

OFUSCAMENTO E ENTORNO: ESTUDO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIPAVIMENTOS¹

Lilianne de Queiroz Leal (1), Solange Maria Leder (2)

(1) UFCG, e-mail: liliannequeiroz@hotmail.com; (2) UFPB, e-mail: solangeleder@yahoo.com.br

RESUMO

Taxas de ocupação elevadas e a verticalização são variáveis de entorno que interferem no comportamento da luz natural nos interiores. A ação de superfícies com alta refletividade é recorrente nas especificações das fachadas, intensificando a ocorrência de sobrecarga térmica e desconforto visual. Neste sentido, o presente trabalho aborda a influência do entorno edificado sobre a autonomia e a probabilidade de ofuscamento em edifícios multifamiliares localizados em região de clima quente e úmido. Com uso do software computacional Daysim e o aplicativo Evalglare, foi simulado o comportamento da iluminação natural em 12 modelos, associando obstrução do entorno, coeficiente de reflexão das fachadas e pavimento. Dentre os indicadores de desempenho, determinaram-se a Autonomia espacial da Luz Natural (AeLN), a Iluminância Natural Excessiva (INE) e a Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural (POLN), totalizando 36 simulações. Constatou-se que índices máximos de ocupação resultaram em uma maior variabilidade da autonomia espacial - AeLN. Em contrapartida, grande parte dos ambientes apresentou iluminâncias acima de 3000lux em mais da metade do ano. Os ambientes inseridos em cenário máximo com refletividade de entorno 58% atingiram percentuais de INE inferiores a 10% ao ano e as menores ocorrências de ofuscamento intolerável. O entorno e sua refletividade foram destacados como variáveis impactantes, registrando uma forte associação entre o desempenho da luz natural e o desconforto visual.

Palavras-chave: Entorno edificado. Ofuscamento. Simulação computacional.

ABSTRACT

High occupancy rates and verticalization are environment variables that affect the daylight behaviour of internal spaces. The action of surfaces with high reflectivity is frequent in the specifications of the facades, increasing the occurrence of thermal overload and visual discomfort. In this context, this paper discusses the influence of the nearest buildings on the autonomy and the glare probability in multi-storey buildings located in hot and humid climate region. With the use of computer software, Daysim and Evalglare application was simulated the behaviour of daylight in 12 models, associating nearest obstruction, reflection coefficient of the facades and storey. Among the performance indicators determined the Spatial Daylight Autonomy (sDA), Excessive Useful Daylight Illuminance (eUDI) and Daylight Glare Probability (DGP), totalling 36 simulations. The maximum occupancy rates resulted in a greater variability of the spatial range - sDA. In contrast, most of the environments presented above 3000lux illuminance in more than half the year. The environments inserted in maximum scenario with around 58% reflectivity reached eUDI percentages less than 10% per year and the lowest occurrence of intolerable glare. The nearest buildings and its reflectivity

¹ LEAL, L. de Q.; LEDER, S. M. Ofuscamento e entorno: estudo em edifícios residenciais multipavimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

highlighted as affecting variables, recording an association between the performance of daylight and visual discomfort.

Keywords: Nearest building. Glare. Computer simulation.

1 INTRODUÇÃO

Para explorar o uso da luz natural nas edificações, é indispensável reconhecer-la como fonte de iluminação abundante e acessível. Seu potencial de aproveitamento modifica em função da radiação solar direta, da luz proveniente da abóbada celeste e das reflexões nas obstruções externas e nas superfícies internas.

Diante de tais interferências, a disponibilidade da iluminação natural pode ser alterada mediante diferenças de gabarito das edificações e ainda configuração das vias (TSANGRASSOULIS et al., 1999). Com efeito, a componente refletida externa depende da geometria urbana e ainda das propriedades das superfícies quanto à sua refletividade. As particularidades destas superfícies conduzem a constantes alterações no comportamento da luz natural nos espaços internos das edificações.

O impacto no uso de coeficientes de reflexão elevado, sobretudo em espaços urbanos adensados, ainda é pouco abordado em investigações acerca do conforto luminoso. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do entorno na autonomia da luz natural e no ofuscamento em ambientes internos, a partir de estudo de caso em edifícios residenciais multipavimentos inseridos em região de clima quente e úmido.

