

# Análise do Potencial de Aproveitamento de Luz Natural: estudo do Edifício Praça4, em Porto Alegre, Brasil.

*Análisis del uso potencial de la luz natural: estudio del edificio Praça4, en Porto Alegre, Brasil.*

## Sessão Temática: ST04. Ambiente construído, tecnologia e sustentabilidade

MORAES, Carmelina Suquerê de; Doutoranda; Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
carmelinasuquere@gmail.com

PERIN, Letícia de Andrade; Mestranda; Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
leticia\_.perin@hotmail.com

TORRES, Maurício de Carvalho Ayres; Doutor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
mauricio.torres@ufrgs.br

## Resumo

A luz natural está diretamente ligada ao bem-estar de quem a usufrui, apresentando benefícios físicos e mentais relacionados à exposição da luz solar. Nesse contexto, o presente estudo objetiva analisar o potencial de aproveitamento de luz natural em um edifício contemporâneo denominado Praça4, localizado em Porto Alegre – RS, sob a ótica das diretrizes normativas relacionadas a iluminação natural. Na metodologia, foi definido um ambiente interno padrão e utilizada a ferramenta de simulação computacional TropLux 8, em que foi analisada a Autonomia da Luz Natural Espacial (ALN), a Iluminância Média Anual (Em) e o Fator de Luz do Dia (FLD). As iluminâncias processadas seguem os padrões exigidos pela NBR 15215 (2005). Os resultados indicam que a disponibilidade de luz natural atende a norma brasileira, bem como os parâmetros da NBR 15275 (2013) e LM-83-12 (2012) demonstrando grande potencial de integração e aproveitamento para dentro dos recintos.

**Palavras-chave (3 palavras):** iluminação natural, bem-estar, simulação computacional.

## Abstract

Natural light is associated with the well-being of its users, presenting physical and mental benefits related to exposure to sunlight. In this context, the present study aims to analyze the potential for daylighting in a contemporary building called Praça4, located in Porto Alegre, RS, Brazil, from the perspective of normative guidelines related to daylighting. In the methodology, an indoor environment Standard was defined, and the TropLux 8 simulation tool was used to analyze the Spatial Natural Light Autonomy (ALN), the Average Annual Illuminance (Em) and The Daylight Factor (FLD). The illuminances processed follow the standards required by NBR 15215 (2005). The results indicate that the availability of natural light complies the Brazilian

standard as well as the parameters of NBR 15275 (2013) and LM-83-12 (2012) demonstrating great potential for integration and optimization inside the buildings.

**Keywords:** natural light, well-being, computer simulation.

## 1. Introdução

Estudos têm mostrado o quanto a iluminação natural possui papel fundamental na saúde do ser humano. Sérias consequências foram acarretadas para a saúde do usuário, devido à mudança da rotina de trabalho a partir do século XIX e com o surgimento de iluminações artificiais. Com a exposição prolongada à iluminação artificial e com o aumento das horas de trabalho em ambientes fechados, pioraram gradativamente casos de estresse, depressão, insônia, entre outras patologias.

Pasternak (2016) relata que a habitação e o meio ambiente têm profundo impacto na saúde humana. Estima-se que as pessoas passem entre 80% e 90% das horas do dia em ambientes construídos. Por conta disso, os riscos em relação à saúde nesses ambientes são de extrema relevância; muitas vezes, devido a diversos fatores, esses locais não possuem iluminações adequadas ou são supridas pelas artificiais.

É sabido que, para a realização de um projeto satisfatório, os valores de iluminância devem estar adequadas conforme as exigências das normativas brasileiras referentes à iluminação natural. Para análise e avaliação do desempenho luminoso de um ambiente existem normativas específicas que abrangem metodologias de medições e de simulações computacionais. A norma brasileira NBR 15215: Iluminação Natural (ANBT, 2005a, 2005b, 2005c) adota a iluminância como diretriz de avaliação da disponibilidade de luz natural pelo qual foi adotado nesta pesquisa.

Ribeiro e Cabús (2019) analisaram a influência da malha de pontos em índices de avaliação de desempenho de luz natural, seus resultados indicaram que a grade de pontos influencia na precisão das métricas estudadas baseadas nas diretrizes da NBR 15215 (2005), bem como nos parâmetros da LM-83-12 (2012), os autores utilizaram como a ferramenta o software TropLux.

