

Contribuições para o dimensionamento de aberturas para iluminação natural em habitações de interesse social

Contributions to the sizing of openings for natural lighting in popular homes

Ary Rodrigues Alves Netto^a, Douglas Barreto^a,
Adriana Camargo de Brito^{b*}, Maria Akutsu^b

^a Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.

^b Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

*E-mail: adrianab@ipt.br

Palavras-chave:
janelas; luz natural; fator de luz diurna.

Keywords:
windows; natural light; daylight factor.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo contribuir para o aprimoramento dos critérios de avaliação da iluminação natural em habitações, apresentados na norma ABNT NBR 15575-5:2013. Os valores mínimos de iluminância estabelecidos nessa norma, tanto para iluminação natural como para iluminação artificial não atendem aos valores mínimos estabelecidos na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, que trata das condições para o conforto visual dos ocupantes. Dessa forma, ambientes projetados para atender somente ao critério mínimo para iluminação natural podem ter como consequência não somente o desconforto visual, como também gastos adicionais pelo consumo de energia elétrica com a iluminação artificial, visando atingir o conforto visual mínimo, com impactos mais significativos para a população de baixa renda. Foi estimada a melhoria do uso de luz natural considerando as áreas efetivas de iluminação proporcionadas por janelas, comumente, encontradas no mercado brasileiro para uso em habitações, comparando-se os valores do "Fator de Luz Diurna" (*FLD*) obtidos de um conjunto de simulações computacionais. As simulações foram realizadas para determinar a iluminância em um ponto central de um recinto, sob três condições de céu, para os solstícios e equinócios, das 8 h às 17 h, em intervalos de 30 min. Além disso, foi determinado o "Fator de Luz Diurna referência" (*FLDr*), definido como a relação entre os valores da iluminância estabelecida na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 e da iluminância externa. Os resultados mostram que é possível distinguir, claramente, entre os tipos de janela que podem atender aos requisitos de conforto visual conforme as relações entre a dimensão do ambiente e a área útil para iluminação da janela. Com base nesses aspectos, os requisitos e critérios da norma

ABNT NBR 15575-5:2013 podem ser aprimorados tendo em vista garantir um conforto visual mínimo e reduzir o consumo de energia para iluminação artificial.

Abstract

The objective of this paper is to contribute to the improvement of the criteria for the evaluation of natural lighting in dwellings, presented in the Brazilian Standard ABNT NBR 15575-5:2013. The minimum values of illuminance established in this standard, both for natural lighting and artificial lighting, do not achieve the minimum values established in the Brazilian Standard ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 which deals with the conditions for the visual comfort of the occupants. Thus, environments designed to meet only the minimum criteria for natural lighting may have, as a consequence, not only the visual discomfort, but also additional expenses for the electric energy consumption with the artificial lighting. An estimation was made for the improvement of the use of natural light considering the effective areas of illumination provided by windows found in the Brazilian market for use in dwellings and was compared to the "Daylight Factor" (FLD) values obtained from a set of computational simulations. The simulations were made to determine an illuminance at a central point of the enclosure under three sky conditions for the solstices and equinoxes, from 8:00 a.m. to 5:00 p.m., at 30-minute intervals. In addition, the "Reference Daylight Factor" (FLDr), defined as the relationship between the values of the illuminance established in the Brazilian Standard ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 and the external illuminance, was determined. The results show that it is possible to clearly distinguish between window types that can meet the requirements of visual comfort according to the relationship between the size of the environment and the window lighting area. Based on these aspects, the requirements and the criteria of ABNT NBR 15575-5:2013 can be improved to ensure minimal visual comfort and to reduce energy consumption for artificial lighting.

1 Introdução

O aproveitamento da iluminação natural nos ambientes internos das edificações, além de ser importante recurso para promover o bem-estar dos ocupantes, pode reduzir o consumo de energia elétrica dos sistemas de iluminação artificial. Em habitações de interesse social, tal fator torna-se ainda mais importante, visto que os proprietários dessas edificações nem sempre dispõem de recursos suficientes para arcar com custos elevados de energia elétrica.

