O IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES NA INCIDÊNCIA DE ILUMINAÇÃO NATURAL E OFUSCAMENTO

Girleno Alves de Almeida (1); Ricardo Carvalho Cabús (2); Fernando Sá Cavalcanti (3)
(1) Arquiteto e Urbanista, mestrando do PPGAU/UFAL, girleno_almeida@hotmail.com Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil.
(2) Engenheiro Civil, docente do PPGAU/UFAL, rcabus@ctec.ufal.br. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil.
(2) Arquiteto e Urbanista, docente do PPGAU/UFAL, fernando.antonio@fau.ufal.br. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil.

RESUMO
Este artigo visa estudar a influência da obstrução causada pela espacialização dos blocos de edifícios do condomínio Morada das Artes localizado em Maceió – AL, na incidência de luz natural nas edificações e no ofuscamento em um de seus ambientes internos. A qualidade da iluminação natural em ambientes internos depende, entre outras coisas, da forma urbana e da relação da edificação com o entorno, parâmetros definidos pela legislação municipal da cidade, como, por exemplo, o afastamento entre as edificações, o impacto deste afastamento deve ser investigado de modo a proporcionar bases para elaboração de legislações e normas para edificações e ambientes urbanos. Este estudo se baseou em simulações computacionais utilizando o software Troplux e avaliou a iluminação incidente na fachada e o ofuscamento em espaços internos. Como resultados, constatou-se que para a distância adotada neste projeto (6,10m) embora a obstrução promova uma diminuição da iluminância incidente na edificação, ela não compromete a iluminação natural interna no centro do ambiente, chegando em alguns momentos a promover ofuscamento e indicando a necessidade de utilização de algum dispositivo de controle. Este trabalho pretende contribuir para a produção habitacional multifamiliar brasileira que se encontra em um período de constante ascensão com os programas de financiamento habitacional do Governo Federal.

Palavras-chave: iluminação natural, iluminância de interiores, simulação computacional.

ABSTRACT
This article aims to study the influence of the obstruction caused by the spatialization of the building blocks of the Morada das Artes condominium located in Maceió - AL, on the incidence of natural light in the buildings and on the glare in one of its internal environments. The quality of natural lighting in indoor environments depends, among other things, on the urban form and the building's relationship with the surroundings, parameters defined by the city's municipal legislation, such as the spacing between buildings and the impact of this spacing should be investigated in order to provide bases for the elaboration of legislation and norms for buildings and urban environments. This study was based on computer simulations using the Troplux software and evaluated incident lighting on the facade and glare in internal spaces. As a result, it was found that for the distance adopted in this project (6.10m), although the obstruction promotes a decrease in the incident illuminance in the building, it does not compromise the internal natural lighting in the center of the environment, sometimes causing glare and indicating the need to use some control device. This work intends to contribute to the Brazilian multifamily housing production that is in a period of constant rise with the housing financing programs of the Federal Government.

Keywords: daylighting, indoor illuminance, computational simulation.

1. INTRODUÇÃO

Um elemento importante a se considerar ao propor a implantação de edificações no meio urbano é a disponibilidade de iluminação natural, isso ocorre principalmente porque se deseja seu maior aproveitamento para tornar os ambientes mais eficientes e confortáveis. Para isso, é preciso analisar a forma como a luz natural se comporta quando é impactada pelo seu entorno, uma vez que as construções nas nossas cidades não se encontram isoladas.

A iluminação natural possui relevância no processo de projeto arquitetônico por ser uma fonte de energia natural, não poluente e de custo zero. Edificações que tomam partido de um aproveitamento eficiente desta variável, podem apresentar uma redução do gasto energético com iluminação artificial. Ao mesmo tempo, os benefícios de uma boa iluminação natural afetam na saúde, bem-estar, produtividade e comportamento dos seres humanos, observando-se ainda a preferência majoritária dos usuários por ambientes iluminados naturalmente (ERIKSSON, et al. 2019).

A interação entre as fachadas dos edifícios pode influenciar no comportamento da luz entre as edificações aumentado ou diminuindo a quantidade de incidência de luz natural com a obstrução do céu visível, com a refletância entre as fachadas e com o ofuscamento do usuário.

A qualidade da iluminação natural em espaços internos depende, dentre outros fatores, da forma urbana e relação da edificação com o entorno imediato, em geral, provenientes dos parâmetros estabelecidos pelas legislações urbanísticas municipais, como gabarito, afastamentos e recuos, altura das edificações, taxa de ocupação, entre outros (LARANJA, 2010; STRØMANN-ANDERSEN; SATTRUP, 2011; HOPPE, 2016; LEAL; LEDER, 2018; BECK et al., 2019).

Para a obtenção de uma boa qualidade de iluminação natural nas edificações, é necessário que ocorra a integração da edificação com a disponibilidade de luz natural e relação com seu entorno de modo a maximizar o uso da luz natural e controlar os riscos de ofuscamento associados a ela (BELLIA, et al. 2017), (CARLUCCI et al. 2015), ou seja, iluminar naturalmente o máximo possível da área dos ambientes com luz suficiente, não excessiva, pelo maior tempo possível, considerando que quanto mais iluminação natural se tem no ambiente, consequentemente, terá um ganho térmico maior por radiação.