Trapano (2019) analisou a quantidade e a qualidade da iluminação natural em sala de aula localizada no bloco D (sala 202) do edifício Jorge Machado Moreira - UFRJ, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e da Escola de Belas Artes, através de medições in loco e simulações. Nas suas simulações a autora utilizou o AGI-32 (simulação estática que expressa resultados na forma de valores absolutos de iluminância para horários e dias específicos) e LICASO (simulação dinâmica que produzem séries anuais de iluminâncias), ambos com licenças estudantis fornecidas pela empresa *Lighting Analysts*. Os resultados obtidos mostraram que apesar da sala de aula poder permanecer todo o dia com a luz artificial apagada, ela apresenta uma quantidade de luz acima do estabelecido pela norma. Através das simulações dinâmicas foi possível constatar também que a quantidade de iluminação

natural é excessiva durante o ano, influenciando no ganho de carga térmica no ambiente e gerando ofuscamento.

## 1.1 Iluminação Natural e Saúde

De acordo com o Professor Christian Cajochen (2007), diretor do Centro de Cronobiologia da Universidade de Basel, a luz pode ser utilizada para tratar doenças, sendo a primeira opção para tratar a depressão de inverno, “a Desordem Afetiva Sazonal (SAD) é uma forma de depressão em que os sintomas tipicamente se repetem todos os anos durante os dias mais curtos do outono e inverno e diminuem durante os dias mais longos da primavera e de verão”.

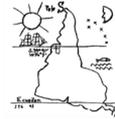
A construção civil é o setor que mais consome recursos naturais e energia elétrica, sendo também um dos principais responsáveis pelos resíduos sólidos na natureza (MARCHI; BOHANA; FERNANDEZ, 2018). A utilização passiva dos recursos ambientais e o planejamento sustentável têm amplas perspectivas no mercado da construção civil, cada vez mais edifícios estão sendo solicitados a otimizar seu uso. Recursos naturais e energia renovável a partir da luz solar são fatores de extrema importância no desenvolvimento da vida humana, promovendo múltiplos benefícios à saúde.

A iluminação natural está relacionada aos nossos processos biológicos e é a base para a sincronização do sistema do ritmo circadiano. De acordo com Arendt (2006) a exposição matinal à luz brilhante é relatada para estimular a produção tanto do hormônio luteinizante humano (LH) quanto do cortisol. Dessa forma, as condições de luminosidade e escuridão influenciam o sistema imunológico. A incidência de câncer de mama varia de acordo com a estação do ano e o sucesso da fertilização in vitro também varia de acordo com a temporada.

Estudos confirmam que após a incorporação da luz elétrica nas edificações, as atividades humanas deixaram de ser pautadas pela exposição solar. Há números de profissionais que passam a maior parte do seu tempo em ambientes internos fechados sem a presença da luz natural, impossibilitando o usuário de ter uma relação com os ciclos naturais de claro e escuro, como por exemplo, ambientes de trabalho em subsolo, ou grandes escritórios de planta livre, a autora também abordou outro caso de ambientes de escritórios altamente iluminados com luzes artificiais (MARTAU, p. 3, 2015)

Boyce (2003) relata os benefícios da luz natural aos idosos que, devido à idade, têm perdas tanto na visão, como também no ritmo circadiano. Doenças que surgem devido à idade, como Alzheimer, catarata, osteoporose ou câncer, onde a luz pode atuar como ferramenta terapêutica contra diversos sintomas. Os benefícios são inúmeros como, por exemplo, no emprego da fototerapia, que é terapia com luzes artificiais que podem estimular ou inibir a atividade celular.

Por outro lado, a luz artificial pode causar danos fisiológicos, químicos e biológicos, pois as pessoas passam, conforme já mencionado, grande parte de seus dias dentro de edificações, expostas a radiação eletromagnética da luz ultravioleta, visível e luz infravermelha, produzidas



por algumas lâmpadas incandescentes e fluorescentes, muito presentes em projetos escolares e de escritórios. A radiação ultravioleta (UV), por exemplo, também pode causar a fotoqueratite da córnea, uma reação fotoquímica que danifica temporariamente a córnea e causa uma dor intensa, opacificação da córnea, vermelhidão dos olhos, lacrimejamento, fotofobia, contração das pálpebras e sensação de presença de grãos no olho. Estas reações ocorrem devido a irradiância na faixa de comprimento de onda de 200 a 400 nm (nanômetros) com maior sensibilidade ao comprimento de onda em torno de 270 nm (BOYCE, 2003).

