XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL ATRAVÉS DA PERSPECTIVA DO USUÁRIO – CONJUNTO RESIDENCIAL VIDEIRAS, SANTA MARIA, RS

Liliana Martins Techio (1); Giane de Campos Grigoletti (2); Anderson Claro (3); Bruna Zambonato (4)

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia Civil, lilianatechio@hotmail.com, (55) 98412-1478
(2) Dr.ª, Professora no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, ggrigoletti@gmail.com, (55) 99686-8576
(3) Dr., Professor na Universidade Federal de Santa Catarina, claro.ander@gmail.com, (48) 99601-0877
(4) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, bruzambo@hotmail.com, (55) 99662-7716

RESUMO

Este trabalho apresenta a avaliação das condições da iluminação natural nas unidades habitacionais (UH) do Conjunto Residencial Videiras, empreendimento multifamiliar de habitação de interesse social (HIS), situado em Santa Maria, RS, construído com recursos do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), com foco nos usuários. O objetivo deste artigo é apresentar possíveis melhorias para o estudo de caso e diretrizes para futuros projetos semelhantes, com base nos níveis de satisfação dos usuários com relação à disponibilidade de luz natural (LN) no interior de suas UH. A metodologia empregada envolveu a aplicação de questionários entre os usuários e a utilização de fichas técnicas para o levantamento dos ambientes principais das UH. Das 420 unidades do conjunto, 89 compuseram a amostra. Foi realizada uma análise estatística dos dados a partir do modelo logito de razão contínua para definir as características físicas de maior influência nos níveis de satisfação dos usuários. A grande maioria dos respondentes se mostrou satisfeita com a iluminação natural de suas UH. A satisfação tende a aumentar entre os moradores do quarto pavimento e onde foram adotadas cores claras no mobiliário, revelando as influências do entorno nos demais pavimentos e dos índices de reflexão das superfícies internas. Foram detectadas atividades que exigem maior acuidade visual quando comparadas àquelas usualmente desenvolvidas em ambientes residenciais, mostrando que as normativas e projetistas devem considerar os diferentes usos e a realidade das HIS. De forma geral, o estudo contribuiu com informações acerca do processo de avaliação do desempenho da luz natural de HIS, com o intuito de qualificar o processo de produção das HIS e proporcionar melhor qualidade de vida aos usuários.
Palavras-chave: iluminação natural, habitação de interesse social, níveis de satisfação do usuário.

ABSTRACT

The present work shows the evaluation of natural lighting conditions of housing units (UH) of the Videiras Residential Complex, a social multi-family housing (HIS) project in Santa Maria, RS, built through the Governmental Program Minha Casa, Minha (PMCMV) Vida, focusing on the user's needs. This paper aims to present the possible improvements to the case study and new guidelines for future projects, based on the obtained results from occupant's satisfaction levels related to the natural lighting in their UH. A questionnaire survey was conducted involving 89 of the 420 UH from the residential complex. Technical information was collected from the UH main rooms. Statistical analysis was carried out from the continuation-ratio logits model, allowing to define which physical characteristics presented higher influence on occupant's satisfaction levels. Most of the occupants were satisfied with the natural lighting of their UH. The satisfaction tends to increase between occupants of the fourth pavement and in the UH with light colour furniture, showing the influence of surrounding on other pavements and the influence of surface reflection. It was detected activities that require greater visual acuity when compared to those usually developed in residential environments, showing that the norms and designers must consider the different uses and the reality of HIS. Generally, the study contributes with information about the process of natural light efficiency evaluation for HIS, aiming to qualify the production process of social housing and provide better life quality for occupants.

Keywords: Natural lighting. Social housing. Satisfaction levels.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem vivenciado, nos últimos anos, um aumento considerável no número de construções destinadas à população de baixa renda, graças aos programas de concessão de crédito para construção de moradias, numa tentativa de reduzir o acentuado déficit habitacional do país. As UH do PMCMV representam 70% do mercado imobiliário brasileiro, além de 65% das construções (GOVERNO DO BRASIL, 2018). Possuem, em sua maioria, características padronizadas, que não contemplam plenamente as necessidades de cada perfil familiar (VILLA et al., 2015, 2016). Um estudo do Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União mostra que 56,4% das UH das faixas 2 e 3 do PMCMV apresentam falhas (VAZ, 2017). Investigar os níveis de satisfação após determinado tempo de uso possibilita descobrir se as construções satisfazem o conforto dos usuários e gera subsídios para propor melhorias no estudo de caso e em futuros projetos semelhantes. O aproveitamento da luz natural possibilita a melhoria dessas construções, contribuindo para o conforto visual.

A adequada distribuição da luminosidade, controle do ofuscamento e dos níveis de iluminância da luz natural apresenta benefícios psicológicos e fisiológicos para os usuários, contribuindo para o bem-estar e produtividade (BAKER et al, 1993). Outro aspecto positivo é a economia de energia, pela redução do uso de iluminação artificial (YU; SU, 2015). A implantação e orientação solar da edificação, o sombreamento do entorno, a geometria dos ambientes, refletância das superfícies internas, geometria e disposição de aberturas são características construtivas determinantes para aproveitamento da luz natural (DABE; ADANE, 2018). A inclusão de tais aspectos nas fases iniciais de projeto, considerando as especificidades de cada projeto, tem baixo custo e resultam em significativos benefícios ao longo do uso das edificações (MATOS; SCARAZZATO, 2017).

É essencial descobrir as necessidades específicas de cada habitação, o que só é possível através da participação dos usuários. Por outro lado, são poucos os momentos em que esses indivíduos participam do processo de avaliação dos programas sociais. Uma forma de promover essa participação é através de ferramentas de Avaliação Pós-Ocupação (APO). Dentre os métodos de APO abordados neste trabalho, destacam-se a coleta de informações por meio de pessoas-chave, a aplicação de questionários entre os usuários e a realização de vistorias e levantamentos por meio de fichas técnicas e registros fotográficos.

Dessa forma, é possível apontar erros e acertos do sistema de iluminação de edificações reais e entender se os parâmetros mínimos utilizados estão sendo suficientes para garantir o conforto e a qualidade de vida dos usuários. A partir dos dados obtidos, cria-se a possibilidade de aprimorar os produtos entregues e, consequentemente, produzir moradias de melhor qualidade. Para Moreira et al. (2015), isso permite aproximar-se da realidade vivenciada nos empreendimentos e incorporar a participação cidadã dos indivíduos no processo de avaliação dos programas. O estudo apresentado neste artigo faz parte de um estudo mais amplo em que foram feitas simulações computacionais com o Programa APOLUX a fim de avaliar, concomitante, a disponibilidade de iluminação natural usando Daylight Autonomy (DA) e Useful Daylight Illuminances (UDI).

