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.v21i1.8666

# Estudo do aproveitamento de iluminação natural em espaço administrativo da UPM de Joinville/SC

## Daylight assessment in the administrative space of the UPM in Joinville/SC

**Tiago Lemos Benghi**
Universidade do Estado de Santa Catarina | Joinville | Brasil | arq.benghi@gmail.com
**Americo Hiroyuki Hara**
Universidade do Estado de Santa Catarina | Joinville | Brasil | americo.hara@udesc.br

### Resumo

Este estudo apresenta a análise do desempenho da iluminação natural em um escritório da administração pública localizado em Joinville-SC, por meio de simulações computacionais. O ambiente analisado é a Unidade de Patrimônio e Museus (UPM) com incidência solar devido às aberturas a oeste. A metodologia baseou-se em simulações realizadas em *software* paramétrico, adotando-se a métrica do UDI [500-3000 lux]. Inicialmente, foi avaliado o cenário atual, com janelas de vidro comum, que apresentou 64,75% da área de piso atendendo à faixa de UDI em 50% das horas do ano, porém com ocorrência de iluminâncias acima de 3000 lux, caracterizando desconforto visual. Como propostas de melhoria, foram simuladas soluções de controle solar, com aplicação de película e tela solar nas aberturas voltadas a oeste. Os resultados indicaram que a película (45,81%) e a tela solar (37,07%) reduziram a disponibilidade de iluminação natural útil, mas proporcionaram redução significativa das iluminâncias excessivas, contribuindo para o conforto visual. Dentre as alternativas, a película apresentou o melhor desempenho global, ao equilibrar a disponibilidade de iluminação natural e o controle do ofuscamento.

Palavras-chave: Escritório. Desempenho lumínico. Iluminação natural. UDI

### Abstract

*This study presents an analysis of daylighting performance in a public administration office located in Joinville, SC, using computer simulations. The analyzed environment is the Heritage and Museums Unit (UPM), which is subject to high solar incidence due to west-oriented openings. The methodology was based on simulations by using parametric software, adopting the Useful Daylight Illuminance (UDI) metric in the range of 500–3000 lux. The current scenario with clear glass windows showed that 64.75% of the floor area meets the UDI range for 50% of the annual occupied hours. However, illuminance levels above 3000 lux indicate conditions of visual discomfort. As improvement proposals, solar control strategies were simulated, including the application of window film and solar screens on west-facing openings. The results showed that the window film (45.81%) and solar screen (37.07%) reduced the availability of useful daylight but significantly decreased excessive illuminance levels, contributing to improved visual comfort. Among the alternatives, the window film presented the best overall performance, balancing daylight availability and glare control.*

*Keywords: Office. Lighting performance. Daylight. UDI.*

BENGHI, T.L. e HARA, A. H. Simulação computacional de conforto luminoso natural: espaço público corporativo em Joinville/SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. Anais... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8666

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade de iluminação natural em ambientes construídos influencia diretamente o bem-estar dos usuários. Fatores como produtividade, concentração e fadiga ocular estão relacionados às condições de iluminação, sendo que o acesso à luz natural pode proporcionar melhorias significativas no humor e no desempenho cognitivo dos colaboradores [1].

Quando planejada, a iluminação natural também contribui para a redução do consumo energético das edificações, evidenciando a importância de sua consideração desde as etapas iniciais do projeto arquitetônico. Além disso, a exposição à luz natural influencia o ciclo circadiano humano, responsável pela regulação de funções físicas, emocionais e comportamentais. Alterações nesse ciclo podem resultar em impactos à saúde, como alterações hormonais, distúrbios do sono e mudanças no comportamento [2].

Entretanto, em locais com elevada incidência de radiação solar, a ausência de elementos de controle pode resultar em excesso de iluminação, causando ofuscamento, desconforto visual e prejuízos às atividades desempenhadas.

