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

DESEMPENHO LUMÍNICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: IMPACTOS NA ADMISSÃO DA LUZ NATURAL EM AMBIENTES INTERNOS DIANTE DO USO DE ESQUADRIAS OPACAS E DAS INTERVENÇÕES NO ENTORNO

Ana Paula Campos Rodrigues (1); Mariana Fernandes Balsamão Guimarães Diniz (2)
(1) Gestora Ambiental, Graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo, Pós-graduanda em Arquitetura Bioclimática - Desempenho Ambiental, anapaula-campos@hotmail.com,
(2) Arquiteta e Urbanista, Pós-graduanda em Arquitetura Bioclimática - Desempenho Ambiental, marianadiniz.arquitetura@gmail.com

RESUMO
A luz natural é uma fonte de iluminação que deve ser bem aproveitada nas edificações, pois além de impactar positivamente em sua eficiência energética, proporciona ao usuário boas condições de conforto visual e por consequência, melhor qualidade de vida. A disponibilidade de luz natural em áreas urbanas está associada a diversos fatores como a orientação geográfica, tipo e dimensões das aberturas, dispositivos de sombreamento, refletância das superfícies, entre outros. Diante disso, considerando que A NBR 15575-1 estabelece níveis de iluminância natural e as condições de obstrução do entorno interferem de maneira significativa na iluminação natural de um ambiente interno, a proposta deste trabalho foi analisar o desempenho lumínico em HIS unifamiliares térreas, localizadas na cidade de Governador Valadares/MG, a partir das características das esquadrias adotadas para esse tipo de empreendimento. A redução da luminosidade no ambiente construído diante das construções dos muros de divisa pós-ocupação também foi considerada. A metodologia adotada para a realização deste estudo baseou-se na simulação prescritiva estabelecida na NBR 15575-1, conforme os procedimentos de cálculos apresentados nas partes 2 e 3 da NBR 15215. Os resultados obtidos mostraram que mais de 50% dos níveis mínimos de iluminância natural não foram alcançados para as dependências avaliadas em função do tipo de janela instalada nas unidades habitacionais. Por outro lado, evidenciou-se que a construção dos muros de divisas pelos proprietários não ocasionou interferências significativas nos níveis de iluminamento dos ambientes analisados. 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.
Palavras-chave: iluminação natural, desempenho lumínico, habitação de interesse social, NBR 15575-1.

ABSTRACT
Daylight is a lighting source that must be used in residential building as it can cause a positive impact on its energy efficiency as well as provide good visual comfort conditions and, consequently, a better life quality. The availability of daylight in urban areas is associated with several factors such as geographic orientation, type and dimensions of windows, shading devices, surface reflectance among others. Thus, considering that NBR 15575-1 establishes levels of daylight and that the conditions of environment obstructions interfere in daylight of internal rooms, this work aims to analyze the light performance in social interest housing built in Governador Valadares/ MG, based on its frame features used for this type of project. Also the reduction of light in its internal rooms was considered due to the walls built after occupation. The methodology used for this study was based on NBR 15575-1 prescriptive methods and the requirements established by NBR 15215 parts 2 and 3. The results indicated that more than 50% of the minimum standards of daylight were not reached for the internal rooms due to the type of frame installed in the houses. However, it was shown that the walls built by the owners did not cause significant interferences in the light levels in the rooms analyzed. In view of the results, improvements for the house design adopted were identified and proposed with regard to the admission of daylight.
Keywords: daylight, light performance, social interest housing, NBR 15575-1.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Costella (2018), o conceito de desempenho de um ambiente construído é definido como o comportamento em uso de uma edificação ao longo de uma determinada vida útil. Esse tema passou a ter relevância na década de 70 após a contratação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), visando a definição de critérios mínimos voltados à avaliação de sistemas construtivos inovadores.

Posteriormente, 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 a Norma de Desempenho. Em julho de 2013, por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 15.575 - Edificações Habitacionais - Desempenho, entrou em vigor estabelecendo padrões referentes à eficiência para as construções de moradias no país (ASBEA, 2019; COSTELLA, 2018).