2. OBJETIVO

Propor melhorias nas condições de iluminação natural das unidades habitacionais (UH) do Conjunto Residencial Videiras (CRV) e novas diretrizes para futuros projetos semelhantes, através dos resultados parciais obtidos com a captação dos níveis de satisfação dos usuários neste quesito.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos são baseados na definição e levantamento arquitetônico do estudo de caso, aplicação de questionários com moradores do CRV sobre o nível de satisfação com a iluminação natural das UH, combinada com o levantamento de características físicas que pudessem influenciar nesses níveis de satisfação. Por fim, a partir da análise dos resultados dos levantamentos foram propostas diretrizes que pudessem trazer melhorias para o CRV e para projetos futuros.

3.1. Fundamentação e Definição do Estudo de Caso

A primeira etapa da metodologia está diretamente relacionada ao desenvolvimento das bases que dão suporte à pesquisa. Foi realizada uma busca por possíveis objetos de estudo localizados na cidade de Santa Maria que se enquadrassem nas características pretendidas pelo estudo. Foi selecionado o CRV, na época, único conjunto habitacional de edificações multifamiliares pertencente ao PMCMV. Foram escolhidas as seguintes ferramentas técnicas para coleta de dados: contato com pessoas-chave, questionários para os usuários e levantamentos através de fichas técnicas e registros fotográficos.

Realizaram-se os primeiros contatos, que tiveram o intuito de afirmar a viabilidade da pesquisa, onde foi possível aproximar-se da realidade vivenciada, utilizando-se de métodos de observação, contato com pessoas-chave e levantamento fotográfico. Foram expostos os objetivos e as características do estudo e foi assinada uma Autorização Institucional permitindo a realização da pesquisa. O projeto arquitetônico e demais documentos relativos ao CRV foram levantados no acervo de projetos da Prefeitura Municipal de Santa Maria, onde foi possível consultar as vias físicas de todo o material, que é de acesso público.

O empreendimento conta com 420 apartamentos distribuídos em vinte blocos e é formado por edifícios de cinco pavimentos que estão organizados em quatro eixos lineares no sentido Noroeste-Sudeste. Os prédios apresentam plantas de pavimento tipo e solução arquitetônica em formato de H, com quatro apartamentos por andar. O pé direito é o mesmo nos cinco pavimentos (2,51 metros), e o programa arquitetônico de todos os apartamentos é formado por dois dormitórios, banheiro, sala, circulação, cozinha e área de serviço integradas, totalizando uma área útil interna de 40,54 m² por UH. A Figura 1 mostra as plantas do projeto arquitetônico e registros fotográficos do CRV. Conhecendo a população do estudo (420 UH), foi possível realizar o cálculo amostral, considerado um erro de até 10%, chegando a uma amostra mínima de 79 UH.

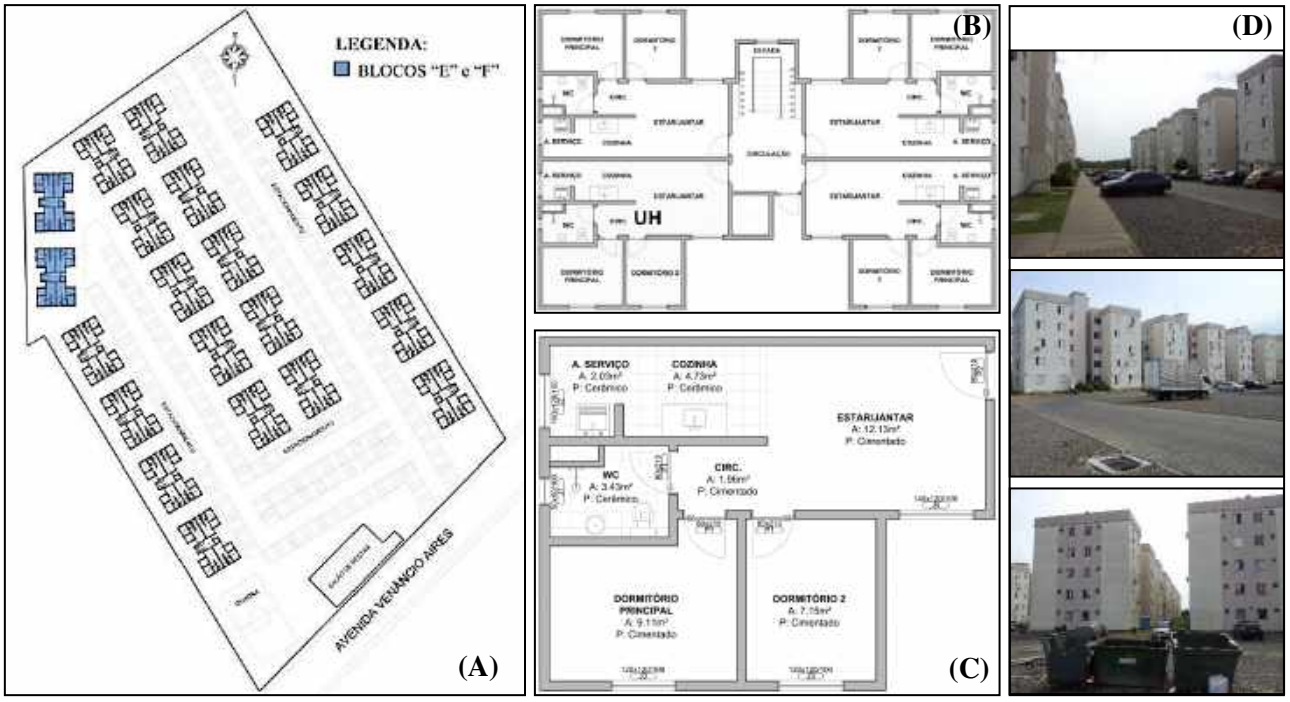


Figura 1 – Plantas e imagens do CRV: (A) Implantação do CRV; (B) Planta dos pavimentos tipo; (C) Solução adotada para as UH do CRV; (D) Imagens do CRV.

