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

Impacto do sombreamento vizinho na iluminação natural em apartamentos em Porto Alegre – RS

Impact of Neighboring Shading on Natural Lighting in Apartments in Porto Alegre-RS

Laisa Karina Erzinger
Universidade Estadual do Estado de Santa Catarina – UDESC | Joinville | Brasil | laisa.erzinger@gmail. Erzinger com
Americo Hiroyuki Hara
Universidade Estadual do Estado de Santa Catarina – UDESC | Laguna | Brasil | americo.hara@udesc.br

Resumo
A avaliação de disponibilidade anual de luz natural no interior de uma edificação pode ser estimada realizando simulações computacionais baseadas em arquivos climáticos. Este trabalho visa analisar a disponibilidade de iluminação natural de uma unidade habitacional localizada no terceiro pavimento de um edifício em Porto Alegre–RS, pior posição considerando o sombreamento da edificação vizinha. A metodologia consistiu em construir o modelo digital do apartamento e da edificação vizinha para a simulação dinâmica pelo método UDI, e, posterior comparação entre os modelos com e sem obstrução. O impacto do sombreamento sobre o aproveitamento de luz natural no interior do recinto foi analisado comparando-se o UDI-espacial dos cenários com e sem obstrução, levando-se em consideração a área correspondente de piso igual e superior a 50% de horas no intervalo de UDI entre 200 lux e 3.000 lux. Os resultados indicaram uma redução significativa de iluminação natural promovida pela edificação vizinha em média de 50% da área em todos os espaços simulados. Conclui-se que o edifício vizinho reduziu significativamente a disponibilidade anual de luz natural em todos os apartamentos.

Palavras-chave: Iluminação natural. Simulação. UDI-espacial. Residência multifamiliar. Obstrução do entorno.

Abstract
The annual daylight availability inside a building can be assessed by simulations based on climate data. This study aims to analyze the daylighting availability of a residential unit on the third floor of a building in Porto Alegre–RS, shadowed by a neighboring building. The methodological approach consisted of the climate-based simulation of the 303 apartment and the neighboring facade by the UDI method, followed by a comparison between the models with and without obstruction. The impact of shading inside the space was analyzed by comparing the spatial UDI of the two scenarios (with and without obstruction), considering the floor area corresponding to equal to and greater than 50% of the hours for UDI between 200 lux and 3,000 lux. The results indicated a significant reduction in natural lighting caused by the neighboring

Como citar:
ERZINGER, L. K.; HARA, A. H. Impacto do sombreamento vizinho na iluminação natural em apartamentos em Porto Alegre – RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

building of around 50% of the area in all rooms. In conclusion, the neighboring building significantly reduced the annual daylight availability in all apartments.

Keywords: Daylight. Climate-Based Simulation. Illuminance. Spatial-UDI. Residence. Surrounding obstruction.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento da luz natural em projetos arquitetônicos se justifica pela qualidade da luz, comunicação visual com o exterior, conservação de recursos naturais, redução do consumo energético e ainda os benefícios psicológicos e fisiológicos [1]. Projetos sem o devido estudo de iluminação natural podem apresentar desconforto visual através do excesso de luz, zonas de ofuscamento ou até mesmo zonas escuras [1].

É relativamente simples adaptar um ambiente construído às necessidades de conforto visual através da iluminação artificial. Entretanto, as soluções adotadas incrementarão gastos com energia elétrica, manutenção e compra de equipamentos. Por isso, o estudo de iluminação natural é importante na etapa inicial do projeto arquitetônico [2].

Ainda que seja conhecida a importância da luz natural em edificações para o conforto do ocupante e economia energética, o Brasil ainda está em processo de desenvolvimento de estudos que indiquem e conduzam efetivamente os projetistas quanto aos aspectos a serem considerados no beneficiamento da luz natural no interior dos ambientes [3][4].

No Brasil, atualmente, a avaliação de iluminação natural em projetos é realizada através de normativas que, de certa forma, orientam o projetista na fase de desenvolvimento do projeto. As avaliações são realizadas por meio de cálculo e/ou simulação [5], analisando-se os parâmetros pré-determinados pelas normas vigentes [6][7]. Apesar de existirem projetistas que incorporam essas análises durante a fase de projeto, a fiscalização às normas ainda é incipiente.

Quando há interesse por parte do investidor de aderir alguma certificação nacional ou internacional de sustentabilidade, o guia referencial de cada certificação descreve as exigências técnicas e estas são fiscalizadas pelo órgão acreditado de cada certificação como, por exemplo, para a certificação AQUA-HQE, quem faz as auditorias para conferir a conformidade dos empreendimentos com os requisitos é a Fundação Vanzolini [8].

O objetivo deste trabalho é de analisar por meio de simulação computacional, o impacto do sombreamento de uma edificação vizinha sobre a disponibilidade de iluminação natural num apartamento localizado no terceiro pavimento de um edifício em Porto Alegre-RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ILUMINAÇÃO NATURAL E A QUALIDADE DE VIDA

A iluminação natural é um elemento que revela a forma arquitetônica, além de proporcionar bem-estar aos usuários, está relacionada com a saúde e o comportamento humanos. A luz natural sincroniza ritmos endógenos, variando de características fisiológicas a comportamentais, regulando os níveis de cortisol e melatonina evitando sintomas de depressão e baixa qualidade de sono [9].