Geralmente, a luz natural é obtida por meio das aberturas laterais, dimensionadas de modo a proporcionar valores mínimos de iluminância interna, conforme estabelecido em normas técnicas ou para atender a dimensões mínimas das esquadrias previstas em documentos como os Códigos de Obras e Edificações.

Na norma ABNT NBR 15575-5:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a) há dois métodos de avaliação da iluminação natural e um método para avaliação da iluminação artificial. Para iluminação natural, o método por cálculos permite a obtenção da iluminância nos ambientes considerando céu parcialmente encoberto, com 50 % de nuvens, para dias específicos do

ano, das 9 h até às 15 h 30 min. É exigida uma iluminância mínima de 60 lx, obtida somente com a iluminação natural. Para o método de medições, devem ser feitas medições da iluminância interna e externa do recinto, em dias com cobertura de nuvens maior que 50 %, das 9 h às 15 h, para calcular o Fator de Luz Diurna – FLD, que deve ser de, no mínimo, 0,5 %.

Para a iluminação artificial a norma ABNT NBR 15575-5:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a) indica que podem ser feitos cálculos ou medições no local para obter o valor da iluminância, exigindo-se uma iluminância mínima de 100 lx para sala, dormitório, banheiro e área de serviço e 200 lx para a cozinha.

Com base na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b), para recintos como dormitórios, salas e cozinhas de habitações, em que podem ser realizadas tarefas de leitura, seria necessária uma iluminância mínima de 300 lx, que pode ser obtida com iluminação artificial, natural ou ambas.

Foram observadas incompatibilidades entre os critérios indicados nas normas ABNT NBR 15575-5:2013 e ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a; 2013b). Um exemplo são os valores mínimos da iluminância, exigidos para iluminação natural e artificial indicados na NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a), para a sala, respectivamente, 60 lx e 100 lx. Mesmo se houver a possibilidade de utilizar iluminação natural e artificial de modo conjunto para obter tais valores, a iluminância do recinto é de 160 lx, não atendendo ao valor mínimo da iluminância para o ambiente, com base na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Em Códigos de Obras e Edificações de várias cidades brasileiras, geralmente há exigências para as dimensões mínimas das aberturas para iluminação e ventilação naturais em habitações, considerando uma relação de área entre o tamanho da abertura e o tamanho do piso do recinto. Entretanto, há documentos, como o Código de Obras da cidade de São Carlos (SÃO CARLOS, 2011), que estabelecem recuos mínimos de divisas para a disposição de aberturas para iluminação e ventilação naturais em fachadas, sem, no entanto, indicar as dimensões mínimas das aberturas.