A falta de iluminação natural ao ser humano, interfere até mesmo no sistema imunológico (MARQUES *et al.*, 2010). Como foi constatado durante a pandemia COVID-19, ocorrida recentemente. As pessoas tiveram que permanecer em suas casas durante um longo tempo e vários setores, como escolas, escritórios e estabelecimentos comerciais foram fechados. Além das adaptações em relação aos espaços e equipamentos, a população também sofreu com a falta de espaços ventilados e iluminados em suas habitações. Um dos critérios para conter a disseminação do vírus foi a existência de luz natural nos espaços.

A maior parte da vitamina D é produzida pela pele, sendo mais de 90% pela exposição solar que, além de prevenir o desenvolvimento de doenças autoimunes, também pode ser utilizado no tratamento de afecções cutâneas. A vitamina D parece interagir com o sistema imunológico através de sua ação sobre a regulação e a diferenciação de células como linfócitos, macrófagos e células natural killer (NK), além de interferir na produção de citocinas *in vivo* e *in vitro* (MARQUES *et al.*, 2010).

Visto que a luz influencia no ritmo diário e no bem-estar dos seres humanos de forma fisiológica, psicológica e biológica, isto é, vão para além da visão do olho humano, onde existem fotorreceptores não visuais; as recomendações atuais para iluminação são puramente baseadas em critérios visuais. Como exemplo, a iluminação horizontal no plano de trabalho é o parâmetro dominante de design de iluminação de escritórios, mas este parâmetro não é relevante para estimulação não visual, onde a iluminação vertical (no olho) é importante (ARIES, 2005).

Dessa maneira, o emprego da iluminação natural deve estar presente não apenas a atender questões de legislações urbanas ou conforto visual, mas também possui uma importância maior pelo ponto de vista da saúde do usuário. Conforme pesquisas mencionadas, casos de depressão, estresse, fadiga pode ser aliviadas e até mesmo tratadas com seu emprego. Ao se projetar, o uso de simulação computacional pode ser aplicado como uma ferramenta crucial para simular a eficácia da entrada da iluminação natural nos ambientes, por ser possível gerar dados referentes a parcela de iluminância, autonomia de luz natural em ambientes que ainda não foram construídos e podendo trazer soluções ainda no período de concepção projetual.

## 1.2 Análise da Iluminação Natural

Com o objetivo de quantificar o potencial de disponibilidade de iluminação natural para dentro do ambiente, este artigo baseou-se em métricas nacionais e internacionais. A norma brasileira de iluminação apresenta metodologias tanto para medições in loco como para simulações. Para isso, ela mede a iluminância nos ambientes internos e trazem referências mínimas a serem atingidas. A iluminância é termo que descreve a medição da quantidade de luz que incide sobre uma determinada área de superfície plana, a norma brasileira NBR 15215: Iluminação Natural (2005) utiliza a iluminância como parâmetro de avaliação da disponibilidade de luz natural em ambientes construídos.

Neste trabalho foram analisados a Iluminância Média Anual (E), que nada mais são do que as médias dos valores de todos os valores de iluminância calculados na malha de pontos da área de trabalho ao longo dos 365 dias do ano e de dez horas do dia (8h30m às 17h30m). Baseada nas pesquisas de Ahadi et al. (2016), Ribeiro e Cabús (2019).

Outra métrica analisada foi o Fator luz do dia, que se refere à parcela de luz difusa oriunda do exterior que atinge o ponto interno de medida. Seu cálculo consiste na razão percentual entre a iluminância no ponto de referência e a iluminância externa disponível, sem a incidência da radiação direta do sol. A Norma 15575 (2013) traz referências quanto ao seu percentual conforme dependências. No caso do ambiente estudado é considerado dormitório - o valor mínimo obrigatório é de  $\geq 0,50$  %.

Para autonomia de Luz Natural (ALN) a sociedade de engenharia da iluminação americana a IES, a LM-83-12 que propõe como limite mínimo o valor de 300 lx durante pelo menos 50% do período de análise (IES, 2012). Vale ressaltar que este parâmetro descreve a suficiência anual dos níveis de luz natural em ambientes internos, levando em consideração uma malha de pontos. Já a NBR 15575(2013a) recomenda 120 lux de iluminância para construções habitacionais. Nesta pesquisa foram consideradas as três classificações da ALN estabelecidas pela LM-83-12: a) insuficiente – inferior a 55% da área de trabalho; b) aceitável – igual ou superior a 55% e abaixo de 75%; e c) favorável – igual ou superior a 75% da área de trabalho.

