ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO NATURAL NO AMBIENTE INTERNO A PARTIR DA ALOCAÇÃO DE JANELA PARA A DENOMINADA "ÁREA PRINCIPAL"[1]

BOLSSONI, G., Universidade Federal do Espírito Santo, email: gabriela_bolssoni@hotmail.com; LARANJA, A., Universidade Federal do Espírito Santo, email: andreacoelholaranja@gmail.com; ALVAREZ, C., Universidade Federal do Espírito Santo, email: cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the performance of daylighting in the internal environment from the allocation of the window facing what it was denominated as "main area". It was used for the study, a rectangular environment located in the city of Vitória (LAT 20 ° 19'10 "S; LONG 40 ° 20'16"). The Simulations were performed with the software Troplux, for sky 7 (partly cloudy) - North orientation - and sky 3 (overcast) - all orientations, at specific points of the internal environment, for pre-established hours and days of the year. As conclusion, it was verified that only for the sky 7 (partially cloudy) - north orientation, on the months where the solar height is low (May, June and July), the daylighting losses and gains were significant, due to the variation of the "main area". It was also verified that the model with the largest "main area" presented the best performance, and the illuminances did not vary proportionally with the increase of the "main area".

***Keywords**: Building code. "Main area". Daylighting. TropLux.*

1 INTRODUÇÃO

A iluminação natural nos ambientes internos permite, além de benefícios psicológicos e biológicos para o ser humano, a melhora no desempenho energético (LARANJA, 2010; LEDER, 2007). As janelas são, dentre outros, os elementos que irão permitir o acesso à luz natural no ambiente interno. No entanto, verifica-se que em muitas situações, as janelas são alocadas em ambientes voltados para varandas, pátios, poços de iluminação, dentre outros.

No que se refere aos poços de iluminação, alguns estudos evidenciam vínculos entre estes e o ganho de luminosidade do ambiente interno. Cita-se, por exemplo, as pesquisas de Martins (2011), que relatam que poços de iluminação são instrumentos não convencionais que podem ser utilizados como estratégia de iluminação para os ambientes distantes do perímetro da construção. O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2012), por sua vez, indica que poços de iluminação garantem iluminação satisfatória desde que a relação da sua altura e o lado de menor dimensão atenda a relação 1:1. Porém, afirma que o ideal é que cada Municipalidade desenvolva estudo próprio a partir de sua carta solar. Nesse sentido, o Código de Obras e Edificação é o principal elemento de controle

[1] BOLSSONI, G., LARANJA, A., ENGEL, C. Análise da iluminação natural no ambiente interno a partir da alocação de janela para a denominada "área principal". In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

e fiscalização do espaço construído indicando, dentre outros, as características das aberturas dos ambientes internos.

O Código de Obras de Vitória (1998), por exemplo, ao tratar da garantia da iluminação natural do ambiente interno, não traz os vocábulos "poços de iluminação" e sim o termo "área principal". Permite desta forma, que ambientes internos de uso prolongado possam ser iluminados por meio desta "área principal", a qual deve ter sua geometria em função da própria edificação. Assim, nota-se nas edificações residenciais multipavimentos em Vitória, a utilização de "áreas principais" como artifício comumente utilizado na orientação das janelas laterais.

Dessa forma, em função das questões tratadas anteriormente, acerca da importância da iluminação natural para o ambiente interno, bem como, análises de padrões utilizados no Código de Obra e sua capacidade de atender as necessidades luminosas do ambiente, a pesquisa tem como objetivo analisar o comportamento da iluminação natural no ambiente interno a partir da alocação da janela voltada para a denominada "área principal".