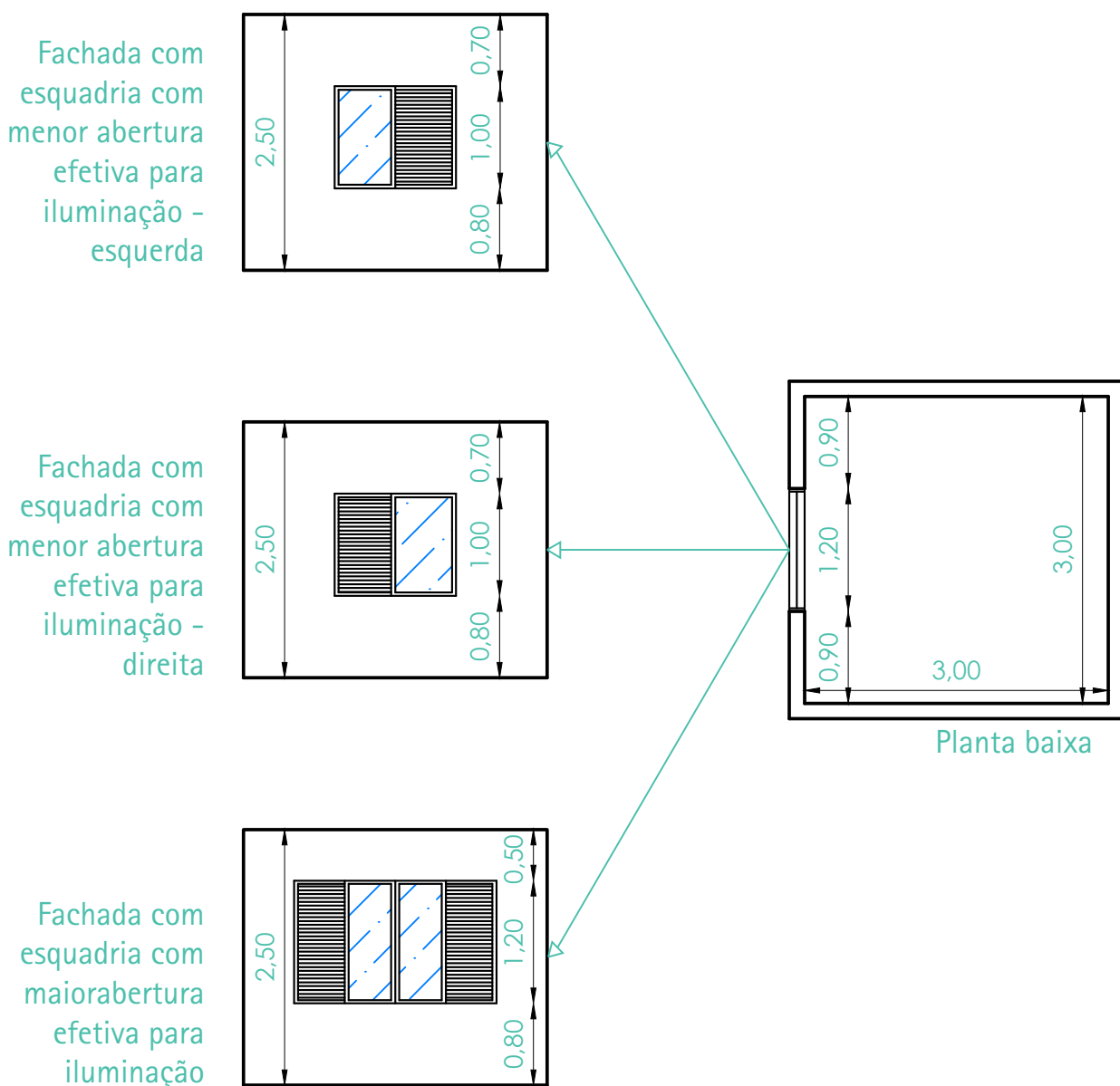
Embora haja vários instrumentos normativos sobre o tema, na prática, mesmo com o atendimento de seus critérios, nem sempre é obtida a quantidade de luz natural necessária à realização das tarefas no interior dos recintos (CASTRO et. al., 2015). Além de poder causar desconforto ao usuário, isso implica em maior uso de iluminação artificial, muitas vezes em locais com disponibilidade significativa de luz natural.

O objetivo do trabalho é gerar contribuições para o dimensionamento de aberturas para iluminação natural em habitações de interesse social, visando maior aproveitamento da iluminação natural e economia de energia com iluminação artificial.

2 Procedimento metodológico

Foram selecionadas esquadrias disponíveis no mercado nacional, com a menor e maior abertura efetiva para iluminação, fabricadas em alumínio e certificadas pelo Programa Setorial da Qualidade – PSQ do Ministério das Cidades do governo federal brasileiro. Consideraram-se as esquadrias em um cômodo típico de uma habitação de interesse social (**figuras 1 a 3**), na cidade de São Carlos, com janela orientada à direção norte.

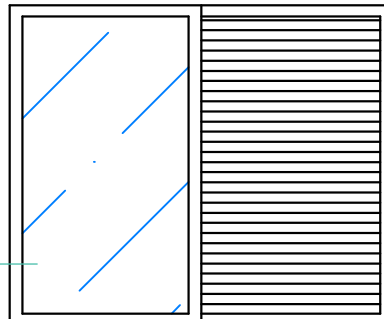
Figura 1 – Dimensões (em m) do ambiente analisado e fachadas



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 2 – Dimensões da abertura efetiva para iluminação – esquadria menor

