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

Desempenho da Iluminação Natural e Proposta de Adequação do Restaurante Universitário da UFS

Natural Lighting Performance and Proposed Adaptation of the UFS University Restaurant

Caroline Viana Rebouças
Universidade Federal de Sergipe | Aracaju| Brasil | vianareboucas2@gmail.com
Milenna Valeska Silva de Almeida
Universidade Federal de Sergipe |Laranjeiras| Brasil |milenna.almeida44@gmail.com
Pedro Vitor Sousa Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe |Aracaju | Brasil | pedrovsribeiro@academico.ufs.br

Resumo

O uso de iluminação natural em restaurantes influência na experiência dos usuários, seu apetite e bem-estar. O estudo tem como objetivo avaliar o desempenho da iluminação natural no Restaurante Universitário da Universidade Federal de Sergipe - RESUN/UFS. A metodologia envolveu medições in loco de acordo com as normas NBR 15215, num total de 137 pontos, e simulações computacionais usando o software TropLux 8. Foram avaliadas as métricas de EMA, UMA, ALN, IULN e CS. Os resultados, pela análise das métricas do fator de luz do dia e sua uniformidade, revelaram altos valores de iluminância na região aberta do mezanino. Essa observação é atribuída à extensão das esquadrias desde o piso até o pavimento superior, provocando iluminação excessiva nessa área específica. Os resultados das simulações corroboram o comportamento das medições in loco. As proposições de protetores solares nas aberturas dos pavimentos superiores visaram adequar o edifício, construído em 1980, a fim de permitir que o ambiente atenda aos requisitos de norma.

Palavras Chave: Iluminação Natural. Refeitório Universitário. Simulação Computacional.

Abstract

The use of daylight in restaurants influences user experience, appetite and well-being. The study aims to evaluate the performance of daylight in the Restaurante Universitário da Universidade Federal de Sergipe - RESUN/UFS. The methodology involved on-site measurements in accordance with NBR 15215 standards, at a total of 137 points, and computer simulations using TropLux 8 software. The Annual Average Illuminance and Uniformity, DA, UDI and CS metrics were evaluated. The results, by analyzing the daylight factor metrics and their uniformity, revealed high illuminance values in the open region of the mezzanine. This observation is attributed to the extension of the window frames from the floor to the upper floor, causing excessive illumination in this specific area. The results of the simulations corroborate the behavior of the on-site measurements. The proposed sunscreens on the upper floor openings

Como citar:
REBOUÇAS, C. V.; ALMEIDA, M. V. S.; RIBEIRO, P. V. S. Desempenho da Iluminação Natural e Proposta de Adequação do Restaurante Universitário da UFS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

were designed to adapt the building, which was built in 1980, so that the environment meets the requirements of the standard.

Keywords: Natural lighting. University Restaurant. Computer simulation.

INTRODUÇÃO

A busca pelo bem-estar e eficiência energética através da iluminação natural é um tema central na arquitetura contemporânea. Evitar a radiação direta, garantir luz suficiente para as tarefas visuais e eliminar problemas associados ao ofuscamento são fundamentais para promover o bem-estar dos ocupantes [1]. Além disso, a integração harmoniosa da edificação com a luz natural e seu entorno desempenham papel positivo na promoção de experiências sensoriais positivas [2].

A capacidade de aproveitar a luz do sol de forma inteligente reduz a dependência de iluminação artificial e influencia positivamente o bem-estar dos ocupantes. Neste contexto, estratégias de iluminação natural são importantes, buscando otimizar a entrada de luz solar nos espaços internos de maneira equilibrada. Desde a orientação e disposição do edifício até a seleção de materiais e dispositivos específicos de controle de luz, essas estratégias visam criar ambientes que beneficiam tanto os aspectos estéticos quanto os funcionais.

