas
☐ Fechar as janelas
☐ Abrir as cortinas, persianas e venezianas
☐ Fechar as cortinas, persianas e venezianas
☐ Ligar o ventilador
☐ Ligar o ar condicionado na função ventilar
☐ Ligar o ar condicionado na função resfriar
☐ Outro: _____

7. Quando os moradores estão sentindo frio em casa, o que costumam fazer? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Vestir roupas mais pesadas
☐ Movimentar-se para se aquecer
☐ Tomar bebida quente
☐ Comer alimentos pesados/quentes
☐ Tomar banho quente
☐ Ir para lugar mais quente no ambiente em que está
☐ Ir para lugar mais quente na casa
☐ Sair de casa, para lugar mais agradável
☐ Abrir as janelas
☐ Fechar as janelas
☐ Abrir as cortinas, persianas e venezianas
☐ Fechar as cortinas, persianas e venezianas
☐ Ligar o aquecedor
☐ Ligar o ar condicionado na função aquecer
☐ Outro: _____

8. Quando os moradores costumam ABRIR AS JANELAS (tanto durante o dia quanto durante a noite)? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Quando está muito quente dentro de casa
☐ Quando há ar fresco fora de casa
☐ Quando está muito frio dentro de casa e há ar quente fora de casa
☐ Para aproveitar a entrada de sol direto
☐ Para aproveitar a entrada de luz, mesmo que não tenha sol direto
☐ Para ventilar/renovar o ar dos ambientes
☐ Para remover a umidade dentro de casa
☐ À noite para dormir em conforto
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de abrir
☐ Outro: _____

9. Quando os moradores costumam ABRIR AS CORTINAS, PERSIANAS E VENEZIANAS (tanto durante o dia quanto durante a noite)? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não usamos
☐ Quando abro as janelas
☐ Para aproveitar a entrada de sol direto
☐ Para aproveitar a entrada de luz, mesmo que não tenha sol direto
☐ Para ventilar/renovar o ar dos ambientes
☐ Para ver o lado de fora
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de abrir
☐ Outro: _____

10. Quando os moradores costumam FECHAR AS JANELAS (tanto durante o dia quanto durante a noite)? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Para barrar o calor de fora de casa☐ Para barrar o frio de fora de casa
☐ Quando os ventos estão muito fortes
☐ À noite para dormir em conforto
☐ À noite para segurança
☐ Para privacidade dos moradores
☐ Quando os moradores saem de casa
☐ Por costume de fechar
☐ Outro: _____

11. Quando os moradores costumam FECHAR AS CORTINAS, PERSIANAS E VENEZIANAS (tanto durante o dia quanto durante a noite)? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não usamos
☐ Quando está muito quente dentro de casa
☐ Quando está muito frio dentro de casa
☐ Para barrar o calor de fora de casa
☐ Para barrar o frio de fora de casa
☐ Para barrar a entrada de sol pelas janelas
☐ Para diminuir a luz durante o dia
☐ Quando os ventos estão muito fortes
☐ À noite para dormir em conforto
☐ À noite para segurança
☐ Para privacidade dos moradores
☐ Quando os moradores saem de casa
☐ Por costume de fechar
☐ Outro: _____

12. Como você descreve a condição das janelas, das cortinas e das persianas ou venezianas em sua casa?

	Não temos	Sempre abertas	Abertas somente quando os moradores estão nos ambienter	Abertas somente de vez em quando para renovar o ar	Fechadas apenas durante a noite	Sempre fechadas
Janelas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cortinas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Persianas ou venezianas	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13. Quando os moradores costumam LIGAR O VENTILADOR? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não temos/não usamos
☐ Quando está muito quente dentro de casa
☐ Quando há ar fresco fora de casa
☐ Para melhorar a ventilação/renovação do ar nos ambientes
☐ Para remover a umidade dentro de casa
☐ Para evitar a presença de insetos
☐ À noite para dormir em conforto
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de ligar

☐ Outro: _____

14. Quando os moradores costumam LIGAR O AR CONDICIONADO na função VENTILAR? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não temos/não usamos
☐ Quando está muito quente dentro de casa
☐ Quando há ar fresco fora de casa
☐ Para melhorar a ventilação/renovação do ar nos ambientes
☐ Para remover a umidade dentro de casa
☐ Para evitar a presença de insetos
☐ À noite para dormir em conforto
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de ligar
☐ Outro: _____