Com o intuito de definir o desempenho aplicável às edificações habitacionais de forma isolada ou integrada para um ou mais sistemas específicos, a Norma de Desempenho agregou em seu conteúdo uma extensa relação de normas já existentes relacionadas ao tema e das mais diversas disciplinas (ASBEA, 2019). Neste contexto, de acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013), a especificação e a elaboração de projetos passaram a incluir desde os primeiros traços incorporados ao projeto as exigências do usuário, as condições de exposição e o conhecimento do comportamento em uso dos inúmeros materiais, componentes, elementos e sistemas construtivos que compõem uma edificação.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) classifica as necessidades do consumidor final em requisitos (características qualitativas) que determinam o que deve ser atendido, e em critérios (grandezas quantitativas) que abordam sobre as formas e os tipos de avaliações aceitáveis. Para todos os critérios considerados foram definidos níveis de desempenho denominados como: mínimo (M), que deve ser obrigatoriamente atendido pelos diferentes elementos e sistemas construtivos; intermediário (I) e superior (S), sendo que os dois últimos níveis não possuem caráter obrigatório e são relacionados nos anexos presentes nas diferentes partes da norma (CBIC, 2013).

Segundo a ABNT (2013), as exigências do usuário foram divididas em três categorias que se desdobram em várias vertentes: segurança (estrutural, contra o fogo, uso e operação); habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico); sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental). Sendo assim, um dos requisitos abordados pela primeira parte da NBR 15575 é o Desempenho Lumínico, onde são estabelecidos os 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) e Castro *et al*. (2015) 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). Esta percepção é imprescindível para o relógio biológico e a boa qualidade de vida. Além dessas vantagens, a iluminação natural também contribui para o conforto visual e o melhor desempenho das atividades humanas (Guidi *et al*., 2013), sendo um recurso estratégico e importante para a concepção de projetos arquitetônicos mais eficientes e compatíveis com o clima onde a edificação encontra-se inserida (GREICI e GHISI, 2010).

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. (CASTRO *et al*., 2015; 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 15.575-1 (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), mediante o emprego de esquadrias com vedações opacas e da execução dos muros de divisa pós-ocupação não previstos no projeto original do Governo Federal.

2. OBJETIVO

Analisar o desempenho lumínico em HIS unifamiliares térreas através da verificação dos impactos decorrentes

do uso de esquadrias com fechamentos opacos na admissão de luz natural em moradias localizadas no bairro Santos Dumont I na cidade de Governador Valadares - MG, bem como a redução do desempenho luminoso diante da construção dos muros de divisa pelos proprietários.

3. MÉTODO

Este estudo foi baseado nos cálculos matemáticos referenciados na NBR 15215-3 (ABNT, 2005a), para a avaliação dos níveis de iluminamento natural dos dormitórios de três unidades do Residencial Porto das Canoas (Figura 1), constituído de 151 casas populares, localizado no Bairro Santos Dumont II, em Governador Valadares - MG. Trata-se do último conjunto de HIS unifamiliares térreas executado no município, cuja tipologia arquitetônica foi comumente adotada na cidade a partir da aprovação do Plano Nacional de Habitação (PlanHab) no ano de 2009.

O loteamento está localizado em uma área com aproximadamente 49 mil metros quadrados e situado a 7 km do centro urbano da cidade, região oeste de Governador Valadares/MG. Conforme apresentado na Figura 2, as unidades são compostas por dois dormitórios, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma área de serviço externa. Os modelos denominados como Tipo I e Tipo II possuem 37,15 m² de área construída e o modelo destinado aos portadores de necessidades especiais (PNE) possui 44,17 m².

Através da análise das condições iniciais previstas em projeto e da configuração atual do entorno, a admissão da luz natural para o centro dos ambientes foi simulada conforme as prescrições da NBR 15.575-1 (ABNT, 2013). Na primeira situação foram consideradas as características construtivas de cada edificação e o sombreamento das edificações vizinhas mediante os afastamentos definidos no projeto de implantação (Figura 1). Na segunda simulação foi contemplada a altura dos muros de divisas existentes construídos pelos usuários após a entrega das unidades.



