

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Franciele Rohr

**AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÃO
MULTIFAMILIAR – CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM IPÊS**

Santa Maria, RS
2019

Franciele Rohr

**AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR
– CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM IPÊS**

Projeto de dissertação apresentado ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientadora : Prof.^a Dr.^a Giane de Campos Grigoletti
Coorientador: Prof. Dr. Anderson Claro (UFSC)

Santa Maria, RS
2019

Rohr, Franciele
AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÃO
MULTIFAMILIAR - CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM IPÊS /
Franciele Rohr.- 2019.
160 p.; 30 cm

Orientadora: Giane de Campos Grigoletti
Coorientador: Anderson Claro
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, RS, 2019

1. Iluminação natural 2. Opinião dos usuários 3.
APOLUX I. de Campos Grigoletti, Giane II. Claro,
Anderson III. 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, FRANCIELE ROHR, 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.

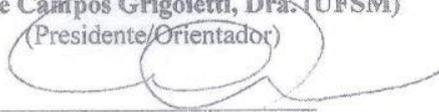
Franciele Rohr

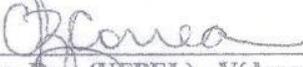
**AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÃO
MULTIFAMILIAR – CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM IPÊS**

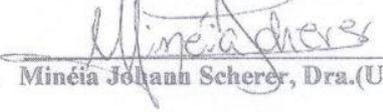
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovado em 09 de dezembro de 2019:


Giane de Campos Grigoletti, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)


Anderson Claro, Dr. (UFSC)
(Coorientador)


Celina Maria Britto Correa, Dra. (UFPEL) - Videoconferência


Minéia Johann Scherer, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS
2019

Dedico este trabalho a minha família!

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde, proteção e por ter colocado pessoas importantes em minha vida que foram fundamentais para que eu conseguisse chegar até aqui.

Meus pais, Roque e Stela, minha inspiração diária, obrigada por estarem sempre comigo e me ajudar no que fosse preciso, obrigada pelo amor incondicional e por toda força e apoio que precisei. Vocês são meu porto seguro, eu amo vocês.

Ao meu irmão Joel, que sempre esteve disposto a me auxiliar em tudo que fosse preciso.

Ao meu namorado Luiz que foi extremamente compreensivo nos momentos de minha ausência, obrigada pela paciência, amor, incentivo e carinho que eu sempre precisei.

À minha professora e orientadora Giane de Campos Grigoletti, que contribuiu muito na minha formação, obrigada pela oportunidade, ensino, paciência, carinho e dedicação em todo esse período.

Ao professor Anderson Claro, meu coorientador que não mediu esforços para me auxiliar em toda a etapa da modelagem e simulação, corrigindo e auxiliado nos ajustes dos modelos.

Aos que me ofereceram um lar para eu ficar em Santa Maria enquanto fiz as disciplinas, Elise, Joel, Georgia e Joel Victor, minha eterna gratidão por vocês.

À minha amiga e síndica do condomínio onde realizei o estudo, a Andreia e aos moradores que gentilmente responderam o questionário auxiliando na pesquisa.

À Construtora que forneceu cópia de todos os projetos para a pesquisa.

Colegas de trabalho da Uceff, pelo auxílio que precisei neste período com ajustes de horário e redução de carga horária para conseguir cursar as disciplinas do mestrado. Ao colega Rafael que me auxiliou na tabulação dos dados e a Mirdes que me deu todo o apoio já no processo seletivo.

Aos colegas da prefeitura pela flexibilidade de horário de trabalho.

À tantas pessoas que tornaram minhas viagens mais rápidas com longas conversas e pelas amizades que ficaram.

Aos meus alunos pela paciência que tiveram comigo quando eu chegava cansada em sala depois das viagens.

Aos amigos e familiares pelas horas de ausência.

Aos meus colegas de mestrado que se tornaram amigos, vocês foram essenciais no apoio, força e coleguismo.

Aos professores Doutores que contribuíram no meu crescimento pessoal e profissional.

Minha gratidão!

RESUMO

AValiação DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR – CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM IPÊS

AUTORA: Franciele Rohr

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Giane de Campos Grigoletti

A criação do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) do governo federal impulsionou a construção de edificações habitacionais de interesse social visando diminuir o grande déficit de moradias no Brasil. Após 10 anos do lançamento do MCMV, tem se questionado a qualidade dessas edificações. A iluminação natural, foco desta pesquisa, é um dos quesitos que devem ser considerados para alcançar melhor qualidade nessas habitações, pois interfere no conforto e na saúde dos usuários, além de melhorar a eficiência energética das edificações. O objetivo da pesquisa é avaliar a iluminação natural em unidades habitacionais (UH) do Conjunto Habitacional Jardim Ipês (CHJI) que se enquadra no Programa MCMV. O método de pesquisa baseia-se na Avaliação Pós-Ocupação (APO) focando na opinião dos usuários a respeito das condições de iluminação natural em suas moradias, bem como na avaliação da estimativa anual de luz natural (EALN) por meio de simulações computacionais com o programa APOLUX. Como resultados, verificou-se que a opinião da maioria dos respondentes em relação a Luz Natural (LN) em suas UH aponta esta como clara. Os respondentes também foram questionados quanto às tarefas exercidas em suas UH e verificou-se que são desempenhadas atividades que exigem índices mais alto de iluminância do que o mínimo preconizado pela NBR 15575 (60 lux). As UH atendem ao RTQ-R e ao Código de Obras de São Miguel do Oeste no tocante aos vãos mínimos de iluminação. A NBR 15575 não menciona dimensionamento mínimo dos vãos e o Código de Obras não considera o modelo da esquadria. Os resultados das simulações mostraram que as UH atendem aos parâmetros indicados no método de simulação do RTQ-R e as iluminâncias mínimas presentes na NBR 15575. Além disso, todas as UH atenderam ao critério de 120 lux. Porém, as UH não atendem ao critério de níveis de iluminância menores do que 2.000 lux, embora as normas não prevejam índices máximos de iluminância. Observa-se que as normas deveriam considerar atividades que demandam um nível maior de iluminância nos ambientes residenciais, bem como níveis máximos considerando os relatos dos usuários quanto a necessidade do uso de *blackouts* para evitar radiação solar direta e garantir privacidade. Como principal conclusão, propõe-se, para as normas e regulamentos, requisito relacionado com o nível de iluminância máximo admissível em ambientes residenciais como sendo 2.000 lux, além de normativa própria para valores recomendados de níveis de iluminância específicos para habitações que contemplem as diversas atividades que os moradores podem desempenhar nos ambientes residências, considerando o contexto social e econômico da pesquisa.

Palavras chave: Iluminação natural. Avaliação. Opinião dos usuários. APOLUX.

ABSTRACT

DAYLIGHTING EVALUTION IN MULTI-FAMILY HOUSING COMPLEX – CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM IPÊS

AUTHOR: Franciele Rohr

ADVISOR: Prof.^a Dr.^a Giane de Campos Grigoletti

The creation of the Minha Casa Minha Vida Program (MCMV) by the Brazilian government has boosted the construction of social housing projects to reduce the large housing shortage in Brazil. Ten years after the launch of MCMV, the quality of these buildings has been questioned. Daylighting, focus of this research, is one of the issues that must be considered to achieve a better quality in these houses, because it interferes in the user's comfort and health, as well as improves the building energy efficiency. This research aimed to evaluate the availability of natural lighting in housing units (UHs) of the Conjunto Habitacional Jardim Ipês (CHJI) that is part of the MCMV Program. The research is based on Post Occupancy Assessment (APO) focusing on users' opinion about natural light conditions in their homes, as well as evaluating the annual estimation of daylight (EALN) through computer simulations with the APOLUX program. As a result, it was found that the majority of respondents' opinion about natural light (LN) in their UHs points to this as bright. Respondents were also asked about the activities performed in their UHs and it was found that require higher levels of illuminance than the minimum recommended by NBR 15575 (60 lux). The UHs reached RTQ-R requirements and local regulations regarding the minimum illumination levels. The NBR 15575 does not mention illuminances minimum values for housing and the local regulation does not indicate window areas for daylight. The simulation results showed that the UHs reached the parameters indicated in the RTQ-R simulation method and the minimum illuminances present in NBR 15575. In addition, all the UH reached the 120 lux criterion. However, the UHs do not reached the criterion of illuminance levels below 2,000 lux, although the rules do not give maximum illuminance indexes. The regulations should consider activities that require a higher level of illuminance in housing, as well as maximum levels considering users' reports about the need to use blackout curtains to avoid direct solar radiation and ensure privacy. As a main conclusion, it is proposed, for the rules and regulations, a requirement related to the maximum illuminance level allowed in residential environments as being 2,000 lux. Additionally a rule to recommended values of specific illuminance levels for houses that contemplate several activities that users can perform in residential environments, considering the research's social and economic context.

Keywords: Daylighting. Evaluation. Building occupants. APOLUX.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Proporção do dimensionamento do compartimento em função da altura da janela	30
Figura 2 – Carta Solar de São Miguel do Oeste/ SC – LAT 26,43' Sul.	32
Figura 3 - Estratégias de projeto para iluminação natural.....	33
Figura 5 – Modelo da matriz de descobertas.....	39
Figura 4 – Localização geográfica do município de São Miguel do Oeste.....	49
Figura 6 - Localização da área de estudo em imagem aérea do ano de 2017.	53
Figura 7 – Planta de Situação do Conjunto Habitacional	54
Figura 8 - Implantação das edificações.....	55
Figura 9 - Fachada leste	56
Figura 10 – Planta baixa da edificação a ser estudada.....	56
Figura 11 - Localização dos apartamentos quanto sua posição.....	57
Figura 12 - Identificação dos apartamentos sem morador	57
Figura 13 – Planta com a numeração para facilitar a identificação.....	62
Figura 14 – Vistas da modelagem do apartamento 1 área social no <i>Sketchup Pro 2017</i>	63
Figura 15 – Vistas da modelagem do apartamento 1 área social no APOLUX modo fractal onde é possível conferir as faces visíveis.....	64
Figura 16 - Modelo da área social do apartamento 8 do 4º andar após o fracionamento	66
Figura 17 – Modelo com os dois dormitórios e outro da área social com materiais e fracionamento, no módulo FOTON.....	69
Figura 18 - Modelo elaborado no SketchUp e em AutoCAD de onde foi retirado o ângulo... 69	
Figura 19 - Verificação do Norte no módulo FOTON.....	70
Figura 20 - DA1 de 120 lux (ESQUERDA) E UDIsup acima de 2.000 lux (DIREITA)	73
Figura 21 - Desconto de área das esquadrias conforme modelo de acordo com o RTQ-R	75
Figura 22 - Dendograma com indicação da porcentagem de similaridade das respostas	97
Figura 23 - Locação do CHJI com as medidas do recuo e afastamentos.....	103
Figura 27 - Planta baixa com síntese das análises	124
Figura 28 - Exemplo de tabela de esquadrias conforme adotado no RTQ-R.....	125

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Imagens do entorno	54
Quadro 2 - Modelo de questionário	58
Quadro 3 - Resumo dos parâmetros de simulação adotados no Módulo FOTON	71
Quadro 4 - Imagens do tipo de esquadrias existentes nos apartamentos	75
Quadro 5 - Imagens do teto de alguns apartamentos	76
Quadro 6 - Pré-requisitos do RTQ-R para os ambientes analisados.....	78
Quadro 7 - Método de avaliação a partir dos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e NBR 15575 (ABNT, 2013a)	79
Quadro 8 - Método de classificação dos ambientes analisados por desempenho	80
Quadro 9 - Atividades profissionais realizadas nos apartamentos durante o dia	89
Quadro 10 - Avaliação dos vãos de iluminação segundo RTQ-R e Código de Obras	100
Quadro 11 - Avaliação da profundidade dos ambientes em relação a altura máxima da abertura para iluminação, conforme RTQ-R.....	101
Quadro 12 - Avaliação do atendimento aos afastamentos e recuo mínimos.....	102
Quadro 13 - Avaliação dos dormitórios a leste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575.....	104
Quadro 14 - Avaliação dos dormitórios a oeste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575.....	105
Quadro 15 - Avaliação da área social dos apartamentos a leste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575.....	106
Quadro 16 - Avaliação da área social dos apartamentos a oeste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575.....	107
Quadro 17 - Classificação dos ambientes analisados por desempenho	108
Quadro 18 - Fotos da entrada das UH entre os apartamentos 1 e 2 e 5 e 6.....	113
Quadro 19 - Gráfico do UDI abaixo de 60 lux dos apartamentos na localização 1	114
Quadro 20 - Porcentagem de UD e UDI para os ambientes do apartamento da localização 3 (oeste).....	118
Quadro 21 - Uso de <i>brise-soleil</i> , janelas com veneziana e toldos	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de iluminância geral para iluminação natural	21
Tabela 2 - Prismas de iluminação	24
Tabela 3 - Tabela síntese dos estudos e o que foi utilizado deles.....	45
Tabela 4 - Umidade relativa (%) média mensal de São Miguel do Oeste	50
Tabela 5 - Temperatura média (°C) mensal de São Miguel do Oeste.....	51
Tabela 6 - Média de insolação (horas) mensal	52
Tabela 7 - Tabela com os fatores de divisão dos níveis	65
Tabela 8 - Propriedades óticas dos materiais	67
Tabela 9 - Relação da percepção da iluminação com problema de visão	85
Tabela 10 - Percepção da iluminação quanto a idade	92
Tabela 11 – Classificação dos ambientes quanto a porcentagem de horas por classificação	109
Tabela 12 - Resultados de DA e UDI para orientação leste nos dois pavimentos	110
Tabela 13 - Resultados de DA e UDI para orientação oeste nos dois pavimentos.....	115
Tabela 14 - Resultados de DA e UDI comparativos de uma UH considerando diferentes % de refletância para a cobertura da garagem	120
Tabela 15 - Comparação de DA e UDI do ambiente voltado a oeste com os ambientes voltados a leste	121

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação do ano de 2018 em São Miguel do Oeste	50
Gráfico 2 - Temperaturas no ano de 2018.....	51
Gráfico 3 - Níveis de radiação em São Miguel do Oeste	52
Gráfico 4 - Quantidade de questionários por localização (a esquerda), planta indicando a localização (a direita).....	82
Gráfico 5 - Questionários por orientação cardeal	83
Gráfico 6 - Distribuição dos questionários por gênero	83
Gráfico 7 - Idade dos respondentes.....	84
Gráfico 8 - Percentual de problema de visão.....	84
Gráfico 9 - Atividades realizadas na sala durante o dia e respectivas percentagens	86
Gráfico 10 - Atividades realizadas no dormitório maior durante o dia	87
Gráfico 11 - Atividades realizadas no dormitório menor durante o dia.....	88
Gráfico 12 - Atividades realizadas na cozinha e lavanderia durante o dia	89
Gráfico 13 - Ambiente em que os respondentes permanecem a maior parte do dia	90
Gráfico 14 - Opinião dos usuários com relação a LN das UH	91
Gráfico 15 – Disponibilidade de iluminação natural e sua relação com o gênero	91
Gráfico 16 - Localização das pessoas que responderam muito claro	93
Gráfico 17 - Motivo do uso de cortinas	93
Gráfico 18 - Uso de cortinas na sala de estar/jantar	94
Gráfico 19 - Uso de cortinas no dormitório maior	95
Gráfico 20 - Uso de cortinas no dormitório menor.....	95
Gráfico 21 - Uso de cortinas na cozinha	96
Gráfico 22 – Porcentagem dos níveis de UDI acima de 2.000lux dos dormitórios localizados a leste.....	112
Gráfico 23 - Níveis de porcentagem do tempo que UDI acima de 2000lux da área social localizados a leste.....	113
Gráfico 24 - Comparação dos níveis de porcentagem do tempo que UDI está acima de 2.000lux dos dormitórios a leste e a oeste no térreo e 4º pavimento.....	117
Gráfico 25 - Comparação dos níveis de porcentagem do tempo que UDI está acima de 2.000 lux na área social a leste e a oeste no térreo e 4º pavimento	117
Gráfico 26 - Porcentagem de horas com iluminâncias úteis	119

LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO	Avaliação Pós-ocupação
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
CEF	Caixa Econômica Federal
CH	Conjunto Habitacional
CHJI	Conjunto Habitacional Jardim Ipês
DA	<i>Daylight Autonomy</i> – Autonomia da Luz Natural
DA1	porcentagem das horas calculadas em que o ponto tem iluminância igual ou superior ao valor limite estabelecido para o nível 1 (120lux);
DA2	porcentagem das horas calculadas em que o ponto tem iluminância igual ou superior ao valor limite estabelecido para o nível 1 (60lux);
DXF	<i>Data Exchange File</i> ;
EALN	Estimativa Anual de Luz Natural
FLD	Fator de Luz Diurna – <i>Daylight Factor</i>
HIS	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações;
LN	Luz natural;
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira
PALN	Percentual de Aproveitamento de Luz Natural
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UDI	<i>Useful Daylight Illuminances</i> – Iluminâncias Úteis
UDIinf	porcentagem de tempo em que o ponto está entre 60 lux e 120 lx;
UDImed	porcentagem de tempo em que o ponto está entre 120 lux e 2.000 lux;
UDIsup	porcentagem do tempo em que o ponto está acima de 2.000 lux;
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina;
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria; e
UH	Unidades Habitacionais

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1	DEFINIÇÃO TEMÁTICA	10
1.2	JUSTIFICATIVA.....	10
1.3	OBJETIVOS	11
1.3.1	Objetivo geral	11
1.3.2	Objetivos específicos	12
2.	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	ILUMINAÇÃO NATURAL.....	13
2.1.1	Saúde e conforto humanos	13
2.1.2	Eficiência Energética	15
2.1.3	Grandezas fotométricas	16
2.2.1	Normas e regulamentos	20
2.2.2	Simulação computacional	25
2.2.3	Variáveis projetuais e iluminação natural	29
2.2.4	Avaliação pós-ocupação e opinião dos usuários	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1	FUNDAMENTAÇÃO E PREPARAÇÃO	46
3.1.1	Levantamento Bibliográfico	46
3.1.2	Primeiros encaminhamentos	47
3.1.4	Determinação da Amostra	56
3.2	COLETA DA OPINIÃO DE USUÁRIOS E DE DADOS TÉCNICOS.....	58
3.3	REALIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES DINÂMICAS.....	61
3.3.1	Modelagem	61
3.3.2	Preparação do Modelo no Módulo Fractal	64
3.3.3	Simulação no Módulo FOTON	66
3.4	TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS COLETADOS	73
3.4.1	Avaliação da opinião dos usuários	73
3.4.3	Avaliação dos índices de refletância do teto e da profundidade do ambiente em relação à abertura	76
3.4.4	Avaliação dos afastamentos mínimos	77
3.4.6	Síntese das análises desenvolvidas e diagnóstico geral	80
3.5	PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E REQUISITOS	81
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	82
4.1	AVALIAÇÃO DOS DADOS COLETADOS NOS QUESTIONÁRIOS E FICHAS TÉCNICAS	82
4.1.1	Composição da Amostra	82
4.1.3	Opinião dos usuários	90
4.1.4	Verificação do uso de cortinas nos ambientes	93
4.1.5	Análise por graus de similaridade das respostas	96
4.1.6	Análise das influências da opinião dos usuários	99
4.2	AVALIAÇÃO DOS VÃOS MÍNIMOS DE ILUMINAÇÃO E DA ALTURA DAS ABERTURAS	100
4.3	AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE REFLETÂNCIA DO TETO E DA PROFUNDIDADE DO AMBIENTE EM RELAÇÃO À ABERTURA	101
4.4	AVALIAÇÃO DOS AFASTAMENTOS MÍNIMOS	102

4.5	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÕES	103
4.5.1	Avaliação com base nas iluminâncias presentes no RTQ-R e na NBR 15575..	103
4.5.2	Classificação dos ambientes por desempenho	107
4.5.3	Análise da LN dos ambientes quanto aos pavimentos	110
4.5.4	Análise da LN dos ambientes quanto à orientação cardinal	119
4.5.5	Análise comparativa de duas UH, com alteração da refletância da cobertura da garagem	120
4.6	SÍNTESE DAS ANÁLISES DESENVOLVIDAS E AVALIAÇÃO GERAL	121
4.7	PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E REQUISITOS	124
5.	CONCLUSÕES	128
5.1	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	129
5.2	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	130
	REFERÊNCIAS	131
	APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO INTITUCIONAL	139
	APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	140
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	141
	APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO	144
	APÊNDICE E – GRÁFICOS COM PORCENTAGENS DE DA E UDI	149
	APÊNDICE F – PLANTAS COM PORCENTAGENS DE DA E UDI	153

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acarretou crescimento populacional e gerou um grande déficit habitacional. A solução adotada pelo poder público e por alguns empreendedores foi a construção de habitações multifamiliares (SIQUEIRA; ARAÚJO, 2014, p.45).

Com o aumento acelerado da população do planeta, em particular das camadas de escassos recursos, os conflitos, étnicos, religiosos e as progressivas catástrofes naturais, produziram uma significativa população sem moradia, ou assentada em urbanizações precárias, provisórias e marginais. (SIQUEIRA; ARAÚJO, 2014, p.45).

Dentre vários programas já implantados, desde o Banco Nacional de Habitação (BNH), optou-se por diminuir a qualidade e o tamanho das unidades habitacionais. Em 2009, segundo a Lei 11.977, o poder público implanta o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) com o objetivo de criar incentivos para o governo local construir novas unidades habitacionais para população com renda menor que dez salários mínimos (SIQUEIRA; ARAÚJO, 2014).

Essas moradias produzidas em larga escala acabam ficando em locais distantes dos centros urbanizados, marcadas pela segregação e espoliação urbana (PACHECO; ARAÚJO, 2017). De maneira geral, a produção do MCMV, principalmente para a Faixa 1, não corresponde a questões sobre diversidade humana, clima, aspectos sociais, culturais, tecnológicos das regiões, municípios e bairros em diversos pontos, como: “técnicas construtivas, arranjos espaciais e programas das unidades, desempenho e conforto ambientais e padrão de implantação” (AMORE; SHIMBO; RUFINO, 2015, pg. 62).

Para Reis, Silveira e Moreira (2015), pesquisas de satisfação dos moradores sobre suas residências são fundamentais para uma avaliação pós-ocupação e auxiliam na contribuição para o aprimoramento das ações realizadas, a fim de corrigir possíveis problemas e reduzir desperdícios.

São diversos os condicionantes que devem ser avaliados em relação às edificações, dentre eles, a iluminação natural é um requisito importante tanto para o conforto visual dos usuários de habitações quanto para a eficiência energética. O presente estudo visa avaliar as condições de iluminação natural em habitações multifamiliares através do estudo de caso no CHJI. É fundamental verificar se a iluminação é suficiente para as atividades a serem realizadas nas habitações e também proporcionar uma edificação mais eficiente, que utilize iluminação natural, quando esta estiver disponível, em vez de iluminação artificial.

O percentual de consumo de energia nas residências no Brasil se estratifica em 27% referente a refrigeração, 24% a aquecimento de água, 20% a aquecimento, 15% a eletrodomésticos em geral e 14% a iluminação artificial (ELETROBRAS, 2016). Observa-se

que a iluminação artificial representa uma contribuição, mesmo não sendo a mais significativa, importante no consumo total de energia.

Além da contribuição para a eficiência energética de edificações, as vantagens de se utilizar a luz natural é que ela causa menos cansaço visual e permite a visão da cor em sua percepção natural (PILOTTO NETO, 1980, p.41). Claro et al. (2010) ressaltam a importância da luz natural a qual propicia, além do que foi citado por Pilotto Neto (1980), benefícios psicológicos e fisiológicos.

Para Howlett (2007 apud PEREIRA. R, PEREIRA. F, CLARO, 2011, p. 2), “a caracterização da quantidade e a qualidade da iluminação natural são essenciais para avaliar o potencial dos edifícios em relação à saúde humana, ao conforto visual e a economia de energia”.

Para conseguir avaliar a disponibilidade da luz natural na edificação, as ferramentas de simulação computacional são indispensáveis, uma vez que a luz muda em função da hora do dia, estações do ano e de acordo com o microclima e as condições do tempo. Além disso, ela sofre grande influência do entorno de acordo com o tamanho, materiais e cores aplicadas em fachadas vizinhas (PEREIRA, 2009).

No estudo em desenvolvimento, o programa computacional usado nas simulações é o APOLUX que, de acordo com Pereira, Pereira e Claro (2011), representa a realidade de maneira consistente e que pode ser considerado válido como uma ferramenta de simulação.

O presente trabalho tem como objetivo principal a avaliação da disponibilidade da iluminação natural de unidades habitacionais de uma habitação multifamiliar de interesse social (HIS) localizado na cidade de São Miguel do Oeste, no estado de Santa Catarina. Através de avaliação por simulação computacional com o programa APOLUX IV, foram verificados os níveis de iluminância disponíveis em cômodos das unidades residenciais considerando as variáveis dinâmicas da iluminação como abóboda celeste (latitude, clima, etc.), entorno, tipo de tarefa e características do campo visual, características das aberturas e dos espaços internos e posteriormente todos esses dados foram analisados e comparados conforme as normas. Além disso, através de uma avaliação pós-ocupação, foi verificada qual a opinião dos usuários quanto à disponibilidade de iluminação natural em suas habitações. Pretende-se também contribuir para a confirmação ou melhoria de critérios utilizados para aprovação dos projetos no que diz respeito à iluminação natural junto aos municípios e a Caixa Econômica Federal (CEF). Dessa forma, busca-se soluções para proporcionar cada vez mais a satisfação das pessoas nos ambientes construídos no que diz respeito à iluminação natural, garantindo a melhor eficiência possível.

1.1 DEFINIÇÃO TEMÁTICA

O trabalho compreende a avaliação da disponibilidade de iluminação natural de habitação multifamiliar que se enquadra no programa do governo federal MCMV, a saber, o Conjunto Residencial Jardim Ipês, com apartamentos de até aproximadamente 60,00m², situado na cidade de São Miguel do Oeste, em SC, latitude 26° 43' 31''S. A metodologia será fundamentada em avaliações por meio de simulação computacional com o programa APOLUX IV (PORTAL APOLUX, 2017) e por meio da opinião dos usuários.

1.2 JUSTIFICATIVA

Cerca de 70% da percepção humana é feita através da visão. Ela faz parte do modo de vida, desde o início da vida o homem está submetido à existência da noite e do dia (VIANNA; GONÇALVES, 2001, p. 27).

Para Hopkinson, Petherbridge e Longmore (1966, p. 24), “as pessoas preferem trabalhar onde haja janelas e” [...] “a privação da luz do dia conduz a uma sensação de carência e a mal-estar.”. Edwards e Torcellini (2002) corroboram essa afirmação ao dizer que as visões naturais tendem a produzir respostas positivas, pois podem reduzir estresse, ansiedade e manter a atenção e o bom humor.

Entre as principais vantagens de se utilizar iluminação natural estão: a qualidade da iluminação, pois a visão humana se desenvolveu sob luz natural; a alteração na quantidade de luz natural ao longo do dia causa efeitos estimulantes para os seres humanos; permite valores mais altos de iluminação em comparação a iluminação artificial; a abóboda celeste pode prover cerca de 80% das horas do dia com iluminação adequada para o desenvolvimento de tarefas visuais mais corriqueiras e assim permite economia (SILVA, 2014, p. 5). Do ponto de vista da fisiologia humana, a variação da luz natural é importante para marcar os ritmos biológicos e psicológicos (SCARAZZATO; BERTOLOTTI, 2006, p. 7), isso explica diversas pesquisas concluírem que as pessoas preferem a luz natural à artificial (SOUZA, 2008).

Veitch, Christoffersen e Galasiu (2013) relatam no estudo como benefícios da iluminação natural o desempenho visual, aparência espacial dos ambientes internos, o conforto visual e recuperação de estresse através do visual atrativo exterior propiciado pelas janelas, além disso regula o ciclo circadiano. Outras evidências novas, porém consistentes sugerem que a exposição em excesso a luz durante o dia influencia o metabolismo da serotonina, levando a melhora do humor e comportamentos sociais mais cooperativos. Além disso os benefícios dos

raios ultravioletas para promoção do metabolismo da vitamina D, embora os riscos da exposição ao UV ainda pareçam ser grandes para os seres humanos.

Alguns dos problemas encontrados nos edifícios quanto à iluminação natural são as janelas com função não apenas de iluminar, mas também de proporcionar uma vista do que se passa no mundo exterior (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 24). O fato de permitir a vista para o exterior, faz com que não se apliquem protetores solares ou alternativas diferentes para controle da iluminação do ambiente interno.

Outro problema encontrado é que a maioria dos projetistas vê a iluminação como sistemas artificiais a serem aplicados em projetos já desenvolvidos (SOUZA, 2008).

Veitch, Christoffersen e Galasiu (2013) concluíram com base em muitos estudos que o bem-estar humano depende da exposição regular à luz e a escuridão todos os dias, além disso a luz do dia não controlada também pode causar problemas como: ocultar luminâncias que reduzem a visibilidade, desconforto visual e térmico. É possível determinar como os edifícios são capazes de contribuir a viver no padrão saudável de luz e escuridão, levando em consideração o uso das janelas e sombreamentos para controlar privacidade, brilho, temperatura e exposições e vistas da luz.

Esta pesquisa busca contribuir com outros estudos que tratam da iluminação natural em edificações residenciais, tendo como foco edificações multifamiliares que satisfazem o padrão MCMV. O Condomínio Habitacional Jardim Ipês caracteriza-se por dois blocos de apartamentos de dois dormitórios e está construído em uma área sem construções no entorno imediato, permitindo uma análise quanto à orientação solar das unidades, já que o entorno não representa influência significativa para disponibilidade de iluminação natural. A partir das simulações computacionais e da opinião dos usuários, pretende-se apontar acertos e erros nos projetos incentivados pelo governo federal para o atendimento das famílias das faixas 1, renda mensal bruta de até R\$1.800,00, faixa 1,5, renda de até R\$ 2.600,00, faixa 2, com renda de até R\$ 4.000,00 e faixa 3 com renda de até R\$ 9.000,00 (SOUZA, 2017).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a iluminação natural em ambientes internos do Conjunto Habitacional Jardim Ipês (CHJI), do Programa MCMV, situado na cidade de São Miguel do Oeste, em Santa Catarina, a fim de contribuir com requisitos e critérios de projeto voltados ao conforto visual

dos usuários e a melhor eficiência energética do sistema de iluminação de apartamentos do padrão MCMV.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a disponibilidade de iluminação natural através da opinião dos usuários.
- b) Avaliar as unidades habitacionais quanto aos critérios previstos na NBR 15575 e no RTQ-R em relação a iluminação natural.
- c) Avaliar a estimativa anual de luz natural (EALN) por meio de níveis de iluminância e as variáveis dinâmicas da luz Autonomia da Luz Natural (em inglês *Daylight Autonomy*, sigla DA), Iluminâncias Úteis (em inglês *Useful Daylight Illuminances*, sigla UDI), o Percentual de Aproveitamento de Luz Natural (PALN) e identificação qualitativa da possibilidade de ocorrência de ofuscamento.
- d) Propor diretrizes e requisitos que visem à otimização do uso da iluminação natural em habitações para o contexto climático e econômico da pesquisa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ILUMINAÇÃO NATURAL

A luz é essencial para praticamente todas as tarefas humanas. O sol, assim como “o céu e as superfícies edificadas ou não” são fontes de luz natural e “fornecem respectivamente luz direta, luz difusa e luz refletida ou indireta” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.151).

2.1.1 Saúde e conforto humanos

As tarefas visuais requerem estudos relacionados com a visão humana, para que a iluminação para determinadas tarefas seja satisfatória. Existe um nível cômodo de iluminação que está relacionado com a natureza da tarefa visual, essa visão adequada para a tarefa que se deseja pode ser determinada através de um estudo de circunstâncias (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 9).

No final do século XIX com a invenção da luz elétrica o homem alterou seus ritmos e permitiu-se transferir práticas diurnas para a noite, até então, o homem vivia essencialmente durante o dia solar, e as atividades noturnas eram somente com a luz do fogo (COSTA, 2013).

Uma iluminação confortável é influenciada pelos efeitos direcionais que resultam da posição de janelas, pela quantidade de luz difusa inter-refletida que o projeto proporciona e pelas intensidades luminosas relativas a estes dois fatores (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 23). Um bom projeto de iluminação de interiores é uma combinação entre eficiência visual, conforto visual e satisfação estética (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 10).

Para Hopkinson, Petherbridge e Longmore (1966, p. 26), a principal função de uma janela é propiciar visão do exterior e permitir que a luz penetre no interior da edificação de modo que a iluminação interior seja satisfatória em quantidade e distribuição. Contudo deve-se considerar a ventilação, a proteção contra intempéries, o isolamento do ruído exterior e também as grandes trocas térmicas entre os ambientes internos e externos através dos vidros.

Muitos dos problemas da iluminação em edifícios surgem devido à sua própria natureza, e em especial, por as janelas terem de desempenhar as funções, não apenas de admissão de luz no edifício, como também de proporcionarem uma visão do que se passa fora e o desejado contato visual com o mundo exterior. (HOPKINSON, PETHERBRIDGE e LONGMORE, 1966, p. 24).

O corpo usa luz como nutriente para os processos metabólicos e, em um dia nublado, ou sob poucas condições de iluminação, a incapacidade de perceber as cores da luz afeta nosso

humor e nível de energia (OTT BIOLIGHT SYSTEMS, 1997 apud EDWARDS; TORCELLINI, 2002, p. 7).

Estudos apontam que as “fontes de luz com espectros mais amplos fornecem mais luz utilizável pelos olhos. É a luz natural que fornece o mais rico espectro de luz, atenuando o esforço implícito nas tarefas visuais” (SCARAZZATO; BERTOLOTTI, 2006, p. 7). Condições visuais inadequadas ao longo dos anos podem levar a fadiga visual e conseqüentemente a problemas de visão.

Além disso uma pessoa que já apresenta problemas de visão vai precisar de níveis de iluminação ainda maiores, o olho é o órgão que “torna possível perceber as sensações de luz, cor e, interpretar, por meio da imagem, o mundo que nos cerca” (VARGAS, 20--, p. 88).

Problemas de visão fazem com que as pessoas tenham percepções diferentes da iluminação, dentre os quais pode-se citar: a catarata que pode causar perda de acuidade visual (CENTURION, et. al. 2003), a acuidade visual afeta a capacidade de visão do olho e da percepção de pequenos detalhes, e o grau de nitidez visual (NISSOLA, 2005).

Outro problema de visão é a maculopatia, que é uma doença degenerativa que pode causar perda de visão (PARANHOS et. al., 2011).

Além destas o deslocamento da retina também pode causar perda de acuidade visual na área afetada, podendo causar perda parcial do campo visual, inicialmente periférica (FENSTERSEIFER; REFOSCO; VARGAS, 20--).

A luz natural é fundamental para a saúde:

A exposição à luz do sol detona uma série de processos fisiológicos que permite ao corpo sintetizar vitamina D, um ingrediente fundamental para que o corpo absorva cálcio, fósforo e outros minerais da dieta alimentar, fundamentais para a boa formação dos ossos e fortalecimento dos dentes. (...)A variação da luz natural nas diferentes horas do dia, condições climáticas e estações do ano é importante para marcar os ritmos biológicos e psicológicos das pessoas. (SCARAZZATO; BERTOLOTTI, 2006, p. 7).

Outros benefícios da luz natural, em estudos feitos em escritórios, são a diminuição e a ocorrência de dores de cabeça e fadiga ocular (FRANTA; ANSTEAD, 1994 apud SCARAZZATO; BERTOLOTTI, 2006, p. 12).

Estudos feitos em escolas também concluíram os benefícios fisiológicos devido à luz do dia em crianças em idade escolar, como melhor acuidade visual, aumento do crescimento, melhora do sistema imunológico e também redução do número de crianças com cáries (SCARAZZATO; BERTOLOTTI, 2006, p. 20).

As condições de luz afetam diretamente o ciclo circadiano, a alternância entre luz e escuro afeta diretamente o desempenho de todas as tarefas. Existem dois efeitos distintos: um

em que o ciclo circadiano está avançado ou atrasado por excesso de exposição à luz em tempos específicos e o outro, a pouca produção de melatonina à noite (BOYCE; HUNTER; HOWLETT, 2003, p. 11). Scarazzato e Bertolotti (2006) também citam em seu estudo a influência da luz no ciclo circadiano e as alterações fisiológicas na temperatura corporal, níveis de melatonina, além da influência no sono e no humor.

Outra alteração que o sistema de iluminação pode causar é em relação ao sistema perceptivo, via retina. Se a percepção de luz é fraca, e um trabalhador, por exemplo, percebe o baixo desempenho, isso pode levar a frustração e conseqüentemente baixa do humor (BOYCE; HUNTER; HOWLETT, 2003, p. 12).

A partir desses autores pode-se concluir que a utilização da luz natural nos ambientes internos é de extrema importância trazendo muitos benefícios para os usuários de edificações. Justifica-se assim a importância da avaliação da disponibilidade de iluminação natural em interiores para a saúde e para o conforto visual.

2.1.2 Eficiência Energética

Na arquitetura, a eficiência energética é alcançada quando a edificação apresenta “conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p. 5). O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), com a preocupação de reduzir desperdício de energia, tem investido em programas de eficiência, sendo um deles o Selo de Eficiência Energética, também aplicável a edificações (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013).

Para se conseguir desenvolver tarefas visuais em um ambiente interno durante o dia, muitas vezes a iluminação artificial se faz necessária. Porém, na busca por habitações mais eficientes, que consumam menos energia, primeiro deve-se pensar em um projeto adequado de iluminação natural, considerando todos os benefícios que a luz natural proporciona (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013).

“Em alguns países é habitual a especificação da iluminação natural interior em termos do Fator de Luz do Dia que “[...] é a razão entre a iluminação interior e a iluminação simultaneamente disponível no exterior.” (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 28). No Brasil, o conceito de Fator de Luz do Dia foi adaptado para as condições de céu disponíveis e então chamado de Contribuição da Iluminação Natural (CIN). O CIN é a razão entre a iluminação disponível em um ponto no interior da edificação pela quantidade de iluminação disponível no exterior em um ponto sobre uma superfície horizontal livre de

qualquer obstrução (abóboda celeste vista do ponto sem interferências do entorno, como edifícios, árvores, etc.), medido em porcentagem (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.151).

Para Laranja, Alvarez e Matarangas (2013, p.86), a “disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno é caracterizada pelas intensidades de iluminância no ambiente interno”, possibilitando a realização das atividades para a qual o ambiente foi projetado. De acordo com Laranja; Alvarez; Matarangas (2013, p.86), os níveis de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial para uma residência estão entre 75lux e 750lux, para dormitórios ou sala, os valores encontram-se entre 100lux e 750lux. Esses valores são baseados na norma NBR 5413 (ABNT, 1991) que foi substituída pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Porém, Nabil e Mardaljevic (2006) propuseram um novo paradigma em se tratando de avaliação da disponibilidade de iluminação natural, as iluminâncias úteis (UDI) para avaliar a luz do dia em edifícios baseado no clima e em informações meteorológicas de hora em hora. Além disso, consideraram o comportamento dos ocupantes dos ambientes. Os autores caracterizam iluminâncias úteis as que se encontram na faixa de 100 lux a 2000 lux, abaixo de 100 lux são considerados insuficientes e valores acima de 2000 lux caracterizam-se como valores excessivos.

A eficiência da iluminação natural depende de quatro fatores: iluminação da abóbada celeste, ângulo de incidência solar, cor empregada no ambiente e a cor e natureza dos vidros por onde penetra a luz (PILOTTO NETO, 1980, p. 41). A iluminação depende da luminância que varia de acordo com parâmetros meteorológicos, sazonais e geométricos (TREGENZA, 1993 apud PEREIRA, 2009, p. 12). Além disso, a “especificação, em termos de iluminação e luminância, da luz do dia em interiores, é dificultada pela variabilidade da luz do dia.” (HOPKINSIN; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 27). Por este motivo, para o estudo da iluminação natural, são adotadas condições de céu padronizadas e “normalmente os projetos que avaliam iluminação natural em interiores consideram somente os modelos de céu claro e de céu encoberto” (PEREIRA, 2009, p.13).

2.1.3 Grandezas fotométricas

A “luz compreende a radiação eletromagnética capaz de produzir estímulo visual”, esse estímulo visual acontece para comprimentos de onda no intervalo de 380 nm a 780 nm. (VIANNA; GONÇALVES, 2001, p. 68). Ela é “uma manifestação visual da energia radiante”

e está “relacionada as sensações humanas”. (HOPKINSIN; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 11).

Pode-se ver as coisas pelo seu brilho, quantidade de luz recebida pelos olhos e pela sua cor, a qual está relacionada com a distribuição de comprimentos de onda da luz. O próprio objeto que vemos pode ser uma fonte de energia (fonte primária) ou ele pode receber luz de uma fonte primária sendo que seu brilho resulta de uma reflexão (fonte secundária). (HOPKINSIN; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 11).

Essa “radiação total emitida por uma fonte luminosa, dentro dos limites que produzem estímulos visuais, é chamada fluxo luminoso e sua unidade de medida é lumens”(VIANNA; GONÇALVES, 2001, p. 68). Também se pode dizer que fluxo luminoso “representa uma potência luminosa emitida ou observada, ou (...) uma energia emitida ou refletida, por segundo, em todas as direções, sob forma de luz” (PROCEL, 2011, p. 9).

Hopkinsin, Petherbridge, Longmore, (1966, p. 27) ainda definem “a energia radiante visível” a qual “mede-se pelo ritmo de transferência de energia avaliada em termos do seu efeito sobre o sentido visual humano médio” como fluxo luminoso. “A distribuição de luz sobre uma superfície exprime-se em termos de lúmens por unidade de área” e tem-se a iluminância. (HOPKINSIN; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 11).

A fim de que as pessoas possam realizar suas tarefas com segurança e desempenho é necessário um conforto visual com uma boa iluminação dos locais de trabalho. Para isso a iluminação deve satisfazer os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos pelo ambiente.

O nível de iluminância é representado pelo símbolo E e sua unidade de medida é lux (lm/m^2), a NBR 8995-1(ABNT, 2013) indica os níveis de iluminância sobre as áreas de tarefa de diferentes naturezas para que se possa exercer atividades com segurança e eficácia. O nível de iluminação está relacionado à luz irradiada com a superfície em que incide.

A iluminância pode ser aferida através de um luxímetro. A NBR 15215 (ABNT, 2005) apresenta um método de medição da disponibilidade de iluminação natural em ambientes reais ou por modelos em escala reduzida e, a avaliação das condições de iluminação de um ambiente é feita com base na iluminância, expressa em lux. A NBR 8995 (ABNT, 2013) traz os limites mínimos em termos de iluminância para tarefas laborais.

A “luminância pode ser considerada como a medida física do brilho de uma superfície iluminada ou fonte de luz, sendo através dela que os seres humanos enxergam (...) é uma excitação visual e a sensação de brilho é a resposta visual desse estímulo” (PEREIRA; SOUZA, 2000, p. 17).

Quando uma luz incide “sobre uma superfície é refletida, o olho humano perceberá a superfície como uma fonte de luz. O brilho observado é chamado de luminância, esse vai depender da posição e da direção em que o usuário olha.” NBR 15215-4 (ABNT, 2005, p. 5). A luminância é representada pelo símbolo L e sua unidade de medida é kcd/m², de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 4).

O aparelho que mede luminâncias é chamado de luminancímetro, ele “mede luz proveniente de um ângulo sólido que varia de 20° até 0,33°.” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, 59).

Ofuscamento, de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 14), “é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão”. Ofuscamento pode causar desconforto visual, pode prejudicar a realização de tarefas e, dependendo da atividade, causar acidentes NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 14).

Luminâncias “variadas no campo da visão também afetam o conforto visual,” “luminâncias muito altas [...] podem levar ao ofuscamento”, contrastes entre luminâncias altas causam fadiga visual, “luminâncias muito baixas e contrastes de luminâncias baixos resultam em um ambiente de trabalho sem estímulo de tedioso.” NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 4).

Para determinar a luminância são consideradas todas as superfícies de um ambiente e suas refletâncias, bem como a iluminância nas superfícies. A refletância pode ser direta ou difusa, a refletância direta é “a relação entre o fluxo luminoso, reflectido de acordo com as leis da reflexão normal, e o fluxo incidente total” e a refletância difusa a “relação entre o plano luminoso reflectido por difusão em todos os sentidos (excluindo reflexão direta) e o fluxo incidente total.” (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966. p. 712).

A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda uma faixa de refletâncias para as superfícies internas, são elas:

- a) teto - 0,6 a 0,9;
- b) paredes - 0,3 a 0,8;
- c) planos de trabalho - 0,2 a 0,6; e
- d) piso 0,1 a 0,5.

A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) estabelece, para diferentes ambientes, tarefas e atividades, a iluminância que deve ser mantida \overline{E}_m , ou seja, “valor abaixo do qual não convém que a iluminância média da superfície especificada seja reduzida” (ABNT, 2013, p. 2). Também estabelece a limitação de ofuscamento UGR_L, isto é, o “ofuscamento desconfortável de uma

instalação de iluminação” (ABNT, 2013, p. 7). Esse valor é baseado na posição-padrão do observador, e qualidade da cor, expressa através do índice de reprodução de cores, representado por Ra. As cores devem ser reproduzidas natural e corretamente, de maneira que façam com que “as pessoas tenham uma aparência atrativa e saudável (...). Para fornecer uma indicação objetiva das propriedades de reprodução de cor de uma fonte de luz, foi introduzido o índice geral de reprodução de cor Ra”, cujo valor máximo é 100, sendo que ele vai diminuindo de acordo com a diminuição da qualidade de reprodução de cor (ABNT, 2013, p. 9).

Tudo que enxergamos está exposto a diferentes fontes luminosas e é percebido em diferentes tonalidades. Busca-se, nos projetos, fazer com que as cores sejam reproduzidas natural e corretamente considerando a referência à qual o olho humano esta naturalmente adaptado, que é a aparência de cor percebida com a luz natural. Um bom índice de reprodução de cores causa sensação de conforto e bem-estar (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

Contraste pode ser definido como a discriminação das diferenças de luminância. Contrastes altos podem causar “fadiga visual devido a contínua readaptação dos olhos”, enquanto iluminância baixas e contrastes de luminância baixos resultam em um ambiente de trabalho sem estímulo. NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 4).

Outra grandeza fotométrica importante é a intensidade luminosa I, que é definida como “a parcela do fluxo luminoso de uma fonte luminosa, contida num ângulo sólido, numa dada direção. Sua unidade é a candela (cd)” (PROCEL, 2011, p. 9). Pode-se considerar qualitativamente como “fluxo luminoso irradiado na direção de um determinado ponto” (VIANNA; GONÇALVES, 2001, p.68).