O problema do ponto de vista lumínico é o excesso de iluminação e ofuscamento, e do ponto de vista térmico é o aquecimento do ambiente. Para isso, várias métricas dinâmicas foram desenvolvidas para a estimativa da utilização da luz do dia usando arquivos climáticos. (MARDALJEVIC, et al. 2012).

No que tange o processo de produção habitacional brasileiro, diversos programas para financiamento de habitações de interesse social foram criados ao longo dos anos como vetor de impulsionamento econômico e mais recentemente com a implantação do programa minha casa minha vida (PMCMV) em 2009 tem sido promovido um aumento do número de habitações (BRASIL, 2009), passando por diversas atualizações deste então, até os dias atuais, já chamado de casa verde e amarela (BRASIL, 2021) e atualmente em sua nomenclatura original.

No entanto, os resultados deste programa não são satisfatórios quanto à qualidade espacial, uma vez que um mesmo padrão de construção costuma ser reproduzido em larga escala para todo país, sem considerar as características climáticas locais (ALMEIDA, 2014). Alguns autores afirmam ainda que a maioria dos projetos de Habitação de Interesse Social – HIS prioriza somente os custos iniciais, desprezando o desempenho térmico da edificação a longo prazo (KOWALTOWSKI; GRANJA, 2011; TRIANA MONTES, 2016).

A partir desta carência de pesquisas na área, para este estudo, foram escolhidos como elementos a serem analisados a Iluminância e ofuscamento. A iluminância se caracteriza pela quantidade de luz que chega a uma superfície, sua unidade de medida é o lux (lx) e o parâmetro utilizado foi a Iluminância Média Anual (EMA) que define um valor para estudo comparativo de desempenho luminoso do ambiente e, nesse caso, na superfície externa da fachada.

Já o ofuscamento se define quando há um desconforto visual causado pela variação muito grande da iluminação gerando muito contraste e podem ser classificados em desconfortáveis e inabilitadores (LAMBERTS et al. 2014). Para o ofuscamento o estudo se baseou no parâmetro de Probabilidade de Ofuscamento em Iluminação Natural Simplificada (DGPs), onde o DGP (Daylight Glare Probabiliy) é um índice que mede a probabilidade de uma pessoa sofrer ofuscamento considerando os calores abaixo de 35% como ofuscamento imperceptível, e acima de 45% como ofuscamento intolerável (WIENOLD; CHRISTOFFERSON, 2006).

O desempenho da iluminação natural é influenciado pelas obstruções externas, logo, quando prédios vizinhos estão muito próximos, os efeitos do sombreamento podem afetar significativamente a quantidade de luz que penetra no interior do edifício (CAPELUTO, 2002; FROTA; SCHIFFER, 2001). Petersen et al. (2014) afirmam ainda que ambientes internos, situados em um contexto urbano com acesso restrito à luz natural,

geralmente, possuem grande parte do céu e do sol bloqueados pelas massas edificadas. Sendo assim, percebe-se a importância de se considerar a iluminação natural na elaboração das legislações urbanísticas que regulam o crescimento de uma cidade.

A implantação dos condomínios populares configura uma parcela importante na urbanização das cidades e este trabalho tem como base de estudo o condomínio Morada das Artes, localizado no bairro de Antares no município de Maceió – AL, situada no nordeste do Brasil com Latitude: 9° 39′ 59″ sul, Longitude: 35° 44′ 6″ oeste. (figura 1).



Figura 1 – Localização e imagem do objeto de estudo.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

2. OBJETIVO

Diante destes fatores, o presente artigo tem o objetivo de estudar a influência da obstrução causada pela espacialização dos blocos de edifícios do condomínio Morada das Artes localizado em Maceió - AL na incidência de luz natural nas edificações.

Com isso, se busca analisar os parâmetros de Iluminância Média Anual (EMA) e Probabilidade de Ofuscamento em Iluminação Natural Simplificada (DGPs) nas fachadas dos edifícios em um caso sem obstrução e em um caso com a obstrução de um edifício.

3. MÉTODO

O método definido consiste em uma análise comparativa do comportamento da luz natural com simulações computacionais baseadas na edificação escolhida para o estudo. Para os cenários da simulação são propostos dois casos em que em um se considera a edificação livre de obstrução da luz, e em outro caso em que há a obstrução da luz com uma edificação à frete do ambiente definido.

Já para as simulações dos cenários, foi escolhido um programa de avaliação da luz natural, o Troplux, desenvolvido pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL

3.1. Levantamento

Para o início do trabalho, foi feito o levantamento in loco das medidas necessárias para modelagem computacional e sua implantação está apresentada na figura 2.

