2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES: IMPACTO NA ILUMINAÇÃO NATURAL COM AS ALTERAÇÕES DE PROJETO

RODRIGUES, Ana Pula Campos (1); VELOSO, Ana Carolina de Oliveira (2)

(1) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, anapaula@agqbrasil.com.br
(2) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, acoveloso@gmail.com

RESUMO

A disponibilidade de luz natural em áreas urbanas está associada a diversos fatores como a orientação, tipo e dimensões das aberturas, dispositivos de sombreamento, refletância das superfícies, tipo de vidro, entre outros. Diante disso, considerando que a ABNT NBR 15575-1 estabelece níveis de iluminância e as condições de obstrução do entorno interferem de maneira significativa na iluminação natural de um ambiente interno, o objetivo deste trabalho é analisar o impacto no desempenho lumínico em HIS unifamiliares térreas, localizadas na cidade de Governador Valadares/MG. A análise considerou as alterações realizadas na pintura interna e os fechamentos executados pelos moradores após a ocupação das unidades. A metodologia adotada para a realização deste estudo baseou-se em levantamentos de campo e nas simulações computacionais pelo Grasshopper no Rhinoceros. Os resultados obtidos mostraram que os níveis mínimos de iluminância natural não foram alcançados após a execução das coberturas externas. Foi evidenciada que a alteração da pintura interna pouco impactou no nível de desempenho para as dependências analisadas. Mediante os dados levantados, novas necessidades de melhorias foram identificadas e propostas para esse modelo de habitação no que se refere à admissão da luz natural em ambientes internos.

Palavras-chave: *iluminação natural, desempenho lumínico, habitação de interesse social, NBR 15575-1.*

ABSTRACT

*The availability of daylight in urban areas is associated with several factors such as orientation, type and openings dimensions, shading devices, surfaces reflection, glass type, among others. Therefore, considering that ABNT NBR 15575-1 defines the levels of daylight and the conditions of obstruction when interfering with the way of daylight in an indoor environment, the objective of this work is to analyze the impact on lighting performance in their thermal uniforms, located in the city of Governador Valadares / MG. The analysis considered the changes made to the internal painting and the closings performed by the residents after the occupation of the units. The methodology adopted to carry out this study was based on field surveys and computational simulations by Grasshopper in Rhinoceros. The results selected that the minimum levels of daylight were not reached after the execution of the external coverings. It was evidenced that the alteration of the internal painting had little impact on the performance level for the dependencies analyzed. Through the data collected, new improvement needs were identified and the proposals for this housing model do not refer to the admission of daylight in indoor environments.****Keywords:*** *daylight, lighting performance, social-scope housing, NBR 15575-1.*

1 INTRODUÇÃO

Através de uma iniciativa da Caixa Econômica Federal e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), no ano de 2000 foram realizados os primeiros estudos sobre o desempenho para o ambiente construído. Em julho de 2013, por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais - Desempenho, entrou em vigor estabelecendo padrões referentes à eficiência para as construções de moradias no país (ASBEA, 2019; COSTELLA, 2018).

Um dos requisitos abordados pela primeira parte da ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013) é o Desempenho Lumínico, onde são estabelecidos níveis mínimos de iluminância natural e artificial, ressaltando a importância de se projetar edificações com um bom aproveitamento da luz natural e com adequado dimensionamento da iluminação artificial interna.

Lamberts *et al.* (2014) afirmam que, em termos qualitativos a luz natural é superior à luz artificial, uma vez que sua intercorrência é proveniente das diferentes intensidades de luz, sombras e até mesmo da reprodução de cores, permitindo ao homem a percepção do espaço-temporal (senso de orientação, de tempo, das condições meteorológicas externas).

A disponibilidade da luz natural nas edificações inseridas em áreas urbanas está associada à orientação geográfica, ao tipo e às dimensões das aberturas, aos dispositivos de sombreamento e ao coeficiente de reflexão das superfícies externas e internas. (GUIDI *et al.*, 2013; LEAL e LEDER, 2018).

Ainda segundo os mesmos autores, outros pontos de interferência na admissão da luz natural em um determinado ambiente são as obstruções decorrentes da configuração urbana como a forma, a altura e o próprio espaçamento entre as edificações, bem como as características relacionadas ao entorno.