2 OFUSCAMENTO E ENTORNO

A verticalização e o adensamento vêm representando um traço característico no cenário dos grandes centros urbanos. Vistos como elementos mitigadores do aproveitamento da iluminação natural, dito por Cintra (2011), as peculiaridades do entorno intervêm no acesso à fonte de luz natural nos ambientes internos. De fato, o entorno pode ser destacado como um fator de interferência, diante da ação da luz refletida, sobretudo em locais com presença de sol em malha urbana obstruída.

Cabe ressaltar ainda os impactos no aproveitamento lumínico natural ocasionados pela diferença do grau de obstrução entre os cenários urbanos de baixa e alta densidade. Em Mendoza na Argentina, fez-se um comparativo entre as condições lumínicas do entorno da cidade e um novo estudo do código de obras, cuja reformulação possibilitava o uso e a ocupação máximos do solo (CÓRICA e PATTINI, 2011). Os autores destacaram que as componentes difusa e refletida do entorno contribuíram para um aumento significativo no consumo energético e no desconforto visual, principalmente nos períodos mais ensolarados.

A associação entre a radiação solar intensa e a adoção de superfícies verticais com elevado coeficiente reflexão provoca alterações nos níveis de iluminância (LI et al., 2010), uma vez que a predominância das cores claras

nas fachadas incrementa o recurso lumínico nos ambientes internos. Ao passo em que aumenta a iluminação interna dos edifícios, a propriedade de reflexão também afeta outros fatores quando ultrapassada a faixa de luz autônoma, a exemplo do ofuscamento (MESA, 2005).

Ambientes corporativos na cidade de Montreal registraram altos índices de desconforto por ofuscamento sobretudo em espaços cujos planos de trabalho são compostos por materiais de elevada refletividade, como as telas dos monitores. Quando tais superfícies receberam maior alcance da reflexão do céu, o risco de ofuscamento elevou significativamente (CANTIN e DUBOIS, 2011).

3 MÉTODO

O procedimento foi dividido em quatro etapas: (1) Recorte urbano e caracterização dos cenários; (2) Definição do ambiente interno; (3) Simulação computacional; e (4) Métodos de análise.

3.1 Recorte urbano e caracterização dos cenários

O estudo foi delimitado em recorte urbano situado no bairro de Manaíra por ser caracterizado como um dos mais verticalizadas da cidade de João Pessoa/PB. Inserido em Zona Adensável Prioritária (ZAP), o perímetro urbano apresenta taxa de ocupação máxima de 4,0, de acordo com o Decreto Nº 5900/ 2007.

Para caracterização dos cenários, foram consideradas as variáveis construtivas predominantes no bairro, quanto à dimensão de aberturas, altura dos edifícios e refletância média das fachadas. O recorte escolhido está situado em área central, contemplando nove quadras, destacados em mapa de localização na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização do recorte.

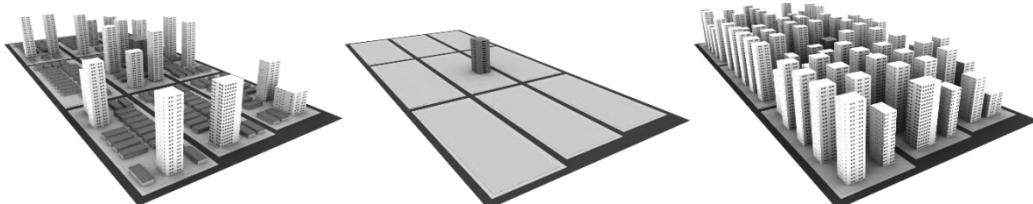


Fonte: Adaptado do Googlemaps

Os cenários foram definidos em três categorias: C1: Cenário Atual (Figura 2a), o qual representa a configuração presente no recorte urbano; C2:

Cenário Sem Entorno (Figura 2b), cuja edificação está isolada; e C3 e C4: Cenários Máximos (Figura 2c), que representam a magnitude de ocupação do solo e do gabarito. Todos os cenários foram modelados no programa Sketchup v8.0, seguindo as características atuais e as de maior predominância no bairro.

Figura 2 – a. Cenário Atual (à esquerda); b. Cenário Isolado (centro) e c. Cenário Máxima Ocupação (à direita).



Fonte: Os autores

Acrescentou-se a estes a variação da refletividade das superfícies verticais das edificações do entorno. Assim, foram adotados dois coeficientes: o de reflexão médio de 58%, predominante no bairro, e de 90%, como condição elevada. O cenário atual contemplou apenas o coeficiente médio, ao passo que o máximo adotou ambos os percentuais, sendo denominados C3 e C4, respectivamente.

