



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

COMPONENTES DE CONDUÇÃO DA LUZ NATURAL EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

CASTRO, Guilherme Nóbrega de (1); LEDER, Solange Maria (2); SILVA, Luiz Bueno da (3); SOUZA, Erivaldo Lopes de (4)

(1) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: gnobrega.arq@gmail.com (2) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: solangeleder@yahoo.com.br (3) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: silvalb@superig.com.br (4) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: elopesouza@hotmail.com

RESUMO

O uso da iluminação natural produz impactos positivos no bem-estar físico e mental do homem e apresenta vantagens econômicas. Pode haver redução no custo de manutenção do edifício se o nível de iluminação requerido é atendido total ou parcialmente com a luz natural, em função do não acionamento ou utilização complementar do sistema de iluminação artificial. A geometria da edificação, através dos componentes de passagem e condução da luz, é determinante em relação à possibilidade de aproveitamento da luz natural. Este trabalho, realizado no âmbito do mestrado acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, tem como objetivo a verificação do potencial de aproveitamento da luz natural, considerando as dimensões mínimas permitidas pelo Código de Obras de João Pessoa para ambientes de cozinha e banheiro residenciais com sistema de iluminação natural composto de componentes de passagem associados a componentes de condução e traz parte dos resultados da dissertação. Através do *software* Daysim, foram realizadas 160 simulações através da combinação das seguintes variáveis: componente de condução saliente e encaixado; cinco profundidades desse componente; máxima ocupação do solo; pavimento térreo e quarto pavimento; orientações Norte, Leste, Sul e Oeste. A partir do método estatístico de teste de hipótese, foi verificada a influência de cada uma das variáveis no aproveitamento da iluminação natural. Os resultados apontam aproveitamento da iluminação natural em 57,5% dos modelos da cozinha e em apenas 25% dos modelos do banheiro. As variáveis estudadas que interferem nos níveis de iluminação natural são: o tipo de circulação (saliente ou encaixada), a altura do pavimento, a área e a posição da abertura.

Palavras-chave: Iluminação natural, Componente de condução da luz, Simulação computacional, Iluminância natural útil.

ABSTRACT

Daylighting can improve well being and human health, as also energy can be saved by reducing its need for electric lighting, cooling and heating. Exterior obstructions, building design and daylight system are the key elements to improve the use of natural light. This paper presents partial results from a Master's dissertation developed at Universidade Federal da Paraíba. The aim of the study was to investigate the daylighting potential of residential spaces illuminated by pass-through and conduction daylight components, designed considering the Brazilian building regulation. A series of computer simulations were used to analyze the building performance, using the software Daysim. A number of 160 simulations were ran, associating two residential rooms (kitchen and bathroom) and six design variants: protruding and enclosed balcony; balcony's depth (1,20; 1,50; 2,00; 2,50 e 3,00 meters), maximum plot ratio allowed, ground level and 4 storey high level; North, East, South, and West facade orientations. Useful Daylight Illuminance (UDI) is the performance indicator. About 42,5% of the kitchen's models and 75% of the bathroom's models presented low illuminance levels. Protruding or enclosed balcony, floor level, window size (based on floor's area) and position affects the daylight levels in rooms.

Keywords: *Daylighting, Light conduction components, Daylight simulations, Useful daylight illuminance.*

1 INTRODUÇÃO

O aproveitamento da luz natural nos edifícios pode trazer benefícios econômicos, ao se reduzir o consumo energético, e também benefícios psicológicos para o usuário, pois ela tem relação direta com o ciclo circadiano, além de melhor qualidade em relação à luz artificial. Os resultados de sua variação contínua (diária e sazonal) são mudanças na direção, sombra e cor da luz, influenciando a percepção visual de espaços e objetos e a qualidade ambiental. Como desvantagens do não aproveitamento da luz natural nas edificações têm-se o aumento do uso de energia elétrica, o que contribui para altos custos de manutenção, além dos efeitos físicos e psicológicos negativos para usuários, como estresse e fadiga (LAM, 1986; SERRA, 1998).

Os programas governamentais de incentivo à aquisição da casa própria incrementaram expressivamente a construção civil, notadamente através de novos loteamentos nas periferias. Em João Pessoa, estes novos espaços são marcados, principalmente, pelas edificações residenciais verticais de até três pavimentos, máxima ocupação dos terrenos, dimensões mínimas dos espaços internos privativos e das aberturas para o exterior.