Estudos indicam que a orientação das edificações desempenha papel fundamental no desempenho lumínico dos ambientes. Ambientes voltados para as orientações norte e leste tendem a apresentar melhores condições de conforto quando comparados aos voltados para oeste e sul, sendo estes mais suscetíveis à incidência solar intensa e ao desconforto térmico e visual [3].

Diante desse contexto, justifica-se a necessidade de avaliar o desempenho da iluminação natural em espaços corporativos, especialmente aqueles com elevada exposição solar. O presente estudo concentra-se em um ambiente administrativo localizado em Joinville/SC, no qual aproximadamente 80% das aberturas estão orientadas para a face oeste, configurando uma condição potencial de desconforto visual.

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar, por meio de simulações computacionais, o desempenho da iluminação natural nesse ambiente e propor alternativas de adequação, a partir da avaliação de métricas de iluminação baseadas na UDI.

## EMBASAMENTO TEÓRICO

A definição de estratégias de iluminação natural é determinante para o desempenho ambiental das edificações, especialmente em ambientes de trabalho, nos quais o conforto visual está diretamente associado à produtividade e à segurança dos usuários. Condições inadequadas, como ofuscamento, reflexos excessivos e contrastes acentuados, podem provocar fadiga visual e até mesmo contribuir para a ocorrência de acidentes [4].

De acordo com a Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO [5], os ambientes de trabalho devem apresentar iluminação distribuída de forma homogênea e difusa. A iluminação geral e complementar deve ser projetada de modo a evitar situações de ofuscamento, sombreamento e contrastes

excessivos. Em relação aos níveis de iluminância, recomenda-se o atendimento de 500 lux para atividades típicas de escritório [6]. Além disso, em ambientes com aberturas voltadas ao exterior, deve-se evitar o contraste excessivo causado pela incidência direta da radiação solar [6].

## PARÂMETROS DE DESEMPENHO E SIMULAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL

Além dos níveis mínimos de iluminância, a literatura destaca a importância de outros parâmetros, como a uniformidade da iluminação e o controle do ofuscamento. Estratégias arquitetônicas relacionadas à orientação solar, dimensionamento das aberturas e uso de dispositivos de sombreamento desempenham papel fundamental no desempenho lumínico dos ambientes [6].

A Iluminância Útil da Luz Natural (*Useful Daylight Illuminance* - UDI) é uma das métricas mais utilizadas para avaliação do desempenho da iluminação natural. Essa métrica classifica os níveis de iluminância em diferentes faixas: valores inferiores a 100 lux são considerados insuficientes; entre 100 e 500 lux são considerados adequados com possível complementação de iluminação artificial; entre 500 e 2000 lux são considerados desejáveis; e valores superiores a 2000 lux indicam potencial de desconforto visual e ofuscamento [7].

Posteriormente, foram apresentadas propostas para essa classificação, incluindo as categorias UDI-*Supplementary* (100–300 lux) e UDI-*Autonomous* (300–3000 lux), ampliando a compreensão do desempenho da iluminação natural em relação à necessidade de iluminação artificial [8].

A utilização de ferramentas computacionais, como o Rhinoceros associado aos *plugins* Grasshopper, Ladybug e Honeybee, permite a realização de simulações baseadas em dados climáticos locais, possibilitando a análise de diferentes cenários de projeto e a avaliação de estratégias voltadas à melhoria do conforto lumínico [9].

## PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS MATERIAIS E CONTROLE SOLAR

O desempenho da iluminação natural em edificações está diretamente relacionado às propriedades ópticas dos materiais utilizados nas superfícies e aberturas. A transmissão luminosa refere-se à fração da radiação incidente que atravessa um elemento, sendo que a parcela restante é refletida ou absorvida, de modo que a soma dessas componentes resulta em 1,0 [10].

O fator solar, por sua vez, está associado à quantidade de energia térmica transmitida para o interior do ambiente por meio das aberturas, sendo composto pela parcela de radiação diretamente transmitida e pela parcela absorvida e posteriormente retransmitida [11]. Outro parâmetro relevante é a transmitância de luz visível (Tv), que representa o percentual de radiação luminosa, no espectro de 380 a 700 nm, que atravessa o vidro [12].