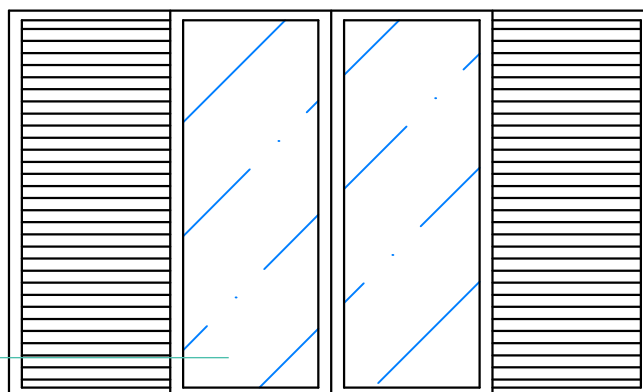
Abertura efetiva para iluminação
 $0,52 \text{ m} \times 0,93 \text{ m} = 0,48 \text{ m}^2$
(5 % da área de piso do recinto)



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 3 – Dimensões da abertura efetiva para iluminação – esquadria maior

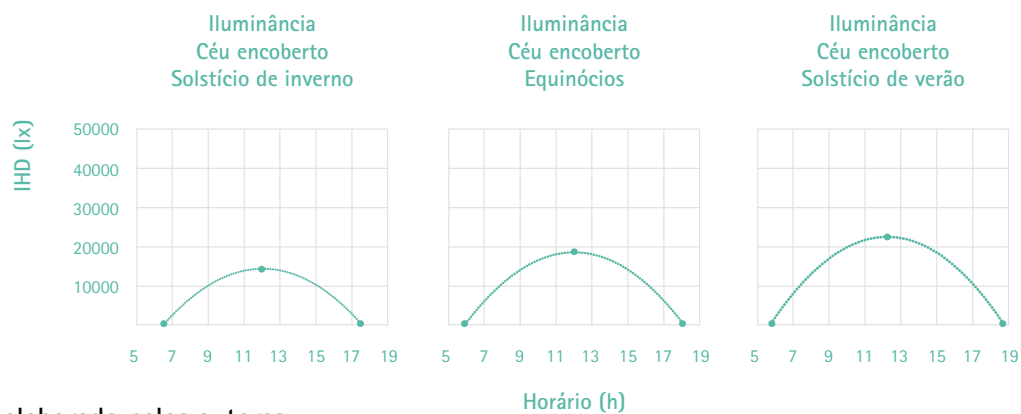
Abertura efetiva para iluminação
 $0,84 \text{ m} \times 1,12 \text{ m} = 0,94 \text{ m}^2$
(10 % da área de piso do recinto)



Fonte: elaborado pelos autores

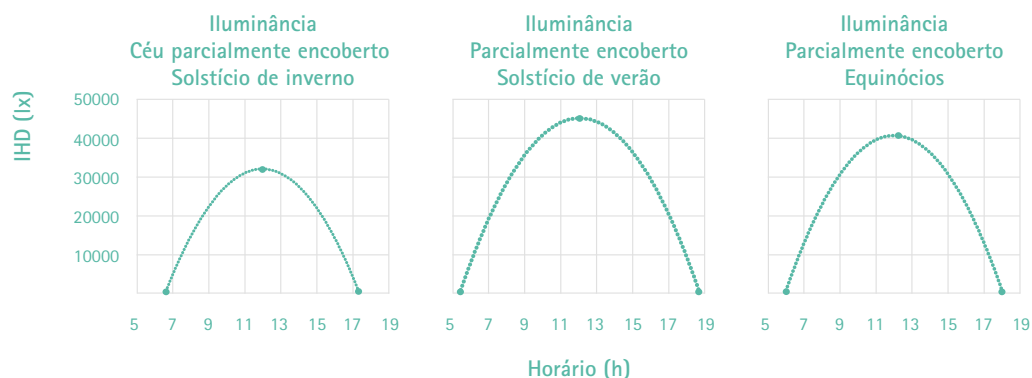
Foram feitas simulações computacionais com o programa TropLux (CABÚS, 2011) para se determinar a iluminância no local, com os tipos de céu 1, 8 e 12, padrão CIE (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 2003), respectivamente, um céu encoberto, parcialmente encoberto e, claro, nos solstícios e equinócios (**figuras 4 a 6**). Esses tipos de céu correspondem aos tipos encontrados em cidades brasileiras.