A luz do dia promove alterações no humor e no estresse, influencia as funções cognitivas e motivacionais, melhorando, assim, a capacidade de aprendizagem, além de que intervêm diretamente no ciclo circadiano dos seres humanos [3]. Quando se trata do setor de restaurantes, essa atenção continua válida por ser um ambiente que vai além da qualidade alimentar, mas do conforto de seus usuários durante a alimentação.

No caso de restaurantes universitários, mesmo com o tempo curto de permanência dos usuários, o manejo correto da luz natural se faz necessário, também, devido à categoria do público que ele atende; acadêmicos que diariamente realizam diversas tarefas e, portanto, precisam de uma iluminação adequada a cada atividade exercida, inclusive à alimentação. Para melhor adequação da luminosidade nos diversos ambientes é conveniente que se proporcione níveis mínimos de iluminação, como os definidos pela NBR 8995-1 [4]. Sendo assim, é possível reduzir ou até eliminar possíveis prejuízos que a falta ou excesso de iluminação possa causar aos indivíduos que utilizam este espaço de alimentação.

O Restaurante Universitário (RESUN) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) (Figura 1), localizado na cidade de São Cristóvão, desempenha um papel significativo ao oferecer refeições acessíveis e de qualidade para a comunidade acadêmica, sendo um objeto propício à análise.

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo avaliar o desempenho da iluminação natural no restaurante universitário de São Cristóvão, buscando

determinar se os níveis identificados proporcionam um ambiente adequado para sua finalidade. Por meio de modelagem e simulação computacional da edificação, pretende-se analisar criticamente os níveis de iluminação natural e seu impacto no conforto dos usuários, com o intuito de contribuir para a melhoria contínua do espaço e a promoção do bem-estar da comunidade acadêmica.

Figura 1: Fachada do RESUN-UFS



Fonte: os autores

METODOLOGIA

A metodologia foi definida nas seguintes etapas: 1) levantamento cadastral; 2) cálculo da malha de pontos; 3) medições in loco; 4) cálculos das métricas da luz natural; 5) modelagem da edificação e a simulação computacional; 6) Proposição de Adequação e 6) Cálculo das métricas melanóticas.

LEVANTAMENTO CADASTRAL E COLETA DE DADOS

Inicialmente foi realizado um levantamento cadastral do objeto de estudo para conferência das informações das plantas técnicas fornecidas pela UFS. Para essa verificação foi utilizada trena a laser modelo Bosch GLM-50, cujos dados foram posteriormente inseridos no programa AutoCAD®.

A partir da coleta de dados foi verificado que o RESUN-UFS é subdividido em vários setores, distribuídos em dois pavimentos. O primeiro pavimento inclui o hall de entrada, banheiros, sala de direção e coordenação, depósito, guarda-volumes, cozinha e o espaço com mesas e balcões destinados ao refeitório. O segundo pavimento é composto pelo ambiente de refeição, depósito, mezanino, secretaria e coordenação.

O ambiente selecionado para o estudo foi o de distribuição e consumo dos alimentos, ou seja, a área do refeitório, tanto no pavimento térreo quanto na área do mezanino (Figura 2), devido à considerável quantidade de janelas presentes no local e por ser o espaço de uso comum. No ambiente as esquadrias são majoritariamente pivotantes,

com algumas fixas, principalmente no segundo pavimento. São compostas por vidro transparente, algumas com películas, e estrutura em alumínio. As paredes são uniformemente pintadas de branco, com estruturas em concreto aparente e forro de PVC branco. O piso é revestido com granilite cinza claro. As mesas e cadeiras são predominantemente brancas e brilhantes, e os equipamentos destinados ao bufê são todos em alumínio.