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8666

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia da pesquisa foi estruturada em quatro etapas principais, que abrangeram desde a coleta de dados até a análise comparativa dos resultados das simulações.

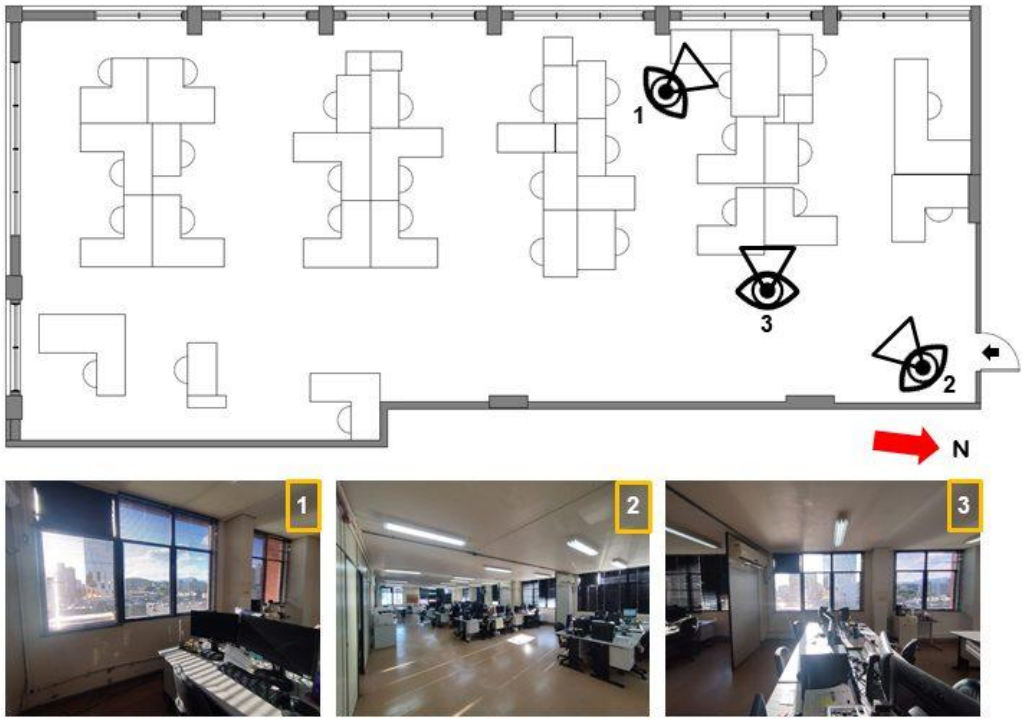
Na primeira etapa, realizou-se a coleta de dados, o levantamento *as built* do ambiente e a obtenção do arquivo climático. O objeto de estudo corresponde à Unidade de Patrimônio e Museus (UPM), localizada no 4º andar do Centreventos Cau Hansen, em Joinville/SC, com 163,96 m² e pé-direito de 3,0 m, conforme as Figuras 1 e 2. O ambiente possui oito aberturas, sendo seis voltadas à orientação oeste e duas à orientação sul, não apresentando dispositivos de sombreamento externos, como brises, marquises ou beirais.

