XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Desempenho luminoso de ambiente interno a partir de aberturas zenitais: estudo de caso em sala de aula

Rendimiento de iluminación interior procedente de aperturas cenital: estudio de caso en el aula

Luminous performance of environments from zenithal opening: classroom case study

luminação Natural e Artificial/ *Luz natural y artificial / Daylighting and Artificial Lighting*

Ramos, Milena Ronconi (1); Laranja, Andréa Coelho (2)
(1) Graduanda, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil, milena.ramos@edu.ufes.br; (2) Doutora, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil, andrea.laranja@ufes.br

Ramos, Milena Ronconi (1); Laranja, Andréa Coelho (2)
(1) Estudiante, Universidad Federal de Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil, milena.ramos@edu.ufes.br; *(2) Doctora, Universidad Federal de Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil,* andrea.laranja@ufes.br

Ramos, Milena Ronconi (1); Laranja, Andréa Coelho (2)
(1) Undergraduate, Federal University of Espírito Santo, Vitória-ES, Brazil, milena.ramos@edu.ufes.br; *(2) PhD, Federal University of Espírito Santo, Vitória-ES, Brazil,* andrea.laranja@ufes.br

Resumo

Aberturas zenitais vêm proporcionando melhor aproveitamento da iluminação natural no plano de trabalho quando comparadas às aberturas laterais. O objetivo desta pesquisa é investigar o desempenho luminoso de aberturas zenitais em clima tropical úmido. A metodologia inclui simulação computacional no software TropLux, extraindo dados de iluminância das 8h00 às 16h00, para todos os dias do ano, orientações Norte e Sul e Céu Dinâmico. Os modelos simulados são: abertura lateral (M1); abertura zenital tipo *lightscoops* (M2); abertura zenital tipo *shed* inclinado a 50° (M3), abertura zenital tipo *shed* inclinado a 45° (M4) e abertura zenital tipo *shed* inclinado a 30° (M5). Os parâmetros de análise utilizados são a IULN (Iluminância Útil de Luz Natural), ALN (Autonomia de Luz Natural) e Iluminância Média Mensal. Observou-se, nas orientações Norte e Sul, melhor performance do M5, com melhor aproveitamento da luz natural e redução do ofuscamento.

Palavras-chave: Desempenho luminoso. Iluminação natural. Iluminação zenital. Abertura zenital. *Shed*.

Resumen

Las aperturas cenitales mejoran el aprovechamiento de la luz natural en comparación con las laterales. El objetivo de esta investigación es evaluar el rendimiento luminoso de aperturas cenitales en clima tropical húmedo. La metodología incluye simulaciones en el software TropLux, obteniendo datos de iluminancia de 8:00 a 16:00 durante todo el año, para las orientaciones Norte y Sur y Cielo Dinámico. Los modelos simulados son: apertura lateral (M1); apertura cenital tipo lightscoops (M2); apertura cenital tipo shed inclinada a 50° (M3), 45° (M4) y 30° (M5). Los parámetros de análisis son IULN (Iluminancia Útil de Luz Natural), ALN (Autonomía de Luz Natural) e Iluminancia Promedio Mensual. Se observó que, en las orientaciones Norte y Sur, el modelo M5 tuvo el mejor rendimiento, con un mayor aprovechamiento de la luz natural y menor deslumbramiento.

Palabras clave: Rendimiento luminoso. Iluminación natural. Iluminación cenital. Apertura cenital. Cobertizo.

Abstract

Zenithal openings have been providing better use of natural lighting in the work plan when compared to lateral openings. The objective of this research is to investigate the luminous performance of zenithal openings in a humid tropical climate. The methodology includes computational simulation in the TropLux software, extracting illuminance data from 8:00 am to 4:00 pm, for all days of the year, North and South orientations and Dynamic Sky. The simulated models are: lateral opening (M1); lightscoops type zenithal opening (M2); 50° inclined shed zenithal opening (M3), 45° inclined shed zenithal opening (M4) and 30° inclined shed zenithal opening (M5). The analysis parameters used are IULN (Useful Illuminance of Natural Light), ALN (Daylight Autonomy) and Average Monthly Illuminance. In the North and South orientations, better performance of the M5 was observed, with better use of natural light and reduced glare.

Keywords: Lighting performance. Daylighting. Zenithal lighting. Zenithal opening. Shed.

Introdução

A disponibilidade de luz natural no ambiente interno confere aos usuários bem-estar, atuando na regulação do sistema circadiano, na qualidade do sono e na saúde (Mardaljevic, 2021). Emmanuel *et al.* (2020) acrescentam benefícios da luz natural na prevenção e controle de infecções, inibindo a sobrevivência e transmissão de vírus e bactérias. Ambientes sem contato com a iluminação natural podem causar insatisfação e comprometer a produtividade do usuário (Park *et al.*, 2021), implicando na necessidade de aberturas laterais e zenitais adequadamente projetadas.