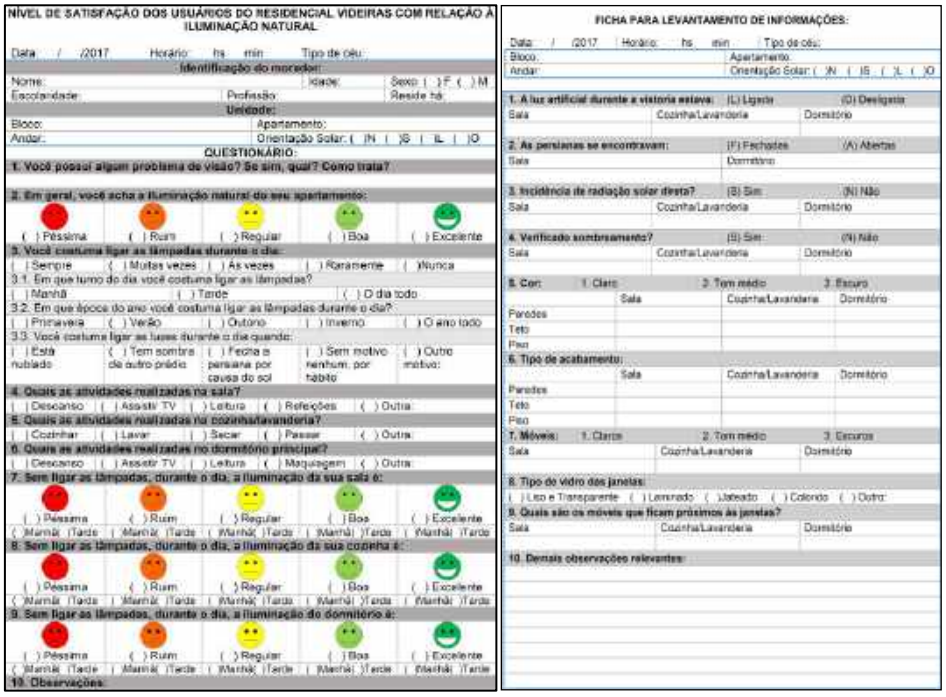
3.2. Questionários e Fichas Técnicas

Com a amostra determinada, foram escolhidos os instrumentos de coleta de dados – questionários e fichas técnicas. Foi estruturado o roteiro a ser seguido e realizado um método preliminar chamado pré-teste, ou seja, uma aplicação piloto entre os moradores dos blocos E e F do próprio CRV, em destaque na Figura (A), permitindo realizar melhorias na metodologia para posteriormente ser efetivamente aplicada. Foram escolhidos esses dois blocos por possuírem uma implantação, com relação à orientação solar, diferente dos demais que constituem o conjunto. Ambos ficaram fora da coleta e avaliação final. Optou-se pela presença do pesquisador durante a aplicação porque ela possibilita captar informações de, praticamente, qualquer tipo de respondente – analfabetos, crianças, adolescentes, idosos – o que não ocorre quando os questionários são enviados ou deixados com os participantes para que respondam sozinhos (REA; PARKER, 2002).

O CRV foi concluído em outubro de 2011. Como esta etapa da pesquisa se desenvolveu no segundo semestre de 2017, os moradores, salvo raras exceções, já estavam vivendo há, no mínimo, cinco anos em seus apartamentos. Portanto, tempo suficiente para que já tivessem um conjunto de impressões formadas sobre a iluminação natural das suas UH, pois já acompanharam as variações do clima, entorno e vivenciaram a disponibilidade dessa fonte de luz durante todas as épocas do ano. A atuação dos participantes foi como colaboradores voluntários, e a aplicação dos questionários ocorreu na UH de cada respondente. Todos os respondentes tiveram que assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar do estudo. Durante a aplicação, foram observadas e registradas com fotografias as condições do céu, classificado segundo as definições da NBR 15215 (2005), de acordo com a porcentagem de nuvens existente:

céu claro quando apresentou entre 0 e 35% de nuvens; céu parcialmente encoberto entre 35 e 75% de nuvens; e céu encoberto entre 75 a 100% de nuvens (MANSILHA, 2013).

Conforme é possível verificar na Figura , os questionários e fichas se basearam em avaliações da UH como um todo e em três ambientes principais: dormitório principal, sala, cozinha e lavanderia. Foram levantadas as atividades desenvolvidas em cada ambiente, observando a existência de alguma que pudesse fugir ao padrão de atividades encontradas em ambientes residenciais. No caso da ocorrência de atividades que exijam maior acuidade visual, é importante a recomendação de níveis mais altos de iluminamento. Também se investigou o padrão de uso da luz artificial durante o dia, a frequência que é acionada pelos usuários, em que turno e época do ano e os principais motivos que os levam a utilizar deste artifício.


NÍVEL DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DO RESIDENCIAL VIDEIRAS COM RELAÇÃO À ILUMINAÇÃO NATURAL

Data: / /2017 Horário: hs min Tipo de céu:

Identificação do morador:

Nome: Idade: Sexo: ( ) F ( ) M

Escolaridade: Profissão: Reside há:

Unidade:

Bloco: Apartamento:

Andar: Orientação Solar: ( )N ( )S ( )L ( )O

QUESTIONÁRIO:

1. Você possui algum problema de visão? Se sim, qual? Como trata?

2. Em geral, você acha a iluminação natural do seu apartamento:

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Excelente

3. Você costuma ligar as lâmpadas durante o dia:

( ) Sempre ( ) Muitas vezes ( ) Às vezes ( ) Raramente ( )Nunca

3.1. Em que turno do dia você costuma ligar as lâmpadas?

( ) Manhã ( ) Tarde ( ) O dia todo

3.2. Em que época do ano você costuma ligar as lâmpadas durante o dia?

( ) Primavera ( ) Verão ( ) Outono ( ) Inverno ( ) O ano todo

3.3. Você costuma ligar as luzes durante o dia quando:

( ) Está nublado | ( ) Tem sombra de outro prédio | ( ) Fecha a persiana por causa do sol | ( ) Sem motivo nenhum, por hábito | ( ) Outro motivo:

4. Quais as atividades realizadas na sala?

( ) Descanso ( ) Assistir TV ( ) Leitura ( ) Refeições ( ) Outra:

5. Quais as atividades realizadas na cozinha/lavanderia?

( ) Cozinhar ( ) Lavar ( ) Secar ( ) Passar ( ) Outra:

6. Quais as atividades realizadas no dormitório principal?

( ) Descanso ( ) Assistir TV ( ) Leitura ( ) Maquiagem ( ) Outra:

7. Sem ligar as lâmpadas, durante o dia, a iluminação da sua sala é:

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Excelente

( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde

8. Sem ligar as lâmpadas, durante o dia, a iluminação da sua cozinha é:

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Excelente

( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde

9. Sem ligar as lâmpadas, durante o dia, a iluminação do dormitório é:

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Excelente

( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde | ( )Manhã ( )Tarde

10. Observações:

FICHA PARA LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES:

Data: / /2017 Horário: hs min Tipo de céu:

Bloco: Apartamento:

Andar: Orientação Solar: ( )N ( )S ( )L ( )O

1. A luz artificial durante a vistoria estava: (L) Ligada (D) Desligada

Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

2. As persianas se encontravam: (F) Fechadas (A) Abertas

Sala | Dormitório

3. Incidência de radiação solar direta? (S) Sim (N) Não

Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

4. Verificado sombreamento? (S) Sim (N) Não

Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

5. Cor: 1. Claro 2. Tom médio 3. Escuro

| | Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

Paredes

Teto

Piso

6. Tipo de acabamento:

| | Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

Paredes

Teto

Piso

7. Móveis: 1. Claros 2. Tom médio 3. Escuros

Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

8. Tipo de vidro das janelas:

( ) Liso e Transparente ( ) Laminado ( )Jateado ( ) Colorido ( ) Outro:

9. Quais são os móveis que ficam próximos às janelas?

Sala | Cozinha/Lavanderia | Dormitório

10. Demais observações relevantes:

Figura 2 – Modelo de questionário e ficha de levantamento utilizados.

As dimensões da percepção subjetiva dos usuários foram mensuradas, em sua maioria, em uma escala de cinco pontos, que vai de péssima a excelente. As respostas encontradas nos questionários possibilitaram avaliar o nível de satisfação dos moradores do CRV com relação à iluminação natural de sua UH como um todo, e também, especificamente, com relação a cada ambiente analisado (dormitório principal, sala e cozinha/lavanderia). Para cada ambiente, houve resultados de satisfação para o turno da manhã e da tarde, o que permitiu a análise das variações da iluminação natural de acordo com o passar do dia.

Segundo Vargas (2009) a percepção da iluminação está ligada com a acuidade visual, a sensibilidade e percepção e a eficiência visual do usuário. Por esse motivo, optou-se por investigar a existência de usuários com algum problema de visão não corrigido, que pudesse interferir na percepção visual da luz natural ou explicar a ocorrência de algum ponto fora da curva de tendência. Esse momento também foi aproveitado para registrar características internas e detectar fatores que poderiam influenciar nos níveis de satisfação, como: orientação solar e posição da unidade no andar, cores das superfícies, tipos de acabamentos e características do mobiliário. Os tons das superfícies no interior das UH foram classificados como: claro, médio e escuro. A identificação das tonalidades foi feita a partir de análise visual do entrevistador.

Foi realizado um cruzamento de informações a fim de descobrir quais variáveis influenciaram no nível de satisfação dos usuários. Para o aprofundamento desta análise, foi desenvolvido um modelo probabilístico com base no delineamento amostral, denominado Modelo Logito de Razão Contínua, realizado a partir do *software* R[1] versão 3.4.3. O modelo teve como variável resposta o nível de satisfação com relação à LN das UH do CRV e como variáveis explicativas: a existência ou não de problema de visão entre os usuários, as tonalidades de cores dos móveis nos ambientes analisados, a orientação solar e o pavimento das UH. Para padrão de referência, foi considerado um apartamento localizado ao Norte, no pavimento térreo, possuindo móveis com tonalidades claras e pressupondo um usuário sem problema de visão. A partir desses parâmetros,

[1] Versão pública disponível em: http://cran-r.c3sl.ufpr.br/.

foram verificadas as influências das demais variáveis presentes no modelo, podendo contribuir positivamente (melhorando o nível de satisfação) ou negativamente (piorando o nível de satisfação). Também foram identificadas as características que, estatisticamente, não influenciaram nos níveis obtidos. Ao se constatar os fatores mais relevantes, foi possível entender o comportamento da LN sob a ótica dos usuários e definir estratégias para melhorar o seu desempenho no interior das UH.

3.3. Proposição de Diretrizes

Foram considerados os aspectos positivos que podem ser replicados em novas edificações e projetos, além dos aspectos negativos, que permitiram a proposição de possíveis ações que poderiam ser tomadas em busca de melhores resultados sob o ponto de vista do conforto visual e qualidade de vida dos usuários, consumo de energia e eficiência energética das edificações.

4. RESULTADOS

A aplicação de questionários e levantamento de características físicas das unidades habitacionais foi realizada em três dias de aplicação, de setembro a outubro de 2017, abrangendo dois turnos de iluminação natural, na manhã entre 8:25 e 11:30 e à tarde entre 13:00 e 17:45. A pesquisa de campo envolveu um total de 15 blocos e 89 UH vistoriadas. O céu estava claro em 34% do tempo, parcialmente encoberto em 58% e encoberto em 8%. Devido às condições de céu durante os levantamentos, não foi possível a coleta de dados momentâneos de influência da radiação solar direta ou sombreamento causado pelo entorno.

4.1. Composição da amostra

As UH que participaram da coleta são bem distribuídas em relação aos cinco pavimentos das edificações e à orientação solar. O pavimento com maior número de UH participantes foi o térreo, com 23, e os pavimentos com menor participação foram o 3º e 4º pavimentos, com 14 e 15 UH participantes respectivamente. Quanto à orientação solar, houve maior participação de unidades a oeste, com 24 UH, e menor participação a norte, com 19 UH. Dentre os moradores respondentes, a média de idade foi de 48 anos, sendo 82% do sexo feminino e 18% do sexo masculino. Os moradores residiam no CRV, em média, há 5 anos no CRV. Dos entrevistados, 56% apresentaram algum problema de visão, o que poderia interferir na avaliação da LN pelos usuários. Entretanto, não foi possível estabelecer uma ligação direta da sensação de conforto com a limitação visual enfrentada, visto que, pela pouca instrução, grande parte dos participantes não soube denominar a deficiência visual que possuía, impossibilitando catalogar essa informação.

Em relação à tonalidade das cores presentes nos ambientes vistoriados, predominaram superfícies de tons claros e médios, como é possível visualizar na Tabela 1 que segue.

Tabela 1 – Tonalidades das cores internas.

