ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

O potencial da iluminação natural com o uso de pérgolas externas em consultórios com clima tropical de baixa latitude

The potential of natural lighting with the use of external pergolas in offices with a low latitude tropical climate

Mariana Lima Vieira
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil |arquitetura.mavi@gmail.com
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil |rvictor@fau.ufal.com
Ricardo Carvalho Cabús
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil |r.cabus@ctec.com

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar o potencial da iluminação natural com o uso de pérgolas externas no interior de um consultório médico orientado à oeste em cidade tropical de baixa latitude. As avaliações basearam-se na iluminância interna no plano de trabalho gerados através do software TropLux utilizando um modelo de estudo de caso e cenários hipotéticos. A simulação do consultório contempla uma vidraça fixa paralela ao muro alto no Oeste e variações na orientação e espaçamento das pérgolas, ou sua ausência, no recuo lateral, entre muro e consultório, conservando a configuração vegetada do muro branco de altura 5,00m. Os resultados demonstram que o uso de pérgolas na face voltados para a face oeste ajuda a controlar o desconforto luminoso pela insolação excessiva, permitindo que a altura do muro seja minimizada para garantir que a iluminância no plano de trabalho alcance níveis aceitáveis pelas métricas de iluminação natural.

Palavras-chave: Iluminância. Consultório médico. Brises. Simulação computacional. TropLux.

Abstract

This work aims to analyze the potential of natural lighting with the use of external pergolas inside a west-facing medical office in a low-latitude tropical city.The evaluations were based on the internal illuminance on the work plane generated through TropLux software using a case study model and hypothetical scenarios. The simulation of the office includes a fixed glass window parallel to the high wall on the west side and variations in the orientation and spacing of the pergolas, or their absence, in the side setback, between the wall and the office, maintaining the vegetated configuration of the 5.00m high white wall. The results demonstrate that the use of pergolas on the west-facing side helps control light discomfort caused by

Como citar:
VIEIRA, M. L. ; BARBOSA, R. V. R.; CABÚS, R. C. O potencial da iluminação natural com o uso de pérgolas externas em consultórios com clima tropical de baixa latitude. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

excessive sunlight, allowing the wall height to be minimized to ensure that the illuminance on the work plane reaches acceptable levels according to natural lighting metrics.

Keywords: Illuminance. Medical office. Brise-soleils. Computer simulation. TropLux.

INTRODUÇÃO

As características físicas dos espaços de saúde, especialmente os consultórios médicos, são importantes para o bom andamento das atividades e, por conseguinte, para o bem-estar dos usuários, também ajudando a promover a saúde [1]. Para isso, o ambiente de saúde deve garantir conforto ambiental que estimulem as necessidades fisiológicas emocionais dos pacientes e profissionais da saúde [2].

Cabús e Vieira [3] destacam que um dos fatores para o desenvolvimento de espaços confortáveis são as condições de iluminação do ambiente. Proporcionar uma boa distribuição da iluminância com valores previstos em norma garantem contrastes adequados e evita ofuscamentos [4]. De acordo com a norma ABNT ISSO/CIE 8995-1 [5] recomenda-se que em ambientes de trabalho, a iluminância mantida deve ser de 500 lx na superfície de referência para o desempenho de tarefas visuais com conforto e segurança.

A luz natural além de atender aos fatores do conforto ambiental proporciona também economia de energia. Entretanto, para atender às condições satisfatórias de conforto deve haver equilíbrio com os ganhos de calor, sobretudo em países de clima tropical como o Brasil e desse modo, o controle do aproveitamento da luz natural deve ser aplicado com cuidado, tanto para evitar ofuscamento quanto para a baixa iluminância. Nesse contexto, os pergolados aparecem como uma opção de dispositivo de sombreamento versátil para o controle da trajetória da luz solar refletida e modificar quantidade total admitida. Entretanto, a escolha do material do mesmo e do ambiente bem como a orientação e espaçamento entre as pérgolas são aspectos determinantes do desempenho luminoso do espaço.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar o desempenho luminoso proporcionado no interior de um consultório médico com face voltada para o oeste situado na cidade de Piripiri-PI.

OBJETIVO

Analisar a influência das pérgolas na disponibilidade de luz natural no interior de um consultório médico orientado à oeste em cidade tropical de baixa latitude.