Figura 1: Conjunto Habitacional - Loteamento Anexo ao B. Santos Dummont II (Adaptado do Projeto Urbanístico - Implantação)

Para a escolha das três edificações foram consideradas as diferentes orientações das unidades selecionadas (Figura 1), assim como a orientação das aberturas de cada dormitório analisado (Figura 2). Outra questão determinante para a seleção das casas foi o contexto que envolveu a execução do fechamento dos terrenos. Segundo os proprietários das casas 1, 2 e 3 (Figura 1), eles foram responsáveis apenas pela definição das características e da construção do muro de divisa frontal. Os muros laterais e de fundo foram construídos pelos proprietários das edificações vizinhas.

3.1. Caracterização dos ambientes de estudo

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 (Figura 2), 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 NBR 15575-1 (ABNT, 2013) não exige a verificação dos níveis de iluminância para os banheiros das edificações e por isso esse ambiente não foi considerado.

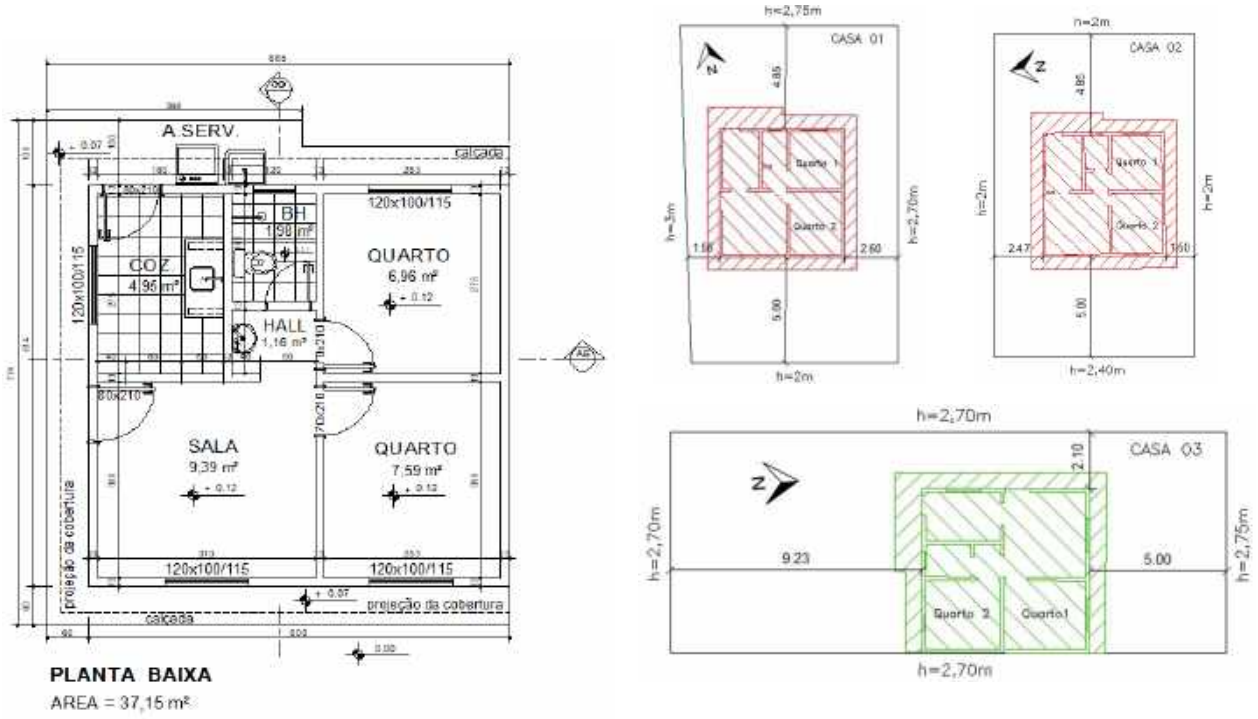


Figura 2: Planta baixa e divisa das edificações escolhidas (Adaptado do Projeto Arquitetônico - Tipo I)

Como o tipo e as dimensões das aberturas são fatores que interferem de forma efetiva na disponibilidade de luz natural nos ambientes internos (INMETRO, 2012), a área útil de iluminação natural foi avaliada em função das características das janelas e dos caixilhos (Tabela 1).