15. Quando os moradores costumam LIGAR O AR CONDICIONADO na função RESFRIAR? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não temos/não usamos
☐ Quando está muito quente dentro de casa
☐ Para remover a umidade dentro de casa
☐ Para evitar a presença de insetos
☐ À noite para dormir em conforto
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de ligar
☐ Outro: _____

16. Quando os moradores costumam LIGAR O AQUECEDOR? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não temos/não usamos
☐ Quando está muito frio dentro de casa
☐ Quando os ventos estão muito fortes
☐ Para remover a umidade dentro de casa
☐ À noite para dormir em conforto
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de ligar
☐ Outro: _____

17. Quando os moradores costumam LIGAR O AR CONDICIONADO na função AQUECER? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Não temos/não usamos
☐ Quando está muito frio dentro de casa
☐ Quando os ventos estão muito fortes
☐ Para remover a umidade dentro de casa
☐ À noite para dormir em conforto
☐ Quando os moradores chegam em casa
☐ Por costume de ligar
☐ Outro: _____

18. Como você descreve a condição de uso do ventilador, ar condicionado e aquecedor em sua casa?

	Ventilador	Ar condicionado na função ventilar ☐	Ar condicionado na função resfriar	Aquecedor	Ar condicionado na função aquecer
Não temos	☐	☐	☐	☐	☐
Sempre ligado, em todos ambientes	☐	☐	☐	☐	☐
Ligado quando os moradores estão no ambiente	☐	☐	☐	☐	☐
Ligado algumas vezes no dia, por bastante tempo, para manter o conforto	☐	☐	☐	☐	☐
Ligado algumas vezes no dia, por pouco tempo, até atingir o conforto	☐	☐	☐	☐	☐
Ligado somente de vez em quando, rapidamente para renovar o ar	☐	☐	☐	☐	☐
Ligado somente para dormir	☐	☐	☐	☐	☐
Sempre desligado	☐	☐	☐	☐	☐

19. Em que temperatura o ar condicionado costuma ser usado na função RESFRIAR? _____

20. Em que meses os moradores costumam usar o ar condicionado na função RESFRIAR?

☐ Não temos
☐ Janeiro
☐ Fevereiro
☐ Março
☐ Abril

☐ Maio
☐ Junho
☐ Julho
☐ Agosto
☐ Setembro
☐ Outubro
☐ Novembro
☐ Dezembro

21. Em que temperatura o ar condicionado costuma ser usado na função AQUECER? _____

22. Em que meses os moradores costumam usar o ar condicionado na função AQUECER?

☐ Não temos
☐ Janeiro
☐ Fevereiro
☐ Março
☐ Abril
☐ Maio
☐ Junho
☐ Julho
☐ Agosto
☐ Setembro
☐ Outubro
☐ Novembro
☐ Dezembro

CARACTERIZAÇÃO DOS MORADORES

As respostas desta seção devem considerar todos os moradores da casa, tomando como referência o ano de 2019.

23. Quantas pessoas moram na casa? (Marque apenas uma opção)

☐ 1 morador
☐ 2 moradores
☐ 3 moradores
☐ 4 moradores

☐ 5 moradores
☐ 6 moradores
☐ Mais de 7 moradores

24. Qual a faixa etária dos moradores? (marque o número de moradores para cada faixa etária)

	Nenhum morador	1	2	3	4	5 ou mais moradores
0 a 6 anos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7 a 14 anos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16 a 17 anos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18 a 29 anos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
30 a 59 anos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mais de 60 anos	☐	☐	☐	☐	☐	☐

25. Qual o maior nível de escolaridade entre os moradores?

☐ Ensino Fundamental (incompleto)
☐ Ensino Fundamental (completo)
☐ Ensino Médio (incompleto)
☐ Ensino Médio (completo)
☐ Ensino Superior (incompleto)
☐ Ensino Superior (completo)
☐ Pós-Graduação (incompleto)
☐ Pós-Graduação (completo)

26. Qual a renda mensal familiar?

☐ Até R$ 1.045 (1 salário mínimo)
☐ De R$ 1.045 a R$ 2.090 (entre 1 e 2 salários mínimos)
☐ De R$ 2090 a R$ 4.180 (entre 2 e 4 salários mínimos)
☐ De R$ 4.180 a R$ 10.450 (entre 4 e 10 salários mínimos)
☐ Mais de R$ 10.450 (mais de 10 salários mínimos)

CARACTERIZAÇÃO DA HABITAÇÃO

As respostas desta seção descrevem as características da casa.