Em se tratando de iluminação natural, outro aspecto relevante a ser estudado são as medidas dinâmicas da luz, considerando que as “medidas estáticas não consideram a variação da disponibilidade de luz ao longo do dia e do ano e utilizam apenas o céu de referência para os cálculos de iluminação” (PEREIRA et al. 2012, p. 3074). São consideradas medidas dinâmicas a Autonomia da Luz Natural (em inglês *Daylight Autonomy*, sigla DA), Iluminâncias Úteis (em inglês *Useful Daylight Illuminances*, sigla UDI) e o Percentual de Aproveitamento de Luz Natural (PALN). As características dinâmicas considerarem as variações da luz natural segundo informações climáticas, como: latitude e distribuição temporal da disponibilidade da luz natural ao longo do dia e do ano (PEREIRA et al. 2012, p. 3074).

O DA é a “percentagem das horas ocupadas por ano, nas quais um nível de iluminância pode ser mantido apenas pela iluminação natural” (PEREIRA et al. 2012, p. 3.074).

O UDI foi introduzido como conceito por Nabil e Mardaljevic nos anos 2005 e 2006, e é definido pela frequência de ocorrência da iluminância de acordo com três faixas pré-

estabelecidas limitadas a partir de estudo sobre o “conforto humano em espaços iluminados pela luz natural, definindo limites de iluminação superior e inferior a uma faixa considerada útil de 100lux e 2000lux” (PEREIRA et al. 2012, p. 3074).

O PALN “indica a quantidade de energia que pode ser economizada mediante o aproveitamento da luz natural e permite a comparação entre diversas estratégias de controle da iluminação artificial” (DIDONÉ; PEREIRA, 2010, p. 141).

A compreensão dessas grandezas fotométricas é fundamental para o entendimento das simulações e resultados que serão realizados no estudo para as discussões e sugestões de melhorias que possam vir a ser visualizadas.

2.2 AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL

2.2.1 Normas e regulamentos

Já no século VI, o acesso ao sol foi registrado pelo imperador Justiniano, o qual dizia que a obstrução do sol em um *heliocaminus*¹ seria uma violação do direito ao sol, sendo considerada a primeira legislação ambiental que se tem notícias (ESPÍ, 1999 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p. 10).

Com o objetivo de melhor compreender aspectos relativos ao direito à luz natural, foram levantadas as legislações que tratam de iluminação e também de desempenho das edificações em relação à iluminação para edificações residenciais.

A NBR 15575 (ABNT, 2013), conjunto de normas que tratam do desempenho em edificações habitacionais, tem seu foco voltado ao “comportamento em uso dos elementos e sistemas do edifício no atendimento dos requisitos dos usuários e não na prescrição de como os sistemas são constituídos” (MEREZ et al., 2015, p. 5). Os usuários das edificações devem ser atendidos de forma a obterem segurança, habitabilidade e sustentabilidade. O tópico de habitabilidade, na NBR 15575-1 (ABNT, 2013), trata do desempenho lumínico, o qual é fundamental para o estudo a ser desenvolvido. O desempenho lumínico refere-se à condição de que, durante o dia, as dependências da edificação habitacional devem receber iluminação natural em níveis adequados de acordo com o estabelecido pela norma, e, durante o período

¹ Heliocaminus assim batizado por Plínio, “uma construção semicircular, com grandes janelas, por onde o Sol penetrava desde a manhã até o entardecer” segundo a técnica solar dos gregos antigos (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p. 9).

noturno, o sistema de iluminação artificial deve promover condições satisfatórias para a realização das tarefas pertinentes aos recintos NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

Para o requisito de iluminação natural, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a, p. 26) recomenda que as dependências das habitações “devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes”, conforme especificado na Tabela 1 que segue.

Tabela 1 - Níveis de iluminância geral para iluminação natural

<i>Dependências</i>	<i>Iluminância geral (lux) para o nível mínimo de desempenho M</i>
Sala de estar; Dormitório; Copa/cozinha; Área de serviço.	≥ 60
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadarias e uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos.	Não exigido

*Valores mínimos obrigatórios, conforme método de avaliação 13.2.2.
 NOTA: Para edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).
 NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.
 NOTA 3: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013a)

Quanto à comunicação com o exterior, a recomendação da norma é que “a iluminação natural das salas de estar e dormitórios seja provida de vãos de portas ou de janelas” 15575-1 (ABNT, 2013a, p. 29). Ainda para janelas, a norma recomenda que a altura máxima do peitoril seja de 1 (um) metro, e a cota da altura máxima do final da janela seja 2,20 (dois e vinte) metros (ABNT, 2013a, p. 26)

A norma apresenta como método de avaliação as simulações e as medições *in loco*. De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013, p. 27):

As simulações para o plano horizontal, em períodos da manhã (9:30h) e da tarde (15:30h), respectivamente, para os dias 23 de abril e 23 de outubro e sua avaliação devem ser realizadas atendendo às seguintes condições:
 - Considerar latitude e longitude do local da obra, supor dias com nebulosidade média (índice de nuvens 50%;

- Supor desatufar a iluminação artificial, sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupas estendidas nos varais, etc);
- Simulações para o centro dos ambientes, na altura de 0,75m acima do nível do piso;
- Para escadarias, simulações nos pontos centrais dos patamares e a meia-largura do degrau central de cada lance, a 0,75m acima do nível do piso;
- para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por casas ou sobrados, considerar todas as orientações típicas das diferentes unidades;
- para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por edifícios multiuso considerar, além das orientações típicas, os diferentes pavimentos e as diferentes posições dos apartamentos nos andares;
- em qualquer circunstância, considerar os eventuais sombreamentos resultantes de edificações vizinhas, taludes, muros e outros possíveis anteparos, desde que se conheçam o local e as condições de implantação da obra. NBR 15575-1 (2013, p. 28).

É necessário atentar-se para as premissas de projeto, pois “os requisitos de iluminação natural podem ser atendidos mediante adequada disposição dos cômodos (arquitetura), correta orientação geográfica da edificação, dimensionamento e posição das aberturas, tipos de janelas e de envidraçamentos” NBR 15575-1 (ABNT, 2013, p. 26), acabamentos nos elementos construtivos como paredes, tetos e pisos, bem como eventuais aberturas zenitais e poços de ventilação e iluminação. O entorno deve ser considerado, pois pode causar alterações em função de sombreamento ou reflexão da iluminação dentro de um ambiente NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

Além da norma NBR 15575 (ABNT, 2013), critérios de projeto podem ser avaliados a partir do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residências (RTQ-R), o qual tem como objetivo “criar condições para etiquetagem do nível de eficiência energética de edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares” (BRASIL, 2012, p. 15). Publicado no ano de 2010 sob forma de portaria do Instituto Nacional de Metrologia (Portaria nº 449 do INMETRO), o RTQ-R especifica os requisitos técnicos e os métodos para classificação das residências quanto ao nível de eficiência energética (ELETROBRÁS, 2017).

O RTQ-R apresenta requisitos e critérios que dizem respeito a aberturas para iluminação, consideradas “toda e qualquer parte da fachada (...) [que permita a passagem de luz] e/ou radiação solar direta ou indireta para o interior da edificação” (ELETROBRAS PROCEL, 2012, p. 8).

O RTQ-R determina que os ambientes de permanência prolongada devem garantir iluminação natural através de aberturas cuja área corresponda no mínimo a 12,5% da área útil do piso do ambiente. Deve-se descontar a área do vão de janela ocupada pelos caixilhos a fim de obter as áreas efetivas de iluminação (BRASIL, 2012).

Algumas considerações ainda em relação às aberturas presentes no RTQ-R são: nos dormitórios que possuem “área superior a 15,00m², o pré-requisito deve ser atendido para 15,00m². O restante da área não precisa ser contabilizado para o pré-requisito”; a “área do corredor deve ser desconsiderada do cálculo da área útil do ambiente, mesmo se o corredor for contíguo a algum ambiente de permanência prolongada” (ELETROBRAS PROCEL, 2012, p. 66).

Ainda para situações onde haja ambientes integrados, como sala e cozinha, por exemplo, deve-se considerar como um único ambiente para o dimensionamento das aberturas. (ELETROBRAS PROCEL, 2012, p. 67). Quando a edificação passa pelo processo de avaliação de etiquetagem, a iluminação natural pontua até 0,30 pontos, sendo esses pontos relacionados aos seguintes critérios (ELETROBRAS PROCEL, 2012, p. 148):

A profundidade de ambientes com iluminação natural proveniente de aberturas laterais (0,20 pontos). A maioria dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e área de serviço/lavanderia (50% mais 1) com iluminação natural deve ter profundidade máxima calculada através da Equação $P \leq 2,4.h_a$.

Onde:

P = profundidade do ambiente (m);

h_a = distância medida entre piso e a altura máxima da abertura para iluminação (m), excluindo caixilhos. (ELETROBRAS PROCEL, 2012, p. 102).

“Caso de existirem aberturas em paredes diferentes em um mesmo ambiente, é considerada a menor profundidade.” (BRASIL, 2012, p. 153).

A refletância do teto (0,10 pontos). Cada ambiente de permanência prolongada, cozinha e área de serviço/lavanderia deve ter refletância do teto acima de 60%. (ELETROBRAS PROCEL, 2012, p. 153).

No caso de edificações multifamiliares, o processo de certificação avalia as habitações e as áreas de uso comum. Segundo o regulamento, “garagens internas mais 75% dos ambientes internos das áreas comuns de uso frequente devem apresentar dispositivo de iluminação natural como janelas, iluminação zenital ou de função similar, com área de no mínimo 1/10 da área do piso do ambiente” (BRASIL, 2012, p. 118). Isso contribui em 0,10 pontos, e para obter mais 0,10 pontos as “garagens internas mais 75% dos ambientes internos das áreas comuns de uso frequente devem ter refletância do teto acima de 60%.” (BRASIL, 2012, p. 119).

No método de simulação ainda o RTQ-R especifica que a maioria dos ambientes de permanência prolongada sem proteção solar devem “comprovar a obtenção de 60 lux de iluminância em 70% do ambiente, durante 70% das horas com luz natural no ano” (BRASIL, 2012, p. 103).

Considerando o Código de Obras do município, Lei Complementar nº 4 de 22 de dezembro de 2011 (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011), os condicionantes que influenciam a

iluminação natural estão relacionados aos prismas² e às áreas mínimas de abertura das esquadrias. Os dimensionamentos dos prismas estão delimitados em relação ao número de pavimentos. No estudo de caso temos, considerando a partir do subsolo, 5 e 6 pavimentos, neste caso as dimensões dos prismas são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Prismas de iluminação

<i>Número de pavimentos</i>	<i>Prisma de iluminação e ventilação</i>	
	<i>Área mínima (m²)</i>	<i>Largura mínima (m)</i>
5	9,25	2,03
6	11,76	2,28

Fonte: adaptado de São Miguel do Oeste, 2011.

Essas dimensões mínimas são para compartimentos com pé direito de até 3,00m (três metros), que é o caso do CHJI, de acordo com o projeto fornecido pela empresa executora. Os apartamentos possuem pé direito de 2,80m (dois metros e oitenta centímetros) (CONAK, 2014).

Em qualquer situação, no caso de haver aberturas nas laterais das divisas, o afastamento não poderá ser inferior a 1,50m (um metro e cinquenta centímetros), em acordo com o Art.1.301 da Lei Federal nº 10.406, Código Civil (BRASIL, 2002), que proíbe fazer eirado, terraço ou varanda a menos de metro e meio do terreno vizinho.

Quanto às aberturas dos compartimentos, todos os ambientes habitáveis, como dormitórios, salas e salas conjugadas com cozinhas, deverão possuir ventilação e iluminação de forma direta, os não habitáveis, como cozinha, banheiro e circulação poderão receber ventilação e iluminação de forma indireta.

As aberturas dos ambientes estão delimitadas da seguinte forma: nos compartimentos definidos como dormitórios, sala de estar, sala de refeições e cozinhas a área da abertura é igual, ou maior que 1/7 (um sétimo) da área do piso; para os demais compartimentos a área da abertura é igual ou maior que 1/12 (um doze avos) da área do piso. Na análise dos dados serão feitos comparativos verificando os tamanhos adotados para abertura em relação aos previstos pela legislação municipal (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011), RTQ-R (BRASIL, 2012) e NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

² Prisma de Iluminação e Ventilação: “Espaço não edificado, mantido livre dentro do Lote em toda a altura do prédio, para garantir a iluminação e ventilação de compartimentos habitáveis que com ele se comuniquem. Em geral, suas dimensões são definidas por legislação nos códigos de obras municipais” (ALBERNAZ; LIMA, 1998, p. 518).

2.2.2 Simulação computacional

As simulações através de programas computacionais são extremamente importantes, pois possibilitam que o projetista consiga um resultado do comportamento da iluminação natural em um ambiente de forma rápida e independente das condições climáticas que influenciam medições em escala real ou reduzida (LIMA; CHRISTAKOU, 2007).

“A simulação computacional é um dos métodos de grande potencial para analisar o fenômeno da iluminação natural no ambiente construído” (PEREIRA; PEREIRA; CLARO, 2011, p. 1). A vantagem da simulação de iluminação é a “viabilização de estudos quantitativos de qualitativos, permitindo visualizar a aparência do ambiente e a produção de um modelo fotométrico para uma estimativa de suas propriedades luminosas.” (LIMA; CHRISTAKOU, 2007, p. 52).

Segundo Didoné e Pereira (2010), muitas pesquisas estão sendo realizadas no mundo buscando as melhores maneiras de compreender e utilizar a luz natural nas edificações. As simulações computacionais contribuem de maneira a avaliar o potencial de aproveitamento da iluminação de duas maneiras, estáticas ou dinâmicas (DIDONÉ; PEREIRA, 2010, p. 140).

Uma simulação estática expressa resultados na forma de imagens fotorrealísticas e/ou valores absolutos de iluminância, ou ainda em relação à iluminância produzida por um céu de referência como o Daylight Factor (DF)³. O DF oferece uma prospecção limitada no desempenho da iluminação natural por ser fundamentado em um valor da iluminação com um único tipo de céu, o céu encoberto. Porém, essa medida ainda persiste como a avaliação dominante da iluminação natural. Como limitação, não leva em consideração estações, horas, luz solar direta, condições variáveis do céu, orientação ou posição. (DIDONÉ; PEREIRA, 2010, p. 141).

As simulações dinâmicas, como já mencionado no item sobre as grandezas fotométricas, “produzem séries anuais de iluminância e são usadas como indicadores dinâmicos do desempenho da luz natural.” (DIDONÉ; PEREIRA, 2010, p. 141).

Dentre as ferramentas disponíveis para a realização dessas simulações computacionais, está o Daysim, programa computacional desenvolvido por Reinhart em 2006, o qual “calcula o perfil anual de iluminação interna utilizando arquivos climáticos, o mesmo utilizado no EnergyPlus, outro software que realiza simulação de iluminação natural.” (DIDONÉ; PEREIRA, 2009, p. 26).

Outros programas que permitem simulação de iluminação natural e artificial são o Radiance, Desktop Radiance e o Radiance versão 2012, os quais simulam a iluminação usando

³ O fator da luz do dia é a relação da iluminância interna de um ponto no interior do ambiente com a iluminância horizontal externa desobstruída sob o céu nublado padrão d CIE (fórmula: $E_{int}/E_{ext} \times 100\%$) (MOORE, 1985) apud (DIDONÉ; PEREIRA, 2010, p. 141).

um método *ray-tracing*. “Este método traça todos os raios de luz e constrói a luminosidade nas superfícies até certo limite de reflexões pré-estabelecido.” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.163). O Radiance é um programa gratuito, porém a interface dele é baseada no sistema operacional MS-DOS, apesar de possuir versões para *Windows* no Desktop Radiance, o que limita seu uso (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013).

O Ecotect Analysis 2011 “simula iluminação natural em ambientes através do cálculo do *Daylight Factor* (Fator de Luz Diurna – FLD)”. Esse programa não é muito eficiente por não considerar conceitos como o ofuscamento e a iluminância das superfícies, sendo mais indicado para o estudo inicial de um projeto (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.164).

Desenvolvido na Universidade Federal de Alagoas, o TropLux, é mais um programa utilizado para simulação computacional da luz natural em interiores. O TropLux se destaca em relação aos outros pela sua adequação às condições de céu dos trópicos. Sua metodologia também é baseada “em raio traçado (*raytracing*), método Monte Carlo e coeficiente de luz natural (*daylight coefficient*).” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.166).

A FAU-USP também desenvolveu um programa no Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética, chamado Lux, o qual calcula a distribuição do Fator de Luz Diurna e estima o consumo de energia elétrica para complementar a luz natural, por meio de uma planilha de Excel (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.167).

Outros programas gratuitos na área da iluminação são o DIALux e o Relux, disponíveis em português, ambos fazem simulação de iluminação natural em ambientes internos e externos. O Dialux ainda inclui possibilidade de criar animações (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.167).

O DIALux é um programa completo, pois possui mais de 100 (cem) patrocinadores fazendo com que seu banco de dados seja bastante extenso. Ele é modelado para o ambiente padrão *Windows* e possui uma interface com o usuário que facilita seu uso (TEIXEIRA, 2009, p. 35). O DIALux faz simulação de iluminação artificial, natural ou ambas, permite criar qualquer tipo de ambiente, bem como permite importar e exportar arquivos para e de todos os programas de CAD no formato .DXF (Data Exchange Format) e .DWG (*drawing*). O Dialux ainda possibilita renderizações mais reais com o uso de texturas nas superfícies (TEIXEIRA, 2009, p. 35).

O Relux também é um programa simples e permite importação e exportação de arquivos em formato .DWG e .DXF. Permite simulação de iluminação artificial, iluminação de emergência, de vias e da iluminação natural baseada no céu padrão CIE (céu para condições do

hemisfério norte), além de cálculos precisos com o uso do algoritmo Raytracing (LIMA, 2009, p. 38).

O APOLUX incorpora parâmetros de iluminância de ambientes estabelecidos pela norma atual, a NBR CIE ISO 8995-1 (ABNT, 2013).

Uma de suas principais capacidades está em processar materiais de diferentes naturezas: Opacos Difusos, Transmissores Difusos e Transmissores Especulares (considerando as funções BDRF), apresentando imagens semi-realistas, gráficos de iluminância e de luminância, além de planilhas numéricas com vários dados para pós-processamento. (PORTAL APOLUX, 2017).

Ele possibilita Simulações Dinâmicas “[...] que permite estimar ao longo do ano a probabilidade de ocorrência de níveis de iluminação natural em edificações em espaços internos e externos.” (PORTAL APOLUX, 2017). A partir disso, se determina a Estimativa Anual de Luz Natural (EALN), um conjunto de resultados de uma sucessão de simulações ao longo de um ano, no intervalo horário diário. Esses resultados são obtidos através de um modelo de céu determinado e da leitura e interpretação de dados contidos em um arquivo climático específico e que leva em consideração o efeito do solo e a influência dos planos uniformes do entorno da edificação (CLARO, 2015).

De acordo com Pereira, Pereira e Claro (2011), o APOLUX é capaz de determinar a relação de visibilidade entre diferentes pontos de um ambiente e a exposição desses pontos à abóbada celeste. O programa utiliza, como base de dados para cálculo, fórmulas padronizadas pelo International Commission on Illumination (CIE) (PEREIRA; PEREIRA; CLARO, 2011).

O programa faz simulação de iluminação natural e artificial em espaços arquitetônicos e urbanos:

É constituído de dois módulos: **(i) Fractal:** importação do DXF e tratamento da geometria com a definição do fator de fracionamento - divisão de todas as superfícies do modelo em triângulos cuja área máxima não será maior que este fator e que, quanto menor o fator maior é a quantidade de triângulos e, conseqüentemente, maior número de vértices a serem analisados; **(ii) Fóton:** configuração das características dos materiais, resolução de visibilidade (esta resolução é um referencial de cálculo que pode ser descrito como uma esfera dividida em faixas homogêneas de coroas esféricas de um mesmo ângulo sólido em relação ao centro da esfera. Todas as faixas são divididas em parcelas de tamanhos semelhantes. O globo tem orientação fixa para todos os vértices do projeto. Cada parcela define, a partir do centro, um ângulo sólido pré-calculado), condições da abóbada, tipos de céu e realização das simulações (CLARO, 1998 e 2005 apud CUNHA; CLARO, 2012, p. 601).

A modelagem é necessária para a simulação de iluminação pelo APOLUX, essa simulação tem diversas exigências, pois envolve o cálculo correto de níveis de iluminação, onde avalia o resultado visual e também os níveis adequados de consumo de energia e parâmetros corretos para o projeto de iluminação elétrica (PORTAL APOLUX, 2017). A modelagem pode ser feita no AutoCAD, SketchUp ou no Rhinoceros. O programa APOLUX interpreta

elementos gráficos definidos no formato DXF (*Data Exchange Format*). É importante separar as camadas (*layers*) dos objetos gráficos e, antes de salvar em DXF, deixar ativo somente as camadas que possuem objetos gráficos pertencentes ao modelo (PORTAL APOLUX, 2017).

A modelagem no SketchUp deve ser salva em formato .DXF, esse arquivo será aberto no Módulo Fractal e interpretará somente a Tabela de Layers e a Seção de Entidades. As cores dos objetos gráficos são associadas no Módulo Fractal ao material específico dos diferentes planos. A cor original vai somente identificar o material, ela não transfere a ele a sua cor (PORTAL APOLUX, 2017).

Finalizada a modelação se inicia o trabalho no módulo FOTON, o qual permite calcular, para um determinado projeto de espaço, a iluminação proveniente da incidência de luz natural, tanto a luz devido a luz direta do sol quanto da contribuição de luz difusa proveniente da abóboda celeste. Permite também calcular a iluminação inicial de luminárias e fontes artificiais (PORTAL APOLUX, 2017).

A capacidade de processamento de modelos com grande número de superfícies e vértices fica prejudicada, por isso existem valores recomendados entre 40.000 e 70.000 para os quais o programa propicia todos os graus de resolução de processamento (PORTAL APOLUX, 2017).

Para precisão dos cálculos, deve-se determinar uma resolução para as projeções do globo, definir o estado desejado para os diferentes materiais, níveis e planos do projeto. É necessário definir uma determinada condição de parâmetros da abóboda e /ou das luminárias para então proceder ao cálculo de uma solução específica. Nos parâmetros da abóboda são inseridas as informações pertinentes ao local, como latitude, longitude, altitude, orientação solar, parâmetros temporais, identificando mês, dia e horário (PORTAL APOLUX, 2017).

Para os resultados numéricos do Cálculo da EALN são utilizadas duas métricas para conferência dos resultados: *Daylight Autonomy* (DA) “entendida como a porcentagem de tempo de ocupação em um ano na qual a iluminância mínima requerida em um sensor é provida pela luz natural apenas” e a *Useful Daylight Illuminances* (UDI) “entendidas como Iluminâncias Úteis de Luz Natural” (CLARO, 2015, p. 124).

O cálculo apresenta uma imagem semirrealista, o gráfico de iluminância em falsas cores, com grade de valores numéricos, máscaras da abóboda celeste, obtidas através da projeção equidistante de todos os demais planos presentes no hemisfério definido pelo plano horizontal que passa pela posição do ponto de visualização e dados numéricos em texto (PORTAL APOLUX, 2017).

A partir de estudos de Cunha e Claro (2012, p. 607), foi constatado que o APOLUX atende a critérios propostos pelo Relatório Técnico CIE 171:206⁴. Cunha e Claro (2012, p. 607) verificaram que o programa “é capaz de produzir resultados precisos e confiáveis na simulação da iluminação natural, podendo contribuir com a pesquisa científica.”. O programa auxilia profissionais para que possam compreender melhor o comportamento da iluminação natural nos ambientes e realizar seus projetos buscando da melhor forma o aproveitamento da iluminação natural, contribuir na economia de energia e eficiência energética (CUNHA; CLARO, 2012).

Percebe-se a gama de possibilidades de programas disponíveis para as simulações de iluminação natural. Entretanto, o programa adotado para este estudo é o APOLUX, o programa apresenta resultados confiáveis, foi utilizado na pesquisa de Techio (2018) sobre a qual foram feitos comparativos, é gratuito e ainda foi possível contar com o auxílio de quem criou o programa, professor Dr. Anderson Claro, o qual participou na orientação deste trabalho.

2.2.3 Variáveis projetuais e iluminação natural

A luz natural foi a principal fonte de luz diurna até o surgimento da energia artificial. O baixo custo da iluminação artificial acarretou projetos de edificações dependentes da energia elétrica para a sua iluminação, também proporcionou, aos projetistas, facilidades na hora de fornecer a luz necessária para as tarefas que são realizadas nos ambientes, contrapondo-se a um projeto de iluminação natural que exige conhecimento da geometria solar e da disponibilidade e distribuição da luz natural (SOUZA, 2008).

Um projeto de iluminação natural implica dimensionamento dos compartimentos de uma edificação, pois é necessário “limitar a profundidade dos cômodos, aumentar os pé-direitos, a fazer aberturas mais generosas, a pensar na posição do Sol, e a dimensionar corretamente brises, venezianas externas, platibandas” (SOUZA, 2008, p. 73).

“A iluminação interior, tanto em quantidade como em qualidade, é uma função, não apenas do tamanho, formato e colocação das janelas, mas também das propriedades refletoras das superfícies interiores” (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 27).

⁴ “Relatório técnico com estudos a serem testados em softwares de simulação de iluminação a fim de avaliar a confiabilidade dos programas” apresentado pela Commission International de l’Eclairage ou International Commission on Illumination (CIE) (CARVALHO; CLARO, 2009, p. 1293).

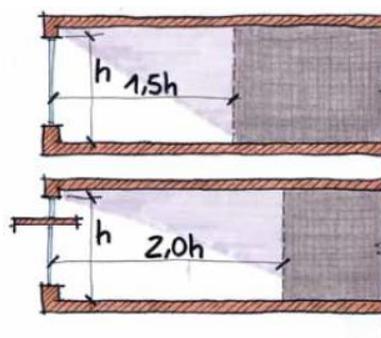
A cor aplicada nos recintos internos e nas edificações na parte externa tem grande influência na iluminação. As “cores claras refletem melhor a luz para dentro do edifício. Telhados claros podem aumentar a luz que as claraboias transmitem. Paredes exteriores e fachadas claras irão refletir melhor a luz para o interior” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.157).

Conforme Hopkinson; Petherbridge; Longmore (1966, p. 27), “embora seja a janela que permite a penetração da luz do dia num compartimento não é exclusivamente dela que dependem a quantidade e a qualidade da iluminação interior”. Após a penetração da luz no interior de um ambiente são as características das superfícies e dos objetos que vão mostrar o real comportamento dessa iluminação.

Quanto maior a altura da janela e com a presença de prateleiras de luz, maior a penetração da luz natural dentro de um ambiente (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.157).

Reinhart (2005 apud LARANJA; ALVAREZ; MATARANGAS, 2013, p.85) considera que um local é passível de iluminação natural quando se caracteriza por uma profundidade entre 1 a 2 vezes a altura da janela, considerando a altura da janela a distância do piso à parte mais alta da janela. Já, segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2013), essa proporção será de 1,5 vezes a altura de uma janela padrão e de 2 vezes a altura de uma janela com uma prateleira de luz (Figura 1).

Figura 1 – Proporção do dimensionamento do compartimento em função da altura da janela



Fonte: (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA; 2013, P. 156).

Para melhor distribuição de luz num ambiente, as janelas horizontais (aberturas zenitais) são mais indicadas, pois distribuem a luz de maneira mais uniforme do que as janelas verticais, enquanto que, janelas distribuídas em um ambiente são mais eficientes no sentido da

distribuição da luz do que somente uma janela com tamanho maior, pois essa acaba concentrando a luz em determinado espaço (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.157).

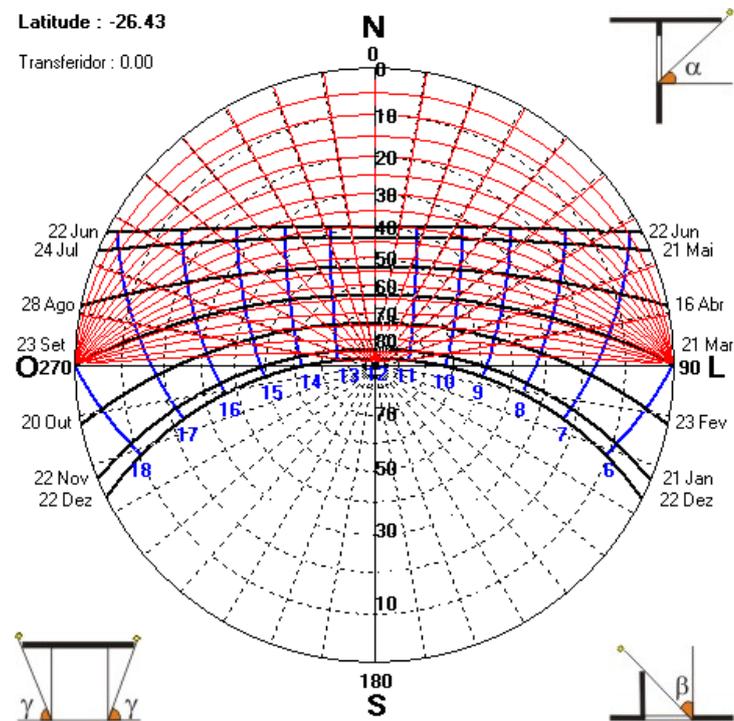
O dimensionamento das janelas deve ser controlado, uma vez que é através delas que ocorrem grandes perdas de calor no inverno e ao mesmo tempo ganhos de calor no verão, ambas as situações indesejadas quando a ideia é ter edificações mais eficientes, portanto, “a área percentual de janela em relação à área de piso raramente deve exceder 20%” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.157). Quanto maior o vão de uma janela, maior a iluminação que por ela penetra, porém, devem-se limitar as dimensões por diversas razões. Um exemplo é o controle de calor, para evitar perdas e ganhos através dos vidros que conduzem mais calor do que qualquer parede convencional, ocupando a mesma área. Outro fator é a redução de ruído, o custo das vidraças e pela questão da própria iluminação, que em excesso pode causar desconforto visual pelo ofuscamento (HOPKINSIN; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1966, p. 26).

Lamberts, Dutra e Pereira (2013, p. 158) sugerem que, sempre que possível, se “posicione as janelas de um ambiente em mais de uma parede, (...) a iluminação bilateral tem melhor distribuição de luz e ofuscamento reduzido”.

Outro fator a se considerar quanto às janelas, além do dimensionamento, é o posicionamento delas em relação à orientação solar. Considerando a trajetória da terra em torno do sol, durante o dia o sol se posiciona de diferentes formas em função da orientação solar das fachadas. A orientação das aberturas e os ambientes das edificações devem ser projetados considerando a orientação solar, porém, de acordo com Laranja, Alvarez e Matarangas (2013, p.85), os ambientes e as aberturas em edificações são orientados de acordo com o traçado urbano, que pode resultar em uma orientação desfavorável em relação ao sol.

Para Lamberts, Dutra e Pereira (2013, p. 158), a melhor orientação é a norte, onde existe uma incidência mais frequente da luz solar, como pode ser visto na carta solar exemplificada para São Miguel do Oeste, local em que se efetuará a pesquisa (Figura 2), obtido por meio do programa computacional Analysis SOL-AR (UFSC, 2017).

Figura 2 – Carta Solar de São Miguel do Oeste/ SC – LAT 26,43' Sul



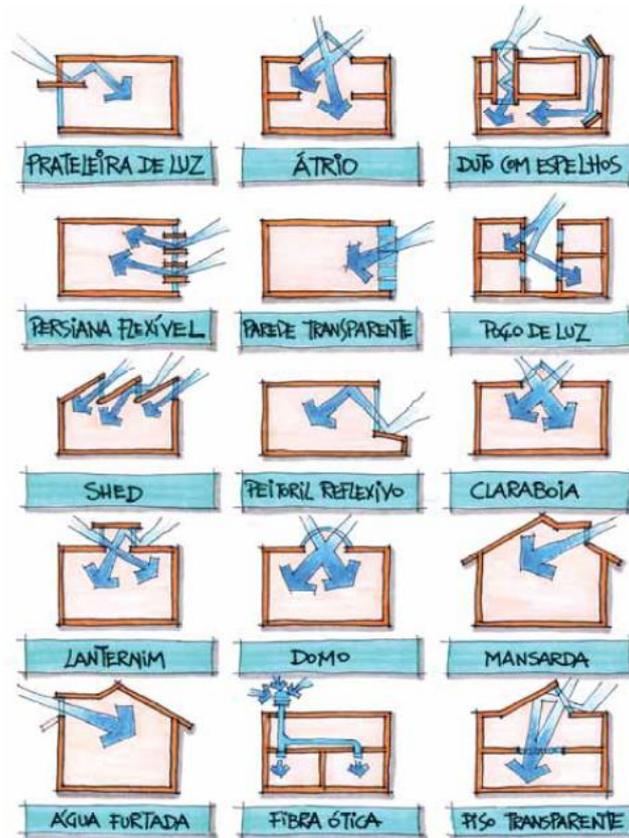
Fonte: (UFSC, 2017).

Quando não se deseja a radiação solar direta, devido aos ganhos de calor, a orientação norte pode ser facilmente protegida com brise-soleil horizontais. A segunda melhor orientação é a sul que, apesar da baixa incidência solar, possui boa qualidade de luz, quando se necessita de luz branca fria. Por último, as aberturas voltadas a leste e oeste recebem incidência solar direta, porém exigem proteções solares verticais que reduzem significativamente a captação de iluminação natural e a incidência de luz solar direta na maioria das vezes é prejudicial para a realização das tarefas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p.158).

A iluminação natural pode ser classificada dependendo da posição da abertura por onde passa a luz que penetra no recinto, vertical (através de aberturas em paredes) ou zenital (através da cobertura) (PILOTTO NETO, 1980, p. 41).

A Figura 3 mostra diversas formas de inserção de aberturas, tanto verticais como horizontais, o que demonstra as diversas maneiras de inserir a iluminação natural nos ambientes de forma eficiente.

Figura 3 - Estratégias de projeto para iluminação natural



Fonte: (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013, p. 157).

2.2.4 Avaliação pós-ocupação e opinião dos usuários

A prática da APO deveria ser recorrente em todos os níveis de projetos (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 18).

(...)APO pode ser definida como um conjunto de métodos e técnicas para avaliação de desempenho em uso de edificações e ambientes construídos que leva em consideração não somente o ponto de vista dos especialistas, mas também a satisfação dos usuários, possibilitando diagnósticos consistentes e completos sobre os aspectos positivos e negativos encontrados nos ambientes construídos e que irão fundamentar as recomendações e as intervenções para os edifícios estudos de caso, e também para futuros projetos semelhantes, definindo assim um ciclo realimentador da qualidade no processo de projeto. (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 18).

Dentre os diversos requisitos que podem ser estudados e analisados, o foco do presente trabalho foi analisar a iluminação natural de cada apartamento em diferentes posições em relação aos pavimentos do edifício.

Sentir como a pessoa exerce ou gostaria de exercer a atividade e quais os requisitos mais importantes para que ela a exerça bem, talvez seja uma das tarefas mais difíceis que o arquiteto tenha de cumprir. Trabalhar a iluminação como uma arte requer

talento, experiência e muito interesse nas necessidades e no comportamento do homem. (VIANNA; GONÇALVES, 2001, p. 37).

Para que a avaliação possua cunho científico é necessário que ela esteja bem fundamentada em “metodologias sistematizadas e reconhecidas, seleções amostrais rigorosas e análise comparativa de dados” (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 18).

Uma das fundamentações necessárias é quanto ao questionário, que deve ser desenvolvido de maneira que seja objetivo nas respostas. Ele é “definido como um instrumento de pesquisa que contém uma série ordenada de perguntas com um determinado assunto ou problema, que devem ser respondidas sem a presença do pesquisador”. (RHEINGANTZ, et al. 2009, p. 79).

A análise dos resultados permite identificar o perfil dos participantes e verificar a opinião deles acerca de determinado assunto. Desde o princípio deve ser bem estruturado, uma vez que a falta ou excesso de questões pode influenciar respostas, a linguagem deve ser simples para que não haja dificuldade de interpretação das respostas. As perguntas podem levantar questões que podem não ter sido atendidas pelos usuários (RHEINGANTZ, et al. 2009, p. 79).

Dentre as principais vantagens na aplicação de questionários estão: rapidez e custo relativamente baixos; possibilidade de trabalhar com um número maior de pessoas e de diversos lugares; caráter impessoal e não identificação do respondente, favorecendo a liberdade nas respostas, anonimato e segurança; escolher o momento mais adequado para realizar as respostas; maior uniformidade de avaliação (RHEINGANTZ, et al. 2009, p. 79).

Para a maior uniformidade de avaliação, perguntas fechadas são as recomendadas, pois com esse modelo de perguntas é possível fazer uma “comparação das respostas dadas a um mesmo conjunto de perguntas feitas para um número representativo e significativo de respondentes” (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 18).

Para Roland e Novaes (2004, p.4), utilizar um questionário estruturado com respostas de “múltipla escolha, a partir de escalas de valores”, é que garante baixo custo e o sigilo do entrevistado, permite agilidade e tempo reduzido. Eles também podem ser aplicados diretamente, por telefone, ou outros meios de comunicação que facilitam o processo (ROLAND; NOVAES, 2004).

Outra forma de reduzir tempo e os custos orçamentários destinados à avaliação é explorar meios digitais para APO, “aumentam a eficiência dos resultados da avaliação, dispõem de recursos gráficos mais objetivos e interativos, despertam mais interesse dos moradores e, conseqüentemente, garantem resultados mais fiéis à realidade” pois tornam essa tarefa mais

eficiente e focada na análise dos dados. VILLA E SILVA (2012) apud. VILLA; ORNSTEIN (2013, p.130).

Entre as desvantagens, pode-se destacar: impossibilidade de aplicação com crianças e analfabetos; baixas taxas de retorno ou altas taxas de perguntas sem resposta; impossibilidade de esclarecer dúvidas e incompreensões dos respondentes; risco da leitura prévia das perguntas influenciar as respostas; possibilidade de outra pessoa preencher e necessidade de um universo mais homogêneo de respondentes (RHEINGANTZ, et al. 2009, p. 80).

Não se aplicam todas essas desvantagens citadas por Rheingantz, et al. (2009) nesta pesquisa, pois, o trabalho visa um público alvo formado por maiores de dezoito anos, além disso, existe a possibilidade que outra pessoa do mesmo apartamento possa responder o questionário, sem perda de confiabilidade nos dados.

As questões devem ser simples, precisas e neutras. O tempo de preenchimento não deve exceder 30 minutos (RHEINGANTZ, et al. 2009, p. 80).

Outros cuidados importantes na elaboração dos questionários são: qualidade visual e a legibilidade das questões; estilo de redação claro, conciso e objetivo; iniciar o questionário com perguntas mais gerais e depois ir para as específicas; seguir uma sequência lógica; evitar a influência de uma questão sobre a questão seguinte; alternar perguntas de diferentes tipos: abertas, dicotômicas e de múltipla escolha para evitar tendência a respostas mecânicas (RHEINGANTZ et al. 2009, p. 82).

O presente estudo optou por perguntas fechadas, onde o respondente assinalou uma das alternativas previamente estabelecidas, sendo elas dicotômicas, do tipo (sim ou não ou concordo ou discordo), e de múltipla escolha com um conjunto de alternativas pré-estabelecidas, adotando-se escalas de valores de 1 a 5, (1) muito ruim, (2) ruim, (3) razoável, (4) bom, (5) muito bom, em concordância com definições de Rheingantz et al. (2009). As questões dessa forma também facilitam a resposta do questionário independente do grau de escolaridade dos entrevistados (RHEINGANTZ, et al. 2009).

O questionário abrangeu métodos qualitativos e quantitativos. Os "qualitativos focalizam na determinação de validade da investigação" (LAY; REIS, 2005, p. 23). Já "os métodos quantitativos investigam uma maior variedade de fenômenos e determinam a confiabilidade das medidas adotadas" (LAY; REIS, 2005, p. 23). Esses, "permitem a aquisição de uma quantidade substancial de informação em tempo limitado(...), enquanto os métodos qualitativos possibilitam o aprofundamento dos aspectos investigados" (LAY; REIS, 2005, p. 23).

Os questionários são os métodos quantitativos de coleta de dados mais utilizados. (LAY; REIS, 2005, p. 24). O grau de confiabilidade dos resultados será dado pelo tamanho e representatividade da amostra (LAY; REIS, 2005, p. 25).

2.3 CONTEXTO DO ESTUDO

2.3.1 Programa MCMV

O programa MCMV “é uma iniciativa do Governo Federal que oferece condições atrativas para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias de baixa renda” (CEF, 2017). São realizadas parcerias com os estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos. No trabalho a ser realizado foi iniciativa de uma empresa com fins lucrativos (CEF, 2017).

O programa MCMV foi lançado com o objetivo de proporcionar acesso à moradia própria e atender ao déficit habitacional de 7,9 milhões de moradias, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o que representava 21% da população brasileira. (CASTRO, 2007).

Até o ano de 2018 o programa contratou 5,5 milhões de unidades habitacionais, das quais, mais de 4 milhões já foram entregues a população (BRASIL, 2019).

Esses fatores acarretaram um crescimento socioeconômico, fato aliado a uma maior disponibilidade de subsídios públicos para o financiamento de construções (VILLA; SARAMAGO; GARCIA, 2015).

2.3.2 Edificação e usuários

As tipologias das edificações, assim como os programas de financiamento e subsídios estão separadas por faixas, conforme já apresentado anteriormente (CEF, 20--).

A primeira faixa compreende famílias com renda de até 3 salários mínimos, as quais são “beneficiadas com aumento substancial do subsídio para habitação de interesse social”. Para essa faixa são padronizadas duas tipologias, casa térrea com 35m² e apartamento com 42m² (CEF, 20--).

Outra faixa compreende famílias com renda acima de 3 e até 6 salários mínimos, as quais possuem “aumento substancial do valor do subsídio nos financiamentos com recursos do

FGTS” e para pessoas com renda acima de 6 e até 10 salários mínimos (as três faixas de valores de referência para o ano de 2015(CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 20--).

Para empreendimentos dessa faixa de valor de financiamento, não existe uma especificação padrão para as edificações. Portando o objeto do estudo enquadrrou-se nessa faixa, pois são apartamentos de até 60m² (CEF, 20--). As pessoas que se enquadram nesse financiamento não podem ter sido beneficiadas anteriormente em programas de habitação social do governo e também não podem possuir casa própria ou financiada (CEF, 20--).

No questionário foi verificada qual a faixa de renda dos que responderam, 20,6% se enquadraram na faixa de até 3 salários mínimos, 52,9% da faixa de 3 a 6 salários mínimos, 20,6% acima dos 6 salários mínimos e 5,9% optaram em não responder.

No ano de 2017, houve mudanças nos valores, porém, o ano em que as famílias do Jardim Ipês fizeram o financiamento foi em 2015.

A CEF (20--) avalia os seguintes quesitos nos projetos das edificações:

- número de unidades do empreendimento;
- terreno e localização, com relação às questões ambientais, serviços públicos;
- projetos de movimentação de terra, com contenção de aterro, talude...;
- pé-direito mínimo de 2,20 m para banheiros, cozinhas e circulações com forro rebaixado e garagens e 2,40m para demais ambientes;
- prever forro nos banheiros;
- impermeabilização entre as fundações e as alvenarias;
- cobertura com laje impermeabilizada com manta, dentre outros quesitos como estacionamento e que visam a segurança dos moradores.

Nota-se que são requisitos básicos para garantir minimamente a qualidade dessas habitações. Além disso é necessário entregar junto a documentação um memorial descritivo onde a construtora se responsabiliza ao atendimento da NBR 15575 de 2013.

2.3.3 Estudos referenciais de iluminação natural

Conforme Villa, Saramago e Garcia (2015, p. 20), para melhores resultados de APO, deve-se adotar múltiplos métodos, pois todas as metodologias possuem pontos positivos e negativos. “A aplicação de vários métodos para coleta de diferentes tipos de dados sobre o mesmo fenômeno permite contrabalancear” as tendências existentes em um método com as de outros métodos (VILLA; SARAMAGO; GARCIA, 2015, p. 20). As pesquisas realizadas no Brasil precisam abranger metodologias variadas considerando a diversidade de culturas, climas

e economia. O uso de apenas um instrumento pode comprometer a eficiência e os objetivos da APO (VILLA; SARAMAGO; GARCIA, 2015).

No estudo desenvolvido por Villa, Saramago e Garcia (2015), foi adotada uma APO investigativa “através de visitas exploratórias ao ambiente em questão e de entrevistas selecionadas com usuários-chave”, abordagens funcionais e comportamentais do objeto de estudo e uma avaliação ambiental, a qual está relacionada ao desempenho das edificações (VILLA; SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 22).