**Figura 1: Localização do Centreventos Cau Hansen e fachada da Unidade de Patrimônio e Museus (UPM)**


ALAMEDA DOUTOR JOINVILLE VIEIRA
ALAMEDA DOUTOR JOINVILLE VIEIRA
ALAMEDA DOUTOR JOINVILLE VIEIRA

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8666

**Figura 2: Planta baixa da UPM**

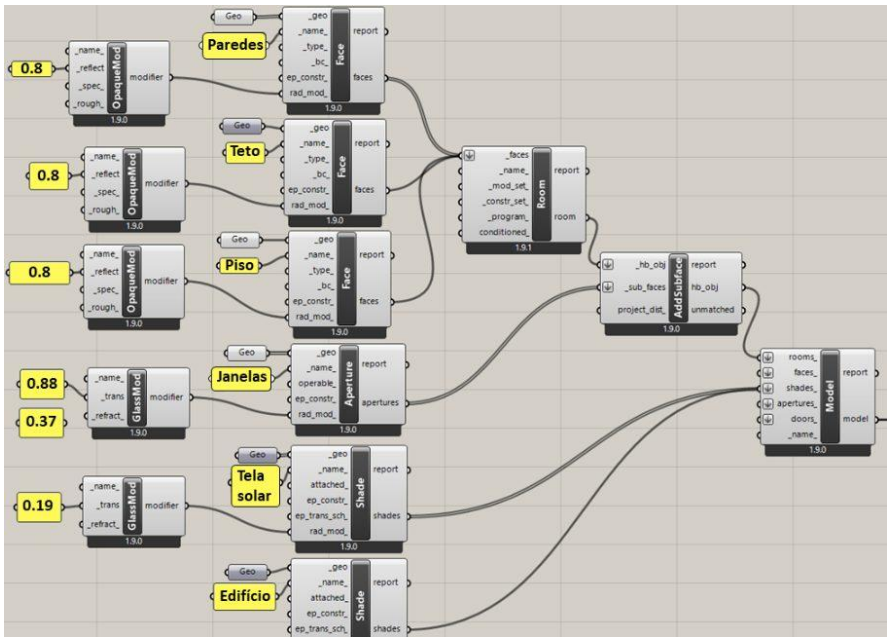



Fonte: os autores.

A terceira etapa consistiu na construção do modelo digital desenvolvido no *software* Rhinoceros v.7, contemplando tanto o espaço interno quanto o entorno imediato, seguido das simulações computacionais por meio do Grasshopper, utilizando as ferramentas Ladybug e Honeybee, no qual foram definidas as camadas representativas dos diferentes elementos construtivos, permitindo a atribuição de propriedades ópticas necessárias à simulação. Nessa fase, também foram estabelecidas as vinculações entre os elementos da modelagem, a aplicação do arquivo climático e a definição dos parâmetros de simulação. Foram atribuídos valores de refletância e de transmitância às superfícies do modelo, conforme indicado na Figura 3 e no Quadro 1, considerando três cenários distintos: (I) vidro comum, (II) vidro com aplicação de película e (III) utilização de tela solar nas aberturas voltadas a oeste.

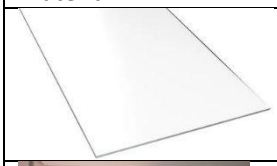
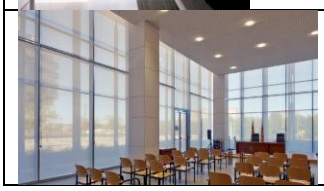
Adotou-se como métrica de análise a Iluminância Útil da Luz Natural (UDI), no intervalo entre 500 lux e 3000 lux. O valor mínimo foi definido com base nos níveis recomendados para ambientes de escritório segundo a ABNT [6], enquanto o limite superior foi adotado como referência para evitar situações de desconforto visual, ofuscamento e insolação. Para melhor precisão e interpretação dos resultados, foi estabelecido o índice 0.3, e o plano de trabalho foi definido a uma altura de 0,75 m em relação ao piso.

**Figura 3: Programação no Grasshopper com a indicação das propriedades ópticas e refletâncias aplicadas**




Nota: A programação refere-se ao segmento da aplicação de dados dos materiais. Fonte: os autores.

**Quadro 1: Dados de transmissão visível aplicados na simulação**

| Material | Cenário | Transmissão visível | Observação |
|---|---|---|---|
|  | I - Vidro comum | 0,88 | Sem sombreamento |
|  | II - Vidro + película | 0,37 | Sem sombreamento |
|  | III- Tela solar | 0,19 | Somente nas aberturas a oeste |

Fonte: [14]; [15] e [16], adaptado pelos autores.