Wirz-Justice, Skene e Münch [10] relacionaram a iluminação natural com a sua admissão não visual no cérebro através de células fotossensíveis ganglionares da retina (ipRGCs) e identificaram sua influência direta sobre o ciclo circadiano dos seres humanos. Os autores destacam que a luz natural também acaba modulando o humor, o estresse e a aprendizagem das pessoas; e concluem que aplicá-la em projetos de arquitetura e urbanismo, influencia no conforto visual, elevam a qualidade do ambiente construído e o bem-estar humano.

FATORES QUE INFLUEM NO APROVEITAMENTO DE ILUMINAÇÃO NATURAL

Os principais fatores que influenciam no aproveitamento de iluminação natural de um ambiente são basicamente a orientação das fachadas associada às dimensões da abertura e tipo de vidro, os índices de reflexão dos materiais internos (cor de parede, piso e teto) e a presença de elementos externos (edificações vizinhas, tipo de vegetação e revestimento das fachadas e do solo). Outro aspecto é a localização (latitude) da edificação que determina a necessidade de elementos de sombreamento de acordo com a orientação da fachada [5].

Alterar as dimensões das aberturas influencia na admissão de luz natural, sendo uma estratégia elementar quando se deseja melhorar as condições de iluminação no interior do recinto ainda em fase de projeto. Em relação ao tipo de vidro, o principal aspecto é o fator solar que indica a razão entre a quantidade de energia solar que atravessa a janela pelo que nela incide, variando conforme o ângulo de incidência, e quanto maior essa razão, maior é o ingresso de luz e calor [2].

Outras estratégias para a admissão de iluminação natural são as prateleiras de luz, átrios, dutos de iluminação espelhados, persianas reflexivas, paredes translúcidas (exemplo: tijolo de vidro), poços de luz, telhados com *shed*, claraboias, dentre outros [2].

Outro fator que influi no ingresso de luz natural é a presença de elementos externos que, no caso do revestimento das fachadas das edificações e do piso externo, a luz refletida nas superfícies, principalmente de superfícies especulares ou de piso de refletância elevada, pode ocasionar ofuscamento devido ao direcionamento da luz. Por outro lado, as edificações podem causar sombreamento nas aberturas, afetando significativamente o ingresso de iluminação, pois obstruem a parcela do céu que mais contribui para a iluminação no interior [11].

Assim, os elementos de sombreamento possuem um aspecto dual: ao reduzir o ingresso de radiação solar, contribuem para diminuição da temperatura interna, porém, afetam a iluminação natural. Portanto, é fundamental analisar o impacto do sombreamento no interior das edificações visando possíveis alterações em fase de projeto para a melhoria da qualidade do ambiente a ser construído.

AVALIAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO NATURAL E O UDI ESPACIAL

Avaliar o comportamento da luz natural em ambientes internos muitas vezes é uma tarefa complexa, mas, com o uso de *softwares* de simulação computacional, essa tarefa pode ser facilitada, auxiliando no entendimento da luz e do comportamento dos materiais, e na tarefa de realizar ajustes e alternativas ainda na fase de projeto [1].

A avaliação de disponibilidade anual de luz natural no interior de uma edificação pode ser estimada por meio de simulações computacionais baseadas em arquivos climáticos. A iluminância útil da luz natural (*useful daylight illuminace* – UDI) é um conceito desenvolvido por Nabil e Mardaljevic [12] que determina faixas de iluminância em 3 níveis, sendo:

a) de 0 e 100 lux como iluminância insuficiente, sendo necessário a complementação de luz artificial para a realização das atividades visuais;
b) de 100 a 2.000 lux, iluminância útil, cujo intervalo corresponde aos valores de iluminância de ambientes internos determinados em normas;
c) acima de 2.000 lux, a iluminância indesejada para muitos ambientes de trabalho devido à possibilidade de ocorrência de ofuscamento e radiação solar direta, além de superaquecimento do recinto.

Entretanto, não há um consenso na adoção desses intervalos de UDI, sendo que outros valores são estudados, conforme indicações no Quadro 1.

Quadro 1: Relação de autores e intervalos de UDI

Autores (ano)	Intervalos UDI [lux]
Mardaljevic, Heschong e Lee [13]	0 e 100 (insuficiente); de 100 a 500 (suplementar), de 500 a 2500 (autônoma) e acima de 2500 (excessiva).
Laranja, Alvarez, Matarangas [14]; Lima, Caram [15]	100≤UDI<500 (insuficiente); 500≤UDI<2000 (suficiente)
Hara, Costa, Claro [16]	0-300; 300 – 3.000; >3.000
Carpanedo, Pagel, Maioli [17]	0-100 (insuficiente); 100-500(aceitável com necessidade de iluminação artificial); 500-2.000(ideal); >2.000(inaceitável)

Apesar de o UDI indicar o percentual de luz natural disponível ao logo do ano, faz-se necessário identificar o UDI-espacial, ou seja, o percentual de área do recinto com base num determinado critério, por exemplo, 50% de horas do ano na faixa de 100 a 2000 lux [18]. Assim, o UDI espacial indica o percentual correspondente à área do piso cuja disponibilidade de luz natural se encontra acima de 50% das horas do ano no intervalo de UDI em questão.