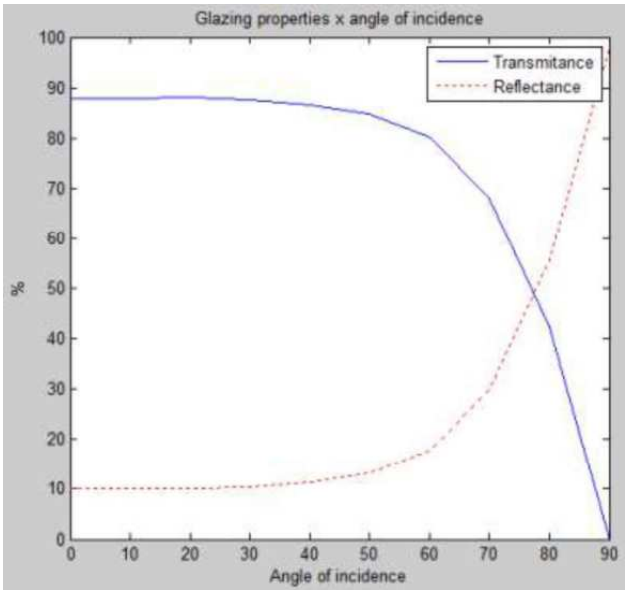
2 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se estrutura conforme as etapas a seguir: (1) caracterização do ambiente interno adotado; (2) definição das "áreas principais" simuladas; (3) definição dos dias e horários das simulações; (4) definição dos parâmetros de análise das simulações; e (5) análise dos resultados.

2.1 Caracterização do ambiente interno adotado

Utilizou-se para o estudo um ambiente interno de uso prolongado (quarto), situado num edifício residencial com seis pavimentos, no bairro Jardim da Penha, Vitória – ES (LAT 20°19'10"S e LONG 40°20'16"). O ambiente situa-se no segundo andar, conforme a tipologia usual das edificações residenciais multipavimentos em Jardim da Penha, Vitória – ES. Assim o ambiente se caracteriza por possuir áreas e dimensões mínimas, sendo elas 10m², pé-direito de 2,60m, largura de 2,60m e comprimento de 3,85m, de acordo com dimensões mínimas constantes no Código de Obras de Vitória (1998). As refletâncias internas adotadas foram: piso = 0,2; paredes = 0,6; e teto = 0,80 e para as superfícies externas adotou-se refletância de 0,5. O modelo analisado possui abertura centralizada na parede, sem elemento obstruidor, com área de abertura de 1,25m², largura de 1,25m e altura de 1,00m, que corresponde a uma proporção de 1/8 (12,5%) da área do piso do compartimento a iluminar, como indica o Código de Obras de Vitória (1998). Em toda a área da abertura foi utilizado vidro comum transparente, com características de transmitância e refletância conforme a Figura 1.

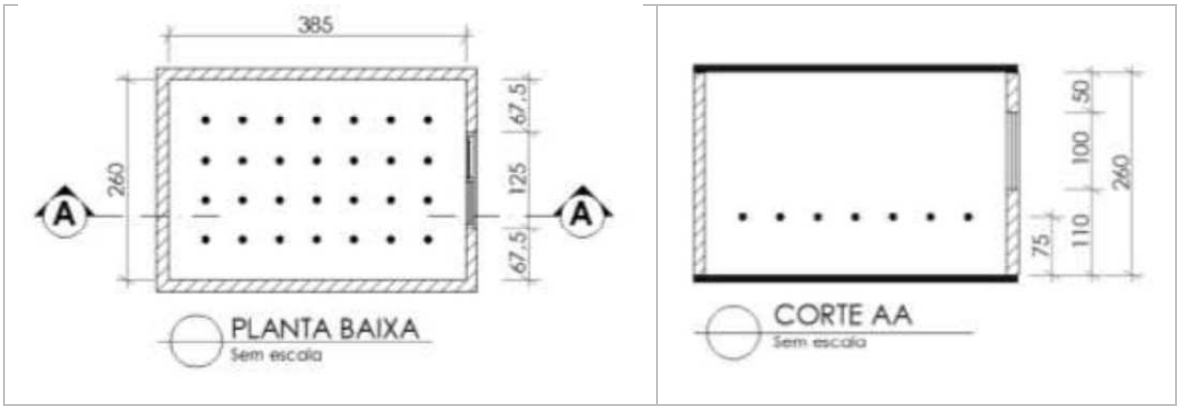
Figura 1 – Transmitância e refletância do vidro utilizado



Fonte: Cabús (2012)

Adotou-se uma malha ortogonal com 40 pontos de avaliação dentro do ambiente, com 8 pontos no eixo "X" e 5 pontos no eixo "Y", na altura de 75cm do piso (altura do plano de trabalho), distando-se a cerca de 0,5m entre si, de acordo com a ABNT, NBR 15215-4 (BRASIL, 2005), Figura 2.