Figura 4 – Iluminância para o céu encoberto



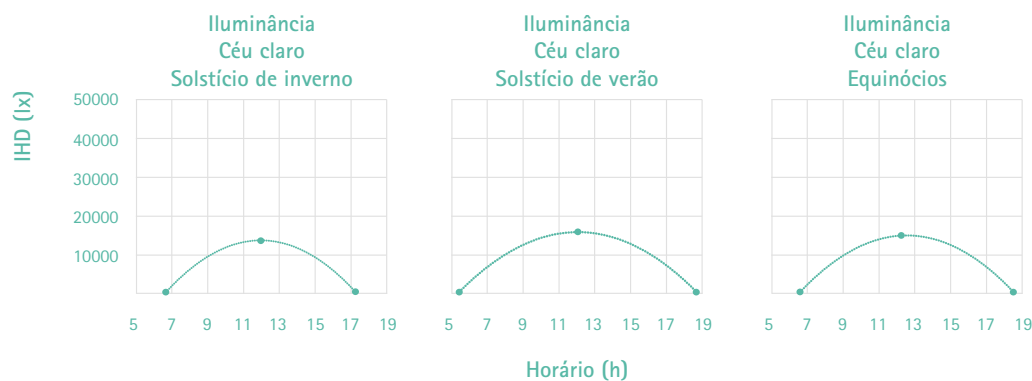
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 5 – Iluminância para o céu parcialmente encoberto



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 6 – Iluminância para o céu claro



Fonte: elaborado pelos autores

As simulações foram feitas para um ponto de referência localizado no centro do ambiente a 0,75 m do piso acabado, para os solstícios de verão e de inverno e para os equinócios de primavera e outono, das 8 h às 17 h, em intervalos de 30 min.

Foi calculado o fator de luz diurna – *FLD* para cada período e comparado com o fator de luz diurna referência – *FLDr*, definido como sendo a iluminância mínima recomendada pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b), com o uso da **Equação 1**. O *FLDr* foi obtido substituindo-se na equação o valor da iluminância no ponto de referência pelo valor de iluminância de 300 lx para esse tipo de ambiente, com base na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

$$FLD = (E_p / E_{h_{ext}}) \times 100 \% \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

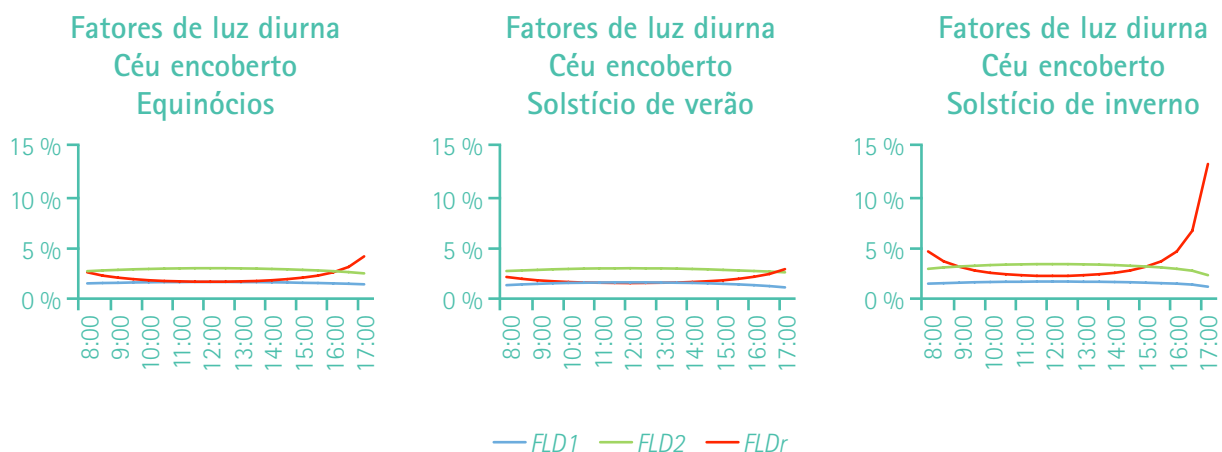
E_p é a iluminância no ponto de referência