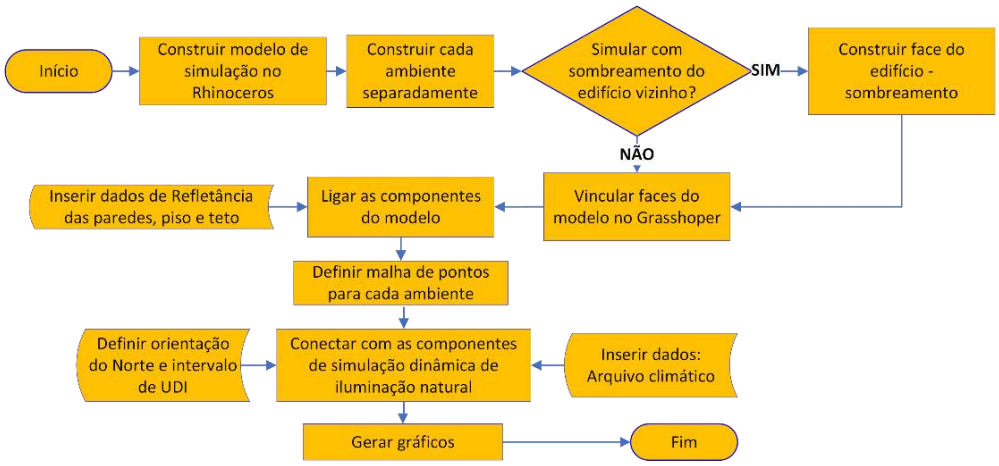
METODOLOGIA

A presente pesquisa é um estudo de caso com o uso de resultados de simulações. O método utilizado para a avaliação do aproveitamento de iluminação natural foi a Iluminância útil da luz natural (UDI) e os procedimentos metodológicos foram basicamente a construção do modelo e da face do edifício causador do sombreamento, as definições das refletâncias das superfícies, da malha de pontos, da orientação do Norte geográfico e do intervalo de UDI, e a inserção do arquivo climáticos para a simulação dinâmica da luz natural.

Neste estudo, foi considerado o intervalo de UDI entre 200 e 3.000 lux com base na norma de iluminância de interiores NBR 5413 que estipula 200 lux para a maior parte dos recintos residenciais, pois, a NBR 8995 não contempla os espaços residenciais [7] [19]. O limite superior de 3.000 lux se baseia na hipótese de que níveis de iluminância acima desse valor são indicativos de excesso de iluminação e podem causar ofuscamento, além de desconforto térmico localizado.

O fluxograma da Figura 01 apresenta as principais etapas do processo de simulação descrito acima.

Figura 1: Fluxograma geral dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Os autores, 2024.

O modelo digital foi elaborado no programa Rhinoceros (v.7) construindo-se a geometria dos ambientes com apenas as paredes internas. Na sequência, foram inseridas as aberturas de cada ambiente e os planos que representam os elementos de sombreamento do entorno: sacada e fachada do edifício vizinho.

As análises basearam-se na comparação dos gráficos de UDI e do cálculo de UDI-espacial no intervalo de 200-3.000 lux, obtidos das simulações para as situações com e sem sombreamento da edificação vizinha.

DESCRIÇÃO DO MODELO

O objeto de estudo do presente artigo foi o apartamento 303 localizado no 3º pavimento de um edifício residencial que está situado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul (Figura 2). O apartamento em questão está destacado e tem 63,99 m² de área útil,

sendo composta por uma suíte, um dormitório, dois banheiros, corredor, sala/cozinha/serviço integrados e uma sacada, conforme Figura 3.

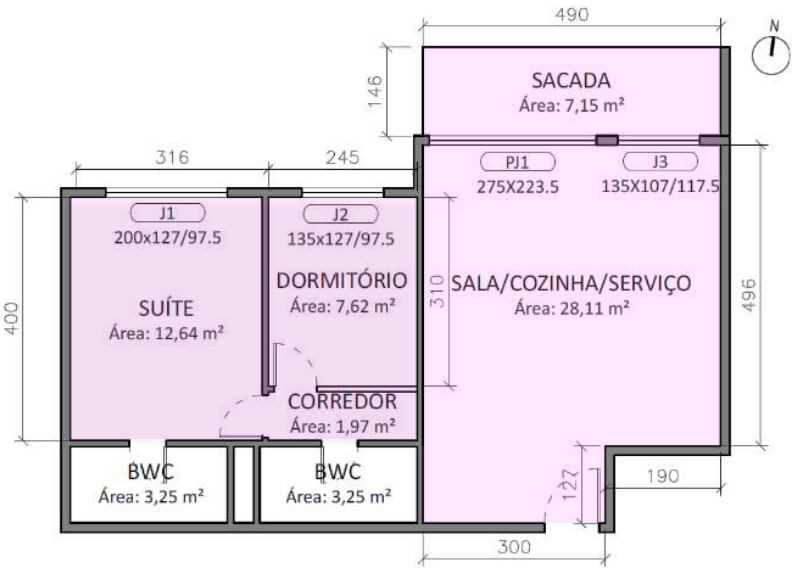
As aberturas da edificação estão posicionadas 6,7° em relação ao norte, no sentido anti-horário (Figura 3). Para a simulação as paredes foram consideradas na cor cinza claro/branca, piso na cor cinza e teto na cor branca. O pé direito do apartamento é de 2,63 m, aberturas com esquadria em alumínio na cor branca e vidro incolor.

Figura 2: Planta de situação e planta baixa do edifício.



Fonte: Delpro Empreendimentos Inteligentes, 2023.

Figura 3: Planta baixa do apartamento 303 e a indicação dos ambientes simulados.