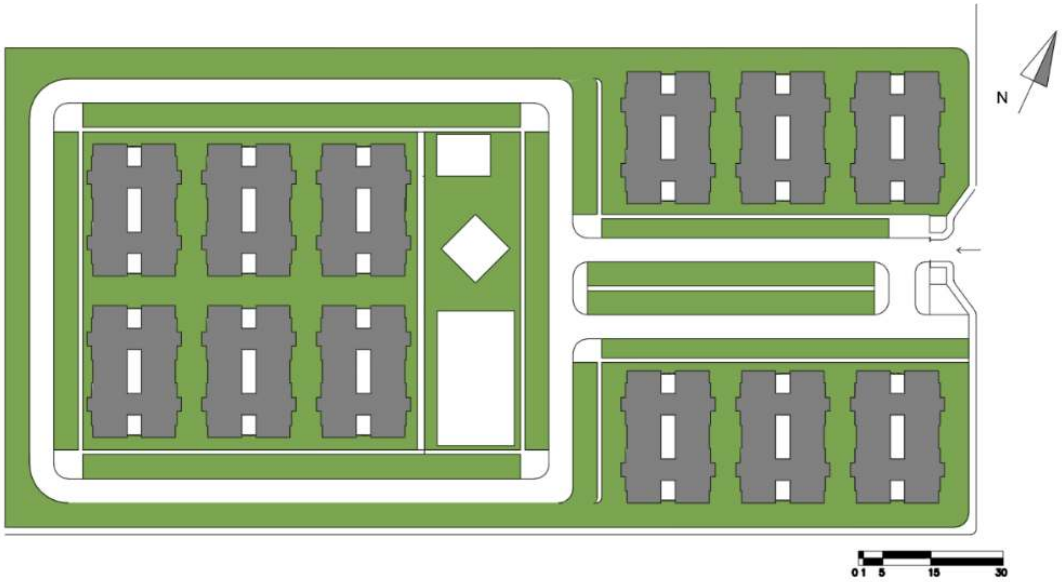


Figura 2 – Implantação dos edifícios no condomínio.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A construção possui ao todo 12 blocos de edifícios de apartamentos de 8 pavimentos (Tipologia H-duplo) divididos em 3 setores, além de área comum de estacionamento e área de lazer com playground, e quadra poliesportiva.
No estudo considerou-se o efeito da iluminação na fachada de uma sala de estar padrão do condomínio medindo 4,35m de largura e 2,85m de profundidade totalizando 12,39m² (Figura 3). O pé direito de ambiente é de 2,50m e o ambiente possui uma janela de 1,00 m de largura, 1,20m de altura e peitoril de1,00m.

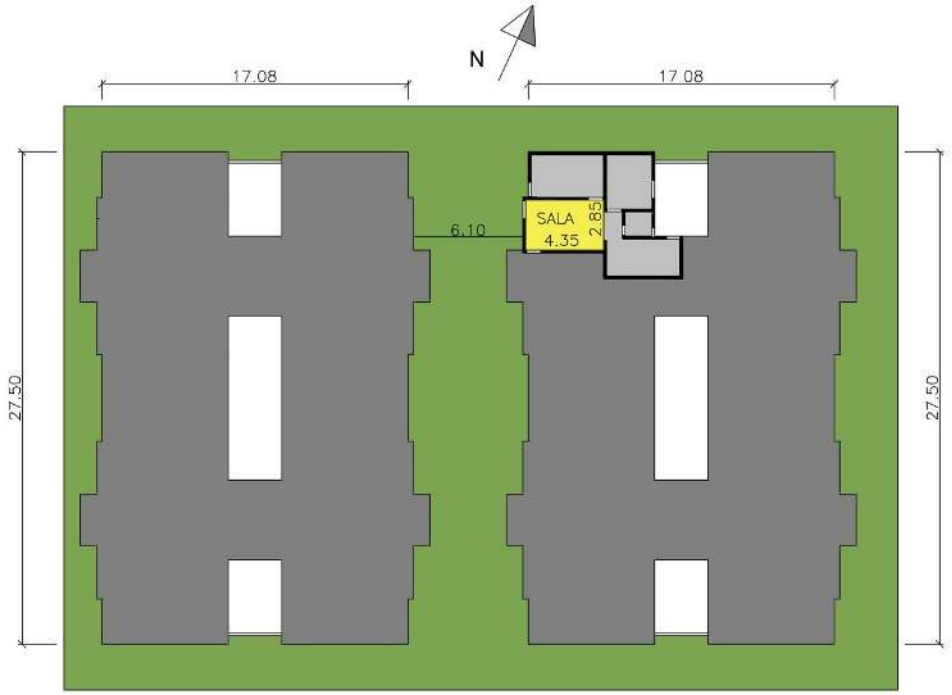


Figura 3 – Distribuição dos edifícios no condomínio.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A sala está situada no pavimento térreo (Figura 4) do bloco e foram considerados dois casos: um caso sem obstrução de edificação à sua frente e outro caso com a obstrução de uma edificação de 10,70m de altura e seguindo o afastamento já implantado no condomínio de 6,10m.