Em relação à legislação municipal, percebe-se que o Código de Obras continua sendo o principal instrumento regulador do projeto de sistemas de iluminação natural, cujo padrão para definição da área mínima de abertura é a relação entre as áreas de janela e de piso. Esse padrão é uma metodologia simplista, sendo limitada em relação à complexidade do projeto de iluminação natural, imprescindível ao conforto ambiental e à economia de energia (AMARAL & PEREIRA, 1999; FERNANDES, 2009).

Nesse contexto, o objetivo desse estudo é verificar o potencial de aproveitamento da luz natural, considerando as dimensões mínimas permitidas pelo Código de Obras de João Pessoa para ambientes de cozinha e banheiro residenciais com sistema de iluminação natural composto de componentes de passagem associados a componentes de condução.

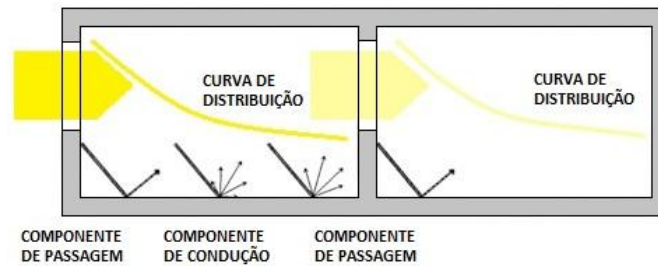
2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Admissão da iluminação natural

As características do entorno, da edificação e da própria abertura apresentam variáveis que influenciam na iluminação natural dos espaços internos: as obstruções externas e a geometria do edifício; a profundidade do ambiente, sua altura e a refletância das paredes internas; a orientação, a forma, o tamanho, a localização da abertura na parede e as propriedades do material – transparente ou translúcido. Além disso, as obstruções externas podem favorecer ou prejudicar a eficiência energética do edifício ao gerar sombreamento e propiciar o aproveitamento da luz natural através de reflexões (BITTENCOURT et al., 1995; CAPELUTO, 2002; HOPKINSON et. al, 1975).

Nos ambientes internos, a luz natural é admitida através de aberturas laterais ou zenitais para o exterior ou através de outro ambiente (interno ou externo), como varandas, pátios, átrios, poços de luz. A combinação desses componentes faz parte do sistema de iluminação natural dos edifícios (SERRA, 1998). Nesse sentido, Baker et al. (1993) classificam os elementos dos sistemas de iluminação natural em dois grupos principais: componente de condução – espaço construído que guia e/ou distribui a luz natural para o interior da edificação – e componente de passagem – abertura em material transparente ou translúcido. As aberturas proporcionam a penetração da luz tanto do exterior para o interior quanto de um espaço para outro, como ilustra a Figura 1.

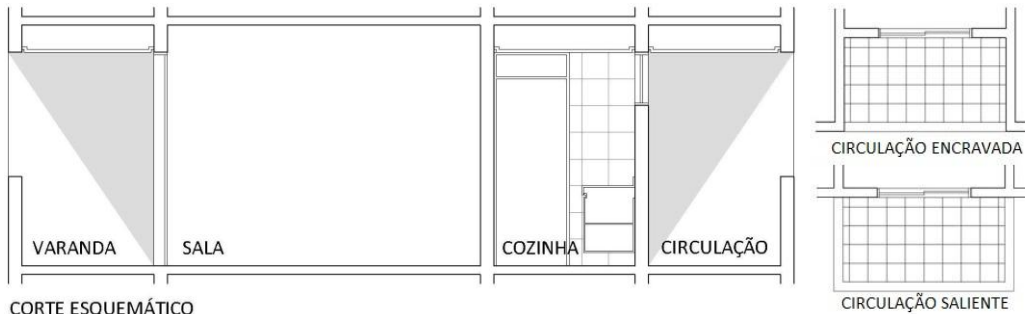
Figura 1 – Sistema de iluminação natural



Fonte: Adaptado de Lam (1986) e Serra (1998)

Nas edificações verticais, existem três tipos básicos de circulação horizontal: as laterais abertas, as laterais fechadas e as centrais. Em climas quentes ou subtropicais, é mais indicada a utilização da circulação lateral aberta, por esta permitir ventilação cruzada e sombreamento, além ser uma alternativa econômica para edifícios de alturas moderadas. (MASCARÓ, 2004). A Figura 2 ilustra dois tipos de componentes de condução utilizados comumente nos edifícios residenciais em João Pessoa: a varanda e a circulação lateral aberta. A circulação é um espaço de uso comum (não privativo) das unidades habitacionais, utilizada também como componente de condução, tanto de iluminação quanto de ventilação.