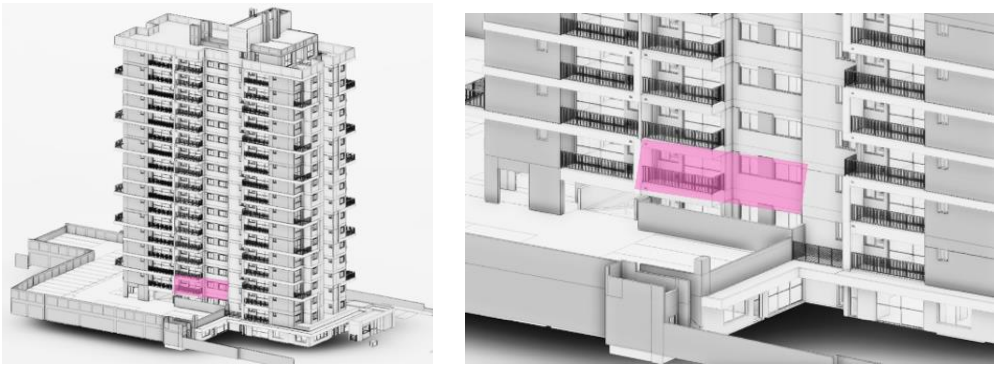
Fonte: Delpro Empreendimentos Inteligentes, 2023

A norte, a aproximadamente 21,50 m da edificação de estudo, está previsto a construção de um prédio de 47,00 m de altura (Figura 4) que, pela sua posição e dimensões, causará sombreamento nos espaços interno do apartamento 303.

O apartamento 303, em destaque na Figura 4, foi escolhido para este estudo, pois ele é o que mais terá sombreamento projetado pelo edifício vizinho, devido à sua localização central no bloco e posição, no 3º pavimento. O apartamento 203 (abaixo

do 303) será menos afetado porque, sendo um apartamento tipo giardino, terá portas-janelas no lugar das janelas, conforme estudos iniciais.

Figura 4: Indicação do apartamento 303 na perspectiva isométrica do projeto arquitetônico



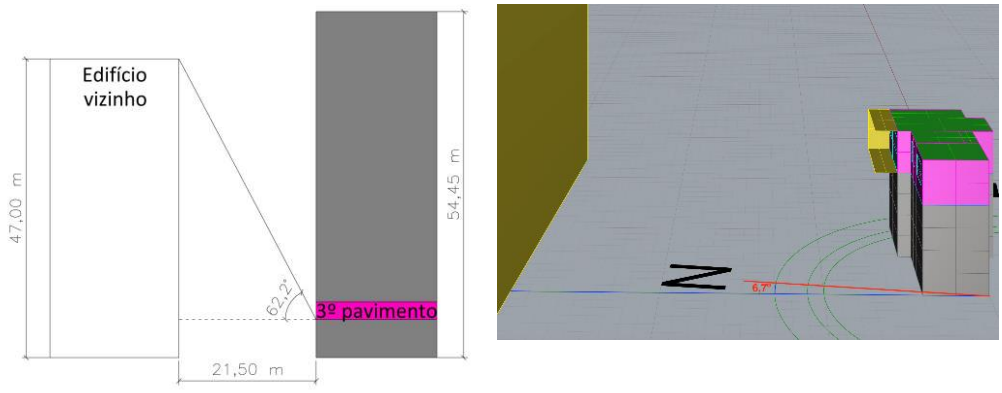
Fonte: Delpro Empreendimentos Inteligentes, 2023.

SIMULAÇÃO DA ILUMINÂNCIA ÚTIL DA LUZ NATURAL DO APARTAMENTO 303

As simulações foram realizadas utilizando-se o *plugin* Grasshopper e as ferramentas Ladybug e Honeybee. Inicialmente, o apartamento 303 foi modelado conforme o projeto arquitetônico, mas, sem os banheiros (BWCs), pois eles não possuem janelas e, portanto, não terão aproveitamento da iluminação natural.

Ao lado da edificação analisada, o elemento de sombreamento que representa o edifício vizinho também foi modelado, sendo definido pelo plano vertical em frente às aberturas (Figura 5).

Figura 5: Corte esquemático do elemento de sombreamento e o modelo no Rhinoceros

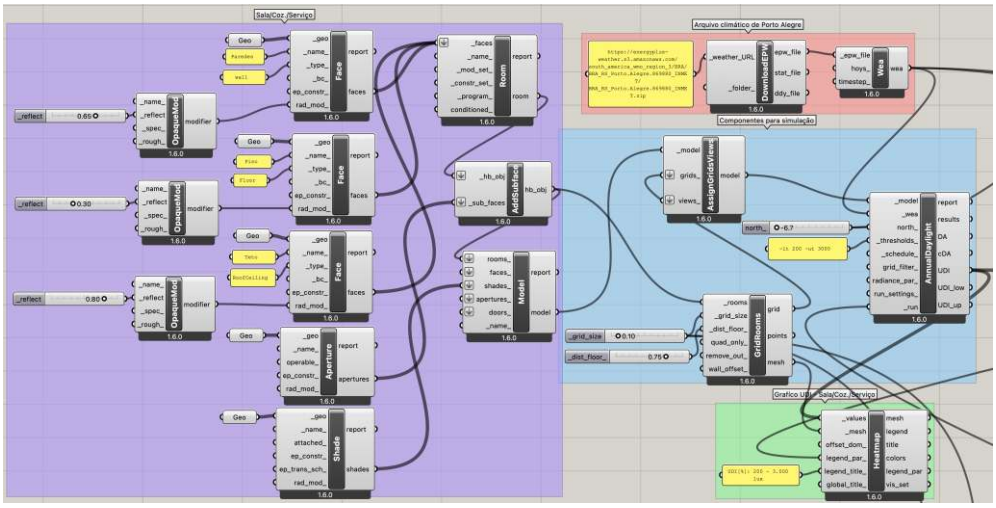


Fonte: os autores, 2024.