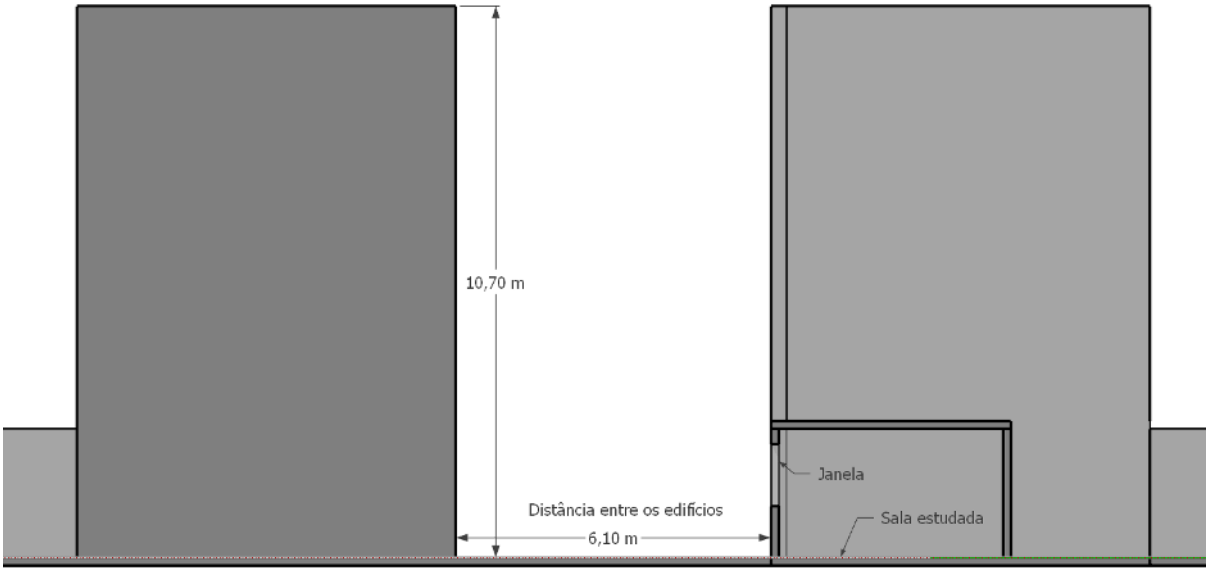


Figura 4 – Distribuição dos edifícios no condomínio.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

3.2. Simulação no programa Troplux

Na análise dos indicadores de iluminação foi utilizado o programa Troplux (CABUS, 2015), e assim foram modelados os dois casos (figuras 5 e 6).

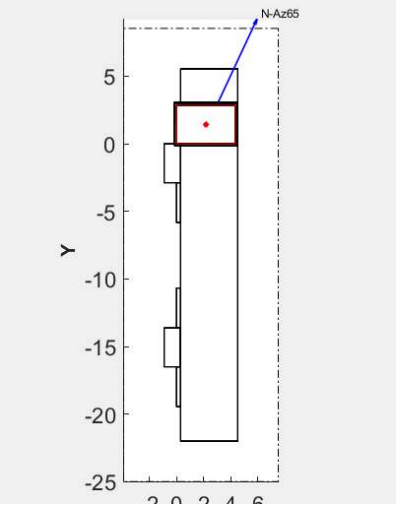


Figura 5 – Desenho esquemático para o ambiente sem obstrução.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

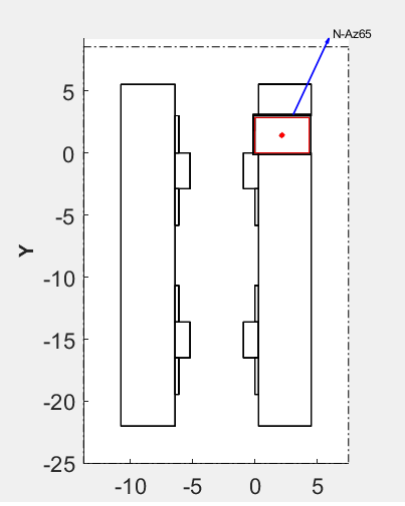


Figura 6 – Desenho esquemático para o ambiente com obstrução
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O parâmetro de Iluminância Média Anual (EMA) calculando para os dois casos propostos leva em conta a influência das seguintes componentes de iluminação:
- Céu, o céu direto, o céu refletido – Quando somente a luz do céu é considerada, excluindo o sol, e na sua ação direta na superfície, quando é apenas refletida e com ambas as situações.
- Sol, sol direto e o sol refletido – Nestes casos calcula-se a ação do sol no ambiente sendo sua influência direta, refletida e com ambas,
- Iluminação direta – Quando somente as componentes que incidem diretamente sobre a superfície são calculadas,
- Iluminação refletida – Onde leva em conta apenas a iluminação refletida;
- Iluminação global – Quando se considera todas as componentes da iluminação natural.

Foi considerada a Iluminância da fachada externa da sala estudada com uma malha de 9 pontos (3x3) no dia 22 de cada mês, das 7:00 horas da manhã às 17:00 horas da tarde no tempo solar com céu em distribuição dinâmica de luz (DDL) onde é considerada a probabilidade do tipo de céu para o dia e hora estabelecido, azimute 65º e parâmetro de processamento onde indica a margem de erro da componente difusa foi definido em 5% para maior precisão dos resultados. A figura 7 apresenta um corte esquemático deste ambiente.