Figura 2: Restaurante Universitário, sendo duas do térreo (à esquerda) e duas do mezanino (à direita)



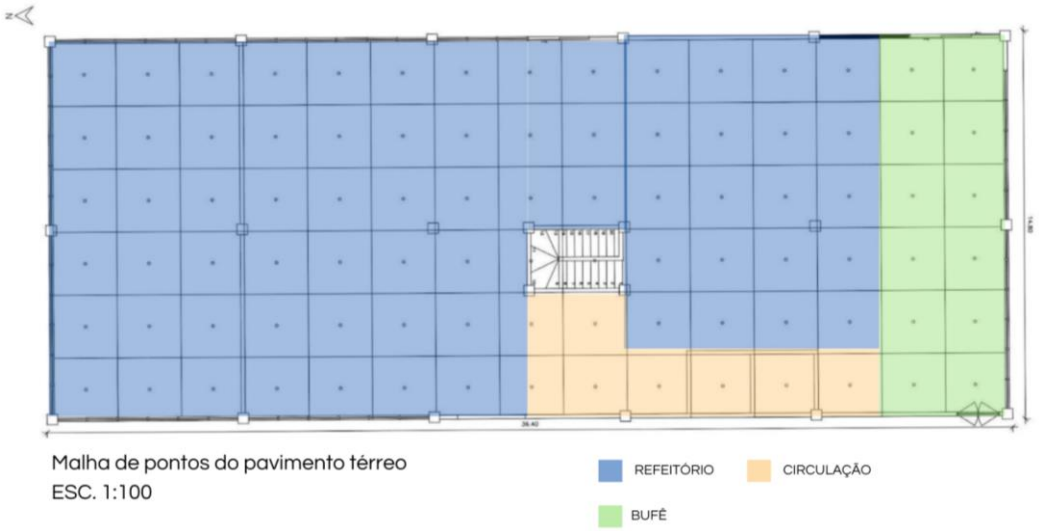
Fonte: os autores

CÁLCULO DA MALHA E MEDIÇÕES IN LOCO

Para a condução das medições de iluminação natural, foi calculada uma malha para o pavimento térreo e outra para o mezanino conforme a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 [4] e que atendesse também a norma NBR 15215-4 [5]. As medições foram realizadas no centro de cada setor, com um total de 90 pontos no térreo e 56 pontos no mezanino, utilizando um luxímetro modelo TM-202. Foram definidos três setores de planos de trabalho no térreo e um no mezanino (Figura 3 e 4) . As mesas de refeição e a área onde as refeições são servidas foram definidoras desses planos de trabalho, com alturas de 0,85 metros e 0,95 metros, respectivamente.

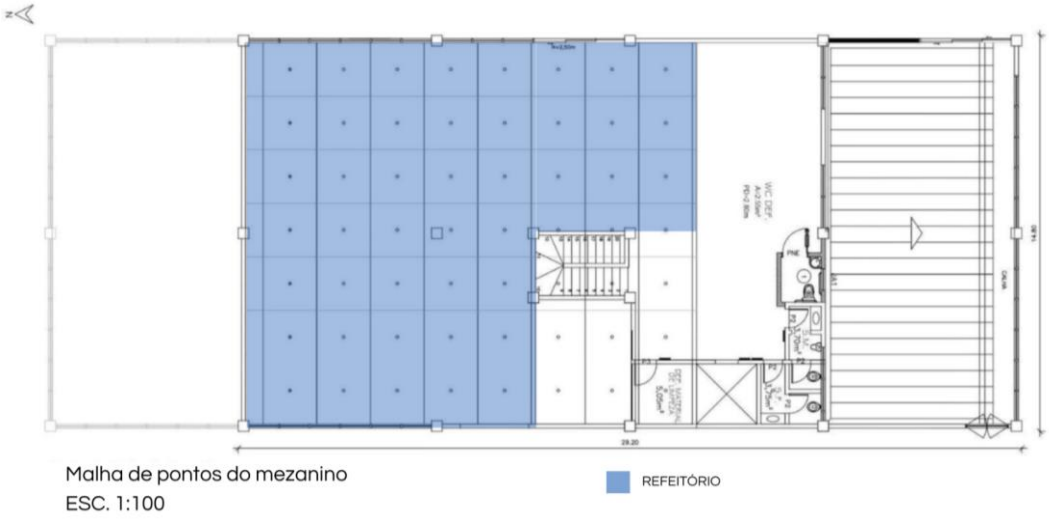
As medições foram realizadas no período da tarde, sendo necessário realizar de forma simultânea a medição do ambiente interno e externo a fim de calcular o Fator de Luz do Dia (FLD). As medições internas foram feitas em cada ponto da malha, enquanto a medição externa foi realizada em um ponto fixo ao ar livre (Figura 5). Para os cálculos de correção da iluminância externa as últimas medições foram realizadas em um local de céu desobstruído.