3.2 Definição do ambiente interno

Para o ambiente interno em estudo, foi definido um edifício como parâmetro fixo para todos os cenários. Sua configuração obedeceu às características preponderantes no bairro quanto aos limites máximos nos percentuais de abertura e à 90% de refletividade para a envoltória. Inserido em quadra e lote centrais, o edifício apresentou dimensões de 39m x 30m, resultante de remembramento de três terrenos de 13mx30m, seguindo a orientação mais recorrente do local.

Ainda, foram adotados três pavimentos para investigação, o andar Térreo, o pavimento Intermediário (8°) e a Cobertura (15°), tendo na orientação sudeste e os ambientes internos situados na porção central da lâmina. De geometria retangular de 5,50 m de largura, 6,50 m de profundidade e 2,80 m de altura, o ambiente de estudo apresentou uma abertura de 5,50 m de largura e 1,20 m de altura (Figura 3).

3.3 Simulação computacional

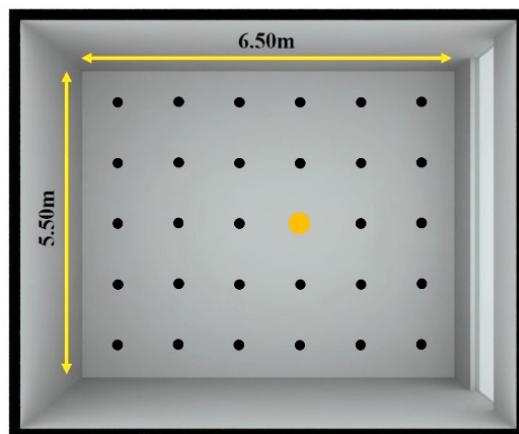
O estudo foi realizado por meio de ferramenta computacional de simulação da iluminação natural, *Daysim* (versão 3.1b). Desenvolvido pelo National Research Council Canada (NRCC) e o Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, o programa analisou o comportamento dinâmico da luz natural nos modelos tridimensionais para o período de um ano.

Para o processamento das simulações, utilizaram-se o arquivo climático anual da cidade de João Pessoa (TRY – Test Reference Year), os modelos

virtuais dos cenários, do edifício e dos ambientes (formato .3ds), o arquivo de pontos referente à malha de sensores de iluminância (formato .pts) e o perfil de ocupação configurado para o horário entre 6h e 17h (formato .occ).

Em cada ambiente interno, foi distribuída uma malha de sensores para geração dos valores de iluminância, totalizando 30 pontos à altura do plano de trabalho de 0,75m e um destes pontos, em destaque na Figura 4, foi utilizado para a simulação da probabilidade de ofuscamento, por meio do aplicativo *Evalglare*, em apenas 4 meses do ano.

Figura 3 – Ambiente interno e malha de pontos 5 x 6.



Fonte: Os autores

Os modelos foram caracterizados a partir da combinação de três parâmetros: tipo de cenário, refletância das superfícies do entorno e altura do pavimento, totalizando 12 modelos. Seguindo as recomendações de Reinhart (2010), adotaram-se, em todas as simulações, refletâncias de 18% no asfalto e 27% nas calçadas, e para o piso, paredes e teto internos, 30%, 70%, 80%, respectivamente. Para aberturas, foi utilizada 90% de transmissão luminosa, referente ao vidro transparente de 3 mm.

As variáveis de análise utilizadas foram: a autonomia espacial da luz natural (AeLN) e a iluminância natural excessiva (INE) para determinação da eficiência da luz natural nas condições autônoma e excessiva, bem como a probabilidade de ofuscamento da luz natural (POLN) para identificação dos ambientes com maior possibilidade de desconforto visual. Neste estudo, adotaram-se iluminâncias superiores a 300lux como referência para AeLN e superiores a 3.000lux para INE, com base em Mardaljevic *et al.* (2011).

3.4 Métodos de análise

Para avaliação do desempenho da iluminação natural foram adotados os seguintes critérios: Autonomia espacial acima 55% da área de piso do ambiente com iluminância acima de 300lux em 50% do ano em concordância com *Leadership in Energy and Environmental Design – LEED* e a iluminância excessiva superiores a 10% do ano em pelo menos 10% de área do ambiente. Já a probabilidade de ofuscamento da luz natural (POLN) foi determinada de acordo com as faixas de ocorrência de desconforto visual

preditas por Wienold (2010), ilustrada na Tabela 2.