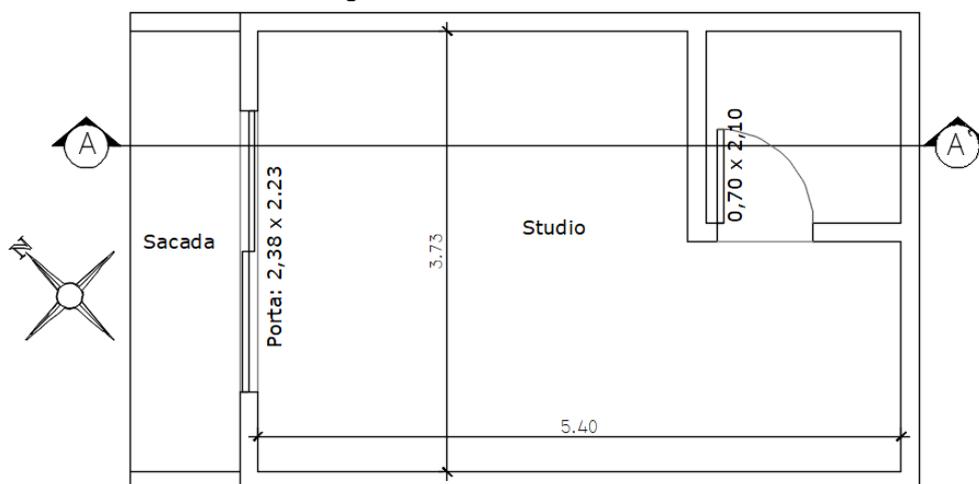
A NBR/ISO 8995 (2013) Trata somente de iluminação em ambientes de trabalho, esta não foi adotada nesta pesquisa por tratar-se de uma edificação habitacional. Dessa forma, estes parâmetros foram utilizados a fim de atender os objetivos desta pesquisa, podendo em segundo momento inserir métricas de eficiência energética como a Instrução Normativa do Immetro (INMETRO, 2021) para aprofundamentos da pesquisa.

Dessa maneira, este estudo avalia o potencial de aproveitamento de luz natural em uma edificação residencial localizada em Porto Alegre, RS, de acordo com os padrões exigidos pela NBR 15215 (2015), através da análise das características do projeto e de simulação computacional.



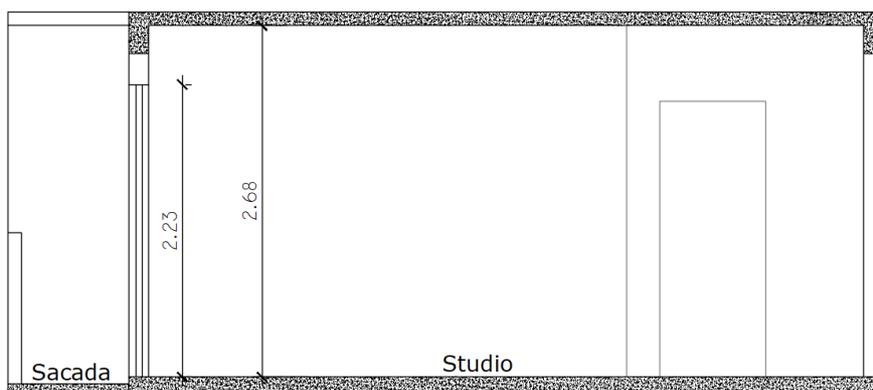
O *studio* selecionado é um dormitório com banheiro, possui largura de 3,73 m, profundidade de 5,40 m e pé direito de 2,68 m. Para as refletâncias das superfícies do ambiente interno e da sacada foram adotados os valores de 85% nas paredes, 85% no teto e 30% no piso, baseadas por Dorneles et al (2007). Por fim, os fechamentos transparentes possuem um coeficiente de transmissão de luz visível de 87%, correspondendo a um vidro simples incolor conforme Figuras 03 e 04. Vale ressaltar que este edifício não possui obstruções, sombreamentos ou vegetações em seu entorno que afetariam a incidência da radiação solar.