Diante disso, considerando que a ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2013) estabelece níveis mínimos de iluminância natural, que os elementos construtivos e que as condições de obstrução do entorno interferem na iluminação natural de um ambiente interno (Leder *et al.*, 2008), este trabalho avaliou os impactos na admissão da luz natural nas dependências internas de três casas térreas de um conjunto habitacional de Habitação de Interesse Social (HIS), diante das alterações da pintura interna e da execução de fechamentos horizontais pós-ocupação não previstos no projeto original do Governo Federal.

2 OBJETIVO

Avaliar o impacto no desempenho lumínico natural em HIS unifamiliares térreas, localizadas no bairro Santos Dumont I na cidade de Governador Valadares - MG, diante das alterações realizadas na pintura das superfícies internas e dos fechamentos externos executados por moradores após a ocupação das unidades.

3. MÉTODO

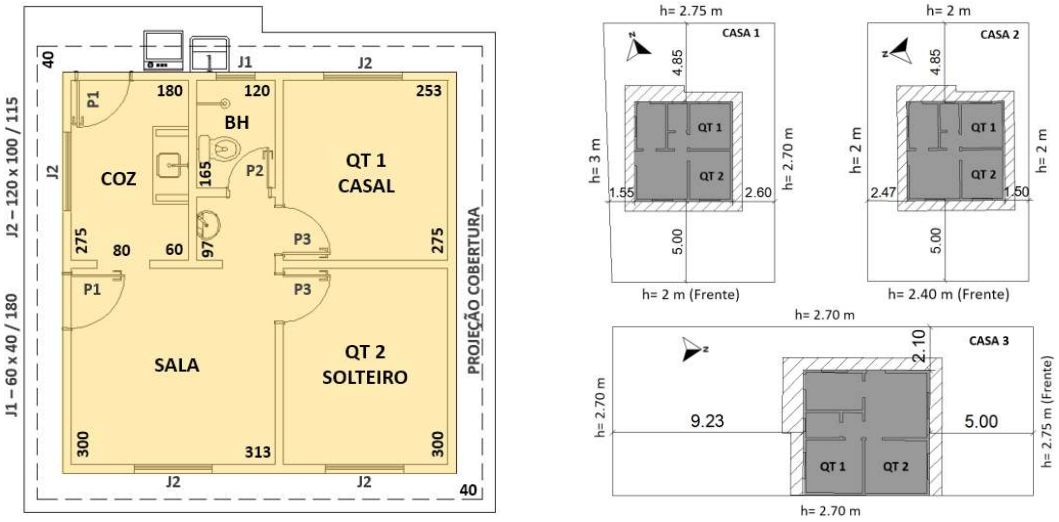
Este estudo foi realizado através de levantamentos de campo e simulações computacionais conforme métodos referenciados na ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2013), para a avaliação dos níveis de iluminamento natural nos dormitórios de três unidades do Residencial Porto das Canoas, constituído de 151 casas populares, localizado no Bairro Santos Dumont II, em Governador Valadares - MG.

3.1. Caracterização dos ambientes de estudo

Conforme apresentado na Figura 1, as unidades são compostas por dois dormitórios, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma área de serviço externa. Para a escolha das três edificações foram consideradas as diferentes orientações das unidades selecionadas, assim como a orientação das aberturas de cada dormitório analisado.

Devido a área de serviço ter sido locada na parte descoberta aos fundos da casa e o projeto arquitetônico contemplar a execução de uma janela e uma porta externa para a sala e a cozinha, na simulação optou-se somente pela análise dos dormitórios uma vez que esses ambientes, por serem providos apenas de uma abertura, retratam a pior situação. Vale ressaltar que a ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2013) não exige a verificação de níveis de iluminância para os banheiros, por isso o mesmo não foi considerado.

Figura 1: Planta baixa e divisa das edificações escolhidas



Fonte: Adaptado do Projeto Arquitetônico - Tipo I

3.2. Alterações de projetos

Através dos levantamentos de campo realizados durante o ano de 2019, foi possível avaliar as dimensões dos muros de divisa de cada moradia escolhida (Figura 1), assim como as demais intervenções realizadas pelos moradores das edificações térreas analisadas.

Entre as alterações identificadas em campo, foi observada a pintura do muro na mesma cor da fachada e a execução de uma cobertura nos fundos do terreno da Casa 1 (Figura 2), reduzindo a parcela de céu visível pela abertura do quarto de solteiro (Quarto 1). A área frontal do terreno também foi totalmente coberta, onde atualmente funciona uma pequena mercearia.