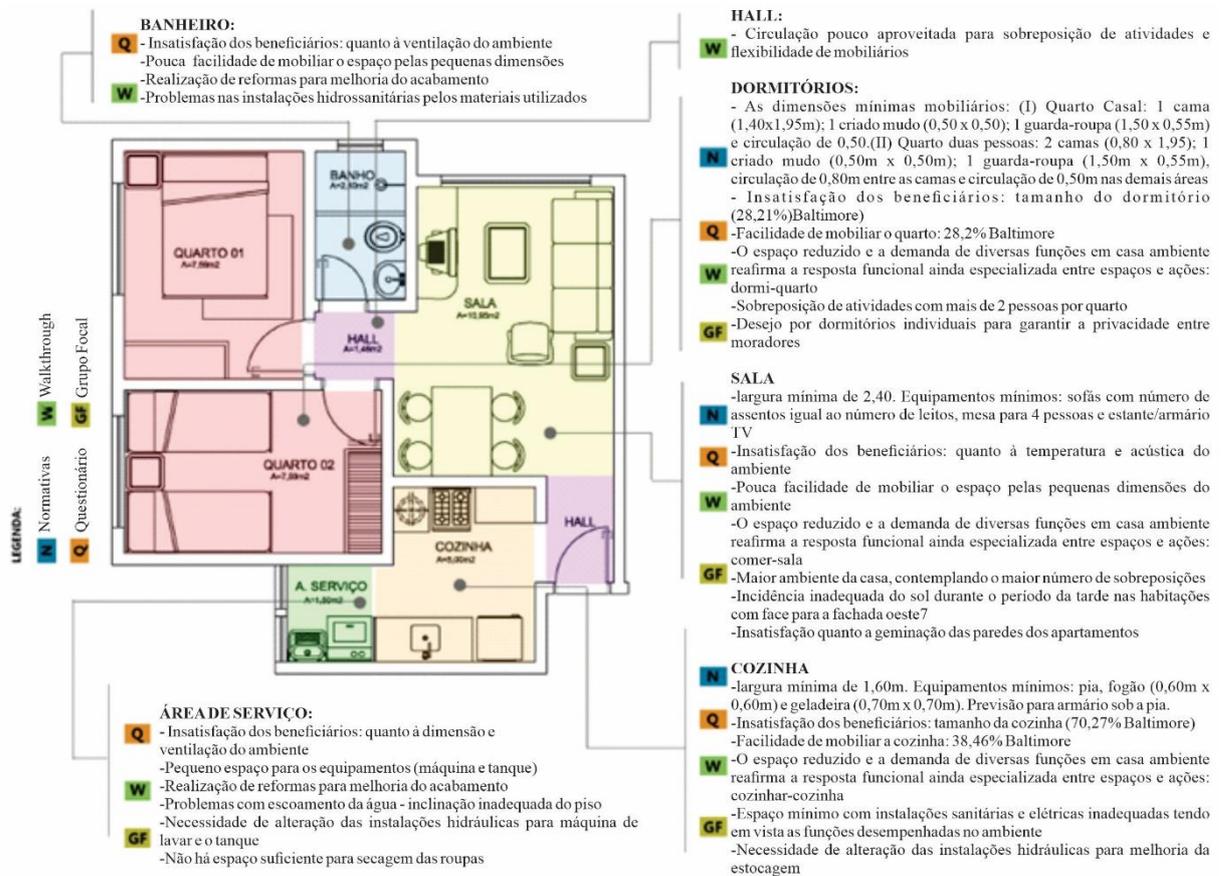
Foram definidas ainda abordagens funcionais e comportamentais como avaliação técnico-funcional, que diz respeito à avaliação realizada quanto ao desempenho funcional dos espaços, e uma avaliação comportamental, a qual lida com pontos de vista de várias categorias de usuários, aspectos culturais e psicossociais. Villa, Saramago e Garcia (2015, p. 22) uma avaliação ambiental, a qual foi considerada mais desafiadora por não haver muitos estudos relacionados, onde o objetivo principal foi relacionar medidas de desempenho das edificações a indicadores mais amplos de sustentabilidade.

O estudo desenvolvido por Villa, Saramago e Garcia (2015) visou aplicar a APO no sentido de englobar questões relativas à sustentabilidade das unidades habitacionais analisadas, para tanto os seguintes instrumentos de avaliação foram considerados: APO de média duração; abordagem funcional, comportamental e ambiental dos espaços; ênfase no bairro, lote e unidade; aplicação de várias técnicas, qualitativas e quantitativas e o uso de linguagem simples e clara. E para as análises de resultados na adoção de múltiplos métodos, foram utilizadas seis técnicas, o levantamento de dados, análise *walkthrough*, pesquisa de perfil dos familiares, questionário, análise dos usos e grupo focal (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 22).

Para tabulação e análise de resultados, as questões que foram elaboradas com itens de respostas dicotômicas, tricotômicas e de múltipla escolha, os atributos foram analisados individualmente fazendo a “sobreposição de técnicas e cruzamento de dados, com o intuito de estabelecer padrões comparativos e analíticos dos resultados obtidos.” (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 65).

Para melhor visualização dos resultados o estudo adotou uma matriz de descobertas, contemplando os aspectos levantados pelos moradores. Por meio dessa representação foi possível identificar aspectos positivos e negativos quanto ao objeto de estudo e facilitou a visualização para sugestão de melhorias (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 115).

Figura 4 –Modelo da matriz de descobertas



Fonte: (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 116).

A partir dessa matriz, foram identificadas e indicadas possíveis melhorias a se fazer a curto, médio e longo prazo (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 118).

Como conclusão em relação às metodologias abordadas, Villa, Saramago e Garcia (2015) consideraram relevante para um próximo trabalho a replicação das técnicas em larga escala, utilizando para isso uma plataforma *web*. Sobre a eficiência dos resultados obtidos, o uso de cores nos campos de respostas facilitou a sua fidelidade. Os resultados da aplicação dos questionários ficaram próximos aos resultados do *walkthrough* e do grupo focal. Porém, ressaltaram que a técnica dos grupos focais foi bastante relevante, pois, foi onde conseguiram aprofundar mais a veracidade dos desejos dos moradores (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 121).

Em relação à questão da privacidade dos moradores, os autores chegaram à conclusão que na aplicação de grupo focal é importante um profissional da área de psicologia para avaliar a questão comportamental. Os moradores, porém, se mostraram entusiasmados em participar

quando souberam que sua participação poderia ajudar a melhorar as condições de infraestrutura. Em relação à interação dos pesquisadores com os moradores, mostraram muito positivos os resultados do grupo focal (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 122).

Outro aspecto importante levantado foi em relação ao tempo da avaliação, visto que uma avaliação muito extensa pode comprometer a qualidade dos resultados, pois o morador se sente cansado e desmotivado. Também para a aplicação do questionário o uso de *tablet* se mostrou bastante interativo e efetivo, sem contar a redução de custos e tempo na tabulação dos resultados (VILLA, SARAMAGO, GARCIA, 2015, p. 122).

O estudo de Villa, Saramago e Garcia (2015) foi usado como base para definir alguns critérios deste estudo, apoiando a decisão de que o questionário foi com questões objetivas, com linguagem simples e clara, com tempo de duração curto para que as pessoas não cansem e não desistam de responder.

O estudo de Villa, Saramago e Garcia (2015) englobou questões relativas à sustentabilidade das unidades habitacionais analisadas quanto à iluminação, a abordagem funcional, comportamental e ambiental dos espaços. Em relação a estas questões, apenas aspectos relacionados à iluminação natural foram considerados na pesquisa realizada junto ao CHJI.

O método de matriz de descobertas usado por Villa, Saramago e Garcia (2015) também foi usado para compilação das respostas do questionário e da simulação computacional, verificando, assim, aspectos positivos, negativos e propor sugestões de melhorias.

Um estudo foi realizado no Conjunto Habitacional Jardim São Luis I na cidade de São Paulo por Vianna e Roméro (2002), com foco na iluminação, dentre outros objetivos. Foi aplicada APO com o objetivo de avaliar a funcionalidade, aspectos construtivos e também econômicos e, em relação ao conforto ambiental, foi avaliada a iluminação. Foi aplicado um questionário a usuários, técnicos, além de feitos mapas comportamentais e usados métodos gráficos e computacionais. Inicialmente foram realizados “estudos por meio de cartas solares para avaliação dos horários de insolação e de traçados de máscaras para avaliação dos efeitos das obstruções externas” e depois “simulações das condições de iluminação natural para os distintos ambientes da habitação por meio do software denominado “*Daylight*” do *Department of the Built Environment* da Anglia Polytechnic, Inglaterra.”. Além da simulação através de *software*, a medição interna e externa através de luxímetro não foi dispensada (VIANNA; ROMÉRO, 2002, p. 75).

Além disso, foi feita uma análise comportamental e avaliadas as exigências humanas e funcionais para quesitos de conforto ambiental. Para cada compartimento da habitação, foram

verificados nas legislações, quais são os níveis de iluminância indicados para comparar com as medições (VIANNA; ROMÉRO, 2002, p. 75).

A metodologia para a simulação computacional utilizada por Vianna, Roméro (2002) serviu de base para análise dos resultados obtidos junto ao CHJI, porém o programa computacional utilizado foi o APOLUX. Também a metodologia de análise dos compartimentos quanto a legislação serviu de modelo.

Um estudo APO realizado por Roméro e Ornstein (2003) considerou, para avaliação da iluminação natural, os seguintes aspectos:

- Tipo da abóboda celeste que varia com latitude, época do ano(...) condições climáticas como nebulosidade e com a poluição;
- características do entorno ao edifício considerado, fazendo parte delas as obstruções naturais e construídas;
- tarefa e campo visual, nível de iluminância, luminância, contrastes e presença ou não de ofuscamento, todos com variáveis para o desempenho visual das diferentes atividades humanas;
- características das aberturas, suas tipologias (...) suas dimensões, tipos de vidros, manutenção, tipos de caixilhos, fatores de sombra (como persianas, cortinas, brises,etc);
- características do ambiente interno, como suas dimensões, cores das paredes, tetos e pisos, e do mobiliário. (ROMÉRO; ORNSTEIN; 2003, p. 134).

Já o estudo de Vianna e Roméro (2002), ao realizarem uma APO em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental, avaliou os critérios de acordo com cada compartimento da habitação e as atividades realizadas em cada um deles.

Para o dormitório, segundo os autores Vianna e Roméro (2002), a iluminação não necessitaria apresentar um bom resultado, considerando-se que o ambiente é utilizado para dormir, justificando ainda que, na legislação, os níveis para dormitório são baixos, se elevando um pouco em casos de espelho, penteadeira e cama. Quando nesse ambiente são atribuídas outras funções como local de estudo (leitura e escrita) e costura, a iluminação exige um adequado nível de iluminância, ao mesmo tempo em que não pode haver incidência direta de sol (VIANNA; ROMÉRO, 2002).

Para a sala de estar, valem todas as recomendações válidas para dormitórios, além de uma iluminância específica, dependendo das tarefas a serem realizadas no ambiente, atentando-se para evitar incidência direta que pode causar ofuscamento. (VIANNA; ROMÉRO, 2002).

Nas cozinhas, é necessário um nível de iluminância alto no local onde são realizadas as tarefas típicas, ao mesmo tempo que a incidência solar direta não é conveniente, primeiro pela conservação de alimentos, segundo, por causar ofuscamento em atividades de corte, por exemplo, além de ganhos de calor para um recinto que já possui fontes de calor significativas

(fogão, geladeira). Para área de serviço, a iluminação não foi considerada como um requisito importante (VIANNA; ROMÉRO, 2002).

Assim como no estudo de Vianna e Roméro (2002), esta pesquisa verificou as atividades exercidas em cada compartimento das UH juntamente com os níveis de iluminação mínimos exigidos pelas normas para cada tarefa e ambiente.

O estudo realizado por Tavares e Gualberto (1998) para Santa Cruz, na Paraíba, avaliou o desempenho lumínico de habitações populares. O método considerou as seguintes etapas: aquisição de dados da edificação; análise e confronto dos dados obtidos com os valores estabelecidos nas normas; estudo de possíveis alterações para deficiências encontradas e escalas de prováveis soluções nos casos do conjunto analisado (TAVARES; GUALBERTO, 1998).

Na etapa de aquisição dos dados da edificação foram verificadas as características construtivas, cores e acabamentos e o sistema de iluminação natural e artificial. Primeiro foram escolhidas as edificações que seriam estudadas. Para isso, Tavares e Gualberto (1998) consideraram a orientação do referido conjunto frente à movimentação solar. Na quadra, objeto do estudo, foram escolhidas as casas localizadas nas extremidades e duas no meio. Realizaram medições objetivando os níveis de iluminância média decorrente da luz natural e as medições noturnas a fim de verificar os níveis de iluminância relacionados à iluminação artificial (TAVARES; GUALBERTO, 1998).

O estudo de Tavares e Gualberto (1998) concluiu que tanto as casas localizadas nas extremidades da quadra quanto as do meio, obtiveram o nível de iluminância quatro vezes maior que os valores previstos na norma, originado pela grande luminosidade da abóboda celeste. Os autores concluíram que para chegar aos níveis recomendados pelas normas são necessários atenuantes que possam reduzir o nível de iluminação natural, encontrada em excesso. Além disso, destacaram a importância do correto dimensionamento das superfícies iluminantes, tais como as janelas. Concluíram que quanto mais claras for as superfícies do entorno e do interior dos ambientes, maior o rendimento do sistema de iluminação e que definir um local correto para exercer as tarefas visuais, considerando as características de quem executa, é de extrema importância para dimensionar corretamente o sistema de iluminação.

A presente pesquisa escolheu as UH a serem simuladas considerando à movimentação solar, assim como Tavares e Gualberto (1998) fizeram. Com isso, foram definidas todas as UH das extremidades, o que resultou 16 (dezesesseis) análises: as 8 (oito) UH do pavimento térreo e 8 (oito) do 4º andar. Também foram comparados os resultados das simulações com o que preconizam as normativas, relacionando as atividades exercidas pelos moradores que foram elencadas no questionário.

No estudo efetuado por Romero e Ornstein (2003), que realizaram uma APO em habitações multifamiliares abrangendo 416 apartamentos, os autores adotaram uma amostra de 81 unidades para o questionário, correspondendo a 19,47% do total da população. Romero e Ornstein (2003), incluíram em seu estudo “apartamentos de todas as lâminas e nos distintos pavimentos, considerando a orientação solar, localização dos edifícios e dos apartamentos nas lâminas” (ROMERO; ORNSTEIN, 2003).

Segundo o estudo de Dogan e Park (2017) a maior parte dos estudos sobre clima envolvendo iluminação natural são em escritórios 73%, enquanto que em residências é de 27%, e por esse fato destacam a importância de avaliar a iluminação natural para o ocupante de uma residência. Em seu método de avaliação eles compõe três métricas: o Autonomia de Luz Diurna em Residência (RDA - Residential Daylight Autonomy); acesso a luz direta (DLA-Direct Light Access) e Pontuação de Luz Diurna Residencial (RDS – Residential Daylight Score).

As métricas adotadas por Dogan e Park (2017) visam auxiliar a quantificar a autonomia de luz natural e luz solar direta em edifícios existentes pra com isso contribuir no projeto de edifícios residenciais. O RDA utiliza como base a norma americana onde são previstos no mínimo 300 lux. A diversidade de atividades observadas na arquitetura residencial, bem como os fatores sociais, culturais e pessoais é que vão determinar quantas vezes e quanto tempo cada espaço vai ser utilizado o que dificulta estipular horário fixo de simulação. Além disso os espaços modernos têm transformado espaços mono funcionais em multifuncionais.

O RDA produz a porcentagem de área de disponibilidade de luz natural por meio de simulação, enquanto o acesso a luz direta (DLA) foi avaliado com um aparelho com acesso a luz direta para cada hora do ano.

E o RDS foi criado para facilitar a comparação entre as outras métricas apresentadas. Para testar esse método foram analisados 475 apartamentos de diferentes países, os quais foram modelados com uma boa quantidade de detalhes, porém, sem móveis. O software utilizado para a modelagem foi o Rhino depois foi utilizado o Grasshopper e as simulações foram conduzidas no DIVA e RADIANCE.

Os resultados apontaram que apartamentos localizados nos pavimentos superiores apresentaram melhor desempenho, enquanto que os apartamentos nos pavimentos inferiores sofrem de sombreamento. Os resultados apresentaram comparativos entre pavimentos com as plantas baixas com as cores falsas.

Deste estudo foi utilizada como referência a simulação de autonomia de luz natural em apartamentos residenciais comparando apartamentos de diferentes pavimentos.

Outro estudo relevante é o da casa popular da UFSM realizado por Souza (2016). Souza (2016) realizou medições e simulação de iluminação natural através do programa Diva for Rhino. Como a habitação estava desabitada, Souza (2016) não levantou a opinião de usuários. O foco do estudo foi simulação computacional. Souza (2016) fez simulações para a avaliação dos ambientes pelos parâmetros do RTQ-R, também simulou autonomia de iluminação natural com os níveis de desempenho estipulados pela NBR 15.575-1 (ABNT, 2013), a iluminância útil de iluminação natural (UDI), simulação com elevação de refletâncias para avaliação por UDI. Com base nos resultados dessas simulações, elaborou propostas com o intuito de elevar o nível de desempenho da edificação.

A metodologia usada por Souza (2016) também foi usada como referência para a simulação computacional.

O estudo que mais se aproxima do objetivo dessa pesquisa foi desenvolvido por Techio (2018), que avaliou a disponibilidade de iluminação natural no Conjunto Residencial Videiras, na cidade de Santa Maria, RS, um empreendimento multifamiliar de habitação de interesse social que foi construído através do Programa MCMV. A autora empregou o método de Avaliação Pós-Ocupação onde aplicou um questionário presencial com os moradores. O CH possui 420 UH, portanto a autora determinou o número da amostra de pesquisa através de sua representatividade estatística considerando a população como as 420 UH. Posteriormente verificou a adequação às normas e regulamentos vigentes relativos à iluminação natural e avaliação das variáveis dinâmicas da luz por meio do programa de simulação computacional APOLUX, o mesmo utilizado na presente pesquisa. Para a simulação, Techio (2018) selecionou as piores situações de iluminação natural, devido à grande quantidade de UH e o tempo necessário para a simulação de todas elas.

Uma das diferenças entre o estudo de Techio (2018) e o que foi aplicado ao CHJI, apesar de ambos os CH se adequarem no programa do MCMV, o de Santa Maria foi por meio da Secretaria de Município de Habitação e Regularização Fundiária, que executou a Faixa I do programa (famílias com renda mensal de até R\$ 1.600,00). No presente estudo, o CH foi implementado pela iniciativa privada, com projeto arquitetônico em acordo com o Programa MCMV. Como o empreendimento foi financiado pela iniciativa privada, os apartamentos poderiam ser adquiridos por famílias de qualquer faixa de renda.

O estudo de Techio (2018) foi utilizado como referência na forma como foi conduzido, aplicação de questionários e a simulação com programa APOLUX para posteriores análises de acordo com a opinião dos usuários e atendimento as normas e regulamentos.

Tabela 3 - Tabela síntese dos estudos e o que foi utilizado deles

Autores da referência	O que foi utilizado como referência para o estudo
(VILLA; SARAMAGO; GARCIA, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário foi com questões objetivas, com linguagem simples e clara, com tempo de duração curto para que as pessoas não canssem e não desistam de responder; - Aspectos relacionados à iluminação natural; - O método de matriz de descobertas foi usado para compilação das respostas do questionário e da simulação computacional, verificando, assim, aspectos positivos, negativos e propor sugestões de melhorias.
VIANNA; ROMÉRO, 2002	<ul style="list-style-type: none"> - Simulação Computacional; -Avaliação Pós-ocupação com verificação das atividades exercidas por meio de questionário; -Análise das atividades exercidas com os níveis de iluminância.
TAVARES; GUALBERTO, 1998	- Escolha das Unidades Habitacionais a serem simuladas, de acordo com a orientação solar.
ROMERO; ORNSTEIN, 2003	- Avaliaram apartamentos considerando orientação solar e pavimento.
SOUZA, 2016	- Simulação computacional para avaliar nível de iluminância;
TECHIO, 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Simulação computacional para avaliar nível de iluminância em Habitação Social com o uso do APOLUX; -Avaliação Pós-Ocupação através de aplicação de questionário.
DOGAN, PARQUE, 2017	- A simulação de unidades residenciais avaliando a autonomia de luz natural, comparando as plantas com as cores falsas apartamentos de diferentes pavimentos.

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho é uma pesquisa que teve como objetivo estudar a disponibilidade de iluminação natural em unidades habitacionais por meio de estudo de caso, simulação computacional e opinião dos usuários no Conjunto Habitacional Jardim Ipês (CHJI), em São Miguel do Oeste, SC, que se enquadra no programa MCMV.

Para avaliar a disponibilidade da iluminação natural das habitações, a pesquisa seguiu as seguintes etapas:

- fundamentação e preparação;
- coleta da opinião de usuários e de dados técnicos;
- realização de simulações dinâmicas;
- tabulação e análise dos dados coletados; e
- proposição de diretrizes e requisitos e conclusão.

3.1 FUNDAMENTAÇÃO E PREPARAÇÃO

Esta etapa do trabalho está relacionada aos primeiros estudos que foram necessários para dar base a pesquisa, ela abrange a revisão bibliográfica sobre os assuntos teóricos que auxiliaram no sentido de dar a direção da pesquisa com base em outros estudos já realizados. Após verificar um local para a pesquisa, foram feitos os primeiros encaminhamentos, etapa em que foram realizados os contatos para averiguar a disponibilidade de fazer a pesquisa no local e conseguir os arquivos dos projetos. Com os arquivos do projeto, foi feito o levantamento físico das UH e depois determinada a amostra para aplicação dos questionários e simulações.

3.1.1 Levantamento Bibliográfico

Iniciou-se os estudos teóricos em referências bibliográficas como livros, artigos, teses, dissertações, os quais auxiliaram a definir métodos, procedimentos e materiais adotados nesta pesquisa.

A metodologia adotada baseou-se no estudo de Techio (2018), que é o estudo que mais se aproxima dessa pesquisa, pois avaliou somente a iluminação natural, diferente de outros estudos como de Villa, Saramago e Garcia (2015) e de Vianna e Roméro (2002), que avaliaram as edificações de forma mais abrangente, como iluminação, acústica e térmica.

Sobre os estudos de Villa, Saramago e Garcia (2015) e de Vianna e Roméro (2002), esta pesquisa apoiou-se em aspectos em relação à opinião dos usuários quanto à iluminação natural dos ambientes para as tarefas que eles realizam e também a avaliação da iluminação natural por meio de simulação computacional.

O estudo de Dogan e Park (2017) foi utilizado pois avaliou a autonomiza de luz natural em habitações residenciais de prédios, fazendo um comparativo entre apartamentos por pavimento.

Apenas parte dos procedimentos e ferramentas usados pelos autores citados foram considerados na construção do método.

A presente pesquisa baseou-se nos procedimentos adotados por Techio (2018) quanto à aplicação da APO voltada para a iluminação natural das UH e quanto à simulação computacional, ao se utilizar o mesmo programa, APOLUX, e seguiu o método de análises de acordo com as legislações e regulamentos vigentes. O que mais diferencia o presente estudo do efetuado por Techio é o número da amostra, o total de UH no Conjunto Residencial Videiras é de quatrocentos e vinte (420) enquanto que no CHJI, objeto deste estudo, são trinta e quatro (34) UH. A forma como os questionários foram aplicados também se diferenciou, Techio (2018) aplicou o questionário e a coleta de dados através de fichas técnicas por uma equipe composta de quatro (4) pessoas: a equipe se dividiu em duplas, onde uma pessoa era responsável pelo levantamento das informações técnicas e a outra pela aplicação do questionário com o usuário. No caso do CHJI, o questionário foi elaborado no Google Drive Formulários e em fichas técnicas, porém todos respondentes optaram em responder *online*.

3.1.2 Primeiros encaminhamentos

Buscou-se um CH que estivesse ao alcance na região do extremo oeste de Santa Catarina no qual se pudesse levar a cabo a pesquisa (disponibilidade de dados e possibilidade de aplicação dos questionários junto aos moradores). Foi selecionado o CHJI, sabendo que as pessoas já residem a mais de 1 ano no local. Apesar de não ser um programa do governo federal, mas um empreendimento privado, foi projetado para que os usuários pudessem financiá-lo pelo Programa MCMV.

A primeira etapa do trabalho consistiu no levantamento de dados gerais do empreendimento, local de sua implantação, informações do Programa MCMV e cópia do projeto arquitetônico do CHJI. Foi realizado contato com a síndica do condomínio a fim de verificar a viabilidade de efetivar-se a pesquisa junto aos condôminos. Com a concordância

dela, foi solicitada a assinatura da Autorização Institucional (APÊNCIDE A). O sócio proprietário da construtora que projetou e executou o empreendimento também foi contatado e a solicitação formal foi via correspondência eletrônica quando o objetivo da pesquisa foi explanado. Após o aceite da empresa, esta efetuou o repasse de todos os arquivos do projeto em versão PDF.

Com relação aos dados específicos da legislação local e do Programa MCMV, estes foram obtidos junto a página eletrônica da Prefeitura Municipal de São Miguel do Oeste, onde foram verificados os preceitos das leis vigentes, e junto ao sítio eletrônico da Caixa Econômica Federal, foram verificadas as normativas e regras exigidas para enquadrar edificações ao programa. Segundo Rohden (2016) no momento em que tramitou o projeto do CHJI o programa MCMV permitia um orçamento global de cada apartamento em R\$ 145.000,00, o valor do CUB estava avaliado em R\$ 1.411,72, considerando a data constante do projeto, julho de 2014.

3.2.3 Localização da área de estudo

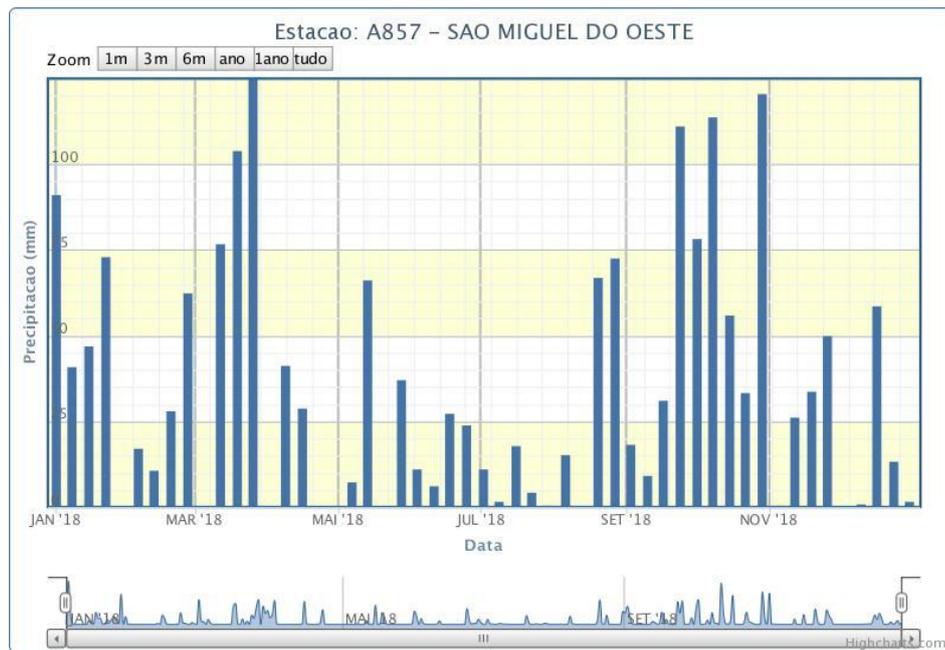
A habitação multifamiliar, Conjunto Residencial Jardim Ipês, estudo de caso da pesquisa, está localizado no bairro Agostini, município de São Miguel do Oeste, estado de Santa Catarina. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), o município de São Miguel do Oeste possui uma população estimada de 39.793 habitantes. Cerca de 88,10% da população da cidade reside na área urbana.

Localizada no extremo oeste do estado de Santa Catarina, a cidade possui latitude 26° 35'50", longitude 53°31'00" e está a 720m acima do nível do mar. (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2017).

inexistência de estação seca definida, a classificação a caracteriza-se por verão quente com temperatura média do ar no mês mais quente maior que 22°C (KÖPPEN; GEIGER, 1936).

O Gráfico 1 mostra a precipitação no ano de 2018, com uma concentração maior de chuvas entre os meses de setembro a novembro.

Gráfico 1 - Precipitação do ano de 2018 em São Miguel do Oeste



Fonte: INMET (2019).

Conforme o atlas climático da Região Sul do Brasil podemos ver que a média anual da umidade relativa é de 75%.

Tabela 4 - Umidade relativa (%) média mensal de São Miguel do Oeste

Umidade relativa - UR (%) média mensal, estacional e anual na região Sul do Brasil e em algumas localidades do Uruguai.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	DJF	MAM	JJA	SON	Média anual
São Miguel do Oeste	75	79	78	79	78	80	74	70	72	74	69	70	75	78	75	72	75

Fonte: Embrapa (2012).

Em relação as temperaturas médias mensais a Embrapa apresenta uma média de 19,3 °C, conforme dados na Tabela 5.

Tabela 5 - Temperatura média (°C) mensal de São Miguel do Oeste

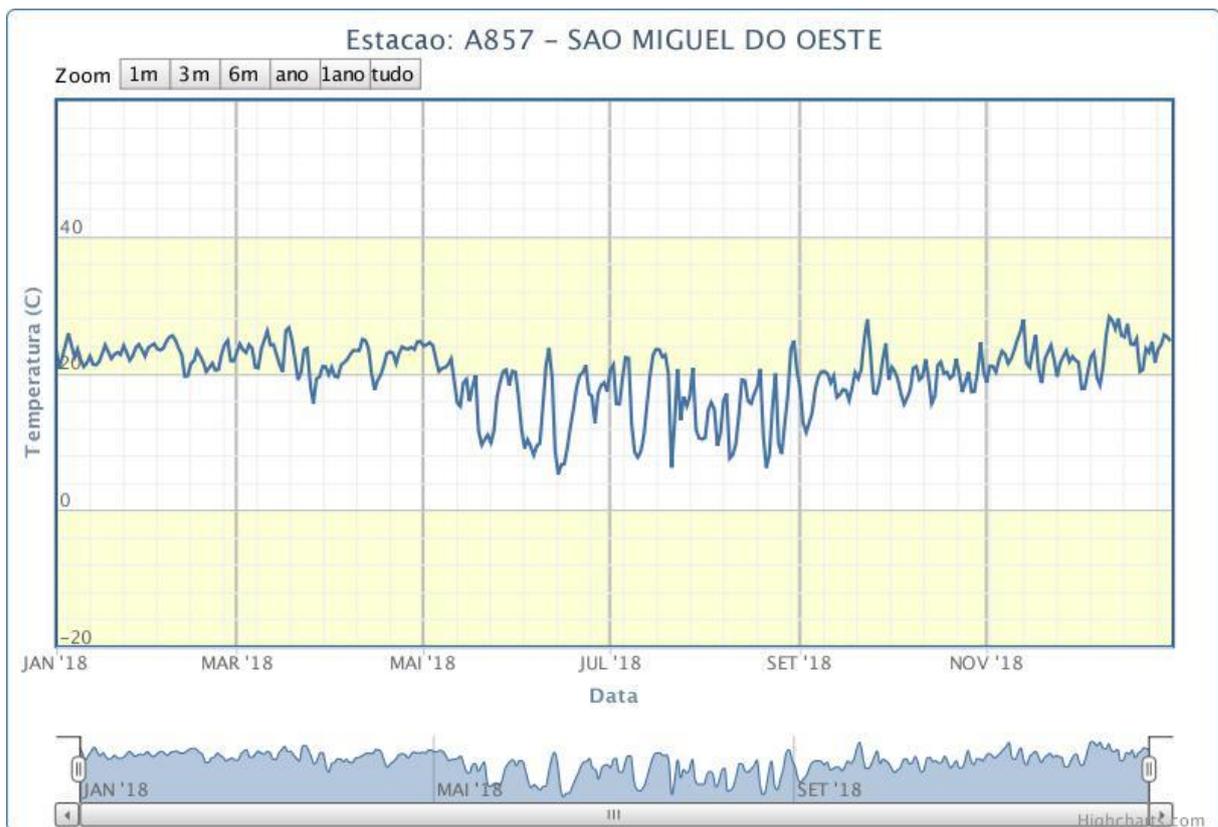
**Temperatura média (°C) mensal, estacional e anual na região Sul do Brasil
e em algumas localidades do Uruguai.**

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	DJF	MAM	JJA	SON	Média anual
São Miguel do Oeste	23,5	22,8	21,9	19,4	16,3	14,6	14,2	16,8	17,3	19,6	21,5	23,4	23,2	19,2	15,2	19,5	19,3

Fonte: Embrapa (2012).

O Gráfico 2 demonstra as temperatura do ano de 2018, apresentando temperaturas superiores a 20 °C nos meses de janeiro até final de maio, abaixo dos 20 °C de maio a setembro, de setembro a novembro manteve a média entorno dos 20 °C e depois média superior.

Gráfico 2 - Temperaturas no ano de 2018



Fonte: INMET (2019).

Outro dado importante e também o mais significativo para este estudo é sobre a média de insolação e radiação nesta cidade, na sequência a Tabela 6 mostra a média mensal de 177 horas, e no Gráfico 3 os níveis de radiação.

Tabela 6 - Média de insolação (horas) mensal

Média de insolação (horas) mensal, estacional e anual na região Sul do Brasil.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	DJF	MAM	JJA	SON	Média anual
São Miguel do Oeste	216	188	200	174	165	130	160	170	151	167	210	190	198	180	153	176	177

Fonte: Embrapa (2012).

Gráfico 3 - Níveis de radiação em São Miguel do Oeste



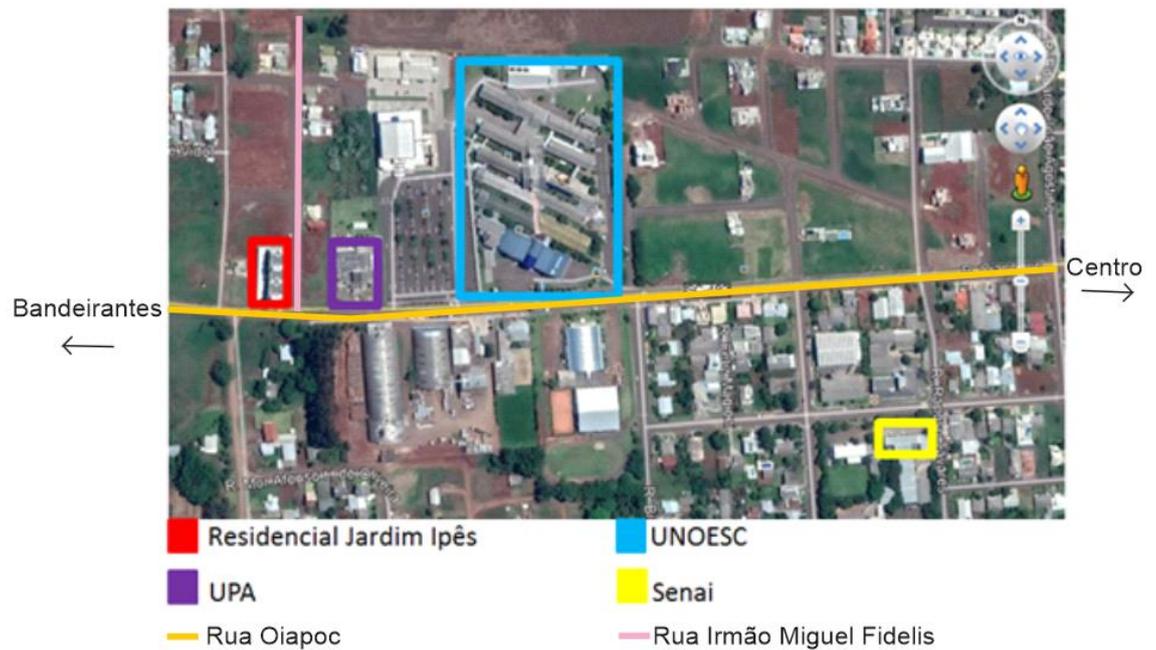
Fonte: INMET (2019).

Importante destacar que o programa APOLUX utilizado para as simulações carrega os dados já tabulados conforme a estação meteorológica do local em que se realiza a pesquisa.

3.2.4 Levantamento físico das UH

O CHJI está localizado no Bairro Agostini, Rua Oiapoc, via estrutural que é o acesso principal para a cidade de Bandeirantes, esquina com a Rua Irmão Miguel Fidelis, conforme indicado na Figura 6.

Figura 6 - Localização da área de estudo em imagem aérea do ano de 2017

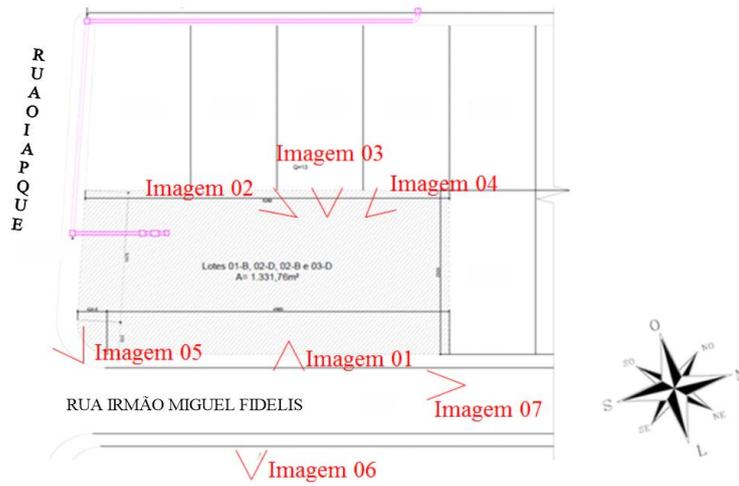


Fonte: adaptado de Google Earth, 2017.

O bairro abriga usos importantes para cidade de São Miguel do Oeste, como a Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), edifício que abriga atividades locais do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e também uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA) 24 horas, a qual é vizinha do empreendimento em estudo, conforme pode ser visto na Figura 6.

Foram registradas imagens do entorno do CHJI onde se pode constatar que este praticamente não sofre obstrução do céu visível. Foi registrada uma fotografia panorâmica com o intuito de mostrar a área do outro lado da Rua Irmão Miguel Fidelis (Imagem 1 no **Quadro 1**). Foram tiradas fotografias para mostrar toda a área dos fundos do lote (Imagens 2, 3 e 4) e fotografias do outro lado da Rua Oiapoc (Imagem 5). A Figura 7 mostra em planta a indicação de onde foram tiradas as fotografias do **Quadro 1**. Como já apresentado na revisão bibliográfica, edificações e outros elementos do entorno, como árvores e outras edificações, podem interferir na disponibilidade de iluminação natural de determinado ambiente através da obstrução de céu visível, de refletâncias e inclusive podem causar ofuscamento. Como é uma área que está em expansão, existem poucas edificações no entorno e ainda assim, estas são térreas.

Figura 7 – Planta de Situação do Conjunto Habitacional



Fonte: CONAK, 2014, editado pela autora.

Quadro 1 - Imagens do entorno



*As imagens foram obtidas em 04/11/2017, somente a imagem 06 obtida em 06/12/2019.

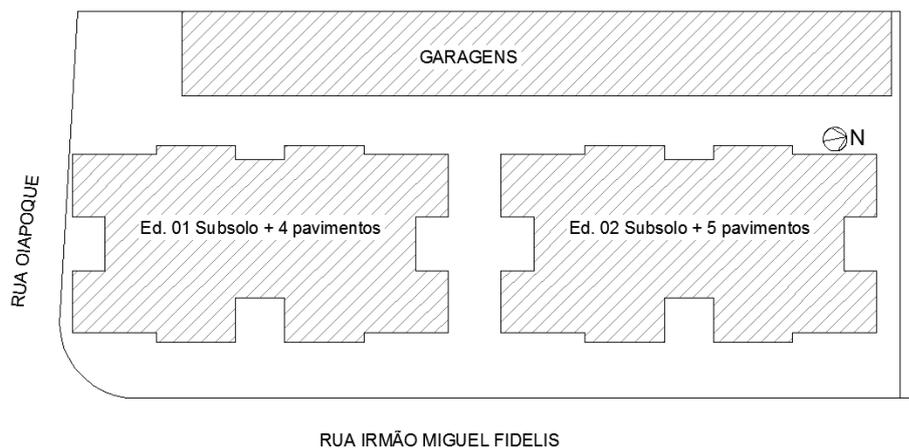
Fonte: Autora, 2017.

O entorno praticamente não edificado permitiu que a análise fosse feita para as condições reais das unidades, sem interferências externas, de tal forma que a orientação cardinal representou o fator mais importante para a disponibilidade de iluminação natural no interior.

O condomínio compreende dois edifícios: um, com dezesseis (16) apartamentos, e outro com vinte (20) apartamentos (Figura 8). Cada um apresenta quatro (4) apartamentos por andar, os quais se constituem por dois dormitórios, sacada com churrasqueira, banheiro, sala de estar e jantar conjugadas e cozinha com lavanderia. Todos os trinta e seis (36) apartamentos contam com uma vaga de garagem coberta.

O condomínio oferece área de festas, elevador, porteiro eletrônico e *playground*.

Figura 8 - Implantação das edificações



Fonte: CONAK, 2014, adaptado pela autora.

As edificações foram posicionadas de maneira que todos os apartamentos ficassem para leste ou oeste, orientações essas que são desfavoráveis em função de ficarem muito quentes no verão e no inverno receberem pouca insolação e pouca iluminação natural.

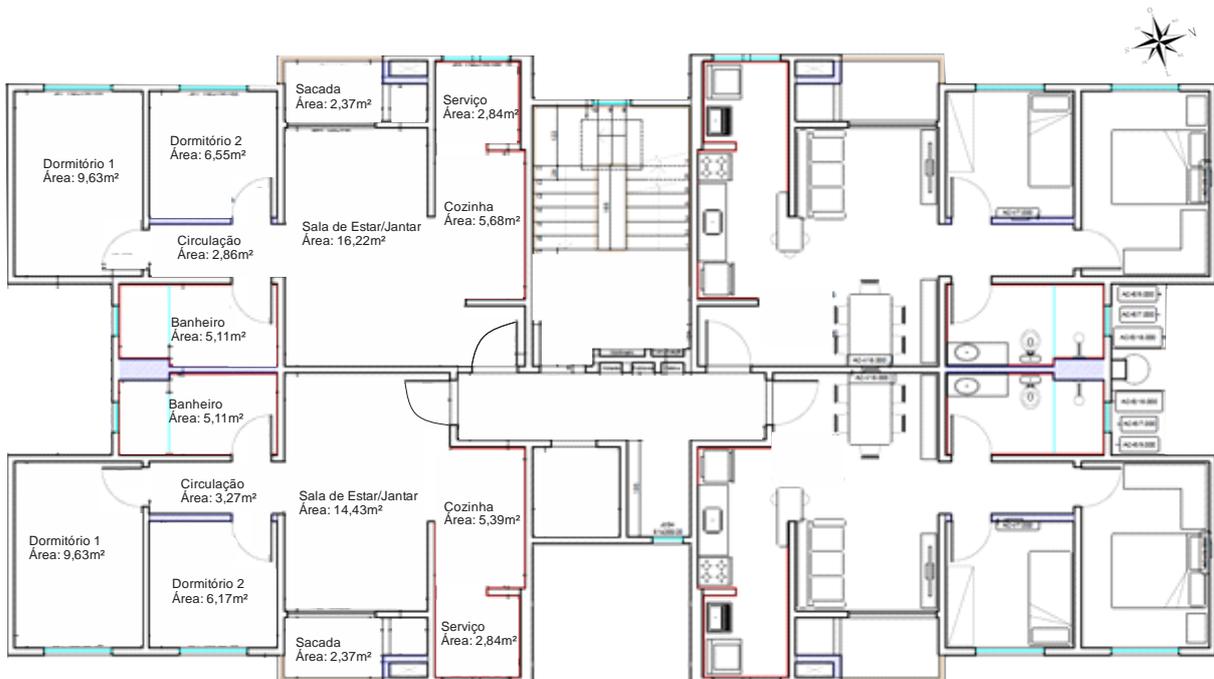
A implantação das duas edificações está a norte e a sul, e essas duas fachadas não contêm aberturas, desta forma a edificação que está a norte (Edifício 02) não faz sombreamento em nenhum ambiente de permanência prolongada do Edifício 01, ao sul (Figura 8). Essa locação proporcionou privacidade para as varandas de cada apartamento, sendo que elas possuem somente vistas para a rua e os fundos do lote. As vagas de garagem localizam-se no subsolo. A Figura 9 ilustra as fachadas dos dois blocos voltadas a leste. A Figura 10 apresenta a planta baixa do pavimento tipo para os dois blocos, onde se pode observar que as aberturas são voltadas apenas para as orientações leste e oeste.

Figura 9 - Fachada leste



Fonte: CONAK, 2014.

Figura 10 – Planta baixa da edificação a ser estudada



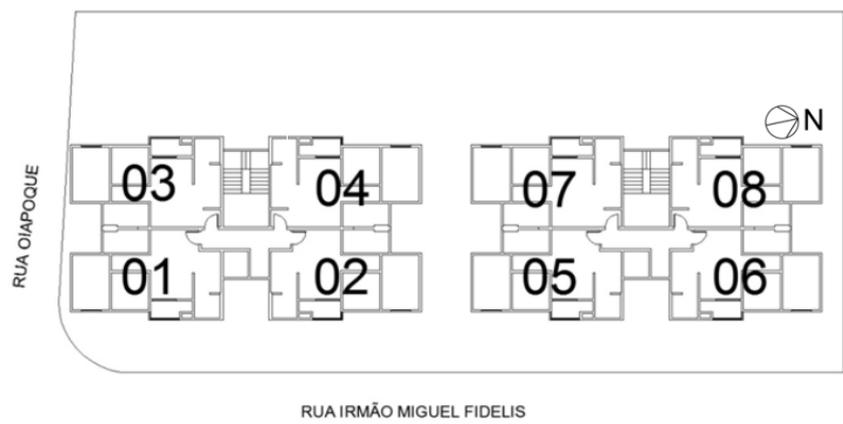
Fonte: CONAK, 2014, adaptado pela autora.

3.1.5 Determinação da Amostra

Para aplicação dos questionários, adotou-se um respondente por apartamento, em função da população ser pequena, totalizando 36 questionários. A seleção de todos os apartamentos é para que se obtenha a maior confiabilidade possível. Os questionários foram aplicados junto a pessoas com idade entre 18 anos e 65 anos. No momento em que foi iniciado

o contato com os moradores para o envio dos questionários, verificou-se que os apartamentos 103, localizado no 1º andar da posição 3 (Figura 11), e 204, no 2º andar da posição 5, estavam vazios. Observou-se que em um deles havia anúncios para locação. Portanto, foram 34 questionários no total. Nas respostas, foi possível verificar que a renda de alguns moradores está acima da estipulada pelo MCMV, porém isso não era impedimento para aquisição das UH já que o empreendimento é de iniciativa privada.

Figura 11 - Localização dos apartamentos quanto sua posição



Fonte: CONAK, 2014 adaptado pela autora.

Figura 12 - Identificação dos apartamentos sem morador



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Para determinar a amostra da simulação computacional, usou-se a metodologia adotada no estudo Caso Santa Cruz, PB, desenvolvido por Tavares e Gualberto (1998), que consideraram a orientação cardinal do conjunto habitacional, neste caso, unidades unifamiliares. Como, para a pesquisa no CHJI são dois blocos, ambos com 4 (quatro) apartamentos por

pavimento, um de 4 (quatro) e outro de 5 (cinco) pavimentos, perfazendo um total de 36 apartamentos, optou-se por analisar dois apartamentos de cada orientação cardinal para cada bloco. Para tanto foram simulados os 8 (oito) apartamentos do térreo e os 8 (oito) do 4º pavimento num total de 16 apartamentos, o que corresponde a 44,44% do total de apartamentos do CHJI, uma amostra superior a amostra adotada por Tavares e Gualberto (1998) que foi 24% e também superior a outro estudo analisado, o de Romero e Ornstein (2003), que foi de 19,47%.

Foram feitas duas simulações de cada apartamento selecionado, sendo uma delas para os dois dormitórios e a outra da área social do apartamento que está integrada e abrange sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e circulação. O RTR-R considera os dormitórios, sala e cozinha como ambientes de permanência prolongada. Já o banheiro pode ser iluminado artificialmente. Portanto, este estudo, não incluiu os banheiros nas simulações.