MÉTODO

Este trabalho baseia-se na análise das condições de iluminação natural de ambiente de consultório médico a partir do software de simulação computacional TropLux [6]. A partir dos dados obtidos com as simulações, será apresentada uma análise da influência do dispositivo de sombreamento externo: a presença ou não das pérgolas,

o espaçamento e orientação entre as peças bem como a altura de obstrução do muro, relacionados posteriormente no item dos parâmetros definidores.

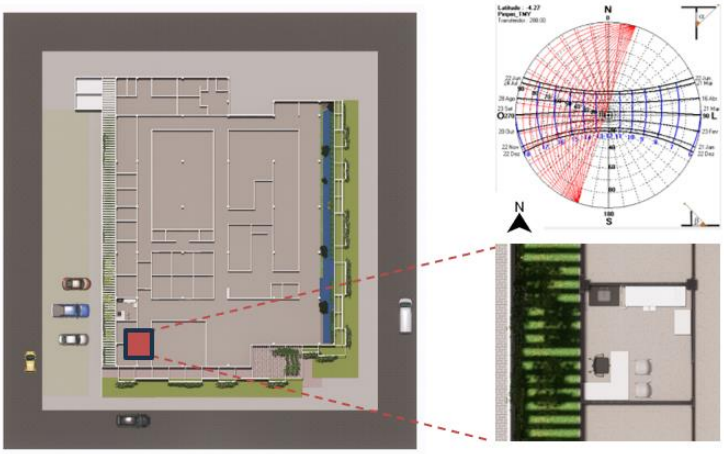
Considerando que a iluminação natural é dinâmica ao longo das horas do dia e do período do ano, alterando constantemente o padrão de distribuição da luz e sua intensidade no interior do ambiente, selecionou-se as seguintes métricas dinâmicas da iluminação natural baseadas no clima:

1. Iluminância Média Anual (EMA): A média de todos os valores de iluminância calculados ao longo de um ano. Segundo Tregenza e Loe [7], a iluminância é a quantidade de luz incidente em uma superfície.
2. Uniformidade Média Anual (UMA): É a média de todos os valores de uniformidade encontrados no período de um ano, considerando que a uniformidade se trata da distribuição das iluminâncias e sua variação em um determinado ambiente. O parâmetro da uniformidade é relacionado à qualidade e ao conforto visual [8].
3. Autonomia de Luz Natural Espacial (ALNe): Representa a porcentagem de área com suficiência de iluminação natural no ambiente quando atinge a iluminância de 300lux, durante 50% das horas de utilização do local, valor este limitado de acordo com a atividade desempenhada no ambiente de estudo (IES, 2012) [9].
4. Exposição Solar Anual (ESA): Estima o potencial de desconforto causado pela incidência direta dos raios solares excedendo o limite de 1000lx por mais de 250 horas do ano [9] e deve ser baseada em dados do Typical Meteorological Year (TMY), obtidos de acordo com registros meteorológicos reais da estação disponível mais próxima do local em análise, de hora em hora, das 8h às 18h.

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um consultório médico de uma clínica especializada em consultas e exames. O consultório analisado está orientado para o quadrante oeste, cuja incidência de radiação solar ocorre a partir das 13h no solstício de verão e próximo ao meio-dia no solstício de inverno (figura 1).

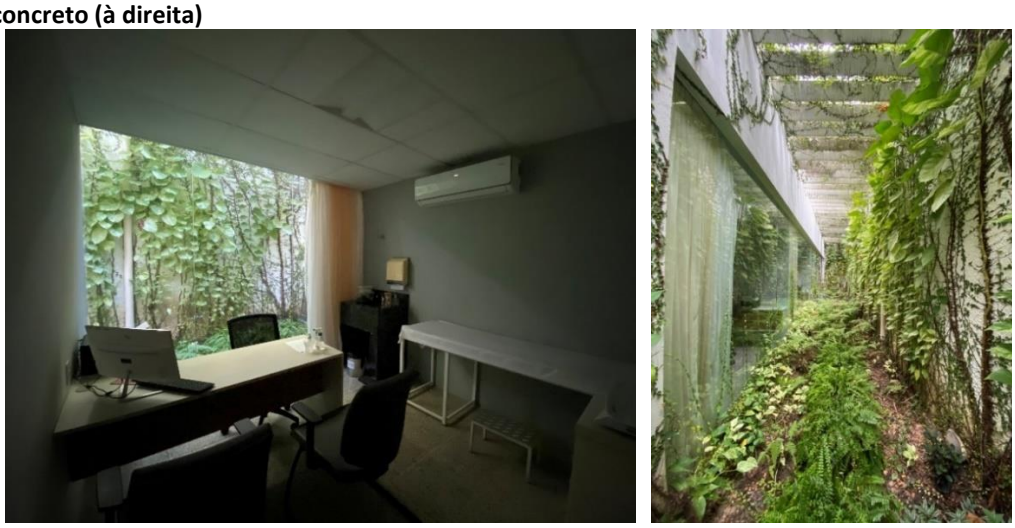
Figura 1: Planta baixa da clínica (à esquerda); carta solar para a cidade de Piripiri-PI (à direita acima); layout do consultório existente paralelo ao muro com os brises horizontais (à direita abaixo)