Outro ponto impactante e que também foi contemplado na Tabela 1 são os valores de refletividade (ρ) das superfícies internas e externas. Uma vez que parte da energia incidente em superfície opaca é refletida e parte da energia é absorvida, considera-se que a soma desses dois coeficientes é igual a um. Com isso, uma vez conhecidos os valores da absortância obtêm-se os dados da refletância e vice-versa (CASTRO, 2003). De acordo com as características das unidades escolhidas, os valores para a refletância das superfícies internas foram definidos através dos estudos realizados por Dornelles (2008). Já a refletividade do tijolo aparente foi definida com base nos parâmetros da NBR 15220 (ABNT, 2005c).

Tabela 1 - Caracterização dos materiais e componentes críticos

Material/ Componente	**Características**	**Fonte**
Esquadria metálica	Veneziana metálica de correr 4 folhas (2 fixas e 2 móveis) linha econômica, com ferragens chapa 20, pintada na cor grafite (1,20m x 1,00m). Área útil de iluminação natural = 0,55 m²	Adaptado do memorial descritivo do empreendimento
Forro	Forro de PVC na cor branca Refletividade: 0,81	Dornelles, 2008
Pintura interna	Cor branca Refletividade: 0,81	Dornelles, 2008
Muro de divisa	Tijolo cerâmico aparente Refletividade: 0,20	ABNT, 2005c

3.2. Método de avaliação prescritivo estabelecido na NBR 15.575-1

O método prescritivo proposto pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013) é denominado por Guidi *et al*. (2018) como estático em virtude da iluminância interna ser calculada apenas para um determinado dia e dois horários do ano. De acordo com a Norma de Desempenho (ABNT, 2013), a simulação deve ser realizada com emprego do algoritmo apresentado na NBR 15215-3 (ABNT, 2005a) para os períodos da manhã (09:30 h) e da tarde (15:30 h) respectivamente para os dias 23 de abril e 23 de outubro.

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) também estabelece que, para a realização das simulações, devem ser atendidas as seguintes recomendações: considerar latitude e longitude do local da obra, dias com nebulosidade média (índice de nuvens 50%), medição no centro dos ambientes na altura de 0,75 m acima do nível do piso, iluminação artificial desativada e sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupas estendidas nos varais, etc).

Nesta pesquisa todos os parâmetros relacionados acima foram observados. Porém, como as vedações das esquadrias que foram instaladas em cada unidade são de material opaco (Figura 3), foi necessário considerar a abertura das janelas já que não há entrada de luz natural no ambiente quando estas encontram-se fechadas.

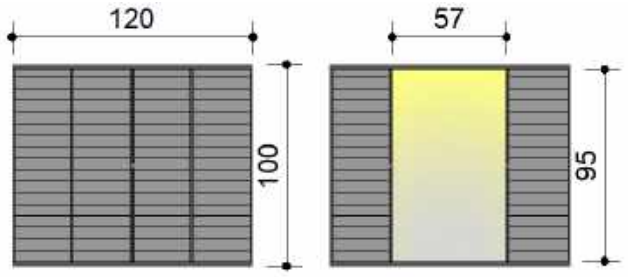


Figura 3 - Janela veneziana fechada (a) e aberta (b) (Adaptado do Projeto Arquitetônico - Tipo I)

Por se tratar de um projeto de conjunto habitacional constituído por casas, também foram observadas as orientações típicas das diferentes unidades selecionadas, os dias e os horários pré-definidos, assim como os eventuais sombreamentos resultantes das edificações vizinhas. As dimensões dos muros foram obtidas através de levantamento métrico no terreno de cada moradia escolhida.

Os procedimentos de cálculo especificado na NBR 15215-3 (ABNT, 2005b) e conhecido como método do fluxo dividido, considera os três caminhos básicos da divisão do fluxo luminoso por meio de três componentes: celeste (CC), refletida externa (CRE) e refletida interna (CRI). Com base nos diagramas de contribuição relativa de luz (DCRL) foram elaboradas as máscaras de obstrução para os dormitórios das três moradias analisadas.