27. A casa tem quantos dormitórios?

☐ 1 dormitório
☐ 2 dormitórios

☐ 3 dormitórios
☐ Outro: _____

28. Em qual pavimento a casa está localizada?

☐ Térreo
☐ 1º pavimento
☐ 2º pavimento
☐ 3º pavimento
☐ 4º pavimento
☐ 5º pavimento
☐ 6º pavimento
☐ 7º pavimento
☐ 8º pavimento
☐ 9º pavimento
☐ 10º pavimento ou mais

29. A casa tem sacada?

☐ Sim, aberta para área externa
☐ Sim, fechada com vidro
☐ Não

30. As janelas dos ambientes são voltadas para que espaços? Você pode marcar mais de uma opção.

	Para a rua	Para o pátio lateral	Para o pátio de fundos
Sala	☐	☐	☐
Dormitórios	☐	☐	☐

31. Como você considera a ventilação na sua casa? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Bem ventilada
☐ Mal ventilada
☐ Quente no verão
☐ Quente no inverno
☐ Fresca no verão
☐ Fria no inverno

32. No verão, como você considera a entrada de sol na sua casa? Você pode marcar mais de uma opção. (Marque todas que se aplicam)

☐ Ensolarada, pega bastante sol o dia todo
☐ Ensolarada pega sol durante a manhã
☐ Ensolarada, pega sol durante a tarde
☐ Pouco ensolarada, pega sol em parte da manhã
☐ Pouco ensolarada, pega sol em parte da tarde
☐ Pouco ensolarada, pega sol no intervalo do meio dia
☐ Sem insolação, não pega sol em nenhum período do dia

33. No inverno, como você considera a entrada de sol na sua casa? Você pode marcar mais de uma opção. (Marque todas que se aplicam)

☐ Ensolarada, pega bastante sol o dia todo
☐ Ensolarada pega sol durante a manhã
☐ Ensolarada, pega sol durante a tarde
☐ Pouco ensolarada, pega sol em parte da manhã
☐ Pouco ensolarada, pega sol em parte da tarde
☐ Pouco ensolarada, pega sol no intervalo do meio dia
☐ Sem insolação, não pega sol em nenhum período do dia

PESQUISA DETALHADA

As próximas questões abordam os hábitos e consumo de energia de forma mais detalhada. Para estas questões, você precisará dos dados de consumo de energia do ano de 2019, que você encontra na fatura de luz de janeiro de 2020, na forma impressa ou no site da companhia de energia, com seu login e senha: https://servicosonline.cpfl.com.br/agenciawebapp/#/login procurando por débitos e segunda via de conta.

Esta parte da pesquisa tem duração de aproximadamente 15 minutos.

34. Você gostaria de participar das próximas questões?

☐ Sim (passar para a pergunta 35)
☐ Não (encerrar o questionário)

CONSUMO MENSAL DE ENERGIA EM 2019

Para informar o consumo mensal de energia da casa durante 2019, você pode encontrar as informações na fatura do mês de janeiro de 2020, como indicado na figura a seguir.

[redacted]
R [redacted]
CENTRO
97015-662 SANTA MARIA RS

Nota Fiscal / RE - Ato Declaratório nº 2019/040
Conta de Energia Elétrica
Nº. [redacted]
Data de Emissão 20/12/2019
Data de Apresentação 26/12/2019
Conta Contrato No [redacted]

Lote	Roteiro de leitura	Medidor	Cliente
13	SMRBU126-00000028	[redacted]D	[redacted]11

Reservado ao fisco
[redacted]

PREZADO (A). CLIENTE
ATENÇÃO: Esta conta está classificada como RESIDENCIAL. Isso significa que suas tarifas e impostos serão aplicados de acordo com essa classe. Se o imóvel não é residencial, atualize seu cadastro em nossos canais de atendimento.