Em seguida, realizou-se a vinculação das faces da geometria construídas no Rhinoceros com as componentes no Grasshopper para a simulação de iluminação natural. A Figura 6 apresenta um recorte do esquema de conexão das componentes do Honeybee e Ladybug para a realização da simulação dinâmica de iluminação natural da sala/cozinha/serviço: em roxo, estão as componentes relativas ao ambiente; em azul, as componentes para a simulação indicando a faixa de UDI de 200 lux a 3.000 lux e a orientação do Norte; em rosa, o arquivo climático de Porto Alegre-RS e, em verde, a componente de geração do gráfico de UDI.

O Quadro 2 apresenta os dados de entrada das superfícies internas: a orientação da edificação, o arquivo climático, a altura do plano de simulação e o fator da malha de pontos utilizados para a realização da simulação computacional no Grasshoper. O fator de malha dos pontos indica o grau de distribuição dos pontos na malha para a obtenção das iluminâncias, sendo que quanto menor ele for, maior a quantidade de pontos e, consequentemente, maior é a precisão do resultado. Porém, isso eleva o tempo de simulação.

Figura 6: Recorte do esquema das componentes do Honeybee e Ladybug para simulação no Grasshoper



Fonte: os autores, 2024.

Quadro 2: Dados de entrada para a simulação no Grasshoper.

Variável		Dados
Refletâncias	Piso	0,30
	Teto	0,80
	Parede	0,65
Orientação da Fachada		-6,7° Norte
Dado climático de Porto Alegre		https://energyplus-weather.s3.amazonaws.com/south_america_wmo_region_3/BRA/BRA_RS_Porto.Alegre.869880_INMET/BRA_RS_Porto.Alegre.869880_INMET.zip.
Altura do plano de trabalho		75 cm
Fator da malha de pontos		0,1

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

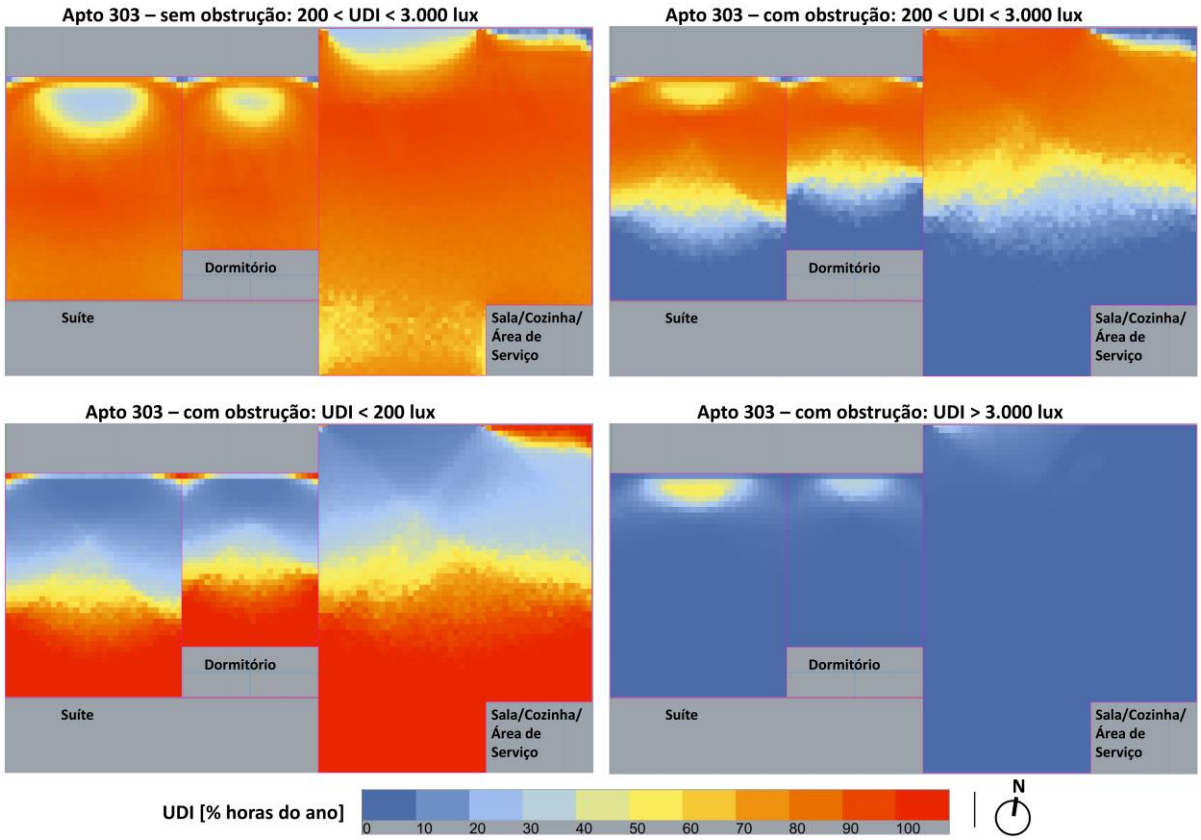
Para facilitar a análise a partir de comparações visuais, apresenta-se a Figura 07 com os gráficos de UDI do apartamento 303 para as condições com e sem sombreamento do edifício vizinho.