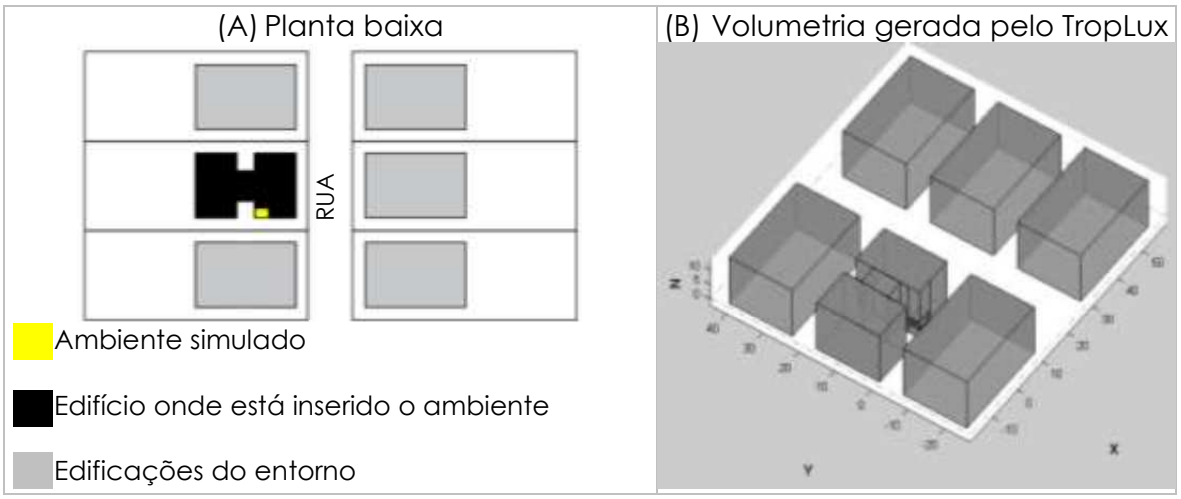
Figura 2 – Planta baixa e corte AA esquemáticos, com posicionamento dos pontos para cálculo das iluminâncias



Fonte: as autoras (2018)

As edificações obstruidoras do entorno imediato foram definidas com base nos limites permitidos pelo Plano Diretor Urbano de Vitória (2006), que prevê para o bairro Jardim da Penha (ZOC1/03), gabarito máximo de 6 pavimentos; coeficiente de aproveitamento (CA) = 1,95; e taxa de ocupação máxima (TO) = 60%. No que se refere à via, foi adotado o valor de 12 m (rua + passeio) para o dimensionamento da largura, de acordo com o preconizado pelo Plano Diretor Urbano de Vitória (VITÓRIA, 2006), no que se refere à tipologia para via "Local Principal", Figura 3.

Figura 3 – Geometria urbana em que o ambiente está inserido



Fonte: as autoras (2018)

2.2 Definição das "áreas principais" simuladas

As simulações foram realizadas a partir de um modelo de abertura lateral alocada em "área principal", conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de janelas laterais orientadas para "áreas principais" em Vitória

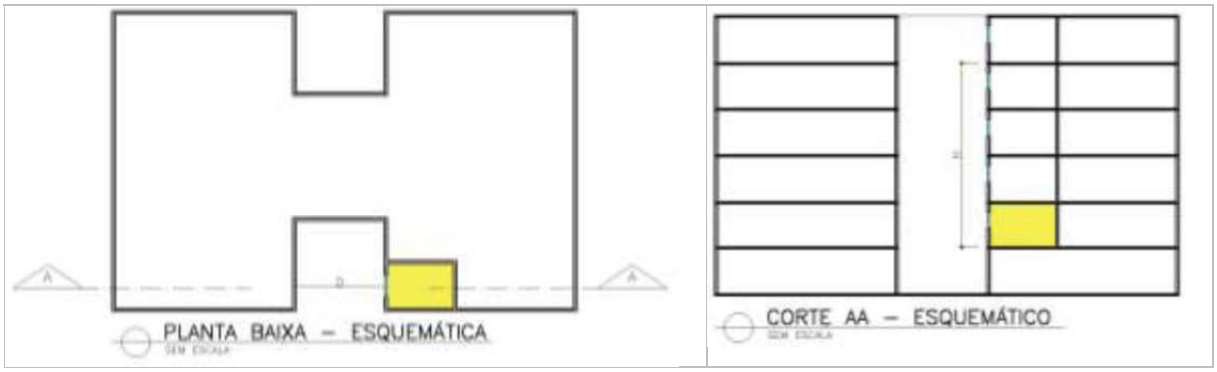


Fonte: as autoras (2017)

