XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8291

Influência da forma e revestimentos de poços de luz em habitações térreas

Influence of the shape and coverings of light wells in single-story dwellings

Vitor Santos França
Universidade Federal de Alagoas | Maceió/AL | Brasil | vitor.franca@fau.ufal.br
Ricardo Carvalho Cabús
Universidade Federal de Alagoas | Maceió/AL | Brasil | r.cabus@ctec.ufal.br
Fernando Antonio de Melo Sá Cavalcanti
Universidade Federal de Alagoas | Maceió/AL | Brasil | fernando.antonio@fau.ufal.br

Resumo

Este trabalho busca analisar o desempenho lumínico de pátios internos em edificações térreas localizadas em baixas latitudes, utilizando como exemplo o município de Canindé do São Francisco -SE, a partir da variação da forma e refletância de poços de luz em edificações térreas, por se tratar de um dispositivo inserido com frequência em edificações no nordeste brasileiro. A avaliação do desempenho luminoso do dispositivo aconteceu por meio da variação da geometria e das refletâncias das superfícies dos modelos, sendo essa etapa garantida através de simulação computacional feita a partir do software TropLux 8.0.71. foi identificado que para que aconteça a autonomia por meio desse dispositivo, é necessário trabalhá-lo com boas condições de geometria e refletâncias, caso contrário, o dispositivo se torna falho para o bom desempenho lumínico. Com isso, apesar de muito ser utilizado na cidade de Canindé, esse dispositivo não se torna capaz de prover boas condições de luz natural para o ambiente interno de forma independente.

Palavras-chave: iluminação natural. simulação computacional. edificações térreas. Poços de luz.

Abstract

This paper aims to analyze the lighting performance of internal courtyards in single-story buildings located in low latitudes, using the municipality of Canindé do São Francisco - SE as an example, based on the variation in the shape and reflectance of light wells in single-story buildings, as this is a device frequently used in buildings in the Brazilian Northeast. The evaluation of the device's lighting performance was carried out by varying the geometry and reflectances of the model surfaces, this step being guaranteed through computational simulation using TropLux 8.0.71 software. It was identified that for autonomy to occur through this device, it is necessary to work with good geometry and reflectance conditions; otherwise, the device becomes flawed for good lighting performance. Thus, despite being widely used in the city of Canindé, this device cannot provide good natural light conditions for the internal environment independently.

Keywords: Natural lighting. Computer simulation. Single-story buildings. Light wells.

INTRODUÇÃO

Quando projetado corretamente, a luz natural em um edifício pode proporcionar uma ampla gama de benefícios, incluindo melhorias no ambiente visual, o potencial de

melhorar a satisfação e a produtividade dos trabalhadores, possível melhoria do ritmo circadiano por meio da exposição a luminâncias mais altas e economia de energia por meio da redução da carga de iluminação elétrica [1].

Os poços de luz são dispositivos arquitetônicos passivos que podem fornecer ar fresco e luz natural para edifícios, sendo definido como um átrio iluminado por cima sem um teto separando o átrio dos espaços ao redor [2].

O método de iluminação zenital acompanha a história da arquitetura, desde o Antigo Egito já era possível encontrar soluções do tipo. Dentre os modelos de dispositivos que possibilitam a luz pelo zênite, há o poço de luz, que é um elemento de geometria simples, que começou a ser utilizado no país para proporcionar iluminação indireta em lotes estreitos da herança colonial [3].

Bugeat, Beckers e Fernández [4] mencionam que o poço de luz é uma solução para levar luz aos espaços localizados no núcleo de edifícios em bairros densos. Se trata de um espaço aberto para o céu em vários andares dentro do volume de um edifício que é projetado para fornecer luz e ventilação aos espaços internos adjacentes.

Existem estudos com poço de luz para edifícios verticais, no entanto, para edificações térreas, esse dispositivo acaba sendo substituído por pátio interno, dispositivo usual nas cidades do interior de Sergipe. Segundo autores como Baker e Steemers [5]; Lamberts, Dutra e Pereira [6], quando o átrio se reduz a ponto de perder seu espaço útil, ele pode ser considerado um poço de luz. Entretanto, em situações em que esse dispositivo é inserido somente para o pavimento térreo, ele passa a ser chamado de pátio interno.

Vaisman e Hovart [7] concluíram que casas geminadas com pátios internos podem melhorar as horas de iluminância entre 9% e 20%, fornecendo uma opção viável quando se busca um aumento na quantidade de luz que chega ao interior da casa geminada.

Nas palavras de Cabús e Ribeiro [8], a Autonomia de Luz Natural é definida como o percentual do ano em que um requisito mínimo de iluminância é atingido somente por luz natural. Reinhart, Mardaljevic e Rogers [9] trabalham com o valor de 500lx como iluminância mínima no plano de trabalho, porém esse índice pode ser mudado de acordo com a necessidade do espaço. Estes autores reforçam que esse foi o primeiro parâmetro de avaliação que anualiza o estudo da iluminância. Mencionam, ainda, que diversos autores propuseram índices derivados da ALN, dentre eles a Autonomia de Luz Natural Espacial - ALNe.