Na quarta etapa, procedeu-se à análise dos resultados das simulações, por meio da geração de gráficos de distribuição espacial (isoUDI) e do percentual de área do piso atendida pela faixa de UDI entre 500 e 3000 lux, considerando 50% das horas do ano. Essa análise foi realizada para os três cenários simulados, permitindo a comparação entre o desempenho do vidro comum e as demais proposições.

Considerando que a maior parte das aberturas do ambiente está orientada para oeste e sul, evidencia-se a necessidade de estratégias de sombreamento para reduzir o ganho de radiação solar e o consequente aquecimento do ambiente interno. Nesse contexto, a escolha das soluções analisadas — película de controle solar e tela solar — também se fundamenta em critérios de viabilidade de implementação, priorizando

intervenções de baixo custo, sem alterações na fachada, com execução interna e menor impacto operacional, como tempo de instalação e interferências no funcionamento do espaço.

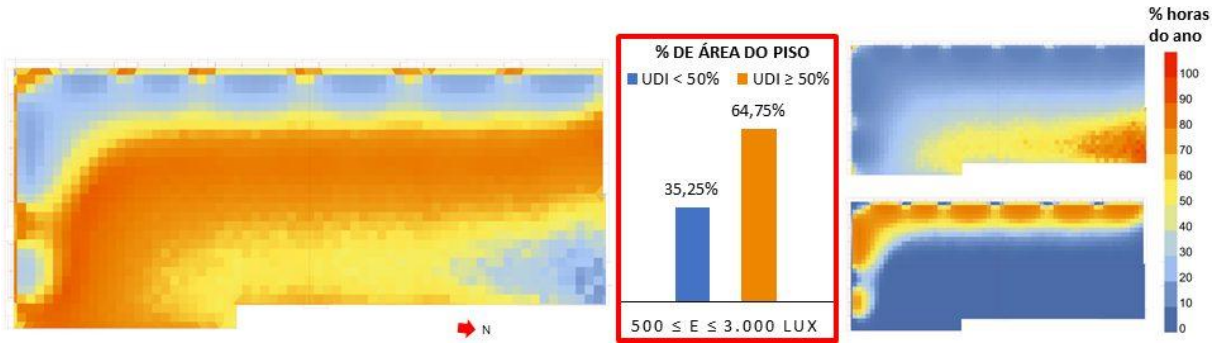
## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos gráficos de iso-UDI, foi possível analisar a distribuição espacial da iluminação natural no ambiente ao longo do ano, bem como quantificar o percentual da área de piso atendida pelas diferentes faixas de iluminância. A avaliação foi realizada considerando o atendimento da faixa de UDI entre 500 e 3000 lux em 50% das horas do ano.

### CENÁRIO I: VIDRO COMUM

Os resultados da simulação para o cenário com vidro comum são apresentados na Figura 4. À esquerda, encontra-se o gráfico de iso-UDI [500-3000 lux], os gráficos de percentual de horas do ano para iluminância abaixo de 500 lux (à direita superior) e o de iluminância acima de 3000 lux (à direita inferior), e, ao centro, o gráfico de percentual de área do piso para UDI correspondente a 50% das horas do ano.

**Figura 4: Cenário I – Gráficos de iso-UDI [500–3000 lux] (à esquerda), de porcentagens de horas do ano para E < 500 lux (à direita superior) e E > 3000 lux (à direita inferior) e de percentual de área do piso para UDI em 50% das horas do ano (ao centro)**




Fonte: os autores.

Conforme esperado, o vidro comum apresenta elevada disponibilidade de iluminação natural, com 64,75% da área de piso atendendo à faixa de UDI [500–3000 lux] em 50% das horas do ano. No entanto, a análise dos níveis superiores de iluminância revela um cenário de desconforto visual significativo. Observa-se que, nas áreas próximas às aberturas — onde se concentram as estações de trabalho — há ocorrências de iluminâncias superiores a 3000 lux durante mais de 50% das horas do ano, especialmente no período vespertino.