Nesse contexto, pesquisas indicam a boa performance da abertura zenital, com iluminação natural satisfatória. Mapelli *et al.* (2020), em céus de características parcialmente nublado, encoberto e claro, constatam níveis mais adequados de iluminação e uniformidade com o uso de aberturas zenitais, no qual, para Norte, os percentuais do intervalo "suficiente" da Iluminância Útil de Luz Natural (IULN) se aproximam de 100%. Mapelli *et al.* (2018) ao analisar *sheds* em céus claros ou parcialmente encobertos, destacam percentuais que chegam a 50% e 70% no intervalo "suficiente" da IULN. Memelli *et al.* (2024) confirmam, sob céu dinâmico de Vitória-ES, a boa performance das aberturas zenitais *lightscoops* na redução do ofuscamento, com percentuais insignificantes de iluminância excessiva ao longo do ano.

Pesquisas confirmam ainda, que proporções e dimensões das aberturas zenitais podem influenciar na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. Acosta *et al.* (2012) indicam a proporção de 4/3 (altura X largura) das aberturas zenitais como a de melhor performance luminosa em céu nublado. Do mesmo modo, Nascimento *et al.* (2021) verificam que o formato da abertura impacta no ganho de iluminância e sua distribuição, apontando que aberturas zenitais mais alongadas horizontalmente tendem a ter melhor performance, com um aumento percentual de quase 10% quando analisada a Autonomia de Luz Natural Espacial (ALNe).

Dessa forma, considerando a capacidade que as aberturas zenitais têm de controlar o ofuscamento e reduzir o contraste luminoso, e considerando, ainda, que proporções e dimensões adequadas podem conferir melhor performance luminosa ao ambiente, este artigo investigará o desempenho luminoso do ambiente interno a partir de aberturas zenitais em Vitória-ES.

Objetivo

O objetivo geral deste artigo é investigar o desempenho luminoso de ambiente interno de sala de aula a partir de aberturas zenitais em Vitória-ES.

Método

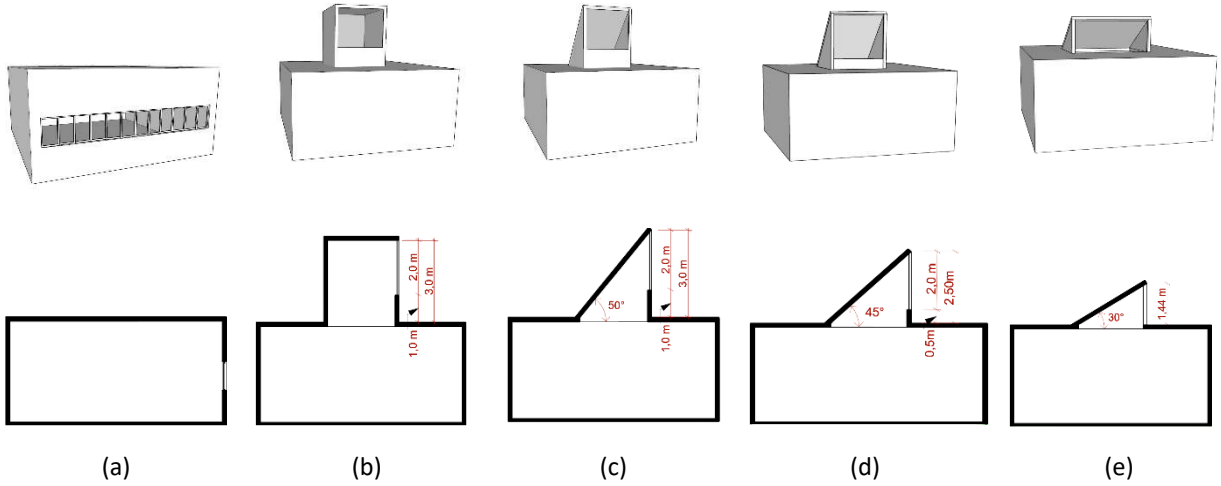
A metodologia adotada baseou-se em simulações computacionais conforme descrito a seguir: (1) Caracterização do ambiente interno referencial adotado; (2) Definição dos modelos e análise da Carta Solar; (3) Processamento dos modelos no software Troplux (versão 8.0.71), construção dos gráficos no programa Microsoft Excel e análise dos resultados.