**Figura 3:** Planta Baixa do Studio



Fonte: Adaptado pelas autoras (2022).

**Figura 4:** Corte A do Studio



Fonte: Adaptado pelas autoras (2022).

## 2.2 Simulação Computacional

O programa adotado para simulação computacional foi o Troplux versão 8, pois permite simular o comportamento da iluminação natural em edificações nos trópicos. Conforme Cabús (2005) o software leva em consideração as características e propriedades das superfícies,

orientação e tipo de distribuição e nebulosidade no céu. Baseado no método Monte Carlo, no método do raio traçado e no conceito de coeficientes de luz natural.

Nas simulações foram consideradas as características climáticas de Porto Alegre - RS. Foi utilizado o céu de Distribuição Dinâmica de Luminância para a cidade disponível no TropLux 8, que leva em conta a probabilidade de ocorrência dos tipos de céu da cidade. Conforme adotado no estudo de Lins e Cabús (2021) a escolha da orientação a ser analisada baseou-se no estudo da trajetória solar aparente.

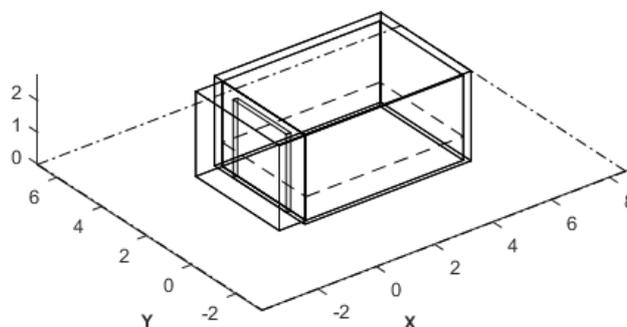
Selecionou-se a fachada noroeste, devido ao posicionamento da fachada principal e sacadas, conforme Figura 05. Os *studios* são quartos existentes nos pavimentos do 2º ao 7º andar, dessa maneira, selecionou-se um andar intermediário, 4º, para o estudo.

**Figura 5:** Planta Tipo



Foram simulados todos os dias do ano no intervalo das 7h30m às 17h30m, considerando uma malha de 0,30 m x 0,30 m, disposta num plano de trabalho a 0,75 m do piso de acordo com as recomendações da LM-83-12 (IES, 2012). No software TropLux 8 foi modelado um espaço a fim de identificar o potencial de aproveitamento da luz natural incidente para dentro dos ambientes, dessa maneira o banheiro dentro da modelagem foi descartado conforme Figura 6.

**Figura 6:** Representação tridimensional do Studio gerada pelo programa TropLux 8



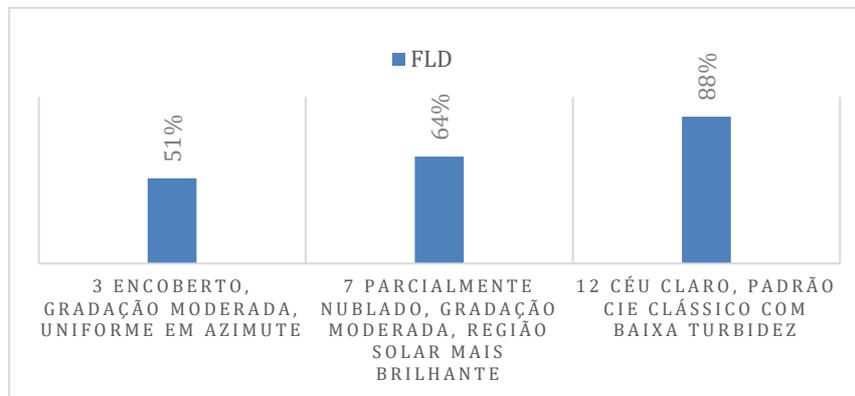
Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

### 3. Análise dos Resultados e Discussão

#### 3.1 Simulação Computacional

Primeiramente foram analisados os resultados quanto ao Fator Luz do Dia (FLD), nesta simulação foram considerados três tipos de céu a serem analisados, baseados na probabilidade real de ocorrência dos tipos de céu padrão CIE (CIE, 2002). O céu encoberto, de acordo com os termos meteorológicos, é aquele que possui nebulosidade<sup>1</sup> encobrindo-o em sua totalidade. Dessa forma, apesar de ser o pior cenário acerca da disponibilidade de luz natural, a porcentagem de FDL já atende a norma 15575 (2021).