Figura 2 – Corte esquemático de pavimento tipo com varanda e circulação sombreado as paredes da unidade habitacional e planta dos tipos de circulação



CORTE ESQUEMÁTICO

Fonte: Elaboração própria

2.2 Iluminância natural útil

As métricas dinâmicas de análise da iluminação natural têm como principal vantagem a consideração da natureza dinâmica da luz natural (variações diárias e sazonais), considerada de forma limitada nas métricas estáticas. Essas métricas dinâmicas são baseadas nos dados de radiação solar anual, disponíveis nos arquivos climáticos anuais, como o TRY – Test Reference Year (ano climático de referência), e, a partir deles, são gerados valores de iluminância e luminância nos espaços internos.

A Iluminância Natural Útil – INU (Useful Daylight Illuminance – UDI) corresponde à porcentagem de horas, em um ano, em que a iluminância no plano de trabalho atinge valores dentro do intervalo de aproveitamento da luz natural. Mardaljevic et al. (2011) e Mardaljevic et al. (2012) definem, para o uso residencial, o intervalo entre 100 a 3000 lux, em função do limite inferior de 100 lux possibilitar iluminação suficiente para tarefas de baixa complexidade e dos níveis acima de 3000 lux poderem gerar desconforto visual e/ou térmico, devendo serem evitados. Essa métrica combina disponibilidade da luz, conforto visual e preocupações energéticas.

3 MÉTODO

3.1 Caracterização dos modelos

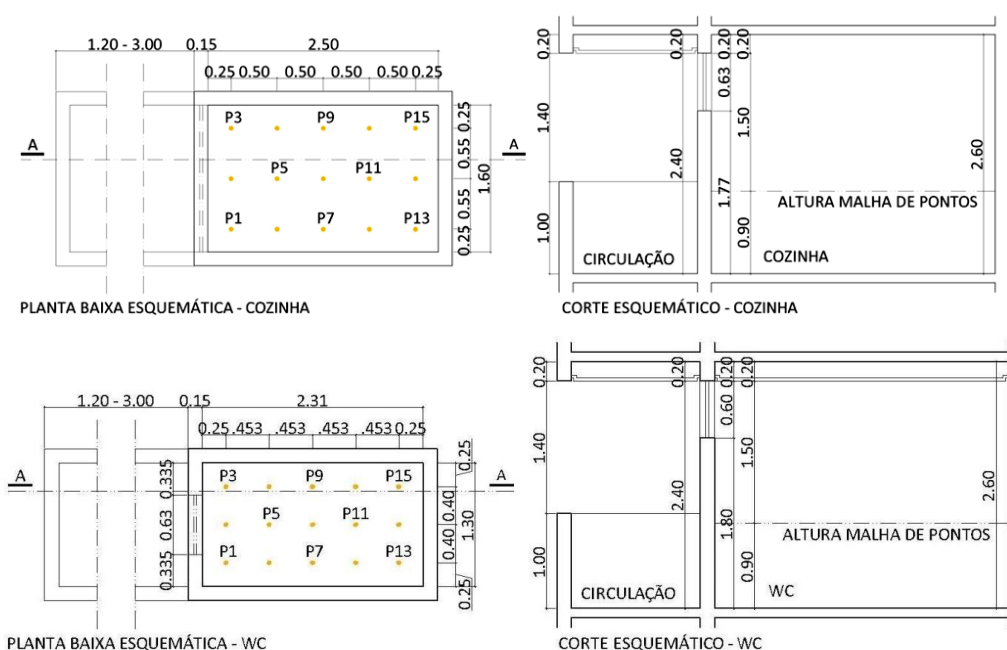
Os modelos digitais dos ambientes foram produzidos seguindo os critérios das dimensões mínimas – área, largura e altura – exigidas pelo Código de Obras de João Pessoa (JOÃO PESSOA, 1971). A profundidade dos ambientes foi definida a partir das medidas de área e largura: a cozinha tem área de 4,00 m² (1,60 m x 2,50 m) e 2,60 m de altura; o banheiro tem 3,00 m² de área (1,30 m x 2,31 m) e 2,40 m de altura. A circulação da área comum deve ter pelo menos 1,20 m de largura e a altura é de 2,30 m.