Figura 3: Malha de Pontos do Pavimento Térreo



Fonte: os autores

Figura 4: Malha de Pontos do Mezanino



Fonte: os autores

Figura 5: Medições in loco, sendo as medições no interior (à esquerda) e céu aberto (à direita).



Fonte: os autores

PLANILHA ELETRÔNICA E CÁLCULOS DAS MÉTRICAS

Para a análise dos dados coletados e sua comparação com os parâmetros de avaliação da iluminação natural foram criadas planilhas no programa Excel®. A partir dos valores medidos in loco nas planilhas, foi possível calcular o fator de luz do dia (FLD) e a uniformidade do fator de luz do dia. Além disso, esses valores permitiram a produção de mapas de superfície de curvas de IsoFLD no software Surfer®.

MODELAGEM DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Após as medições in loco, foi realizada a modelagem computacional (Figura 6) utilizando o software TropLux 8® [6], tanto na edificação quanto em seu entorno. Essa abordagem metodológica permitiu uma análise abrangente e detalhada do desempenho da iluminação natural no ambiente estudado. Para o modelo foram utilizados os valores de refletância das superfícies descritos na Tabela abaixo.

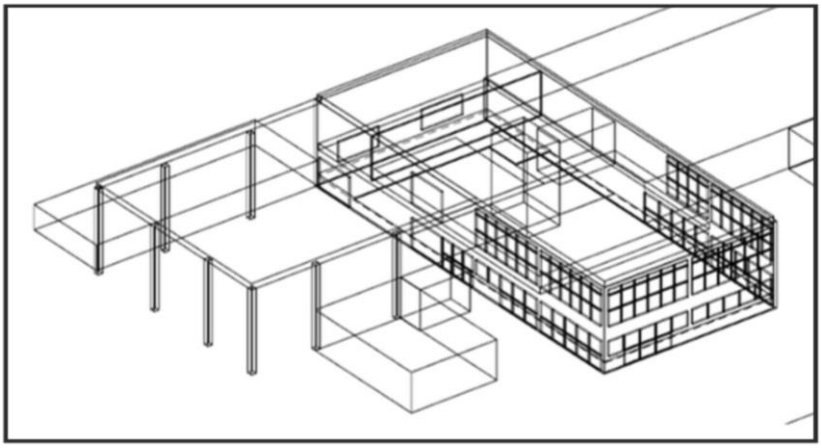
Tabela 1: Valores de Refletância dos Materiais.

Piso	0,40
Parede Interna Resun	0,85
Teto	0,85
Concreto Aparente	0,40
Piso Externo	0,25
Quadra de Esporte	0,15
Biblioteca	0,40
Edificil ao Norte	0,81
Edificil da Ditatica 01	0,81

Fonte: os autores

Os processamentos foram realizados todos os dias do ano, das 7h30 às 17h30 em passos de uma hora. Foi utilizado o Céu de Distribuição Dinâmica de Luminâncias (DDL) [7] para a cidade de Aracaju, pois não há dados climáticos para a cidade de São Cristóvão, como são cidades vizinhas os resultados são compatíveis com o clima encontrado.

Figura 6: Modelagem da Simulação Computacional no Troplux.