3.2 COLETA DA OPINIÃO DE USUÁRIOS E DE DADOS TÉCNICOS

A coleta de dados junto aos usuários, para levantamento de sua opinião, seguiu o estudo de Villa, Saramago e Garcia (2015, p.18), ou seja, utilizou-se questionários com questões de múltipla escolha, escala de valores de 1 a 5, além de perguntas abertas.

Realizou-se um teste do questionário de maneira informal.

O presente estudo utilizou o Google Drive para compilação e tabulação dos dados. Foi dada a opção para que os moradores pudessem escolher entre responder o questionário de forma impressa ou de forma *online*. Todos os moradores optaram em responder *online*.

As questões (APÊNDICE D) foram de respostas curtas, do tipo (sim/ não), ou (sim/ não/ não sei), de múltipla escolha e com escala de valores de 1 a 5, 1 (muito claro), 2 (claro), 3 (indiferente), 4 escura, 4 (muito escura). As questões dessa forma facilitam a resposta do questionário independente do grau de escolaridade dos entrevistados. O **Quadro 2** ilustra a escala de valores adotada nos questionários.

Quadro 2 - Modelo de questionário

	1-Muito clara	2-Clara	3-Indiferente	4-Escura	5- Muito escura
1-Como você classifica a iluminação natural no seu apartamento?					

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2017.

As questões foram adaptadas para o Google Drive Formulários, sendo, em sua maioria, de múltipla escolha. Algumas questões descritivas foram elaboradas a fim de que o respondente pudesse descrever sua resposta, no caso de não optar por nenhuma das alternativas apresentadas no que se refere a tarefas desenvolvidas nos apartamentos.

Nas primeiras questões aplicadas, os respondentes identificaram o local da sua moradia, na planta baixa, e o pavimento, para que as respostas pudessem ser relacionadas posteriormente ao nível de satisfação e aos resultados da simulação de cada UH.

Os respondentes também se identificaram conforme gênero, o intuito era de verificar se a percepção quanto a iluminação natural pudesse alterar em função disso. Da mesma forma, foi feita a verificação do perfil (idade) do respondente com a finalidade de identificar diferentes percepções da iluminação para diferentes faixas etárias. Foram entrevistadas pessoas com idade entre 18 anos e 65 anos.

Também foi levantado se alguma pessoa apresentava algum problema de visão. Essa constatação é importante, pois ela pode necessitar níveis de iluminância maiores do que os recomendados e apresentar uma percepção da iluminação natural diferente dos demais moradores. Algumas doenças foram elencadas previamente no questionário, porém, ficou em aberto a possibilidade para que cada um pudesse descrever algum problema que não estivesse contemplado no questionário. Problemas de miopia e astigmatismo não foram descritos, pois considerou-se que eles podem ser resolvidos com o uso de óculos.

Inclui-se, também, no questionário a faixa de renda dos respondentes para identificar quantos de enquadraram no financiamento do MCMV.

Após o levantamento desses dados iniciais, os respondentes foram questionados sobre a sua percepção quanto à iluminação natural do apartamento, classificando esta numa escala de 1 a 5, sendo 1, muito claro, e 5, muito escuro.

Foi verificado com que frequência os usuários utilizam a iluminação artificial durante o dia com a intenção de melhorar o conforto visual. É importante conhecer as tarefas que são realizadas nos ambientes, principalmente no período diurno, para analisar, a partir da simulação, se a iluminação atende o mínimo que é indicado na NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), já que algumas pessoas podem exercer atividades profissionais ou laborais em seus domicílios e necessitar de iluminação específica que não coincida com os níveis recomendados para habitações.

As perguntas possibilitaram o respondente assinalar mais de uma alternativa, dos momentos em que ele utiliza a iluminação artificial para as tarefas que ele desenvolve em cada

ambiente, ou que ele não usa a iluminação artificial, da mesma forma foi possível deixar alguma questão em branco, caso não exerça atividade.

As percentagens descritas nos gráficos das respostas foram calculadas com base no total de respondentes. Por exemplo, 17 responderam ligar a iluminação artificial quando está nublado ou chuvoso para leitura, isso significou 50 % de respondentes. Foram descritas atividades no questionário onde considera-se necessária uma boa iluminação, além disso, na opção outra, foi possível descrever a atividade.

Também foi questionado em qual cômodo eles permanecem a maior parte do seu tempo durante o dia, com o intuito de verificar em qual ambiente a iluminação era mais importante visando as atividades exercidas no local.

Como as esquadrias não possuem elementos de obscurecimento como gelosias, persianas e venezianas, por exemplo, as pessoas foram questionadas quanto ao uso de cortinas. O intuito foi identificar se há incidência solar direta, a qual pode causar ofuscamento e ser incômoda para a realização das tarefas. Nestes casos, é imprescindível o uso de iluminação artificial, visto que é necessário bloquear totalmente a iluminação natural pela incidência direta do sol.

Como a pesquisa envolveu seres humanos, foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Maria, e todos os que responderam o questionário tiveram que assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar do estudo (APÊNDICE C).

Precedente ao repasse do questionário, as pessoas obtiveram um esclarecimento sobre o objetivo da pesquisa. Ficou implícito que a participação era voluntária e a qualquer momento poder-se-ia desistir de participar.

Todos os respondentes obtiveram uma cópia do Termo de Confidencialidade e o TCLE, sendo que nesses estão todos os dados para que pudesse sanar dúvidas sobre a pesquisa.

A pesquisa garante a confidencialidade dos respondentes e somente poderão ser divulgadas em eventos e publicações as informações das mesmas sem identificar as pessoas.

Com auxílio da síndica, entrou-se em contato com todos os moradores por meio de aplicativo eletrônico, onde esses foram consultados e informados sobre a participação da pesquisa. Os moradores puderam escolher se queriam responder a ficha impressa ou de forma *online* no *link* do questionário. Todos optaram por responder de forma *online*.

Com o intuito de verificar características físicas dos apartamentos, como exemplo: materiais de acabamentos e cores, e também pela necessidade de entregar o Termo de Confidencialidade e solicitar a assinatura no TCLE, a pesquisadora visitou os apartamentos das

pessoas que se dispuseram a recebe-la, momento em que ela passou o link da pesquisa para que cada um pudesse responder. Importante ressaltar que a pesquisadora não se manifestou enquanto eram respondidos os questionários, para que não tivesse nenhuma influência nas respostas. Para os demais moradores, o link da pesquisa foi repassado por meio de aplicativo eletrônico e os termos foram deixados na caixa do correio. O TCLE foi assinado e retornado na caixa de correio da síndica.

3.3 REALIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES DINÂMICAS

A simulação da iluminação natural foi feita com auxílio do programa APOLUX IV, o qual possibilitou verificar a estimativa anual de luz natural (EALN) por meio de níveis de iluminância e as variáveis dinâmicas da luz como DA e UDI.

Como o conjunto habitacional trata-se de duas edificações, sendo elas com 4 e 5 pavimentos, foram realizadas simulações de todas as tipologias de apartamentos, porém somente do primeiro e do quarto pavimento, em função das simulações computacionais exigirem muito tempo para a execução, com o objetivo de avaliar a situação mais desfavorável (primeiro pavimento) e a mais favorável (pavimento mais elevados), além das diferentes orientações.

Foram 8 apartamentos divididos em duas partes, dormitório e área social, simulados em dois pavimentos, o que resultou 32 combinações para simulações de iluminação natural. Dividir o apartamento em duas partes aumentou o número de simulações, porém reduziu o tempo de processamento de cada uma, resultando em ganho de tempo sem perda da qualidade dos resultados, já que os ambientes não se comunicam e os elementos do entorno foram preservados em cada modelo.

Na sequência segue o roteiro dos passos para a realização das simulações e descrição dos parâmetros adotados.

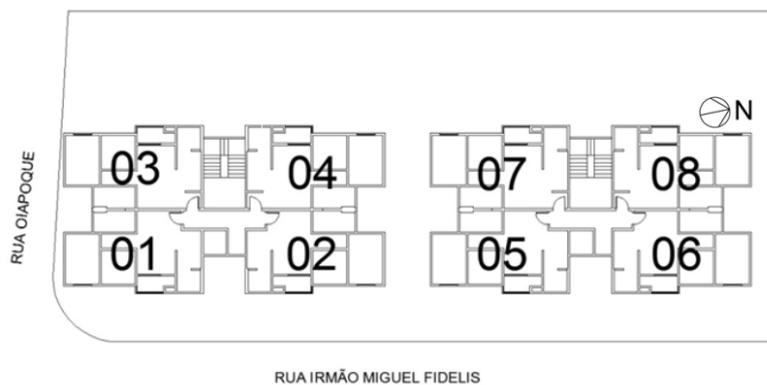
3.3.1 Modelagem

Para iniciar a simulação foi necessário fazer a modelagem 3D das unidades habitacionais. Para isso é necessário se utilizar outro *software*, neste caso, foi adotado o *Sketchup Pro 2017*. Realizou-se a modelagem dos ambientes, separando em cada unidade a área social dos dormitórios posicionando-os nos dois diferentes níveis, térreo e quarto pavimento, para todas as orientações cardeais dos ambientes analisados, leste ou oeste. Em cada

modelo foram acrescentados os elementos do entorno imediato que influem mais significativamente nas características das simulações, seja obstruindo parte da abóboda celeste ou o sol direto, seja contribuindo com reflexões para a iluminação interior.

Os apartamentos foram numerados conforme a Figura 13 para facilitar a localização de cada um deles, da mesma maneira foram numerados no questionário, para facilitar a compilação dos dados posteriormente.

Figura 13 – Planta com a numeração para facilitar a identificação



Fonte: CONAK, 2014 adaptado pela autora.

A modelagem iniciou pelo apartamento 1, a partir desse, foram realizados testes de simulação estática, a qual é mais rápida, para verificar se os resultados estavam coerentes e se não haviam erros no modelo, para que posteriormente fossem feitos os cálculos de simulação dinâmica.

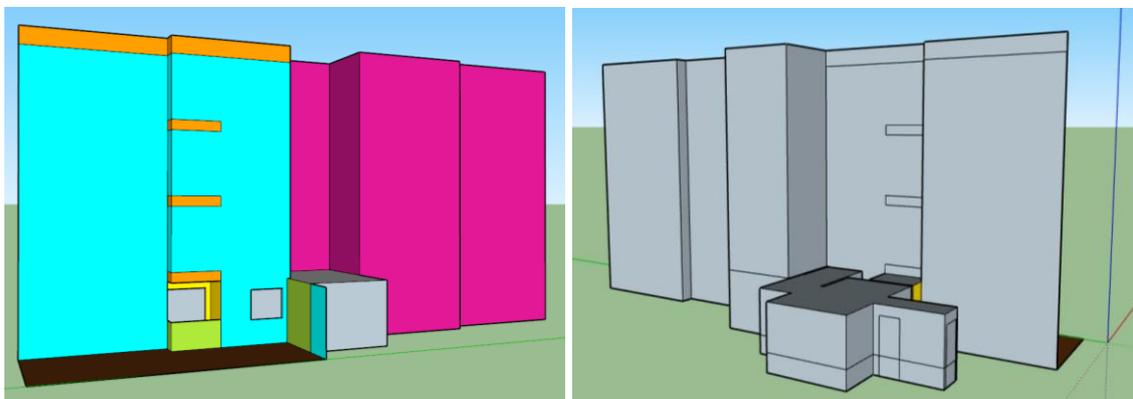
De acordo com as características do prédio, as modelagens foram separadas por camadas (*layers*) para que depois pudessem ser dadas as características de cada material, pois as propriedades óticas são atribuídas posteriormente no programa APOLUX. Na modelagem no *Sketchup* as camadas das faces foram definidas da seguinte forma: PAREDE INTERNA, JANELAS, TETO, PISO, PLANO DE ANÁLISE e PORTAS para as faces internas de cada ambiente. Para as faces do entorno: ENTORNO 1 OPACO, para o entorno próximo com característica opaca, ENTORNO OPACO ESCURO, para o entorno próximo que possui cor mais escura, ENTORNO OPACO DISTANTE, paredes mais distantes do ambiente de análise, com o objetivo de minimizar o peso da fachada mais distante, ENTORNO 2 TRANSLÚCIDO, correspondendo ao guarda-corpo de vidro dos ambientes da área social e o vidro aplicado no fechamento das laterais dos acessos aos blocos. Também foram definidos:

POLICARBONATO, material translúcido aplicado na cobertura dos acessos aos blocos, SOLO, um plano horizontal simulado no nível do solo, onde na realidade não existe piso e sim uma abertura até o subsolo onde estão os estacionamentos, o qual foi modelado afim de minimizar os efeitos do solo. O efeito do solo considera que este está totalmente desobstruído e não considera quando ele está a sombra de alguma edificação. E por fim a camada TELHADO GARAGEM, que corresponde à cobertura simulada nos apartamentos com orientação oeste, que cobre um estacionamento em nível do subsolo nos fundos do lote.

Outros aspectos de entorno não foram modelados, considerados irrelevantes em virtude dos vazios urbanos, tais como terrenos baldios, estradas e as paredes do próprio CH nos lados opostos das simulações.

A modelagem foi a etapa mais morosa de todo o processo, os 32 modelos foram refeitos no mínimo umas 5 vezes cada um, muitos arquivos ficaram com camadas ocultas, outros apresentaram *layers* que não faziam parte do modelo e poderiam prejudicar na hora de calcular e alguns ficaram com as faces visíveis invertidas.

Figura 14 – Vistas da modelagem do apartamento 1 área social no *Sketchup Pro 2017*



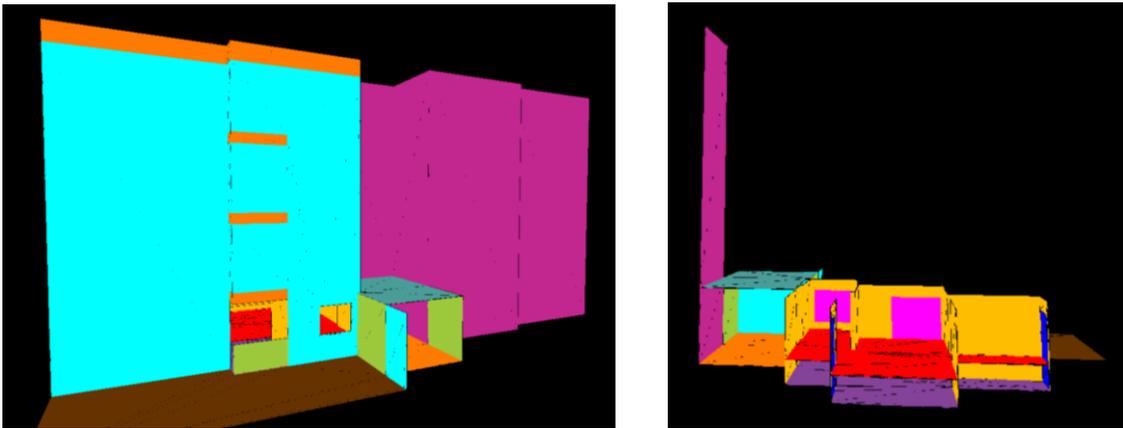
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Após a modelagem, foi verificado o sentido das faces que compõe o modelo. Para conferir se as faces visíveis estavam corretas, o arquivo foi salvo em formato DXF exportando somente as faces, pois, no APOLUX, somente serão consideradas as faces do modelo para a simulação.

O arquivo exportado em formato DXF foi aberto no APOLUX no módulo FRACTAL, onde foi possível conferir se as faces visíveis estavam corretas. Na medida em que se gira o modelo, somente as faces que vão interferir na simulação ficam visíveis, as demais não. Caso

uma face que interfira no modelo não esteja visível, é sinal que deve ser invertida ainda no modelo no *Sketchup*. Durante as simulações, foram feitas diversas conferências para que em todos os modelos as faces ficassem corretas. Somente as faces com características translúcidas não necessitam desta conferência.

Figura 15 – Vistas da modelagem do apartamento 1 área social no APOLUX modo fractal onde é possível conferir as faces visíveis



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

3.3.2 Preparação do Modelo no Módulo Fractal

Além das faces visíveis no arquivo .DXF, foi necessário verificar a existência de objetos inválidos. Para isso é necessário fazer uma filtragem em Relatório > Objetos DXF > Inválidos > Retorna, salvar o arquivo de preferência com outro nome, abrir o arquivo novamente e seguir o mesmo procedimento até que não possua mais nenhum objeto inválido.

Posterior a conferência de todos os modelos, procede-se etapa de divisão dos níveis. Nesta etapa, é necessário ir no Menu Projetos > Editar Níveis, modificar os fatores de divisão e aplicar.

Os níveis foram divididos de acordo com a Tabela 7 que segue.

Tabela 7 - Tabela com os fatores de divisão dos níveis

Níveis	Fator de Divisão
Piso	2,0
Parede Interna	1,0
Porta	1,0
Janela Vidro	0,0
Teto	1,0
Plano de Análise	1,0
Entorno 1 opaco	0,1
Entorno Opaco Escuro	0,1
Entorno 2 translúcido	0,0
Entorno opaco distante	0,02
Policarbonato	0,2
Solo	0,1
Telhado Garagem	0,1

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em seguida, é definida a localização do projeto de acordo com as localidades pré-existentes no próprio programa, abrindo a lista e escolhendo o local que se deseja, cujo caminho é Projetos > Proteção solar > Parâmetros do mascaramento. Seleciona-se a localidade da edificação. Foi selecionada a cidade de São Miguel do Oeste, SC, cujos dados prefixados são: latitude 26°72' Sul; longitude 53°52' Oeste, altitude 645 m.

Em seguida, deve-se ir em Menu > Arquivo > Salvar modelo e, então o arquivo é salvo em .MDL. Foi criada uma nova pasta onde foram salvos todos os arquivos neste formato, separando os arquivos do pavimento térreo dos do 4º pavimento.

Uma vez salvo o modelo, é o momento de especificar o fator de fracionamento, que “consiste em dividir as diferentes superfícies do modelo em parcelas de área, de forma a permitir a aplicação dos conceitos matemáticos utilizados no processamento do método da Radiosidade para a obtenção de uma solução de iluminação natural determinada”. Uma superfície de um espaço arquitetônico não é uniformemente iluminada, portanto, o fracionamento permite que cada unidade de área tenha um comportamento lumínico homogêneo (PORTAL APOLUX, 2019).

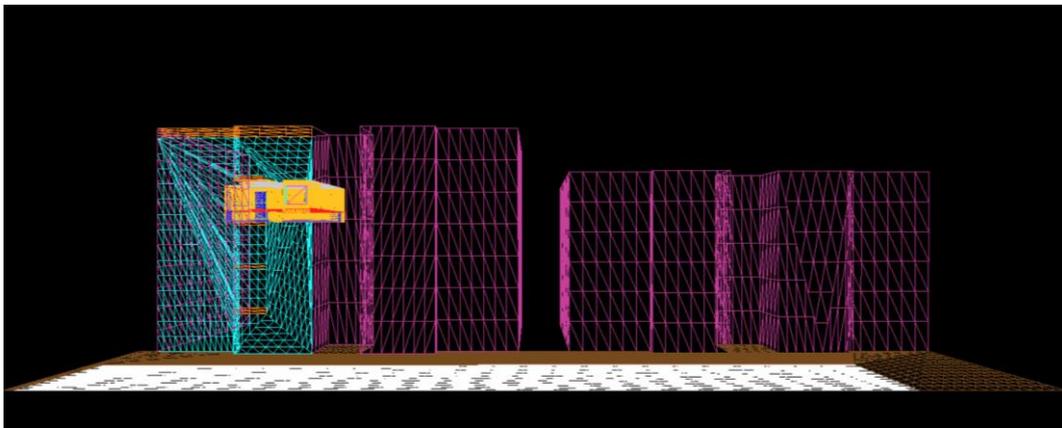
Existe uma variabilidade de iluminâncias em uma face, exemplo disso, em um ambiente interno, o que está mais próximo das janelas possui uma iluminância maior do que está no lado oposto, isso justifica a necessidade de fracionar o modelo matemático. Dividindo a superfície do modelo, o plano com iluminâncias variadas passa a se compor de pequenas frações de área

de iluminância praticamente uniforme. Por esse motivo, quanto maior o número de frações, mais preciso é o cálculo, porém mais demorado.

É preciso encontrar um ponto de equilíbrio entre o fracionamento tempo de processamento que dê confiabilidade aos resultados e torne a tarefa viável da perspectiva de tempo de processamento. Neste estudo, foi adotado um fator de fracionamento de 0,02.

Os modelos preparados para a simulação geraram uma quantidade de frações diferentes um do outro, o modelo que gerou o maior número foi o modelo do apartamento 8 do 4º pavimento, área social, num total de 11.910 vértices de cálculo, e para os dormitórios deste mesmo apartamento, 8.257 vértices.

Figura 16 - Modelo da área social do apartamento 8 do 4º andar após o fracionamento



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Após fracionar cada modelo, a última etapa no módulo FRACTAL corresponde ao salvamento dos arquivos na extensão .PJ4, que é a extensão aceita no módulo FOTON. No módulo FOTON foram dadas as características de cada material.

3.3.3 Simulação no Módulo FOTON

Ao abrir o projeto no módulo FOTON, o primeiro passo é definir os planos de análise, os quais serão avaliados durante os cálculos de iluminação. Foi selecionado o nível Plano de Análise, no qual foi modelada a altura de 75cm em relação ao piso, altura determinada pela NBR 15575 (ABNT, 2013a) e RTQ-R (BRASIL, 2012). No APOLUX, se configura esta etapa na janela Projeto > Níveis, em uma janela chamada Edição de Níveis, seleciona-se o plano de

análise e a opção Calcular como Plano de Análise. Para finalizar, deve-se clicar em Aplicar > Retornar.

A próxima etapa foi editar os materiais, todos de acordo com suas características físicas. Foram editados os materiais em cada arquivo da extensão .PJ4, pois os níveis de cada arquivo, apesar de serem salvos com o mesmo nome, não abrem na mesma sequência. Caso abrissem na mesma sequência poderia ser configurado somente uma vez.

Na aba Projeto > Materiais, aparecem todas as faces do projeto com um número de cada uma, essas foram feitas em cores distintas para facilitar a identificação para então renomear cada uma delas e definir suas características físicas.

Na lista de materiais, aparece o número de cada nível e, abaixo, é necessário colocar o nome de cada um de acordo com a identificação pré-definida de cada material. Após a identificação, foram selecionadas as refletâncias de cada um de acordo com suas características físicas.

Os ambientes em análise foram considerados de acordo com seus revestimentos e cores. Foi observado que a cor predominante das paredes de todos os apartamentos permanece branca, de acordo com a cor original. Já os pisos, conforme observado, são revestidos com cerâmica ou laminado de madeira nos ambientes da sala e, conforme os moradores, idêntico é o piso dos dormitórios. Optou-se por padronizar, considerando que não haveria diferença entre esses dois tipos de revestimento em relação aos valores a serem adotados para identifica-los no programa (ambos são claros).

As propriedades óticas foram divididas em três grupos: Opaco Difuso, Transmissor Especular e Transmissor Difuso. As porcentagens foram determinadas segundo estudo de Castro et al. (2003) onde foram realizadas análises óticas com um espectrofotômetro, o qual fornece informações quanto a porcentagem de transmissão, reflexão e absorção das amostras. Os parâmetros adotados foram feitos por associações das características físicas do local e a propriedade mais próxima das tabelas elaboradas por Castro et al. (2003), conforme apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Propriedades óticas dos materiais

(continua)

Material	Propriedades	Perfil RGB			R*	A*	T*
		Vermelho	Verde	Azul			
PAREDES	Opaco Difuso	75	75	75	75	25	-
TETO	Opaco Difuso	75	75	75	75	25	-

Tabela 8 - Propriedades óticas dos materiais

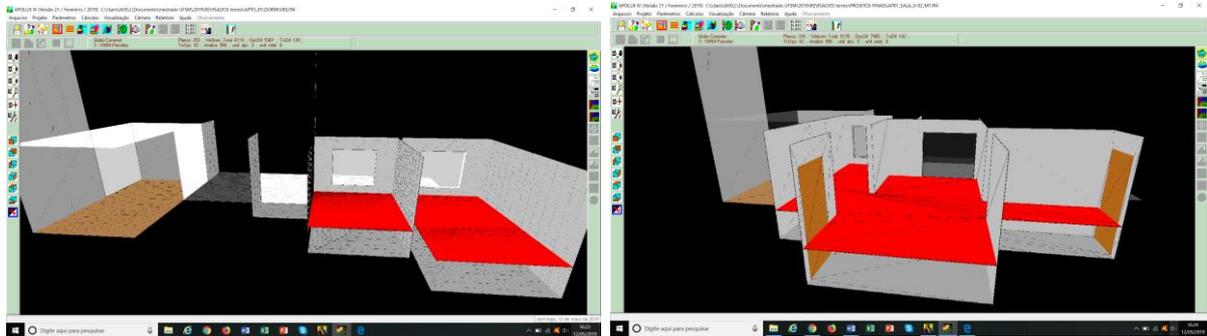
Material	Propriedades	Perfil RGB			R*	A*	T*
		Vermelho	Verde	Azul			
PISO	Opaco Difuso	65	65	65	65	35	-
VIDROS JANELA	Transmissor Especular	90	90	90	0	10	90
PORTAS	Opaco Difuso	70	40	10	40	60	-
PAREDE EXT. PRÓXIMA	Opaco Difuso	60	60	60	60	40	-
PAREDE EXT. DIST.	Opaco Difuso	60	60	60	60	40	-
VIGAS VARANDA	Opaco Difuso	70	50	30	50	50	-
SOLO	Opaco Difuso	30	30	30	30	70	-
TETO GARAGEM	Opaco Difuso	70	70	70	70	30	-
POLICARBONATO	Transmissor Difuso	80	80	80	30		50
VIDROS EXTERNO	Transmissor Especular	90	90	90	0	10	90

Fonte: Castro et al., 2003 adaptado pela autora. Nota: R* - Refletância Média (%); A* - Absorção Média (%); T - Transmitância Média (%).

Afim de verificar a interferência da cobertura da garagem, o apartamento da localização 7 no térreo, área social, foi simulado também considerando a cobertura com refletância média 25%, que conforme Castro et.al. (2003) é o valor estimado para a cor “concreto”.

Após preparar o nível de análise de cada um e os materiais, foi salvo o projeto. Na Figura 17 é possível visualizar a representação gráfica de um modelo com os dois dormitórios e outro com o ambiente da área social.

Figura 17 – Modelo com os dois dormitórios e outro da área social com materiais e fracionamento, no módulo FOTON

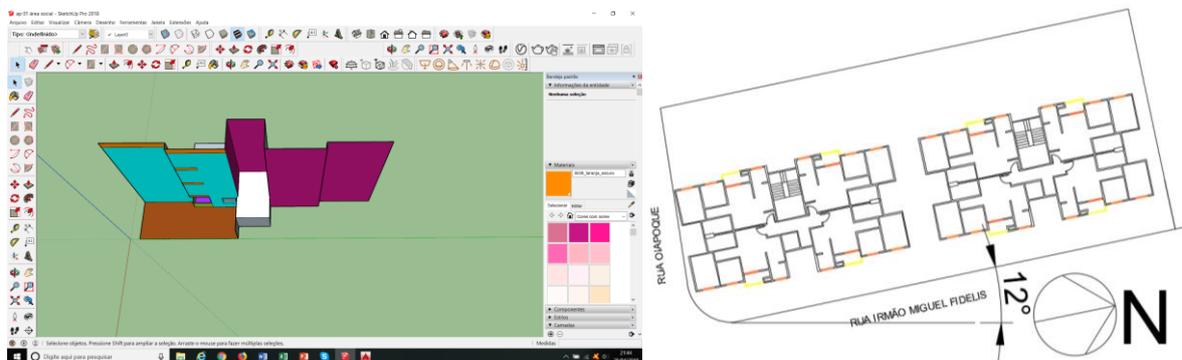


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Após o processo de simulação de cada modelo, próxima etapa realizada, o software gerou vários arquivos de resultados, os quais foram utilizados para diferentes procedimentos. Foi criada uma pasta individual para cada apartamento, separando em DORM, para o modelo dos dormitórios, e SALA, para a área social. Em cada pasta, um arquivo .VBS foi criado para cálculo de visibilidade e outro EALN para cálculo de coeficiente de luz natural.

O primeiro passo para cada modelo foi ajustar a orientação norte colocando o azimute em Parâmetros > Definir Abóboda CIE. O azimute foi verificado da seguinte forma: os modelos foram feitos alinhando o projeto junto a linha verde do *SketchUp*, conforme mostra a Figura 18. Após esse procedimento, o modelo foi rotacionado segundo o ângulo que a edificação forma com o norte (Figura 18) o ângulo encontrado é de 12°, que é o ângulo que o eixo de maior extensão do CHJI forma com a direção norte.

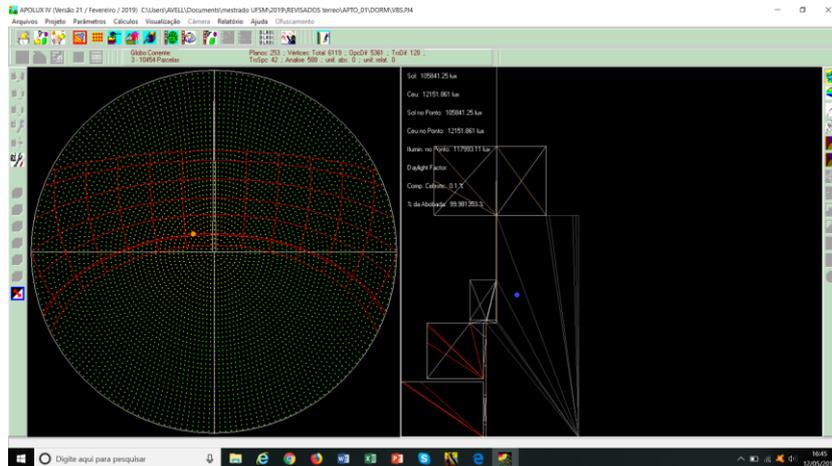
Figura 18 - Modelo elaborado no SketchUp e em AutoCAD de onde foi retirado o ângulo



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

No primeiro modelo de simulação foi feita a conferência do norte em relação a planta baixa modelada para verificar se os 12° deixaram a planta localizada de forma correta.

Figura 19 - Verificação do Norte no módulo FOTON



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Fechada a janela, é o momento de definir o globo que “[...] consiste em uma divisão horizontal do hemisfério superior do globo de referência, descontada uma parcela no topo, de tal forma que sobre cada faixa são demarcadas as parcelas unitárias de ângulo sólido” (PORTAL APOLUX, 2019). O APOLUX permite dividir o Globo em faixas que variam de 1 a 8, sendo que 1 é a menor resolução e 8 a maior resolução. Para o estudo foi adotado o Globo 5, que corresponde a uma divisão de 23.450 parcelas (60 faixas). Conforme estudo de Cunha (2011) no globo 60 96,14% das ocorrências possuem até 5% de erro e 64,37% estão abaixo de 1%. Para selecionar o Globo no programa é necessário selecionar Parâmetros > Definir Globo e selecionar o modo adotado para o cálculo.

Após a realização de todas essas etapas, inicia-se o cálculo. O primeiro a ser feito é o cálculo de visibilidade. Não é preciso salvar o projeto novamente, pois ele já está salvo. Assim que se abre a aba, é necessário nomear o arquivo onde será salvo os resultados. Depois disso, seleciona-se o modo de cálculo simples que corresponde às refletâncias médias do Perfil RGB, pois o cálculo completo não permite que se visualize cálculos resultados da EALN.

Uma vez finalizado o cálculo descrito anteriormente, foi iniciado o Cálculo EALN em Cálculo > Coeficiente de Luz Natural. Abrindo essa aba, será possível conferir os dados do projeto, Abóboda e Horas de Simulação, e deve ser definido o método de cálculo, que, no estudo, corresponde ao de Radiosidade Plena. Esse método, conforme o tutorial disponível no Help do próprio programa, “[...] calcula plenamente a Radiosidade em todos os vértices do

projeto para cada intervalo de tempo e número de ciclos definidos” (PORTAL APOLUX, 2019).

Ao definir o método, o programa solicita a confirmação e, então, disponibiliza uma nova janela onde o primeiro passo é abrir o arquivo EPW correspondente à localidade do projeto. Foi utilizado o arquivo digital da cidade São Miguel do Oeste, do tipo SWERA.epw, formado por todos os dias do ano com intervalos a cada hora. Esse arquivo foi obtido no sítio eletrônico do LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina, que disponibiliza os arquivos climáticos de diversas cidades do Brasil (PORTAL LabEEE, 2019).

Após carregado o arquivo, deve-se converter os *Steps*⁶ e criar um diretório para armazenar os arquivos dos cálculos EALN. Esta etapa corresponde ao preenchimento das informações de DA (sendo DA1 = 120 lux; e DA2 60 lux), UDI estipulados em 60 lux inferior, 120 lux médio e 2.000 lux superior. O valor de 60 lux para DA e UDI corresponde ao critério de iluminância mínima necessária em um ambiente, conforme a NBR 15575 e RTQ-R, ao passo que 120 lux é o limite considerado superior na NBR 15575 (BRASIL, 2013; ABNT, 2013a).

São definidos, nesta etapa, o número de Ciclos para Radiosidade. Neste estudo adotou-se 10 ciclos. Para refletâncias médias características dos ambientes, o número de 10 ciclos já proporciona resultados bastante confiáveis, “o aumento da quantidade de ciclos de interações da radiosidade (interreflexões) se faz necessário de acordo com o aumento do valor de refletância da superfície” (CUNHA, 2011, p. 174).

Para a refletância do solo, a qual permite especificar o valor médio da refletância que o programa assume para as direções que, abaixo do horizonte, não atinjam nenhum plano do ambiente projetado, foi definida em 30%, segundo relatório técnico CIE 171: 2006, protocolo 5.11 referenciado por Cunha (2011).

Quadro 3 - Resumo dos parâmetros de simulação adotados no Módulo FOTON

(continua)

CONDIÇÕES	PARÂMETROS ADOTADOS
PERÍODO DE SIMULAÇÃO	Todos os dias do ano, das 6h às 18h
CONDIÇÃO DE CÉU	Céu dinâmico
ORIENTAÇÃO SOLAR	Leste e Oeste

⁶ “A conversão dos Steps é necessária para que os dados do arquivo climático não provoquem inconsistências na hora da simulação. (...) O STEP é uma estrutura de dados convertidos que garante a consistência e tem todas as informações para determinação dos tipos de céu e distribuição correspondente da abóboda a cada data/ hora do arquivo EPW.” (PORTAL APOLUX, 2019)

Quadro 3 - Resumo dos parâmetros de simulação adotados no Módulo FOTON

(conclusão)

CONDIÇÕES	PARÂMETROS ADOTADOS
LOCALIZAÇÃO DOS AMBIENTES	Ambientes no térreo e 4º pavimento
CONDIÇÃO DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	Todas desligadas
GLOBO	Globo 5 (23.450 Parcelas – 60 Faixas)
COORDENADAS GEOGRÁFICAS (ABÓBODA)	Lat. 26°72' S Long. 53°52' O e Alt. 645m
VALORES PARA DA	60 e 120
VALORES PARA UDI	60, 120 e 2000
NÚMERO DE CICLOS	10 ciclos
REFLETÂNCIA DO SOLO	30%

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

O arquivo de simulação dinâmica é gerado no formato solu.txt, o qual foi convertido em formato de planilha do Excel (*Microsoft Excel 2010*).

Dentre os resultados que o programa gerou estão: o arquivo .solu.eal, este deve ser aberto junto com o projeto para a visualizar os gráfico; o arquivo .solu de parâmetros de cálculo que deve estar na mesma pasta de arquivo, porém, não é usado diretamente e por fim o arquivo .solu.txt, arquivo de texto que deve ser importado no Excel para formatação dos dados.

Após o cálculo, o programa gerou arquivos em .txt que foram exportados para o Excel e montados numa planilha numérica, para cada vértice do plano de análise foi disponibilizado um valor de DA1 para percentual do tempo em que o ponto estava igual ou acima de 120 lux e um DA2 com o percentual de tempo em que estava igual ou acima de 60 lux. Da mesma forma foram disponibilizados os valores para UDI, percentual de tempo em que estava abaixo de 60 lux, percentual de tempo em que estava entre 60 e 120 lux, percentual de tempo em que estava entre 120 e 2000 lux e o percentual de tempo que estava acima de 2000 lux.

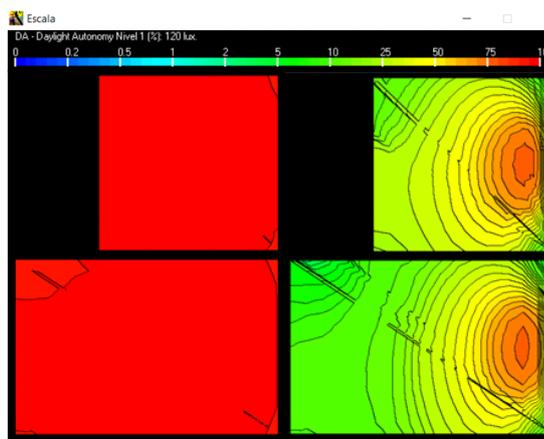
O processamento dos dados gerou o SDA1 e o SDA2 dados na planilha inicial dos planos de análise o qual considera área que tem o DA com 50% do tempo, porém conforme o RTQ-R ambientes de permanência prolongada, “sem proteção solar deve comprovar a obtenção de 60 lux de iluminância em 70% do ambiente, durante 70% das horas com luz natural no ano”. Portanto, deve-se converter os 50% do tempo em 70% do tempo para possibilitar a verificação.

Para obter o valor relativo a 70% do tempo de horas com no mínimo 60 lux é preciso inserir a seguinte fórmula: SE (valor da célula DA2) >=70 então (valor da célula = valor da área em m²) senão (valor da célula = 0). Assim, será gerada uma coluna onde somente os valores das áreas acima do DA 70% do tempo serão assinaladas e as demais terão o valor 0. Ao final,

somando essa coluna, dos valores das áreas acima do DA 70% do tempo, será gerada a área total dos vértices dos planos.

Após finalizados os cálculos do EALN, também é possível verificar os gráficos resultantes para cada faixa estimada. Um exemplo pode ser visualizado na Figura 20 que ilustra o DA1 (percentual do tempo igual ou superior a 120 lux) e para UDI acima de 2.000 lux (UDIsup) para os dormitórios do apartamento 1 do primeiro pavimento (térreo).

Figura 20 - DA1 de 120 lux (ESQUERDA) E UDIsup acima de 2.000 lux (DIREITA)



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Foram realizados 32 procedimentos de simulação sendo 16 dos dormitórios e 16 do ambiente integrado de cada unidade.

3.4 TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS COLETADOS

3.4.1 Avaliação da opinião dos usuários

Os dados coletados foram importados do Google Drive Formulários em arquivo de formato Planilha Excel. Nesta planilha, foram geradas tabelas dinâmicas as quais permitem a inclusão de filtros e agrupamento de dados similares para realizar as análises de correlação. A partir dessas foi possível gerar os gráficos.

Adotou-se o *software* PAST para Análise de Agrupamento Hierárquico, que vem do inglês *Hierarchical Clustering Analysis* (HCA). Esse método resultou no agrupamento de todas as respostas por grau de similaridade, “através de medidas de dissimilaridade que são obtidas pelas distâncias observadas entre cada par” ou grupo observado apresentadas por um

dendograma, mostrando as ramificações formadas (MENDES, 2014, p.20). Conforme Filho, Júnior e Rocha (2012), HCA é mais apropriada para amostras pequenas, abaixo de 250.

3.4.2 Avaliação dos vãos mínimos de iluminação e da altura das aberturas

Conforme abordado no estudo, existem percentuais mínimos que devem ser atingidos para os vãos de iluminação dos ambientes. Esses percentuais são calculados com base da relação da área útil de piso do compartimento. Para tanto, foi elaborada uma tabela de conferência dos compartimentos dos apartamentos em estudo com relação aos vãos mínimos solicitados no RTQ-R e no Código de Obras de São Miguel do Oeste.

Para essa avaliação da área mínima a ser projetada foram levados em consideração os fatores descritos a seguir.

- a) De acordo com o Código de Obras, compartimentos como dormitórios, salas de estar, sala de refeições e cozinhas devem ter o vão de ventilação e iluminação igual ou superior a $1/7$ da área do piso e os demais compartimentos, devem ter área igual ou superior a $1/12$ da área do piso.
- b) De acordo com o RTQ-R, a área útil das esquadrias (descontados os caixilhos da área nominal) deve ser igual ou maior que 12,5% da área do piso para compartimentos de permanência prolongada (salas e dormitórios).

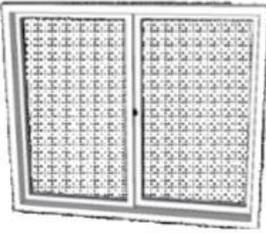
As esquadrias dos compartimentos habitáveis de todos os apartamentos são em duas folhas de correr sem veneziana (Quadro 4), portanto, conforme o RTQ-R, considera-se a porcentagem de abertura para iluminação natural de 80%, conforme pode ser visto no Anexo II da Tabela de desconto das esquadrias (Figura 21).

Quadro 4 - Imagens do tipo de esquadrias existentes nos apartamentos

Imagem de uma janela de dormitório	Imagem da porta/janela do ambiente integrado
	

Fonte: Autora, 2018.

Figura 21 - Desconto de área das esquadrias conforme modelo de acordo com o RTQ-R

Nº	Tipo de janela	Ilustração	% abertura para iluminação natural
2	de correr (ou deslizante) 2 folhas		80

Fonte: RTQ-R adaptado pela autora.

Foram avaliadas as áreas de abertura de cada dormitório e a área de abertura considerando as áreas úteis da sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e circulação, por serem ambientes integrados.

As avaliações quanto ao RTQ-R e o Código de Obras de São Miguel do Oeste diferem nas seguintes questões:

- o RTQ-R considera cozinha e área de serviço compartimentos de permanência prolongada, enquanto o Código de Obras considera compartimentos não habitáveis; e

- o RTQ-R apresenta uma tabela para a área efetiva de iluminação de acordo com o modelo de esquadrias, enquanto que o Código de Obras não especifica nada a respeito, considerando o tamanho nominal das esquadrias (vão livre na alvenaria para encaixe da esquadria).

Além disso, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) recomenda que a “[...] iluminação natural das salas de estar e dormitórios seja provida de vãos de portas ou de janelas. ”, sendo que para as janelas o peitoril esteja no máximo a 1,00m do piso interno e a cota do piso até a testeira no máximo 2,20m. Essas verificações foram feitas a partir dos projetos que foram fornecidos, verificando o peitoril e a altura das janelas.

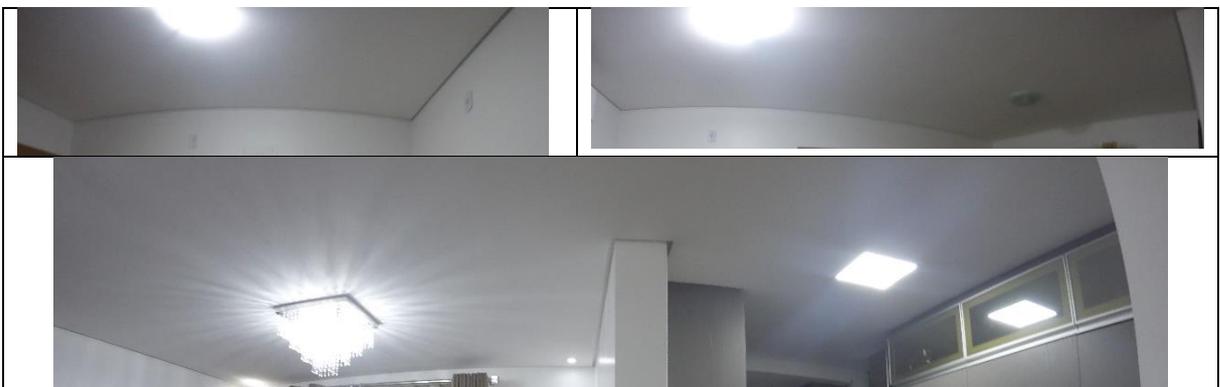
Este estudo analisou todos os critérios sobre iluminação natural previstos no Código de Obras, RTQ-R e NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) sobre dimensionamento das esquadrias de acordo com o tamanho, modelo, considerando a área dos compartimentos e também altura do peitoril e cota testeira.

3.4.3 Avaliação dos índices de refletância do teto e da profundidade do ambiente em relação à abertura

Quanto a refletância do teto, o RTQ-R prevê que cada ambiente de permanência prolongada deve ter a refletância do teto acima de 60%.

Verificou-se, durante algumas visitas realizadas a moradores do CHJI, as características físicas dos apartamentos. E em todos os apartamentos onde foi possível entrar (no total, 19 apartamentos), constatou-se que a pintura do teto se manteve na cor original, sendo todas elas pintadas com tinta acrílica na cor branca. Conforme Castro et.al. (2003), a refletância para cor branca com tinta acrílica é de 69%.

Quadro 5 - Imagens do teto de alguns apartamentos



Fonte: Autora, 2018.

Também foi avaliada a profundidade dos ambientes com iluminação natural proveniente das aberturas laterais que, segundo o RTQ-R (BRASIL, 2012, p.152), a “[...] maioria dos

ambientes de permanência prolongada [...] com iluminação natural lateral deve ter profundidade máxima calculada através da Equação [...]” $P \leq 2,4.h_a$. Nesta equação, P é a profundidade do ambiente em metros; h_a é a distância medida entre o piso e a altura máxima da abertura para iluminação, em metros, excluindo caixilhos.

Esse critério foi aplicado nos dois dormitórios, no ambiente da sala de estar/jantar e cozinha/área de serviço.

3.4.4 Avaliação dos afastamentos mínimos

O Código de Obras de São Miguel do Oeste estabelece os recuos e afastamentos mínimos que devem ser respeitados. Para verificar esse atendimento, inicialmente foi conferido em qual zoneamento se encontra o CHJI, para então proceder às verificações de quais recuos e afastamentos a legislação exige para esse empreendimento.

Para conferir, foi necessário analisar a planta de locação, plantas baixas e corte para verificar o número de pavimentos. Inicialmente foram analisados os recuos e afastamentos das edificações em relação ao lote e entre si. Após, foram conferidas as orientações cardeais dos compartimentos e suas aberturas.