Sob esse contexto, em Canindé de São Francisco/SE, devido ao processo de construção de uma usina hidroelétrica, foi projetado e construído um novo centro urbano para a cidade. Nesse ato que aconteceu no final dos anos 80, as edificações da Nova Canindé contavam com recuo em todas as faces do lote, o que possibilitava luz através de janelas e portas em todos os lados das residências.

A predominância das construções de Canindé de São Francisco/SE são de unidades térreas, sendo pouco os estudos de pátios internos para edificações de um único pavimento. Na busca de referências para o tema, foi pesquisado casos com poços de

luz e/ou pátios internos, pois os elementos se assemelham, ainda assim, foram poucos os exemplos encontrados. Já no cenário brasileiro, não foi encontrado nenhum resultado de pesquisa desse tipo para edificações térreas. O termo poço de luz serviu como base de referência de estudos, porém, devido à falta de profundidade nos casos das edificações térreas, nesse presente trabalho, esse dispositivo será considerado como pátio interno.

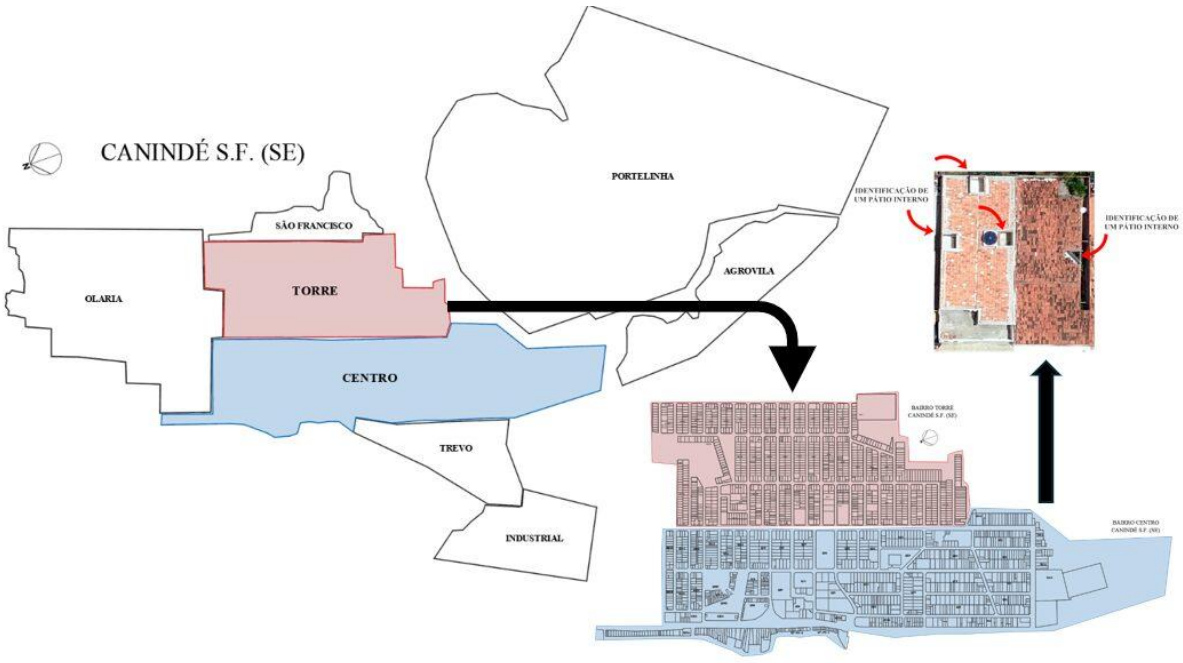
Cabe, portando, analisar cada situação de forma isolada porque em algumas situações uma melhor eficiência do poço de luz pode acontecer pela mudança na geometria, ajuste na refletância das superfícies do dispositivo ou até mesmo pela mudança nos dois parâmetros. O que se reforça e Bugeat et al. [10] destacam é, a importância de se estudar os poços de luz no contexto das análises de desempenho de luz natural em edifícios não verticais.

Diante disto, este trabalho apresenta como objetivo contribuir com os estudos de iluminação natural para o ambiente construído por meio da análise do dispositivo pátio interno em edificações térreas. O recorte territorial na cidade de Canindé será utilizado como exemplo de uma realidade em construções dos interiores do Nordeste com baixa latitude.

METODOLOGIA

A metodologia foi formulada para realizar uma quantificação da luz natural proporcionada pelo uso do dispositivo em parte da cidade de Canindé de São Francisco/SE. De modo a identificar a utilização deste dispositivo, foram selecionados para estudo, dois bairros vizinhos que podem servir como exemplo por se tratar do traçado original da cidade, são os bairros Torre e Centro conforme a figura 1.