Fonte: os autores.

O consultório possui área de 10,90 m², com dimensões 3,40 m x 3,20 m, referentes à largura e comprimento, respectivamente. A iluminação natural incidente é proveniente de uma única abertura com vidro incolor temperado fixo de 10mm, de piso a teto, ocupando todo o fundo do consultório, com dimensões 3,40 m x 2,50 m (largura e altura). A abertura está direcionada para o recuo lateral com 1,90 m de largura, sombreado por pérgolas de concreto pintadas na cor branca, medindo 0,05 m x 0,20 m (largura e altura, respectivamente), com espaçamentos entre si de 0,15 m.
As pérgolas foram fixadas perpendicularmente ao muro, inclinadas 45° em relação ao plano vertical. O muro possui 5,10 m de altura, com acabamento texturizado na cor branca. O recuo é utilizado como jardim, com diferentes espécies de plantas no plano horizontal, assim como da espécie Epipremnum pinnatum (jiboia) da figura 2.

Figura 2: Cenário existente do consultório médico com face da vidraça fixa com face Oeste em Piripiri-PI (à esquerda); recuo lateral entre consultório e muro alto com pérgolas de concreto (à direita)



Fonte: os autores.

Os revestimentos das superfícies internas do consultório são compostos por piso em granilite natural na cor cinza claro, paredes de gesso pintadas com tinta látex acetinado na cor cinza e forro mineral na cor branca. O *layout* existente corresponde a uma bancada de trabalho em MDF na cor bege, três cadeiras na cor cinza escuro, uma maca com estrutura metálica pintada de branco com colchonete em tecido branco, uma mesa de apoio em MDF na cor branca e uma bancada em granito verde Ubatuba. O sistema construtivo da edificação é predominantemente em concreto armado alvenaria nos muros e divisórias internas de gesso.

SOFTWARE UTILIZADO

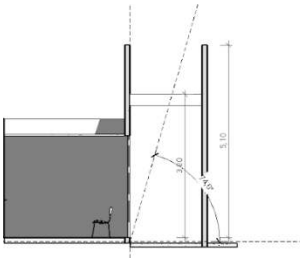
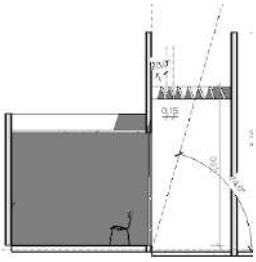
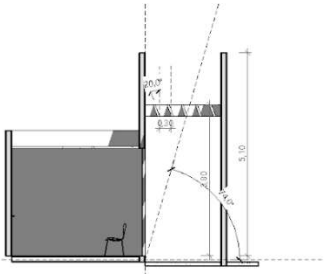
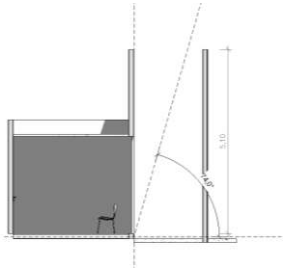
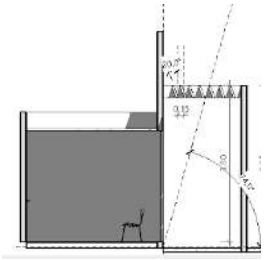
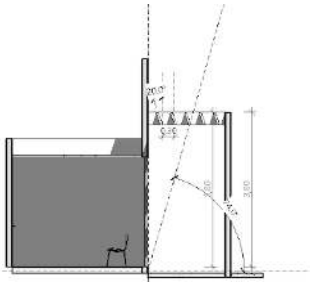
Dentre os softwares de simulação computacional disponíveis atualmente, um dos destaques é o Troplux, desenvolvido por Cabús [10]. Este programa possui código desenvolvido em MatLab e baseado no método Monte Carlo aplicado à iluminação natural, no método de raio traçado e no conceito de coeficientes de luz natural. As simulações são feitas de acordo com a localização, a orientação geográfica e materiais. Através de tabelas, gráficos e isocurvas, o programa gera valores de iluminância e de fator de luz do dia.