O CHJI está localizado em Área Especial de Interesse Comercial (AEIC) e está em um lote de esquina, a edificação mais próxima a esquina possui 4 pavimentos e a outra 5 pavimentos. A Seção VIII da Lei Complementar nº 002 (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011, p. 41) descreve os recuos e os afastamentos, dos quais aplicam-se para o CH as seguintes informações: “- Nos lotes de esquina, o recuo frontal poderá ser de 1,50m(...) no mínimo, em uma das vias”.

A Lei Complementar nº 002 ainda permite construções junto à divisas laterais e de fundos, desde que com parede cega (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011). Já os afastamentos com aberturas são definidos em função da altura conforme a Seção XIV da Lei Complementar nº 004 (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011) onde para prismas de iluminação para 4 pavimentos é necessário deixar uma área mínima de 7,60m², sendo a largura mínima de 1,77m, enquanto que para 5 pavimentos é necessário deixar uma área mínima de 9,25m² com a largura mínima de 2,03m. Ainda independente da situação do projeto o prisma de iluminação não poderá ser inferior a 1,50m.

Com base nessas informações e os projetos em mãos foi possível fazer todas as conferências necessárias.

3.4.5 Avaliação dos resultados obtidos nas simulações

Para avaliar o desempenho lumínico das UH e analisar os resultados adquiridos com as simulações dinâmicas, utilizou-se como base os níveis de iluminação natural recomendados pelo RTQ-R e NBR 15575, bem como as análises desenvolvidas por Techio (2018).

O RTQ-R tem o desempenho lumínico como um dos critérios para eficiência energética das edificações. A simulação deve usar arquivo climático com 8.760 horas e determina, “[...] na maioria dos ambientes de permanência prolongada, [...] sem proteção solar [...]”, a obtenção de 60 lux de iluminância em 70% do ambiente, durante 70% das horas com luz natural (BRASIL, 2012, p. 103). No Quadro 6 foram dispostos os ambientes simulados e áreas correspondentes a 70%, bem como o número de horas anuais diurnas correspondentes a 70%. Para os dormitórios, como foram simulados juntos, as áreas foram somadas. As orientações cardeais dos dormitórios estão indicadas no Quadro 6 na primeira coluna.

Quadro 6 - Pré-requisitos do RTQ-R para os ambientes analisados

	AMBIENTE	ÁREA (m ²)		PRÉ – REQUISITO DO RTQ-R		
				M*	70% do ambiente (m ²)	70% das horas diurnas do ano
Apartamentos 01, 02, 05 e 06. A = 57,80m ² (Orientação Leste)	Dormitório 1	9,63	16,18	≥ 60 lux	6,74	3.066
	Dormitório 2	6,55		≥ 60 lux	4,58	
	Ambiente Integrado (Sala Estar/Jantar / Cozinha/ Lavanderia/ Circ.)	25,81		≥ 60 lux	18,06	
Apartamentos 03, 04, 07 e 08. A = 60,05m ² (Orientação Oeste)	Dormitório 1	9,63	16,18	≥ 60 lux	6,74	3.066
	Dormitório 2	6,55		≥ 60 lux	4,58	
	Ambiente Integrado (Sala Estar/Jantar / Cozinha/ Lavanderia/ Circ.)	27,60		≥ 60 lux	19,32	

Fonte: RTQ-R, 2012. Editado pela autora. Nota: M* - Critério Mínimo.

A NBR 15575 (ABNT, 2013a) estabelece que, para sala de estar, dormitório, copa e cozinha e área de serviço, a iluminância deve ser igual ou superior a 60 lux, para nível Intermediário, e igual ou maior a 120 lux, para o nível Superior.

A estimativa anual de luz natural foi avaliada por meio de níveis de iluminância e as variáveis dinâmicas da luz de DA e UDI.

Estabeleceu-se, para a simulação, faixas de DA1 (120 lux) e DA2 (60 lux). Portanto, os ambientes analisados foram avaliados seguindo o mesmo padrão de Techio (2018, pg. 82):

- a) porcentagem de horas em que os ambientes atingem no mínimo 60 lux (DA2);
- b) porcentagem de área do ambiente (PAda2) que atende no mínimo 60 lux em pelo menos 70% das horas do ano;
- c) porcentagem de horas em que os ambientes atingem 120 lux (DA1); e porcentagem de área do ambiente (PAda1) em que atende ao nível superior de 120 lux em pelo menos 70% das horas do ano.

Quadro 7 - Método de avaliação a partir dos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e NBR 15575 (ABNT, 2013a)

Ambiente	Níveis de Iluminância	DA 2 (%) de horas com no mínimo 60 lux	PAda2 (%) de área com no mínimo 60 lux 70% h/ano	DA 1 (%) de horas com no mínimo 120 lux	PAda1 (%) de área com no mínimo 120lux 70% h/ano	ATENDE
Ambientes Simulados	60	DA2 \geq 70%	PAda2 \geq 70%	-	-	SIM OU NÃO
	120	-	-	DA1 \geq 70%	PAda1 \geq 70%	SIM OU NÃO

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Também, com base no estudo de Techio (2018, p. 83), foi realizada uma classificação dos ambientes conforme os critérios de avaliação utilizados nas análises sobre os resultados para cada intervalo de UDI:

- a) porcentagem de horas do ano em que a iluminância está dentro dos intervalos aceitáveis para não causar desconforto, ou seja, 60 a 2.000 lux (UDI_{inf} + UDI_{med} = PD_{udil}); e
- b) porcentagem de horas do ano em que a iluminância está dentro do intervalo 120 – 2.000 lux. (UDI_{med} = PH_{udi2}).

Quadro 8 - Método de classificação dos ambientes analisados por desempenho

Ambiente	(PHudi1) UDInf+UDImed Porcentagem de horas no intervalo 60 – 2.000lx	(PHudi2) UDImed Porcentagem de horas no intervalo 120 – 2.000lx	Classificação
Ambientes Simulados	-	$PHudi2 \geq 80\%$	Superior
	$PHudi1 \geq 80\%$	-	Intermediário
	$70\% \leq PHudi1 < 80\%$	-	Mínimo
	$PHudi1 < 70\%$	-	Insuficiente ou Excedente

Fonte: Adaptado de Techio (2018).

Na suposição da classificação não se enquadrar como mínima, intermediária ou superior a classificação foi adotada como insuficiente caso a porcentagem onde níveis de iluminância abaixo de 60 lux fosse mais elevada e excedente para porcentagem superior de níveis acima de 2.000lux.

Com os resultados gerados pelo APOLUX, DA e UDI, foi possível identificar a porcentagem de horas (PH) de disponibilidade de luz natural (LN) dos ambientes permitindo a verificação dos valores de iluminância conforme recomendam a NBR 15575-1 e o RTQ-R. Para encontrar os valores de porcentagem foi necessário somar as áreas de todos os vértices do UDInf, UDImed e UDIsup.

Esse estudo permitiu também verificar se existe alguma influência em relação a posição dos apartamentos considerando o pavimento e a orientação cardeal

3.4.6 Síntese das análises desenvolvidas e diagnóstico geral

Esta etapa teve como objetivo reunir todas informações que foram levantadas consideradas relevantes para que possa ser feita a conclusão do trabalho e propor as diretrizes. Para finalizar foi realizada uma análise geral e conclusiva do desempenho da iluminação natural comparando com as legislações vigentes, levantamento dos aspectos positivos e negativos levantados nos ambientes de estudo para propor novas diretrizes de projeto buscando melhorar a qualidade de luz natural dos ambientes do CHJP.

Ainda foi elaborada uma planta baixa síntese dos resultados baseada na matriz de descobertas desenvolvida por Villa, Saramago, Garcia (2015).

3.5 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E REQUISITOS

Após a análise e compilação de todos os dados que foi possível encontrar os pontos positivos e negativos. Essas verificações possibilitaram a criação de diretrizes de projeto e requisitos que possam contribuir para melhorar a iluminação natural nessas edificações e também para futuros projetos, buscando o bem-estar dos usuários, a aplicação de atributos que contribuem com a eficiência energética e até mesmo sugestões para as adequações de melhorias sugeridas nas legislações.

Acredita-se que essas diretrizes e requisitos possam ser efetivamente colocadas em prática em prol de ambientes com maior conforto visual e com uma maior eficiência energética.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DOS DADOS COLETADOS NOS QUESTIONÁRIOS

4.1.1 Composição da Amostra

A coleta de dados foi iniciada no mês de outubro de 2018. No dia 17, foi repassado o *link* do questionário para 12 respondentes, momento em que foram entregues os Termos de Confidencialidade, solicitada a assinatura no TCLE e realizada verificação das características físicas das UH. Muitos apartamentos estavam sem morador em casa, sendo assim, os demais questionários foram respondidos em outros momentos. No dia 5 de novembro foi possível verificar as características de mais 7 apartamentos e entregar os termos pessoalmente, repassou-se o *link* do questionário, mas somente 5 responderam ele neste dia. No total foram 19 apartamentos onde foi possível entrar e entregar os termos pessoalmente, o contato com os demais foi por meio de aplicativo eletrônico.

O Gráfico 4 representa a quantidade de questionários realizados por localização, essas localizações foram pré-definidas na planta baixa com numeração para facilitar a correlação dos dados, os apartamentos foram numerados de 1 a 8 conforme o local em que está inserido na planta. As localizações com numeração de 1 a 4 compreendem a edificação que possui 4 pavimentos e de 5 a 8 a edificação com 5 pavimentos.

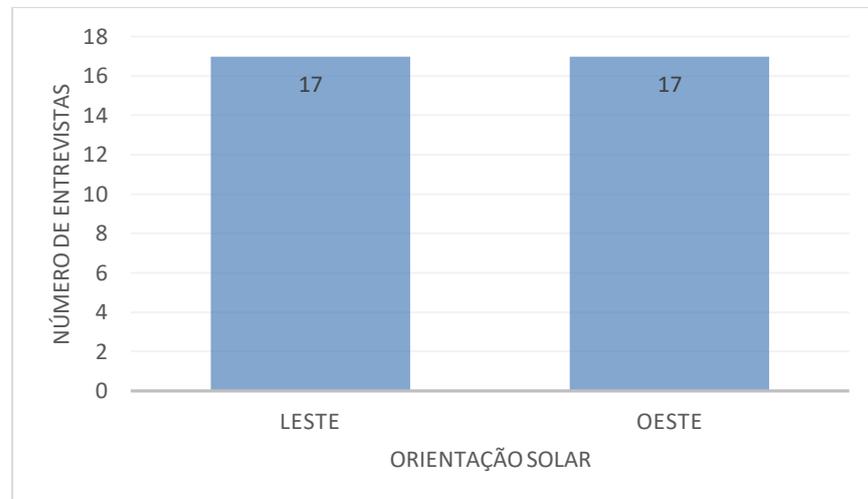
Gráfico 4 - Quantidade de questionários por localização (a esquerda), planta indicando a localização (a direita)



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

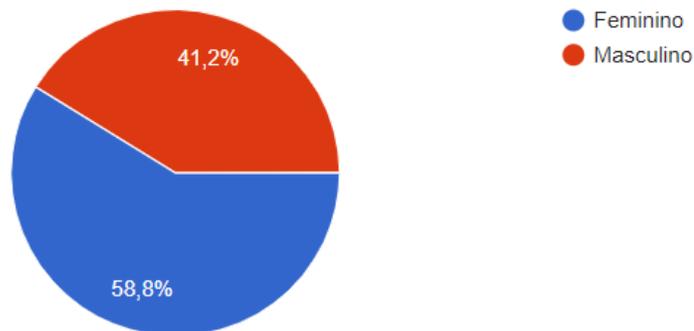
O Gráfico 5 relaciona o número de questionários por orientação cardinal. Todos os apartamentos possuem as aberturas dos ambientes analisados para leste ou oeste, conforme pode ser observado na Figura 10.

Gráfico 5 - Questionários por orientação cardinal



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

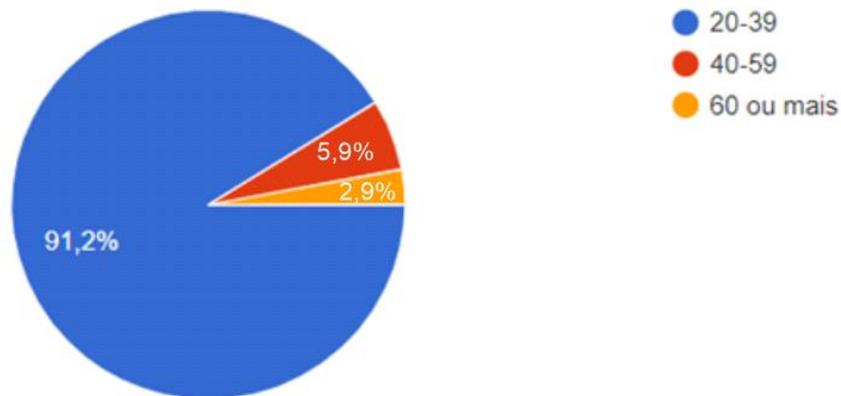
Gráfico 6 - Distribuição dos questionários por gênero



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação à questão de gênero, 14 pessoas representam as respostas masculino e 20 pessoas, feminino. Em relação à idade, verificou-se que 91,2% dos respondentes possui de 20 a 39 anos, o que representa 31 pessoas. Uma respondente (2,9%) possui mais de 60 e duas (5,9%) de 40 a 59 anos (Gráfico 7).

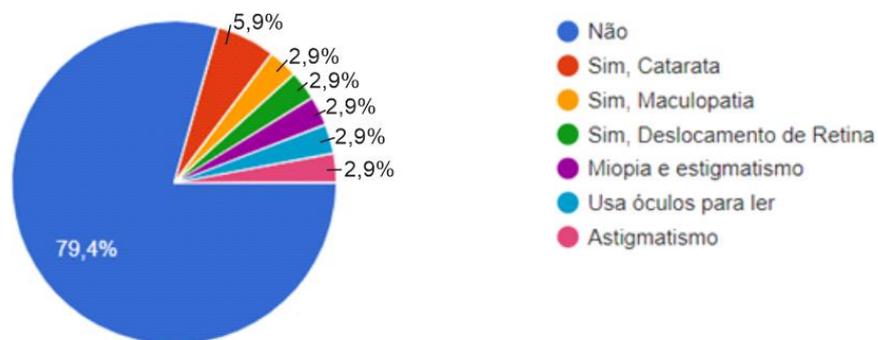
Gráfico 7 - Idade dos respondentes



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

O Gráfico 8 apresenta os resultados referentes aos problemas de visão apontados pelos respondentes.

Gráfico 8 - Percentual de problema de visão



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

A maioria dos respondentes não apresenta problema de visão (79,4%), o que representa 27 pessoas, duas pessoas (5,9%) apresentam catarata, somente uma pessoa (2,9%) assinalou maculopatia e uma pessoa (2,9%) apontou deslocamento de retina. Na opção do questionário outros, para esta questão, os respondentes apontaram problemas de miopia, astigmatismo e uso óculos, correspondendo a percentagens iguais a 2,9% para cada um dos problemas (equivalente a uma pessoa para cada problema).

A Tabela 9 apresenta os resultados dos problemas de visão apontados e sua relação com a opinião sobre a LN. É possível notar que a percepção da LN das pessoas que disseram ter algum problema de visão foi igual a maioria das respostas das pessoas que disseram não ter problema de visão, identificando a iluminação como clara.

A descrição não, na tabela, significa as pessoas que não apresentam problemas de visão.

Tabela 9 - Relação da percepção da iluminação com problema de visão

Opinião sobre a LN de acordo com problema de visão	Contagem
Claro	26 (76,47%)
Astigmatismo	1 (2,94%)
Catarata	2 (5,88%)
Deslocamento de Retina	1 (2,94%)
Maculopatia	1 (2,94%)
Miopia e astigmatismo	1 (2,94%)
Não	19 (55,88)
óculos leitura	1 (2,94%)
Indiferente	3 (8,825)
Não	3 (8,82%)
Muito Claro	5 (14,70%)
Não	5 (14,70%)
Total Geral	34 (100%)

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

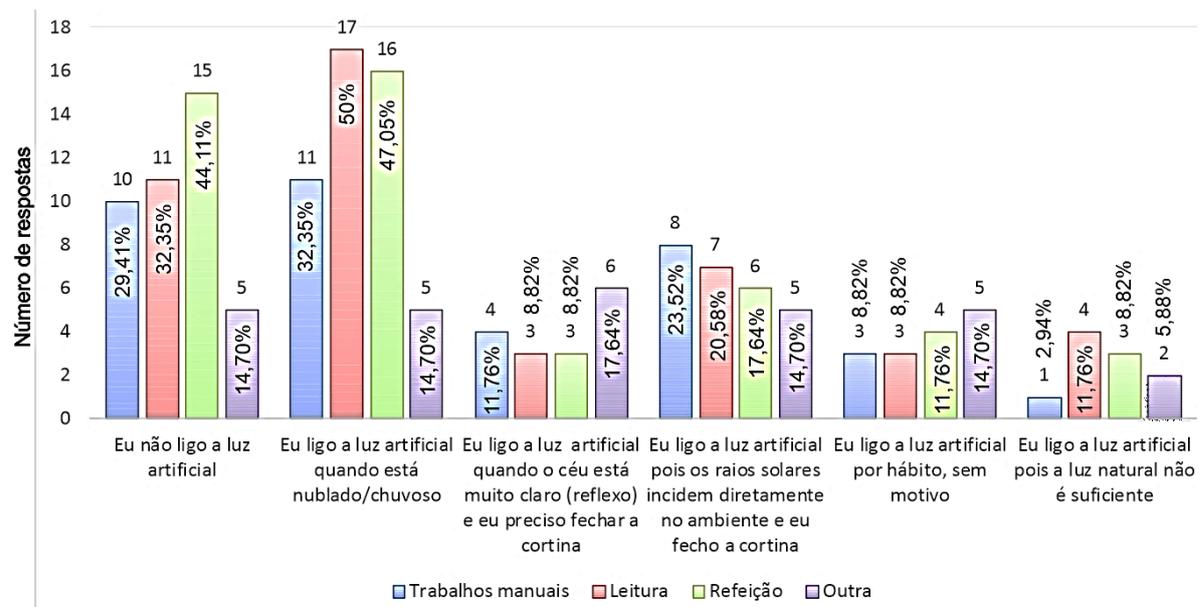
4.1.2 Atividades desenvolvidas nos ambientes analisados e uso da iluminação artificial durante o dia

Quanto aos resultados relativos às atividades realizadas durante o dia nos compartimentos dos apartamentos, os questionários foram separados para sala, dormitório maior, dormitório menor e ambiente integrado da cozinha e lavanderia. Mesmo que a sala seja integrada com a cozinha, conforme pode ser visto na Figura 10, a iluminação natural distribui-se por todos os ambientes, já que não são separados, porém as atividades são específicas em cada um.

Para a questão sobre o acionamento da iluminação artificial e em que momento ela é acionada, os resultados são apresentados no Gráfico 9, onde as atividades realizadas durante o dia vêm acompanhadas das respectivas percentagens sobre o número total de respostas e a

relação com os momentos em que acionam a iluminação artificial. Nesta questão, o respondente poderia selecionar mais de uma alternativa ou não assinalar nenhuma, em caso de não exercer atividade.

Gráfico 9 - Atividades realizadas na sala durante o dia e respectivas percentagens



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Dentre as outras atividades realizadas, foram citadas: estudo (1 resposta), trabalho de graduação (1 resposta), uso de *notebook* (1 resposta), atividades domésticas e pessoais (1 resposta), assistir televisão (2 respostas) e uma outra relacionou novamente a leitura. A atividade de assistir televisão não foi relatada previamente no questionário por se entender que essa atividade não é uma tarefa visual crítica. Outra atividade apontada pelos respondentes foi o estudo, a qual considera-se equivalente à atividade de leitura.

A opção mais escolhida foi: ligar a iluminação natural para leitura em dias que está nublado ou chuvoso, 50% das pessoas. Nestas condições de céu, 47,05% dos respondentes ligam a iluminação artificial para realizar suas refeições e 44,11% assinalaram que não o fazem por não ser necessário. As porcentagens de cada resposta foram calculadas com base do total de respondentes, pois o mesmo respondente tinha possibilidade de assinalar mais de uma alternativa, enquanto outros não assinalaram nenhuma atividade que realizam no ambiente.

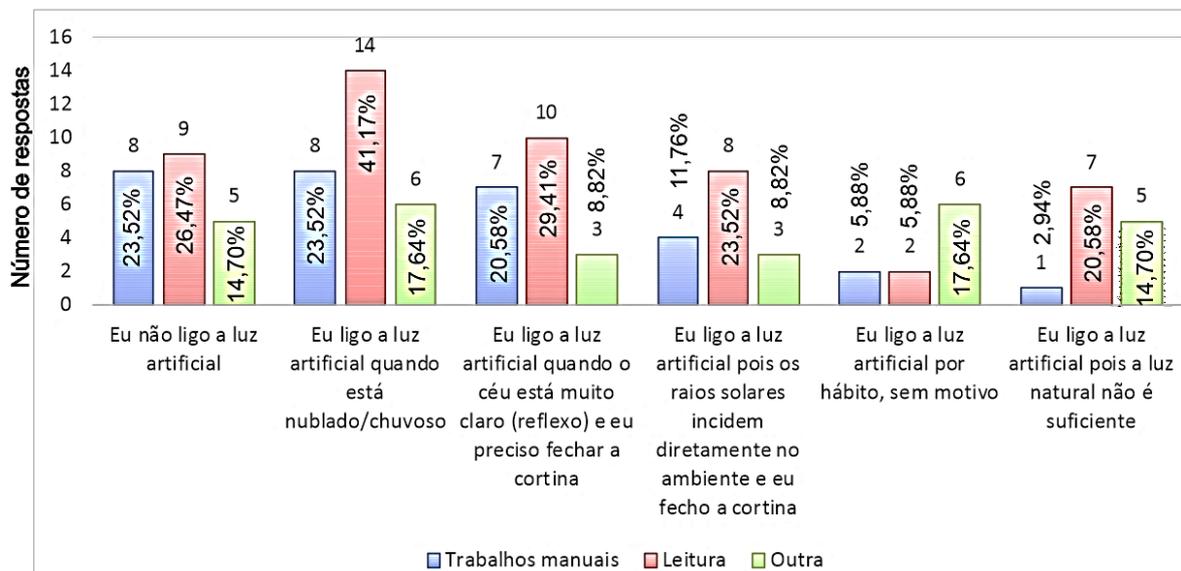
No Gráfico 9, observa-se que o maior número de respostas corresponde ao ato de ligar a iluminação artificial em dias que está nublado ou chuvoso para todas as atividades. Na

sequência, o não acionamento da iluminação artificial para exercer as atividades e, em seguida, a utilização da iluminação artificial quando as cortinas são fechadas em função dos raios solares incidirem diretamente nos ambientes correspondem ao maior número de respostas.

Para os dormitórios, foram levantadas previamente as seguintes atividades: trabalhos manuais, leitura e outra, conforme Gráfico 10.

As outras atividades descritas no dormitório maior foram: limpeza (1 resposta), trocar de roupa (privacidade) (1 resposta), afazeres domésticos e pessoais, assistir televisão (1 resposta), estudo (1 resposta), uso de *notebook* (1 resposta), uma pessoa aproveitou o local para descrever que só usa para dormir e outra que não está em casa durante o dia.

Gráfico 10 - Atividades realizadas no dormitório maior durante o dia



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

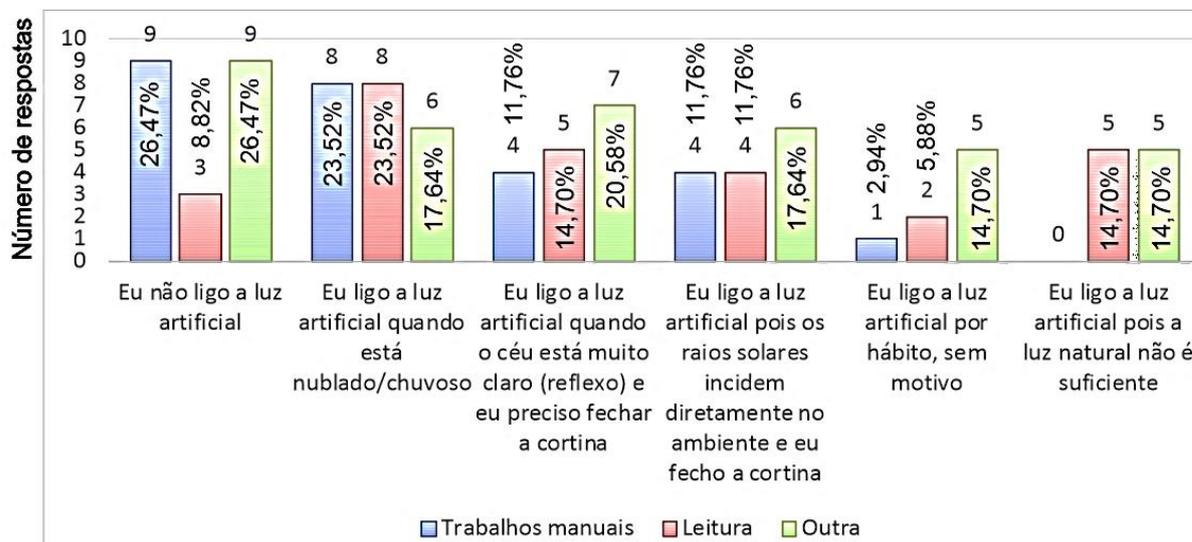
Novamente, para o dormitório, conforme o Gráfico 10, a maior porcentagem corresponde ao uso da iluminação artificial quando o tempo está nublado ou chuvoso. A leitura foi a atividade mais listada em todas as situações, com exceção de quando a iluminação artificial é ligada sem motivo.

No dormitório menor predominou a resposta 'eu não ligo a luz artificial'. Porém, todas as situações em que a iluminação artificial é ligada possuem um número de respostas semelhantes como pode ser observado no

Gráfico 11. Nas atividades descritas na opção outros encontram-se as respostas escolha de roupas e calçados (3 respostas), assistir televisão (1 resposta), dormir (1 resposta), para higiene

peçoal (1 resposta), limpeza (1 resposta), utilizo para trabalho (1 resposta) e não utiliza o dormitório menor (1 resposta).

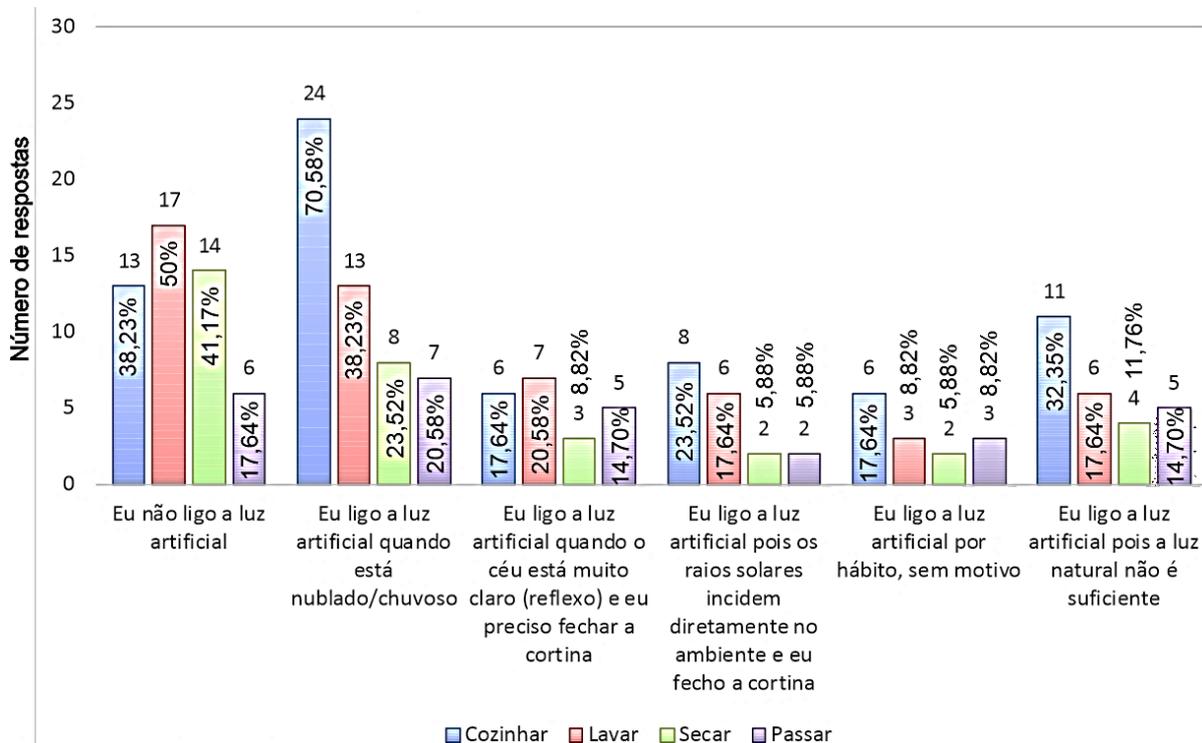
Gráfico 11 - Atividades realizadas no dormitório menor durante o dia



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Na cozinha e lavanderia a atividade que predomina é cozinhar, seguida da atividade lavar. Esses ambientes são integrados e recebem iluminação natural da mesma janela. Para este cômodo, a resposta predominante foi o acionamento da iluminação artificial quando o tempo está nublado ou chuvoso para desenvolver a atividade de cozinhar (70,58% das respostas). Nesta questão, na opção outros, apenas um respondente preencheu informando que desenvolvia trabalho fora de casa e que utilizava o ambiente apenas a noite.

Gráfico 12 - Atividades realizadas na cozinha e lavanderia durante o dia



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Vários respondentes informaram passar pouco tempo em casa durante o dia e acabaram deixando em branco as questões sobre as atividades realizadas. Oito respondentes (23,52%) relataram não exercer nenhuma atividade no dormitório maior durante o dia. No dormitório menor também oito respondentes (23,52%) não apontaram nenhuma atividade. Na cozinha, dois respondentes (5,88%) não exercem nenhuma atividade durante o dia.

Além destas atividades, os respondentes foram questionados se exercem alguma atividade profissional durante o dia em seu apartamento, e, se sim, em qual período e compartimento. Dentre as poucas respostas descritas foram relacionadas as atividades descritas no Quadro 9.

Quadro 9 - Atividades profissionais realizadas nos apartamentos durante o dia

	Atividade	Compartimento
1	Programação	Dormitório menor
2	Produção de textos, leitura e edição de vídeos	Sala de estar/jantar
3	Preparação de aulas	(Não especificou compartimento)

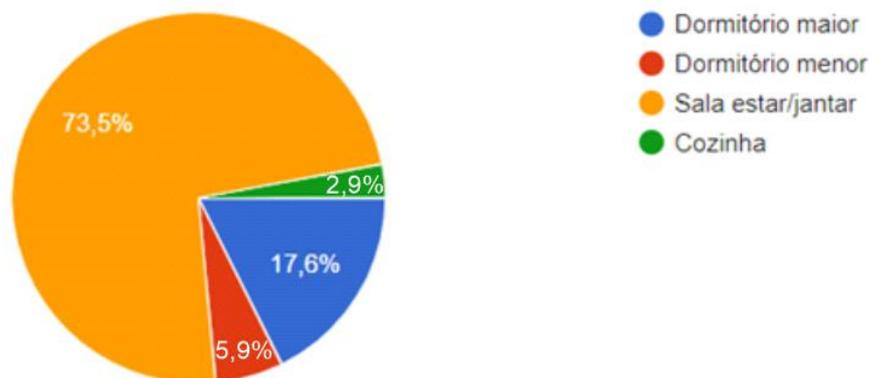
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Duas das práticas elencadas no Quadro 9 equivalem a leitura (produção de textos e preparação de aulas) e a outra é uso de computador, atividade comum em residências atualmente.

Mesmo que os compartimentos como sala de estar e jantar, cozinha e área de serviço sejam integrados na planta, eles foram considerados separados no questionário, pois existe uma parede de 1,80m que os divide (Figura 10 – Planta baixa da edificação a ser estudada).

O cômodo em que os respondentes passam a maior parte do seu dia é o ambiente integrado de sala de estar e jantar, com 73,5% das respostas (Gráfico 13). Neste compartimento, as atividades mais desempenhadas que necessitam de iluminação adequada são leitura e, na sequência, refeição. Dentre as respostas, 44,11% selecionaram a opção não ligar a iluminação artificial neste cômodo para refeição, 32,35% não ligar a luz artificial para leitura e 29,41% não ligar a iluminação artificial para atividades manuais.

Gráfico 13 - Ambiente em que os respondentes permanecem a maior parte do dia



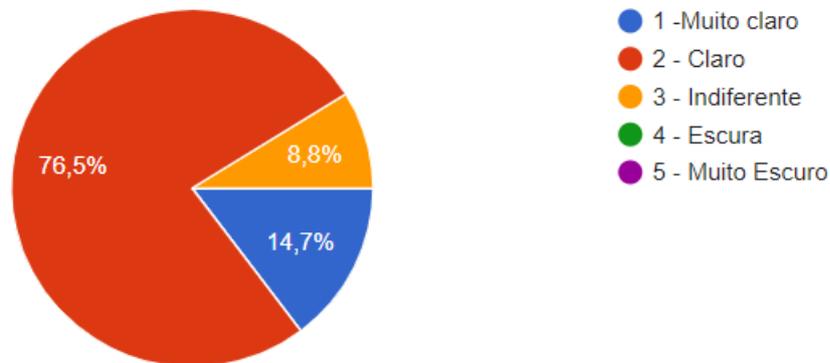
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Com 25 respostas, o que corresponde em 73,5% dos respondentes, o ambiente com o maior número de permanências é sala de estar e jantar, na sequência, o dormitório maior, com 6 respostas, o que equivale 17,6%.

4.1.3 Opinião dos usuários em relação à disponibilidade de iluminação natural

Os respondentes foram questionados sobre a disponibilidade de iluminação natural em seu apartamento. Destes, 26 (76,5%) classificaram a iluminação natural como clara, 3 pessoas (8,8%) classificaram-na como indiferente e 5 (14,7%), como muito clara, conforme Gráfico 14.

Gráfico 14 - Opinião dos usuários com relação a LN das UH

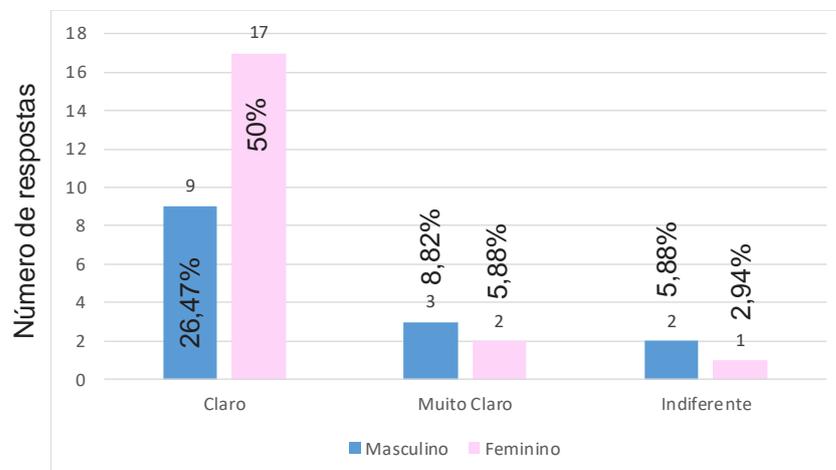


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

A indicação de clara é considerada suficiente. A indicação de muito clara é considerada iluminação em excesso. As respostas escura e muito escura, que não foram selecionadas, são situações em que a iluminação natural é insuficiente.

Em relação ao gênero, a maior diferença foi na resposta clara, 17 (50%) pessoas que se identificaram como feminino em comparação a 9 (26,47%) do gênero masculino. Na definição muito claro, 3 (8,82%) pessoas do gênero masculino e 2 (5,88%) do gênero feminino e indiferente 2 (5,88%) gênero masculino e 1 (2,94%) feminino. No total foram 20 respostas do gênero feminino e 14 do gênero masculino.

Gráfico 15 – Disponibilidade de iluminação natural e sua relação com o gênero



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

A faixa etária das pessoas que classificaram a iluminação como muito clara corresponde ao intervalo entre 20 e 39 anos e, conforme questionário realizado, a idade foi irrelevante na percepção da LN como pode ser visto na Tabela 10.

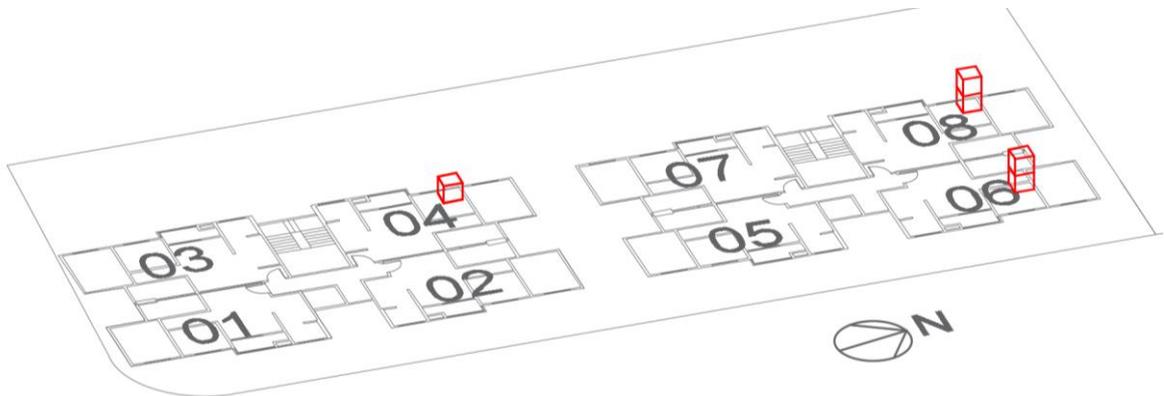
Tabela 10 - Percepção da iluminação quanto a idade

Opinião da LN quanto a localização do Apartamento	20 a 39 anos	40 a 59 anos	60 ou mais	Total Geral
Claro	23 (67,64%)	2 (5,88%)	1 (2,94%)	26
ap 01	2	1	1	4
ap 02	3			3
ap 03	3			3
ap 04	2			2
ap 05	4			4
ap 06	3			3
ap 07	3	1		4
ap 08	3			3
Indiferente	3 (8,82%)			3
ap 02	1			1
ap 04	1			1
ap 07	1			1
Muito Claro	5 (14,70%)			5
ap 04	1			1
ap 06	2			2
ap 08	2			2
Total Geral	31 (91,17%)	2 (5,88%)	1 (2,94%)	34

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

No Gráfico 16, pode-se observar o número de pessoas que responderam que a iluminação natural era muito clara conforme a localização dos apartamentos. Observa-se que não existe uma relação com a orientação dos apartamentos, pois houve resposta muito clara tanto na orientação à leste, quanto à oeste. Além disso, as cores internas dos apartamentos podem alterar a percepção claro e escuro, porém essa informação não foi possível confirmar.

Gráfico 16 - Localização das pessoas que responderam muito claro

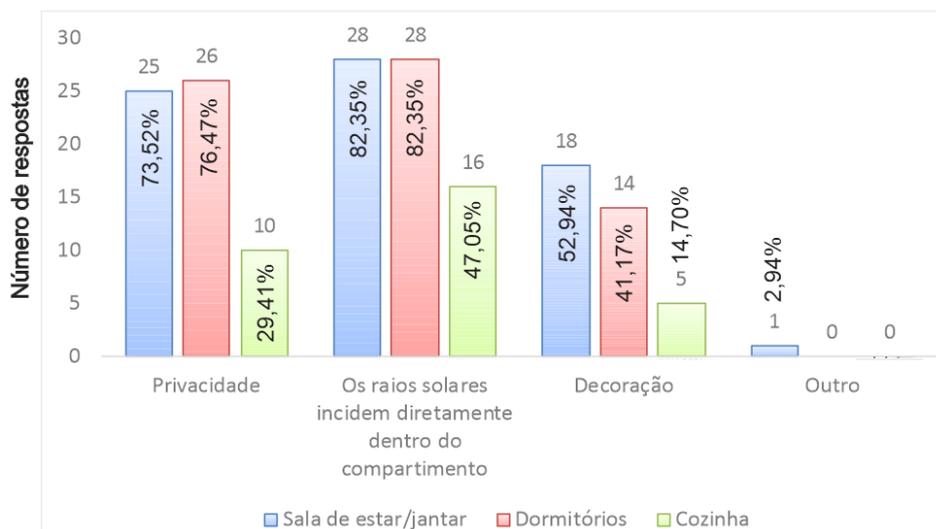


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

4.1.4 Verificação do uso de cortinas nos ambientes

Os respondentes foram questionados quanto ao uso de cortinas nas janelas de todos os ambientes e o motivo que os levou a utilizarem cortinas. A questão admitiu múltiplas respostas. O Gráfico 17 apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 17 - Motivo do uso de cortinas

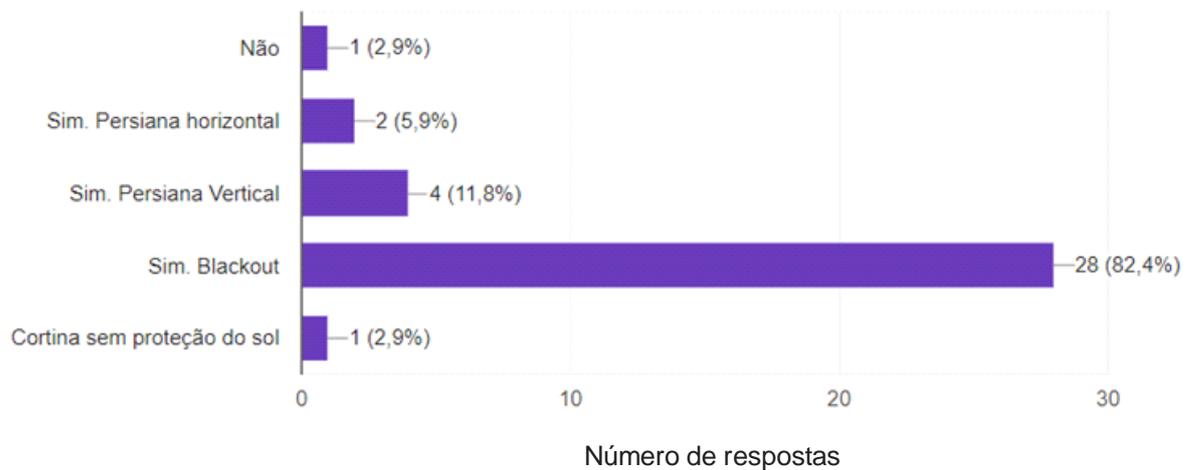


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Os resultados demonstram que o uso das cortinas acontece devido à incidência de raios solares nos ambientes (82,35% para sala e dormitórios, 47,05% para cozinha). Logo após, a privacidade foi apontada como justificativa para o uso das cortinas, principalmente na sala e

jantar e nos dormitórios. Nota-se que a inexistência de controles nas próprias esquadrias leva os usuários a usarem cortinas, como as cortinas *blackout* (conforme demonstrado no Gráfico 18), que podem não ser tão eficientes no controle da iluminação natural e na manutenção da privacidade como persianas, venezianas ou outros elementos externos às janelas.

Gráfico 18 - Uso de cortinas na sala de estar/jantar

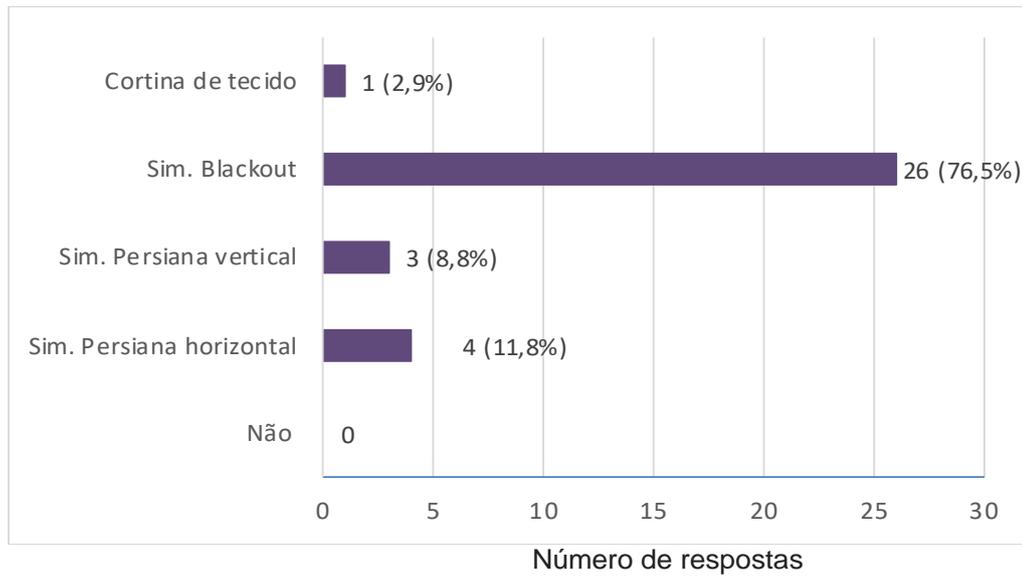


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Observa-se, no Gráfico 18, que, na sala de estar e jantar, somente um dos respondentes não possui cortina, apenas um apontou o uso de cortina sem proteção solar e a grande maioria (82,4%) apontou o uso de cortina *blackout*.

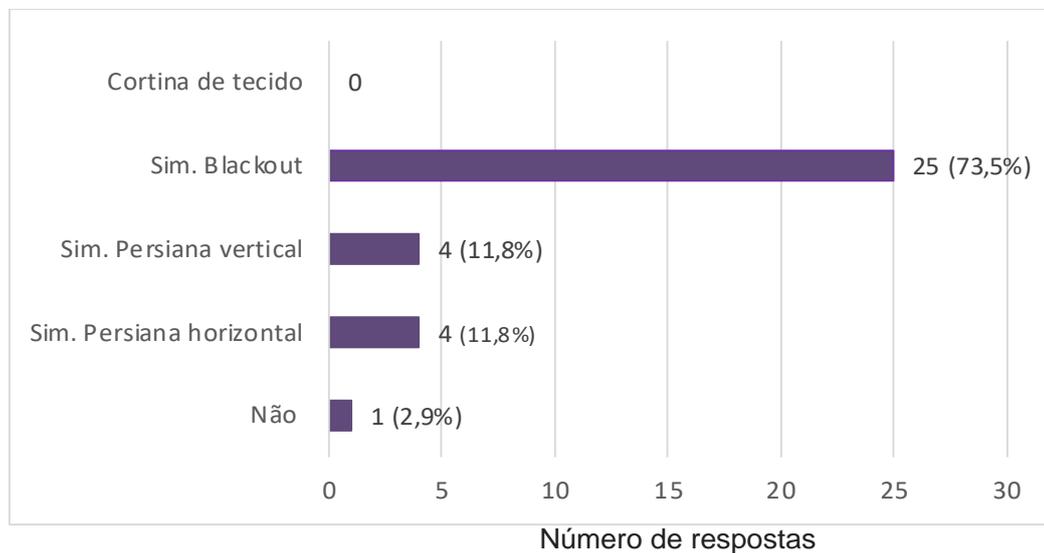
Nos dormitórios, o uso de *blackout* também predominou nas respostas, no dormitório maior e no menor foram 76,5% das respostas o que correspondeu a 26 respondentes.