À esquerda acima, o gráfico apresenta a condição do apartamento sem sombreamento, no intervalo de 200-3.000 lux. Nota que em praticamente todos os pontos da malha dos ambientes simulados haverá significativa disponibilidade de iluminação natural em boa parte dos recintos, cujos percentuais variam de 50% a 90% das horas do ano, com exceção de uma pequena região no fundo do ambiente da

sala/cozinha/serviço onde a disponibilidade de luz natural será reduzida (UDI < 200 lux) e, outra, próximo das aberturas, onde há excesso de luz (UDI > 3.000 lux).

Essa disponibilidade de luz natural pode reduzir o uso de iluminação artificial ao longo do dia e, consequentemente, o consumo de energia elétrica. Ademais, ela pode afetar positivamente a qualidade de vida dos moradores ao propiciar níveis elevados de iluminação natural ao longo do dia e do ano.

Figura 7: Gráfico de UDI do Apartamento 303



Fonte: os autores, 2024.

Os demais gráficos apresentam a condição do apartamento com sombreamento do prédio vizinho, nos intervalos de UDI < 200 lux (à esquerda abaixo), 200 lux < UDI < 3.000 lux (à direita acima) e UDI > 3.000 lux (à direita abaixo), e precisam ser analisados conjuntamente, dado que representam a disponibilidade de luz natural em diferentes faixas de iluminância.

Sendo assim, no gráfico de UDI entre 200 lux a 3.000 lux (à direita acima), observam-se duas regiões distintas: uma em azul, localizada no fundo dos ambientes, e outra, em amarelo e laranja, próxima às aberturas.

A região em azul, indica percentuais de UDI [200-3.00 lux] entre 0% a 10% das horas do ano, ou seja, pouca disponibilidade luz natural no intervalo em questão. Esse dado pode ser complementado com o gráfico de UDI < 200 lux (à esquerda abaixo), onde se verifica que a mesma região está representada em vermelho, indicando que praticamente 100% das horas do ano encontram-se abaixo de 200 lux.

Dessa perspectiva, considerando os níveis recomendados pela NBR 5413/1992 [7] que estipula iluminâncias mínimas de 200 lux para quartos, sala de estar e cozinha, nota-se que tais ambientes possivelmente necessitariam de iluminação artificial complementar.

Ainda no gráfico de UDI [200-3.000 lux] (à direita acima), a região em amarelo alaranjada indica percentuais de que variam acima de 50% de horas do ano, chegando a 90% e até 100%, ou seja, elevada disponibilidade de luz natural em boa parte dos ambientes. Porém, na suíte, próximo à abertura, há uma região sutilmente sinalizada em amarelo, indicando iluminância excessiva.

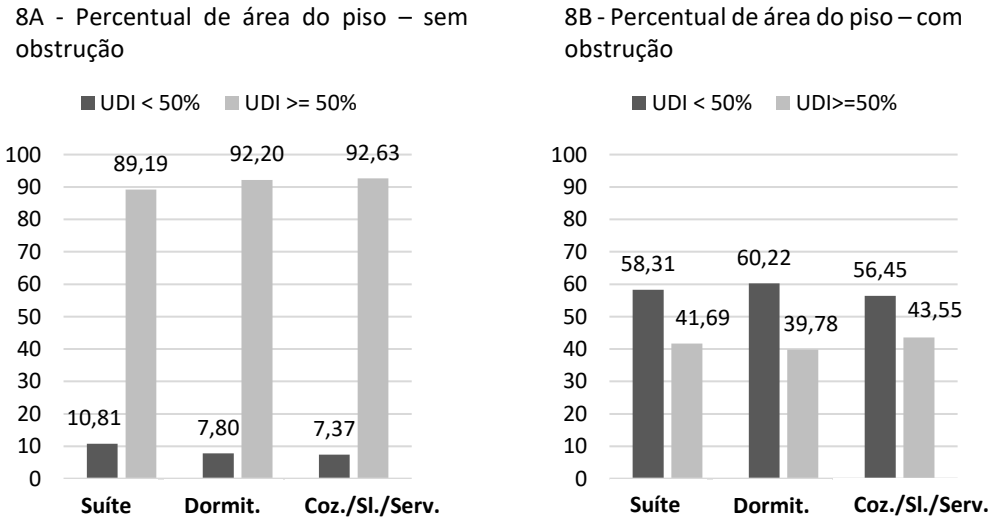
Para verificar isso, toma-se o gráfico de UDI acima de 3.000 lux (à direita abaixo), onde se nota essa mesma região também em amarelo, indicando 50% das horas do ano. Nos demais espaços, dormitório e sala/cozinha/serviços, a iluminância excessiva será menos do que 30% das horas do ano.

A partir dessa análise, buscou-se verificar o impacto do sombreamento sobre o aproveitamento de luz natural no interior do recinto comparando o UDI-espacial dos dois cenários (com e sem obstrução), confrontando as áreas de piso dos recintos cujo UDI [200 lux a 3.000 lux] apresentasse percentuais igual e superior a 50% de horas do ano. Acredita-se que o percentual acima de 50% de horas do ano para UDI no intervalo de 200 lux a 3.000 lux seja um valor razoável que caracterize a disponibilidade de luz natural no interior de um recinto.

Dessa forma, considerou-se que todos os pontos da malha estão uniformemente distribuídos pelo recinto e, portanto, suas áreas de influência. Assim, a relação do número de pontos com percentuais igual e acima de 50% de horas do ano pelo total de pontos da malha representa uma proporção de área do piso cuja iluminação natural está disponível na maior parte do ano.

Com base nisso, os gráficos da Figura 8 apresentam os percentuais de área do piso obtidos da simulação para UDI [200-3.000 lux] em 50% de horas do ano, dos três ambientes do apartamento 303 para os cenários com e sem sombreamento.