Como referencial para as simulações, adotou-se um ambiente com medidas internas 7,5 x 7,5 x 3,5m (largura, profundidade e pé direito, respectivamente), localizado em Vitória-ES (latitude 20° 19’ S). Trata-se de sala de aula, com dimensões próximas às do padrão da Prefeitura Municipal de Vitória. O ambiente dispõe de abertura lateral (janela) de dimensões 7,1 x 1,0m (largura e altura, respectivamente), peitoril de 1,1m, área envidraçada de 7,1m², correspondendo a um percentual de 12,62% (ou 1/8) em relação ao piso, atendendo às exigências do Código de Obras de Vitória. Mantidas as dimensões do ambiente referencial, foram simulados cinco modelos, sendo um com abertura lateral e os demais com abertura zenital. A área envidraçada da abertura zenital adotada é de 5m² em todos os modelos, conforme o Código de Obras de Vitória, que determina que a área de uma abertura zenital pode ser até 30% menor do que a área de uma abertura lateral.

De acordo com Lam (1986), aberturas zenitais podem ter diferentes configurações geométricas, no qual o autor caracteriza *lightscoops* como aberturas zenitais orientadas contrárias ao sol. Da mesma forma, Lukiantchuki *et al.* (2016) caracterizam o shed como uma abertura zenital que possui uma de suas faces inclinada. Nesse sentido, para essa pesquisa considerou-se a aplicação de ambas aberturas zenitais, sendo elas constituídas por um volume arquitetônico situado na cobertura do ambiente, proporcionando o acesso da luz natural por intermédio de uma superfície envidraçada na vertical. Considerou-se *shed* com uma de suas faces inclinada e *lightscoops* com todas as suas faces ortogonais. Desta forma, os modelos simulados são: (M1) Com abertura lateral; (M2) Com abertura zenital tipo *lightscoops*; (M3) Com abertura zenital tipo *shed* a 50°;

(M4) Com abertura zenital tipo *shed* a 45°; e (M5) Com abertura zenital tipo *shed* a 30° (Figura 1). Apesar da compreensão da importância da abertura lateral no que se refere à ventilação natural e à qualidade da vista para o usuário, como o intuito é uma investigação somente no quesito iluminação natural, os modelos com aberturas zenitais não possuem a abertura lateral.

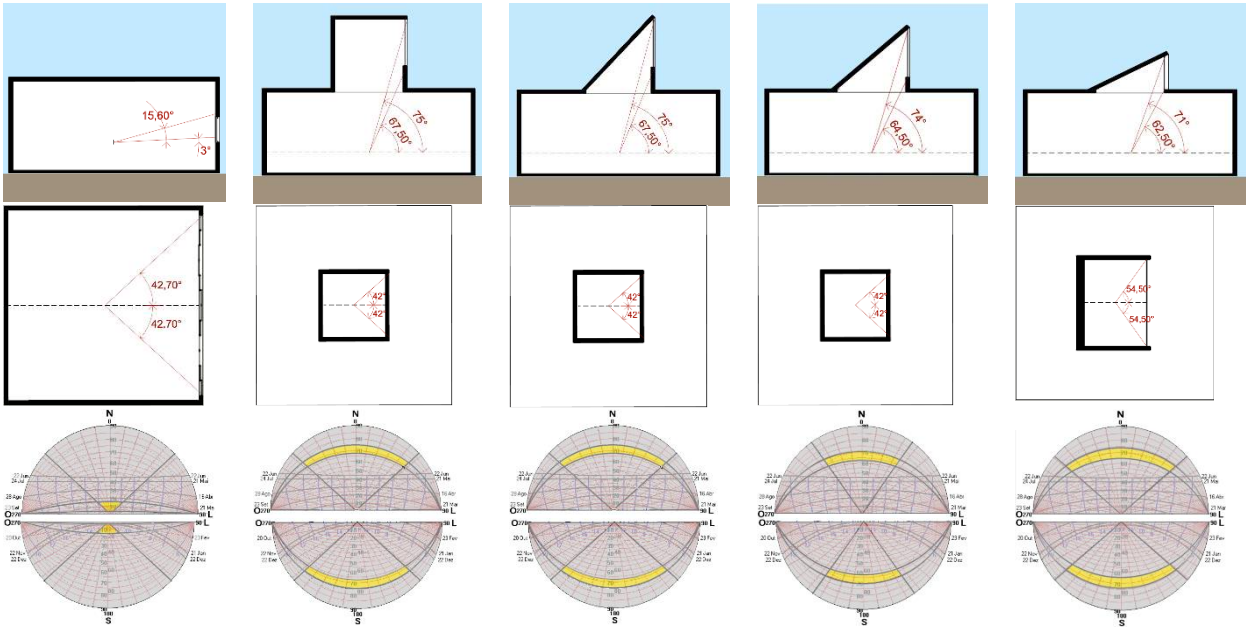
Figura 1 – Perspectiva e corte dos modelos simulados: (a) M1; (b) M2; (c) M3; (d) M4 e (e) M5. Sem escala.