Gráfico 19 - Uso de cortinas no dormitório maior



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Gráfico 20 - Uso de cortinas no dormitório menor

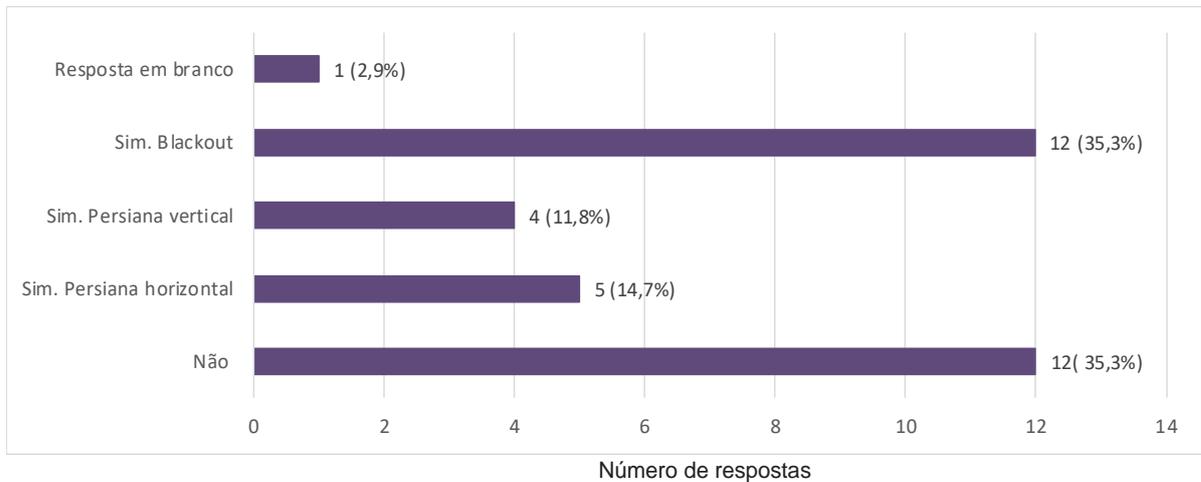


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

A predominância do uso de *blackouts* nas janelas pode ser justificada nos resultados das simulações, uma vez que é possível conferir o alto índice de iluminância nos compartimentos.

Considerando o compartimento cozinha e área de serviço, 12 apartamentos não possuem cortina (35,3%) e 12 possuem cortina *blackout* (35,3%).

Gráfico 21 - Uso de cortinas na cozinha



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

4.1.5 Análise por graus de similaridade das respostas

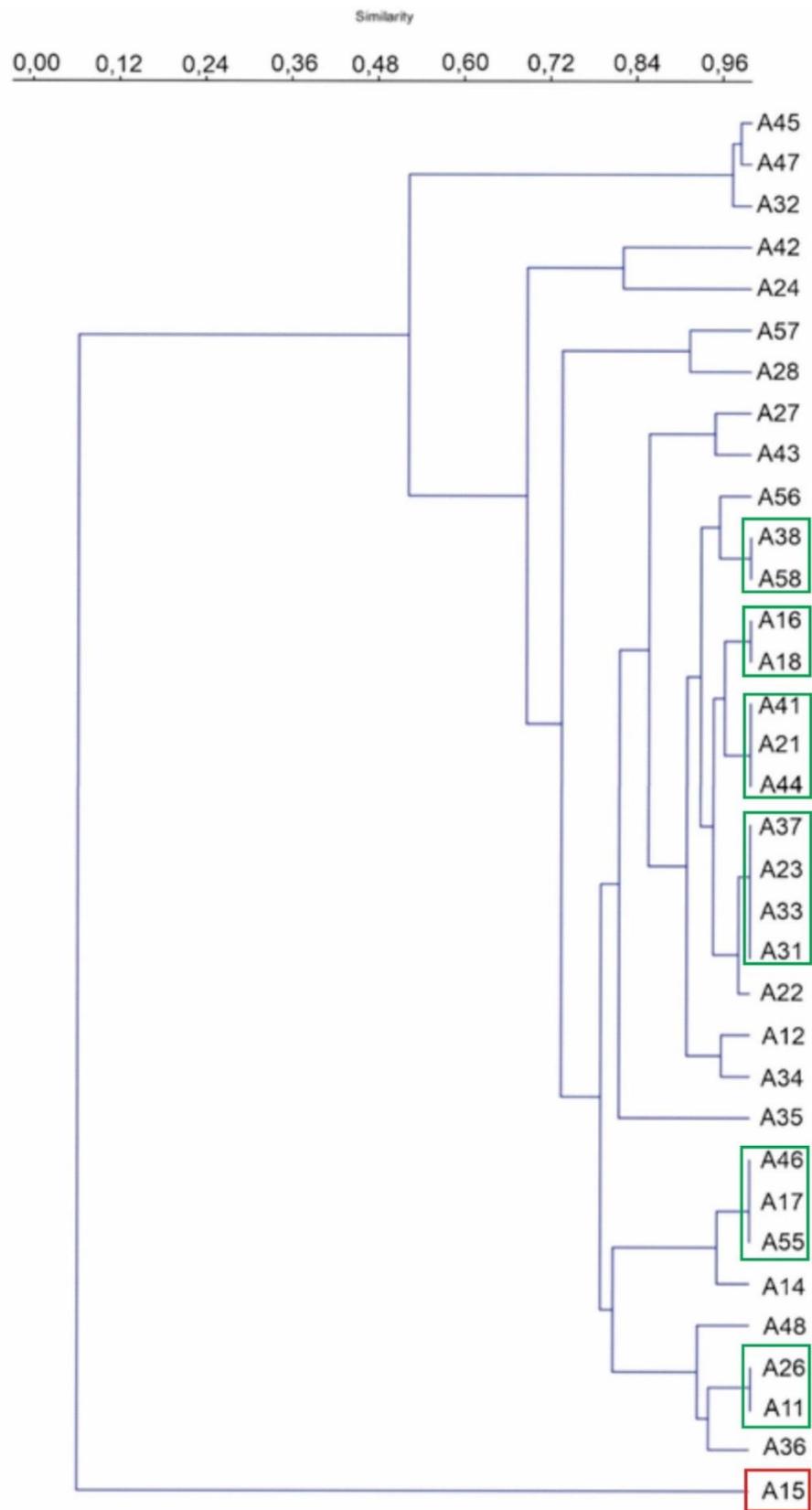
Nesta análise comparativa não se considerou o gênero e a faixa de renda, uma vez que, de acordo com a análise feita nos resultados sobre a faixa de renda, em cada faixa pode-se observar respostas divergentes, além disso essa pergunta somente foi realizada com o objetivo de verificar em qual faixa de financiamento foram enquadrados, já em relação ao gênero, o número de mulheres (20 respondentes) foi superior ao de homens (14 respondentes). O objetivo foi verificar a semelhança das respostas sem considerar essas variáveis, para que obtivesse o máximo de similaridade considerando somente, o uso das cortinas, ou não, o ambiente de maior permanência, a classificação da iluminação natural do ambiente e a questão de possuir problema de visão, ou não.

Em relação ao problema de visão, o critério de similaridade, para elaboração do dendograma⁷, constituiu em possui ou não possui.

Da mesma forma, não foram elencados, nessa relação, as perguntas pertinentes a atividade realizada e ao momento de utilizar a iluminação artificial, pois muitos respondentes deixaram em branco essas respostas e outros assinalaram mais de uma atividade ou momento em que aciona a iluminação artificial. Através do algoritmo de agrupamento hierárquico (HCA) foi gerado um dendograma mostrando os grupos formados conforme segue.

⁷ “Um dendograma é um tipo específico de diagrama ou representação icônica que organiza determinados fatores e variáveis. Resulta de uma análise estatística de determinados dados, em que se emprega um método quantitativo que leva a agrupamento e à sua ordenação hierárquica ascendente.” (EDUCALINGO, 2020)

Figura 22 - Dendograma com indicação da porcentagem de similaridade das respostas



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Para a análise comparativa dos agrupamentos, os apartamentos foram identificados conforme o pavimento e localização como, por exemplo, A45, sendo A a amostra, 4 o andar e, na sequência, a localização.

Acima do dendograma está a escala gráfica de 0,00 a 1,00 que significa as porcentagens de 0% a 100% e, na coluna da direita, está a identificação da localização das amostras. As barras horizontais unindo os apartamentos indicam o grau de similaridade das respostas. Por exemplo, A38 e A58 estão unidos por uma barra vertical no valor de 100% da escala horizontal, indicando que há alta similaridade entre as respostas analisadas. O comprimento das linhas horizontas até a junção com uma linha vertical é que indica o grau de similaridade entre as respostas. Por exemplo: A38 e A58 mostraram-se 96% similares com as respostas do A56. Foram demarcadas em verde todas as respostas que apresentaram 100% de similaridade, em vermelho a resposta que apresentou o menor índice de similaridade com todas as respostas, representando menos de 10%.

As respostas na localização 8, no 3º (A38) e 5º (A58) pavimento, são 100% similares, pois existe somente uma linha vertical que une as duas respostas. Os respondentes dos dois apartamentos possuem problema de visão, ambos classificaram a iluminação como clara, possuem *blackout* em todas as janelas e permanecem a maior parte do tempo durante o dia na sala. Também foram idênticas as respostas dos apartamentos das localizações 6 (A16) e 8 (A18) do 1º pavimento. Nesses, a iluminação foi classificada como muito clara, os respondentes não possuem problema de visão, possuem *blackout* em todas as janelas e permanecem a maior parte do tempo durante o dia na sala. Ainda apresentaram 100% de similaridade os apartamentos do 4º pavimento, localização 1 (A41) e 4 (A44), com o apartamento do 2º pavimento, da localização 1 (A21). Todos os respondentes destes apartamentos indicaram a iluminação como clara, todos os apartamentos possuem *blackout* em todas as janelas e permanecem a maior parte do tempo durante o dia na sala.

O maior número de amostras que se mostrou 100% idêntico é conformato pelos apartamentos do 3º pavimento com localizações 1 (A31), 3 (A33) e 7 (A37) e a localização 3 do 2º (A23) pavimento. Todos os respondentes não possuem problema de visão, julgam a iluminação do apartamento como clara, não possuem *blackout* somente na cozinha e permanecem a maior parte do tempo durante o dia na sala.

Ainda, dois grupos de apartamentos formaram 100% de similaridade, porém sem nenhuma relação com a localização, o A46 do 4º pavimento localização 6, o A17, 1º pavimento localização 7 e o A55, do 5º pavimento localização 5. Todos os respondentes desses apartamentos não possuem problema de visão, classificaram a iluminação como clara, seus

apartamentos somente não possuem *blackout* na cozinha e eles permanecem a maior parte do tempo durante o dia no dormitório maior. Do mesmo modo o A26, 2º pavimento da localização 6 e A11, 1º pavimento da localização 1 foram similares, não possuem problema de visão, classificaram a iluminação clara, possuem *blackout* em todos os ambientes e permanecem a maior parte do tempo durante o dia no dormitório maior.

A única localização em que as respostas alcançaram menos de 50% de similaridade está no 1º pavimento, localização 5, essa foi demarcada em vermelho, é a resposta que possui a maior linha horizontal até se unir as demais respostas, ela representou menos de 10% de similaridade. Esse respondente possui persiana vertical na sala, persianas horizontais nos demais ambientes, não possui problema de visão, classificou a iluminação clara e passa maior parte do tempo na cozinha.

4.1.6 Análise das influências da opinião dos usuários

Como já mencionado anteriormente, o questionário foi aplicado a um CH com 36 unidades. O objetivo inicial foi aplicar o questionário para 1 (um) morador de cada uma das 36 unidades. Porém não foi possível em função de dois apartamentos estarem vazios. Sendo assim, o total de respostas foi de 34.

É possível notar que os respondentes consideraram a LN suficiente, uma vez que a maioria classificou-a como clara, independente da atividade que exercem e da localização das suas UH.

A idade, o gênero e os problemas de visão não mostraram interferência nas respostas em relação à disponibilidade de LN.

O compartimento em que os moradores permanecem a maior parte do seu dia é a sala de estar e jantar, portanto é necessária uma atenção especial no projeto para uma iluminação adequada nesse ambiente, sendo que as atividades mais elencadas foram refeição e leitura.

Na sala e nos dormitórios, predominou o uso de cortinas do tipo *blackout* e o motivo do uso foi principalmente pelo fato dos raios solares incidirem diretamente dentro dos compartimentos (82,35% das respostas) e por privacidade (76,47% das respostas para dormitórios e 73,52%, para sala e jantar). Neste caso, a importância de prever, para as esquadrias, sistemas próprios de obscurecimentos, mais eficientes do que cortinas internas, tanto do ponto de vista do controle da iluminação quanto do controle do aquecimento excessivo desses ambientes.

4.2 AVALIAÇÃO DOS VÃOS MÍNIMOS DE ILUMINAÇÃO E DA ALTURA DAS ABERTURAS

Os resultados encontrados para os vãos mínimos de iluminação dos ambientes das UH estão apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Avaliação dos vãos de iluminação segundo RTQ-R e Código de Obras

Análise quanto ao vão de iluminação das esquadrias									
	Ambiente	Área (m ²) de piso	Características das esquadrias		Vão livre efetivo (RTQ-R)	Requisito RTQ-R	Atende	Código de Obras	Atende
1	Setor social:Sala de estar/jantar/cozinha	22,95	1 - Porta/janela de correr (ou deslizante) 2 folhas (1,65 x 2,20 = 3,63)	Área total = 5,26m ²	80%	12,5% ou 1/8 = 2,87m ²	SIM	1/7 = 3,27m ²	SIM
			2 - Janela de correr (ou deslizante) 2 folhas (1,36 x 1,20 = 1,63m ²)						
2	Dormitório 1	9,63	Janela de correr (ou deslizante) 2 folhas (1,36 x 1,20 = 1,63m ²)		80%	12,5% ou 1/8 = 1,20m ²	SIM	1/7 = 1,37m ²	SIM
3	Dormitório 2	6,55	Janela de correr (ou deslizante) 2 folhas (1,36 x 1,20 = 1,63m ²)		80%	12,5% ou 1/8 = 0,82m ²	SIM	1/7 = 1,37m ²	SIM

Observação: A área de serviço foi computada pois a cozinha possui iluminação natural através dela, embora o código de obras tenha como mínimo exigido de vãos de iluminação para esse ambiente 1/12 da área do piso.

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2018.

Conforme pode ser visto no Quadro 10, todos os critérios de vãos de iluminação são atendidos, sejam os critérios estabelecidos pelo Código Municipal, sejam os estabelecidos pelo RTQ-R.

O RTQ-R define com clareza qual o critério de cálculo de acordo com o modelo das esquadrias, isso facilita a verificação e não deixa dúvidas de interpretação, enquanto que o Código de Obras não especifica qual o critério de verificação, para tanto, foi utilizado para verificação o tamanho da janela descrito no projeto.

A NBR 15575 (ABNT, 2013a) faz somente recomendações para a iluminação natural das salas de estar e dormitórios, para que, no caso de janelas, o peitoril esteja no máximo a 100 cm do piso interno e que a cota testeira do vão máximo esteja a 220 cm a partir do piso interno. Nos apartamentos a sala possui porta-janela de vidro temperado, enquanto ambos os dormitórios apresentam peitoril de 100 cm e a altura das janelas 120 cm, seguindo exatamente o que a norma recomenda.

4.3 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE REFLETÂNCIA DO TETO E DA PROFUNDIDADE DO AMBIENTE EM RELAÇÃO À ABERTURA

Em todas as unidades onde foi possível verificar a cor do teto, ele permaneceu inalterado, ou seja, permaneceu na cor branca com tinta acrílica sendo a refletância associada a esta cor de 69%, conforme Castro et.al. (2003). Esse valor mostra que as UH atendem as recomendações feitas pelo RTQ-R, o qual estipula que cada ambiente de permanência prolongada, cozinha e área de serviço deve possuir refletância do teto acima de 60%.

O método prescritivo estabelece que a profundidade da maioria dos ambientes de permanência prolongada (50% mais 1) deve atender o seguinte cálculo: a profundidade do ambiente deve ser menor ou igual a 2,4 vezes a distância medida entre o piso e a altura máxima da abertura para iluminação (m), excluindo caixilhos. O Quadro 11 apresenta os resultados da avaliação segundo este critério.

Quadro 11 - Avaliação da profundidade dos ambientes em relação a altura máxima da abertura para iluminação, conforme RTQ-R

Ambiente	Profundidade do Ambiente (m)	h_a (m)	Atende
Cozinha/área de serviço	4,67	2,20	Sim
Sala Estar/Jantar	4,81	2,20	Sim
Dormitório 1	3,76	2,20	Sim
Dormitório 2	2,56	2,20	Sim

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2018.

Observa-se que todos os ambientes atendem ao que preconiza o RTQ-R.

4.4 AVALIAÇÃO DOS AFASTAMENTOS MÍNIMOS

Para avaliar se as edificações das UH atendem os afastamentos mínimos previstos em relação aos confrontantes do lote (divisas), foi avaliada a Lei Complementar nº 4 do Código de Obras e a Lei Complementar nº 2/2011 do Plano Diretor (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011).

Quanto ao CHJI foram elencadas as seguintes informações abaixo:

- a) número de pavimentos e a altura de cada um - 4 pavimentos sendo a altura de cada pavimento inferior a 3,00 metros; e 5 pavimentos onde também cada pavimento possui menos de 3,00 metros;
- b) zona urbana onde está localizado o CHJI - Área Especial de Interesse Comercial (AEIC);
- c) lote de esquina - recuo mínimo de 1,50 metros em uma das laterais;
- d) prismas de ventilação e iluminação para 4 pavimentos - 7,06 m² com largura mínima de 1,77 m e, para 5 pavimentos, 9,25 m² com largura mínima de 2,03 m.

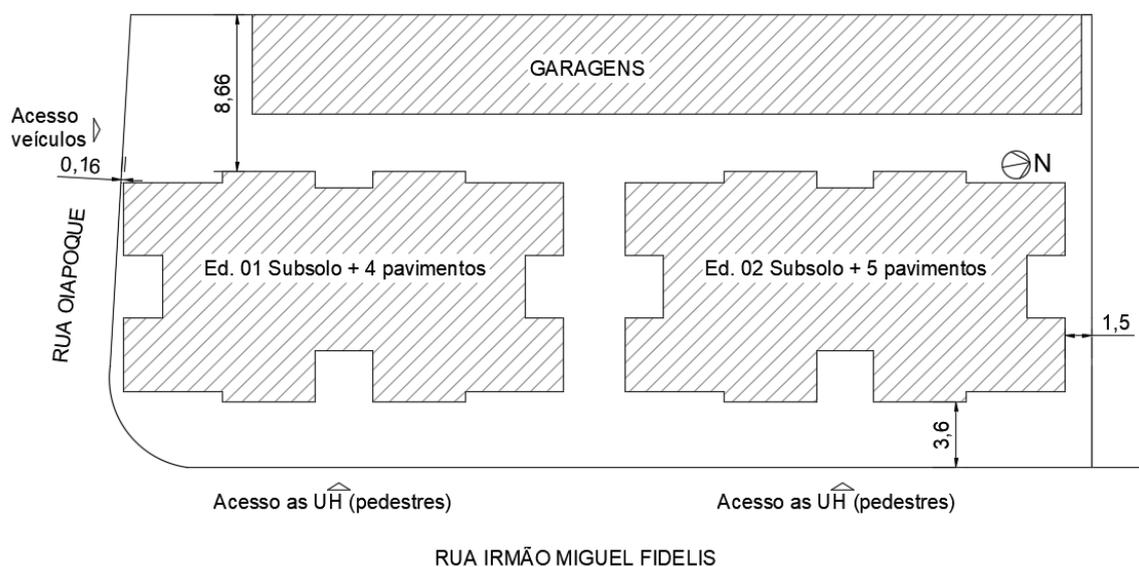
A partir dessas informações, foi elaborada o Quadro 12 relacionando o mínimo exigido pela legislação com as medidas levantadas no projeto do CHJI, bem como a Figura 23, que espacializa estas informações.

Quadro 12 - Avaliação do atendimento aos afastamentos e recuo mínimos

	Área Especial de Interesse Comercial	Mínimo exigido 1 ^a testada	Existente	ATENDE
Bloco com 4 pavimentos	Recuo Frontal	1,50	3,60	Sim
	Afastamento lateral (Recuo 2 ^a testada)	Dispensado	0,16	Sim
	Afastamento fundos	1,77	8,66	Sim
Bloco com 5 pavimentos	Recuo Frontal	1,5	3,60	Sim
	Afastamento lateral (parede cega)	Dispensado	1,50	Sim
	Afastamento fundos	2,03	8,66	Sim

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Figura 23 - Locação do CHJI com as medidas do recuo e afastamentos



Fonte: CONAK, 2014, adaptado pela autora.

Nota-se que todos os requisitos da legislação vigente foram atendidos no CHJI. Não foi considerado o afastamento mínimo entre os blocos, pois nenhum dos ambientes analisados possui aberturas laterais entre os blocos.

A área mínima dos prismas para o afastamento de fundos também é atendida, pois o afastamento mínimo é mantido em toda lateral. É possível verificar ainda que o afastamento mínimo exigido para os prismas está aproximadamente 5x maior do que o mínimo solicitado e o recuo também está acima do mínimo previsto.

Na implantação do CHJI, é possível visualizar a edificação da garagem junto à divisa. Porém a garagem apresenta parede cega para a divisa e está no nível do subsolo, portanto, não apresenta interferência nos prismas dos ambientes analisados.

4.5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÕES

4.5.1 Avaliação com base nas iluminâncias presentes no RTQ-R e na NBR 15575

Os Quadros 12 a 15 apresentam os resultados encontrados para a o DA para os cômodos simulados considerando os critérios preconizados pelo RTQ-R (BRASIL, 2012) e a NBR15575 (ABNT, 2013a). No Quadro 13, são apresentados os resultados das simulações para os

dormitórios localizados na orientação leste para o pavimento térreo e 4º pavimento. No Quadro 14, são apresentados os resultados para os dormitórios a oeste.

Nota-se que todos os dormitórios atendem aos requisitos do RTQ-R, que estabelece que os níveis de iluminância de 60 lux devem ser alcançados em pelo menos 70% das horas do ano e em pelo menos 70% da área do cômodo.

Em relação à NBR 15575 (ABNT, 2013a), que estabelece 120 lux, para nível superior, em pelo menos 70% das horas do ano e 70% da área do ambiente, todos os ambientes analisados atenderam ao valor citado. Os dormitórios leste e oeste atingiram 100% da área dos cômodos em 70% das horas do ano.

Quadro 13 - Avaliação dos dormitórios a leste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575

Ambiente	Orientação	Apartamento	Pavimento	Nível de Iluminamento	DA 2 (%) de horas com no mínimo 60 lux (DA1 ≥ 70%)	(%) de área com no mínimo 60 lux 70%h/ano (PA da 1 ≥ 70%)	DA 1 (%) de horas com no mínimo 120 lux (DA1 ≥ 70%)	(%) de área com no mínimo 120 lux 70%h/ano (PA da 1 ≥ 70%)	Atende
Dormitório	Leste	1	T	60	99,02	100	-	-	S
				120	-	-	97,34	100	S
			4º	60	99,07	100	-	-	S
				120	-	-	97,47	100	S
		2	T	60	99,02	100	-	-	S
				120	-	-	97,31	100	S
			4º	60	99,07	100	-	-	S
				120	-	-	97,45	100	S
		5	T	60	99,02	100	-	-	S
				120	-	-	97,33	100	S
			4º	60	99,07	100	-	-	S
				120	-	-	97,46	100	S
		6	T	60	99,03	100	-	-	S
				120	-	-	97,35	100	S
			4º	60	99,07	100	-	-	S
				120	-	-	97,45	100	S

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Quadro 14 - Avaliação dos dormitórios a oeste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575

Ambiente	Orientação	Apartamento	Pavimento	Nível de Iluminament	DA 2 (%) de horas com no mínimo 60 lux (DA1 ≥ 70%)	(%) de área com no mínimo 60 lux 70%h/ano (PA da1 ≥ 70%)	DA 1 (%) de horas com no mínimo 120 lux (DA1 ≥ 70%)	(%) de área com no mínimo 120 lux 70%h/ano (PA da1 ≥ 70%)	Atende
Dormitório	Oeste	3	T	60	98,54	100	-	-	S
				120	-	-	96,42	100	S
			4°	60	98,61	100	-	-	S
				120	-	-	96,62	100	S
		4	T	60	98,58	100	-	-	S
				120	-	-	96,54	100	S
			4°	60	98,65	100	-	-	S
				120	-	-	96,73	100	S
		7	T	60	98,59	100	-	-	S
				120	-	-	96,58	100	S
			4°	60	98,64	100	-	-	S
				120	-	-	96,71	100	S
		8	T	60	98,62	100	-	-	S
				120	-	-	96,63	100	S
			4°	60	98,64	100	-	-	S
				120	-	-	96,70	100	S

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Assim como nos dormitórios, foram analisados os ambientes da área social e elaboradas tabelas com as mesmas análises para ambientes orientados a leste e a oeste, verificou-se que todos os ambientes analisados atendem aos requisitos mínimos considerados, com níveis um pouco abaixo dos dormitórios (Quadro 15 e Quadro 16). Na análise do nível superior preconizado pela NBR 15575, 120 lux em pelo menos 70% das horas do ano em 70% da área, pode-se verificar que todos os ambientes atingem valores maiores do que 70%. Esse resultado é positivo, considerando as tarefas realizadas nos ambientes conforme respostas do questionário aplicado com moradores. A NBR 5413⁸ (ABNT, 1992) previa, para dormitórios, uma iluminação geral de 100 lux a 200 lux e localizada de 200 lux a 500 lux. Para o ambiente social, recomendava, nas salas de estar, níveis de iluminância geral de 100 lux a 200 lux, enquanto que, para tarefas como leitura, o nível de iluminância indicado era de 300 lux a 750 lux. Já na cozinha, os níveis indicados eram de 200 lux a 500 lux.

A NBR 8995-1 (2013) prevê iluminação mínima para ambientes de trabalho, porém, por similaridade nas atividades é possível fazer um comparativo com os valores mínimos, para

⁸ Norma desativada que previa níveis mínimos de iluminação para ambientes residenciais, utilizada para suprir a deficiência da NBR 8995 que trata somente de iluminação em ambientes de trabalho.

Refeitório/Cantina o mínimo previsto é de 200 lux, o que poderia ser utilizado como atividade semelhante na cozinha ou jantar, setor de preparação de padarias já prevê um valor mínimo de 300 lux. Em lavanderias exige-se para as atividades de lavagem ou passar roupas 300 lux, o que poderia ser adotado na área de serviço. Para a atividade listada como leitura é possível relacionar com as atividades de escritório na qual são exigidos no mínimo 500 lux.

Além disso pode-se utilizar como um parâmetro comparativo a IES LM-83-12 (2012), esta aponta como valor indicador útil 300 lux para iluminação das tarefas para muitos espaços de trabalho, porém indica também que valores entre 100 lux, 200 lux, 500 lux e 1000lux poderiam ser utilizados. Verifica-se em comparação a outras legislações que o valor mínimo previsto na NBR 15575 está aquém dos valores mínimos adequados para diversas tarefas domésticas.

Quadro 15 - Avaliação da área social dos apartamentos a leste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575

Ambiente	Orientação	Apartamento	Pavimento	Nível de Iluminament	DA 2 (%) de horas com no mínimo 60 lux (DA1 ≥ 70%)	(%) de área com no mínimo 60 lux 70%h/ano (PA da1 ≥ 70%)	DA 1 (%) de horas com no mínimo 120 lux (DA1 ≥ 70%)	(%) de área com no mínimo 120 lux 70%h/ano (PA da1 ≥ 70%)	Atende
Sala	Leste	1	T	60	96,35	99,48	-	-	S
				120	-	-	91,25	93,43	S
			4°	60	96,69	99,67	-	-	S
				120	-	-	92,18	93,96	S
		2	T	60	96,44	99,52	-	-	S
				120	-	-	91,48	93,55	S
			4°	60	96,82	99,93	-	-	S
				120	-	-	92,43	94,16	S
		5	T	60	96,33	99,48	-	-	S
				120	-	-	91,21	93,43	S
			4°	60	96,80	99,87	-	-	S
				120	-	-	92,39	94,11	S
		6	T	60	96,45	99,52	-	-	S
				120	-	-	91,50	93,55	S
			4°	60	96,74	99,74	-	-	S
				120	-	-	92,29	93,96	S

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Quadro 16 - Avaliação da área social dos apartamentos a oeste pelos níveis de iluminância presentes no RTQ-R e na NBR 15575

Ambiente	Orientação	Apartamento	Pavimento	Nível de Iluminament	DA 2 (%) de horas com no mínimo 60 lux (DA1 \geq 70%)	(%) de área com no mínimo 60 lux 70%h/ano (PAda1 \geq 70%)	DA 1 (%) de horas com no mínimo 120 lux (DA1 \geq 70%)	(%) de área com no mínimo 120 lux 70%h/ano (PAda1 \geq 70%)	Atende
Sala	Oeste	3	T	60	95,98	99,87	-	-	S
				120	-	-	90,92	94,45	S
			4°	60	96,03	100	-	-	S
				120	-	-	91,24	94,71	S
		4	T	60	95,33	99,56	-	-	S
				120	-	-	89,49	94,55	S
			4°	60	95,40	99,58	-	-	S
				120	-	-	89,81	94,55	S
		7	T	60	96,10	100	-	-	S
				120	-	-	91,22	94,78	S
			4°	60	96,07	100	-	-	S
				120	-	-	91,33	94,78	S
		8	T	60	95,34	99,56	-	-	S
				120	-	-	89,53	94,55	S
			4°	60	95,26	99,56	-	-	S
				120	-	-	89,50	94,49	S

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em todos os ambientes é possível notar que não houve uma diferença significativa entre os níveis alcançados no térreo e no 4° pavimento, da mesma forma que a orientação cardinal não apresentou diferenças significativas nos resultados.

Os locais que apresentaram as menores porcentagens foram a localização 4 e 8 orientados a oeste, com porcentagens de horas com no mínimo 120 lux um pouco abaixo dos 90%. Todo o restante apresentou porcentagens acima dos 90%. O ambiente com menor nível de iluminância foi a circulação. Os ambientes de permanência alcançaram níveis de iluminância maiores do que os valores tomados como referência, como pode ser visto nos dados apresentados no Apêndice E.

4.5.2 Classificação dos ambientes por desempenho

A classificação dos ambientes por desempenho é apresentada na Quadro 17. Todos os ambientes foram classificados por desempenho da LN com base na metodologia de Techio (2019) que foi adaptada para esse estudo, esse desempenho foi verificado com base nos intervalos de UDI para conforto visual. Foram classificados com desempenho insuficiente os

ambientes que não alcançaram 70% das horas no intervalo de 60 lux e excedente os ambientes que passaram dos 2.000 lux, neste caso, causando ofuscamento; desempenho mínimo aqueles no intervalo de 60 lux e 2.000 lux entre 70% e 80% das horas do ano; intermediário os que estão no intervalo de 60 lux e 2000 lux em mais de 80% do tempo e desempenho superior os ambientes que ficaram no intervalo de 120 lux e 2.000 lux por pelo menos 80% do tempo.

Quadro 17 - Classificação dos ambientes analisados por desempenho

AMBIENTE	APARTAMENTO	PAVIMENTO	(PHudi1) UDInf + UDImed Porcentagem de horas no intervalo 60 – 2000lux	(PHudi2) UDImed Porcentagem de horas no intervalo 120 – 2000lux	CLASSIFICAÇÃO PARCIAL DO AMBIENTE	CLASSIFICAÇÃO FINAL MÉDIA
DORMITÓRIOS LESTE	1	T	68,93	67,25	Excedente	Excedente
		4°	65,69	64,09	Excedente	
	2	T	68,99	67,29	Excedente	
		4°	65,95	64,33	Excedente	
	5	T	69,15	67,46	Excedente	
		4°	65,81	64,21	Excedente	
6	T	68,37	73,98	Excedente		
	4°	65,89	64,28	Excedente		
AMBIENTE INTEGRADO LESTE	1	T	81,37	76,27	Intermediário	Mínimo
		4°	78,92	74,41	Mínimo	
	2	T	78,79	73,83	Mínimo	
		4°	77,12	72,73	Mínimo	
	5	T	81,46	76,34	Intermediário	
		4°	78,66	74,26	Mínimo	
6	T	78,93	66,69	Mínimo		
	4°	77,48	73,02	Mínimo		
DORMITÓRIOS OESTE	3	T	63,49	61,38	Excedente	Excedente
		4°	61,11	59,13	Excedente	
	4	T	61,78	59,74	Excedente	
		4°	59,59	57,67	Excedente	
	7	T	61,79	59,78	Excedente	
		4°	60,14	58,20	Excedente	
8	T	60,72	58,73	Excedente		
	4°	59,94	58,00	Excedente		
AMBIENTE INTEGRADO OESTE	3	T	73,68	68,62	Mínimo	Mínimo
		4°	73,89	69,10	Mínimo	
	4	T	73,80	67,96	Mínimo	
		4°	73,84	68,25	Mínimo	
	7	T	73,03	68,14	Mínimo	
		4°	73,62	68,88	Mínimo	
8	T	73,81	68,00	Mínimo		
	4°	74,46	68,70	Mínimo		

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Observa-se que a iluminação de todos os dormitórios ficou excedente. Para a área social voltada a oeste, todos classificaram como mínimo, enquanto que no ambiente integrado das localizações 1 e 5, do pavimento térreo, foi atingida a classificação intermediária. As demais localizações alcançaram o desempenho mínimo.

Na Tabela 11 é possível verificar a porcentagem de horas em que os ambientes estão abaixo dos 60 lux, entre os 60 lux a 120 lux, 120 lux a 2000 lux, e acima de 2000 lux. Pode-se constatar que o motivo da classificação ser excedente em grande parte dos ambientes é pelo excesso de iluminação, a porcentagem de horas em que os ambientes estão abaixo de 60 lux é insignificante frente à porcentagem de horas em que os ambientes apresentam mais de 2.000 lux.

Tabela 11 – Classificação dos ambientes quanto a porcentagem de horas por classificação

		(continua)					
AMBIENTE	APARTAMENTO	PAVIMENTO	(PHudi1)	(PHudi1) UDInf	(PHudi2) UDImed	(PHudi3)	
			Porcentagem de horas abaixo dos 60 lux	Porcentagem de horas no intervalo 60 – 120lux	Porcentagem de horas no intervalo 120 – 2000lux	Porcentagem de horas acima de 2.000lx	
DORMITÓRIOS LESTE	1	T	0,97	1,68	67,25	30,09	
		4º	0,92	1,60	64,09	33,38	
	2	T	0,97	1,70	67,29	30,02	
		4º	0,92	1,61	64,33	33,11	
	5	T	0,97	1,69	67,46	29,86	
		4º	0,92	1,60	64,21	33,25	
	6	T	0,96	1,68	73,98	30,65	
		4º	0,92	1,61	64,28	33,1	
	AMBIENTE INTEGRADO LESTE	1	T	3,64	5,09	76,27	14,98
			4º	3,30	4,51	74,41	17,76
		2	T	3,55	4,96	73,83	17,65
			4º	3,17	4,38	72,73	19,70
5		T	3,66	5,11	76,34	14,87	
		4º	3,19	4,40	74,26	18,13	
6		T	3,54	4,95	66,69	17,51	
		4º	3,25	4,45	73,02	19,26	
DORMITÓRIOS OESTE		3	T	1,45	2,11	61,38	35,04
			4º	1,38	1,98	59,13	37,49
		4	T	1,41	2,03	59,74	36,802
			4º	1,34	1,91	57,67	39,05
	7	T	1,40	2,01	59,78	36,80	
		4º	1,35	1,93	58,20	38,50	
	8	T	1,37	1,98	58,73	37,89	
		4º	1,35	1,93	58,00	38,70	

Tabela 11– Classificação dos ambientes quanto a porcentagem de horas por classificação

AMBIENTE	APARTAMENTO	PAVIMENTO	(PHudi1)	(PHudi1) UDlinf	(PHudi2) UDImed	(conclusão)
			Porcentagem de horas abaixo dos 60 lux	Porcentagem de horas no intervalo 60 – 120lux	Porcentagem de horas no intervalo 120 – 2000lux	(PHudi3) Porcentagem de horas acima de 2.000lx
AMBIENTE INTEGRADO OESTE	3	T	4,01	5,06	68,62	22,29
		4º	3,96	4,79	69,10	22,14
	4	T	4,66	5,84	67,96	21,53
		4º	4,59	5,58	68,25	39,05
	7	T	3,89	4,88	68,14	23,07
		4º	3,92	4,73	68,88	38,50
	8	T	4,65	5,81	68,00	21,53
		4º	4,73	5,75	68,70	20,80

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Entretanto o RTQ-R e a NBR 15575 não apresentam níveis máximos de iluminação, ao mesmo tempo que não consideram o uso de ambientes residenciais para diferentes tarefas que são ali exercidas. Os níveis acima de 2.000 lux encontrados em uma porcentagem considerável do tempo causam desconforto visual e indicam que normas e regulamentos deveriam prever não apenas mínimos, mas também máximos.

Considerando os resultados dos questionários, nota-se que o resultado das simulações vai ao encontro da presença das cortinas blackout para controlar o excesso de iluminação, já que as esquadrias não possuem possibilidade de obscurecimento.

4.5.3 Análise da LN dos ambientes quanto aos pavimentos

A simulação dinâmica no térreo e no 4º pavimento teve como objetivo verificar se haviam alterações quanto a iluminação em relação à altura dos pavimentos. A Tabela 12 compara os resultados obtidos para estes dois pavimentos.

Tabela 12 - Resultados de DA e UDI para orientação leste nos dois pavimentos

LESTE APARTAMENTO 1			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4º PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	99,02	99,07
	DA1 120	97,34	97,47
	UDI < 60	0,97	0,92
	UDI 60 - 120	1,68	1,60
	UDI 120 – 2000	67,25	64,09
	UDI >2000	30,09	33,38

(continua)

Tabela 12 - Resultados de DA e UDI para orientação leste nos dois pavimentos

(conclusão)

LESTE APARTAMENTO 1			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4° PAVIMENTO
Ambiente Integrado	DA2 60	96,35	96,82
	DA1 120	91,25	92,43
	UDI < 60	3,64	3,30
	UDI 60 - 120	5,09	4,51
	UDI 120 – 2000	76,27	74,41
	UDI >2000	14,98	17,76
LESTE APARTAMENTO 2			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4° PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	99,02	99,07
	DA1 120	97,31	97,45
	UDI < 60	0,97	0,92
	UDI 60 - 120	1,70	1,61
	UDI 120 – 2000	67,29	64,33
	UDI >2000	30,02	33,11
Ambiente Integrado	DA2 60	96,44	96,82
	DA1 120	91,48	92,43
	UDI < 60	3,55	3,17
	UDI 60 - 120	4,96	4,38
	UDI 120 – 2000	73,83	72,73
	UDI >2000	17,65	19,70
LESTE APARTAMENTO 5			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4° PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	99,02	99,07
	DA1 120	97,33	97,46
	UDI < 60	0,97	0,92
	UDI 60 - 120	1,69	1,60
	UDI 120 – 2000	67,46	64,21
	UDI >2000	29,86	33,25
Ambiente Integrado	DA2 60	96,33	96,80
	DA1 120	91,21	92,39
	UDI < 60	3,66	3,19
	UDI 60 - 120	5,11	4,40
	UDI 120 – 2000	76,34	74,26
	UDI >2000	14,87	18,13
LESTE APARTAMENTO 6			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4° PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	99,03	99,07
	DA1 120	97,35	97,45
	UDI < 60	0,96	0,92
	UDI 60 - 120	1,68	1,61
	UDI 120 – 2000	66,69	64,28
	UDI >2000	30,65	33,17
Ambiente Integrado	DA2 60	96,45	96,74
	DA1 120	91,50	92,29
	UDI < 60	3,54	3,25
	UDI 60 - 120	4,95	4,45
	UDI 120 – 2000	73,98	73,02
	UDI >2000	17,51	19,26

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

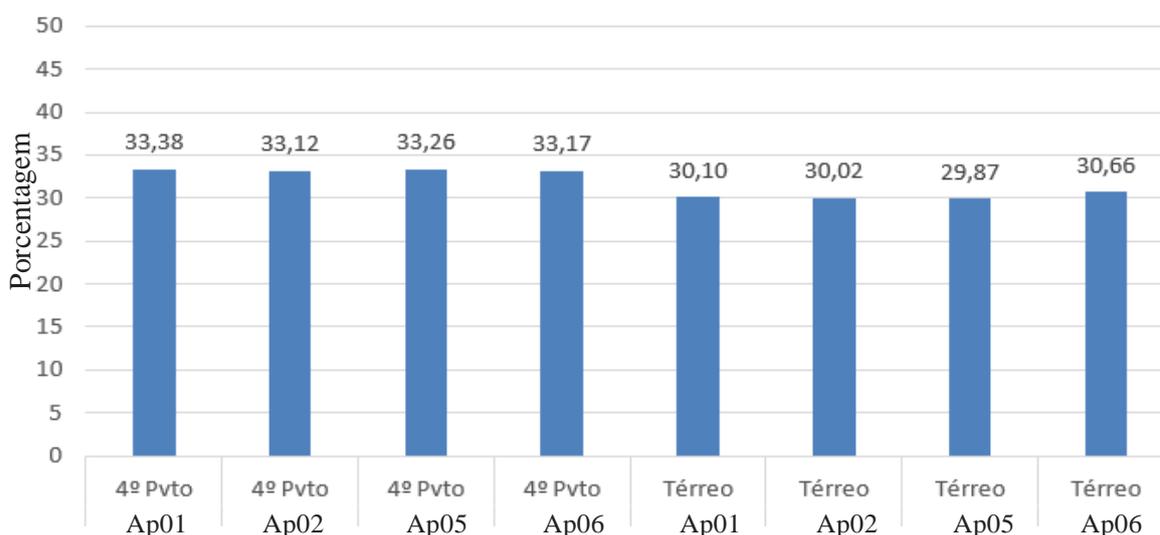
Nota-se que os apartamentos orientados a leste praticamente não apresentam diferenças nos níveis de iluminância dos ambientes em relação ao pavimento em que se encontram, térreo ou 4º pavimento, tanto para os dormitórios, quanto para os ambientes integrados.

Todos os dormitórios, tanto do térreo como do 4º pavimento, atingiram mais de 99% do tempo com no mínimo 60 lux, enquanto os ambientes integrados do térreo e do 4º pavimento apresentaram mais de 96% do tempo com no mínimo 60lux.

A diferença mais significativa refere-se ao UDI acima de 2.000 lux para os apartamentos localizados no térreo e localizados no 4º pavimento. Nos apartamentos localizados no 4º pavimento, a quantidade de tempo em que o ambiente possui mais de 2.000 lux é de aproximadamente 2% a mais do que no pavimento térreo.

O tempo de UDI acima de 2.000 lux em todos os dormitórios do térreo está em torno de 30%, já no 4º pavimento, passa de 33% (Gráfico 22). Esse excesso pode gerar desconforto aos usuários. Por outro lado, pelo questionário, percebeu-se que os usuários pouco usam os dormitórios durante o dia para outras atividades.

Gráfico 22 – Porcentagem dos níveis de UDI acima de 2.000lux dos dormitórios localizados a leste

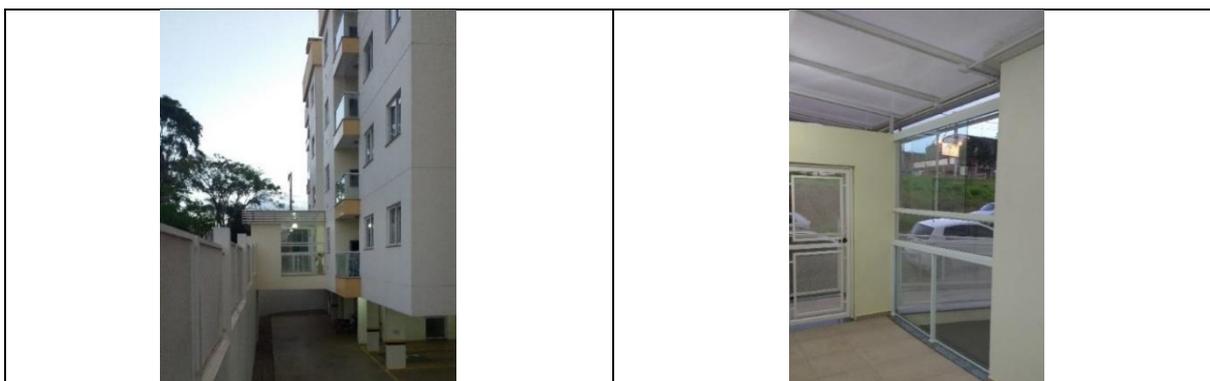


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Nos ambientes integrados no térreo, os apartamentos 1 e 5 (com suas fachadas voltadas para leste e sul) possuem aproximadamente 15% do tempo valores de UDI acima de 2.000 lux, enquanto que os apartamentos 2 e 6 (com suas fachadas voltadas para leste e norte) possuem mais de 17% do tempo com mais de 2.000lux. Esse pequeno aumento pode ser justificado em

consequência das entradas no CH, elas são fechadas nas laterais em vidro e na cobertura com policarbonato, ainda possuem uma guarita com fechamento em alvenaria e cobertura com laje (Quadro 18).