No Código de Obras, o dimensionamento mínimo das aberturas dos ambientes é dado pela relação entre as áreas de janela e de piso. É exigida a relação de 1/6 para ambiente de uso prolongado (sala, quarto, copa, cozinha e gabinete de trabalho), e 1/10 para ambiente de uso eventual (sanitário, garagem, hall, despensa, circulação). É permitida abertura através de outro ambiente, como varanda e circulação, desde que atenda as condições: distância de até 2,50 m da janela para a face exterior do edifício; relação de 1/4 e 1/8 da área do piso para ambientes de uso prolongado e eventual, respectivamente.

Cada ambiente possui uma única abertura e esta está centralizada na parede da largura. Por questão de privacidade, as aberturas para circulações necessitam de peitoril elevado, assim, a janela da cozinha apresenta altura de 0,63 m e peitoril de 1,77 m e a janela do banheiro, peitoril de 1,80 m e altura de 0,60 m. Foram analisadas cinco profundidades de circulação (1,20; 1,50; 2,00; 2,50 e 3,00 m) e cada componente de condução tem a largura do ambiente contíguo, além de verificar duas variações em relação ao volume edificado: encravada e saliente (ver Figura 2).

A malha de sensores para avaliação da iluminação dos ambientes foi definida de acordo com a NBR 15215-4 (ABNT, 2005). O plano de trabalho foi definido à altura de 0,90 m por ser a altura usual das bancadas. Devido às pequenas dimensões desses ambientes, a malha de sensores está afastada 0,25 m das paredes. Na Figura 3, estão ilustradas as plantas baixas e os cortes dos ambientes analisados, bem como a malha de sensores.

Figura 3 – Plantas baixas e cortes esquemáticos da Cozinha e do Banheiro (WC).



Fonte: Elaboração própria

As superfícies transparentes foram simuladas com coeficiente de transmissão de 0,90 e as opacas, de acordo com o apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Coeficientes de reflexão das superfícies

Superfícies	Características
Pavimento das vias	18% de refletância
Pavimento das calçadas e áreas livres (afastamentos)	27% de refletância
Paredes exteriores	55% de refletância
Pisos interiores	30% de refletância
Tetos interiores	84% de refletância
Paredes interiores	58% de refletância

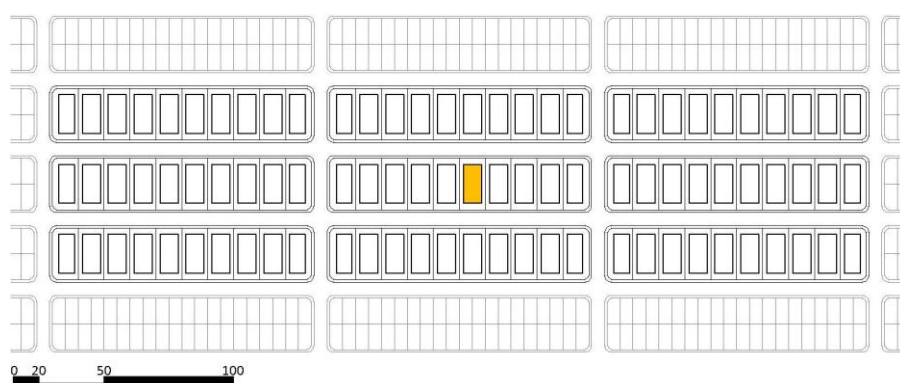
Fontes: LAM (1986); REINHART (2010)

3.2 Caracterização do cenário

Foi considerado um cenário urbano de ocupação máxima, definido de acordo com a legislação vigente local (JOÃO PESSOA, 1971; JOÃO PESSOA, 2007), com edificações de quatro pavimentos (térreo + três andares), classificada como R5. Foi adotada uma malha de quadras de 3 x 3, cada quadra com 40 lotes de 10 x 20 m, e, em seguida, realizado o remembramento de 4 lotes para possibilitar a inserção de uma edificação multifamiliar R5, tem-se lotes de 20 x 40, nos quais foram inseridos volumes de 14 x 30 x 12 m (L x P x A), atendendo à exigência de recuos laterais e de fundo de 3 m e de 5 m frontais. A rua possui 14 m de largura (10 m de leito carroçável e dois passeios de 2 m).