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA
[redacted]
R [redacted]
CENTRO SANTA MARIA - RS

CPF:505.244.450-87
Classificação: Convencional B1 Residencial - Monofásico 220 V

ATENDIMENTO	PN	SEU CÓDIGO	CONTA/MÊS	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R$)
0800 970 0900 www.rge-rs.com.br	[redacted]11	[redacted]	DEZ/2019	20/01/2020	179,39

DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO

Cod.	Descrição da Operação	Mês Ref.	Quant. Faturada	Unid. Med.	Tarifa com Tributos	Valor Total da Operação	Base Cálculo ICMS	Aliq. ICMS	ICMS	Base Cálculo PIS/COFINS	PIS 0,69%	COFINS 3,22%
115	Nº 904252716564											
0605	Consumo Uso Sistema [KWh]-TUSD	DEZ/19	198,000	kWh	0,43919192	86,96	86,96	30,00	26,09	86,96	0,60	2,80
0601	Consumo - TE	DEZ/19	198,000	kWh	0,40853536	80,89	80,89	30,00	24,27	80,89	0,56	2,60
0601	Adicional de Bandeira Amarela	DEZ/19				2,77	2,77	30,00	0,83	2,77	0,02	0,09
0601	Adicional de Bandeira Vermelha	DEZ/19				3,87	3,87	30,00	1,16	3,87	0,03	0,12
	Total Distribuidora					174,49						
	DÉBITOS DE OUTROS SERVIÇOS											
0807	Contrib. Custeio IP-CIP Municipal	DEZ/19				4,90						
TOTAL CONSOLIDADO						179,39	174,49		52,35	174,49	1,21	5,61

Bandeiras Tarifárias
Vermelha P1 09 Dias
Amarela 20 Dias

HISTÓRICO DE CONSUMO

		kWh	Dias
2019	DEZ	198	29
	NOV	195	31
	OUT	177	33
	SET	175	29
	AGO	245	32
	JUL	284	31
	JUN	229	28
	MAI	249	33
	ABR	197	28
	MAR	208	30
	FEV	214	28
	JAN	315	33
2018	DEZ	217	29

TARIFA ANEEL

Consumo	TUSD	TE
Consumo kWh	0,29029000	0,12001000

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO / DATAS DE LEITURA

Nº	Energia	Leitura 20/12/2019	Leitura 21/11/2019	Fator Multipl.	Consumo [kWh]	Taxa de Perda [%]	Leitura Próximo Mês
16259800	ATIVA	90414	90216	1,00	198		21/01/2020

INDICADORES DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA
Para consulta dos indicadores acesse nosso site www.rge-rs.com.br

INFORMAÇÕES SOBRE A FATURA
Considerar quitada se efetuado débito em [illegible]nte.
Caso não ocorra o débito utilize esta conta para pagamento.

AVISO IMPORTANTE
A partir de 01.01.2020 todos os clientes têm direito a optar pela tarifa branca, saiba mais: www.rge-rs.com.br

Nota Fiscal Conta de Energia Elétrica	DÉBITO AUTOMÁTICO	CódDébAut-Banco	Total a Pagar (R$)	Data de Vencimento
[redacted] Série U	[redacted]	[redacted]	179,39	20/01/2020

Essa conta poderá ser paga no credenciado mais perto de você. Confira a lista completa no site www.rge-rs.com.br

FATIMA TEREZINHA DA TRINDADE - ME	R COMISSARIO JUSTO, 1519 - CENTRO
AM BRUM ASSISTENCIA FAMILIAR AMBAF	RUA RIACHUELO 23 SALA 06 - CENTRO
FRUTEIRA CAMPONESA	RUA GENERAL NETO 211 - CENTRO

[redacted]
Autenticação Mecânica

35. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Janeiro/2019? _____

36. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Fevereiro/2019? _____

37. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Março/2019? _____

38. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Abril/2019? _____

39. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Maio/2019? _____

40. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Junho/2019? _____

41. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Julho/2019? _____

42. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Agosto/2019? _____

43. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Setembro/2019? _____

44. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Outubro/2019? _____

45. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Novembro/2019? _____

46. Qual o consumo mensal (kWh) durante o mês de Dezembro/2019? _____

HÁBITOS DE CONSUMO - APARELHOS DOMÉSTICOS

As respostas desta seção devem considerar todos os moradores da casa, tomando como referência o ano de 2019.