Tabela 2. Faixas de predição de ofuscamento.

	Imperceptível	Perceptível	Desconfortável	Intolerável
POLN	< 0,35	0,35 - 0,40	0,40 - 0,45	≥ 0,45

Fonte: Wienold (2010)

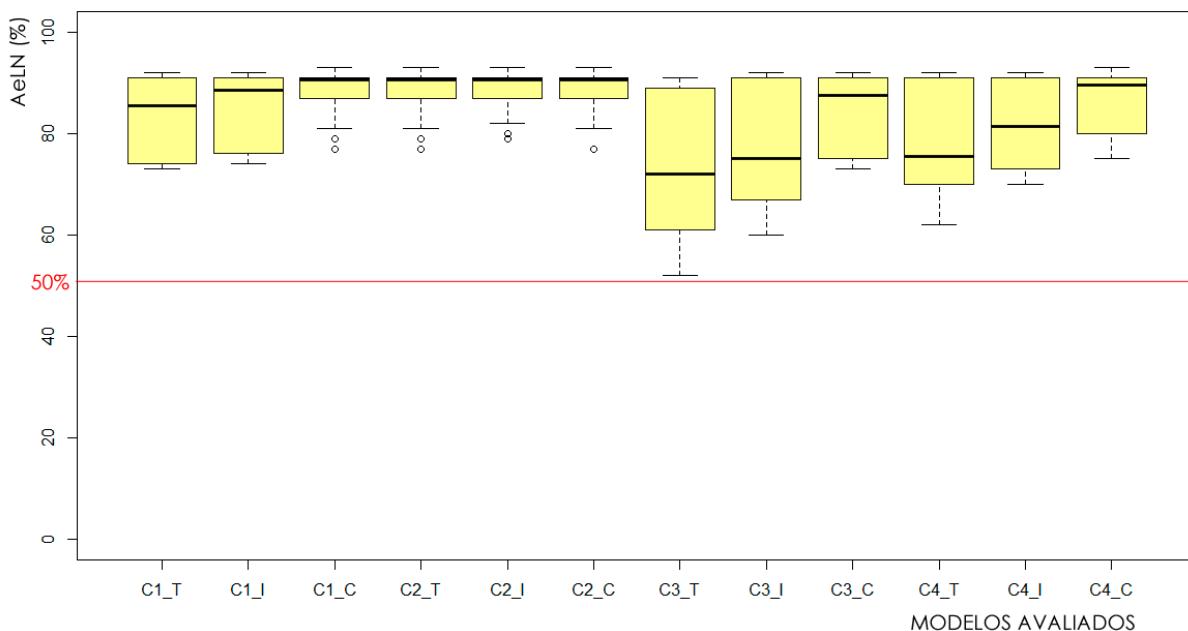
A partir dos percentuais de AeLN, INE e POLN, foram aplicados testes estatísticos no software R (Versão 3.0.1). A princípio, foi indicada a distribuição dos dados em gráficos de caixa (boxplots) por modelo, aplicando na sequência testes estatísticos de normalidade (*Shapiro test*) e de análise de variância, a fim de realizar comparação entre os grupos a partir da medida de variabilidade dos dados. Em complemento, aplicou-se o teste de hipóteses *Wilcoxon Rank*, procedimento não paramétrico, que substitui o teste *t* de *Student*, para comparação de uma variável quantitativa entre dois grupos. Além da verificação das possíveis chances de semelhanças entre o comportamento das amostras comparadas, também pode-se estimar suas respectivas diferenças. Para tais estimativas foram adotadas margem de erro com limites superior e inferior a 5% do valor esperado por meio dos intervalos de confiança (95%).

4 RESULTADOS

4.1 Autonomia Espacial (AeLN) e Iluminância Natural Excessiva (INUex)

Quanto à distribuição das iluminâncias, identificou-se que todos os modelos na fachada em estudo (Sudeste) registraram autonomia espacial acima do recomendado (Figura 4). Cabe ressaltar algumas similaridades nos resultados dos ambientes inseridos na cobertura do cenário atual (C1_C) e em todos os pavimentos do cenário sem influência do entorno (C2_T, C2_I e C2_C).

Figura 4 – Distribuição dos dados de iluminância autônoma (AeLN%).



Fonte: Os autores

Constatou-se ainda que os referidos modelos registraram os maiores percentuais em autonomia, com pouca variação no desempenho anual oscilando entre 80 e 95%. Este fato ocorreu em função das características análogas destes ambientes quanto à influência da fonte de luz direta.