Ambiente	Superfície	Clara		Média		Escura	
Sala	Parede	74	83%	14	16%	1	1%
	Teto	86	97%	3	3%	0	0%
	Piso	61	69%	20	22%	8	9%
	Móveis	11	12%	62	70%	16	18%
Cozinha/Lavanderia	Parede	76	85%	11	12%	2	2%
	Teto	86	97%	2	2%	1	1%
	Piso	81	91%	5	6%	3	3%
	Móveis	62	70%	24	27%	3	3%
Dormitório Principal	Parede	80	90%	9	10%	0	0%
	Teto	86	97%	3	3%	0	0%
	Piso	60	67%	20	22%	9	10%
	Móveis	21	23%	62	70%	6	7%

O mobiliário das salas e dormitórios apresentou tonalidade média em 70% das UH vistoriadas, enquanto nas cozinhas/lavanderias, 70% dos móveis eram claros. Em 18% das salas foram encontrados móveis com tons escuros. Um dado que se repetiu na grande maioria das unidades vistoriadas é o teto na cor branca original, em 86 das 89 UH, representando 97% da amostra. O piso era em maioria claro, mas detectou-se uma porcentagem significativa de pisos escuros nos dormitórios e salas, respectivamente 10% e 9%. As paredes também se mostraram predominantemente claras (mais de 80% dos ambientes). Algumas UH não sofreram alterações nos revestimentos internos originais, mantendo paredes brancas, piso de cimento polido na sala e dormitórios e piso cerâmico cinza claro na cozinha/lavanderia.

4.2. Atividades desenvolvidas nos ambientes analisados

Foram investigadas as atividades realizadas em cada um dos ambientes analisados. Apesar de a cozinha/lavanderia estarem integradas com a sala, optou-se por avaliá-los separadamente nos questionários, visto que estes espaços normalmente apresentam usos distintos. O dormitório teve uso principal para descanso (100%), seguido por assistir televisão (54%). Também houve relatos de uso do cômodo para atividades que exigem maiores níveis de iluminância como leitura (34%), maquiagem (18%), e outras atividades menos recorrentes como fazer crochê, costurar e passar, que somaram juntas 13% da amostra. As atividades realizadas na sala são assistir televisão (88%), realizar refeições (87%) e descanso (61% da amostra). Das atividades que exigem maiores níveis de iluminância, percebe-se que é numerosa a quantidade de usuários que destinam esse espaço para a leitura (44%), além de outras atividades especiais - costura, crochê, usar computador, passar, cozinhar, maquiagem e comércio – mencionadas em 27UH, ou 30% da amostra. O ambiente formado pela cozinha e lavanderia apresentou atividades usualmente desempenhadas em edificações residenciais, como cozinhar e lavar (quase 100% da amostra), seguidas por secar e passar (58 e 11%, respectivamente).

Observou-se a multifuncionalidade de alguns ambientes. A sala e dormitório principal se mostraram palco de diversas tarefas excêntricas a esses locais – costurar, fazer crochê, passar roupas, ler, cozinhar – as quais exigem maiores níveis de iluminância para que possam ser executadas sem esforço e sem prejuízos ao conforto visual dos usuários. Entretanto, as normativas e regulamentos vigentes, tais como a NBR 15575 (ABNT, 2013) e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (BRASIL, 2012), não fazem menção a esse tipo de tarefas em ambientes residenciais. Muitas dessas tarefas geram renda para a família e podem ser consideradas laborais.

4.3. Níveis de satisfação dos usuários

A satisfação dos usuários foi, em grande maioria, positiva. Dos participantes, 84% classificaram a LN como boa ou excelente e 16% como regular, ruim ou péssima. Quanto à posição das UH com usuários insatisfeitos, 35% eram do 2º pavimento, 29% de unidades térreas e 22% do último pavimento, caindo para 14% no 3º pavimento e nenhum relato de insatisfação no 4º pavimento. Este resultado indica desconforto pela falta ou excesso de luz em determinados momentos do dia e denota relação com a posição das UH nos pavimentos. A Figura mostra os níveis de satisfação coletados:

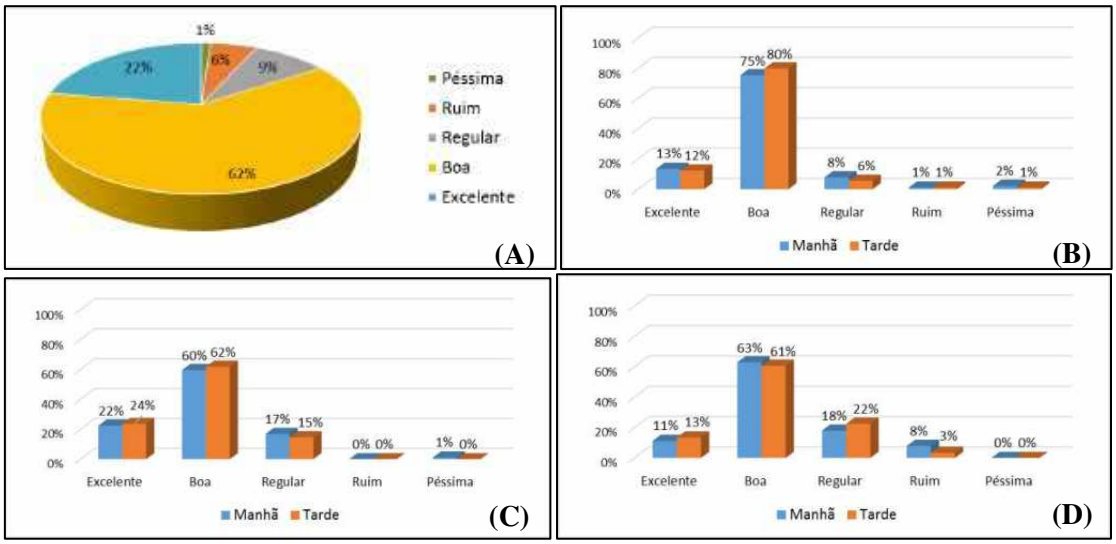


Figura 3: Satisfação dos usuários com a disponibilidade de LN: (A) UH como um todo; (B) dormitório principal; (C) sala; (D) cozinha/lavanderia.