Figura 1: Mapa dos atuais bairros da cidade, com destaque nos bairros Torre e Centro, com indicativo das ampliações que inseriram poços de luz (ou jardim interno) nas edificações



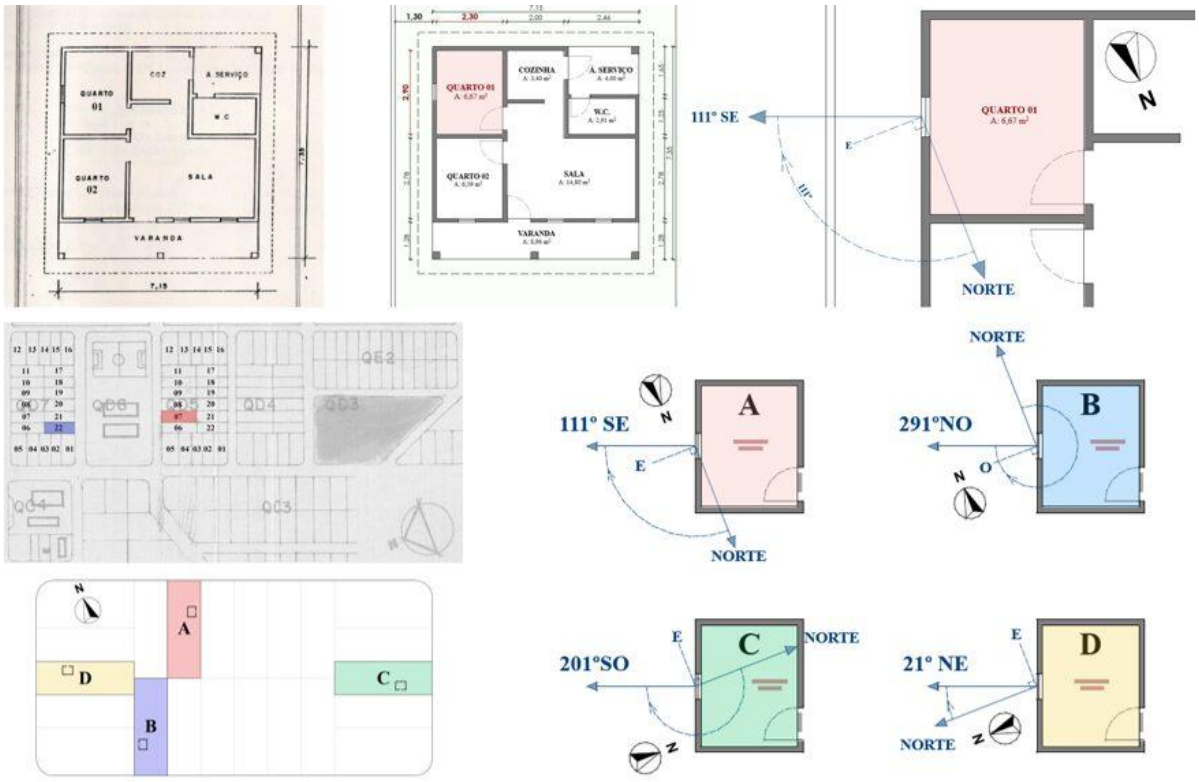
Fonte: Adaptado de documentos da SMOSP PMCSF (2016) e Setor de Tributos da Prefeitura Municipal de Canindé de São Francisco/SE (2022).

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Para o processo de simulação computacional, foi utilizado o software TropLux 8.0.71 e partiu do princípio de uma das tipologias padrão proposta pela CHESF (Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco) para a cidade. As simulações foram realizadas para o "Quarto 1" com variação de orientação a cada 90º sendo estes apresentados na Figura 2.

No processo de definição de um modelo padrão, foram utilizadas as medidas de largura, comprimento e altura com base nas dimensões que foram conferidas in loco através do levantamento em uma casa encontrada com a mesma configuração original. O espaço conta com 2,30m de largura e 2,90m de comprimento, o que totaliza uma área de 6,67m². A altura do piso ao forro ficou em 2,4 m e pelo lado externo foi possível identificar que o ponto mais alto do telhado está em 3,25m.

Figura 2: Projetos urbanístico e arquitetônicos originais e ambiente selecionado para simulações computacionais.



Fonte: Adaptado de CHESF (1996).

Nesse ambiente, originalmente existe uma janela de abrir no estilo veneziana com 0,60 m de largura por 1,10 m de altura. Como o projeto original apresentava abertura com área inferior a 1/6 do piso, adotou-se uma abertura para o modelo de referência com 1,00 x 1,10 m, atendendo a este critério (Figura 3). Para efeitos de estudo, as atuais refletâncias das superfícies encontradas no ambiente também foram mudadas. No modelo base, foram utilizadas as refletâncias 0,85 no teto, 0,70 nas paredes e 0,30 no piso, sem considerar o muro externo no modelo base.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8291

Figura 3: ambiente simulado e abertura original

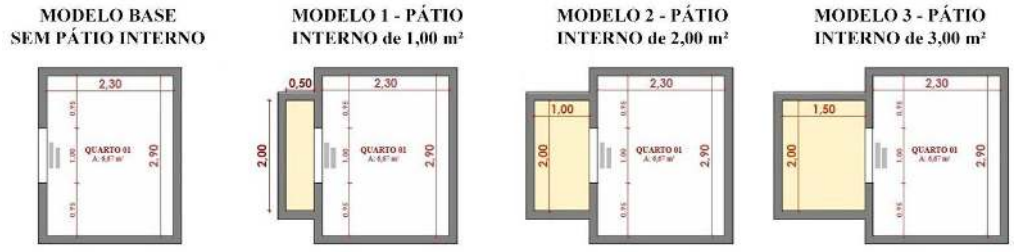


Fonte: os autores.