Diante da distribuição espacial e dos percentuais de iluminância alcançados ao ano, considerou-se o pavimento cobertura inserido no Cenário Atual – C1_C como modelo referência para realização dos testes de hipóteses não paramétrico Wilcoxon Rank.

O Quadro 1 ilustra o comparativo espacial das iluminâncias acima de 300lux entre os modelos. Conforme realização do teste, observou-se que os ambientes inseridos no cenário máximo de refletância 90% (C4) apresentaram diferenças pouco significativas em relação ao modelo referência. Em virtude da componente refletida externa, equiparou-se a um cenário sem entorno ou pouco obstruído. Neste mesmo cenário, a cobertura (C4_C) registrou variação entre 75 e 90% de AeLN.

Quadro 1 – Teste de hipóteses entre modelos – Autonomia Espacial.

Cenários	Resultado do teste – Estimativa em AeLN (%)
C1_Cobertura > C1_Térreo	Diferença estimada em 6,5%
C1_Cobertura > C1_Intermediário	Diferença estimada em 4,5%
C1_Cobertura > C3_Térreo	Diferença estimada em 15,5%
C1_Cobertura > C3_Intermediário	Diferença estimada em 14,5%
C1_Cobertura > C3_Cobertura	Diferença estimada em 6%
C1_Cobertura > C4_Térreo	Diferença estimada em 13,5%
C1_Cobertura > C4_Intermediário	Diferença estimada em 8%
C1_Cobertura > C4_Cobertura	Diferença estimada em 4%

Para hipótese de igualdade rejeitada, a estimativa da diferença teve margem de erro de 5%.

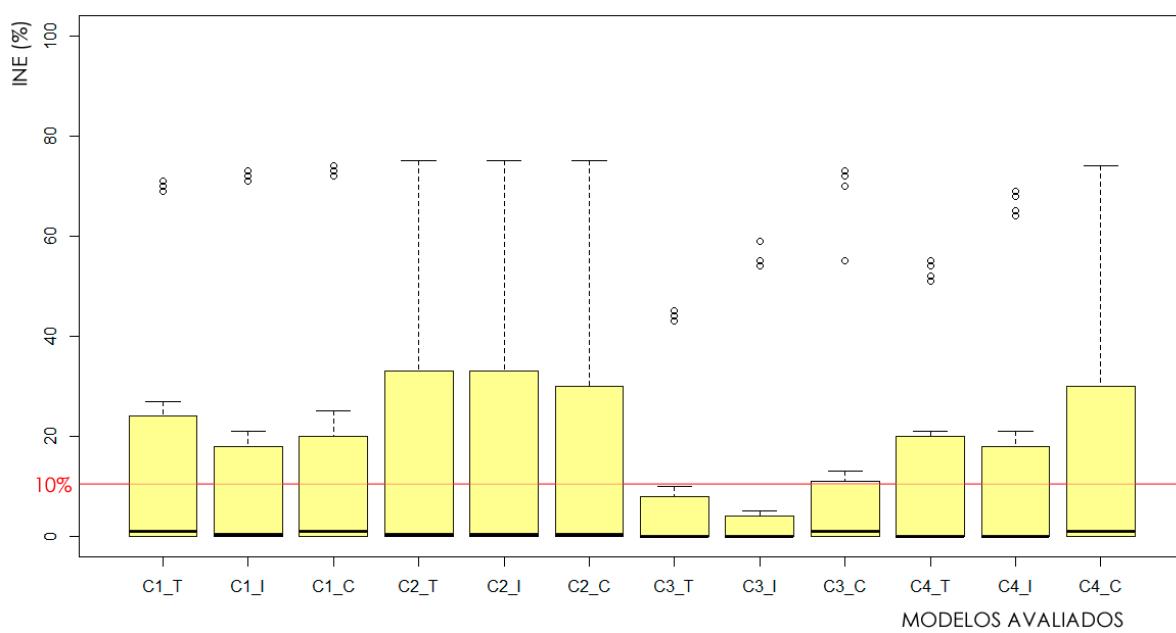
Fonte: Os autores

O modelo que apresentou estimativa da diferença mais expressiva foi o Cenário Máximo com refletividade 58% (C3) no pavimento térreo. O bloqueio ocasionado pelas superfícies verticais e a ação de um coeficiente de reflexão menor impactou no aumento da diferença estimada em 15,5%, sendo este o ambiente com maior variação, oscilando entre 50% e 90%.