47. Quais dos aparelhos a seguir você tem em casa? Marque a quantidade de aparelhos que tiver para cada item.

	Não tenho	1	2	3	4	5 ou mais
Geladeira	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Freezer	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Televisor	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aparelho de som	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Computador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ferro elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lava roupa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lava louça	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Secadora de roupa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forno micro-ondas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forno elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Grill ou torradeira	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chaleira elétrica	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chuveiro elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Torneira	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado de janela	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado split	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ventilador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aquecedor	☐	☐	☐	☐	☐	☐

48. Quantos dias por semana os moradores costumam usar os aparelhos a seguir? *

	Não tenho	Menos de um dia por semana	De 1 a 2 dias	De 3 a 4 dias	De 5 a 6 dias	Todos os dias
Televisor	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aparelho de som	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Computador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ferro elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lava roupa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lava louça	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Secadora de roupa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forno micro-ondas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forno elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Grill ou torradeira	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chaleira elétrica	☐	☐	☐	☐	☐	☐

49. No verão, quantos dias por semana os moradores costumam usar os aparelhos a seguir?

	Não tenho	Menos de um dia por semana	De 1 a 2 dias	De 3 a 4 dias	De 5 a 6 dias	Todos os dias
Chuveiro elétrico ligado, aquecendo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Torneira elétrica ligada, aquecendo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ventilador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado de janela	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado split	☐	☐	☐	☐	☐	☐

50. No inverno, quantos dias por semana os moradores costumam usar os aparelhos a seguir?

	Não tenho	Menos de um dia por semana	De 1 a 2 dias	De 3 a 4 dias	De 5 a 6 dias	Todos os dias
Chuveiro elétrico ligado, aquecendo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Torneira elétrica ligada, aquecendo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ventilador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado de janela	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado split	☐	☐	☐	☐	☐	☐

51. Quanto tempo por dia os moradores costumam usar os aparelhos a seguir? Caso tenha mais de um aparelho similar (exemplo, televisores), considere a soma do tempo de uso de todos eles.

	Não tenho	Menos de 1 hora	De 1 a 3 horas	De 3 a 6 horas	De 6 a 9 horas	Mais de 9 horas
Televisor	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aparelho de som	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Computador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ventilador	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aquecedor	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado de janela	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ar condicionado split	☐	☐	☐	☐	☐	☐

52. Quanto tempo por dia os moradores costumam usar os aparelhos a seguir? Caso tenha mais de um aparelho similar (exemplo, chuveiro), considere a soma do tempo de uso de todos eles.

	Não tenho	Menos de 15 minutos	De 15 a 30 minutos	De 30 minutos a 1 hora	De 1 a 2 horas	Mais de 2 horas
Forno elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ferro elétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chuveiro elétrico ligado/aquecendo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Torneira elétrica ligado/aquecendo	☐	☐	☐	☐	☐	☐

53. Quantas vezes por dia os moradores costumam usar os aparelhos a seguir? Considere cada ciclo de uso como uma vez.

	Não tenho	Menos de 15 minutos	De 15 a 30 minutos	De 30 minutos a 1 hora	De 1 a 2 horas	Mais de 2 horas
Lava roupa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lava louça	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Secadora de roupa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Forno micro-ondas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Grill ou torradeira	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chaleira elétrica	☐	☐	☐	☐	☐	☐

HÁBITOS DE CONSUMO - ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

As respostas desta seção devem considerar todos os moradores da casa, tomando como referência o ano de 2019.