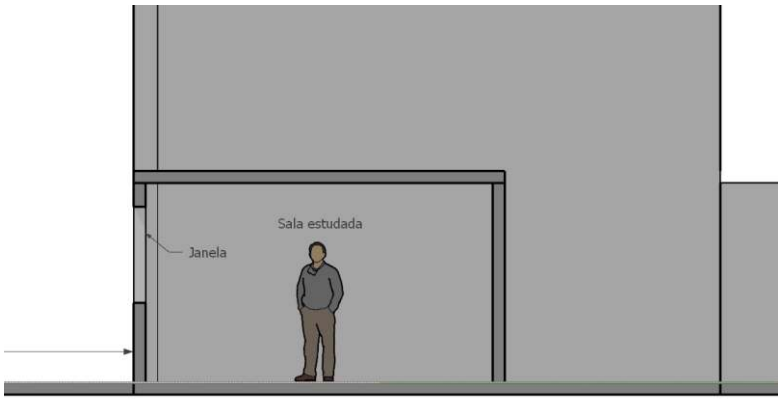


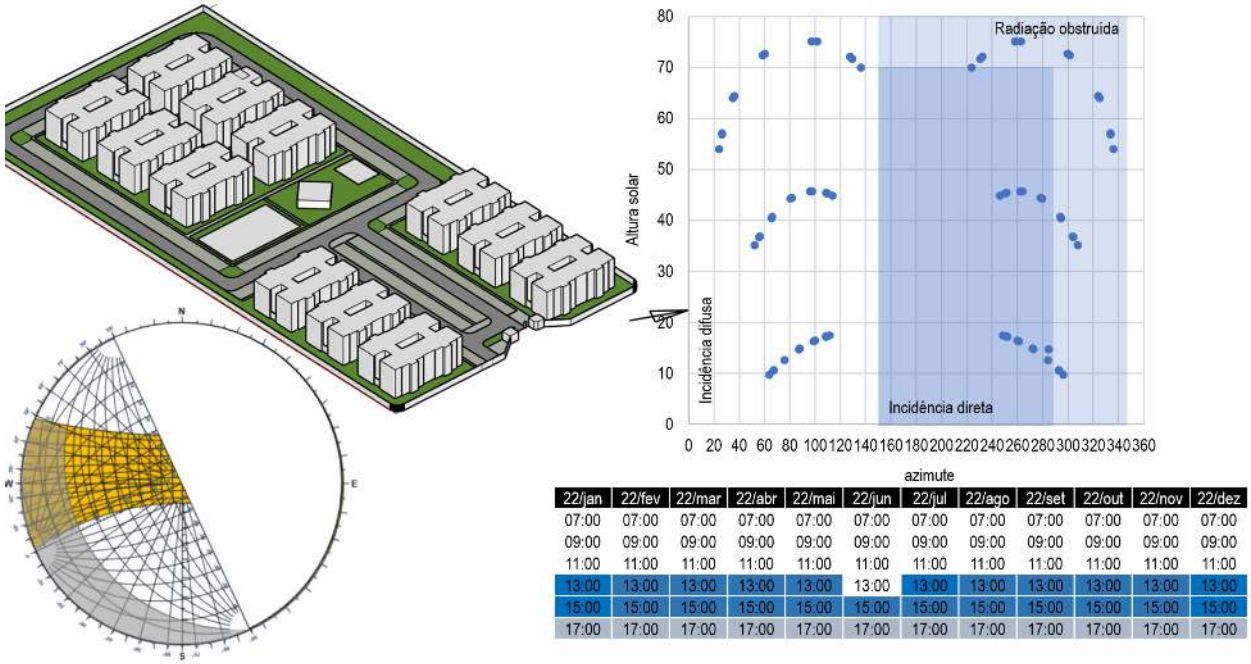
Figura 7 – Corte esquemático da sala e posição do observador.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Para o outro parâmento calculado, o DGPs, se considerou uma pessoa sentada localizada no meio da sala olhando para frente em direção à janela.

Foi calculado para a medida de um ponto no dia 22 de cada mês nos seguintes horários 7,00 – 9:00 – 11:00 – 13:00 – 15:00 - 17:00. Com o tempo solar, céu em distribuição dinâmica de luz (DDL),, azimute 65º e a margem de erro da componente difusa foi definido em 5%.

Para os dois casos estudados os valores estabelecidos para os índices de refletâncias são os mesmos e foram definidos seguindo dois critérios. Para a parte interna do ambiente, os índices de refletância foram os oferecidos pelo programa Troplux que utiliza a refletância difusa padrão de 0,5 para as superfícies e para o teto, utilizou-se o valor de 0,7. Já para a refletância externa, foi definida uma cor neutra próxima a existente nas edificações com valor de 0,81.

No que se refere à radiação direta na janela, a figura 8 apresenta a insolação na fachada analisada e a obstrução por meio de uma máscara de sombra para a janela da edificação térrea.



22/jan	22/fev	22/mar	22/abr	22/mai	22/jun	22/jul	22/ago	22/set	22/out	22/nov	22/dez
07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00
09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00
11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00
15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00

Figura 8 – Período de incidência da radiação direta e difusa na fachada e indicação da obstrução promovida pela implantação.
Fonte: adaptado de Arqsolar® (CAVALCANTI, 2022).