O Código de Obras de Vitória (1998) estabelece para "área principal", em ambientes de permanência prolongada, uma relação entre "D", diâmetro mínimo do círculo a ser inscrito na "área principal" e "h", distância do piso a iluminar até o piso do último pavimento do edifício, conforme Equação 1 e Figura 5.

$$D = 2{,}0+h/6 \quad (1)$$

Figura 5 – Planta baixa e corte esquemático AA da "área principal", com destaque para o ambiente avaliado



Fonte: as autoras (2018)

No caso do edifício estudado, a "área principal" adotada consta de diâmetro de 3,80m e área de 14,44m², de acordo com o Código de Obras de Vitória (1998). Objetivando avaliar a influência do dimensionamento da "área principal" na oferta de iluminação do ambiente interno, foram propostos outros dois modelos variando o diâmetro em ± 50cm, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões das "áreas principais" simuladas

Áreas principais	Diâmetro (D) m	Definição do diâmetro	Área (A) m²
A1	D1 = 3,30	D1 = D2 – 0,50m	10,89
A2 – código de obras	D2 = 3,80	D2	14,44
A3	D3 = 4,30	D3 = D2 + 0,50m	18,89

Fonte: as autoras (2018)

O valor de 0,50m foi determinado em função da diferença existente entre os resultados encontrados no Código de Obras de Vitória (1998), quando se utiliza "área principal aberta" (distância até a rua>1,0m) ou "área principal fechada", conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensionamento da "área principal" indicado pelo Código de Obras de Vitória (1998)

Área Principal	Dimensionamento
"Área principal aberta"	D = 2 + h/6
"Área principal fechada"	D = 1,50 +h/6
Diferença entre o diâmetro das "áreas principais"	0,50m

Fonte: adaptado, Código de Obras de Vitória (1998)

2.3 Definição dos dias e horários das simulações

As simulações foram realizadas no programa TropLux, que permite a simulação das características da iluminação natural em ambiente interno, sendo possível configurar o céu da localidade em que se insere o ambiente por meio da proposta da CIE (*Commission Internationale de L'Éclairage*), (CABÚS, 2012). As simulações foram feitas para todos os dias do ano no recorte das 8h às18h, onde foi adotado o céu 3 (encoberto) com simulações para todas as orientações. Também foram feitas simulações para o céu 7

(parcialmente nublado) na orientação Norte em função do maior acesso da radiação solar direta nesta orientação de acordo com a latitude de Vitória.

2.4 Definição dos parâmetros de análise das simulações

Para a análise da disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno foi adotado como parâmetro os intervalos das UDI (*Useful Daylight Illuminances*) indicados por Nabil e Mardaljevic (2006), que propõem: valores menores que 100lx como insuficientes; valores no intervalo entre 100 e 500lx caracterizados como suficientes, mas com necessidade de iluminação complementar; valores no intervalo suficiente entre 500 e 2000lx; e valores superiores a 2000lx caracterizados como excessivos.

3 RESULTADOS

De acordo com a Figura 6, para céu 3 (encoberto) verificou-se que todas as orientações simuladas (Norte, Sul, Leste e Oeste) apresentaram os mesmos resultados. Além disso, a variação do diâmetro da "área principal", não trouxe variação nos percentuais de iluminância do ambiente interno. Nota-se também, a incapacidade de todas as "áreas principais" simuladas de garantir percentuais no intervalo suficiente (500≤E<2000). Para o céu 7 (parcialmente nublado), pode-se verificar para a orientação Norte, que a variação do diâmetro da "área principal", só trouxe resultados significativos para os meses de menor altura solar, ou seja, maio, junho e julho, com variação de cerca de 10% nos intervalos de iluminação suficiente, mas com necessidade de iluminação complementar (100≤E<500) bem como suficiente (500≤E<2000). Como previsto, a "área principal" de maiores dimensões (A3) foi a que apresentou resultados mais satisfatórios, por contemplar mais pontos do ambiente interno ao longo do ano no intervalo de iluminação suficiente.