54. Durante o dia, quais ambientes precisam de iluminação artificial? Você pode marcar mais de uma opção.

☐ Sala
☐ Dormitório
☐ 1 Dormitório
☐ 2 Dormitório
☐ 3 Cozinha
☐ Lavanderia
☐ Banheiro
☐ Nenhum ambiente

55. Com que frequência as lâmpadas são ligadas durante o dia? Você pode escolher mais de uma opção.

	Sempre	Início da manhã	Toda a manhã	No horário de almoço	Toda a tarde	Final da tarde	Nunca	Não se aplica
Sala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dormitório 1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dormitório 2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dormitório 3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cozinha	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Banheiro	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

56. Com que frequência as lâmpadas são ligadas durante a noite?

	Toda a noite (até amanhecer)	Parte da noite (até os moradores dormirem)	Poucas horas	Somente se alguém está utilizando o ambiente	Nunca	Não se aplica
Sala	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dormitório 1	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dormitório 2	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dormitório 3	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cozinha	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Banheiro	☐	☐	☐	☐	☐	☐

APÊNDICE D

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência do comportamento do usuário no consumo energético de edificações multifamiliares em Santa Maria, RS

Pesquisador: Giane de Campos Grigoletti

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 29790820.4.0000.5346

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.920.840

Apresentação do Projeto:

A pesquisa será aplicada, transversal, de natureza quali-quantitativa, observacional, com análise descritiva dos dados. A população estudada são moradores de habitações multifamiliares contendo de 4 a 8 cômodos e 2 a 3 dormitórios em Santa Maria, RS. A amostra não probabilística a ser estudada é de 200 domicílios, definida para um grau de confiança de 95% e margem de erro de 10%, para a população de 11.413 domicílios com 4 a 8 cômodos e 2 a 3 domicílios existentes em Santa Maria, em uma população total de 23.467 unidades habitacionais multifamiliares (IBGE, 2010).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário: analisar a influência do comportamento do usuário no consumo energético de habitações multifamiliares em Santa Maria, RS.

Objetivo secundário:

- Levantar as motivações e interações do usuário com a edificação relacionadas ao consumo de energia e conforto térmico;
- Avaliar os efeitos do comportamento do usuário no consumo energético da habitação;
- Identificar os comportamentos típicos dos usuários participantes da pesquisa.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: é possível que aconteçam desconfortos ou riscos como cansaço, estresse, constrangimento. Para evitar a ocorrência desse tipo de incômodo, será garantida a possibilidade de suspender a aplicação da entrevista estruturada e do questionário, de não aceitar participar ou de retirar a permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

Benefícios: os benefícios esperados com o estudo são o entendimento das interações com maior influência no consumo energético da edificação, a fim de melhorar o desempenho da edificação e o conforto ambiental dos usuários, bem como a formação de uma base de dados sobre o comportamento típico dos usuários para futuros projetos de edificações multifamiliares em Santa Maria, RS.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Esta pesquisa identificará os principais fatores e ajustes com influência no consumo
de energia caracterizados pelos padrões de ocupação, de operação de janelas e proteções solares e de uso de condicionamento artificial.

Estes dados servirão para compreender as interações dos usuários com a edificação, as motivações para tais interações, e para formar uma base de dados que possa ser usada em simulações de projetos de edificações.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão bem elaborados, compreensíveis e atendem as exigências do comitê.

Recomendações:

Veja no site do CEP - http://nucleodecomites.ufsm.br/index.php/cep/orientacoes-gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

.

Considerações Finais a critério do CEP:

O proponente do projeto é responsável por indenização aos participantes no caso de manifestação de eventuais danos comprovadamente decorrentes da realização da pesquisa.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	GAPGiane.pdf	09/03/2020 16:02:33	LICIANI BEATRIZ PAULI	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1522102.pdf	09/03/2020 15:51:02		Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto_PB.pdf	09/03/2020 15:31:38	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	06/03/2020 16:16:40	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_INTEGRA.pdf	06/03/2020 16:15:17	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Outros	TERMO_CONFIDENCIALIDADE.pdf	06/03/2020 16:06:52	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO_INSTITUCIONAL.pdf	06/03/2020 16:06:25	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Outros	PROJETO_PESQUISA.pdf	06/03/2020 16:03:37	Giane de Campos Grigoletti	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SANTA MARIA, 17 de Março de 2020

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

APÊNDICE E

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Influência do comportamento do usuário no consumo energético de edificações multifamiliares em Santa Maria, RS

Pesquisador: Giane de Campos Grigoletti

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 29790820.4.0000.5346

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.191.641

Apresentação do Projeto:

Pela notificação o proponente apresentou emenda ao projeto intitulado "Influência do comportamento do usuário no consumo energético de edificações multifamiliares em Santa Maria, RS".