VARIAÇÕES DOS MODELOS COM PÁTIO INTERNO

Com o objetivo de avaliar a influência da geometria e da refletância das superfícies do pátio interno no desempenho lumínico em edificações térreas, foram propostos três modelos com o dispositivo e em cada um destes foi trabalhada uma variação da refletância nas superfícies. Em relação à geometria, o modelo base não apresenta o dispositivo pátio interno, sendo assim foram propostos os modelos 1, 2 e 3, que remetem a modelos com pátios internos de 1m², 2m² e 3m² (Figura 4). Em todos os modelos que foram adicionados o pátio interno, foi buscado centralizar o dispositivo e manter o comprimento de 2,00m, a variação aconteceu através da largura, que no modelo 1 com 0,50m (1,00 m²). O modelo 2 com 1,00m (2,00m²) e o modelo 3 com 1,50m (3,00m²).

Figura 4: variação na geometria dos modelos

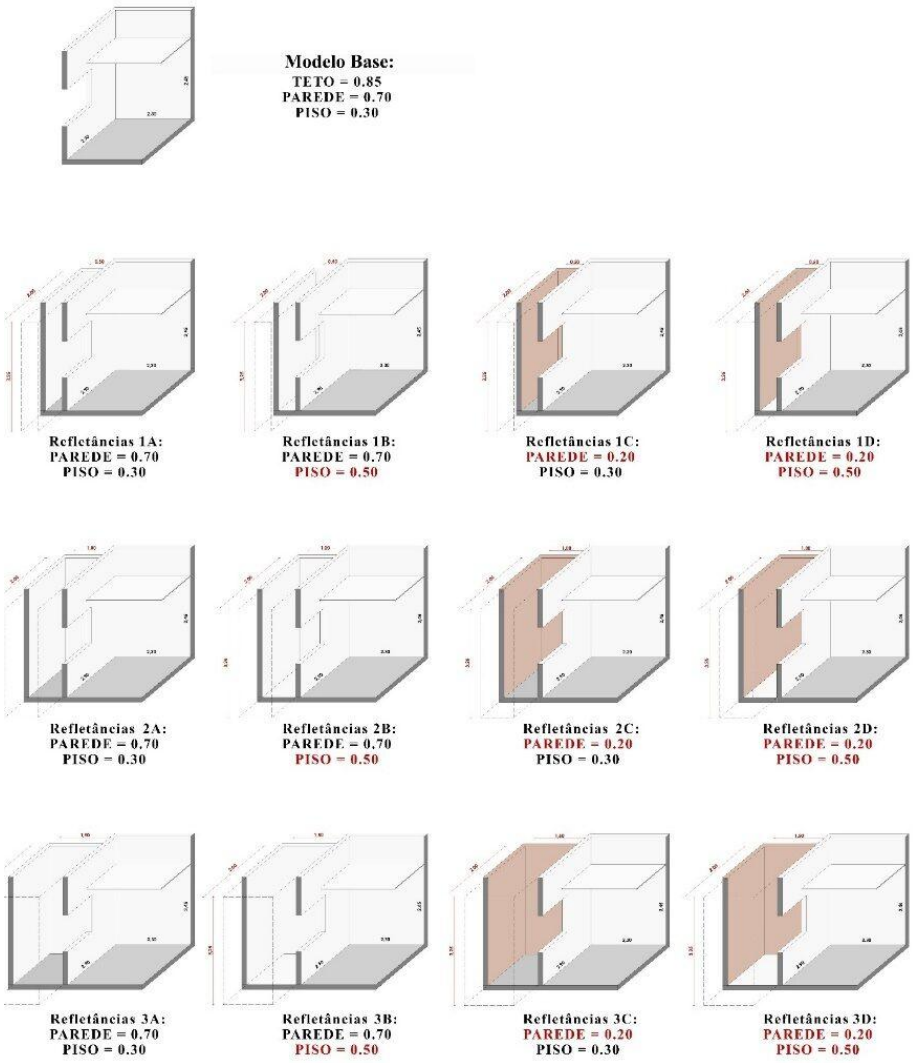


Fonte: os autores.

Para as variações de refletância, foram definidos cenários do tipo A, em que as paredes e o piso dos modelos se mantiveram iguais às refletâncias internas do quarto 01, com

refletância de 0,70 (paredes) e 0,30 (piso). Após esse cenário, foram propostos mais outros três. No cenário B, somente o piso foi trocado para uma opção clara com refletância média de 0,50. No cenário C, somente a parede foi trocada para uma opção escura com refletância de 0,20. Por fim, o cenário D, em que foram trocados ambos, a parede para opção escura com 0,20 e o piso para opção clara de refletância 0,50 (Figura 5).

Figura 5: opções de geometria e refletância para as simulações



Fonte: os autores.

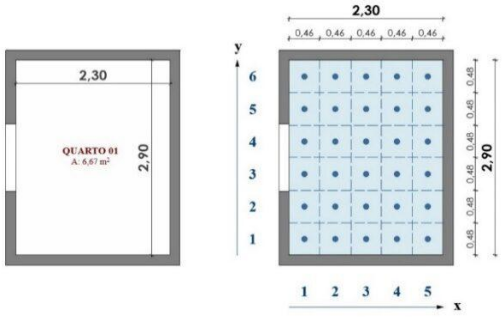
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Para a malha de pontos, de acordo com a LM-83-12 [11], no plano horizontal, os pontos de análise devem ser contínuos e não devem ultrapassar a distância de 60 cm entre eles, já a altura desse plano deve ficar em torno de 75 cm.