Fonte: os autores

Os dados foram analisados utilizando as métricas de iluminância média anual (EMA), autonomia da luz natural (ALN) [8] e iluminância útil de luz natural (IULN) [9]. A EMA foi escolhida por permitir a comparação entre diferentes ambientes. A ALN foi escolhida por permitir avaliar a conformidade do ambiente com os valores referenciais definidos. Por fim, a IULN permitiu avaliar situações de excesso de luz natural no ambiente, cujos valores de referência utilizados estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Descrição das zonas da iluminância útil de luz natural

Intervalo	Classificação	Denominação	Definição
E<100lx	Não atinge a faixa útil	Insuficiente (IULN-I) (*UDI-fellshort or UDI-f*)	Quantidade insuficiente como única fonte de iluminação, sendo necessária uma significativa contribuição de iluminação artificial.
100lx<E<500lx	Atinge a faixa útil	Suplementar (IULN-S) (*UDI-supplementary or UDI-s*)	Quantidade efetiva, entretanto, ainda necessitará de complementação artificial
500lx<E<3000lx	Atinge a faixa útil	Autônoma (IULN-A) (*UDI-autonomous or UDI-a*)	Faixa desejável de iluminação natural
E>3000lx	Excede a faixa útil	Excedente (IULN-E) (*UDI-exceeded or UDI-e*)	Excesso de luz natural que pode produzir desconforto visual ou térmico, ou ambos.

Fonte: [9] adaptado por [10]

Para realizar a simulação, foram utilizados os parâmetros definidos pela malha IES LM 83-12 [11], pois atende superiormente às métricas utilizadas para as malhas anteriores. Para a análise do ambiente, o plano de trabalho foi dividido por região, sendo três no térreo: a área do refeitório, bufê e circulação. No mezanino, temos apenas a região do refeitório, como demonstrado na Figura 3 e 4 acima.

Ainda utilizando a modelagem, foi possível realizar os cálculos do CS, medida validada para caracterizar um estímulo luminoso que influencia a supressão da melatonina humana e, consequentemente, o sistema circadiano de maneira mais ampla [12]. Para encontrar as iluminâncias necessárias foram criados planos verticais e opostos posicionados acima de cada mesa, das áreas de refeição, a uma altura de 1,2m, na altura do usuário sentado. Após os processamentos dos planos, os dados obtidos de

iluminância média anual foram aplicados na ferramenta CS *Calculator 2.0* [13] para gerar os valores de estímulo circadiano, dentro de uma escala de 0,1 à 0,7, onde aproximado de 0,1 ocorre menor supressão de melatonina e quanto mais próximo de 0,7, ocorre maior supressão de melatonina, em cada ponto definido.

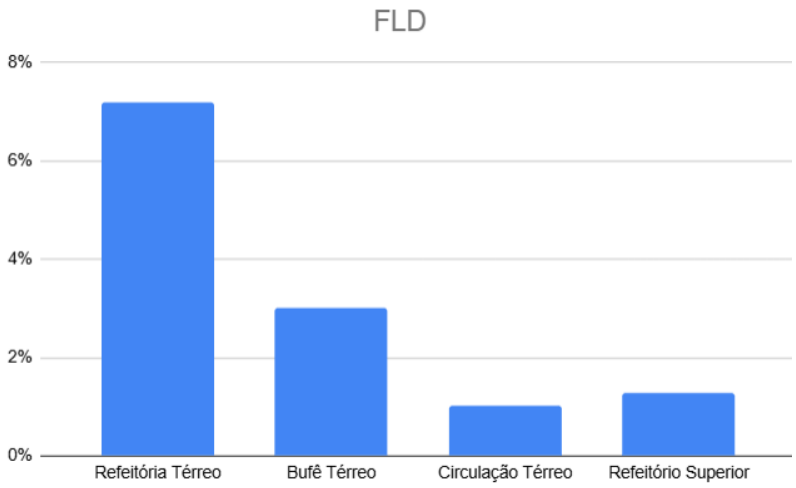
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados coletados durante as medições, a análise dos resultados pode ser dividida da seguinte forma: cenário real, a partir das medições in loco, cenário da simulação computacional, a proposição da estratégia para a iluminação natural na simulação computacional e a observação dos resultados de CS.