A emenda foi justificada nos seguintes termos: "Apresentar Termo de Compromisso e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) atualizados para a segunda etapa da pesquisa, assim como o instrumento (questionário) elaborado para a segunda etapa da pesquisa. O conteúdo, objetivo e teor das perguntas não foram alterados, apenas o instrumento e local de aplicação foram alterados. [...] Atualizar os Termos de Compromisso e TCLE e adicionar o instrumento criado para a segunda etapa de aplicação da pesquisa, com o objetivo de avaliar a influência do comportamento do usuário no consumo energético de habitações multifamiliares em Santa Maria, a partir do levantamento quantitativo das ações e motivações das interações dos usuários com a edificação e da avaliação dos efeitos de tais interações no consumo energético das edificações."

Em função dos documentos apresentados, a emenda pode ser aprovada.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

Objetivo da Pesquisa:

Analisar a influência do comportamento do usuário no consumo energético de habitações multifamiliares em Santa Maria, RS.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Tendo em vista as características do projeto, a descrição de riscos e benefícios apresentada pode ser considerada suficiente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória podem ser considerados suficientes.

Recomendações:

Veja no site do CEP - https://www.ufsm.br/pro-reitorias/prpgp/cep/ - modelos e orientações para apresentação dos documentos. ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1606696_E1.pdf	03/08/2020 21:11:29		Aceito
Outros	emenda_ICIQ_todos_completo.pdf	03/08/2020 21:06:36	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	emenda_ICIQ_TCLE_04.pdf	03/08/2020 21:06:08	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Outros	emenda_ICIQ_TermoCompromisso_0	03/08/2020	Giane de Campos	Aceito

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

Outros	2.pdf	21:05:03	Grigoletti	Aceito
Outros	emenda_ICIQ_formulario_01.pdf	03/08/2020 21:04:18	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Outros	GAPGiane.pdf	09/03/2020 16:02:33	LICIANI BEATRIZ PAULI	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto_PB.pdf	09/03/2020 15:31:38	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	06/03/2020 16:16:40	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_INTEGRA.pdf	06/03/2020 16:15:17	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Outros	TERMO_CONFIDENCIALIDADE.pdf	06/03/2020 16:06:52	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO_INSTITUCIONAL.pdf	06/03/2020 16:06:25	Giane de Campos Grigoletti	Aceito
Outros	PROJETO_PESQUISA.pdf	06/03/2020 16:03:37	Giane de Campos Grigoletti	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SANTA MARIA, 04 de Agosto de 2020

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

APÊNDICE F

CÓDIGOS E CITAÇÕES DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

Quadro 3 – O que os moradores fazem para se sentirem confortáveis quando estão com calor em casa.

Respondente	Citação
Código:	**Abrir Janelas**
1	abro toda a casa
1	abrir a janela
3	janela é grande
4	abre a janela
5	abrir janelas pra correr vento
6	abrir as janelas
7	deixar a casa sempre aberta
8	tem uma brisa fresca
Código:	**Condicionador de ar**
2	liga o ar
2	liga ou o ar da sala, e vai os dois pra sala
2	ou o ar dum quarto, e fica os dois num quarto
4	liga o condicionador de ar
4	liga o ar quando tá muito quente
5	ar, quando tá muito quente só
6	liga o ar só quando tá muito insuportável
6	tenta não ligar quando é desnecessário
8	liga o condicionador de ar
8	liga o condicionador de ar mas não deixa ele todo o tempo
Código:	**Ventilador**
1	ventilador
1	normalmente não ligo o ventilador
3	ventilador
5	ventilador de teto
5	ventilador de mesa
6	ventilador
8	mantém ele com o ventilador
8	ventilador
9	ventilador
Código:	**Outro**
3	vai pra sala
6	tomar bebida gelada
9	chá gelado