**Figura 7:** Porcentagem de Fator luz do Dia de acordo com o tipo de céus no ambiente analisado



Posteriormente, foram simulados e analisados dados referentes a Autonomia de Luz Natural (ALN) e conforme as recomendações estabelecidas pela LM-83-12(2012). Os resultados foram aceitáveis, pois apresentou 66,7% de autonomia, possibilitando utilizar como critério de projeto o uso da iluminação natural.

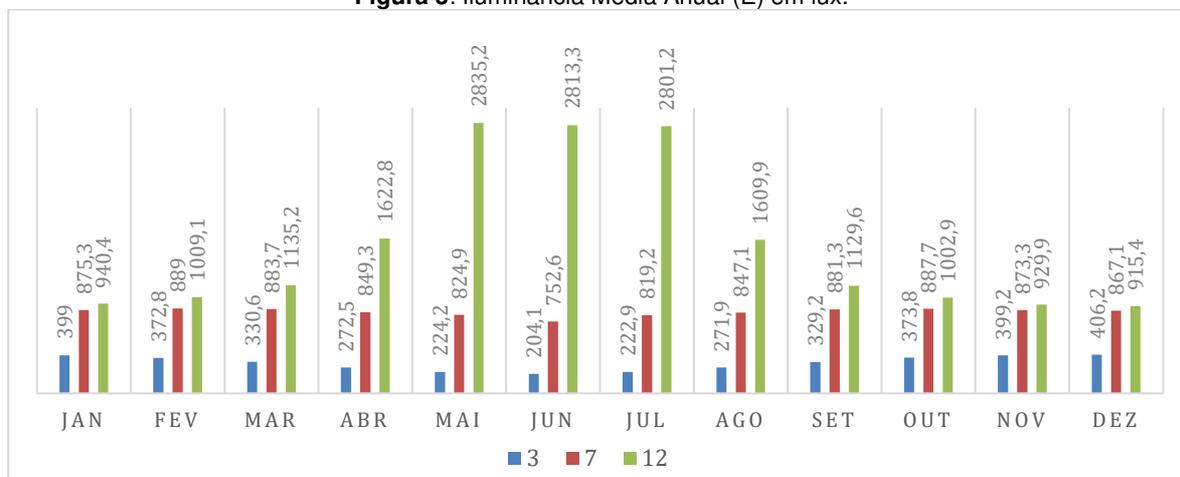
Quanto aos dados de iluminância, a Iluminância Média Anual foi simulada para três tipos de céu conforme padrão CIE (CIE, 2002):

- 3 - Encoberto, gradação moderada, uniforme em azimute,
- 7 - Parcialmente nublado, gradação moderada, região solar mais brilhante;
- 12 - Céu claro, padrão CIE clássico com baixa turbidez.

Conforme gráfico abaixo, os meses que apresentaram maiores iluminâncias foi para o tipo de céu 12, mais especificamente nos meses de maio, junho e julho.

<sup>1</sup> Relação entre a superfície do céu coberto pelas nuvens e a superfície total acima de um território.

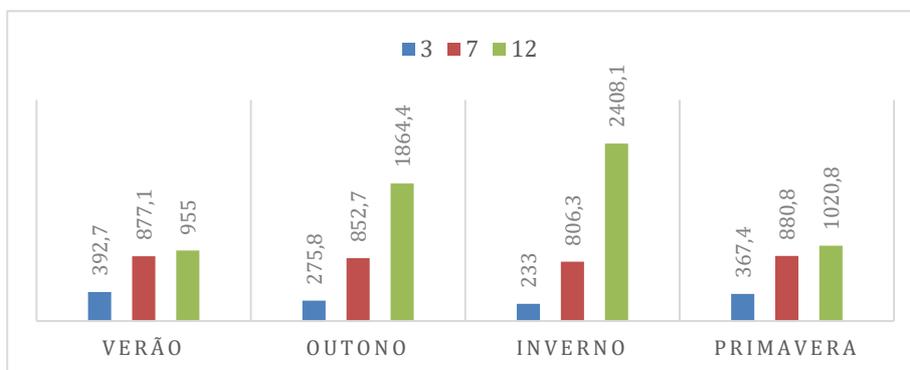
**Figura 5: Iluminância Média Anual (E) em lux.**



Para as iluminâncias de acordo com as estações do ano, predominam os maiores valores nos períodos de outono e inverno para o céu claro (12). Vale ressaltar que solstícios de inverno e verão são quando o sol, em seu movimento aparente na esfera celeste, atinge a maior declinação em latitude, medida na linha do equador. Ou seja, no solstício de verão, devido à declinação solar, a altura solar é maior e, em decorrência disso, o sol não penetra tanto no ambiente analisado quanto no inverno, em que sua altura é menor.