O volume do edifício base, no qual estão inseridos os modelos analisados, está em destaque na planta do cenário proposto (Figura 4). Cada ambiente está locado no centro do volume edificado, em duas alturas (térreo e 4º pavimento), níveis +0,50 m e +8,60 m, para cada orientação (Norte, Leste, Sul e Oeste).

Figura 4 – Malha urbana elaborada para simulação.



Fonte: Elaboração própria

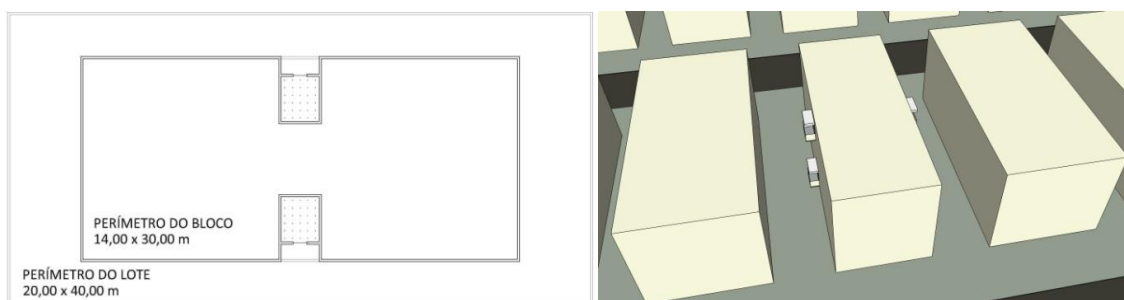
3.3 Simulação dinâmica da luz natural e tratamento dos dados

Foi utilizado, nessa pesquisa, o *software* Daysim, o qual é recomendado pelo RTQ-R (BRASIL, 2010) e baseado no algoritmo do Radiance. Com esse *software*, pode-se calcular as iluminâncias internas de um ambiente para o período de um ano em todas as

condições de céu a partir das informações disponíveis no arquivo climático local (REINHART, 2010). O arquivo climático TRY de João Pessoa está disponível no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (www.labeee.ufsc.br).

Além do arquivo climático, os dados de entrada para simulação no Daysim são: **modelo virtual** (nesse estudo, produzido com quatro ambientes – térreo e 4º pavimento com duas orientações opostas, Norte e Sul e Leste e Oeste – como se vê na Figura 5); **perfil de ocupação** (definido, no período de um ano, o horário compreendido entre as 6 e 17 h de cada dia); **malha de pontos** (apresentada na Figura 3).

Figura 5 – Planta baixa esquemática e perspectiva do modelo de circulação saliente



Fonte: Elaboração própria

O parâmetro de análise da eficiência da luz natural utilizado neste estudo é a Iluminância Natural Útil – INU (Useful Daylight Illuminance – UDI), com intervalo entre 100 e 3000 lux. As variáveis definidas resultaram em 160 combinações, como mostra o esquema da Figura 6.

Figura 6 – Esquema metodológico de combinações.



Fonte: Elaboração própria

Foi definido o seguinte critério para avaliar o desempenho da iluminação natural: metade do ambiente deve apresentar o valor mínimo de 75% da INU no intervalo de 100-3000lux. Utilizaram-se as considerações do LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* (USGBC, 2011) e da legislação da Nova Zelândia (STEWART, 2008), que indicam a manutenção de iluminâncias mínimas, considerando parâmetros dinâmicos da iluminação natural, durante 75% do período de ocupação. As recomendações de Lynes (1968) e Reinhart (2005) sobre o atendimento aos valores mínimos de iluminação em metade do espaço.

Utilizando-se os valores (percentual) da área iluminada dos ambientes (INU 100-3000 lux \geq 75%) para cada modelo (combinações das variáveis), realizaram-se testes de

hipóteses para verificar quais variáveis afetam a disponibilidade da iluminação natural em cada ambiente, bem como sua intensidade. Devido às amostras comparadas não apresentarem distribuição normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney, indicado para comparar dois grupos não pareados (DEVORE, 2006).

Foram comparadas duas a duas as categorias de cada variável e percebeu-se, para os modelos da cozinha, que a avaliação com todos os modelos do ambiente camufla as diferenças percebidas ao se comparar as variáveis em dois grupos: modelos com componente de condução saliente e modelos com componente de condução encravado. Assim, com os resultados dos testes de hipóteses dos grupos, teve-se melhor percepção da influência das variáveis. O Quadro 2 apresenta a forma como foram tratados os testes de hipóteses, em destaque as variáveis que apresentam diferença significativa, bem como sua estimativa.