4. RESULTADOS

Com os valores obtidos através do uso do programa Troplux, foram analisados os resultados da Iluminância Média Anual e do DGPs de modo a verificar o impacto gerado pela implantação do conjunto edificado na unidade habitacional analisada.

4.1. Iluminância Média Anual - EMA

Na análise da EMA é possível constatar várias observações importantes como consta na figura 9. A coluna mais clara representa os valores para o ambiente sem obstrução e a coluna mais escura o ambiente com obstrução.

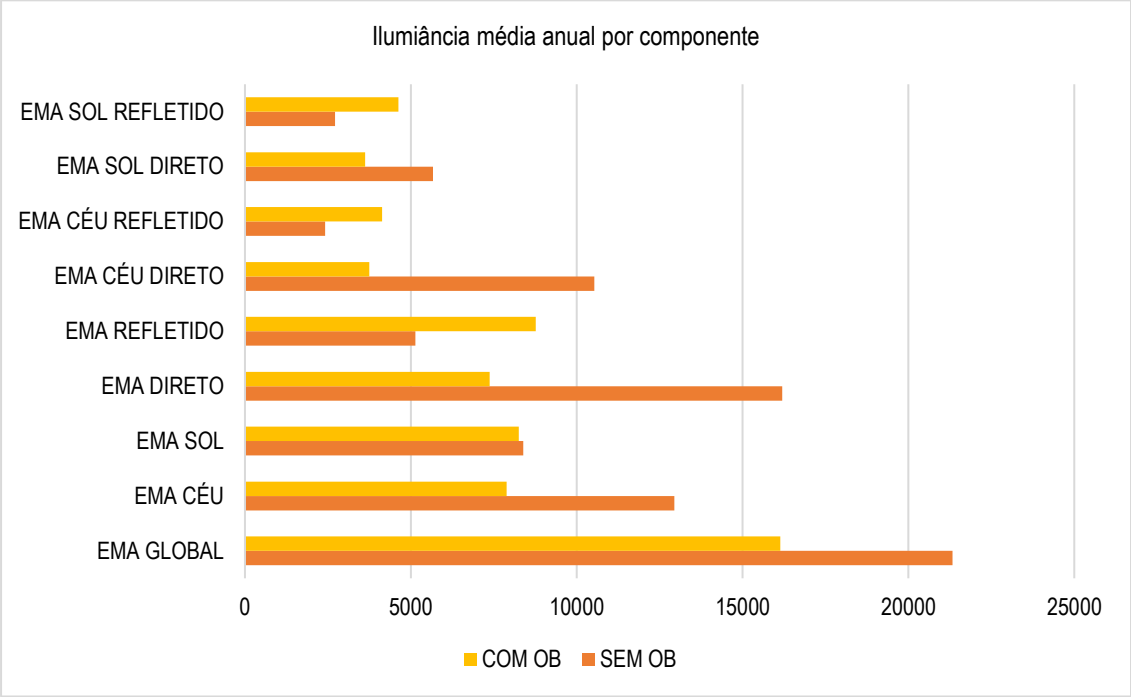


Figura 9 – Iluminância Média Anual – EMA para o caso com e sem obstrução.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Para a componente de céu isolado temos o valor de 12947 lx para o caso sem obstrução e 7885,1 lx para o caso com obstrução que representa uma diminuição de 39,1% da iluminância. No entanto, ao analisarmos o céu direto e o céu refletido temos dois comportamentos distintos. Para o céu direto temos 10531,9 lx no caso sem obstrução e 3749,1 lx que representa uma diminuição de 64,4%. Já para o céu refletido houve um aumento de Iluminância de 71,3% com 2415,1 lx para o primeiro caso e 4136 lx para o segundo.

Na componente de sol temos um valor de 8385,9 lx para o caso com obstrução e 8254,3 lx para o caso com obstrução que representa uma diminuição de apenas 1,6%. Para apenas o sol direto o valor do primeiro caso é de 5668 lx e para o segundo caso 3625,4 lx com um total de 36% de diminuição. Já no sol refletido temos 2717,9 lx para o caso com obstrução e 4628,9 lx para o caso com obstrução resultando num aumento da iluminância de 70,3%.

No total de componente direta temos o valor de 16199,8 lx para o caso sem obstrução e 7374,5 lx no caso com obstrução que dá uma diminuição de 54,5% com o bloqueio do edifício. Na componente refletida o valor para o primeiro caso foi de 5133 lx e para o segundo caso 8764,9 lx que equivale a um aumento de 70,8% com a luz refletida pelo edifício em frente.

Para a componente de iluminação global temos no caso sem a obstrução o valor de 21332,9 lx e 16139,4 lx para o caso com obstrução. Isso significa uma diminuição de 24,3% da iluminância com o impacto do edifício na sua frente.

Após esta verificação, foi possível constatar que este valor mesmo com obstrução foi acima do recomendado que é no máximo 750 lx.

4.2. Ofuscamento

Os resultados para o cálculo de DGPs (em porcentagem) nos casos estudados, os resultados apresentaram as configurações conforme indicado na figura 10.