Figura 8: Percentual de área do piso para UDI 200-3.000 lux com 50% de horas do ano

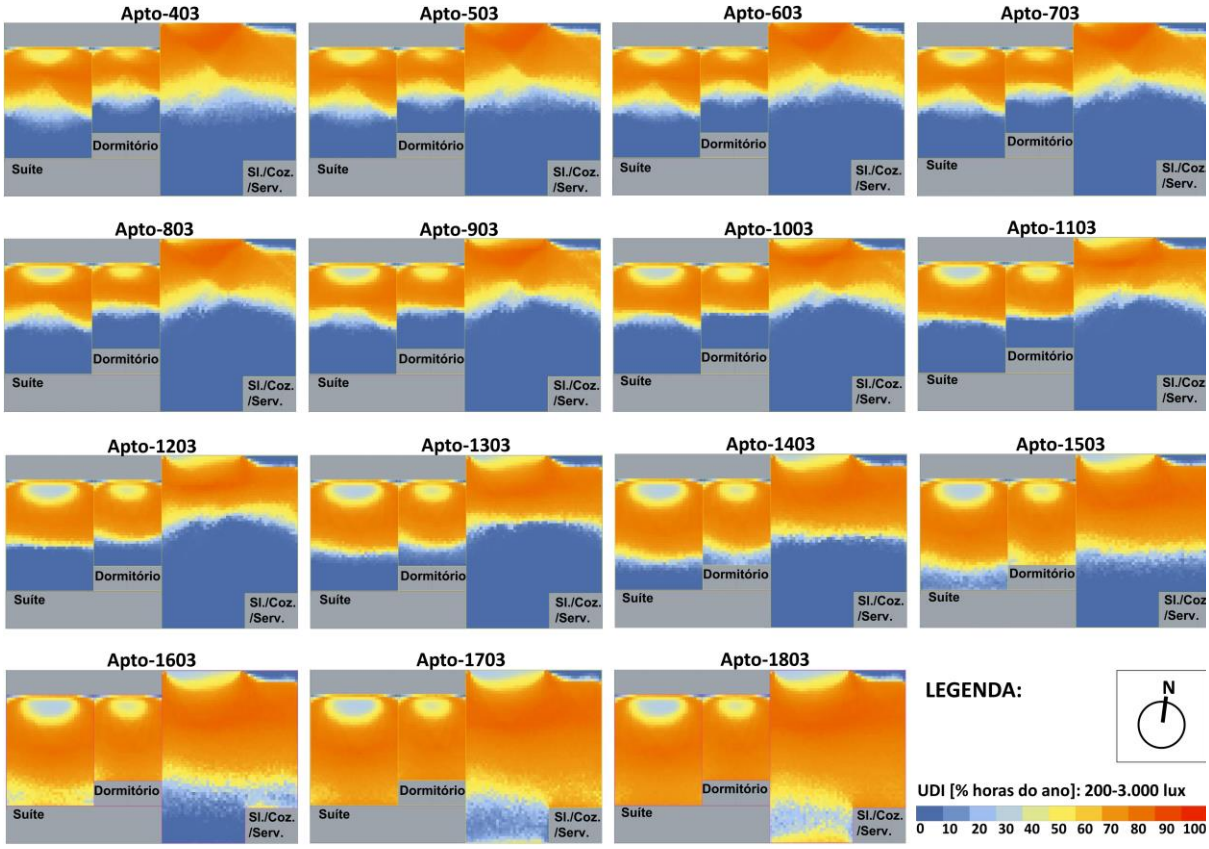


O gráfico da Figura 8A indica que os três ambientes têm entre 89% a 93% de sua área total caso não ocorra a obstrução do edifício vizinho. Por outro lado, com o sombreamento da edificação vizinha, esses percentuais se reduzem para 40% a 44% da área total (Figura 8B), provocando uma redução de 47,50% da área da suíte, de 52,42% do dormitório e de 49,08% da sala/cozinha/serviço.

Portanto, nota-se que a edificação vizinha causará uma redução significativa na disponibilidade de luz natural ao longo do ano no interior dos espaços do apartamento 303 e, sugerindo em certa medida, a necessidade de iluminação artificial nas regiões remanescentes, cujos percentuais se elevam para 57% a 60%.

De modo a verificar a disponibilidade da iluminação natural nos apartamentos dos andares superiores dessa mesma prumada, apresentam-se os gráficos de UDI [200-3000 lux] da Figura 9. É interessante notar que, à medida que se eleva, há um incremento significativo de iluminação natural nas áreas próximas das aberturas, representado pelo aparecimento de uma mancha azulada que indica uma redução do percentual de UDI entre 200-3.000 lux, o que indica excesso de luz natural.

Figura 9: Gráfico de UDI dos apartamentos superiores



Fonte: os autores, 2024.

Na porção do ambiente oposta à abertura, a disponibilidade de luz natural se eleva gradualmente e o UDI [200-3.000 lux] atinge mais do que 50% das horas do ano somente no dormitório do Apto-1503; e o mesmo acontece na suíte do Apto-1603. No caso da Sala/Cozinha/Serviço, onde a profundidade é maior do que dos dormitórios, o UDI chega a 40% das horas do ano no Apto-1803, ou seja, no último pavimento.

Portanto, devido à presença do edifício vizinho, todos os apartamentos terão menos luz natural ao longo do ano, especialmente, na região oposta à abertura.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados simulados, o apartamento analisado foi aparentemente planejado de forma a aproveitar a iluminação natural, porém, o edifício vizinho, que será construído futuramente, influenciará significativamente na iluminação natural dos ambientes do apartamento 303 e, consequentemente, na edificação.