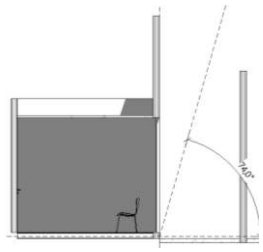
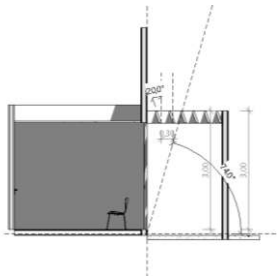
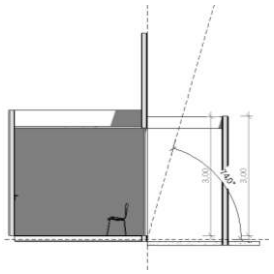
PARÂMETROS DEFINIDORES

Para a realização da pesquisa, foram considerados os seguintes parâmetros e posteriormente organizados em cenários existente e hipotéticos apresentados no quadro 1:

1. O modelo existente: Atualmente as pérgolas de concreto entre o muro e parede do consultório voltados para face oeste admite uma altura de 3,80m do piso enquanto a altura de obstrução do muro é de 5,10m. Seus espaçamentos admitem 0,15m e sua orientação é perpendicular ao muro, contrastando com o que os estudos acadêmicos recomendam para face oeste.
2. Distanciamento entre as pérgolas: para o estudo foram definidos 2 (dois) valores distintos para esse fator: 0,15m e 0,30m.
3. A altura de obstrução do muro: a altura existente de 5,10m e a segunda equivalente a altura dos pergolados de 3,80m.
4. A orientação das pérgolas: admitiu-se a condição existente perpendicular e a segunda no formato paralelo como é recomendado para dispositivos de sombreamento para face oeste.
5. A existência do pergolado: acredita-se que a altura do muro interfere consideravelmente a autonomia de luz natura no ambiente, sendo assim acrescenta-se o parâmetro da ausência do pergolado.

Quadro 1: Cenários existente e hipotéticos a partir dos parâmetros definidores

		
ATUAL	AL5 15 – Muro alto e existente de 5m e espaçamento entre as pérgolas de 15cm	AL5 30 – Muro alto e existente de 5m e espaçamento entre as pérgolas de 30cm
		

AL5 SP – Muro alto e existente de 5m e sem pérgolas	BX4 15 – Muro mais baixo que o existente com 4m e espaçamento entre as pérgolas de 15cm	BX4 30 – Muro mais baixo que o existente com 4m e espaçamento entre as pérgolas de 30cm
		
BX4 SP– Muro mais baixo que o existente com 4m e sem pérgolas	BX3 30– Muro mais baixo que o existente com 3m e espaçamento entre as pérgolas de 30cm	BX3 SP– Muro mais baixo que o existente com 3m e sem pérgolas

Fonte: os autores.

SIMULAÇÕES

Foram adotados para as simulações os mesmos parâmetros de entrada como a localização, período do dia e do ano, malha para aferição da iluminância e características do plano de trabalho.

O objetivo de estudo está localizado na cidade de Piripiri-PI com Latitude -4.27’ S e longitude 41.78’O, caracteriza-se pelo clima semiárido, com céu ensolarado durante o maior período do ano e bastante disponibilidade de iluminação natural junto à radiação direta. Considerando as possibilidades de céus disponibilizadas pelo software TropLux, optou-se pelo uso do céu de Distribuição Dinâmica de Luminâncias (DDL), pois considera as variações do céu de Piripiri e apresenta as métricas adotadas.