Para o dormitório principal, em torno de 90% dos participantes consideraram a LN boa ou excelente no turno da manhã e da tarde. Houve poucas classificações da iluminação natural como regular, ruim ou péssima (10%). Ao analisar o posicionamento solar para os dormitórios com usuários insatisfeitos, não houve relação entre essas duas variáveis. Em relação à sala, não foram detectadas grandes diferenças entre os dois turnos investigados. A grande maioria das respostas foi positiva, já que 82% tiveram classificação excelente ou boa no turno da manhã e 86% durante a tarde. Aproximadamente 16% dos usuários classificaram a LN da sala como regular e apenas um morador classificou como péssima pela parte da manhã. Por fim, o ambiente da cozinha e lavanderia também teve respostas positivas para os dois turnos, com 74% de classificação excelente ou boa. Apesar dos altos índices de satisfação, foi o ambiente com maior índice de insatisfeitos (em torno de

25% avaliaram como regular ou ruim). Considerando-se que tarefas do cotidiano doméstico são desenvolvidas na cozinha e lavanderia, sugere-se que, em algumas unidades do CRV, o desempenho da iluminação natural poderia ser aprimorado a fim de possibilitar melhores condições de conforto aos usuários.

4.4. Uso da iluminação artificial durante o dia

Foi levantado o perfil de uso da luz artificial durante o período do dia nas UH do CRV, conforme é possível verificar na Figura 4 abaixo:

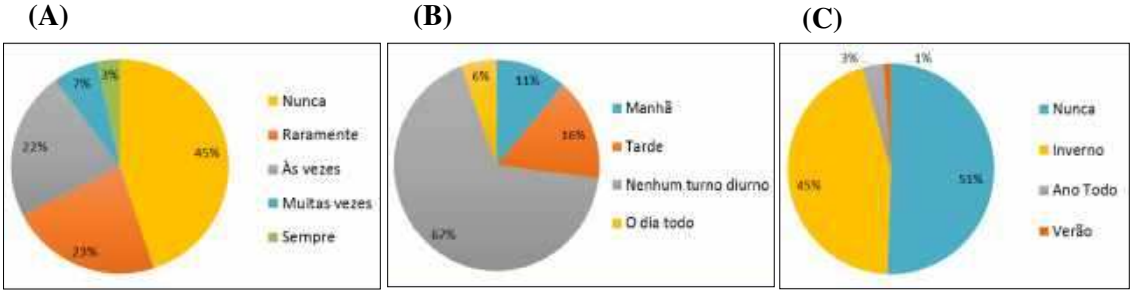


Figura 4: Perfil de uso da luz artificial no período do dia: (A) Frequência que os usuários ligam as luzes durante o dia; (B) Turno do dia em que são ligadas as luzes da UH; (C) Época do ano em que são ligadas as luzes da UH.

De modo geral, 68% dos usuários informaram nunca ou raramente ligar as luzes durante o dia, 22% ligam às vezes e 10% muitas vezes ou sempre durante o dia. Apesar do elevado nível de satisfação dos usuários, é significativo o número de casos em que as luzes são acionadas em algum momento do dia. Durante o período das vistorias, observou-se um total de 10 UH (11% da amostra) com pelo menos uma lâmpada ligada. Segundo os participantes, as luzes costumam ser acesas com maior frequência no turno da tarde (16%) do que no turno da manhã (11%). Quanto à época do ano em que se costuma utilizar iluminação artificial durante o dia, 51% dos moradores não informaram uma época específica e 45% disseram que costumam ligar as luzes no inverno. Novamente, apesar da alta satisfação com a iluminação natural nas UH, quase 50% dos usuários utilizam a iluminação artificial em alguma época do ano durante o dia. Ainda, conforme Figura , foram levantados os motivos que levam ao uso da luz artificial durante o dia:

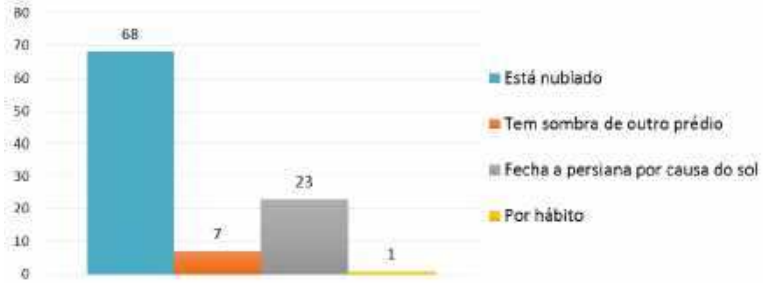


Figura 5: Motivo pelos quais as luzes são ligadas durante o dia.

O motivo mais recorrente entre os usuários é o céu nublado (76%), enquanto 26% disseram utilizar a iluminação artificial quando fecham as persianas ou cortinas em função do sol incidente nas janelas, o que indica a ocorrência de desconforto por ofuscamento nestas UH. Outro motivo citado foi o sombreamento causado pelos outros edifícios, reportado em 7 UH. Dessas, 6 eram térreas e uma no segundo pavimento, indicando a influência do entorno na iluminação interna. Devido a esses dados, foi verificado o atendimento aos afastamentos mínimos exigidos pela Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria (LUOS) (SANTA MARIA, 2009). Observou-se que as edificações do CRV cumprem aos critérios de afastamentos presentes na Lei, porém, isso não impediu a ocorrência de problemas relacionados ao sombreamento.

4.5. Análise das influências no nível de satisfação dos usuários

A Tabela 2 apresenta o resumo do modelo probabilístico estimado para os dados coletados neste trabalho. As variáveis mais significativas estão em destaque (grafite) na tabela. Para as demais é possível estabelecer uma hierarquia de influências, no entanto, por se tratarem de valores não significativos, não é possível obter conclusões precisas.

Tabela 2 – Resumo do modelo logito de razão contínua para o nível de satisfação com a iluminação das UH do CRV.