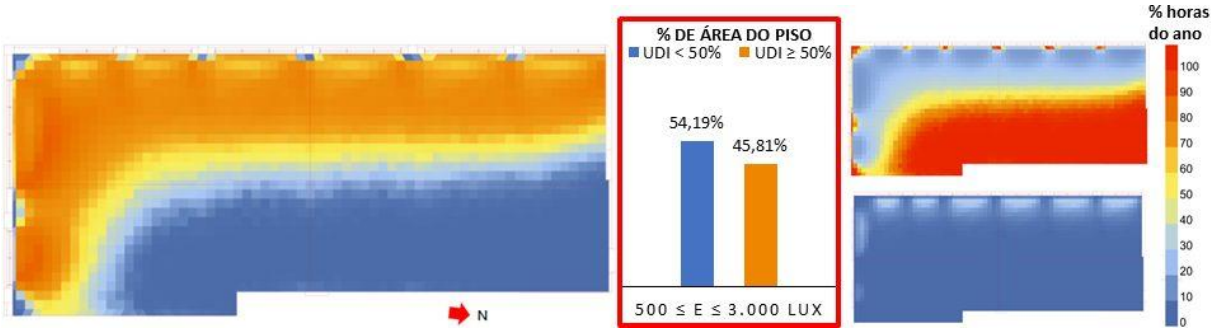
Esse comportamento evidencia uma condição de excesso de luz natural, resultando em ofuscamento e comprometimento das atividades visuais.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8666

## CENÁRIO II: PELÍCULA SOBRE O VIDRO

Com base nos resultados do cenário inicial, foram realizadas simulações considerando a aplicação de película de controle solar sobre o vidro, conforme ilustrado na Figura 5.

**Figura 5: Cenário II – Gráficos de iso-UDI [500–3000 lux] (à esquerda), de porcentagens de horas do ano para E < 500 lux (à direita superior) e E > 3000 lux (à direita inferior) e de percentual de área do piso para UDI em 50% das horas do ano (ao centro)**




Fonte: os autores.

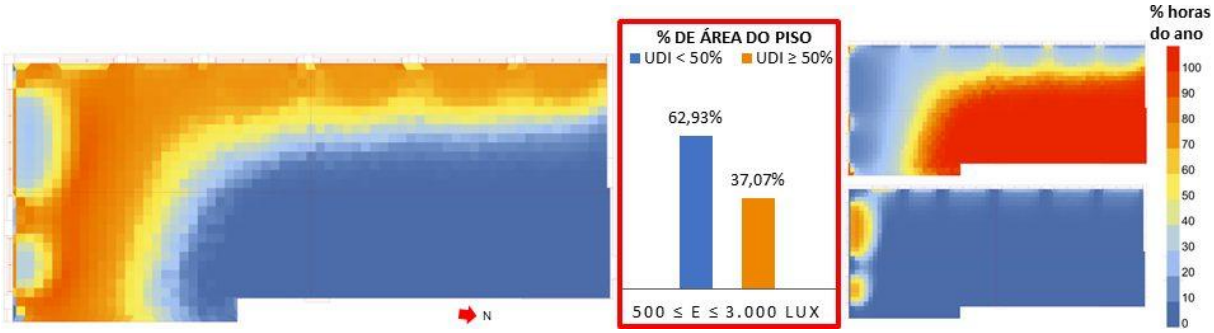
A introdução da película resultou em uma redução da disponibilidade de iluminação natural útil, com 45,81% da área de piso atendendo à faixa de UDI [500–3000 lux] em 50% das horas do ano. Apesar dessa redução, observa-se uma melhora significativa na distribuição da iluminância, com diminuição expressiva das áreas sujeitas a valores superiores a 3000 lux.