Fonte: Autoral (2024, p. 5).

O modelo M2 possui um volume de *lightscoops* (com plano de cobertura a 0°), de proporção 4/3, definida por Acosta *et al.* (2012) como a proporção de melhor performance luminosa em céu nublado. Assim, adotando-se 2,5 x 2,5m como base do M2, sua altura tem 3m, altura da abertura envidraçada de 2m e peitoril de 1m. A partir daí, mantidas as dimensões do vidro, peitoril e base do *lightscoops*, inclinou-se o plano de cobertura, dando origem ao M3, agora com inclinação de 50°. Para o M4, foi adotado o plano de cobertura a 45°, no qual o peitoril foi reduzido para 0,5m, e mantidas as dimensões da base. Para o M5, foi adotado o plano de cobertura a 30° com extinção do peitoril, mas com base 2,5 x 3,5m, necessária para que fosse mantida a mesma metragem quadrada envidraçada. A Figura 2 apresenta a análise da Carta Solar com as máscaras de sombra para os modelos a partir de um ponto central no plano de trabalho do ambiente, a 0,75m do piso.

Figura 2 – Corte e vista superior esquemáticos dos modelos com ângulos verticais e horizontais; Carta Solar e mascaramento a partir dos ângulos, nas orientações Norte e Sul.



Fonte: Autoral (2024, p. 5-6).

Conforme a NBR ISO/CIE 8995-1, os valores de refletância adotados para as superfícies dos modelos foram: paredes externas=0,5; paredes internas=0,6; piso=0,2 (cor escura); teto e paredes internas do *lightscoops* e *shed*=0,9 (cor clara, como o branco). São parâmetros de análise: Iluminância Útil de Luz Natural (IULN), seguindo os intervalos estabelecidos por Mardaljevic *et al.* (Quadro 1); Autonomia de Luz Natural (ALN), de acordo com os valores propostos por Reinhart e Walkenhorst (Quadro 2); Autonomia de Luz Natural Espacial (ALNe - percentual de área que atinge o valor mínimo de iluminância em 50% de instantes do ano); e Iluminância Média Mensal.

Quadros 1 e 2 – Intervalos da IULN e ALN.

Quadro 1 – Intervalos da IULN	
Classificação	**Intervalos de iluminância**
Iluminância insuficiente	0 - 100 lux
Iluminância com necessidade de iluminação complementar	100 - 300 lux
Iluminância suficiente	300 - 3000 lux
Iluminância excessiva	> 3000 lux

Fonte: Autoral adaptado de Mardaljevic *et al.* (2012).

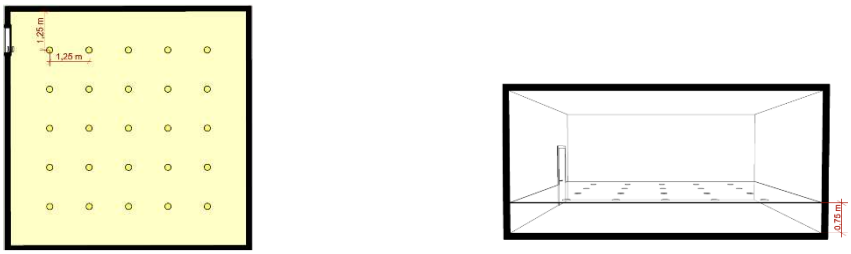
Quadro 2 – Intervalos da ALN	
Classificação	**Intervalos de iluminância**
Insuficiente	< 55%
Aceitável	≥ 55%
Preferível	≥ 75%

Fonte: Autoral adaptado de Reinhart e Walkenhorst (2001).

Para a ALN, ALNe e Iluminância Média Mensal adotou-se como referência o valor de 500 lx para atividade de leitura em sala de aula, conforme estabelecido pela NBR ISO/CIE 8995-1. Para o

processamento dos dados, adotou-se o céu com Distribuição Dinâmica de Luminâncias (DDL) de Vitória-ES, sendo as simulações feitas para Norte e Sul, das 8h00 às 16h00 durante todos os dias do ano. Os 25 pontos analisados estão distribuídos equidistantes entre si, em malha ortogonal a 0,75m do piso interno do ambiente (Figura 3). A Figura 4 representa o organograma da pesquisa.