Figura 2 - Casa 1 (A) Área fundos; (B) Quarto de solteiro;
(C) Área frontal; (D) Quarto de casal



Fonte: As autoras, 2020

A Figura 3, apresenta as modificações da casa 2, onde foi alterada apenas a cor da superfície interna das paredes dos quartos (pintura cor branca para cor verde), sendo evidenciada a construção de muros de divisa no terreno em blocos cerâmicos.

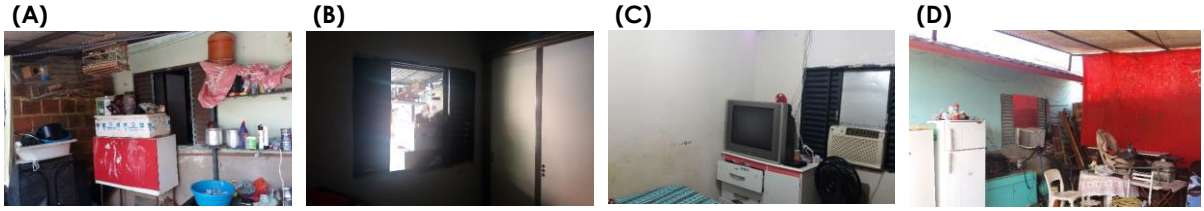
Figura 3 - Casa 2 (A) Quarto de solteiro; (B) Quarto de casal, (C) Área fundos; (D) Área frontal



Fonte: As autoras, 2020

A Figura 4 apresenta as alterações realizadas pelos usuários da casa 3 na parte frontal e aos fundos do terreno. Além da cobertura em telhado, foram dispostos armários, prateleiras e toldos na parte externa da edificação, bloqueando uma parcela da área útil de iluminação da janela dos quartos.

Figura 4 - Casa 3 (A) Parte frontal; (B) Quarto de solteiro; (C) Quarto de casal; (D) Área fundos



Fonte: As autoras, 2020

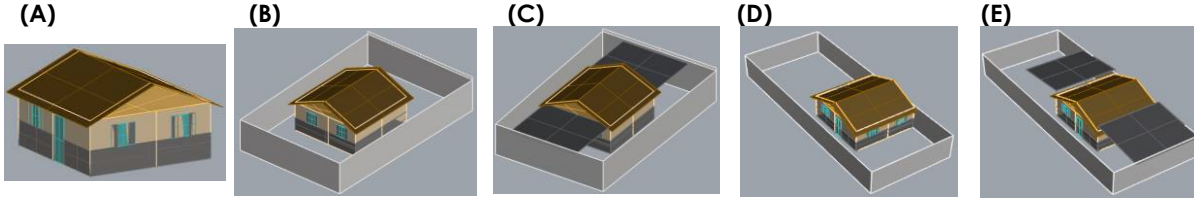
3.3. *Software* de simulação

Para a obtenção da estimativa da iluminação natural, simulações computacionais foram realizadas através do *Grasshopper* (v. 2014), que funciona como plugin do software de modelagem tridimensional *Rhino 3D* (v. 5.0), a partir do uso do arquivo climático do tipo Inmet da cidade de Governador Valadares, MG (CLIMATE, 2020).

3.4. Modelos simulados

De acordo com o apresentado na Figura 5, os modelos simulados obedeceram às características de implantação e as especificações do projeto arquitetônico disponibilizado (Figura 1). Também foram respeitadas as medidas dos muros de divisa das edificações escolhidas, assim como a caracterização das coberturas executadas na área frontal e aos fundos das casas 1 e 3, denominadas neste estudo como obstruções.

Figura 5 - Modelos simulados: (A) Casas 1, 2 e 3 s/muro; (B) Casas 1 e 2 c/muro; (C) Casa 1 c/obst; (D) Casa 3 c/muro; (E) Casa 3 c/obst.



Fonte: As autoras, 2020

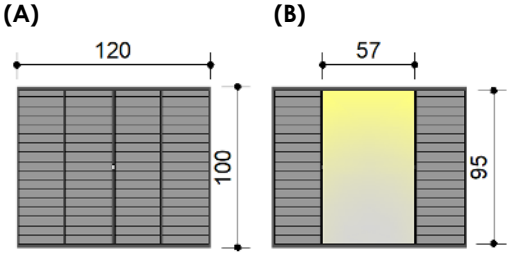
3.5. Dados de entrada e requisitos da ABNT NBR 15575 - Parte 1

A ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2013), especifica que a simulação para a obtenção dos níveis mínimos de iluminância (60 lux) considera o ponto central do ambiente, a partir de um plano horizontal a 0,75 m acima do piso, em períodos da manhã (9:30 h) e da tarde (15:30 h), para os dias 23 de abril e 23 de outubro, com iluminação artificial desativada, sem a presença de obstruções opacas (janelas, cortinas e portas internas abertas).