Respondente	Citação
Código:	**Condicionador de ar**
2	raramente a gente liga o ar pra esquentar
2	não gosto porque parece que sufoca
4	liga o condicionador de ar
5	não curto muito o ar quente
6	ligar o ar pra esquentar
9	usa mais o ar
Código:	**Aquecedor**
1	fecho tudo e ligo o aquecedor
1	quecedor acho que umas duas vezes por semana só
2	ligava a estufa
5	aquecedor
Código:	**Fechar Janelas**
1	fecho tudo e ligo o aquecedor
1	fechar a casa é suficiente
4	fecha tudo
6	fechar a casa
6	fechar as janelas
Código:	**Outro**
1	lençol térmico
1	ligo o lençol térmico sempre
2	pega cobertor
2	se tapa com bastante cobertor
2	pegar cobertor
3	ficar todo mundo no seu quarto
6	alimentar com comidas quentes
6	bebidas quentes
8	não se liga nada
8	agasalhos
9	faz caldo pra esquentar
Respondente	**Citação**
Código:	**Abrir janelas**
1	gosto muito da casa ventilada
2	ventilar
2	sempre abria
2	pra bater vento
2	abre a da sala e a da cozinha e dai faz uma corrente bem boa
3	costuma abrir bastante pra areja
4	entrar vento
5	ventilar
6	arejar a casa
6	entrar um ar
7	deixar a minha casa sempre aberta
7	deixar a minha casa sempre aberta
7	ventilação
7	início da manhã
8	ventilação
8	luz solar
8	luz solar

8	sempre aberta
8	nos quartos abro pra ventilar
9	pra arejar, por que é mis úmido
Código:	**Fechar janelas**
1	mosquitos
4	pra não entrar frio
4	mosquito
7	fecho bem cedo por causa dos morcegos
7	tempo pra chuva
8	só no inverno
8	dormir
Código:	**Abrir cortinas**
1	sempre abertas
2	quando a janela tá aberta, a cortina fica aberta
2	abre quando é frio pra entrar sol quando bate so
4	entrar ar
9	na sala só
Código:	**Fechar cortinas**
1	não costumo fechar as cortinas
2	fecha pra escurecer
4	esquentar
4	luz
4	privacidade
7	por causa do sol
8	no forte do verão
Código:	**Abrir persianas**
2	pra entrar vento
4	fica o dia todo aberto e fecha só de noite
4	entrar luz e ar
5	ventilação
6	entrar claridade
7	fica tudo aberto
8	todos os dias
Código:	**Abrir persianas**
1	só fecha de noite
3	por causa do pó da rua
4	segurança
6	mosquito
7	chover
8	quando chega a tarde
8	quando tem muito barulho,
Código:	**Ligar o ventilador**
1	se tem outras pessoas aqui eu ligo
1	não costumo deixar o dia todo ligado, porque eu me preocupo muito com o quanto vou pagar de energia elétrica
2	quando não tá muito calor
2	quando é aguentável tu ligar o ventilador e ficar com ventilador
2	prefiro ligar o ventilador em vez de ligar o ar
2	gasta menos
3	inverno pra quando a gente limpa alguma coisa e fica muito ruim de secar
4	ar no modo ventilador
4	quando tá pouco calor
5	mosquitos

6	refrescar
6	mosquito
7	refrescar
9	no inverno pra secar o piso úmido
Código:	**Desligar o ventilador**
1	desligo pra não gastar a luz
Código:	**Ligar o aquecedor**
2	ligo estufa no banheiro, pra tomar banho
2	quando tá muito frio de verdade, que a gente não aguenta só com cobertor
4	pra tomar banho
5	muito difícil usar
5	só quando está muito frio mesmo
7	muito frio a gente põe ali no cantinho da sala
Código:	**Desigar o aquecedor**
1	medo de deixar ele ligado
Código:	**Ligar o condicionador de ar no modo frio**
2	nos quartos de noite pra dormir
2	21 [configuração de temperatura ºC]
4	calor
8	23 [configuração de temperatura ºC]
Código:	**Ligar o condicionador de ar no modo quente**
2	liga pouco
8	frio
9	secar roupa
Código:	**Desligar o condicionador de ar no modo quente**
2	como não gosto, por que parece que fica sufocando, eu nem deixo muito tempo ou nem ligo
8	não gosto do ar quente
Código:	**Outros**
1	roupa
2	bolsa térmica e garrafa de água quente pra esquentar a cama no inverno antes de dormir
4	lençol térmico
7	lareira lá em cima é só quando nós estamos lá
8	alimentação
8	receitas