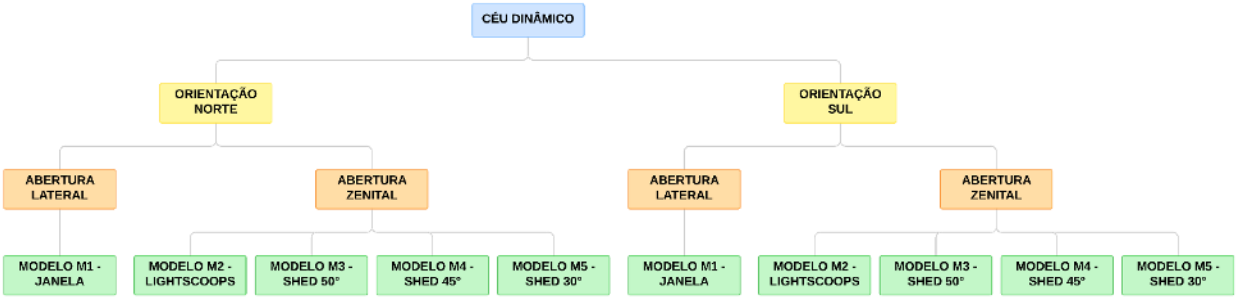
Figura 3 – (a) Planta baixa e (b) Corte fugado com os pontos de medição. Sem escala e com cotas.



(a) (b)

Fonte: Autoral (2024, p. 7).

Figura 4 – Organograma dos modelos simulados.



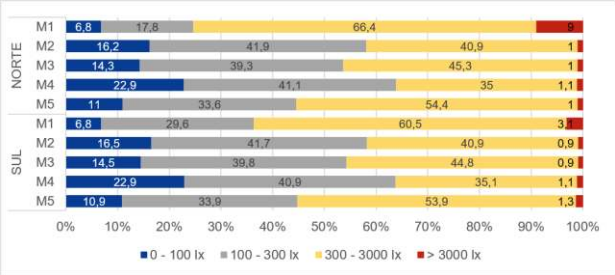
Fonte: Autoral (2024, p. 7).

Resultados e discussão

A seguir estão apresentados os resultados obtidos para o ambiente em estudo em condições de Céu Dinâmico de Vitória-ES para as orientações Norte e Sul, em cinco modelos, M1 (abertura lateral), M2 (abertura zenital *lightscoops*), M3 (abertura zenital *shed* a 50°), M4 (abertura zenital *shed* a 45°) e M5 (abertura zenital *shed* a 30°). O Gráfico 1 apresenta os percentuais da IULN para Norte e Sul. No que se refere aos modelos com abertura zenital, os percentuais de iluminação excessiva são insignificantes (>3000 lx), ao contrário do M1 que, como já esperado, apresenta

percentuais que chegam a quase 10% para Norte. Destaca-se o M5, dentre os modelos com aberturas zenitais, o que apresenta os melhores resultados no intervalo de iluminância suficiente (300-3000 lx). Desta forma, pode-se afirmar que a opção de se utilizar o M5, para ambas orientações, contribuirá na redução do ofuscamento e menor demanda por iluminação artificial.

Gráfico 1 - Percentuais de iluminância anual dos intervalos de IULN para as orientações Norte e Sul.