Dessa forma, a película contribui para o controle do excesso de luz e do ofuscamento, promovendo melhores condições de conforto visual no ambiente, mesmo com uma leve perda na disponibilidade de iluminação natural útil.

## CENÁRIO III: TELA SOLAR

O terceiro cenário analisado corresponde à aplicação de tela solar nas aberturas voltadas para oeste, cujos resultados são apresentados na Figura 6.

**Figura 6: Cenário III – Gráficos de iso-UDI [500–3000 lux] (à esquerda), de porcentagens de horas do ano para E < 500 lux (à direita superior) e E > 3000 lux (à direita inferior) e de percentual de área do piso para UDI em 50% das horas do ano (ao centro)**




Fonte: os autores.

Nesse caso, a disponibilidade de iluminação natural útil foi reduzida para 37,07% da área de piso em 50% das horas do ano, representando o menor desempenho entre os cenários analisados no que se refere à faixa de UDI [500–3000 lux]. Por outro lado,

assim como observado na solução com película, a tela solar também apresenta elevada eficiência na redução das iluminâncias excessivas, contribuindo para minimizar o desconforto visual associado ao ofuscamento.

### SÍNTESE COMPARATIVA DOS CENÁRIOS

A análise comparativa evidencia que o vidro comum, apesar de proporcionar maior disponibilidade de iluminação natural, resulta em condições inadequadas de conforto visual devido à elevada incidência de iluminâncias acima de 3000 lux. Por sua vez, as soluções de controle solar — película e tela solar — promovem uma redução significativa dessas condições de desconforto.

Entre as alternativas analisadas, a película apresenta desempenho intermediário, mantendo um equilíbrio entre disponibilidade de luz natural e controle do ofuscamento. A tela solar, por sua vez, embora mais eficiente na redução da radiação incidente, compromete de forma mais significativa a disponibilidade de iluminação útil no ambiente.

Adicionalmente, observa-se que as diferenças de desempenho entre os cenários estão diretamente relacionadas às propriedades ópticas dos materiais, como a transmitância de luz visível e a capacidade de controle do ganho solar, fatores decisivos para o aproveitamento da iluminação natural e, em certa medida, para o conforto visual dos usuários.

## CONCLUSÃO

O estudo avaliou o desempenho da iluminação natural em um ambiente administrativo utilizando a métrica UDI, comparando o cenário atual (vidro comum) com soluções de controle solar (película e tela solar).

Os resultados mostraram que o vidro comum apresenta maior disponibilidade de luz natural (64,75%), porém com elevada ocorrência de iluminâncias excessivas, gerando desconforto visual. As soluções com película (45,81%) e tela solar (37,07%) reduziram significativamente esse problema, ainda que com diminuição da iluminação no intervalo considerado útil.

Entre as alternativas, a película apresentou o melhor equilíbrio entre disponibilidade de luz e controle do ofuscamento, além de maior viabilidade de aplicação em edifícios públicos.

Conclui-se que estratégias de sombreamento são essenciais em fachadas oeste, e recomenda-se, para trabalhos futuros, a análise integrada de desempenho térmico e energético.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Joinville, a Secretaria de Cultura e Turismo e a Unidade de Patrimônio e Museus (UPM) por permitir a realização do

estudo no local. Também, estendem os agradecimentos à UDESC pela bolsa de mestrado do Programa de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP), fornecida entre setembro/2025 e fevereiro/2026.

## DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram o Google Gemini 3.5 Flash e Pro, e Microsoft Copilot versão M365 baseado no modelo GPT-5 chat para tradução para o inglês, revisões gramaticais e ortográficas, e melhoria de coesão e estruturação de frases. Após a utilização da(s) ferramenta/serviço, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

## REFERÊNCIAS

[1]. JAMROZIK, A. *et al*. Access to daylight and view in an office improves cognitive performance and satisfaction and reduces eyestrain: A controlled crossover study. **Building and Environment**, v. 165, p. 1-13, nov. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106379. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013231930589X. Acesso em: 20 nov. 2025.