A partir das máscaras construídas foram encontrados os valores da CC, da CRE e da CRI. Por meio da soma destas três componentes, os coeficientes relativos aos diversos efeitos redutores foram acrescentados resultando na estimativa da contribuição de iluminação natural (CIN) conforme apresentado na Equação 1 (ABNT, 2005b). Como as esquadrias especificadas em projeto são compostas por veneziana metálica de correr sem repartições em material translúcido, os coeficientes relacionados à transmissividade do vidro e ao fator de manutenção do vidro foram considerados nulos (0).

$$CIN = [CC + CRE + (FM * CRI)] * KT * KM * KC \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

FM é o fator de manutenção das superfícies internas [0,75];

KT é a transmissividade do vidro [0];

KM é o fator de manutenção do vidro [0]; e

KC é o fator de caixilho [0,45]

A CIN multiplicada pela iluminância externa num plano do horizonte (EHext/100%) resulta na iluminância de determinado ponto em um ambiente interno (Ep) conforme Equação 2. A iluminância externa

foi calculada para as condições de céu parcialmente encoberto de acordo com as prescrições da NBR 15215-2 (ABNT, 2005a).

$$Ep = (CIN * EHext) / 100\% \qquad \text{Equação 2}$$

Onde:

CIN é a contribuição de iluminação natural; e

EHext é a iluminância (lux) externa horizontal para céu parcialmente encoberto.

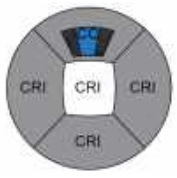
4. RESULTADOS

As simulações foram realizadas conforme o método prescritivo estabelecido na NBR 15215-3 (ABNT, 2005b). As iluminâncias externas foram indicadas na Tabela 2 e os níveis de iluminância natural 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 NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

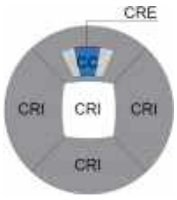
Tabela 2 - Altura solar (º), azimute (º) e iluminância externa (lux) dos dias e horários analisados

Critério	**Dia**	**Hora**	**Altura solar (º)**	**Azimute (º)**	**Iluminância externa (lux)**	**Fonte**
NBR 15575-1	23/abr	9h30	40	41	28.950	ABNT, 2005a
NBR 15575-1	23/abr	15h30	32	156	23.952	ABNT, 2005a
NBR 15575-1	23/out	9h30	54	9	36.744	ABNT, 2005a
NBR 15575-1	23/out	15h30	38	184	28.141	ABNT, 2005a

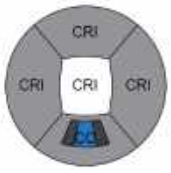
As máscaras de obstrução (Figura 4) foram produzidas a partir de dois cenários. Na primeira situação, a determinação da quantidade de luz incidente nos quartos levou em consideração apenas os afastamentos das unidades avaliadas em relação às construções vizinhas. Neste caso, constatou-se que diante o distanciamento apresentado na implantação (Figura 1) não houve interferência na parcela de céu "vista" pela abertura de iluminação do quarto 2 das casas 1/QdA e 3/QdH, assim como em nenhum dos dois quartos da casa 2/QdC. Na segunda situação, a construção das máscaras de obstrução (Figura 4) contemplou a altura dos muros de divisas construídos pelos moradores após a entrega das unidades. Notou-se que estas obstruções externas ocasionaram pequena redução na admissão de luz natural para o quarto 1 das casas 1/QdA e 3/QdH, sendo necessário o cálculo da componente refletida externa (CRE).