CENÁRIO REAL

Os dados de FLD médio para os setores do RESUN-UFS estão apresentados na Figura 7. Através do gráfico observa-se que o refeitório do térreo apresenta um elevado fator de luz do dia em comparação com as outras áreas do Resun. Os maiores valores foram registrados na região aberta do mezanino, devido às esquadrias que se estendem do piso até o pavimento superior, proporcionando uma abertura significativa para a incidência de luz. A incidência direta da luz sobre as mesas no lado oeste durante a tarde também contribui para esses altos valores, já que não há barreiras que impeçam essa incidência. No mezanino, os valores mais altos se encontram próximos à fachada norte.

Figura 7: Gráfico do Fator de Luz do Dia para os setores do RESUN-UFS



A partir do programa Surfer, foi possível também criar gráficos de superfície da iluminação natural do térreo e do mezanino (Figuras 8 e 9). Para a melhor compreensão dos resultados realizou-se a sobreposição dos gráficos sobre a malha de pontos desses pavimentos.

Figura 8: Gráfico de Superfície do Fator de Luz do Dia do Térreo

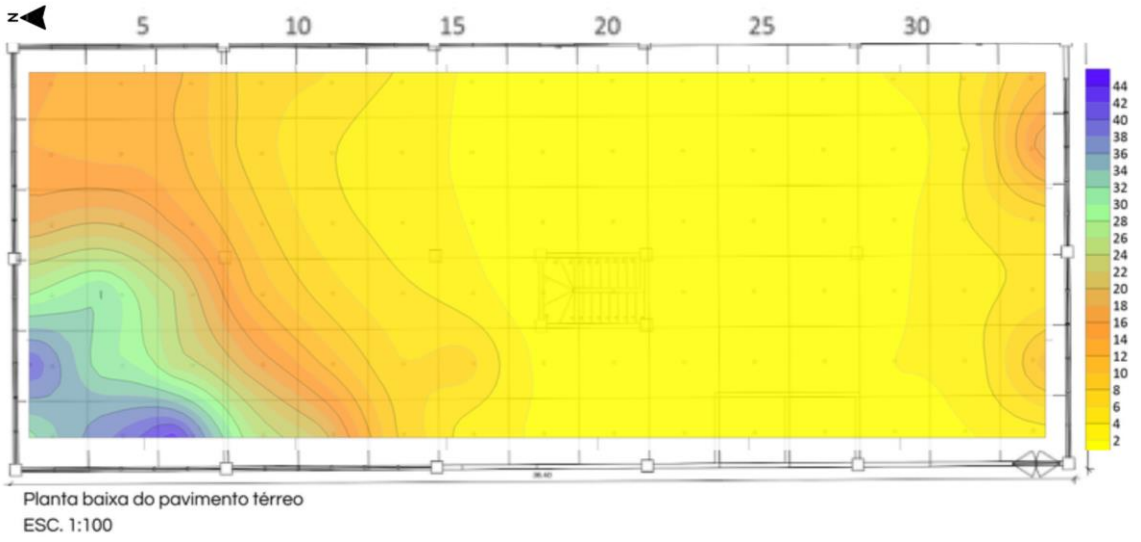
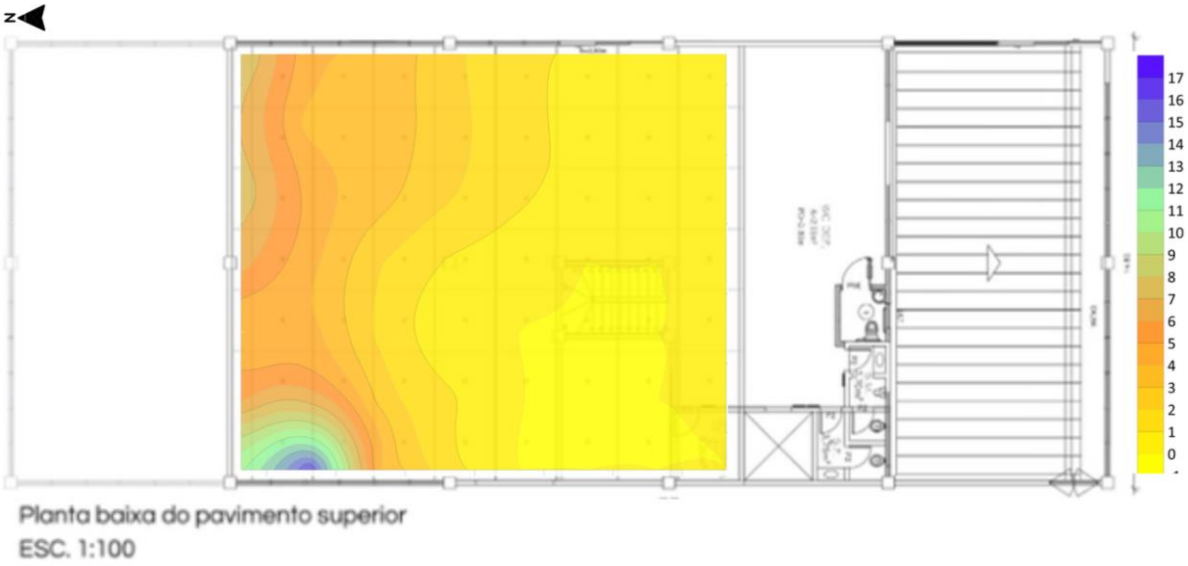