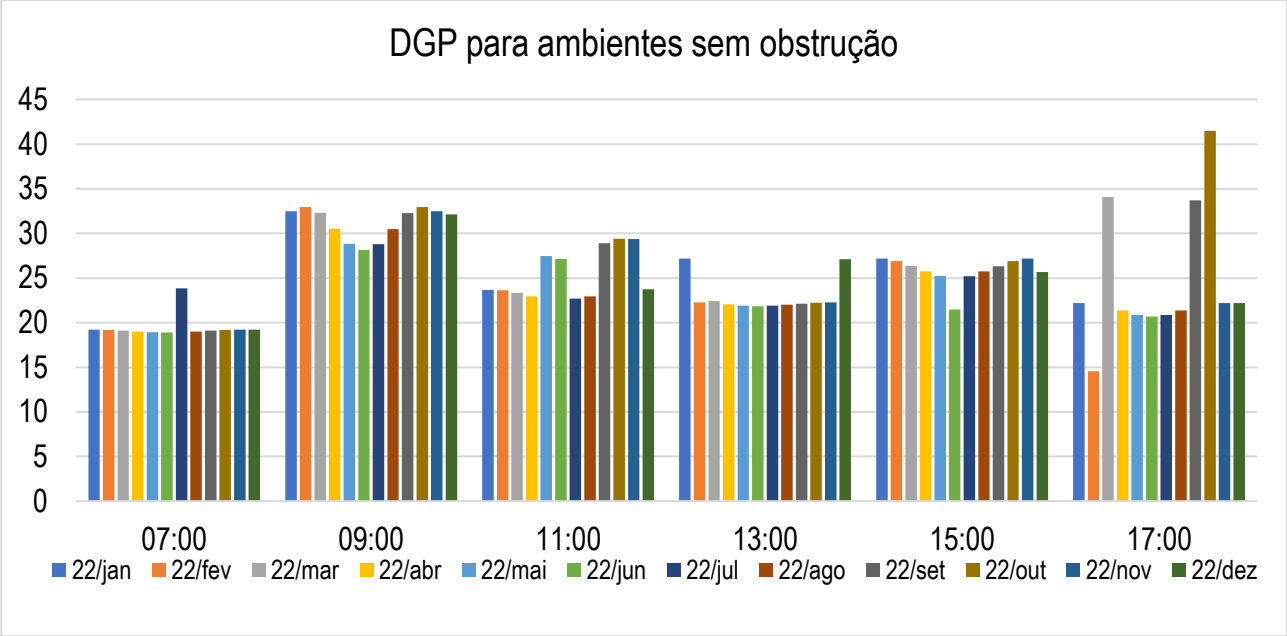


Figura 10 –Uniformidade Média Anual – UMA.
Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Na figura 9 temos o comportamento do DGPs para os 12 meses do ano nas 6 horas determinadas. Observamos uma grande variação das porcentagens ao longo do dia com o maior valor as 17:00 horas em outubro onde a porcentagem foi de 41,49% de probabilidade de ofuscamento que ultrapassa os 35% da zona considerada imperceptível, isso se deve a posição do pôr do sol em relação ao observador.

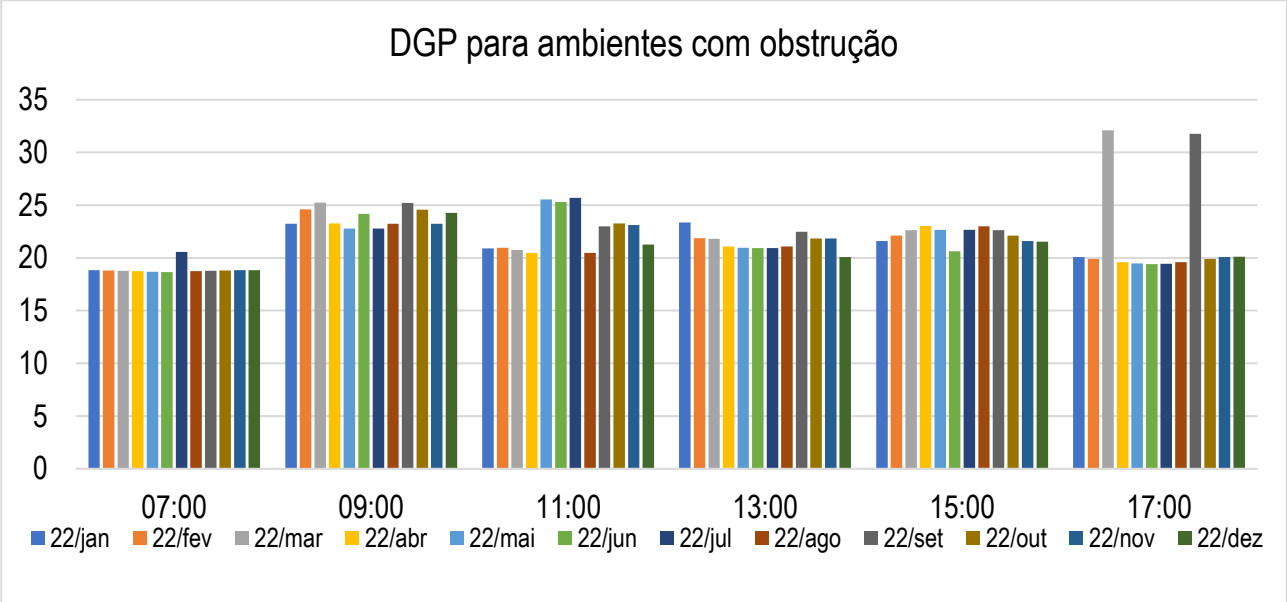


Figura 9 – Iluminância Média Anual - EMA.
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Para o caso em que há a obstrução com um edifício como mostra o gráfico 4, observamos que o valor e a variação da probabilidade de ofuscamento em relação às horas do dia e em relação aos meses do ano é