O plano de trabalho assume altura no valor de 0,75 m acima do piso, conforme a NBR ISSO/CIE 8995-1 [11] e para modo de execução das métricas adotadas determinou-se o uso da malha LM-83-12 que possui pontos por eixo 6x6 [12].

Considerou-se o plano de trabalho e o modo de execução foi a Malha IES LM-83-12. Para maior precisão dos resultados foi estabelecido 5% para erro da componente difusa.

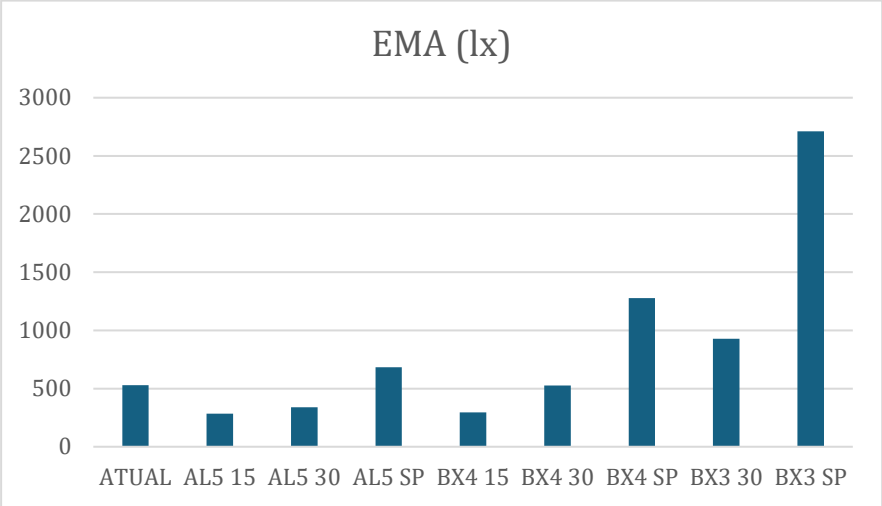
RESULTADOS

Através dos resultados obtidos pelas simulações computacionais, foi possível desenvolver gráficos que auxiliaram na análise da interferência de cada parâmetro proposto no estudo.

Avaliação da Iluminância Média Anual - EMA

De acordo com a figura 3, é perceptível a influência da presença dos pergolados e suas possibilidades de variações relativas à distância entre as ripas de pergolado e altura do muro, nos níveis de iluminação natural do ambiente de face oeste.

Figura 3: Iluminância Média Anual



Fonte: os autores.

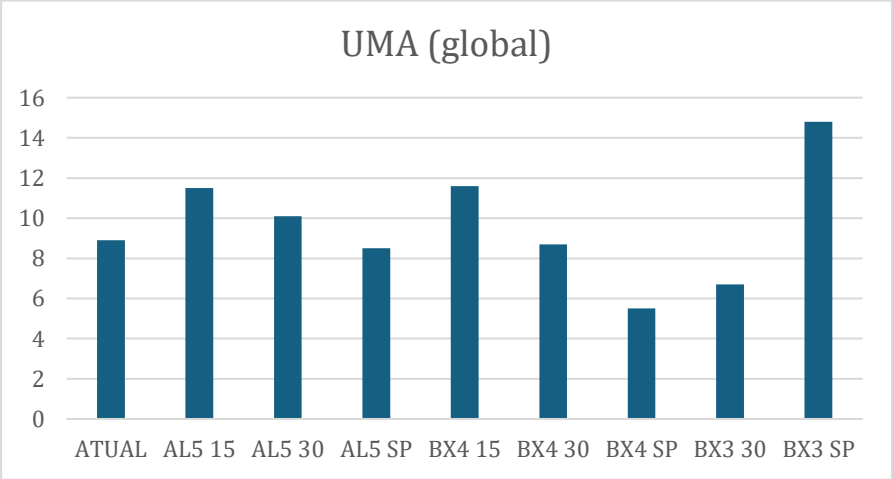
Os resultados demonstram que independente da orientação do pergolado (paralelo ou perpendicular ao muro), a iluminância foi comprometida pela altura existente do muro considerando o mesmo espaçamento entre as pérgolas. Evidencia também que a permanência da altura do muro sempre resultará em iluminâncias mais baixas, se comparadas com o muro mais baixo.