A Figura 5 demonstra a distribuição do percentual ao ano das iluminâncias superiores a 3000lux, tendo a faixa de INE inferior a 10% como critério para os ambientes com possíveis reduções na ocorrência de desconforto visual. Os modelos inseridos no cenário máximo de refletância 58% (C3) apresentaram variação de INE abaixo do parâmetro de análise, sendo estes o de melhor desempenho quanto aos níveis de iluminação.

Diferente destes, os modelos do cenário sem entorno (C2) e a C4_C apontaram poucas diferenças de distribuição entre os pavimentos avaliados, atingindo INE em até 75%. Estes, por sua vez, apresentaram maiores ocorrências de iluminâncias acima da faixa autônoma.

Figura 5 – Distribuição dos dados de Iluminância Natural Excessiva (INE%)



Fonte: Os autores

Quanto à aplicação do teste de hipótese, os resultados confirmaram chances de igualdade no comportamento das iluminâncias excessivas para os ambientes do cenário atual (C1). Para tanto, estes modelos foram tomados como parâmetro para comparativos entre os demais (Quadro 2).

Quadro 2 – Teste de hipóteses entre modelos – Iluminância Natural Excessiva.

Cenários	Resultado do teste – Estimativa
C1 < C2_Térreo e Intermediário	Diferença estimada em 5%
C1 < C2_Cobertura	Diferença estimada em 4%
C1 > C3_Térreo	Diferença estimada em 15%
C1 > C3_Intermediário	Diferença estimada em 8%

C1 > C3_Cobertura	Diferença estimada em 6%
C1 > C4_Térreo	Diferença estimada em 5%
C1 > C4_Intermediário	Diferença estimada em 3%
C1 < C4_Cobertura	Diferença estimada em 2,5%

Para hipótese de igualdade rejeitada, a estimativa da diferença teve margem de erro de 5%.

Fonte: Os autores

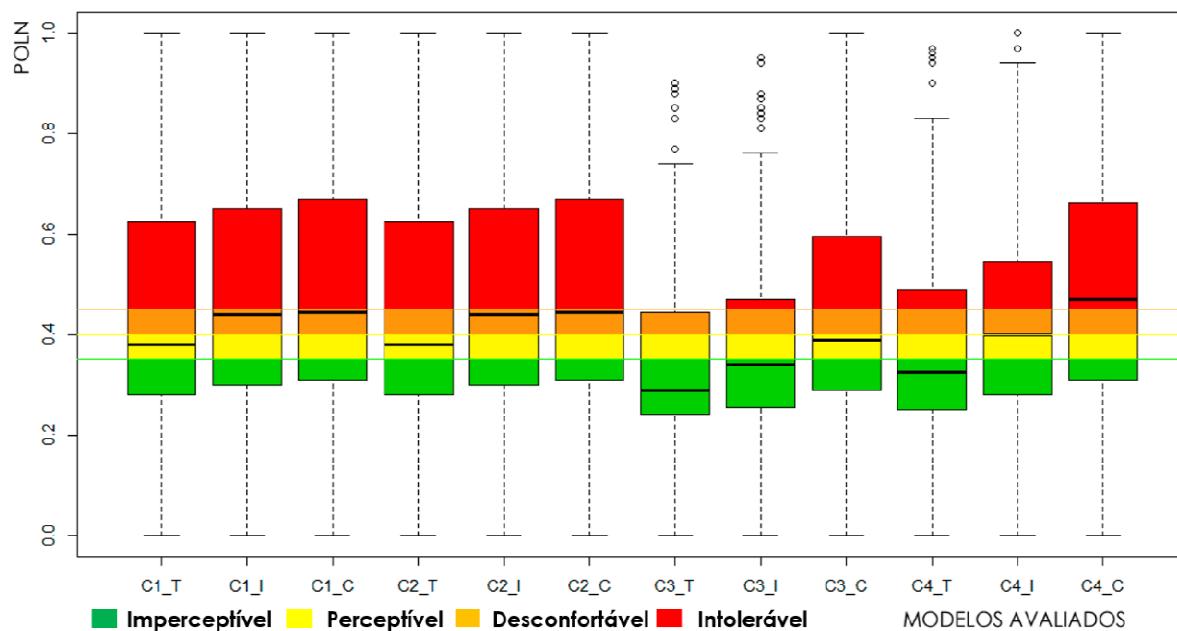
Conforme ilustrado no gráfico de caixas (Figura 5), confirmou-se um aumento no percentual de INE do sem entorno (C2) quando confrontados com os ambientes do cenário atual (C1). Já os registros de maiores estimativas foram atingidos pelos ambientes inseridos em C3. Ainda, percebeu-se uma redução nas diferenças a medida que aumentou o nível do pavimento, sendo 15%, 8% e 6%, respectivamente. A menor diferença, no entanto, foi atingida nas coberturas do cenário máximo com maior reflexão no entorno (C4_C), com 2,5% de INE a mais que o cenário atual (C1).