Quadro 2 – Resultado do teste de hipóteses de todos os modelos da cozinha

Variáveis	Estimativa da diferença (%)	Intervalo de confiança 95%	Valor P
Circulação saliente x encravada	86,67	80,00 – 100,00	$1,25 \times 10^{-12}$
Pavimento térreo x superior	20,00	6,66 – 40,00	0,0003749
Norte x Leste	0,00002	-6,66 – 20,00	0,8651
Norte x Sul	-0,0000024	-6,67 – 6,67	0,8874
Norte x Oeste	0	-6,67 – 26,67	0,6826
Sul x Leste	0	-20,00 – 13,33	0,7227
Leste x Oeste	0,0000097	-20,00 – 26,66	0,8541
Sul x Oeste	0,000002	-6,66 – 26,67	0,6204
Norte e Sul x Leste e Oeste	0	-13,34 – 0,000053	0,6008
1,20 m x 1,50 m	6,67	-6,67 – 40,00	0,3341
1,20 m x 2,00 m	6,67	-0,000064 – 86,67	0,1804
1,20 m x 2,50 m	6,66	-0,000042 – 86,67	0,2295
1,20 m x 3,00 m	5,81	-0,000032 – 86,67	0,2617
1,50 m x 2,00 m	0,000028	-20,00 – 53,34	0,6116
1,50 m x 2,50 m	0,000041	-20,00 – 53,34	0,6534
1,50 m x 3,00 m	0,000043	-20,00 – 53,34	0,6392
2,00 m x 2,50 m	0	-20,00 – 13,33	0,9514
2,00 m x 3,00 m	0	-20,00 – 6,67	0,9514
2,50 m x 3,00 m	0	-13,33 – 6,67	1

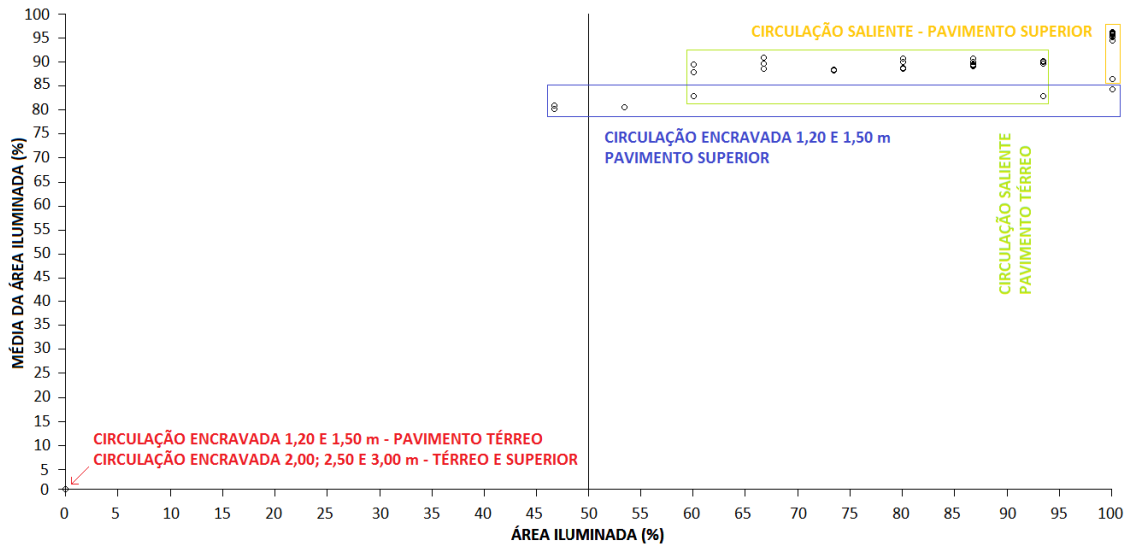
Fonte: Elaboração própria

4 RESULTADOS

Das 80 combinações das variáveis (modelos) da cozinha, apenas 46 modelos (57,5%) apresentam iluminação natural de acordo com o critério adotado. Todos os modelos com circulação saliente e os modelos com circulação encravada, do pavimento superior, com profundidade de 1,20 e 1,50 m podem ser considerados bem iluminados apenas com a utilização da luz natural. Já os modelos de circulação encravada de 1,20 e 1,50 m,

no térreo, e de profundidade entre 2,00 e 3,00 m, nos dois pavimentos, apresentam pior desempenho – nenhum sensor apresenta $INU_{100-3000lux} \geq 75\%$. Essas informações estão representadas no Gráfico 1.