Variáveis	Estimativa**	Erro padrão	Z valor*	Significância***

Problema de Visão	0.6911	0.4945	1.398	16,22%
Orientação Solar – Sul	0.1841	0.6613	0.278	78,07%
Orientação Solar – Leste	0.8280	0.6995	1.184	23,65%
Orientação Solar – Oeste	0.2127	0.6827	0.312	75,53%
2° Pavimento	0.1593	0.6407	0.249	80,37%
3° Pavimento	0.4655	0.7741	0.601	54,76%
4° Pavimento	3.2562	0.8224	3.959	0,008%
5° Pavimento	0.7270	0.7491	0.971	33,17%
Cor dos móveis da Sala – Médio	-2.2313	0.7918	-2.818	0,48%
Cor dos móveis da Sala – Escuro	-2.2979	0.8757	-2.624	0,87%
Cor dos móveis da Coz./Lav. – Médio	0.2834	0.5228	0.542	58,77%
Cor dos móveis da Coz./Lav. –Escuro	-1.8138	1.2928	-1.403	16,06%
Cor dos móveis do Dormitório P. – Médio	0.2666	0.5432	0.491	62,36%
Cor dos móveis do Dormitório P. – Escuro	-1.1038	0.9344	-1.181	23,75%

*Z valor mede a razão entre a estimativa e seu erro padrão. Quando está perto de ZERO, indica que a estimativa é muito pequena para garantir que o termo cause efeito na resposta. **A estimativa é apresentada em unidades codificadas e representa a alteração na resposta média (o número positivo ou negativo indica a direção da relação entre o termo e a resposta). ***A significância mede a evidência contra a hipótese nula, sendo que probabilidades inferiores fornecem evidências mais fortes (PORTAL MINITAB, 2018).

Considerando as variáveis mais relevantes no modelo, admitindo-se significância de até 5%, tem-se:

a) variável 4º pavimento: as UH localizadas no quarto pavimento, com estimativa positiva de 3.2562 e significância de 0,008%, melhoraram expressivamente os índices de satisfação quando comparadas àquelas posicionadas nos demais pavimentos;

b) variável cor dos móveis da sala – médio: com estimativa negativa de -2.2313 e significância de 0,48%, nas UH habitacionais cujos móveis de sala tinham tonalidade média, houve queda nos níveis de satisfação quando comparados com as que apresentavam móveis claros nesse ambiente; e

c) variável cor dos móveis da sala – escuro: com estimativa de -2.2979 e significância de 0,87%, os usuários se mostraram ainda mais insatisfeitos com a LN nas UH que possuíam móveis da sala escuros.

Admitindo-se níveis de no máximo 25% de significância, se obteve as seguintes variáveis relevantes:

a) variável problema de visão: diferentemente do que se esperava, a amostra detectou que os usuários com problema de visão, com estimativa positiva de 0.6911 e significância de 16,22%, tiveram níveis superiores de satisfação, quando comparados àqueles que não apontaram nenhum problema. Se o problema de visão fosse ligado à fotofobia, por exemplo, se justificaria respostas de conforto ou desconforto com a iluminação existente. Mas não foi possível coletar essa informação durante a aplicação dos questionários.

b) variável orientação solar – leste: com estimativa positiva de 0.8280 e significância de 23,65%, moradores de UH localizadas a Leste, com janelas dos dormitórios principais e sala a Nordeste e da cozinha/lavanderia a Sudeste, apresentaram melhora nos níveis de satisfação comparados aos moradores de apartamentos localizados em outras orientações solares;

c) variável cor dos móveis da cozinha/lavanderia – escuro: com estimativa negativa de -1.8138 e significância de 16,06%, moradores de UH com móveis da cozinha/lavanderia escuros mostraram-se mais insatisfeitos com a LN quando comparados aos de UH com móveis da cozinha claros; e

d) variável cor dos móveis do dormitório principal – escuro: menos relevante para o modelo que os outros ambientes analisados, as cores do dormitório principal, quando escuros, com estimativa negativa de -1.1038 e significância de 23,75% também interferiram negativamente nos níveis de satisfação dos usuários.

Esta análise permitiu identificar os fatores mais relevantes na influência do nível de satisfação e entender o comportamento da LN sob a ótica dos usuários do CRV. Dentre os resultados mais significativos, pode-se supor que UH muito inferiores se tornam menos confortáveis em virtude da falta de luminosidade em determinados momentos do dia, enquanto o contrário ocorre no quinto pavimento, no qual o desconforto deve ocorrer devido excesso de luminosidade. Ainda, revela-se importante a escolha correta das cores no interior dessas habitações, visto que a cor do mobiliário apresentou expressiva influência na forma com que os usuários percebem e classificam a iluminação natural de suas habitações.

4.6. Proposição de diretrizes

De modo geral, os resultados obtidos mostram elevado nível de satisfação dos usuários em relação à LN das UH como um todo e de cada um dos ambientes analisados. Apesar disso, observaram-se alguns aspectos que podem ser otimizados para a melhoria do conforto dos usuários e eficiência do projeto. Os pontos positivos e

negativos identificados serviram de base para a proposição de diretrizes para futuros projetos, algumas possíveis de serem implementadas no CRV, bem como sugestões para normativas:

a) considerar, nas normativas vigentes e durante o projeto, a realidade de uso no interior das UH: os levantamentos mostraram significativa ocorrência de atividades incomuns na sala e no dormitório, que exigem níveis mais elevados de iluminância se comparadas àquelas usualmente desenvolvidas nestes ambientes, como o descanso. Propõe-se que as normativas considerem tais usos e estipulem níveis mínimos de iluminância compatíveis com a realidade das edificações residenciais. No campo projetual, sugere-se que os profissionais estejam a par das necessidades e tipos de atividades desenvolvidas nas UH, especialmente em um contexto de HIS, que caracteriza-se por ambientes compactos e com múltiplas funções. Estudos de APO representam uma forma de aproximação com a realidade dos usuários e possibilitam futuros projetos mais coerentes, reduzindo o uso de iluminação natural e, consequente, aumentando a eficiência energética, o conforto e a economia;

b) rever afastamentos mínimos entre as edificações: apesar de os afastamentos entre edificações do estudo de caso atenderem às exigências mínimas da LUOS do município, a insatisfação de usuários do térreo e segundo pavimento relatada nos questionários evidencia a influência do entorno, devido ao sombreamento nas UH de pavimentos inferiores. Propor-se, então, que sejam aprofundados estudos relativos aos afastamentos entre edificações, para que as normativas atendam plenamente aos padrões atuais de eficiência, oferecendo melhores condições de conforto com reduzido consumo energético;

c) realizar estudos de fachadas – esquadrias e proteções solares: devido aos distintos níveis de satisfação dos usuários segundo o posicionamento das UH nos andares, propõe-se o desenvolvimento de projetos aprofundados, que abordem estudos de fachadas capazes de considerar diferentes dimensões de aberturas de acordo com a disponibilidade de LN em cada pavimento, possibilitando níveis de iluminação adequados e uniformes em todos os andares e orientações. Quanto ao quinto pavimento do CRV, que apresenta insatisfação, provavelmente, pelo excesso de incidência solar, é possível o uso de proteções solares para favorecer uma iluminação natural adequada e confortável. Deve-se considerar o uso de elementos de fachada que amenizem a incidência de insolação direta, e continuem permitindo a entrada da LN. No caso de HIS, o uso de toldos é uma solução econômica para o controle da iluminação natural; e

d) atentar para as tonalidades aplicadas nas superfícies internas e no mobiliário: os usuários se mostraram mais satisfeitos nos ambientes com superfícies claras, com maiores níveis de refletância. Fonseca et al (2010) indicam o uso de cores com altas reflectâncias em áreas mais afastadas de aberturas e cores médias próximas de aberturas, de modo a melhorar o aproveitamento da luz refletida no interior e evitar o ofuscamento. Apesar de tal diretriz ser bastante conhecida entre projetistas, é importante disseminar esta informação entre usuários, especialmente entre moradores das UH compactas encontradas nos conjuntos de HIS, melhorando o conforto visual e evitando prejuízos com possíveis alterações pós-ocupação.