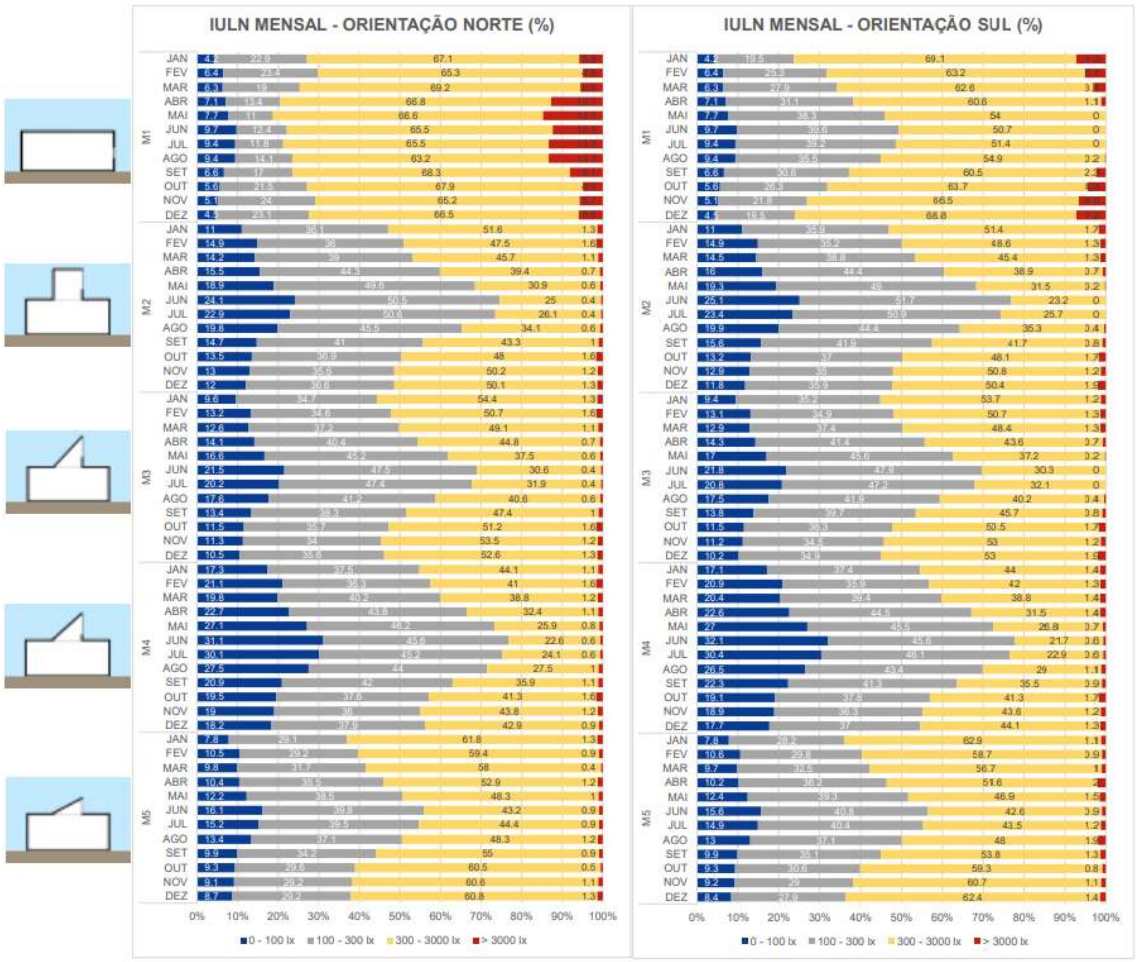


Fonte: Autoral (2024, p. 8).

Nos Gráficos 2 e 3, com os percentuais mensais da IULN, observa-se que o M1 atinge percentuais de iluminação excessiva (>3000 lx) de quase 15% para orientação Norte (abril a agosto) e 8% para Sul (setembro a março). Este resultado é função da trajetória solar da localidade, que apresenta radiação solar direta para Norte, de fevereiro a outubro, e para Sul, de outubro a fevereiro. Já os modelos zenitais M2, M3, M4 e M5 apresentam valores inferiores a 2% durante todo o ano para ambas as orientações, contribuindo para a redução da iluminação excessiva e do ofuscamento. Tal resultado vai ao encontro dos estudos de Memelli *et al.* (2024), que mostram a redução do ofuscamento utilizando *lightscoops*. Em relação ao intervalo de iluminação suficiente (300-3000 lx), o M1 apresenta melhor performance, principalmente ao analisar a orientação Norte. Quanto aos modelos zenitais M2, M3, M4 e M5 observa-se que, ao longo do ano e para ambas orientações, há uma performance superior do M5. Isto provavelmente é função do menor ângulo de inclinação da superfície interna do *shed*, que ao receber a luminosidade, reflete e conduz a luz para o ambiente interno com menores perdas para o ambiente externo. No intervalo de iluminação suficiente com necessidade de iluminação complementar (100-300 lx), o M1 possui percentuais menores, principalmente na orientação Norte. Também o M5, para ambas orientações, apresenta percentual cerca de 10% inferior (nos meses de menor altura solar) quando comparado aos demais modelos de abertura zenital. Já os modelos com abertura zenital M2, M3 e M4 têm desempenhos semelhantes, com percentuais maiores nos meses de menor

altura solar, provavelmente em função do menor acesso da radiação solar direta. Por fim, para o intervalo de iluminação insuficiente (0-100 lx), o modelo M1 apresenta os menores valores, inferiores a 10% durante todo o ano para Norte e Sul. Já os modelos zenitais M2, M3, M4 e M5 possuem percentuais mais altos em relação ao M1, no qual o M5 possui melhor performance.

Gráficos 2 e 3 - Percentuais de iluminância mensal de acordo com os intervalos de IULN para Norte e Sul.



Fonte: Autoral (2024, p. 9).