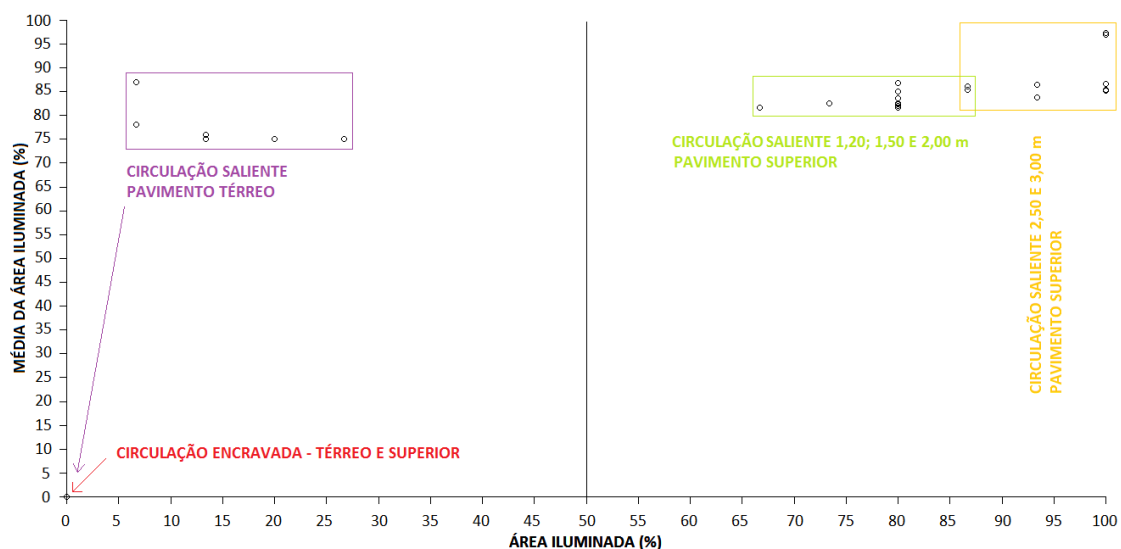
Gráfico 1– Dispersão entre área iluminada e média da área iluminada – cozinha



Fonte: Elaboração própria

O banheiro também tem 80 combinações, das quais apenas 20 apresentam iluminação natural suficiente, ou seja, em 75% das combinações, é necessário acionar o sistema de iluminação artificial para utilizar o espaço. No Gráfico 2, pode-se perceber que nenhum dos modelos desse ambiente no pavimento térreo apresenta iluminação natural suficiente. Os modelos com circulação saliente de profundidade de 2,50 e 3,00 m, no pavimento superior, têm melhores resultados por terem abertura menos obstruída.

Gráfico 2 – Dispersão entre área iluminada e média da área iluminada – banheiro



Fonte: Elaboração própria

Nesses ambientes, considerando todas as combinações, percebe-se diferença nos resultados dos modelos em diferentes pavimentos (no pavimento superior tem-se maior área iluminada, em média 20% na cozinha e 39% no banheiro) e com circulação saliente ou encravada (os modelos com circulação saliente têm mais área iluminada naturalmente, aproximadamente 86% na cozinha e 45% no banheiro). Os modelos com aberturas menos obstruídas têm melhores resultados, como os com circulação saliente no pavimento superior.

Considerando apenas os modelos com circulação encravada, percebe-se que há influência da profundidade dessa circulação nos resultados dos modelos da cozinha: há diminuição média de 43% quando a profundidade passa de 1,20 m para 2,00 a 3,00 m; há diminuição de aproximadamente 24% se a circulação aumenta de 1,50 m para 2,00 a 3,00 m; não há diferença entre as profundidades de 1,20 e 1,50 m, nem entre as de 2,00, 2,50 e 3,00 m; no banheiro, todos os resultados são iguais. Já ao se considerar os modelos com circulação saliente, apenas a variável pavimento mostra diferença significativa, 20% na cozinha e 80% no banheiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação às variáveis estudadas, notou-se que a orientação da abertura não apresentou diferença significativa de acordo com o método de análise, porém isso não significa que os resultados sejam iguais. Atribui-se esta condição à máxima ocupação do entorno modelado, o que gera pequenos afastamentos entre os blocos e grande obstrução às aberturas, diminuindo a área visível de céu e a possibilidade de radiação solar direta nas fachadas. Considerando-se a ocupação máxima do solo como principal razão da semelhança dos resultados das diferentes orientações, pode-se entender que para a definição da orientação da abertura, em tal condição, devem ser considerados outros fatores como a ventilação natural, a insolação, a privacidade, a segurança, etc.