As diretrizes propostas neste trabalho se basearam nas informações coletadas e têm o objetivo de melhorar as condições de conforto e a eficiência energética das UH de HIS. Algumas diretrizes se mostram aplicáveis nas unidades do CRV, enquanto outras são aplicáveis em novos projetos e em normativas, sem grandes impactos que prejudiquem outros aspectos do projeto arquitetônico.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou avaliar o desempenho da iluminação natural em unidades habitacionais do CRV, localizado em Santa Maria, RS, com o objetivo de propor melhorias para o empreendimento e definir diretrizes que possam retroalimentar o processo de construção civil de HIS, a partir da identificação de erros e acertos de projetos existentes. A avaliação dos dados coletados nos questionários e fichas técnicas mostrou o elevado nível de satisfação dos usuários com a LN de suas UH. Apesar disso, houveram resultados significativos de insatisfação relacionados a características físicas específicas, que sugerem possibilidades de repensar alguns elementos projetuais, de modo a oferecer melhorias no conforto visual das UH. Dentre as características com maior influência, destacam-se a necessidade de se considerar a multifuncionalidade dos ambientes residenciais, uma vez que se observou a ocorrência de atividades especiais, que exigem elevados níveis de iluminação nos ambientes principais das unidades. A falta ou excesso de iluminação, dependendo do pavimento da UH, mostraram-se como pontos a serem estudados com maior aprofundamento para a melhoria do conforto visual. Além disso, considerando-se os espaços exíguos dos ambientes de estudo, as tonalidades das superfícies internas tiveram grande influência nos níveis de satisfação, apontando para a importância da correta escolha de tonalidades das superfícies e esclarecimento destes fatores para os usuários, a fim de manter tais características no decorrer do uso e manutenção das UH. Por fim, o estudo pode contribuir com informações sobre o processo de avaliação do desempenho luminoso a partir da opinião dos usuários. Os resultados contribuíram para a proposição de diretrizes tanto para o CRV quanto para projetos futuros, além de sugestões para normativas atinentes ao tema. Pretende-se, assim, fornecer um embasamento para a qualificação do

processo de produção de HIS, respaldar recomendações e intervenções para o ambiente em estudo e retroalimentar o processo de projeto, de modo a melhorar construções similares no futuro em termos de eficiência energética e conforto luminoso, bem como, melhorar a qualidade de vida dos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215**: Iluminação natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro, 2005.

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

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A., STTEMERS, K., **Daylighing in architecture** – a European reference book. Commission of the European Communities, Directorate – General XII for Science Research and Development, London: James & James Ltd, 1993.

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

DABE, T. J.; ADANE, V. S. The impact of building profiles on the performance of daylight and indoor temperatures in low-rise residential building for the hot and dry climatic zones. **Building Environment**, v. 140, p. 173–183, 2018.

FONSECA, Raphaela Walger da; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay; CLARO, Anderson. **Iluminação natural**: a contribuição de suas reflexões no interior do ambiente construído. Pós, São Paulo, v.17, n.28, p. 198-217, dez. 2010.

GOVERNO DO BRASIL. Minha Casa Minha Vida representa 70% do mercado imobiliário. **Portal do Governo Federal**. Publicado em 04/05/2018. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/editoria/infraestrutura/2018/05/minha-casa-minha-vida-representa-70-do-mercado-imobiliario-1>. Acesso em 23 de julho de 2018.

MANSILHA, Raquel Brandão. **Análise da Disponibilidade de Iluminação Natural e Artificial em Salas de Aula de Instituição Pública de Ensino Superior**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013.

MATOS, J. C. da S. F; SCARAZZATO, P. S. A iluminação natural no projeto de arquitetura: revisão sistemática da literatura. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 8, n. 4, p. 249-256, 2017.

MOREIRA, V. de S.; SILVEIRA, S. de F. R.; REIS, F. N. S. C. Programa Minha Casa, Minha Vida: a percepção dos beneficiários como instrumento para avaliação. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v.2, n.1, p. 74 – 95, Jan./Abr. 2015.

PORTAL MINITAB. **Tabela de Coeficientes Codificados para Análise de Variabilidade**. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/how-to/factorial/analyze-variability/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/coded-coefficients-table/#coef>. Acesso em 24 de julho de 2018.

REA, Louis M.; PARKER, Richard A. **Metodologia de pesquisa**: do planejamento à execução. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

SANTA MARIA. Lei Complementar N° 072, de 04 de novembro de 2009. **LUOS**. Lei de Uso do Solo do Município de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2009.

VARGAS, Cláudia Rioja de Aragão. **Os impactos da iluminação**: visão, cognição e comportamento. Caderno de Iluminação, p. 88-91. UNICAMP, 2009. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/artigos/o_impacto_da_iluminacao_no_comportamento_humano.pdf>. Acesso em 23 de julho de 2018.

VAZ, Gabrielle. Mais da metade das unidades das faixas 2 e 3 do MCMV tem falhas de construção, diz CGU. **Portal PINIweb**. Construção Mercado. De 18 de Agosto de 2017. Disponível em: < http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/construcao/mais-da-metade-das-unidades-das-faixas-2-e-3-382608-1.aspx>. Acesso em 23 de julho de 2018.

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.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. de C. P., GARCIA, L. C. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação Pós-Ocupação do Programa Minha Casa Minha Vida**: Aspectos Funcionais, Comportamentais e Ambientais. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: IPEA, 2016.

Yu, X., Su, Y. Daylight availability assessment and its potential energy saving estimation: a literature review. **Renewable Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 494–503, 2015.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.