O ambiente trabalhado nessa simulação, teve sua medida dividida em 5 pontos, o que resultou em uma distância de aproximadamente 0,46 m entre os eixos e pontos. Já no comprimento de 2,90 m, representado pelo eixo Y, o valor foi dividido em 6 pontos para que resultasse em uma malha de 0,48 m, número próximo ao outro eixo. A seguir, um modelo de representação da malha (Figura 6).

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8291

Figura 6: malha de pontos escolhida



Fonte: os autores.

Como resultado, é obtida uma malha de 0,46 m x 0,48 m. Para a altura do plano, foi utilizado o recomendado pela NBR 15215-3 [12], que é 0,75m. Outro parâmetro a ser considerado na simulação é o intervalo de horas e dias do ano para o qual a análise será feita. Como a LM-83-12 [11] determina uma base de análise de 10 horas por dia, foi escolhido o intervalo de horário entre 07:30 e 17:30, que totalizará 3650 horas no ano. Foi optado por trabalhar com o horário legal.

O modelo de céu escolhido foi o de Distribuição Dinâmica de Luminâncias – DDL, esse método escolhe um dos tipos de céu de acordo com a sua probabilidade, de ocorrência num dado local no dia e nas horas calculadas. Para melhor compreender os parâmetros escolhidos, a seguir é apresentado o quadro 1 com a síntese das simulações.

Quadro 1: Síntese dos parâmetros utilizados na simulação

QUARTO 01	**PARÂMETROS FIXOS**		
Cidade	Canindé de São Francisco - SE Latitude: - 9º 38’ 32’’ Longitude: - 37º 47’ 19’’		
Malha	0,46 m, x 0,48 m		
Altura do plano	0,75 m		
Tipo de Céu	DDL		
Dias	Todos		
Horário	07:30 às 17:30		
Orientações	111º SE 291º NO 201º SO 21º NE		
Quarto 01 (interno)	Refletâncias: TETO 0.85 | PAREDE 0.70 | PISO 0.30		
PARÂMETROS VARIÁVEIS			
MODELO	**Área do Pátio interno**	**Refletâncias**	
0	(não possui pátio)	-	-
1A	1,00m²	PAREDE: 0.70	PISO: 0.30
1B	1,00m²	PAREDE: 0.70	PISO: 0.50
1C	1,00m²	PAREDE: 0.20	PISO: 0.30
1D	1,00m²	PAREDE: 0.20	PISO: 0.50
2A	2,00m²	PAREDE: 0.70	PISO: 0.30
2B	2,00m²	PAREDE: 0.70	PISO: 0.50
2C	2,00m²	PAREDE: 0.20	PISO: 0.30
2D	2,00m²	PAREDE: 0.20	PISO: 0.50
3A	3,00m²	PAREDE: 0.70	PISO: 0.30
3B	3,00m²	PAREDE: 0.70	PISO: 0.50
3C	3,00m²	PAREDE: 0.20	PISO: 0.30
3D	3,00m²	PAREDE: 0.20	PISO: 0.50

Fonte: os autores.

No que concerne às métricas de avaliação, foi escolhido trabalhar com a Autonomia de Luz Espacial (ALN), por possibilitar um estudo comparativo entre os modelos propostos e, para classificar os resultados, foi optado por trabalhar com a Autonomia de Luz Natural Espacial (ALNe) e Exposição Solar Anual (ESA), sendo essas duas últimas as métricas indicadas pela Illuminating Engineering Society, na LM-83-12.

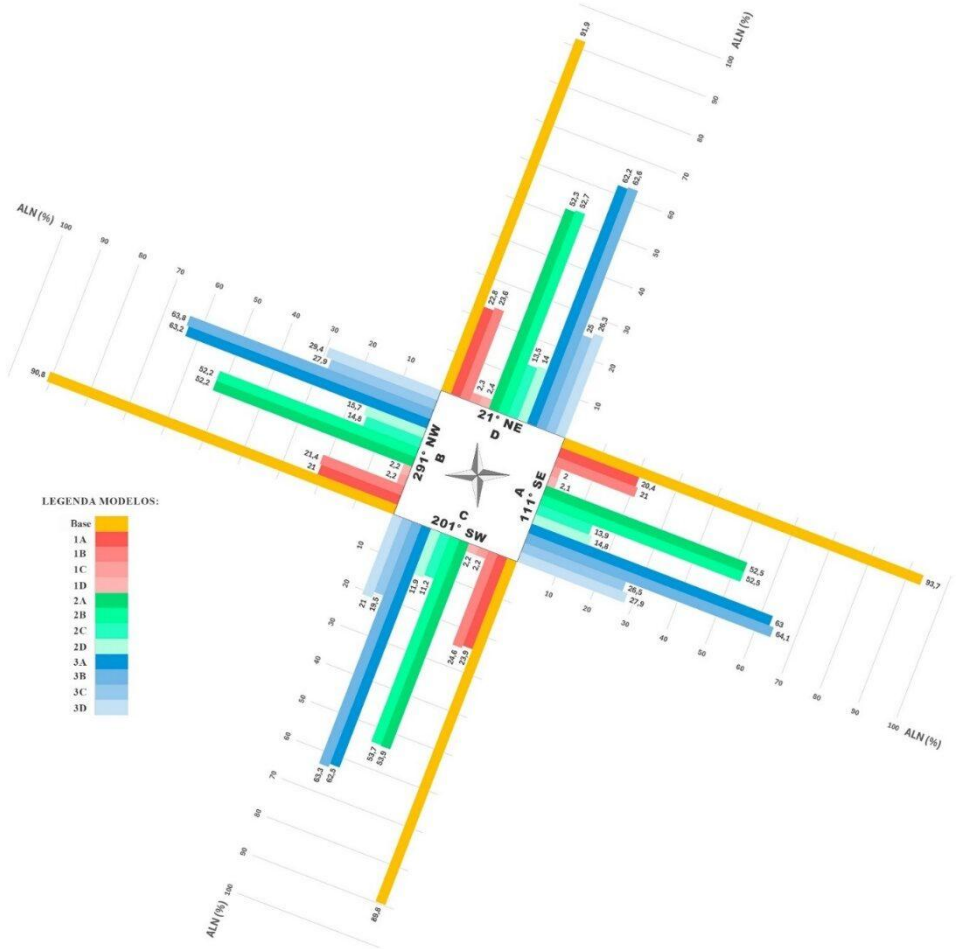
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em cada um desses modelos, a configuração de refletâncias das superfícies do ambiente interno foi mantida. Em relação aos modelos 1, 2 e 3, aconteceram quatro variações de simulações, sendo elas identificadas pelas letras A, B, C e D.