Conforme Figura 6, é possível identificar essa diferença significativa para o céu claro (12).

**Figura 6: Iluminância média nas estações no ano em lux.**



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Os resultados encontrados apontam que nas condições de céu parcialmente encoberto, predominante em Porto Alegre, os níveis de iluminância no ambiente são abundantes, o que reforça a necessidade do emprego de dispositivos de sombreamento, a fim de amenizar e controlar a incidência de radiação solar direta. No modelo simulado, a sacada foi considerada, porém mesmo com este elemento ela não está realizando o papel de sombreamento para o ambiente.

Diante dos resultados, comprova-se que o edifício Praça4 possui grande potencial de aproveitamento da luz natural e seu partido vem em conjunto das diretrizes estabelecidas

pelas normas referentes a iluminação natural, indicando que não há necessidade de fazer uso da iluminação artificial ao longo do dia.

#### 4. Considerações Finais

A proposta do edifício denominado Praça4, conforme autores do projeto, foi pensado como uma extensão da cidade, com seu percurso iniciando na calçada da Avenida José de Alencar e continuando por suas escadas e praças abertas até a porta dos *studios* e *duplex*. Ao pensar na sintonia entre natureza e obra construída, o projeto apresenta duas diretrizes importantes: o bem-estar de seus moradores e a sustentabilidade. Porém, em seu projeto, a fachada sudeste contradiz seu partido, pois nela não há qualquer sintonia com seu entorno. Tanto em questões ambientais de ventilações quanto na linguagem arquitetônica com a cidade, conforme pode ser observado na Figura 7.

**Figura 7:** Fotografia da fachada sudoeste do Edifício Praça4.



Fonte: Foto das autoras (2022).

No que tange ao aproveitamento da iluminação natural, o seu partido baseado em grelhas modulares e a sua subtração de alguns módulos permitindo a entrada da luz natural é uma solução satisfatória, pois nas simulações realizadas nos *Studios* pode-se comprovar seu atendimento aos critérios mínimos. Como sugestões acerca da luz natural, recomenda-se utilizá-la de maneira integrada com a artificial, de acordo com os resultados de iluminância ao longo do ano.

Diante do exposto, projetos que atendam tanto as condições de iluminação natural, quanto a saúde do usuário, continuam sendo desafios para a arquitetura contemporânea. No estudo de caso do projeto Praça4, pode-se perceber potencialidades de aproveitamento de luz natural, conforme apresentado nos resultados. Contudo, ainda possuem diretrizes a serem atendidas, já que seu partido não foi solucionado quanto a fachada sudoeste, que posiciona a obra de “costas” para a cidade.

## Referências:

AHADI, A. A.; KHANMOHAMMADI, M.; MASOUDINEJAD, M.; ALIREZAIE, B. Improving student performance by proper utilization of daylight in educational environments (Case study: IUST1 School of Architecture). *Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture*, v. 59, n. 1, p. 1-21, 2016.

ALBUQUERQUE, Milena Sampaio Cintra de; AMORIM, Cláudia Naves David. Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 12, p. 37–57, 2012.

ARIES, M. B. C. Human lighting demands: healthy lighting in an office environment. [s. l.], 2005. Disponível em: [https://research.tue.nl/en/publications/human-lighting-demands--healthy-lighting-in-an-office-environment\(3d0a2c50-d9d7-4b31-b422-8d174e016f69\).html](https://research.tue.nl/en/publications/human-lighting-demands--healthy-lighting-in-an-office-environment(3d0a2c50-d9d7-4b31-b422-8d174e016f69).html). Acesso em: 28 out. 2021.

ARENDDT, Josephine. Melatonin and human rhythms. *Chronobiol Int.* 2006;23(1-2):21-37.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-2: iluminação natural parte 2: procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-3: iluminação natural parte 3: procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2005b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-4: iluminação natural parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações: método de medição. Rio de Janeiro, 2005c.