Este resultado confirma a melhor performance do M5 dentre os modelos zenitais, contribuindo com menor demanda por energia elétrica para iluminação artificial. Apesar da boa performance do M1, este resultado deve ser analisado também em função da existência da iluminação

excessiva, já que o usuário, com o intuito de controlá-la por meio de persianas e cortinas, acabará aniquilando a iluminação natural no ambiente interno. Acrescenta-se ainda o fato de que o Código de Obras, ao permitir a substituição da abertura lateral por zenital, com redução na área de abertura zenital, não assegura ao ambiente a mesma disponibilidade de iluminação natural, visto que nenhum dos modelos zenitais atingiu a mesma performance da abertura lateral.

No que diz respeito à ALN esta pode ser classificada, para ambas orientações, como insuficiente nos modelos com aberturas zenitais, visto que nenhum valor ultrapassa o referencial de 55%. Já no modelo M1, embora os intervalos sejam considerados aceitáveis, é necessário avaliar a iluminação excessiva do ambiente, que neste caso é mais elevada. O Gráfico 5 apresenta os dados da ALNe, no qual observa-se melhores performances dos modelos M1 e M5. Em relação ao M1, esta análise deve ser feita em paralelo aos valores da IULN, visto a grande ocorrência de iluminação excessiva. Para os modelos zenitais, em ambas orientações, o M5 chega a ter performance 4 e 7 vezes superior aos modelos de pior performance, respectivamente orientações Norte e Sul. Este resultado positivo do M5 (modelo de maior comprimento), apresentando maior percentual de área da sala com 500 lx, garante a realização das atividades escolares em níveis adequados de iluminação, além de ir ao encontro das pesquisas de Nascimento *et al.* (2021), que evidenciaram resultados mais satisfatórios para aberturas zenitais alongadas horizontalmente.

Gráficos 4 e 5 - Percentuais de iluminância anual da ALN e da ALNe para as orientações Norte e Sul.

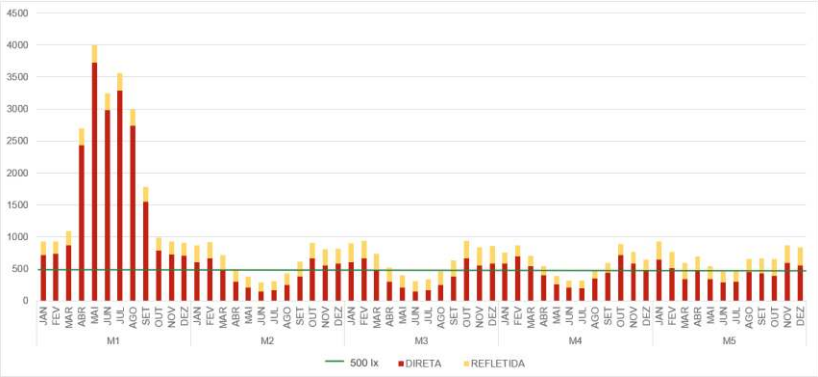


Fonte: Autoral (2024, p. 10).

Para a Iluminância Média Mensal, como esperado, o modelo M1 tem a maior média de iluminância, principalmente para a orientação Norte. Na orientação Norte e Sul, os valores da parcela refletida são similares entre os modelos, porém para Norte a parcela direta do M1 é maior do que a dos modelos zenitais, e para Sul a parcela direta de M1 se reduz ficando próxima aos valores já observados nos modelos zenitais (de outubro a março). Apesar de apenas o modelo M1

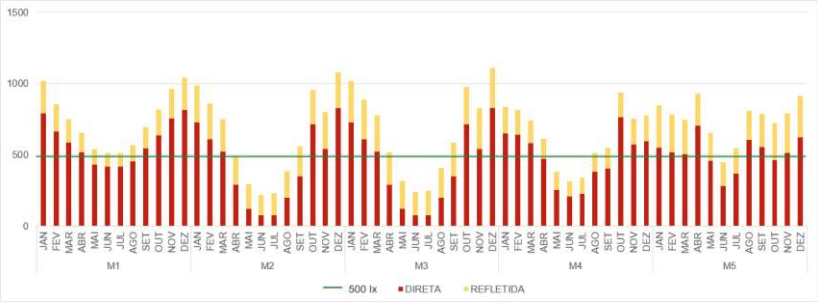
suprir o valor de iluminância de 500 lx indicado pela NBR ISO/CIE 8995-1 em todos os meses do ano, observa-se que o M5 só não supre este valor no mês de Junho, evidenciando assim, a melhor performance deste modelo M5 se comparado aos outros três modelos zenitais.

Gráfico 6 - Valores de Iluminância Média Mensal para a orientação Norte.



Fonte: Autoral (2024, p. 11).

Gráfico 7 - Valores de Iluminância Média Mensal para a orientação Sul.