AUTONOMIA DE LUZ NATURAL (ALN)

Em todos os gráficos apresentados, o modelo base que correspondeu ao espaço sem o pátio interno ficou representado na barra de cor laranja. Os modelos com pátio interno de 1,00 m² estão representados na barra em vermelho, os de 2,00 m² com a cor verde e os de 3,00 m² com a cor azul. O resultado da ALN para todos os modelos e orientações é apresentado a seguir na Figura 7.

Figura 7: Resultados da Autonomia de Luz Natural (ALN) para todos os modelos e orientações.



Fonte: os autores.

Nesse resultado obtido através do processamento de dados entre o intervalo de horas escolhido em todos os dias do ano, é possível destacar três pontos. O primeiro é que independentemente da orientação, os modelos A e B, que correspondem às opções com refletância clara nas paredes, apresentam melhor autonomia para o ambiente interno do modelo simulado.

O segundo ponto é a semelhança nos resultados para todas as orientações. Utilizando dos valores de ALN dos modelos 3A como exemplo, é visto que a menor percentagem de autonomia ficou para a orientação 21º NE, com 62,2%, já a maior foi a da orientação 201º SW, com 63,3%.

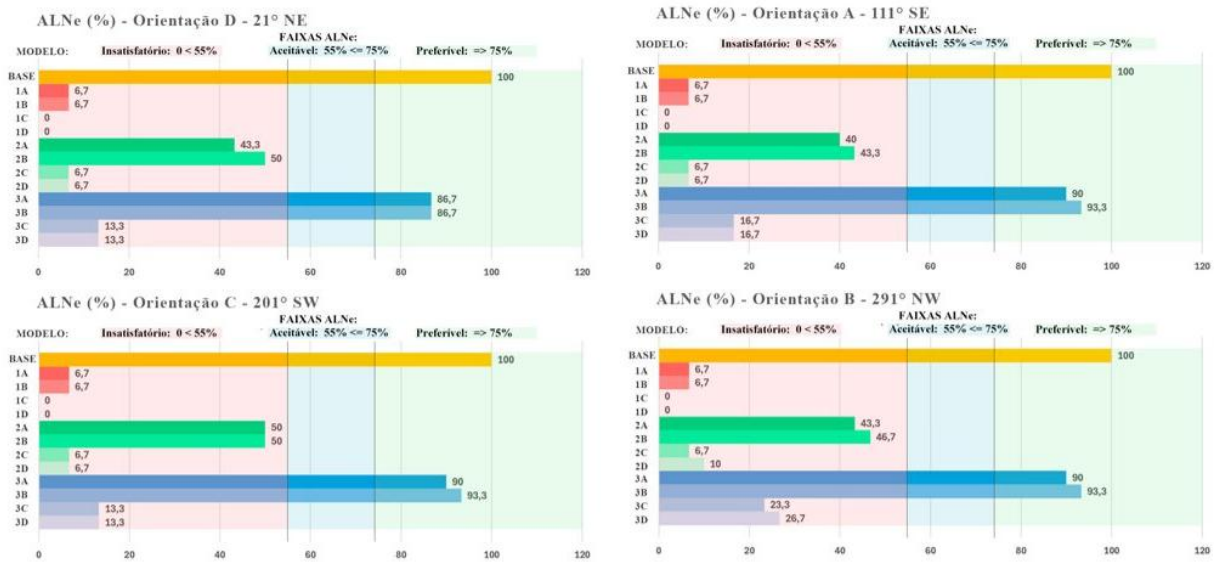
Como último ponto, assim como esperado, os valores de autonomia aumentaram conforme a mudança de área do modelo. Independente da orientação, ao considerar o exemplo dos modelos B da orientação 111ºSE, é visto que o modelo 1B teve 21%, o modelo 2B teve 52,5% e o modelo 3B 64,1%.