BOYCE. **Human Factors in Lighting, Second Edition [PDF]**. [S. l.], 2003. Disponível em: <https://pdfroom.com/books/human-factors-in-lighting-second-edition/RPkNaJ35Xr>. Acesso em: 28 out. 2021.

CABÚS, R. C. TropLux: um sotaque tropical na simulação da luz natural em edificações. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO, 4.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Maceió, 2005. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2005.

CAJOCHEN, Christian. Alerting effects of light. **Sleep medicine reviews**, v. 11, n. 6, p. 453-464, 2007.

CIE. **CIE S 017/E:2020**. [S. l.]: International Commission on Illumination (CIE), 2020. Disponível em: <https://cie.co.at/publications/ilv-international-lighting-vocabulary-2nd-edition-0>. Acesso em: 5 maio 2022.

DORNELLES, Kelen Almeida; RORIZ, Maurício. Influência das tintas imobiliárias sobre o desempenho térmico e energético de edificações. *Anais do Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, n. 9, Ouro Preto, 2007, p. 165-174.

HOMMERDING, Mariana. Análise do impacto de novas estratégias de projeto no bem-estar dos usuários em uma edificação corporativa: O caso da Certificação Well e da Neurociência aplicada à Arquitetura.

IES. **Daylight in Buildings: A Source Book on Daylighting Systems and Components | Facades**. [S. l.], 2000. Disponível em: <https://facades.lbl.gov/daylight-buildings-source-book-daylighting-systems>. Acesso em: 29 out. 2021.

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

INMETRO. **Regulamentos do Selo, da Etiquetagem e Publicações Técnicas**. [S. l.], 2021. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={02A05065-372B-4133-B054-4369D8F37B3F}#1>. Acesso em: 4 jul. 2022.

International WELL Building Institute. *The WELL Certification Guidebook, Q1 2020*. Disponível em: <https://www.wellcertified.com/certification/v2>. Acesso em: 13 jul. 2022.

KOZEN, PIOREZAM. **Praça4: estratégias de sustentabilidade e conforto ambiental**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.hypestudio.com.br/post/praca4-arquitetura-sustentabilidade>. Acesso em: 2 jul. 2022.

LINS, Dandara L. M. S.; CABÚS, Ricardo C. A influência da incorporação da varanda ao ambiente interno no aproveitamento da luz natural na arquitetura residencial vertical no trópico úmido. **Cadernos Proarq**, Rio de Janeiro, n. 37, v. 2., p. 77-95, 2021.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; BOHANA, Mirela Carvalho Ribeiro; FERNANDEZ, José Luiz Borja. Gestão ambiental em resíduos sólidos: construções sustentáveis e ecoeficiência. **Sistemas & Gestão**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 118–119, 2018.

MARQUES, Cláudia Diniz Lopes *et al.* A importância dos níveis de vitamina D nas doenças autoimunes. **Revista Brasileira de Reumatologia**, [s. l.], v. 50, p. 67–80, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbr/a/5BcvSsQGhJPXXD8Q9Pzff8H/?lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2021.

MARTAU, B. O conceito da luz circadiana e suas implicações na arquitetura. **Anais da 67ª Reunião Anual da SBPC. São Carlos**, 2015.

NBR 15575. **NBR 15575-2021 - Desempenho térmico | Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. [S. l.], 2013. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/NBR15575-2020>. Acesso em: 2 jul. 2022.

PASTERNAK, Suzana. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 30, p. 51–66, 2016.

RIBEIRO, Pedro V. S.; CABÚS, Ricardo C. Análise da influência da malha de pontos em índices de avaliação de desempenho da luz natural. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 317-333, 2019.

TRAPANO, Patrizia Di. (2019). Análise dos níveis de iluminação natural em sala de aula através de medições e softwares de simulação GI-32 e Licaso: Estudo de caso localizado no Edifício Jorge Machado Moreira – UFRJ. Anais do XV ENCAC - Encontro Nacional do Conforto do Ambiente Construído e XI ELACAC – Encontro Latino Americano de Conforto do Ambiente Construído. João Pessoa, 2019.

TROPLUX. Manual Versão 6: Grupo de Pesquisa em Iluminação (GRILU) da Universidade Federal de Alagoas.