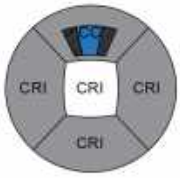
Situação 1 - Qt 1 (Casa 1/QdA)



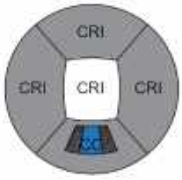
Situação 2 - Qt 1 (Casa 1/QdA)



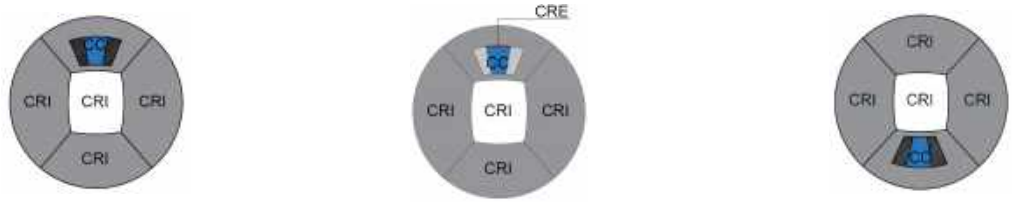
Situação 1 - Qt 2 (Casa 1/QdA)



Situação 1 - Qt 1 (Casa 2/QdC)



Situação 1 - Qt 2 (Casa 2/QdC)



Situação 1 - Qt 01 (Casa 3/QdH) Situação 2 - Qt 01 (Casa 3/QdH) Situação 1 - Qt 2 (Casa 3/QdH)

Figura 4 - Máscaras dos dormitórios analisados para as parcelas de céu vistas pela CC e a CRI, com e sem a presença de obstruções (CRE).

A análise das máscaras permitiu encontrar os valores da iluminância para o ponto central de cada dormitório. Com a finalidade de facilitar a compreensão e a comparação visual dos dados apurados, as Figuras 5 a 7 apresentam os resultados encontrados para o centro geométrico de todos os quartos analisados. Como a NBR 15.575-1 define diferentes níveis de iluminamento natural para os ambientes de dormitórios, e essa pesquisa foi proposta com a intensão de verificar o atendimento mínimo aos critérios estabelecidos por esta norma (60 lux), adotou-se o valor máximo de 120 lux para a escala gráfica indicado nas respectivas figuras.

Os gráficos mostram variação considerável de iluminância entre os quartos de uma mesma casa para os distintos horários e épocas do ano. Tal fato pode ser justificado pelas diferentes orientações geográficas, não apenas das edificações, mas também do posicionado das aberturas. Nas três unidades analisadas a janela do quarto 1 se encontra no sentido oposto ao do quarto 2 (Figura 4) e, em alguns casos, a abertura de um ambiente está voltada para o norte, enquanto que a do outro para sul, ou uma para oeste e a outra para leste.

Desta forma, além das orientações típicas de cada unidade, a locação das aberturas no ambiente é um fator relevante, havendo potencial para a obtenção de valores de iluminância mais uniformes para cada período do ano a partir do posicionamento das janelas de diferentes dependências que estão no mesmo sentido, partindo do princípio que essas dependências pertençam a uma mesma unidade, e que as dimensões dos ambientes e dos vãos de janelas são semelhantes como no caso do modelo de projeto utilizado para esse estudo.

Nas avaliações realizadas, considerando a existência dos muros de divisa, foi constatada uma pequena redução da iluminância no quarto 1 das casas 1/QdA e 3/QdH, mas os valores não interferiram de forma significativa nos resultados obtidos sem o cálculo das obstruções, visto que os dados considerados como satisfatórios não foram alterados. Como o muro de divisa da casa 2 foi executado com altura mais baixa da medida identificada para os muros das casas 1 e 3, não houve intervenções na parcela de céu visível obtida pelo vão das janelas dos quartos.

Apesar das construções dos muros de divisas não terem sido previstas no projeto apresentado e eles terem sido executados conforme os recursos de cada proprietário, muitas vezes sem o consentimento dos demais envolvidos, acredita-se que a baixa redução dos níveis de iluminância diante das obstruções externas se dá em virtude das características do terreno, das dimensões das edificações que compõem o conjunto habitacional, assim como da altura mediana dos muros, não comprometendo o desempenho luminoso dos ambientes internos.

Mesmo diante dessas considerações, é importante que estudos preliminares sejam realizados para essas tipologias construtivas de forma que sejam estudadas e fornecidas aos proprietários soluções que envolvam futuras ampliações. Para os casos em que for identificada alguma restrição, é importante que as limitações sejam comunicadas aos futuros moradores, visando a garantia do bom aproveitamento da iluminação natural bem como da manutenção dos demais requisitos de desempenho.