Observou-se que não houve nenhum modelo em que os resultados da simulação variaram em mais de 10% de acordo com a orientação solar. Os modelos 3C e 3B foram os que tiveram maior diferença entre os resultados. Em ambos os modelos, a orientação B (291º NW) foi maior em 8,4% que a orientação C (201º SW).

AUTONOMIA DE LUZ NATURAL ESPACIAL (ALNE)

Os resultados da ALNe são apresentados de modo que já fique identificado em que faixa de avaliação o resultado se encaixa. Sendo assim, todo valor abaixo de 55% ficou considerado como insatisfatório, entre 55 e 75% aceitável e acima de 75% preferível. (Figura 8).

Figura 8: Resultados da Autonomia de Luz Natural Espacial (ALNe) para todos os modelos



Fonte: os autores.

Para todas as orientações, os resultados se assemelharam, sendo assim, para a ALNe, é observado que todos os modelos de pátio com 1,00 e 2,00 m² obtiveram resultados insatisfatórios por não terem resultados acima de 55%. Para os modelos de 3,00 m², o conjunto de refletâncias das opções A e B tornaram os ambientes preferíveis, visto que

apresentaram resultados acima de 75%, já nas opções C e D, também foi obtido um resultado insatisfatório.

Com esses resultados acima apresentados, é visto que somente os modelos de pátio interno de 3,00 m² com as opções de superfície de refletância clara nas paredes (modelos 3A e 3B) obtiveram bons resultados na classificação, passando a marca da faixa aceitável e alcançando a preferível. Isso aconteceu independente da orientação simulada.

As opções de pátio interno de 3,00 m² que constavam as superfícies de refletância escura nas paredes (modelos 3C e 3D) não se aproximaram da faixa aceitável, pois ficaram com ALNe abaixo de 25%.

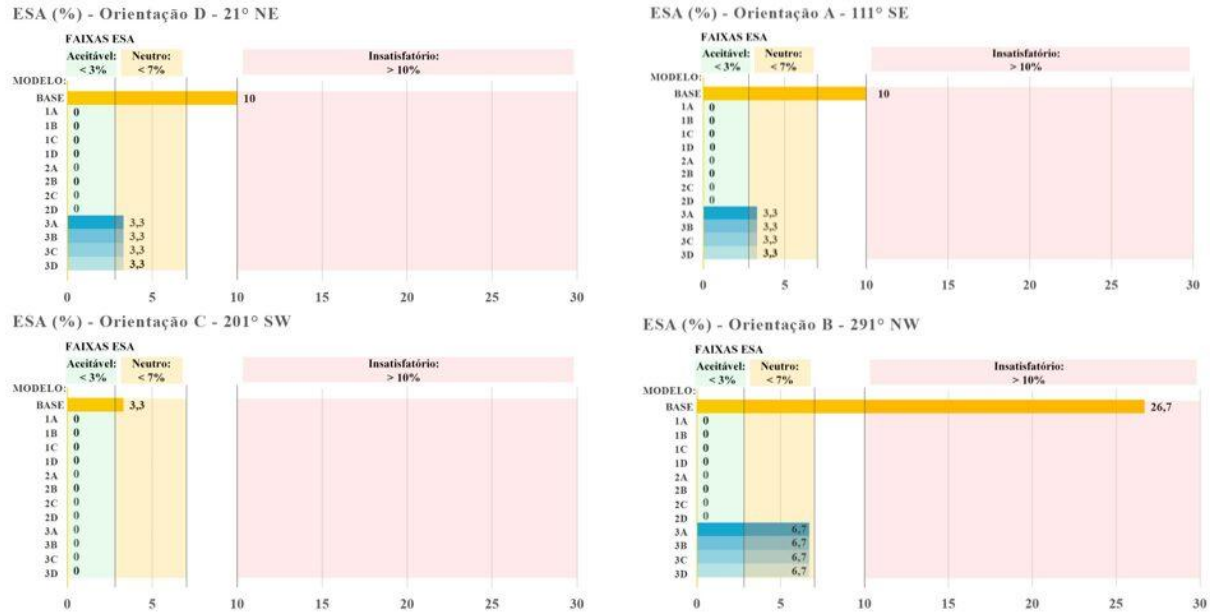
No modelo base, que não havia presença do dispositivo pátio interno, o resultado alcançou a marca de 100% de ALNe (para todas as orientações), o que se acredita ter acontecido pela falta de proteção para a abertura. Essa situação apresenta um ótimo resultado para ALNe e a torna preferível, entretanto, causa problemas de desconforto visual.

EXPOSIÇÃO SOLAR ANUAL (ESA)

Com relação aos resultados da ESA, métrica também definida e adotada pela LM-83-12 (IES, 2012), todos os modelos com pátio interno de 1,00 e 2,00 m² obtiveram o mesmo resultado de 0,0%, classificando-os como aceitáveis por estarem abaixo de 3%.

Os cenários que apresentaram resultados diferentes de 0,0% foram os dos modelos de 3,00 m² (3A, 3B, 3C e 3D) e o modelo base, que não tinha proteção em sua abertura e não contou com o dispositivo pátio interno.