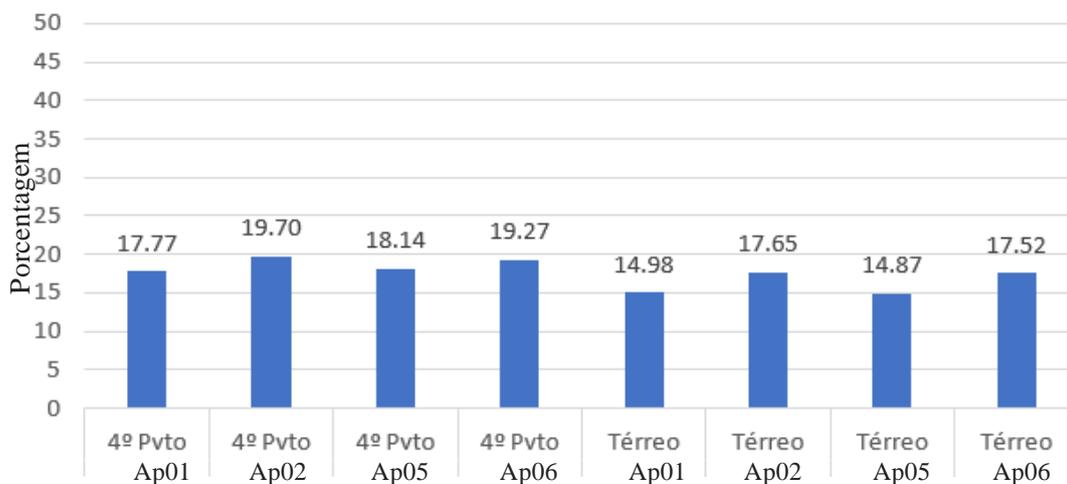
Quadro 18 - Fotos da entrada das UH entre os apartamentos 1 e 2 e 5 e 6



Fonte: Autora, 2018.

No ambiente integrado, a porcentagem de tempo em que os ambientes estão expostos a LN superior a 2.000 lux são inferiores aos dormitórios, como pode ser observado no Gráfico 23. Ainda assim, os níveis estão entre 14% e 20% do tempo acima dos 2.000 lux.

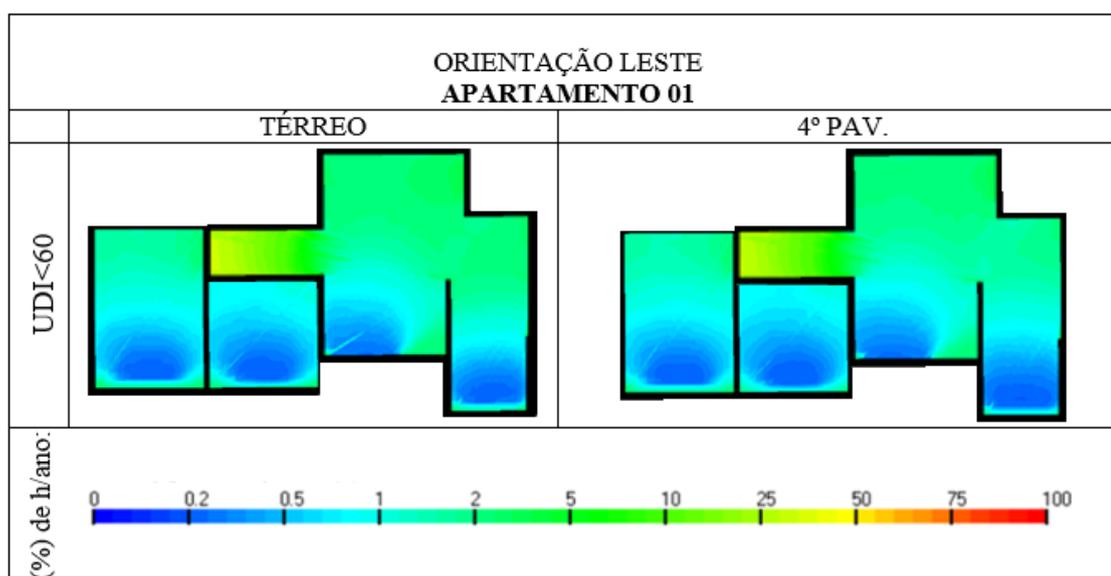
Gráfico 23 - Níveis de porcentagem do tempo que UDI acima de 2000lux da área social localizados a leste.



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Por outro lado, os ambientes integrados apresentam um maior percentual de tempo com níveis de iluminância menores do que 60 lux, considerado insuficiente. Observando-se a distribuição dos níveis de iluminância em planta no Quadro 19, verifica-se que o local onde os níveis estão abaixo de 60 lux é a circulação. Como já dito anteriormente, esta condição não interfere nas atividades mais importantes realizadas. Além disso, os locais onde os níveis são mais altos estão todos próximos às janelas.

Quadro 19 - Gráfico do UDI abaixo de 60 lux dos apartamentos na localização 1



Fonte: Desenvolvido pela autora.

No trabalho elaborado por Techio (2018), as diferenças entre os apartamentos foram mais significativas, devido às obstruções do entorno. Como o CH é maior, as próprias edificações geraram sombreamento umas sobre as outras, prejudicando os apartamentos dos primeiros pavimentos. No caso do CHJI, provavelmente, se o entorno fosse edificado, geraria modificações nos resultados. Porém a interferência poderia não ser significativa uma vez que as janelas a leste possuem frente para rua e as janelas a oeste possuem um afastamento maior até a divisa.

A Tabela 13 apresenta os resultados para os apartamentos com aberturas voltadas para orientação oeste.

Tabela 13 - Resultados de DA e UDI para orientação oeste nos dois pavimentos

(continua)

OESTE APARTAMENTO 3			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4º PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	98,54	98,61
	DA1 120	96,42	96,62
	UDI < 60	1,45	1,38
	UDI 60 - 120	2,11	1,98
	UDI 120 – 2000	61,38	59,13
	UDI >2000	35,04	37,49
Ambiente Integrado	DA2 60	95,98	96,03
	DA1 120	90,92	91,24
	UDI < 60	4,01	3,96
	UDI 60 - 120	5,06	4,79
	UDI 120 – 2000	68,62	69,10
	UDI >2000	22,29	22,14
OESTE APARTAMENTO 4			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4º PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	98,58	98,65
	DA1 120	96,54	96,73
	UDI < 60	1,41	1,34
	UDI 60 - 120	2,03	1,91
	UDI 120 – 2000	59,74	57,67
	UDI >2000	36,80	39,05
Ambiente Integrado	DA2 60	95,33	95,40
	DA1 120	89,49	89,81
	UDI < 60	4,66	4,59
	UDI 60 - 120	5,84	5,58
	UDI 120 – 2000	67,96	68,25
	UDI >2000	21,53	21,55
OESTE APARTAMENTO 7			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4º PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	98,59	98,64
	DA1 120	96,58	96,71
	UDI < 60	1,40	1,35
	UDI 60 - 120	2,01	1,93
	UDI 120 – 2000	59,78	58,20
	UDI >2000	36,80	38,50
Ambiente Integrado	DA2 60	96,10	96,07
	DA1 120	91,22	91,33
	UDI < 60	3,89	3,92
	UDI 60 - 120	4,88	4,73
	UDI 120 – 2000	68,14	68,88
	UDI >2000	23,07	22,40
OESTE APARTAMENTO 8			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4º PAVIMENTO
Dormitórios	DA2 60	98,62	98,64
	DA1 120	96,63	96,70
	UDI < 60	1,35	1,37
	UDI 60 - 120	1,93	1,98
	UDI 120 – 2000	58,00	58,73
	UDI >2000	38,70	37,89

Tabela 13 – Resultados de DA e UDI para orientação oeste nos dois pavimentos

(conclusão)

OESTE APARTAMENTO 8			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO	4º PAVIMENTO
Ambiente Integrado	DA2 60	95,34	95,26
	DA1 120	89,53	89,50
	UDI < 60	4,73	4,65
	UDI 60 - 120	5,75	5,81
	UDI 120 – 2000	68,70	68,00
	UDI >2000	20,80	21,53

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

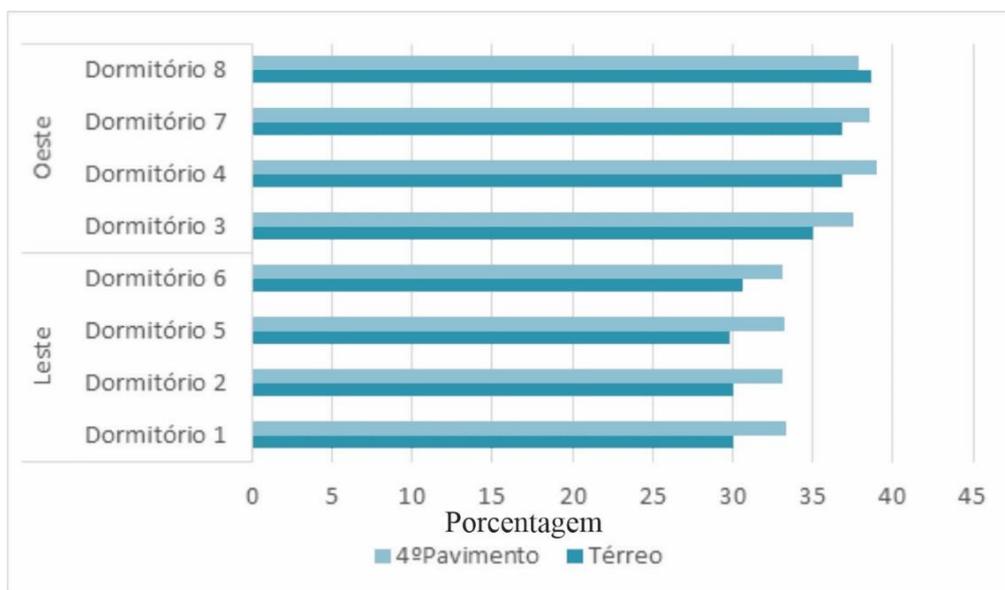
Nota-se que os resultados são semelhantes para o térreo e para o 4º pavimento. O único elemento que poderia influenciar os resultados para a fachada oeste seria a cobertura da garagem que se encontra no pavimento subsolo. Porém, sua interferência foi praticamente nula considerando as simulações feitas.

A maior diferença de resultados está nos valores de UDI acima de 2.000 lux nos dormitórios, sendo que, na localização 3, 4 e 7, os apartamentos do 4º pavimento tiveram cerca de 2% a mais do tempo com UDI acima de 2.000 lux em comparação com o térreo. Os apartamentos da localização 8 apresentaram 1 % a mais do tempo com UDI acima de 2.000 lux do que o 4º pavimento.

No Gráfico 24 pode-se notar que os dormitórios voltados a oeste são os ambientes que possuem os maiores valores de UDI acima de 2.000 lux. Também pode-se ver que a maior diferença entre o térreo e o 4º pavimento está nos dormitórios voltados a leste.

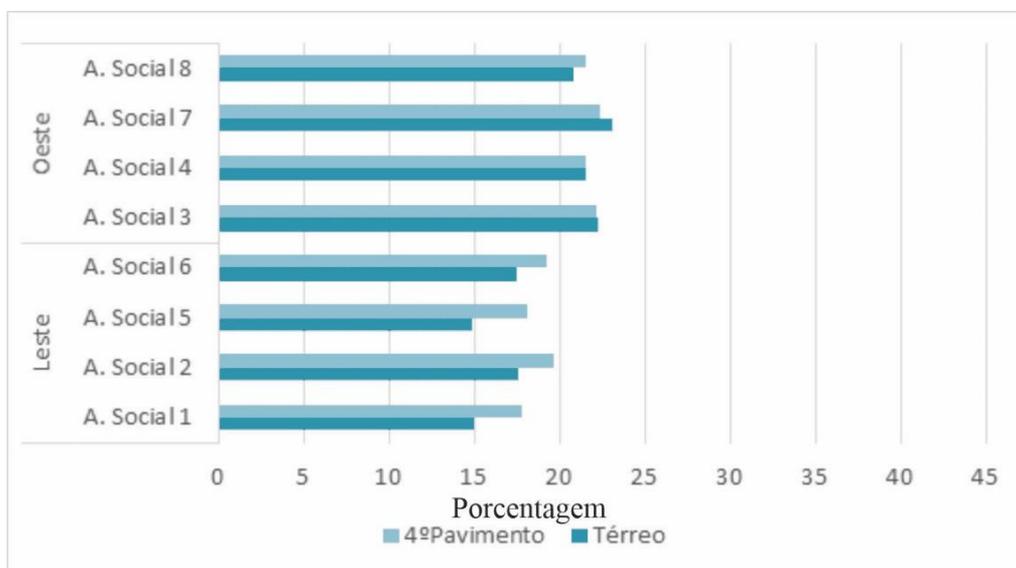
No Gráfico 25 verifica-se que os valores de UDI acima de 2.000 lux na área social são inferiores aos alcançados nos dormitórios. Da mesma forma que nos dormitórios, os compartimentos voltados a oeste possuem valores maiores que os voltados a leste.

Gráfico 24 - Comparação dos níveis de porcentagem do tempo que UDI está acima de 2.000lux dos dormitórios a leste e a oeste no térreo e 4º pavimento



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

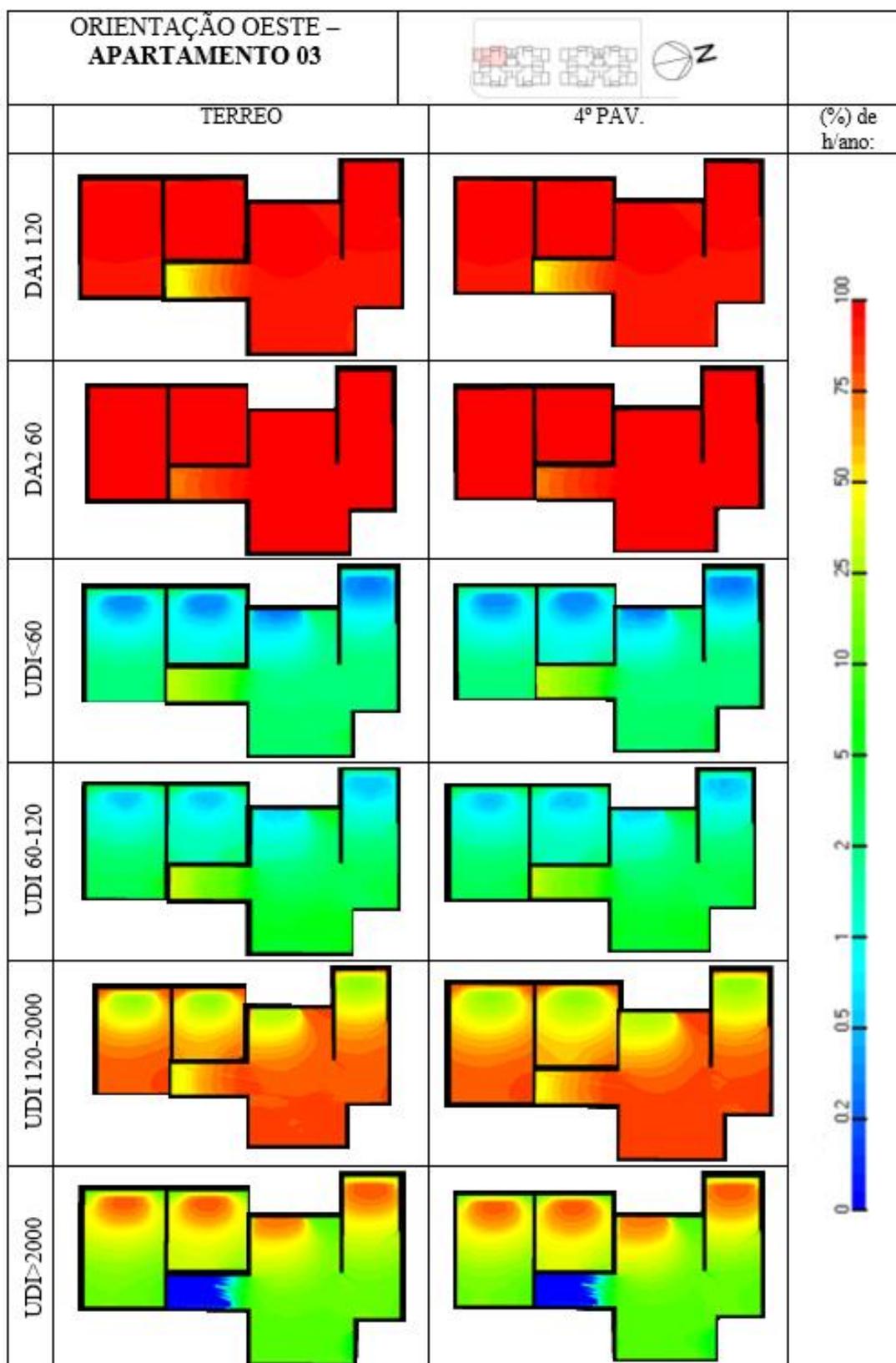
Gráfico 25 - Comparação dos níveis de porcentagem do tempo que UDI está acima de 2.000 lux na área social a leste e a oeste no térreo e 4º pavimento



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Além desses valores demonstrados nos gráficos 24 e 25, foram geradas as plantas dos ambientes simulados (APÊNDICE F) com a porcentagem de horas alcançadas, de acordo com uma escala gráfica que varia entre 0 a 100%. Nas plantas ilustradas no Quadro 20, a variação dos valores de DA e UDI segundo diferentes posições dos ambientes.

Quadro 20 - Porcentagem de UD e UDI para os ambientes do apartamento da localização 3 (oeste)



Fonte: Desenvolvido pela autora.

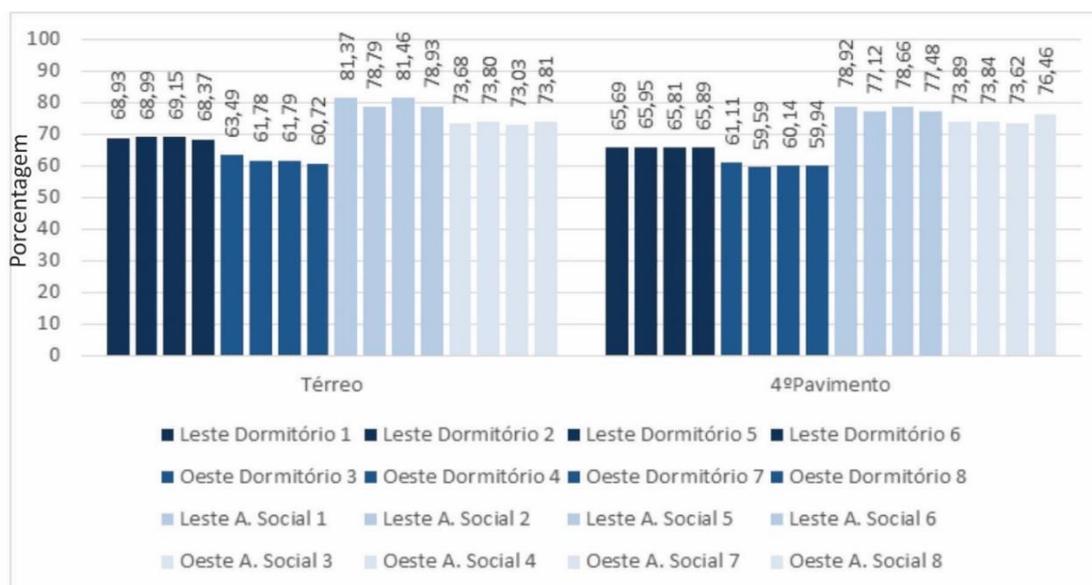
Os resultados apresentados mostram a porcentagem em horas que os ambientes atingem os níveis de pelo menos 120 lux e 60 lux (DA1 e DA2). Pode-se ver que praticamente em 100 % do tempo tanto o apartamento do térreo quanto do 4º possuem no mínimo 60 lux (DA2), já o DA1 a porcentagem do tempo com no mínimo 120 lux diminui um pouco, porém o local onde se concentra a menor quantidade de LN é na circulação, isso pelo motivo das simulações considerar as portas dos dormitórios fechadas.

Nos valores de UDI, são pouco perceptíveis as mudanças de um pavimento para o outro, como já foi citado anteriormente, os gráficos de todos os apartamentos simulados se encontram no APÊNDICE F.

4.5.4 Análise da LN dos ambientes quanto à orientação cardinal

Para verificar qual a melhor orientação para a LN dos ambientes analisados, considerando como mais favorável a porcentagem de horas em que são atingidos níveis de iluminâncias úteis entre 60 lux e 2.000 lux, foram somados os valores obtidos nos intervalos de UDI 60-120 e UDI 120-2000. Esses resultados podem ser verificados no Gráfico 26, onde o primeiro conjunto de 4 barras está relacionado aos dormitórios a leste, o segundo conjunto, dormitórios a oeste, o terceiro conjunto, a área social a leste e o quarto conjunto a área social a oeste. Nessa mesma sequência segue os dormitórios e área social do 4º pavimento.

Gráfico 26 - Porcentagem de horas com iluminâncias úteis



Fonte: Desenvolvido pela autora.

Os ambientes que apresentaram os melhores resultados foram as áreas sociais voltadas a leste, seguidas pelas áreas sociais voltadas a oeste. O melhor desempenho no pavimento térreo, com resultados acima de 80% do tempo, corresponde aos apartamentos localizados nas posições 1 e 5.

4.5.5 Análise comparativa de duas UH, com alteração da refletância da cobertura da garagem

As UH voltadas para a orientação oeste obtiveram valores maiores de iluminância em comparação com as UH voltadas para leste, como já apresentado. Em decorrência deste resultado, foi realizada uma simulação do ambiente social localizado na posição 7 do pavimento térreo, considerando que a cobertura da garagem fosse em um material similar ao concreto, com um coeficiente de refletância de 25%, conforme Castro et al. (2003), diferente do modelo original para o qual foi utilizado 70%. A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos para as duas cores de cobertura: clara e escura.

Tabela 14 - Resultados de DA e UDI comparativos de uma UH considerando diferentes % de refletância para a cobertura da garagem

OESTE APARTAMENTO 7			
Ambiente	Variáveis dinâmicas (lux)	TÉRREO Cobertura Clara	TÉRREO Cobertura Escura
Ambiente Integrado	DA2 60	96,10	95,74
	DA1 120	91,22	90,28
	UDI < 60	3,89	4,26
	UDI 60 - 120	4,88	5,46
	UDI 120 – 2000	68,14	69,43
	UDI >2000	23,07	20,83

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

É possível verificar que a redução da reflexão da cobertura altera os índices de LN, porém, de maneira pouco significativa. A maior diferença é na porcentagem e horas em que UDI está acima de 2.000 lux, diminuindo de 23,07% para 20,83%.

Também foi realizada a comparação desta simulação com os apartamentos voltados a leste (Tabela 15).

Tabela 15 - Comparação de DA e UDI do ambiente voltado a oeste com os ambientes voltados a leste

		APT 01	APT 02	APT 05	APT 06	TÉRREO Cobertura Escura
		LESTE				OESTE
Ambiente Integrado	DA2 60	96,35	96,44	96,33	96,45	95,74
	DA1 120	91,25	91,48	91,21	91,50	90,28
	UDI < 60	3,64	3,55	3,66	3,54	4,26
	UDI 60 - 120	5,09	4,96	5,11	4,95	5,46
	UDI 120 – 2000	76,27	73,83	76,34	73,98	69,43
	UDI >2000	14,98	17,65	14,87	17,51	20,83

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Para o apartamento voltado a oeste, mesmo se a cobertura da garagem tivesse coeficientes de reflexão menores, apresenta valores de UDI acima de 2.000 lux maior, a cerca de 3% e 6% que os apartamentos a leste. Para UDI abaixo de 60 lux, situação que não atende a norma de desempenho, foi maior, um pouco mais de 1%.

Esse resultado mostra que a orientação cardinal oeste é o fator de maior influência para os altos níveis de iluminância verificados nos apartamentos voltados para essa orientação.

4.6 SÍNTESE DAS ANÁLISES DESENVOLVIDAS E AVALIAÇÃO GERAL

Em análise ao questionário aplicado foi possível identificar que a grande maioria, 76,5%, dos respondentes classificaram a iluminação como clara, independentemente da idade, gênero ou problema de visão. A localização das UH também não interferiu nas respostas, tanto na posição (orientação cardinal) quanto no pavimento em que moram.

Os procedimentos utilizados para avaliar as UH tornaram possível avaliar cada ambiente tecnicamente em relação ao desempenho de LN.

Em comparação com os resultados obtidos nas simulações, foi possível verificar que as diferenças de Luz Natural (LN) dos ambientes analisados, de acordo com a sua localização, foram poucas e isso é corroborado pela pouca diferença verificada nos questionários.

O cômodo em que os respondentes passam a maior parte do dia é a sala estar e jantar, totalizando 73,5% das pessoas. As atividades mais listadas na sala foram leitura e refeição e, na sequência, trabalhos manuais. Essas atividades, principalmente leitura e refeição, exigem

maiores níveis de iluminância para que possam ser executadas sem esforço da visão, situação que pode causar problemas no decorrer do tempo.

As esquadrias das UH são de vidro temperado e não possuem nenhum tipo de protetor solar. Dentre os respondentes, 82,4% responderam ter *blackout* na janela da sala, somente 1 entrevistado relatou não ter cortina (2,9%) e 1 (2,9%) relatou possuir cortina sem proteção solar. Os demais respondentes (17,7 %), informaram possuir persianas vertical ou horizontal.

No dormitório principal, todos os respondentes relataram ter cortina, sendo somente 1 (2,9 %) com cortina de tecido, 3 (8,8 %) persianas verticais, 4 (11,8 %) persianas horizontais e todos os demais usam *blackouts*, o que corresponde a 76,5%. No dormitório menor, que foi o ambiente em que relataram utilizar menos para as tarefas diárias, 73,5% das pessoas responderam ter *blackout*.

O único ambiente em que o uso de *blackout* não foi maioria foi na cozinha e área de serviço, onde 38,2% das pessoas não possuem cortinas e 35,3% possuem *blackouts*. O questionário permitiu assinalar mais de um motivo pelo uso das cortinas, dos que responderam possuir *blackout* na cozinha 4 (11,76%) respondentes informaram não ser para fins de privacidade, mas sim para conter a radiação solar direta. Ainda outros 4 (11,76%) que informaram possuir algum tipo de persiana (vertical ou horizontal) justificaram que não é para fins de privacidade, mas para conter a radiação solar direta.

A predominância do uso de *blackouts* pode ser explicada pelos índices elevados de UDI nos ambientes, conforme foram demonstrados nos resultados das simulações, além da privacidade, fundamental nos dormitórios.

Quanto à legislação, o CHJI atende os critérios constantes no Código de Obras do município, na NBR 15575 e no RTQ-R. Este resultado é diferente daqueles encontrados por Techio (2018), onde as UH não atenderam a vários requisitos analisados.

Em relação ao Código de Obras de São Miguel do Oeste foram avaliados os recuos e afastamentos de acordo ao atendimento dos prismas de iluminação e também o dimensionamento mínimo das esquadrias. Em função da legislação não apresentar um critério de medição do vão mínimo em função do modelo da esquadria foi considerado o dimensionamento total das mesmas conforme descrito em projeto, embora, sabe-se que os modelos não permitem a entrada de luz em sua totalidade, considerando os caixilhos e venezianas de alguns modelos.

A NBR 15575 não menciona vão mínimo para iluminação natural, somente a quantidade mínima de níveis de iluminância, em lux, para os ambientes, requisitos que foram atendidos para o desempenho maior ou igual a 60 lux.

Os requisitos da NBR 15575 que dizem respeito à altura dos peitoris e das cotas testeiras das janelas, também foram atendidos. Porém, a norma não especifica dimensão de caixilho ou modelo específico na esquadria, esse fator pode diminuir a entrada de LN, uma vez que o modelo de caixilho pode reduzir de formas diferentes a área útil para iluminação da esquadria e a altura máxima do peitoril. A norma recomenda que a cota máxima do peitoril esteja a 100 cm. Ao se analisar a Instrução Normativa 09 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, para projetos preventivos contra incêndio, os guarda-corpos devem ter altura mínima de 1,10m, portanto 10cm não poderiam possibilitar abertura, independente do material aplicado (CBMSC, 2014).

Os cômodos também atendem o RTQ-R no quesito do índice de refletância do teto e a relação de profundidade do ambiente com a abertura de iluminação.

Quanto a recuo frontal e afastamento o CH atende os valores previstos no Código de Obras de acordo com o Zoneamento em que se encontra.

Nas simulações dinâmicas realizadas com o uso do programa computacional APOLUX, verificou-se que os níveis de iluminância obtidos em todos os ambientes analisados estão de acordo tanto com o RTQ-R, quanto com a NBR 15575. Além disso, foram avaliados os critérios de atendimento com nível mínimo de 120 lux, considerando as atividades exercidas que foram relacionadas no questionário. Ainda assim, todos os ambientes atendem o regulamento. Ao comparar essas atividades listadas com atividades similares previstas na NBR 8995 contata-se que os níveis mínimos previstos para habitação no RTQ-R e na NBR 15575 estão muito baixos.

Porém, apesar de atender a NBR 15575, o RTQ-R e o Código de Edificações, considerando a classificação aplicada neste estudo para os ambientes, por desempenho, com base na metodologia de Techio (2018), para todos os dormitórios, a iluminação foi classificada como excedente, e nos ambientes da área social, a classificação geral ficou mínima. O motivo dessa classificação foi por apresentar nos resultados, uma porcentagem de tempo alta de UDI acima de 2.000 lux, considerado indesejado. A NBR 15575 e o RTQ-R, entretanto, não apresentam um nível de iluminância máximo limite, o que pode ser considerado uma deficiência.

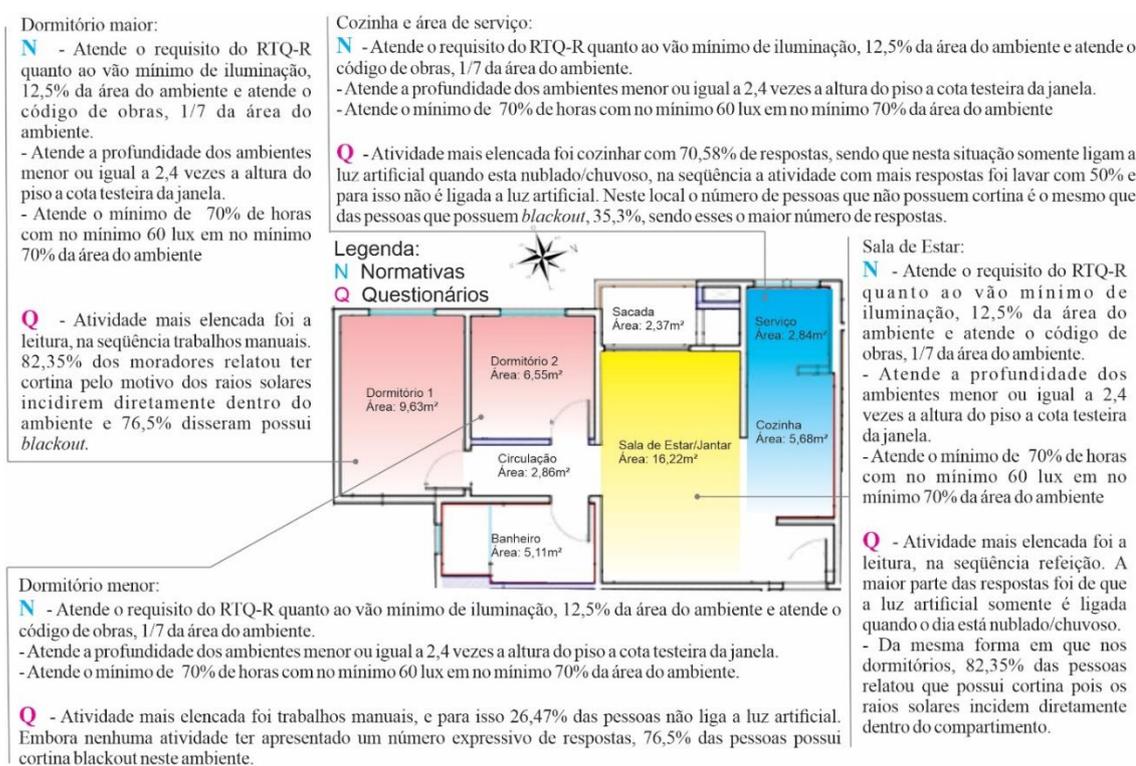
Este pode ser um motivo para o uso dos *blackouts* na grande maioria dos apartamentos, embora a inexistência de venezianas ou persianas leve aos usuários o uso de cortinas como a blackout para garantir a privacidade e o obscurecimento dos ambientes, principalmente dormitórios.

A simulação realizada considerando a cobertura da garagem aos fundos na cor mais escura pouco interferiu nos resultados, sendo que ainda assim os apartamentos voltados a oeste

apresentaram valores mais elevados. Pode se concluir que a orientação cardinal oeste é o fator de maior influência para os índices altos de UDI. Porém, pode-se sugerir que se houvesse mais edificações mais no entorno com coberturas mais claras a interferência poderia ser maior.

Em síntese do questionário e das normativas avaliadas foi elaborada uma planta baixa síntese baseada na matriz de descobertas desenvolvida por Villa, Saramago, Garcia (2015).

Figura 24 - Planta baixa com síntese das análises



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

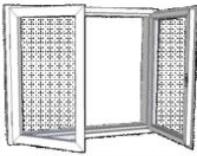
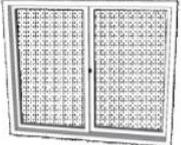
4.7 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E REQUISITOS

Com base em todos os elementos elencados no estudo, verificando aspectos positivos e negativos dos resultados, é possível estabelecer algumas diretrizes e requisitos que podem ser implantadas no CHJI e até mesmo para outros empreendimentos que venham a ser executados, independente das UH se adequarem ao programa do MCMV ou não. Também são propostas sugestões para adequações nas normas avaliadas neste trabalho, conforme apresentados a seguir.

a) Especificar na NBR 15575 a área útil para iluminação das esquadrias

Na análise dos critérios quanto ao atendimento das aberturas propostas, verificou-se que somente o RTQ-R possui uma lista de esquadrias que esclarece a diferença entre área de esquadria e área útil da esquadria para a passagem efetiva de LN. A NBR 15575 também deveria fazer uso dessa definição como requisito, bem como os códigos de obras.

Figura 25 - Exemplo de tabela de esquadrias conforme adotado no RTQ-R

Nº	Tipo de janela	Ilustração	% abertura para iluminação natural	% abertura para ventilação natural
1	abrir 90° (ou de giro) 1 ou 2 folhas		90	90
2	de correr (ou deslizante) 2 folhas		80	45
3	de correr (ou deslizante) 3 folhas sendo 2 venezianas		45	45

Fonte: RTQ-R (2012).

b) Estabelecimento de níveis de iluminância máximos para os ambientes

Em decorrência dos resultados elevados dos níveis de iluminância encontrados nas simulações para os compartimentos, além do relato dos usuários quanto à necessidade do uso de *blackouts* para evitar radiação solar direta e garantir privacidade, deveria haver critérios também para os níveis de iluminância máximos, evitando ofuscamentos e superaquecimentos dos ambientes. O uso dos *blackouts* faz com que seja necessário o uso de iluminação artificial, mesmo com LN disponível suficiente para a realização das tarefas visuais.

c) Atendimento as normas sobre adequação ao Zoneamento Bioclimático

Todas as unidades, incluindo o térreo e o 4º pavimento, apresentaram um tempo significativo de níveis iluminâncias acima dos 2.000 lux. Essa excessiva entrada de LN poderia ser reduzida com algumas estratégias que possibilitassem a entrada de luz quando necessária, principalmente no inverno, e que, ao mesmo tempo, pudesse ser bloqueada quando necessário. A NBR 15220-3 nos indica diretrizes para o conforto térmico de acordo com o clima de cada

região, essas devem ser consideradas também considerando o conforto visual, essa norma indica inclusive sombreamento das esquadrias para o zoneamento 2 ao qual se enquadra São Miguel do Oeste. É fundamental que o projeto arquitetônico considere elementos de sombreamento, obscurecimento e privacidade nas esquadrias, tais como venezianas, persianas, toldos ou *brises-soleil* móveis.

Quadro 21 - Uso de *brise-soleil*, janelas com veneziana e toldos

Brise-soleil	 1	 2
	 3	 4
Janelas com venezianas	 5	 6
Toldos	 7	 8

Fonte: 1– Trespa Brasil (2019); 2 – <http://www.lumibrise.com.br/m/> (2019); 3 – http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.051/554/pt_BR (2019); 4 – <https://www.archdaily.com.br/br/783522/classicos-da-arquitetura-unidade-de-habitacao-le-corbusier> (2019); 5 – Quality vidros e esquadrias de alumínio (2019); 6 – Universa Uol (2019); 7 – freepik.com (2019); 8 – <https://www.istockphoto.com> (2019).

d) Propor níveis de iluminância indicados para atividades realizadas nas habitações

Assim como era previsto na NBR 5413 (ABNT, 1992), as normas que a substituíram deveriam manter os níveis de iluminância de acordo com diferentes tarefas realizadas dentro de uma habitação. Foi verificado, no questionário, que, nas habitações, são realizadas tarefas como trabalhos manuais e leituras, tarefas que exigem níveis maiores de iluminância. É importante, portanto, que a LN seja adequada para o desenvolvimento de tais tarefas a fim de não sobrecarregar o uso da iluminação artificial.

e) Propor adequação dos códigos de obras de acordo com as NBRs vigentes afim de estabelecer padrões para os projetistas.

Nota-se que as legislações num contexto geral e principalmente voltado para as normas utilizadas neste estudo que as mesmas cobram valores diferenciados, como dimensionamento mínimo das aberturas por exemplo, sendo assim, os projetistas devem sempre utilizar a norma com maior restrição para que possam atender todas elas.

f) Propor uso de telas solares

As telas solares são tecidos que podem ser instalados no local das cortinas, elas possibilitam visibilidade externa, permitem claridade e ao mesmo tempo são utilizadas para reduzir a incidência solar no ambiente. Para uma situação já consolidada seria uma solução mais simples e prática nos ambientes que não são utilizados para dormir, como a sala e a cozinha.

5. CONCLUSÕES

Foi possível verificar neste estudo que a grande maioria dos respondentes considera os ambientes da sua UH em relação LN, claro.

Em relação às legislações vigentes, a NBR 15575, o Código de Obras e o RTQ-R os resultados se mostraram bastante positivos, uma vez que todos eles foram atendidos.

As simulações permitiram verificar a estimativa anual de luz natural por meio das variáveis dinâmicas UDI e DA, com base nisso foi possível constatar o atendimento mínimo de 60 lux em 70% do ambiente em no mínimo 70% das horas do ano em todos os ambientes conforme previsto na NBR 15575 e no RTQ-R, além disso foi feita a análise para 120 lux, considerando atividades realizadas que foram relatadas e requerem uma quantidade maior de iluminância, neste quesito todas as UH também atenderam.

Este estudo possibilitou concluir que as pessoas exercem atividades que requerem níveis maiores de iluminância do que os mínimos exigidos nas legislações para iluminação em habitações. Esses valores deveriam ser revistos.

Em análise a uma classificação quanto a iluminação natural, através das simulações notou-se que a classificação ficou entre excedente e mínima, motivo pelo qual os índices de UDI passaram em boa parte os 2000 lux, resultado esse considerado insatisfatório, pois causa desconforto visual. Porém as normas não indicam valor máximo, somente mínimo.

Apesar desses resultados serem insatisfatórios, conforme Villa e Ornstein (2013, p. 20) as pessoas se adaptam aos ambientes, “de modo que, em algumas situações, elas podem desenvolver uma visão menos crítica com relação ao local”, pode-se contatar uma falta de critério dos usuários para avaliar a iluminação natural, uma vez que a grande maioria possui blackouts nas aberturas e provavelmente não percebe quando liga a luz artificial para realizar as tarefas.

Esse índice alto de iluminação também pode ser considerado em função das cores claras dentro dos ambientes, verificadas nas unidades onde foi possível entrar e que foi usado como parâmetro para as simulações, e também em função do entorno não ser edificado. É possível afirmar que a orientação cardinal oeste interfere no maior nível de iluminância nas UH em comparação a orientação cardinal leste.

Não conhecer o público que vai habitar dificulta para o projetista prever índices adequados para tarefas peculiares de cada usuário, isso traria facilidade na hora de projetar pois cada ambiente poderia prever os índices adequados para cada atividade.

Com base nesses resultados foi possível propor algumas diretrizes e requisitos com o intuito de otimizar o uso da LN nas UH de acordo com o contexto climático do local e econômico. Estabelecer níveis máximos de iluminâncias nas normas poderia contribuir com o uso eficiente da LN na realização das atividades, pois os respondentes relataram em sua maioria o uso de *blackouts* para evitar a radiação solar direta e garantir privacidade, e neste caso é necessário o uso da iluminação artificial, mesmo com LN disponível suficiente. Além disso propor proteção solar nas janelas ou o uso de telas solares poderia reduzir radiação solar direta nos ambientes.

De maneira geral as UH apresentaram altos índices de LN disponíveis, essa LN poderia ser aproveitada de maneira eficiente, entretanto, com base nas análises o excesso gera o desconforto visual e em consequência disso a iluminação artificial vem a ser utilizada para atender a necessidade dos respondentes ao realizar suas tarefas.

5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

No decorrer do desenvolvimento do trabalho surgiram algumas limitações. Dentre as principais que se pode destacar estão:

- a) Mesmo com a aplicação do questionário de maneira online, um dos objetivos era verificar todas as UH internamente. Porém não foi possível, alguns moradores informaram estar pouco tempo em casa e indicaram que o questionário fosse enviado por meio de aplicativo. Além disso, o acesso aos apartamentos em que a pesquisadora foi recebida foi o período noturno, fato que impossibilitou a percepção da LN no interior das UH. Como sugestão, se no objetivo do trabalho for necessário entrar em todas as unidades, deve-se ter uma conversa antecipada com todos os moradores sobre a possibilidade da visita ao escolher o objeto de estudo;
- b) Algumas questões foram deixadas em branco nas questões onde era possível assinalar mais de uma alternativa, e isso significa o número menor de parâmetros para analisar. A sugestão é ajustar a elaboração das questões, de forma que seja obrigatória a resposta antes de avançar para a próxima;
- c) No início da pesquisa não foi encontrada uma referência que tivesse trabalhado somente com avaliação da LN e APO, após a publicação da pesquisa de Techio (2018) houve um estudo onde pudesse se ter um embasamento maior e que pudesse ser feita uma análise comparativa entre os dois;

- d) A necessidade de aprender a utilizar um novo programa demandou um maior tempo na pesquisa até que todos os modelos pudessem ser calculados com precisão. Esse fato impossibilitou simular todas as unidades ou até mesmo simular os ambientes com outras propriedades óticas.

5.2 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da pesquisa realizada, apontam-se sugestões de trabalhos futuros listados a seguir.

- a) Calcular DA e UDI para a o mesmo CH, porém, considerando obstruções externas decorrentes do adensamento urbano.
- b) Avaliar a EALN para o mesmo CH com a aplicação de protetores solares, como brise-soleil, venezianas, persianas ou toldos, nas janelas.
- c) Levantar a opinião dos usuários por cômodo e não em relação ao apartamento como um todo.
- d) Aplicar os procedimentos e ferramentas usados nesta pesquisa em outros contextos culturais, sociais e econômicos a fim de verificar a opinião dos usuários e a avaliação dos CH pertinentes.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 15215-4**: Iluminação Natural. Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2005.

ALBERNAZ, M. P.; LIMA, C. M.. **Dicionário Ilustrado de Arquitetura**. 1 ed. São Paulo, 1998.

AMORE, C. S. Minha Casa Minha Vida para iniciantes. In: AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C. (Orgs.). **Minha casa... e a cidade?:** avaliação do programa Minha Casa Minha vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

BOYCE, P.; HUNTER, C.; HOWLETT, O. **The Benefits of Daylight through Windows**. UDA:U.S. Department of Energy/California Energy Commission, 2003. (Literature Review Report). Disponível em: <<http://thedaylightsite.com/wp-content/uploads/papers/DaylightBenefits.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

BRASIL. Casa Civil. Lei N^o 406 de 10 de janeiro de 2002. Institui o **Código civil**. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 6 dez. 2017.

BRASIL. Notícias. Assistência Social. **Governo Federal garante investimentos para continuidade do Minha Casa, Minha Vida**. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2019/04/governo-federal-garante-investimentos-para-continuidade-do-minha-casa-minha-vida>>. Acesso em: 04 jan. 2020.

BRASIL. Portaria n^o 18, de 16 de janeiro de 2012. **RTQ-R. Regulamento Técnico da Qualidade para Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (MDICE) – Inmetro. Brasília: Procel Edifica. 2012.

CAIXA Econômica Federal. Habitação. **Minha Casa Minha Vida – Habitação Urbana**. Disponível em:< <http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 4 nov. 2017.

CAIXA Econômica Federal. **Minha Casa Minha Vida**. [S.l]. 20---. Disponível em: <<http://www.ademi.org.br/docs/CartilhaCaixa.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

CARVALHO, C. R.; CLARO, A. **Avaliação do programa APOLUX segundo um dos protocolos do relatório técnico CIE 171:2006 para validação de softwares de iluminação**.

In: X Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC); VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC). **Anais...** Natal, 2009.

CASTRO, A.P.de A.S; LABAKI, L. C.; CARAM, R.M.; BASSO, A.; FERNANDES, M. R.. Medidas de referência de cores de tintas através de análise espectral. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, 2003, v. 3, n. 2, p. 69-76, abr./jun. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3452/1871>. Acesso em: 20 nov.2018.

CASTRO, J. C. L.. Soluções para déficit habitacional. **Diário do Comercio**. [Belo Horizonte], edição de 15/09/2007. Disponível em: < http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?tit=solucoes_para_o_deficit_habitacional&id=119368>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CENTURION, V.; FIGUEIREDO CG.; CARVALHO D.; TRINDADE F.; ALMEIDA HG.; AKAISHI L.; VENTURA M.; FARIA MR.; PADILHA MA.; LOUZADA N.; FONTES PC.; FADEL P.; CVINTAL T.; NOSÉ W. **Catarata: Diagnóstico e Tratamento**. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina. 2003. Disponível em: < <https://diretrizes.amb.org.br/BibliotecaAntiga/catarata-diagnostico-e-tratamento.pdf> >. Acesso em: 24 jul. 2019.

CLARO, Anderson. **Método para determinação da Estimativa Anual de Luz Natural utilizando o Modelo Vetorial Esférico para Radiosidade**. Tese (Banca para Progressão a Professor Titular do Departamento de Arquitetura e Urbanismo) Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

CLARO, A.; DÍAZ, L. A.; CUNHA, A. de V. L. da C.; RAMOS, G. **Comparação dos níveis de iluminação obtidos através de simulações computacionais no software APOLUX, usando os 15 modelos de céu adotados pela CIE**. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). **Anais...**Canela, 2010.

CONAK Construções e Empreendimentos. **Entregues**. São Miguel do Oeste. Disponível em: <www.conak.com.br>. Acesso em: 17 out. 2017.

COSTA, Leandra Luciana Lopes. **A luz como modeladora do espaço na Arquitetura**. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade da Beira Interior. Covilhã, Portugal. 2013.