As variáveis “circulação encravada ou saliente” e “pavimento” mostraram comportamento semelhante nos dois ambientes analisados, sendo respectivamente a primeira e segunda variável que mais interferem na iluminação natural. A variável “profundidade” só mostrou ser significativa nos modelos da cozinha com circulação encravada: nos modelos com menor profundidade, há menor obstrução da abertura e possibilidade de maior aproveitamento da luz natural, porém este resultado não pode ser confirmado devido à grande quantidade de modelos do banheiro com iluminação natural insuficiente – 75%.

A configuração da esquadria, apesar de não ser uma variável profundamente investigada, mostrou ser determinante na admissão da iluminação natural. As situações com janelas altas proporcionam valores de ALN baixos na maior parte dos ambientes analisados.

A área da abertura, definida a partir da área do ambiente, para a cozinha equivale ao dobro daquela exigida nos banheiros, como resultado, observa-se que os modelos da cozinha podem ser considerados naturalmente iluminados (de acordo com o critério adotado). Porém, no que diz respeito a esse parâmetro nota-se que essa proporção parece estar aquém do ideal, principalmente na condição de janela alta associada a elementos de condução.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15215-2**: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição. Rio de Janeiro, 2005.
- AMARAL, M. G. V. & PEREIRA, F. O. R. Iluminação natural: revisão da legislação construtiva de Florianópolis. In: **Anais do V Encontro Nacional e II Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Fortaleza, 1999.
- BAKER, N. *et al.* **Daylighting in architecture: a european reference book**. Londres: James & James Publishers, 1993.
- BITTENCOURT, L. *et al.* Influência da localização, dimensão e forma das janelas nos níveis de iluminação natural produzidos por céus encobertos. In: **Anais do III Encontro Nacional e I Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Gramado, 1995.
- BRASIL. **Portaria nº. 372**, de 17 de setembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética Edificações Residenciais. Rio de Janeiro, 2010.
- CAPELUTO, I. G. The influence of the urban environment on the availability of daylighting in office buildings in Israel. **Building and Environment**, vol. 38, nº 5. 2002.
- DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2006.
- FERNANDES, J. T. **Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética**. Dissertação de mestrado. Brasília, Universidade de Brasília, 2009.
- HOPKINSON, R. G. *et al.* **Iluminação natural**. 2ª ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1975.
- JOÃO PESSOA. **Lei nº 1.347**, de 27 de abril de 1971. Institui o código de obras do município de João Pessoa. João Pessoa, 1971.
- _____. **Decreto nº 5.900**, de 24 de abril de 2007. Estabelece instruções normativas de aprimoramento da legislação urbanística vigente e dá outras providências. João Pessoa, 2007.
- LAM, W. M. C. **Sunlighting as formgiver for architecture**. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1986.
- LYNES, J. A. **Principles of natural lighting**. Londres: Elsevier, 1968.
- MARDALJEVIC, J. *et al.* Daylighting metrics for residential buildings. In: **Anais do 27th Session of the CIE**. Sun City, África do Sul, 2011.
- MARDALJEVIC, J. *et al.* Daylighting metrics: is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probability? In: **Anais da Building Simulation and Optimization Conference BSO12**. Loughborough, Reino Unido, 2012.
- MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas**. 3ª ed. Porto Alegre: JLM, 2004.
- REINHART, C. F. Simulation-based review of the ubiquitous window-headheight to daylight zone depth rule-of-thumb. **Anais do Buildings Simulation 2005**. Canadá, 2005.
- _____. **Tutorial on the use of daysim simulations for sustainable design**. Tutorial. Cambridge, Havard University, 2010.
- SERRA, R. Daylighting. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, vol. 2, nº 1 e 2. 1998.
- STEWART, K. **New Zealand building code clause G7 compliance assessment tool: development and implementation**. Dissertação de mestrado. Wellington, Victoria University of Wellington, 2008.
- USGBC – UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED 2009** for new construction and major renovations rating system with alternative compliance paths for projects outside the United States. Washington, 2011.