Figura 9: Resultados da Exposição Solar Anual (ESA) para todos os modelos



Fonte: os autores.

A orientação que teve maiores índices de desconforto visual foi a orientação B, que está mais inclinada ao Oeste (291° NW), em que apresentou no modelo base a

exposição de 26,7 %. Já nos modelos 3A, 3B, 3C e 3D, o resultado ficou em 6,7 %, o que ainda é considerado neutro por estar abaixo dos 7%.

Devido a essa situação de proximidade da faixa insatisfatória para o modelo de pátio interno com 3,00 m² voltado ao Oeste, é suposto que, se fosse aumentada a área de abertura do pátio, a exposição poderia sair da faixa neutra. Para confirmar esse fato, seria necessária uma nova simulação. Sendo assim, aqui somente pode ser feito o alerta de cuidado com o aumento da área de piso do pátio interno nos casos em que a abertura do ambiente interno esteja voltada ao Oeste.

CONCLUSÕES

Esse trabalho analisou, de forma comparativa, o desempenho luminoso do dispositivo pátio interno em situações de edificações térreas no município de Canindé de São Francisco/SE.

Observou-se que em relação a influência do conjunto de refletâncias das superfícies internas, foi visto que trabalhar com superfícies claras pode promover um melhor resultado para a autonomia de luz natural, principalmente nos casos de menor área de abertura/área de piso do pátio interno. Entre alternar a refletância das paredes e do piso, foi visto também que a maior mudança de resultados acontece quando se troca a refletância das paredes, alterar somente a refletância do piso, independente da área do modelo, não foi algo que trouxe mudanças significativas.

Ao cruzar as informações de geometria com refletâncias, de acordo com os resultados do que foi simulado, foi descoberto que, para a ALN, inserir materiais de superfície clara nas paredes de um modelo de 1,00 m² é tão eficiente quanto simplesmente aumentar a área do pátio interno para 3,00 m² e manter os acabamentos de sua parede em tonalidade escura.

Ao seguir para a métrica de ALNe, que possui as faixas de classificação da LM-83-12 (IES, 2012), foi descoberto que, dentre os modelos estudados com o pátio interno, somente os de 3,00 m² de superfícies claras nas paredes (modelos 3A e 3B) são os que se classificam como preferível (> 75 %), as demais opções nem a faixa de aceitável (55 % <= 75 %) atingiram.

O contraste entre um ALNe de 100% e a presença de desconforto visual associado à ESA no modelo base, evidencia que a simples garantia de iluminância mínima não assegura condições visuais adequadas. Embora a autonomia total indique ampla disponibilidade de luz natural, esse indicador não considera parâmetros essenciais como ofuscamento, uniformidade luminosa e incidência direta de radiação solar. Assim, níveis elevados de ESA revelam que podem ocorrer excessos luminosos e contrastes inadequados, comprometendo o conforto visual.

Esse cenário demonstra a limitação de métricas isoladas e reforça a necessidade de avaliações integradas que contemplem simultaneamente quantidade e qualidade da luz natural no ambiente construído.

Ao verificar a ESA, é visto que nenhum dos modelos com o pátio interno apresenta as condições de exposição insatisfatória (> 10 %). Até mesmo nos modelos de 3,00 m², o resultado da ESA não passou da faixa neutra (< 7 %). O único modelo que apresentou condições insatisfatórias para a exposição solar anual foi o modelo base, que não tinha nenhuma espécie de proteção e que tinha sua abertura diretamente exposta ao lado externo.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] IESNA – ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **The Lighting Handbook**: reference & applications. New York, 2011.

[2] HADI, A.A., SAGHAFI, M.R., TAHBAZ, M., 2017. The study of effective factors in daylight performance of light-wells with dynamic daylight metrics in residential buildings. **Sol. Energy** 155, 679–697. https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.07.005.

[3] MARTINS, L. O. **O poço de luz como estratégia de iluminação natural na cidade de Maceió-AL**. 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2011.

[4] BUGEAT, A.; BECKERS, B.; FERNÁNDEZ, E. Improving the daylighting performance of residential light wells by reflecting and redirecting approaches. **Solar Energy**, 207, 2020, 1434–1444. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.099

[5] BAKER, N.; STEEMERS, K. **Daylighting design of buildings**. Londres: James & James Editors, 2002.

[6] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Procel edifica. 2014.

[7] VAISMAN, G.; HORVAT, M. Influence of internal courtyards on the energy load and hours of illuminance in row houses in Toronto. **Energy Procedia**, [S. l.], v. 78, p. 1799–1804, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.312.

[8] RIBEIRO, P. V. S.; CABÚS, R. C. Análise da influência da malha de pontos em índices de avaliação de desempenho da luz natural. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 317-333, out./dez. 2019. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000400358

[9] REINHART, C. F.; MARDALJEVIC, J.; ROGERS, Z. **Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design.** [S.I.]: Leukos 3, v.3, n.1, p. 7 – 31, 2006.

[10] BUGEAT, A.; BECKERS, B.; FERNÁNDEZ, E. Improving the daylighting performance of residential light wells by reflecting and redirecting approaches. **Solar Energy**,

207, 2020, 1434–1444. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.099.

[11] IES - ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY. **LM-83-12**: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). Nova York: IES, 2012.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215**: Iluminação natural – Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2024.