Na realização da simulação computacional, a suposição de dias com nebulosidade média (índice de nuvens 50%) foi adotada com base no modelo de céu intermediário com sol, por apresentar menor luminosidade que o tipo de céu claro.

A área útil de iluminação natural foi obtida em função das características das janelas e dos caixilhos (Figura 6), e apesar de não ser constituída de parte envidraçada, no *software* de simulação essa área foi considerada como vidro incolor.

Figura 6 – J. veneziana (A) fechada, (B) aberta - Área útil de iluminação = 0,55 m²



Fonte: As autoras, 2020

Outro ponto impactante são as refletâncias (ρ), provenientes das cores empregadas nas superfícies internas e externas dos principais componentes e elementos construtivos, sendo suas características indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Referências componentes e elementos construtivos

Material/ Componente	**Características**		**ρ**	**Fonte**
Esquadria metálica	Veneziana metálica de correr 4 folhas (2 fixas e 2 móveis) na cor grafite		10%	Dornelles, 2008
Superfícies opacas	**Cor**		----	Dornelles, 2008
Tetos e paredes internas	Branco		85%	Dornelles, 2008
Pintura externa - casa 1	Azul céu		35%	Dornelles, 2008
Pintura externa - casa 2	Palha		60%	Dornelles, 2008
Pintura externa - casa 3	Verde água		60%	NBR 15220, 2005
Pintura interna - casa 2	Verde mar		60%	Dornelles, 2008
Barrado chapiscado	Cinza		30%	Dornelles, 2008
Tijolo / telha cerâmica	Terracota		30%	NBR 15220, 2005
Superfícies envidraçadas	**Cor**	**Transparência**	---	---
Vidro 3 mm	Incolor	1	---	---

Fonte: Adaptado do Projeto Arquitetônico - Tipo I

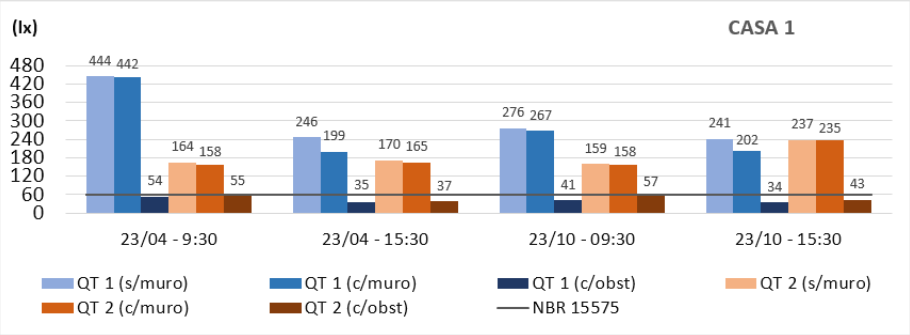
4. RESULTADOS

Os níveis de iluminância obtidos para os ambientes avaliados foram separados de acordo com as edificações selecionadas sendo compilados e representados por meio de gráficos conforme os dias e horários determinados pela ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

Na primeira situação foram simuladas as características originais do projeto, sem a construção dos muros de divisa. Posteriormente as simulações consideram os muros de divisas existentes, as alterações na pintura interna dos dormitórios e a execução das coberturas instaladas pelos usuários após a entrega das unidades.

A Figura 7 apresenta as iluminâncias obtidas nos dois dormitórios da casa 1, podendo ser observado nível de desempenho superior (≥ 120 lux) em todas as simulações realizadas sem a presença dos muros de divisas, havendo uma pequena redução de iluminamento com a inclusão dos muros, porém sem reduzir o nível de desempenho. Após ser considerada a execução das coberturas (obstruções), tanto no mês de abril, quanto no mês de outubro todos os resultados apresentaram iluminância inferior a 60 lux, não atendendo ao nível mínimo de desempenho.