É importante observar que, os percentuais de INE, em sua maioria, foram alcançados nos sensores localizados mais próximos às aberturas. Tal localização permitiu maior acesso à luz solar direta e à ação efetiva das reflexões externas, o que justificou o elevado percentual nestas áreas. Inverso a estes, os pontos situados ao final do ambiente apresentaram níveis de iluminância abaixo de 3000lux, porém enquadrado na faixa autônoma, obtendo valores de INE nulos.

4.2 Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural (POLN)

Para análise do desconforto visual, a métrica da Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural (POLN) foi avaliada em função das variáveis de entorno. Através do gráfico de caixas, ilustrados no Figura 6, obteve-se um panorama das distribuições dos dados, demonstrando, em sua totalidade, comportamentos assimétricos.

Figura 6 – Distribuição dos dados de Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural.



Fonte: Os autores

Dentre os resultados alcançados, notaram-se semelhanças entre os registros de POLN com variação gradativa ao passo que aumentou o nível dos pavimentos, sobretudo nos cenários atual e sem entorno, C1 e C2, respectivamente. Estes, por sua vez, apresentaram valores das medianas entre 0,40 e 0,45, já avaliada como faixa de ofuscamento desconfortável. Desempenho análogo ocorreu no cenário máximo sob reflexão do entorno de 90%, mais especificamente na cobertura (C4_C).

Os ambientes do cenário máximo com influência da refletividade de 58% (C3) registraram menores variações. A cobertura (C3_C), por sua vez, alcançou valores superiores a 0,45 (ofuscamento intolerável) em aproximadamente 50% da amostra. Ao contrário deste, destacaram-se o pavimento térreo (C3_T) e o intermediário (C3_I) como modelos em evidência, visto que obtiveram faixas de ofuscamento imperceptível (POLN < 0,35) em mais 50% dos dados. Cabe ressaltar ainda que os índices de ofuscamento entre 0,80 e 1,0 foram registrados, em sua maioria, nos períodos entre 13h e 15h.

A partir do comparativo entre as variáveis, expresso no Quadro 3, estimaram-se poucas diferenças estatisticamente significativas, variando de 2 a 9%, exceto o modelo C2_Térreo que apontou grandes chances de igualdade entre o modelo C1_T, utilizado como referência. O teste de hipóteses mostrou que os modelos inseridos no cenário máximo com refletância 58% apresentaram percentuais superiores aos demais, em especial o pavimento térreo (C3_T) com 9% de diferença estimada.

Quadro 3 – Teste de hipóteses entre modelos – Probabilidade de Ofuscamento.

Cenários	Resultado do teste – Estimativa
C1_Térreo = C2_Térreo	Grandes chances de igualdade.
C1_Térreo < C2_Intermediário	Diferença estimada em 3%
C1_Térreo < C2_Cobertura	Diferença estimada em 4%
C1_Térreo > C3_Térreo	Diferença estimada em 9%
C1_Térreo > C3_Intermediário	Diferença estimada em 7%
C1_Térreo > C3_Cobertura	Diferença estimada em 2%
C1_Térreo > C4_Térreo	Diferença estimada em 5%
C1_Térreo > C4_Intermediário	Diferença estimada em 2%
C1_Térreo < C4_Cobertura	Diferença estimada em 3,5%
Para hipótese de igualdade rejeitada, a estimativa da diferença teve margem de erro de 5%.	

Fonte: Os autores

Já os localizados em cenário sem entorno (C2) apresentaram semelhanças de estimativas com o cenário máximo com reflexão 90%, sobretudo na cobertura (C4_C). Tais modelos alcançaram valores aproximados, em virtude das características do entorno e da influência sobre os ambientes internos. O elevado grau de obstrução somado a alta refletância das superfícies se equipararam aos cenários com baixo impacto do entorno e forte incidência da luz direta.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi estudada a influência do entorno em edifícios residenciais multipavimentos localizados em região de clima quente e úmido. Nesta análise, comparou-se o desempenho lumínico de ambientes internos orientados à sudeste sob características distintas de entorno quanto à ocupação, ao coeficiente de reflexão das fachadas e à altura do pavimento.