$E_{h_{ext}}$ é a iluminância externa

3 Resultados e discussão

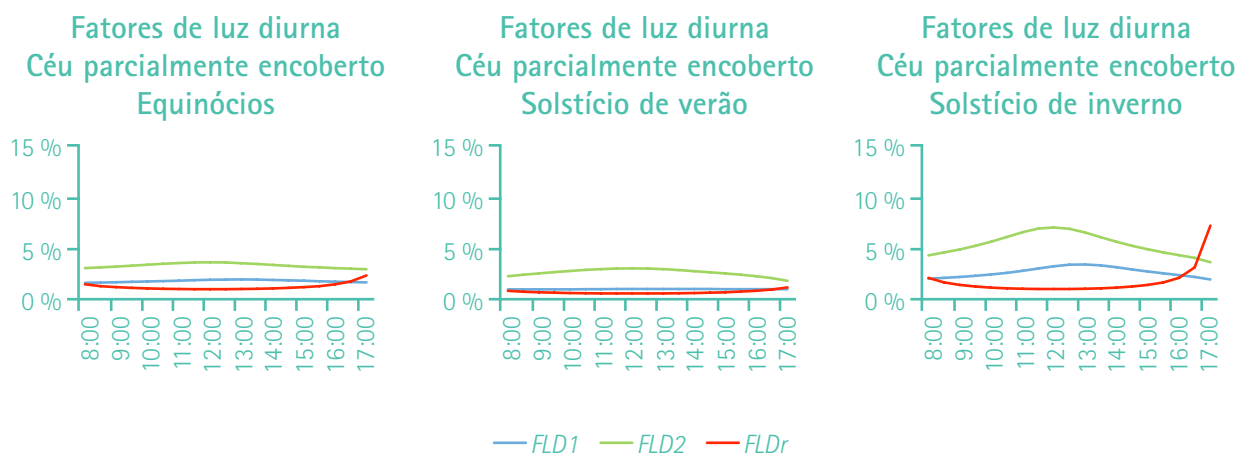
A **Figura 7** indica os valores do *FLD1* (janela menor), *FLD2* (janela maior) e *FLDr*, para céu encoberto, nos equinócios e solstícios. As **figuras 8 e 9** apresentam os mesmos parâmetros para os tipos de céu parcialmente encoberto e claro, respectivamente.

Figura 7 – Curvas dos *FLD1*, *FLD2* e *FLDr* para o céu encoberto



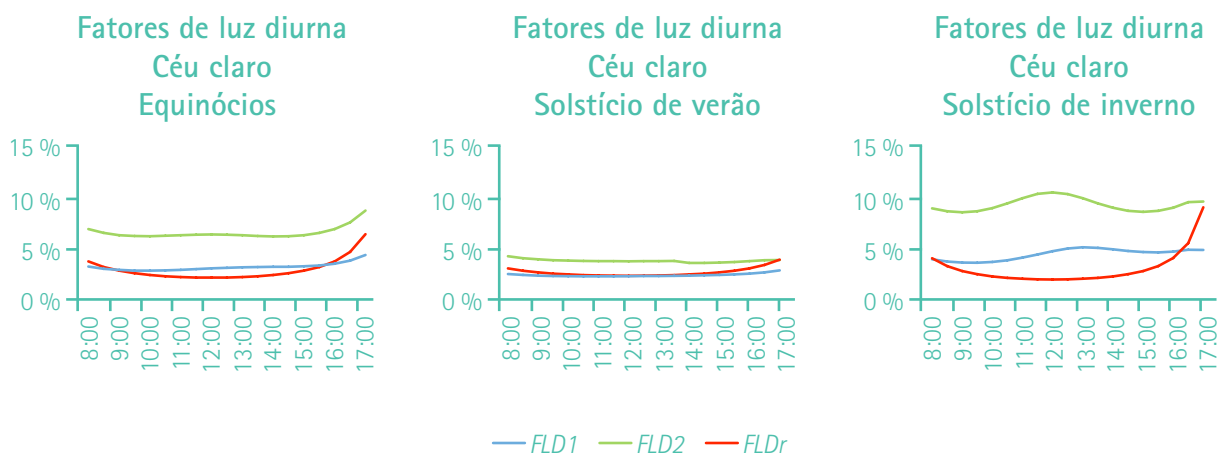
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 8 – Curvas dos *FLD1*, *FLD2* e *FLDr* para o céu parcialmente encoberto