menor do que no primeiro caso, e a maior porcentagem observada foi no mês de março com o valor de 32,11% às 17:00 horas

5. CONCLUSÕES

Com os resultados analisados foi possível observar como se comportou a interação das fachadas das edificações estudadas e como o entorno influência nos parâmetros de iluminação natural

Primeiramente, para Iluminância Média Anual (EMA) a obstrução da fachada diminuiu a quantidade de luz global e de luz direta que atinge a fachada, por outro lado, aumentou a quantidade de luz refletida em todos os componentes.

Para os cálculos de DGPs, a edificação em frente a janela no ambiente estudado diminuiu as porcentagens de probabilidade de ofuscamento e tornou a variação ao longo do dia mais uniforme.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S. S. Influência de parâmetros físicos e geométricos no desempenho termoenergético de habitações unifamiliares. 2014. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

BECK, L. M.; PEREIRA, F. O. R.; SCALCO, V. A. Influência de diferentes configurações urbanas no desempenho da iluminação natural em ambientes internos da cidade de Florianópolis. In: Encontro nacional e latino-americano de conforto no ambiente construído, 11., 2019, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2019.

BELLIA, L, FRAGLIASSO, F AND STEFANIZZI, E. Daylit offices: A comparison between measured parameters assessing light quality and users' opinions", Building and Environment., vol. 113, pp. 92–106. 2017.

BRASIL. Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009. Brasília, DF: Subchefia para assuntos jurídicos, 7 jun. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11977.htm. Acesso em: 15 mai. 2020.

BRASIL. Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021. Brasília, DF: Subchefia para assuntos jurídicos, 26 de março de 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14118.htm. Acesso em: 09 set. 2022.

CABÚS, Ricardo C.; RIBEIRO, P. V. S. TropLux 7: Guia do Usuário. 1. ed. Maceió: Instituto Lumeeiro, 2015. v. 1. 116p

CARLUCCI, S, CAUSONE, F, DE ROSA, F AND PAGLIANO, L. A review of indices for assessing visual comfort with a view to their use in optimization processes to support building integrated design, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 47. Pp 1016–1033. 2015.

CAPELUTO, I. G. The Influence of the Urban Environment on the Availability of Daylighting in Office Buildings in Israel. Building and Environment, v. 38, n. 5, p. 745-752, may 2002.

ERIKSSON, S.; WALDENSTROM, L.; TILLBERG, M.; OSTERBRING, M.; KALAGASIDIS, A. S. Numerical simulations and empirical data for the evaluation of daylight factors in existing buildings in Sweden. Energies, v. 12, n. 11, p. 2200, 2019.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de Conforto Térmico.5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

HOPPE, S. B. A influência da legislação urbana na iluminação natural de edifícios: um estudo de caso em Domingos Martins - ES. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; GRANJA, A. D. The concept of desired value as a stimulus for change in social housing in Brazil. Habitat International, v. 35, n. 3, p. 435-446, 2011. Doi https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.12.002

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. Eficiência energética na arquitetura. 3.ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/PROCEL, 2014.

LARANJA, A. C. 2010. Parâmetros urbanos e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. 2010. 285 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LEAL, Lilianne de Queiroz; LEDER, Solange Maria. Iluminação natural e ofuscamento: estudo de caso em edifícios residenciais multipavimentos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 97-117, out. 2018.

MARDALJEVIC, J, ANDERSEN, M, ROY, N AND CHRISTOFFERSEN,J. Daylighting Metrics: Is There a Relation Between Useful Daylight Illuminance and Daylight Glare Probability?, Ibpsa-engl. Bso12, no September, pp. 189–196.2012.

PETERSEN, S.; MOMME, A. J.; HVIID, C. A. A simple tool to evaluate the effect of the urban canyon on daylight level and energy demand in the early stages of building design. Solar Energy, v. 108, p. 61-68, 2014

STRØMANN-ANDERSEN, J.; SATTRUP, P. A. The urban canyon and building energy use: urban density versus daylight and passive solar gains. Energy and Buildings, v. 43, n. 8, p. 2011–2020, Aug. 2011.

TRIANA MONTES, M. A. Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas. 2016. 473f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

WIENOLD, J.; CHRISTOFFERSEN, J. Evaluation Methods and Development of a New Glare Prediction Model For Daylight Environments With the Use of CCD Cameras. Energy & Buildings, v. 38, n. 7, p. 743-757, 2006.