Os resultados das porcentagens de piso permitem comparar cada ambiente com relação à porcentagem de área do piso considerando 50% de horas para UDI [200-3.000 lux]. Entre os ambientes analisados, o dormitório foi o que mais teve redução de iluminação natural com a construção do edifício vizinho (52,42%), em segundo lugar a área de serviço/sala/cozinha (49,08%), e por último, a suíte (47,50%).

Este estudo levanta a questão dos afastamentos laterais entre os edifícios de 1,5 m, muitas vezes expressadas nos planos diretores. Nota-se que a uma distância de aproximadamente 20 m, a redução da iluminação natural é expressiva. Por isso, antes mesmo de construir, é importante estudar o potencial construtivo do entorno, pois podem influenciar no aproveitamento da luz natural e consequentemente no conforto e na economia do futuro ocupante do apartamento.

Os resultados deste estudo podem ser usados para orientar o desenvolvimento de projetos de edifícios e garantir que eles recebam luz natural suficiente durante o dia. Como estudos futuros, sugere-se aumentar as dimensões das aberturas para elevar a disponibilidade de luz natural sem, contudo, comprometer ganhos significativos de calor no verão.

REFERÊNCIAS

[1] CARVALHO, C. R. (2009). **Avaliação do Programa Apolux Segundo Protocolos do Relatório CIE 171:2006 Referentes à Iluminação Natural.** Dissertação de Mestrado para o Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federel de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

[2] LAMBERTS, R., DUTRA, L., & PEREIRA, F. O. (2014). **Eficiência Energética na Arquitetura**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL.

[3] ALBUQUERQUE, M. S.; AMORIM, C. N. Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nìvel de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 37-57, abr./jun. 2012. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

[4] LEAL, L. de Q.; LEDER, S. M. Iluminação natural e ofuscamento: estudo de caso em edifícios residenciais multipavimentos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 97-117, out./dez. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400296

[5] ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro**, p. 36. 2005.

[6] ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais** - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

[7] ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413/1992. Iluminância de interiores.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

[8] FUNDAÇÃO VANZOLINI (São Paulo). **Haute Qualité Environmentale**: hqe. HQE. 2024. Disponível em: https://vanzolini.org.br/organizacoes/credenciais/hqe/. Acesso em: 29 maio 2024.

[9] HARB, F.; HIDALGO, M. P.; MARTAU, B. Lack of exposure to natural light in the workspace is associated with physiological, sleep and depressive symptoms. **Chronobiology International**, v. 32, n. 3, p. 368–375, 26 nov. 2014. Doi: 10.3109/07420528.2014.982757.

[10] WIRZ-JUSTICE, Anna; SKENE, Debra J.; MÜNCH, Mirjam. The relevance of daylight for humans. **Biochemical Pharmacology**, [S.L.], p. 114304, out. 2020. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114304.

[11] LEDER, S. M.; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A**. Janela de Céu Preferível: proposição de um parâmetro para controle da disponibilidade de luz natural no meio urbano**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 89-104, jan./mar. 2008.

[12] NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings.** Lighting Research & Technology, v. 37, n. 1, p. 41–57, mar. 2005. Doi: https://doi.org/10.1191/1365782805li128oa.

[13] MARDALJEVIC, J.; HESCHONG, L.; LEE, E. Daylight metrics and energy savings. **Lighting Research & Technology**, v. 41, n. 3, p. 261–283, set. 2009. Doi: https://doi.org/10.1177/1477153509339703.

[14] LARANJA, A. C.; ALVAREZ, C. E.; MATARANGAS, K. **Análise da influência da orientação das aberturas na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno na extensão de sua profundidade.** Labor & Engenho, Campinas [Brasil] v.7, n.1, p.84-98, 2013. Doi: https://doi.org/10.20396/lobore.v7i1.192.

[15] LIMA, K. M.; CARAM, R. M. Avaliação de sistemas de janela para suporte a decisões de projeto quanto ao equilíbrio de ganhos de luz e calor. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 117-133, set. 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212015000300030.

[16] HARA, A. H.; COSTA, A. S.; CLARO, A. **Avaliação da iluminação natural de um projeto de requalificação de uma edificação residencial histórica em Laguna, Santa Catarina, Brasil.** Luxamérica 2022 - XVI Congresso Iberoamericano de Iluminación. Anais... In: LUXAMÉRICA 2022 - XVI CONGRESSO IBEROAMETICANO DE ILUMINACIÓN. Viña del Mar, Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria, 25 nov. 2022. Disponível em: <https://luxamerica.usm.cl/resumenes/>. Acesso em: 6 maio. 2024.

[17] CARPANEDO, F. A.; PAGEL, E. C.; MAIOLI, R. N. (2024). **Análise da iluminância, uniformidade e ofuscamento em modelos de edifícios com diferentes configurações de janelas.** PARC Pesq. em Arquit. e Constr., Campinas, SP, v. 15, p. e0240xx, 2024. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v15i00.8667521.

[18] NEW BUILDING INSTITUTE (Estados Unidos) (comp.). **Daylighting Pattern Guide: useful daylight illuminance.** Useful Daylight Illuminance. 2021. Disponível em: https://patternguide.advancedbuildings.net/using-this-guide/analysis-methods/useful-daylight-illuminance.html. Acesso em: 06 maio 2024.

[19] ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995/2013. Iluminação de ambientes de trabalho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.