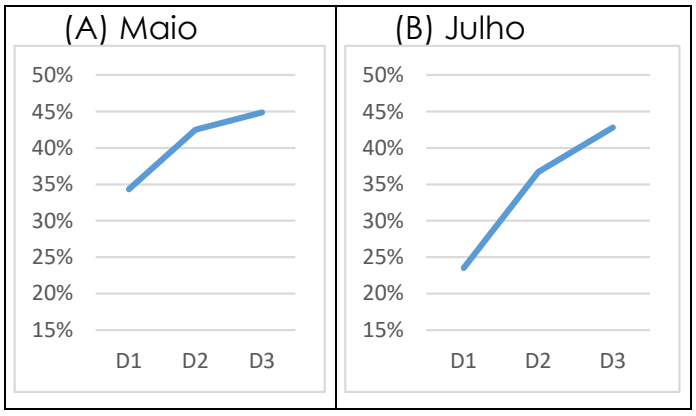
Figura 6 – Percentuais das UDI para "áreas principais" (A1, A2 e A3)



Fonte: as autoras (2018)

Para o céu 7, orientação Norte, nota-se ainda, que o ganho de iluminação não se deu de forma proporcional ao aumento do diâmetro, sendo este mais expressivo quando se aumenta o diâmetro de D1 para D2, como indica a Figura 7.

Figura 7 – Variação percentual no intervalo de iluminação suficiente (500≤E<2000)



Fonte: as autoras (2018)

4 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo analisar o comportamento da iluminação natural no ambiente interno a partir da alocação da janela voltada para a denominada "área principal". Como principais conclusões destaca-se, que para o céu 7, orientação Norte, a variação do diâmetro da "área principal" teve resultados mais expressivos para os meses de menor altura solar. Na qual, a "área principal" maior (A3) contemplou mais pontos ao longo do ano no intervalo de iluminância suficiente. Todavia, vale destacar, que o aumento da iluminância não variou de forma proporcional com o aumento da "área principal", onde verificou-se, que a variação de A1 para A2 apresentou um aumento mais significativo nos percentuais de iluminância no ambiente interno para o intervalo suficiente, do que o aumento de A2 para A3. Todavia, vale ressaltar, que estes resultados não podem ser considerados para todas orientações e para todos os tipos de céu, visto que, na avaliação do céu 3 (encoberto) para as orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste), por exemplo, a variação do diâmetro da "área principal", não trouxe variação nos percentuais de iluminância do ambiente interno.

Ressalta-se, dessa forma, que cada orientação e cada localidade possui características particulares, não sendo possível adotar um modelo de "área principal" genérico. Portanto, faz-se necessário estudos futuros para as demais orientações e outros tipos de céus não contemplados nesta pesquisa. Destaca-se ainda, que além da geometria da "área principal", os ambientes internos sofrem influência de outros fatores no ganho de iluminação natural, como a refletância das superfícies externas e internas, dentre outros. Além disso, de modo geral, as "áreas principais" conciliam além da iluminação a função de ventilar, sendo importante uma análise posterior verificando o desempenho da "área principal" no que se refere a outras funções.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela viabilização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4: iluminação natural: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações: método de medição.** Rio de Janeiro, 2005.

CABÚS, R. C. **TropLux, versão 7.0: Guia do Usuário**. Maceió: Grilu, 2012.

LARANJA, A. C. **Parâmetros urbanos e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno.** 2010, 285 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LEDER, S. L**. Ocupação urbana e luz natural: proposta de parâmetro de controle da obstrução do céu para garantia da disponibilidade à luz natural.** 2007. 240 f. Tese (Doutorado em Construção Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARTINS, L. O. **O poço de luz como estratégia de iluminação natural na cidade de Maceió – AL.** 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado, Faculdade de Aquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors.** Energy and Buildings, London: Elsevier, v.38, p.905-913, 2006.

PROCEL. **Modelo para elaboração de código de obras e edificações**. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2012.

VITÓRIA. Lei nº. 4821, de 30 de dezembro de 1998. **Código de Edificações do Município de Vitória**. Vitória, 1998. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-vitoria-es>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

VITÓRIA. **Plano Diretor Urbano. Lei nº. 6.705, de 2006**. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Vitória, institui o Plano Diretor Urbano e dá outras providências, Vitória [ES], p.48. 2006.