Fonte: Autoral (2024, p. 11).

Conclusão

A pesquisa investiga o desempenho luminoso de aberturas zenitais, em clima tropical úmido, por meio de simulações em ambiente escolar em condições de Céu Dinâmico de Vitória-ES. As investigações ocorreram em cinco modelos, sendo um com abertura lateral e quatro com aberturas zenitais. Nos resultados da IULN, para Norte e Sul, todos os modelos zenitais permitem reduzir a iluminação excessiva durante o ano. Também se observa boas performances no

intervalo de iluminação suficiente, destacando o M5 (inclinado a 30° e mais alongado), o qual possui percentuais 20% superiores ao modelo zenital de pior performance. Tal resultado vai ao encontro do descrito por Nascimento *et al.* (2021), confirmando que o formato da abertura zenital mais alongado na horizontal indica melhor performance lumínica, ainda que mantida sua área envidraçada. Para a Iluminância Média Mensal, o M5 também se apresenta como o de melhor performance dentre os modelos zenitais, suprindo o valor mínimo de 500 lx para Norte e Sul. Para a ALN, nenhum dos modelos zenitais atingiu os 55%, valor considerado "aceitável", demandando maior quantidade de iluminação artificial. Para a ALNe, novamente o modelo M5 demonstra melhor performance, apresentando desempenhos 4 e 7 vezes superiores aos modelos de pior performance, respectivamente orientações Norte e Sul.

Nesse sentido, o estudo confirmou a capacidade que as aberturas zenitais têm na mitigação da iluminação excessiva. Contudo, é importante destacar a importância da abertura lateral para conferir ventilação natural e vistas externas, as quais não são supridas apenas pela abertura zenital. É importante reforçar também que esta investigação se dá para um ambiente específico de sala de aula da Prefeitura de Vitória, restringindo-se a quatro modelos de aberturas zenitais.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes).

Referências

ACOSTA, I.; NAVARRO, J.; SENDRA, J. J.; ESQUIVIAS, P. "Daylighting design with lightscoop skylights: Towards an optimization of proportion and spacing under overcast sky conditions". **Energy and Buildings**, v. 49, p. 394-401, 2012.

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

EMMANUEL, U.; OSONDU, E. D.; KALU, K. C. "Architectural design strategies for infection prevention and control (IPC) in health-care facilities: towards curbing the spread of Covid-19". **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, p. 1-9, 2020.

LAM, W. M. C. **Sunlighting as Formgiver for Architecture**. Nova York: Van Nostrand, 1986.

LUKIANTCHUKI, M. A.; SHIMOURA, A. R. P.; SILVA, F. M. da; CARAM, R. M. *Sheds* extratores e captadores de ar: influência da geometria e da dimensão das aberturas no desempenho da ventilação natural nas edificações. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 83–104, jan. 2016.

MAPELLI, Y. R.; LARANJA, A. C.; ALVAREZ, C. E. de. "Avaliação de desempenho entre as tipologias de aberturas zenital e lateral no quesito iluminação natural de ambientes internos". **Cadernos Proarq**, n. 31, p. 83-99, 2018.

MAPELLI-BASILIO, Y. R.; BARROS, M. C. de S. L. S.; CARNEIRO, S. M. R.; Fraga, V. C.; LARANJA, A. C. "Desempenho luminoso de shed integrado a prateleira de luz em ambiente de circulação". In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre.

MARDALJEVIC, J. "The implementation of natural lighting for human health from a planning perspective". **Lighting Research & Technology**, v. 53, n. 5, p. 489-513, 2021.

MARDALJEVIC, J.; ANDERSEN, M.; ROY, N.; CHRISTOFFERSEN, J. "Daylighting metrics: is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probabilty?". In: **Proceedings of the building simulation and optimization conference**. BSO12. 2012.

MEMELLI, G.; LARANJA, A. C. "Desempenho luminoso de diferentes proporções de ambientes a partir de abertura zenital tipo lightscoops". In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió.

NASCIMENTO, G. T.; RIBEIRO, P. V. S. "Iluminação natural em salas de aula: proposta de intervenção em salas modulares da Universidade Federal de Sergipe". In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2021, Palmas.

PARK, J.; LOFTNESS, V.; AZIZ, A.; WANG, T. "Strategies to achieve optimum visual quality for maximum occupant satisfaction: Field study findings in office buildings". **Building and Environment**, v. 195, p. 107458, 2021.

REINHART, C.; WALKENHORST, O. "Validation of dynamic radiance-based daylight simulations for a test office with external blinds". **Energy and Buildings**, Freiburg, v. 33, jan. 2001.

VITÓRIA. Lei n°. 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.