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 9 – Curvas dos *FLD1*, *FLD2* e *FLDr* para o céu claro



Fonte: elaborado pelos autores

3.1 Tamanho da abertura e tipo de céu

Com a esquadria maior, é atendido o valor do *FLD* referência em todas as condições consideradas e tipos de céu. Com a esquadria menor, observa-se que, com céu encoberto, não é atendido o valor do *FLD* referência em parte significativa do solstício de verão e equinócios. A iluminância de referência não é alcançada no solstício de inverno.

Por outro lado, para o céu parcialmente encoberto, ocorre o atendimento do *FLDr* em todas as situações analisadas. Para o céu claro, no solstício de verão, não é obtido o valor do *FLDr* em parte significativa do dia.

3.2 Atendimento ao Código de Obras de São Carlos

O fato do Código de Obras da cidade de São Carlos (SÃO CARLOS, 2011) não citar aspectos quanto ao dimensionamento de aberturas permite o uso da janela menor, que não fornece quantidade de luz natural adequada em várias situações, dependendo do tipo de céu considerado. Isso acarreta a necessidade do emprego de iluminação artificial no recinto, mesmo durante o dia.

3.3 Atendimento do valor do *FLD* previsto na norma ABNT NBR 15575-5:2013

Para todos os tipos de céu, as duas janelas proporcionariam a obtenção de, no mínimo, um *FLD* superior a 0,5 %, atendendo ao critério referente a esse fator, indicado na norma ABNT NBR 15575-5:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

4 Conclusões

A atual forma de dimensionar aberturas para iluminação natural, seja com base em códigos de obras (Código de Obras de São Carlos) ou normas que abordam o assunto (norma ABNT NBR 15575-5:2013), não garantem a obtenção da quantidade de luz necessária para a realização das atividades no interior dos ambientes somente com o uso de iluminação natural, acarretando a necessidade de usar luz artificial durante o dia. Isso ocorre mesmo em casos em que os critérios normativos são atendidos, o que implica na necessidade de revisão para que possam incorporar questões referentes à eficiência energética, priorizando o uso da luz natural durante o dia para atender às necessidades do usuário.

Para estabelecer critérios para o dimensionamento de aberturas para iluminação natural, é necessário levar em conta as condições de céu mais frequentes no local, visto que pode haver uma variação significativa na iluminância no interior do recinto em virtude desse fator, o que nem sempre é abordado em documentos técnicos. Isso é ainda mais relevante, com o uso de janelas de pequenas dimensões (área de 0,48 m²), disponíveis no mercado brasileiro e, frequentemente, utilizadas em habitações de interesse social.

No Código de Obras da cidade de São Carlos é de suma importância a adoção de critérios que compreendam o tamanho das aberturas, não somente sua distância de anteparos (recuos).

Na norma ABNT NBR 15575-5:2013 é necessário estabelecer critérios mais exigentes para o fator de luz diurna, visto que um *FLD* de 0,5 % não proporciona quantidade adequada de luz natural no interior do recinto.

5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b. 46 p.

CABÚS, R. C. **TropLux 5: Guia do Usuário**. Maceió: [s.n.], 2011.

CASTRO, G. N. et al. Componentes de condução da luz natural em edifícios multifamiliares: análise de um código de obras. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 2, p. 25-45, 2015.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **ISO 15469:2003**: Spational Distribution of Daylight - CIE Standard General Sky. Viena: CIE, 2003. 10 p.

SÃO CARLOS (Cidade). Lei no. 15.958, de 29 de dezembro de 2011. **Código de Obras e Edificações do Município de São Carlos**. São Carlos: Prefeitura Municipal de São Carlos, dez. 2011.