[2]. PINHEIRO, A. B; PIRRÓ, L. F. de S. Ambientes corporativos e a luz natural: análise do impacto da dessincronização do ciclo circadiano na saúde. **Revista Belas Artes**, v. 39, p. 1-20, mai. ago/2022.

[3]. NEBIA, B.; AOUL, K. T. Overheating and daylighting; assessment tool in early design of London's high-rise residential buildings. **Sustainability.** Switzerland, v. 9, n. 9, 30 ago. 2017. https://doi.org/10.3390/su9091544. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/9/9/1544. Acesso em: 23 nov. 2025.

[4]. PORTO, M. M.; SILVÉRIO, C. S.; SILVA, A. P. F. da. **O Projeto de Iluminação na Análise Ergonômica do Trabalho,** 2009.

[5]. FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional (NHO 11)**: Avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes internos de trabalho. São Paulo: Fundacentro, 2018. Disponível em: https://fundacentro.primo.exlibrisgroup.com/discovery/delivery/55FJD_INST:Baseline/128798880009501. Acesso em: 26 jun. 2026.

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

[7]. MARDALJEVIC, J.; NABIL, A. Useful daylight illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings. **Lighting Research and Technology**, v. 37, n. 1, p. 41–59, mar. 2005. DOI:10.1191/1365782805li128oa. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/245385301_Useful_daylight_illuminance_A_new_paradigm_for_assessing_daylight_in_buildings. Acesso em: 19 nov. 2025.

[8]. MARDALJEVIC, J. *et. al*. Daylighting Metrics: Is There a Relation Between Useful Daylight Illuminance and Daylight Glare Probality? **Conference First Building Simulation and Optimization Conference,** p. 189-196, set. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267556994_Daylighting_metrics_is_there_a_relation_between_useful_daylight_illuminance_and_daylight_glare_probability. Acesso em: 20 nov. 2025.

[9]. CAVALERI, M. P. M.; CUNHA, G. R. M.; GONÇALVES, J. C. S. Iluminação natural em edifícios de escritórios: avaliação dinâmica de desempenho para São Paulo. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção,** v. 9, n. 1, p.19-34, mar. 2018. DOI:https://doi.org/10.20396/parc.v9i1.8650725. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650725. Acesso em: 22 nov. 2025.

[10]. FERREIRA, H. *et al*. Conforto térmico e lumínico nos invólucros envidraçados: estudo empírico com filme de polímeros termocrômicos integrados no vidro. Em: **Ensus 2024 - XII Encontro de Sustentabilidade em Projeto**, 2024.

[11]. LAMBERTS, R. e MARINOSKI, D. L. **Recomendações para padronização do processo de determinação do Fator Solar de vidros no Brasil.** Florianópolis, 2008.

[12]. WESTPHAL, F. S. **Vidro plano para edificações.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

[13]. JOINVILLE. Prefeitura Municipal. **Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGeo)**. Secretaria de Pesquisa e Planejamento Urbano (SEPUR), Joinville, SC, 2026. Disponível em: https://simgeo.joinville.sc.gov.br/. Acesso em 19 nov. 2025.

[14]. GUARDIANGLASS. **Performance value terms.** Disponível em: https://www.guardianglass.com/eu/en/tools-and-resources/resources/performance-value-terms. Acesso em 19 abr. 2026.

[15]. 3M. Película de Controle Solar para Vidros Arquitetônicos: Série Ceramic Architectural. **Boletim técnico**, p. 1-8, dez. 2024. Disponível em: https://casadaspeliculas.com.br/pdf/boletim_3m_ceramica_architectural.pdf. Acesso em 2 abr. 2026.

[16]. MERMET. **Sun control textiles:** screen thermic S2 1% - 3% - 5%. Catálogo técnico, p. 1-6, 2025. Disponível em: https://www.mermet.co.uk/wp-content/uploads/2025/01/Internal-Screen-Screen_Thermic_S2.pdf. Acesso em 29 mar. 2026.