Para os cenários em que as pérgolas são paralelas com altura existente o espaçamento de 15cm e 30cm demonstraram comportamentos semelhantes. A iluminância media anual foi mais expressiva no muro baixo e sem pérgola mas com valores um pouco acima de 2500lx com radiação direta comprometeria o funcionamento das atividades na orientação oeste estudada.

Uniformidade Média Anual - UMA

É a média de todos os valores de uniformidade encontrados no período de um ano, considerando que a uniformidade se trata da distribuição das iluminâncias e sua variação em um determinado ambiente. O parâmetro da uniformidade é relacionado à qualidade e ao conforto visual.

Figura 4: Uniformidade Média Anual



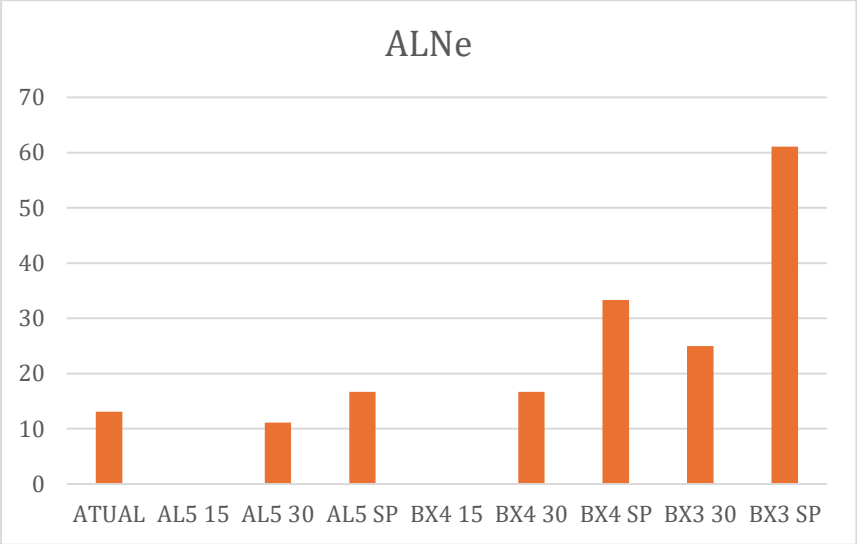
Fonte: os autores.

Avaliação da Autonomia de Luz Natural Espacial - ALNe

Segundo este parâmetro, quando um ambiente admite uma área igual ou maior a 75% que atende um nível de iluminância de luz natural em 500lx para pelo menos metade das horas do dia, ele é classificado como preferível e quando atinge um percentual de 55% das horas do dia ele é considerado aceitável.

Conforme a figura 5, os índices de ALNe não foram favoráveis para a orientação oeste atingindo, em sua maioria, valores menores que 30% e aceitável na condição de muro com altura de 3,00m e sem pérgola, o que podemos perceber que para aprimorar o parâmetro da Autonomia de Luz Natural Espacial não necessariamente deve-se alterar a altura do muro, mas complementar além do pergolado outra estratégia de proteção solar.

Figura 5: Autonomia de Luz Natural Espacial – ALNe (%)



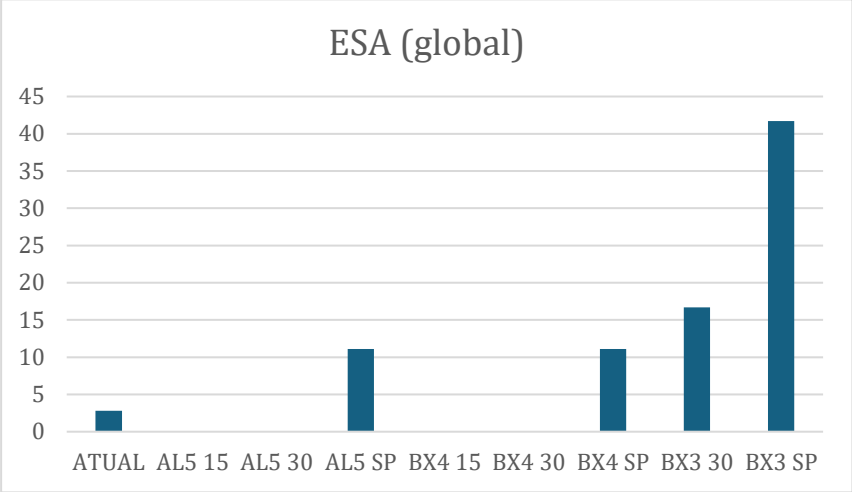
Fonte: os autores.