Nem todos os valores atenderam ao nível mínimo de desempenho estabelecido na norma (iluminâncias igual ou superior a 60 lux), sendo identificados alguns resultados que se enquadram no nível intermediário ($\geq$ 90 lux), mas nenhum chegou no nível superior em razão do valor mínimo encontrado ter sido 8 lux e o máximo de 110 lux. O ambiente considerado mais crítico foi o quarto 2 da casa 2/QdC, posto que o nível mínimo de iluminância não foi alcançado em nenhuma das quatros simulações. Um aspecto determinante para os valores expostos foi o tipo de esquadria adotada nas unidades unifamiliares térreas, pois devido ao seu fechamento opaco a área útil de iluminação calculada corresponde a pouco mais de 50% se comparada à área total do vão da abertura.

Diante disso, recomenda-se que sejam adotadas para os próximos projetos de HIS janelas que potencializem a admissão da luz natural no ambiente interno, pois de acordo com as observações de Castro *et al*. (2015), as aberturas vedadas com material transparente ou translúcido garante a passagem da iluminação externa para o interior. Não necessariamente o tipo de esquadria adotada para o modelo estudado precisa ser substituído por material de vedação transparente, podendo ser instaladas janelas que tenham a combinação do fechamento opaco (venezianas) com material translúcido (vidro), como por exemplo janelas de veneziana com

folhas de vidro, proporcionando maior diversidade no uso.

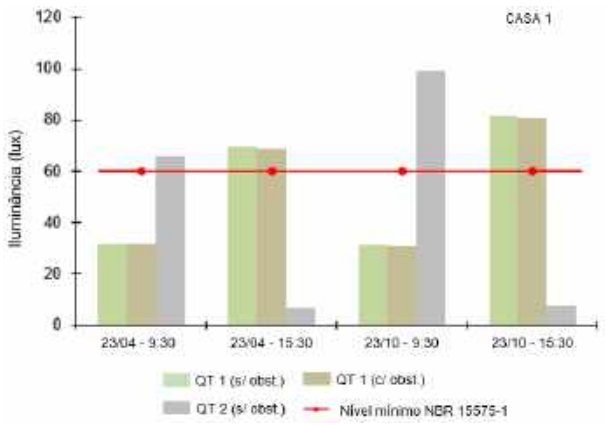


Figura 5 - Iluminâncias resultantes do método prescritivo definido na NBR 15575-1 para a casa 1.

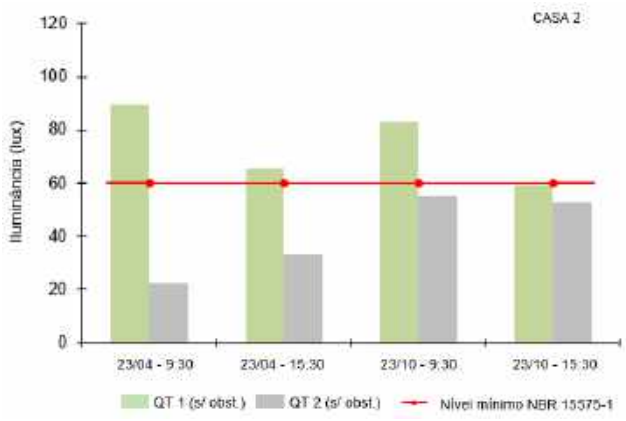


Figura 6 - Iluminâncias resultantes do método prescritivo definido na NBR 15575-1 para a casa 2.

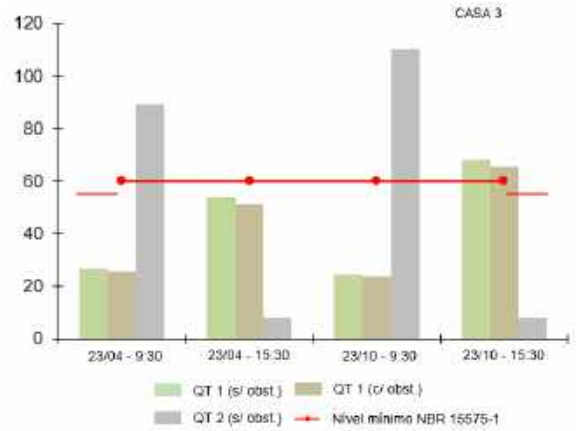


Figura 7 - Iluminâncias resultantes do método prescritivo definido na NBR 15575-1 para a casa 3.

5. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada permitiu a análise dos níveis de iluminamento natural para os dormitórios de três casas de HIS unifamiliares térreas, conforme as características das esquadrias adotadas para essas edificações, sendo consideradas também as intervenções realizadas no entorno do conjunto habitacional.

As verificações realizadas no presente artigo indicaram que em todas as datas e horários definidos foram

apurados resultados inferiores ao estabelecido pela NBR 15575-1(ABNT,2013) nos diferentes dormitórios de cada unidade, totalizando um índice de 58% de simulações que não atendem o nível mínimo de desempenho.

Considerando-se os resultados obtidos neste trabalho, sugere-se que os parâmetros para a concepção de projetos de HIS para unidades unifamiliares térreas sejam revisados pelos órgãos competentes com o intuito de garantir boas condições para a iluminação natural em edificações de uso residencial. Recomenda-se ainda o estabelecimento de sistemáticas que abordem sobre a área útil de iluminação e o tipo das esquadrias abrangendo requisitos geométricos, dimensionamento e posicionamento não aleatórios nos ambientes, critérios para a transparência dos fechamentos fomentando decisões pautadas com base na disponibilidade de luz natural de cada região e compatibilização desses parâmetros com as condições climáticas locais.

O procedimento adotado para essa pesquisa mostrou-se eficaz e útil para avaliar também a disponibilidade de iluminação natural em conformidade com as necessidades dos usuários e que interfere nos parâmetros de habitabilidade definidos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013). Portanto, outras variáveis que influenciam na iluminação natural, como o emprego de esquadrias com vidro e aquelas relacionadas ao entorno da edificação (presença de taludes e eventuais sombreamentos que podem impactar na admissão de luz natural para o interior dessas edificações), 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 15215-2 - Iluminação natural - Parte 2 - Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural** - Rio de Janeiro, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILERIA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-3 - Iluminação natural - Parte 3 - Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos -** Rio de Janeiro, 2005b.

ASSOCIAÇÃO BRASILERIA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: desempenho térmico de edificações - parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social -** Rio de Janeiro, 2005c.

ASSOCIAÇÃO BRASILERIA DE NORMAS TÉCNICAS. **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/d4067859bc53891 dfce5e6b282485fb4.pdf>. Acesso em: 01 Mar. 2019.

CASTRO, Guilherme Nóbrega de et al. **Componentes de condução da luz natural em edifícios multifamiliares: análise de um código de obras. Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 25-44, Junho 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php? script=sci_arttext&pid=S167886212015000200025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 Mar. 2019.

CBIC. CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575-2013**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

COSTELLA, Marcelo Fabiano. **Norma de desempenho de edificações: modelo de aplicação em construtoras**. - 1ª ed. - Curitiba: Apppris, 2018.

DORNELLES, Kelen Almeida. **Absorbância 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.219.

GREICI, Ramos; GHISI, Enedir. **Avaliação do cálculo natural realizado pelo programa EnergyPlus**. **Ambiente. constr.** Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 157-169, junho de 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext& pid=S1678-86212010000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 Mar. 2019.

GUIDI, Cláudia Rocha et al. **Influência dos parâmetros urbanísticos e da topografia na admissão da luz natural em edifícios residenciais. Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 49-66, Set. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/ scielo.php?script=sci_ arttext&pid=S1678-86212018000300049&lng= en&nrm=iso>. Acesso em: 01 Mar. 2019.

INMETRO. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Portaria nº 18**, 16 de janeiro de 2012, que regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788. pdf>. Acesso em: 02 Mar.2018.

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

LEAL, Lilianne de Queiroz; LEDER, Solange Maria. **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.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à direção da empresa construtora responsável pela execução do conjunto habitacional supracitado por todo o apoio, em especial à engenheira civil e ambiental Yuriane Sayuri Iwanaga, pela disponibilização de todos os dados necessários para a realização dessa pesquisa.