Para o recorte investigado, a implantação das taxas máximas de ocupação, em concordância com legislação vigente, resultou em uma maior variabilidade da autonomia espacial (AeLN entre 50% e 90%) ao comparar com a situação atual (AeLN entre 75 e 90%). Consequentemente, ocorreu uma variação de AeLN de 80 a 90% para condições de edifício isolado, sem influência do entorno. Nenhum modelo registrou baixo desempenho quanto aos percentuais de autonomia para iluminância acima de 300lux.

Em relação aos resultados de Iluminância Natural Excessiva (INE), percebeu-se que, mesmo com valores de iluminâncias dentro da faixa autônoma, grande parte dos ambientes apresentou frequências de iluminância acima de 3000lux em mais de 50% do ano. Apenas os modelos inseridos em cenário máximo com menor refletância de entorno (58%) atingiram percentuais de INE inferiores a 10% ao ano. Para os mesmos ambientes, registraram-se as

menores ocorrências de ofuscamento intolerável, confirmados pelos resultados de maior estimativa da diferença.

Para este estudo, a refletividade do entorno foi considerada uma variável de grande impacto, mesmo adotando-se como referência 58%, um valor relativamente elevado para os padrões empregados em estudos similares. A adoção de um valor ainda maior, de 90%, resultou em semelhanças nos resultados, sobretudo nos ambientes que não sofreram interferência da componente refletiva externa, como o caso do cenário sem entorno.

Desta forma, percebeu-se uma certa coerência no cruzamento dos dados registrados para a métrica de iluminância excessiva (acima de 3000lux) e a probabilidade de ofuscamento, confirmando, assim, uma forte associação entre os dois indicadores de desempenho da luz natural para as condições de entorno adotadas. Merece destacar ainda a importância da inserção das particularidades do entorno nos estudos desta magnitude, principalmente quanto aos aspectos da geometria e da adoção de diferentes coeficientes de reflexão.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRAISLEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1**. Iluminação de ambientes de trabalho - parte 1: Interior [Lighting of work places Part 1: Indoor]: ABNT 2013.

CANTIN, F.; DUBOIS, M-C. **Daylighting metrics based on illuminance, distribution, glare Nand directivity**. Lighting Research Technology. 43: 291-307, 2011.

CINTRA, M. S. **Arquitetura e luz natural**: A influência da profundidade de ambientes em edificações residenciais. Dissertação de mestrado, FAU-UNB, 2011.

CÓRICA, I; PATTINI, A. **Evaluación del acceso a la iluminación natural em edificios de alta densidad edilicia según los indicadores urbanos del código urbano y edificación de la ciudad de Mendoza**. Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC, Búzios-RJ, 2011.

LI, D. H. W.; CHEUNG, G. H. W., CHEUNG, K. L.; LAM, T. N. T. **Determination of vertical daylight illuminance under non-overcast sky conditions**. Building and Environment. V.45, p. 498-508, 2010.

MARDALJEVIC, J; ANDERSEN, M.; ROY, N.; CHRISTOFFERSEN, J. **Daylighting metrics for residential buildings**. 27th Session of the CIE, Sun City, South Africa, July 11-15, 2011.

MESA, N. A.; PATTINI, A.; CÓRICA, I.; DE ROSA, C. **Metodología de evaluación de la potencialidad de la luz natural para iluminar edificios, en entornos de alta densidad**,

en zonas áridas andinas. Estúdios de arquitectura bioclimática, México, vol. VI, p. 279-297, 2004.

REINHART, C. F. **Tutorial on the Use of Daysim Simulation for Sustainable Design.** Harvard Design School, Cambridge. 2010.

TSANGRASSOULIS, A.; SANTAMOURIS, M. G. V; WILSON, M.; ASIMAKOPOULOS, D. A. **Method to investigate the potential of South-oriented vertical surfaces for under sunny conditions.** Solar Energy, v. 66, n. 6, p. 439-446, 1999.

WIENOLD, J. **Daylight Glare in Offices.** Tese de doutorado. Fraunhofer Verlag, Alemanha, 2010.