Avaliação de Exposição Solar Anual – ESA

Segundo a IES LM-83-12 [13], a classificação dos níveis de Exposição Solar Anual de um ambiente são: aceitáveis, quando os níveis estão abaixo de 3%, neutro, quando estão abaixo de 7%, e insatisfatórios, quando se encontram acima de 10%.

A figura 6 aponta que para as situações em que não há pergolado e com muro baixo com espaçamento de 30cm os índices da ESA são insatisfatórios, ou seja, produzem desconforto visual pela radiação direta. As demais configurações são classificadas como aceitáveis em relação ao desempenho luminoso para desconforto por radiação solar direta, que ficou igual ou abaixo de 3%.

Figura 6: Exposição Solar Anual Global



Fonte: os autores.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, ficou perceptível que todos os parâmetros analisados afetam a disponibilidade de luz natural no interior de ambientes médicos com face voltada para oeste em cidade tropical de baixa latitude.

Verificou-se que a utilização de pérgolas entre o muro e a sala reduz a insolação em ambientes, na orientação oeste. A eficácia dessa redução variou conforme o espaçamento entre as pérgolas e a área de obstrução do muro na qual os cenários hipotéticos admitiram a atenuação da altura do muro. Nos dados analisados o parâmetro de altura de obstrução do muro mostrou maiores variações na redução da disponibilidade de luz não havendo sequer autonomia de luz natural sendo abaixo de 50% das horas do dia.

Com a altura de muro de 3m as pérgolas demonstraram mais eficácia no parâmetro da exposição solar anual. A presença dos pergolados destacou positivamente a uniformidade media anual quando comparado com um recuo sem pérgolas. Percebeu-se também que o espaçamento de 15cm entre as pérgolas não provocou a autonomia de luz natural espacial, sendo possível a partir do espaçamento de 30cm ou sem pérgolas. Apesar dos cenários não alcançaram para face oeste um valor aceitável de exposição solar anual, o cenário hipotético de muro com 3m de altura e pérgolas com espaçamento de 30cm obteve o melhor resultado.

Nesse contexto é importante ressaltar que o uso desse dispositivo de sombreamento interno, embora permita o acesso à luz natural e uma visão externa obstruída, contribui para o conforto visual dos usuários sobretudo na estação do Verão que é bastante ensolarado, em termos de desempenho luminoso, sendo utilizado de forma cautelosa pois pode reduzir excessivamente os níveis de iluminação interna. Isso pode aumentar a necessidade de iluminação artificial e bloquear a visão externa.

REFERÊNCIAS

[1] BOYCE, P. R. The impact of light in buildings on human health. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE HEALTHY BUILDINGS**, 2., Seoul, 2009.Proceedings [...] Seoul, 2009.

[2] HESCCHONG MAHONE GROUP. **Windows and Classrooms**: astudy of student performance and the indoor environment. Technical report. October, 2003.

[3] VIEIRA, Vanessa Stephanie Costa Félix; CABÚS, Ricardo Carvalho. Avaliação do uso das persianas rolô na disponibilidade de luz natural em ambientes home office, na cidade de Maceió/AL. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, v. 16, p. 1528-1537, 2021.

[4] TREGENZA, P.; LOE, D**. The design of lighting**. Londres: E & FN Spon, 1998.

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

[6] CABÚS, Ricardo C.; RIBEIRO, Pedro V. S.; BASTOS, Orestes M. K.; SILVA, Luís F. **TropLux 8**. Titulares: Universidade Federal de Alagoas, Instituto Lumeeiro. BR512020002087-9. Criação: 10/09/2019. Registro: 06/10/2020.

[7] TREGENZA, P.; WATERS, I. **Daylight coefficients**. Lighting, Research and Technology, v. 15, p. 62-71, 1983.

[8] KREMER, A. **A influência de elementos de obstrução solar no nível e na distribuição interna de iluminação natural**. 2002. 209f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Caterina, 2002.

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

[10] CABÚS, R. C. The influence of ground-reflected light in tropical daylighting. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, Lyon, 2002. Proceedings [...] Lyon, 2002.

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

[12] ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **The Lighting Handbook**: reference & applications. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2011.

[13] ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA**. LM-83-12**: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). New York, 2012.