CBMSC - CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Instrução Normativa 009**. Norma de Segurança contra Incêndio – Sistema de Saídas de Emergência. Editada em: 28/03/2014.

CUNHA, A. de V. L. da C. **Avaliação do programa Apolux Segundo Protocolos de Modelos de Céu do Relatório Técnico CIE 171: 2006**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

CUNHA, A. de V. L. da C.; CLARO, A. Avaliação do programa segundo os protocolos 5.8, 5.9 e 5.11 do Relatório Técnico CIE 171:2006. XIV ENTAC – **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Juíz de Fora, 2012. Disponível em: < <http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/0965.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2017.OK

DIDONÉ, E. L.; PEREIRA, F. O. R.. Simulação computacional integrada para a consideração da luz natural na avaliação do desempenho energético de edificações. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, n. 10, n. 4, p. 139-154, out. /dez. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n4/a10v10n4.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

DIDONÉ, E. L.; PEREIRA, F. O. R. O potencial da luz natural na economia de energia elétrica para iluminação artificial. **Revista Tecnológica**. Edição Especial ENTECA. Florianópolis, 2009, p.24-34. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/8708> >. Acesso em: 27 nov. 2017.

DOGAN, Timur; PARK, Ye Chan. **A New Framework for Residential Daylight Performance Evaluation**. **Building Simulation**. Proceedings of the 15th IBPSA Conference San Francisco, CA, USA, Aug. 7-9. pg. 389-397. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319097274_A_New_Framework_for_Residential_Daylight_Performance_Evaluation>. Acesso em: 06 jan. 2020.

EDUCALINGO. Dendograma [on-line]. Disponível em:< <https://educalingo.com/pt/dic-pt/dendrograma>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

EDWARDS, L.; TORCELLINI, P. **A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants**. National Renewable Energy Laboratory. Golden, Colorado. 2002. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy02osti/30769.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2017.

ELETROBRAS. **Dicas de Economia de energia por setor de consumo**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <www.procelinfo.com.br/services/>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ELETROBRAS PROCEL. LAMBERTS, Roberto (coord.). **Etiquetagem**. Edificações Residenciais. Manuais. Manual para aplicação do RTQ-R. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/Manual_de_aplicação_do_%20RTQ-R-v01.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Atlas climático da região sul do Brasil**. Brasília, DF. 2012. 2ª ed.

FENSTERSEIFER, Giovana Serrão; REFOSCO, Laura Medeiros; VARGAS, José Amadeu. **Descolamento de Retina**. 20--. Disponível em: < <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/04/882606/descolamento-de-retina.pdf> >. Acesso em: 24 jul. 2019.

FILHO, Dalson B. F; JÚNIOR, José A. S; ROCHA, Enivaldo C. Classificando regimes políticos utilizando análises de conglomerados. **Opinião Pública**, Campinas, vol. 18, nº 1, p. 109-128, junho, 2012. Disponível em : <<http://www.scielo.br/pdf/op/v18n1/v18n1a06.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2019.

HOPKINSON, R. G; PETHERBRIDGE, P; LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Tradução do original inglês Daylighting. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1966.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/> > . Acesso em: 14 de out. 2017.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **IES LM 83-12: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE)**. New York, 2012.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas**. Brasília-DF, 2017. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em 09 dez 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Classificação climática de Köppen-Geiger**. [S.l.] 1936. Disponível em: https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf. Acesso em: 29 nov. 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro> >. Acesso em: 09 mai. 2016.

LARANJA, A. C.; ALVAREZ, C. E. de; MATARANGAS, K. Análise da influência da orientação das aberturas na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno na extensão de sua profundidade. **Labor & Engenharia**, Campinas, v.7, n.1, p.84-98, 2013. Disponível em: <www.conpadre.org>. Acesso em: 13 set. 2017.

LAY, Maria Cristina Dias; REIS, Antônio Tarcísio da Luz. **Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 21-36, abr./jun. 2005.

LIMA, T. B. S.; CHRISTAKOU, E. D. Projeto de iluminação natural: Ferramentas para cálculo e avaliação. **PARANOÁ – Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. N. 3. [S.l], 2007. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12110/8493>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

LIMA, T. B. S. Softwares de iluminação. **LUME Arquitetura**. 4º ed. São Paulo. 2009. Disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed40/ed_40%20Software.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2017.

MENDES, Marcus Fabiano de Almeida. **Construção de redes de reatividade cruzada a partir da inferência de relações de similaridade da área acessível ao solvente e da distribuição eletrostática da região de interação com o receptor de células T entre complexos peptídeo: HLA 0201**. 2014. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

MEREB, M. P. (Coord.). **Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575**. [S.l], 2015. Disponível em: < http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

NABIL, A; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminances: a replacement for daylight factors**. Energy and Buildings, London [U.K.]:Elsevier, v.38, p.905-913, 2006. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4434083/mod_resource/content/0/Useful%20daylight%20illuminances.%20A%20replacement%20for%20daylight%20factors.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2020.

NISSOLA, Liliane Janine. **A Influência da Luz Natural na Probabilidade de ocorrência de ofuscamento em ambientes com terminais de vídeo um estudo de caso.** 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

PACHECO, Daiane da Silva; ARAÚJO, Debora Magalhães. **Programa Minha Casa, Minha Vida: uma análise crítica de suas tendências e resultados a partir de estudos e produções teóricas sobre o programa.** VIII Jornada Internacional Políticas Públicas. Agosto, 2017. Disponível em: <
<http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2017/pdfs/eixo11/programaminhacaminhavidauaanalisecriticadesuasastendenciaserresultadosapartirdeestudoseproducoesteoricassobreoprograma.pdf>> Acesso em: 31 dez. 2019.

PARANHOS, FRL.; COSTA, RA.; MEIRELLES.; SIMÕES R. **Degeneração Macular Relacionada à Idade.** 2011. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina. Disponível em: < https://diretrizes.amb.org.br/_BibliotecaAntiga/ >. Acesso em: 24 jul. 2019.

PEREIRA, F. O. R.; FONSECA, R. W; MORAES, L. N.; RENDÓN, L. G.; SOBREIRA, A. S. **Iluminação natural: comparação entre percepção visual e medidas dinâmicas de avaliação.** In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** Juíz de Fora, MG: ENTAC, 2012.

PEREIRA, R. C. **Avaliação de ferramentas de simulação de iluminação natural através de mapeamento digital de luminâncias por meio de mapeamento digital de luminâncias da abóbada celeste e entorno.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

PEREIRA, R. C.; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A. **Avaliação do Simulador Computacional APOLUX através do emprego de mapeamento digital de luminâncias.** In: XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC); VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC). **Anais...**Búzios, RJ. 2011.

PEREIRA, F. O. R; SOUZA, M. B. de. **Iluminação.** Apostila da disciplina: Conforto Ambiental – Iluminação. Florianópolis, 2000. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação em Construção Civil. Disponível em:<
<http://www.ceap.br/material/MAT21082009150456.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

PILOTTO NETO, E. **Cor e iluminação nos ambientes de trabalho.** São Paulo, SP: Livraria Ciência e Tecnologia, 1980.

PORTAL APOLUX. **APOLUX IV, Projeto, Cálculo e Análise de Eficiência da Iluminação Natural e Artificial.** 2017. Florianópolis: UFSC/LABCON, 2017. Disponível em: <<http://foton.arq.ufsc.br>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PORTAL LabEEE. **Downloads.** Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Arquivos climáticos. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual de Iluminação.** Rio de Janeiro. 2011.

REIS, F. N. S. C.; SILVEIRA, S. de F. R.; MOREIRA, V. de S. **Resultados do programa Minha Casa Minha Vida sob a percepção dos beneficiários**. Race, Joaçaba, v. 14, n. 3, p. 925-956, set./dez. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/race>>. Acesso em: 18 set. 2017.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D. de; QUEIROZ, M. **Observando a Qualidade do Lugar: procedimentos para avaliação pós-ocupação**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Coleção PROARQ. 2009. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/21034221/livro-observando-a-qualidade-do-lugar---procedimentos-para-avaliacao-pos-ocupaca>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

ROHDEN, Inácio. **Inaugurado empreendimento residencial Jardim Ipês em São Miguel do Oeste**. WH3 Comunicações. 2016. Disponível em:<wh3.com.br/noticia/151698>. Acesso em 07 dez. 2017.

ROLAND, C.; NOVAES, C. C. **Avaliação do nível de satisfação dos usuários em ambiente construído: estudo de caso**. In: I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). **Anais...**São Paulo, 2004.

ROMERO, M. A; ORNSTEIN, S. **Avaliação Pós-Ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social**. Coleção Habitare. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/publicacao_colecao1.aspx>. Acesso em 18 out. 2017.

SÃO MIGUEL DO OESTE. Prefeitura Municipal. **Dados estatísticos**. São Miguel do Oeste, 2017. Disponível em:<<http://www.saomiguel.sc.gov.br/municipio/3/dados-estatisticos>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

SÃO MIGUEL DO OESTE. Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 4/2011**. São Miguel do Oeste, 2017. Disponível em:< <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-sao-miguel-do-oeste-sc>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

SÃO MIGUEL DO OESTE. O município. **Dados Estatísticos**. São Miguel do Oeste, 2017. Disponível em: <<https://www.saomiguel.sc.gov.br/municipio/3/dados-estatisticos>> Acesso em: 3 de nov. 2017.

SCARAZZATO, P. S. BERTOLOTTI, D. **Iluminação Natural em Escolas: O Estado atual das pesquisas nos projetos de escolas**. Trabalho Programado – 2. Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2006.

SILVA, C. M. de C. e; A importância da Iluminação no Ambiente Escolar. **Revista Especialize On-Line IPOG**. Goiânia. 8ª Ed nº 009. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Francia/Documentos/mestrado%20UFSM/2017_02/artigos%20ilumina%C3%A7%C3%A3o%20natural/a%20importancia%20da%20ilumina%C3%A7%C3%A3o%20no%20ambiente%20escolar.pdf> . Acesso em: 24 nov. 2017.

SIQUEIRA, T. A.; ARAÚJO, R. de S. Programas de habitação Social no Brasil. **Perspectivas online: ciências humanas e sociais aplicadas**. Campos dos Goytacazes, 10 (4), 45-54, 2014. Disponível em: <www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/humanas_sociais_e.../article/.../457>. Acesso em: 3 nov. 2017.

SOUZA, M. C de. **Avaliação do desempenho de iluminação natural no protótipo de casa popular eficiente da UFSM nos acervos da coleção teses e coletânea da Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Maria/RS**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

SOUZA, N. Minha Casa Minha Vida 2017: Entenda o que muda no programa. **Notícias**. 2017. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=4550>>. Acesso em 28 nov. 2017.

SOUZA, R. V. G. de. **Uma fonte sustentável para a iluminação**. LUME Arquitetura. 31ed. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed31/ed_31_Iuminacao_Natural.pdf> Acesso em: 24 nov. 2017.

TAVARES, J. C. F.; FILHO, A. G. **Análise do desempenho lumínico de habitações populares: caso Santa Cruz-PB**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção Niterói. **Anais...Niterói**, RJ: ENEGEP, 1998.

TEIXEIRA, W. **Softwares de iluminação**. LUME Arquitetura. 4º ed. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed40/ed_40%20Software.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2017.

TECHIO, Liliana Martins. **Avaliação da Iluminação Natural de Habitação Multifamiliar de Interesse Social: Conjunto Residencial Videiras, Santa Maria, RS**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **CEP – ÉTICA EM PESQUISA**. Santa Maria, 2017. Disponível em: <<http://nucleodecomites.ufsm.br/index.php/cep>>. Acesso em 4 dez. 2017.

UNOESC. UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA. **Conheça nossos Campi**. São Miguel do Oeste, 2017. Disponível em: <<http://www.unoesc.edu.br/unoesc/conheca-unoesc-single/saeo-miguel-do-oeste>>. Acesso em: 14 out. 2017.

VARGAS, Cláudia Rioja de Aragão. **Os impactos da iluminação: visão, cognição e comportamento**. *Jornal da Instalação*. Lumiere_161. P. 88-91. Disponível em: <http://www.jornaldainstalacao.com.br/img/artigos/Lumiere_161.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2019.

VEITCH, J. A.; CHRISTIFFERSEN, J; GALASIU, A. What we know about windows and well-being and what we need to know. In: the CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”, Proceedings, Paris, France, 2013, p. 169-177. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283423031_WHAT_WE_KNOW_ABOUT_WINDOWS_AND_WELL-BEING_AND_WHAT_WE_NEED_TO_KNOW> Acesso em: dez. 2019.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S.; **Iluminação e Arquitetura**. 1 ed. São Paulo: Virtus s/c Ltda, 2001.

VIANNA, N. S.; ROMÉRO, M. de A. Procedimentos metodológicos para Avaliação Pós-Ocupação em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda com Ênfase no Conforto Ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.2, n.3, p. 71-84, jul./set. 2002.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. de C. P.; GARCIA, L. C. **Avaliação Pós-Ocupação no Programa Minha Casa Minha Vida – Uma experiência metodológica**. 1ª edição. Uberlândia: UFU/PROEX, 2015. Disponível em: <https://morahabitacao.files.wordpress.com/2015/07/ipea_livro_internet1.pdf>. Acesso em 18 out. 2017.

VILLA, Simone Barbosa; ORNSTEIN, Scheila Walbe. **Qualidade Ambiental na Habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo. Oficina de Textos, 2013.

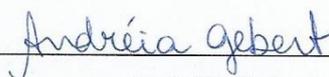
APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO INTITUCIONAL**AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL**

Eu Andréia Gebert, abaixo assinado, síndica do Condomínio Residencial Jardim Ipês, localizado na cidade de São Miguel do Oeste, na Rua Irmão Miguel Fidelis, nº 13/31, bairro Agostini, autorizo a realização do estudo “Avaliação da disponibilidade de iluminação natural em habitação multifamiliar – estudo de caso – residencial Jardim Ipês”, a ser conduzido pela pesquisadora Franciele Rohr.

Fui informado, pelo responsável do estudo, sobre as características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento.

Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

São Miguel do Oeste- SC, 24 de outubro 2017



Andréia Gebert

Síndica

APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE**TERMO DE CONFIDENCIALIDADE**

Título do projeto: Avaliação da Disponibilidade de iluminação natural em habitação multifamiliar – estudo de caso – residencial Jardim Ipês.

Pesquisador responsável: Franciele Rohr

Mestranda: Franciele Rohr

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Telefone para contato: (49) 991580821

Locais da coleta de dados: Residencial Jardim Ipês. (Rua Irmão Miguel Fidelis, nº 13/31, bairro Agostini – São Miguel do Oeste – SC, CEP 89900-000);

A responsável pelo presente projeto se compromete a preservar a confidencialidade dos dados dos participantes envolvidos no trabalho, que serão coletados por meio de questionários aplicados aos moradores do residencial Jardim Ipês, no período de setembro de 2018 a novembro de 2018.

Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, no decorrer da execução do presente projeto e que as mesmas somente serão divulgadas de forma anônima, bem como serão mantidas no seguinte local: Rua Adolfo Konder, 268, Apto 503, 89896-000 – Bairro Centro, Itapiranga – SC, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade da mestranda Franciele Rohr. Após este período, os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM em 09/10/2018, com o número de registro Cae 99872818.0.0000.5346.

Santa Maria, 09 de outubro de 2018.

.....
Assinatura do pesquisador responsável
Franciele Rohr

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Avaliação da Disponibilidade de iluminação natural em habitação multifamiliar – estudo de caso – residencial Jardim Ipês.

Pesquisador responsável: Giane de Campos Grigoletti

Mestranda: Franciele Rohr

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) / Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8772. UFSM. Avenida Roraima, 1000, prédio 30, Laboratório de Sustentabilidade do Ambiente Construído (LASAC), 97105-900 - Santa Maria - RS.

Locais da coleta de dados: Residencial Jardim Ipês. (Rua Irmão Miguel Fidelis, nº 13/31, bairro Agostini – São Miguel do Oeste – SC, CEP 89900-000);

Eu, Giane de Campos Grigoletti, responsável pela pesquisa “Avaliação da Disponibilidade de iluminação natural em habitação multifamiliar – estudo de caso – residencial Jardim Ipês.”, juntamente com a mestranda Franciele Rohr, participante desta pesquisa, o convidamos a participar como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende avaliar o a iluminação natural nos ambientes dos apartamentos do residencial Jardim Ipês na cidade de São Miguel do Oeste-SC, financiados pelo programa do governo federal Minha Casa Minha Vida (MCMV).

Acredito que esta pesquisa seja relevante visando o conforto lumínico de iluminação natural baseada na satisfação do usuário, seu bem estar, o desempenho nas tarefas e na conservação de energia através da iluminação.

O estudo busca avaliar os principais ambientes de permanência dos apartamentos, a fim de analisar se os níveis de iluminância estão adequados para as atividades e tarefas realizadas pelos usuários. A escolha se deve ao residencial estar enquadrado no MCMV.

Para a realização, será feito o seguinte: levantamento bibliográfico acerca do tema;

Para a realização, será feito o seguinte: levantamento bibliográfico acerca do tema; contato com a síndica do residencial; levantamento arquitetônico; determinação da amostra; aplicação de questionários para descobrir o nível de satisfação; levantamento de características técnicas relevantes; simulação computacional dos ambientes e os níveis de iluminância; análise dos dados obtidos e verificação do atendimento às normas vigentes; proposição de melhorias para os empreendimentos e de novas diretrizes de projeto.

Sua participação constará de entrevistado(a) voluntário(a), em que a aplicação de questionário se dará no residencial onde o(a) mesmo(a) reside. É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos: cansaço, constrangimento ou estresse ao responder as questões. Para evitar a ocorrência desse tipo de desconforto, fica garantida a possibilidade de suspender a entrevista, de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

Os benefícios que esperamos como estudo são encontrar condições de conforto lumínico adequados para as tarefas que são realizadas em uma residência aproveitando ao máximo a utilização de iluminação natural.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com a pesquisadora ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Os questionários serão transcritos manualmente pelo pesquisador ao meio digital. Também serão utilizadas imagens dos ambientes medidos.

Todas as informações coletadas serão mantidas em arquivo físico e digital, sob guarda do pesquisador responsável, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pela pesquisadora. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do voluntário

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Santa Maria, RS.

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO

1 - Qual andar mora?	1	2	3	4	5

2- Indique a localização		
	RUA IRMÃO MIGUEL FIDELIS	

3 - Gênero	1 - Feminino	2 - Masculino

4- Qual a sua idade?	20-39	40-59	60 ou mais

5 - Qual sua faixa de renda?	Até 3 salários mínimos (R\$ 2.364,00)	De 3 a 6 salários mínimos (R\$ 2.364,00 à R\$4.728,00)	Acima de 6 salários mínimos (R\$4.728,00)

6- Você apresenta problema de visão?	Sim	Não

7- Se sim, qual?	Catarata	Maculopatia	Deslocamento de retina	Outro. Qual?

8 - Como você classifica a iluminação natural no seu apartamento?	1- Muito claro	2- Claro	3- Indiferente	4- Escura	5- Muito escuro

9 - Quais as atividades realizadas na sala durante o dia?			
() Trabalhos manuais	() Leitura	() Refeição	() Outra. Indique:

9a - Para quem respondeu Trabalhos manuais	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

9b –Para quem respondeu Leitura	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

9c –Para quem respondeu Refeição	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

9d –Para quem respondeu outra	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

10 – Quais as atividades realizadas no dormitório principal (maior) durante o dia?
()Trabalhos manuais ()Leitura ()Outra. Indique:

10a – Para quem respondeu Trabalhos manuais	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

10b – Para quem respondeu Leitura	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

10c –Para quem respondeu outra	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

11- Quais as atividades realizadas no dormitório menor durante o dia?		
<input type="checkbox"/> Trabalhos manuais	<input type="checkbox"/> Leitura	<input type="checkbox"/> Outra. Indique:

11a – Para quem respondeu Trabalhos manuais	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

11b – Para quem respondeu Leitura	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

11c – Para quem respondeu outra	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo.	

12- Quais as atividades realizadas na cozinha/lavanderia durante o dia?				
<input type="checkbox"/> Cozinhar	<input type="checkbox"/> Lavar	<input type="checkbox"/> Secar	<input type="checkbox"/> Passar	<input type="checkbox"/> Outra. Indique:

12a– Para quem respondeu cozinhar	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo	

12b– Para quem respondeu lavar	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo	

12c– Para quem respondeu secar	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	

Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo	

12d – Para quem respondeu passar	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo	

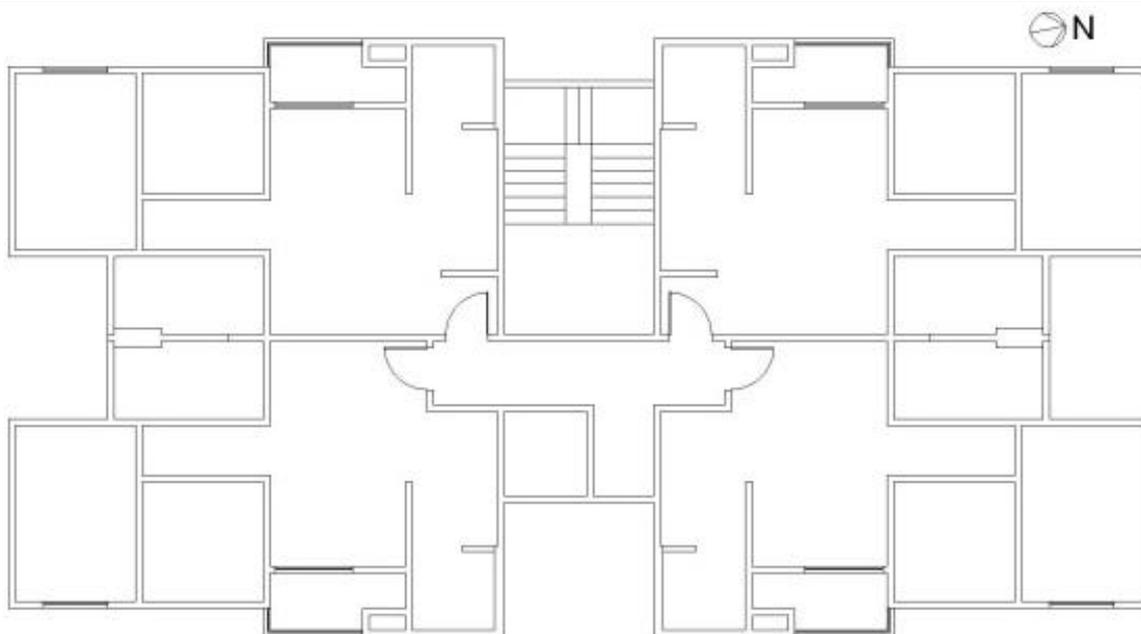
12e – Para quem respondeu outra	
Eu não ligo a luz artificial	
Eu ligo a luz artificial quando está nublado/chuvoso	
Eu ligo a luz artificial quando o céu está muito claro (reflexo) e eu preciso fechar a cortina	
Eu ligo a luz artificial pois os raios solares incidem diretamente no ambiente e eu fecho a cortina	
Eu ligo a luz artificial por hábito, sem motivo	

	Dormitório maior	Dormitório menor	Sala estar/Jantar	Cozinha
13 – Qual o cômodo em que você permanece a maior parte do seu tempo durante o dia?				

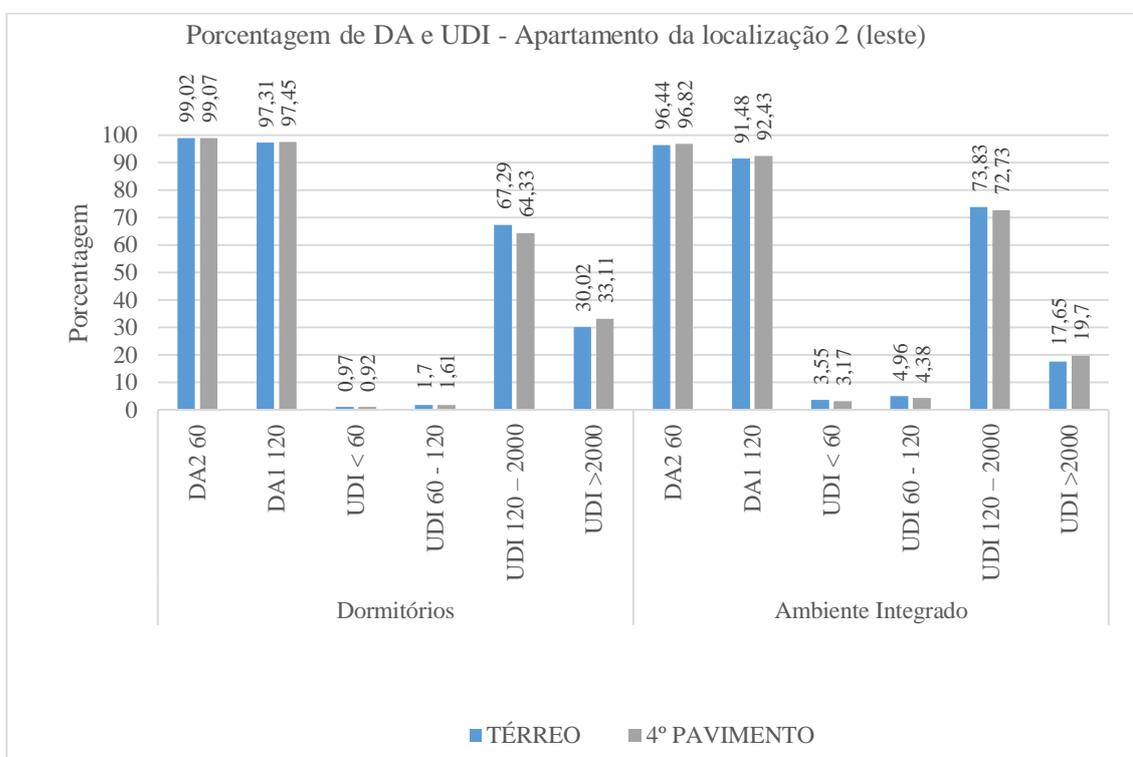
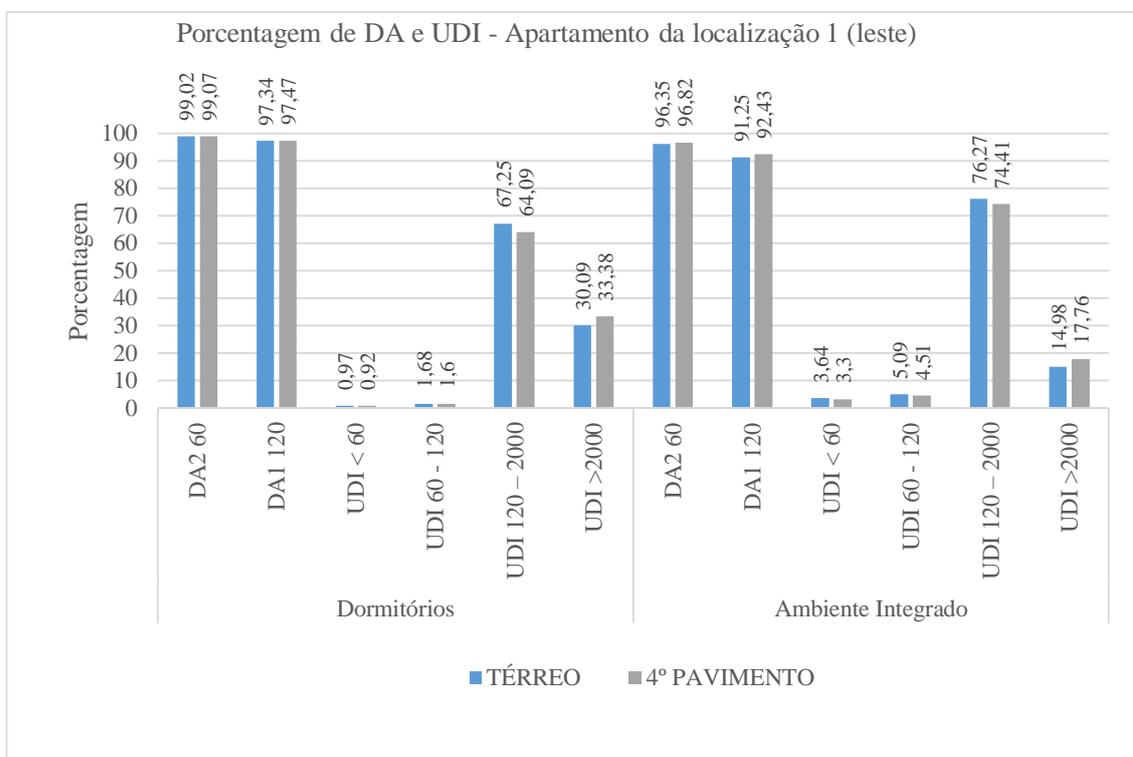
14 – Você possui cortinas nas janelas/portas dos cômodos do apartamento?
Sala de Estar/Jantar () Não () Sim. Qual? () Persiana horizontal () Per. Vertical () Blackout () Outra. Qual?
Dormitório maior () Não () Sim. Qual? () Persiana horizontal () Per. Vertical () Blackout () Outra. Qual?
Dormitório menor () Não () Sim. Qual? () Persiana horizontal () Per. Vertical () Blackout () Outra. Qual?
Cozinha () Não () Sim. Qual? () Persiana horizontal () Per. Vertical () Blackout () Outra. Qual?

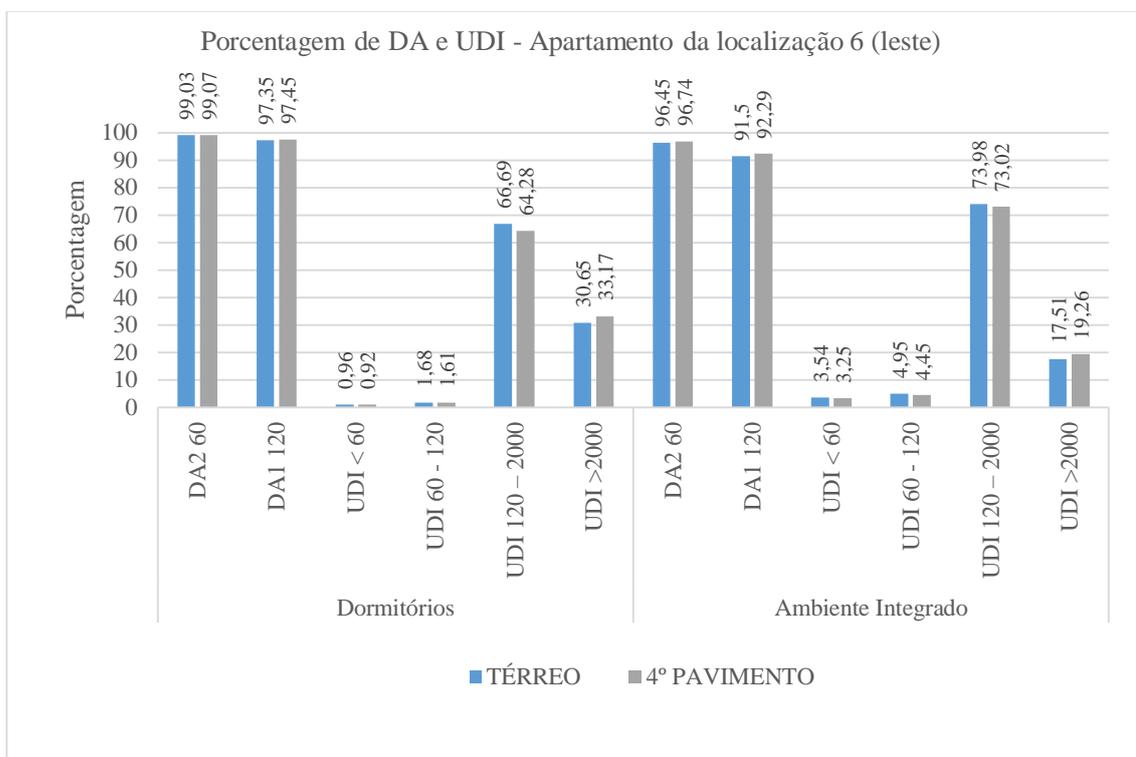
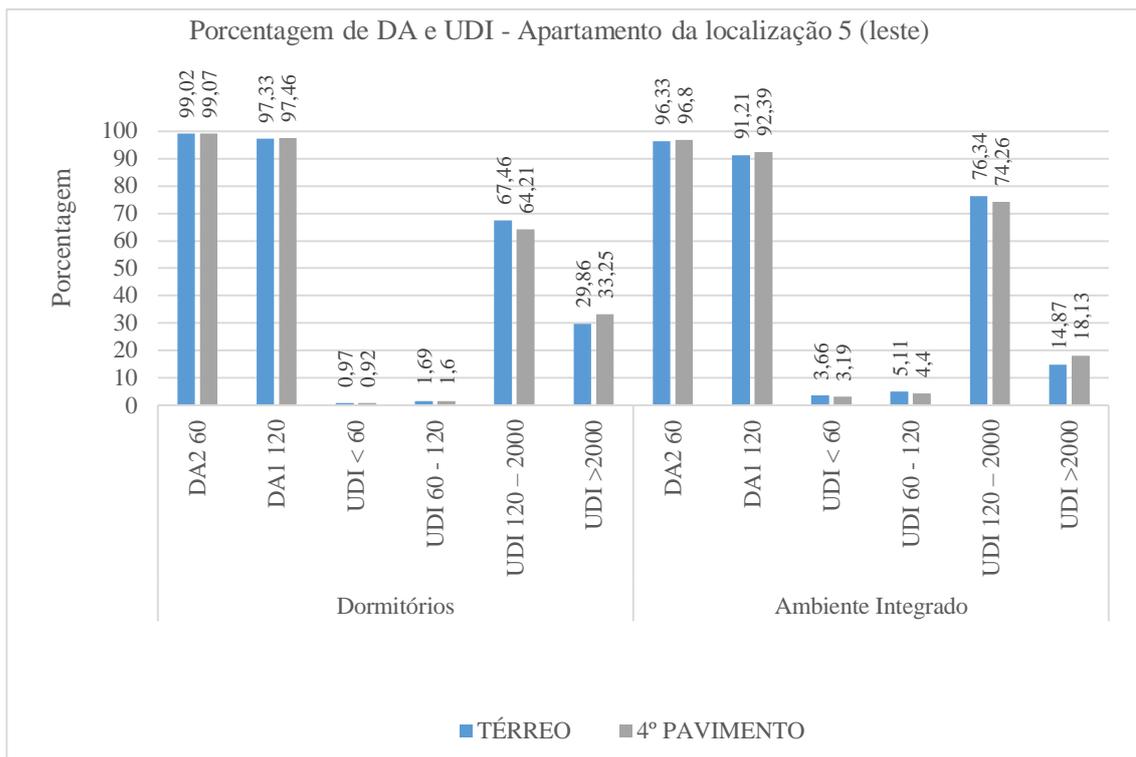
15 – Por quê você tem cortina?	Sala de Estar/Jantar	Dormitórios	Cozinha
Privacidade	() sim () não	() sim () não	() sim () não
Os raios solares incidem diretamente dentro do compartimento	() sim () não	() sim () não	() sim () não
Decoração	() sim () não	() sim () não	() sim () não
Outro, descrever.	() sim () não	() sim () não	() sim () não

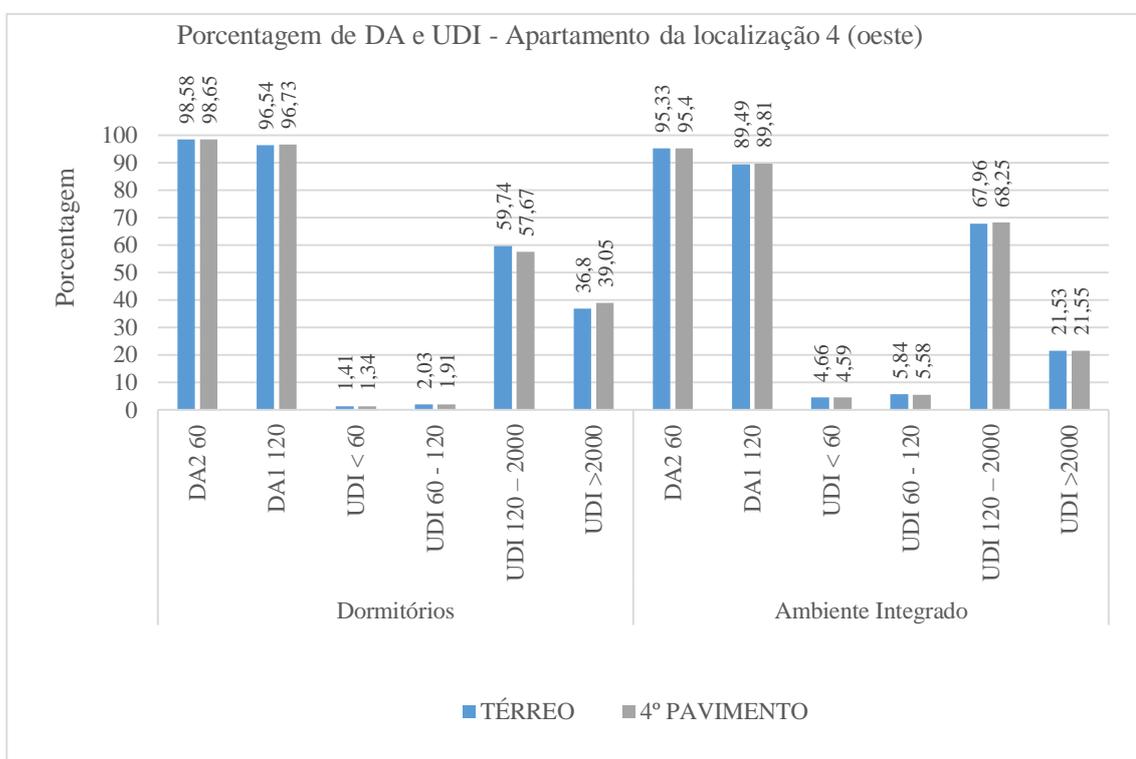
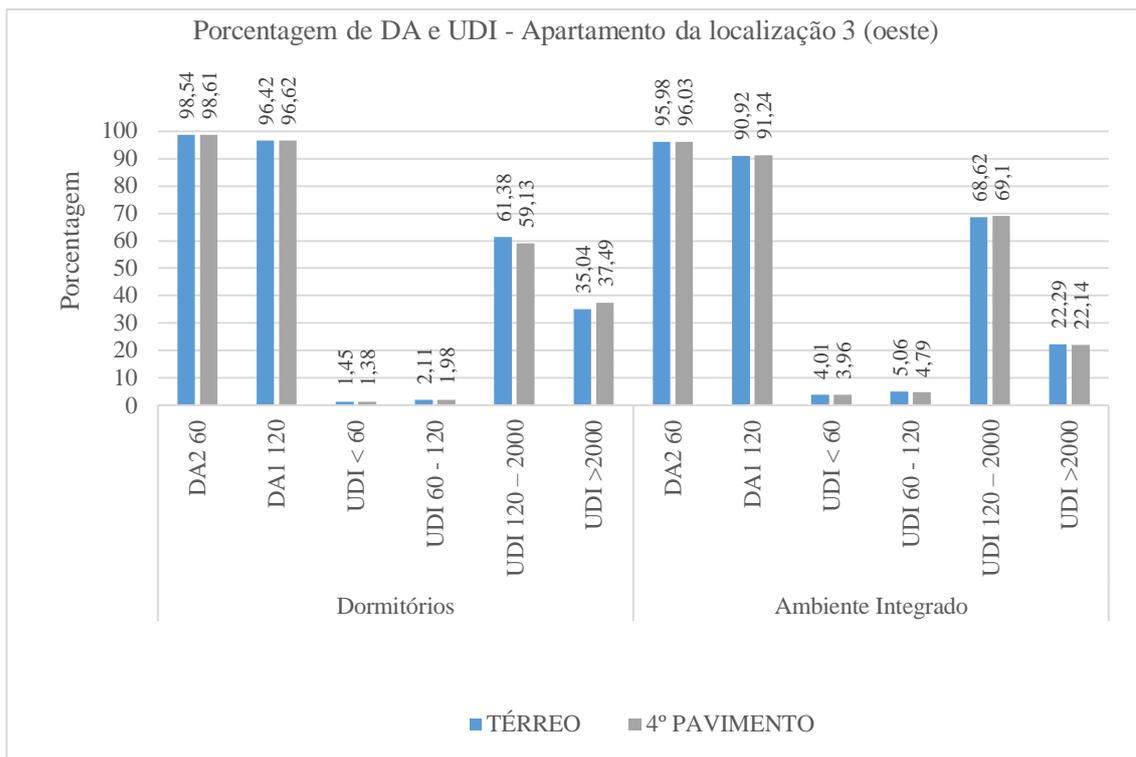
	Não	Sim, qual a atividade, qual o período e em qual compartimento?
16 – Você exerce alguma atividade profissional durante o dia na sua residência? Indique a posição no ambiente em que você exerce essa atividade.		<input type="checkbox"/> manhã <input type="checkbox"/> tarde

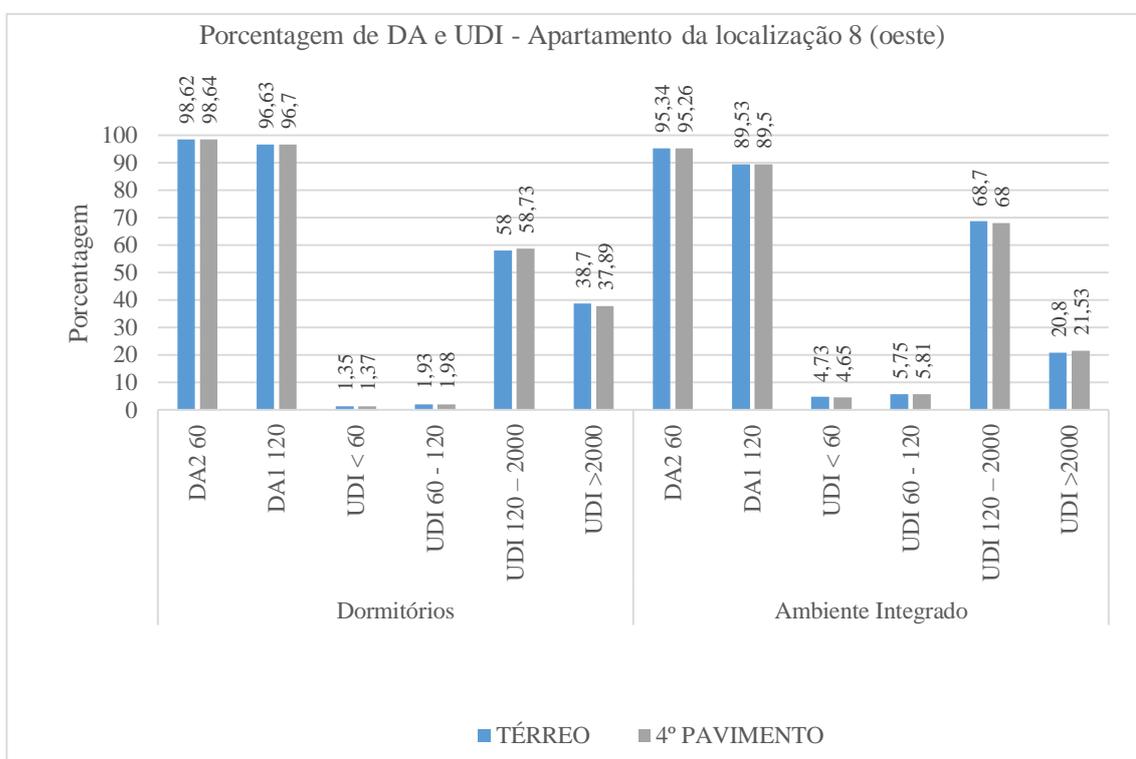
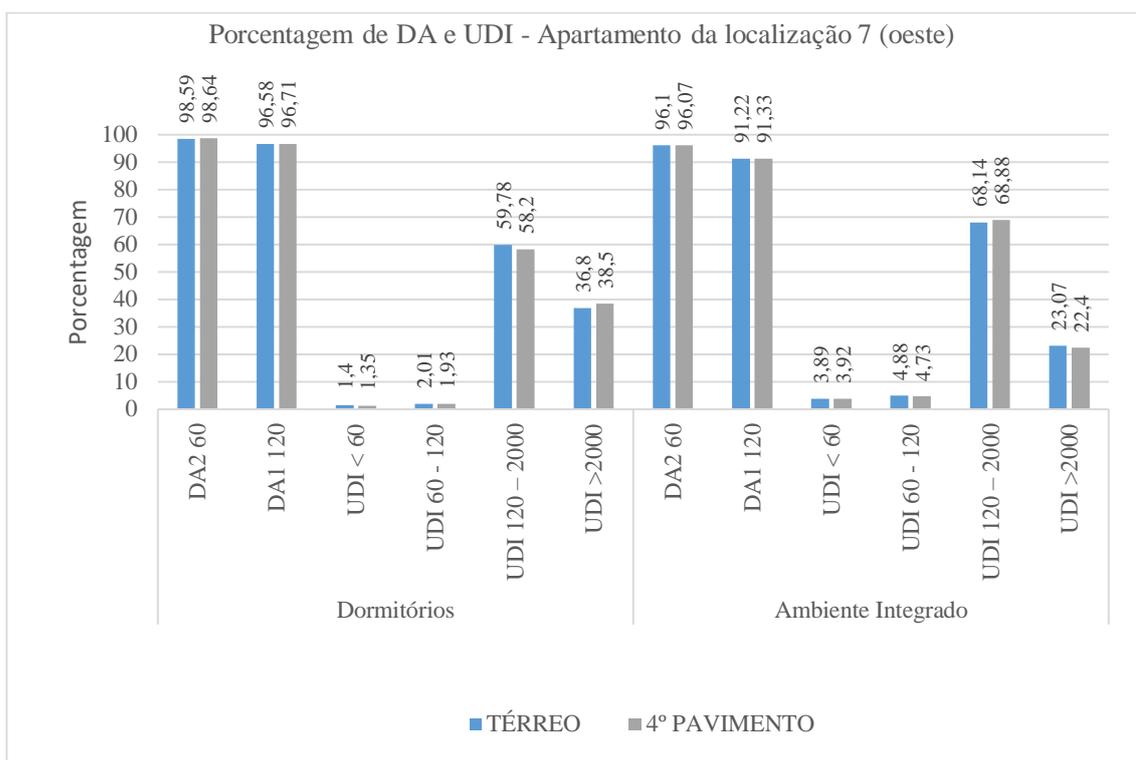


APÊNDICE E – GRÁFICOS COM PORCENTAGENS DE DA E UDI









APÊNDICE F – PLANTAS COM PORCENTAGENS DE DA E UDI