Figura 7 - Iluminâncias simuladas na casa 1

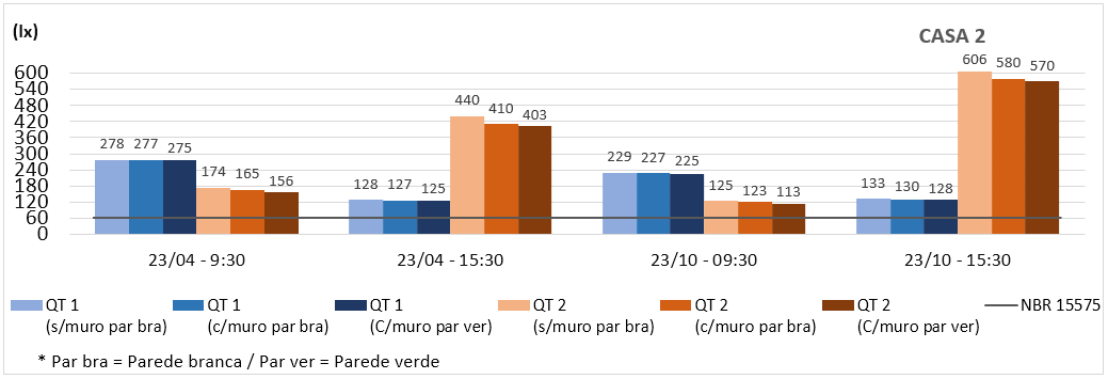


Fonte: As autoras, 2020

A primeira simulação realizada para os dormitórios da casa 2 foi realizada sem os muros, considerando tetos e paredes internas na cor branca, sendo avaliada em seguida a interferência das divisas, havendo pequena redução no iluminamento, mas sem alterar o nível de desempenho de superior anteriormente obtido (Figura 8).

A terceira simulação contemplou, além da presença dos muros, a alteração da cor das paredes internas. A mudança da cor das paredes contribuiu para a diminuição dos valores de iluminância, sendo apuradas pequenas reduções na faixa de 1 a 26 lux. Apesar das reduções identificadas, houve mudança apenas no nível de desempenho para o quarto 2 no dia 23/10 - 9h30, de superior (≥ 120 lux) para intermediário (≥ 90 lux), os demais resultados permaneceram com nível superior.

Figura 8 - Iluminâncias simuladas na casa 2

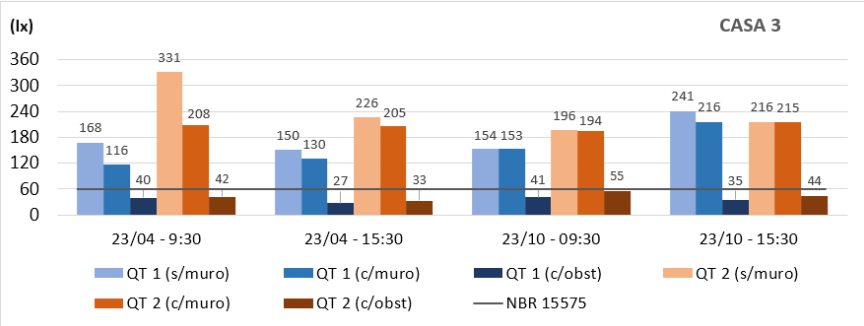


Fonte: As autoras, 2020

Semelhantemente aos resultados obtidos na casa 1, quando da realização da simulação computacional para os dormitórios da casa 3, foi observado que para todos os dias e horários avaliados os valores de iluminância atendem ao nível de desempenho superior (≥ 120 lux) sem e com muros de divisa. Após a execução das

coberturas (obstruções), tanto no mês de abril, quanto no mês de outubro todos os resultados apresentaram iluminamento inferior ao mínimo (≥ 60 lux) (Figura 9).

Figura 9 - Iluminâncias simuladas na casa 3



Fonte: As autoras, 2020

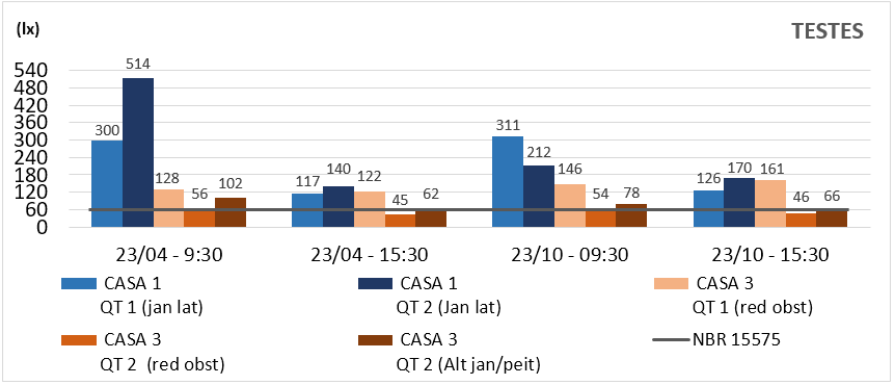
Levando o modelo de HIS avaliado e com o propósito de reduzir os impactos adversos das alterações realizadas pelos moradores, algumas melhorias podem ser adotadas como dados de entradas para propostas mais recentes de HIS térreas, sendo elas:

- locação da edificação, prevendo as ampliações e as possíveis modificações nas áreas externas, objetivando o atendimento aos afastamentos mínimos estabelecidos pela lei municipal;
- previsão da cobertura da garagem, com o intuito de orientar os usuários sobre a limitação do fechamento horizontal na parte frontal da casa;
- previsão da cobertura da área de serviço, considerando seu prolongamento longitudinal até às extremidades da fachada dos fundos.
- locação das aberturas, sempre que possível, nas fachadas laterais da edificação;

A Figura 10 apresenta os resultados obtidos a partir dos testes realizados com base nas proposições supracitadas. Para a casa 1, o novo modelo contemplou a alteração das janelas dos dormitórios para a fachada lateral, recuo de 7 m da fachada frontal para a divisa, cobertura na garagem com largura de 4 m e na área de serviço de 1,35 m, sendo obtidos níveis de iluminância intermediário e superior para o centro dos dormitórios, atendendo aos requisitos da NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

Devido ao modelo de implantação da casa 3, não foi possível relocar as janelas dos dormitórios para a fachada lateral. A partir do afastamento frontal de 7 m, com cobertura da garagem de 4 m e da área de serviço de 1,50 m foram obtidos níveis iluminância satisfatórios apenas para o quarto 1. No quarto 2, o nível mínimo de iluminância só foi alcançado quando da mudança da largura da janela para 1,30 m e alteração da altura do peitoril para 1,05 m.

Figura 10 - Iluminâncias simuladas para proposição de melhorias



Fonte: As autoras, 2020

5. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada possibilitou o atendimento ao objetivo proposto, permitindo avaliar o impacto no desempenho lumínico natural para os dormitórios de três casas das HIS unifamiliares térreas, as partir das intervenções realizadas pós-ocupação.

Considerando os resultados encontrados neste trabalho, sugere-se que os parâmetros para a concepção de projetos de HIS para unidades unifamiliares térreas sejam revisados pelos órgãos competentes, uma vez que é necessário considerar as alterações que estão sendo realizadas, para definição de novas estratégias.

Outras variáveis inerentes ao entorno da edificação e que influenciam na luz natural, como a presença de taludes e diferenças de topografias, podem ser determinantes para o aperfeiçoamento do método adotado e para a construção de um panorama mais detalhado sobre o desempenho luminoso em habitações de interesse social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILERIA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2:** desempenho térmico de edificações - parte 2: método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

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

ASBEA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho - ABNT NBR 15575. Indústria Imobiliária. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/ manuais/d4067859bc53891dfce5e6b282485fb4.pdf> Acesso em: 01 Mar. 2019.

CLIMATE. Repository of free climate data for building performance simulation. Disponível em: <http://climate.onebuilding.org/WMO_ Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html. Acesso em 01 Fev. 2020.

COSTELLA, M. F. Norma de desempenho de edificações: modelo de aplicação em construtoras. - 1ª ed. - Curitiba: Apppris, 2018.

DORNELLES, K. A. Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. 160p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/ handle/REPOSIP/257698>. Acesso em: 01 Mar.2019.

GUIDI, C. R.; ABRAHÃO, K. C. de F. J.; VELOSO, A. C. O.; SOUZA, R. V. G. de. Influência dos parâmetros urbanísticos e da topografia na admissão da luz natural em edifícios residenciais. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 49-66, jul./set. 2018. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script =sci_arttext&pid=S1678-86212018000300049&lng= en&nrm=iso>. Acesso em: 01 Mar. 2019.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na arquitetura. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras; Procel; Procel Edifica, 2014.

LEAL, L. Q.; LEDER, S. M. Iluminação natural e ofuscamento: estudo de caso em edifícios residenciais multipavimentos. Ambiente. constr. Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 97-117, outubro de 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S167886212018 000400097&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 01 Mar. 2019.

LEDER, S. M.; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A. Janela de Céu Preferível: proposição de um parâmetro para controle da disponibilidade de luz natural no meio urbano. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 89-104, jan./mar. 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3801>. Acesso em: 02 Mar. 2019.