Figura 9: Gráfico de Superfície do Fator de Luz do Dia do Mezanino



Os ambientes de refeição devem atingir um fator de luz natural de no mínimo 2,0% [9]. Embora as normativas brasileiras não forneçam referências específicas para o uso de restaurantes, observa-se que a maioria das regiões atende a esse parâmetro, principalmente no pavimento térreo, onde os valores alcançam até 43% devido à incidência direta do sol.

Nesse contexto, a uniformidade do fator de luz do dia atingiu 9,61% no térreo e 3,69% no mezanino, com uma área conforme de 67,78% no térreo e 42,86% no mezanino. As áreas não conformes correspondem a 32,22% no térreo e 57,14% no mezanino. Esses resultados indicam que, globalmente, o ambiente de refeição no pavimento térreo atende ou excede os padrões estabelecidos para a iluminação natural em grande parte

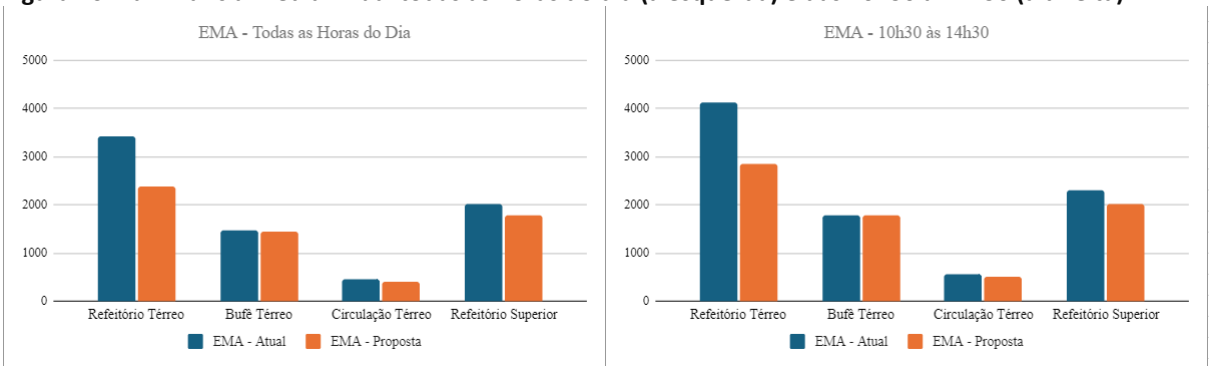
de sua área, enquanto o mezanino apresenta uma maior proporção de áreas que não atendem ao indicado pela normativa utilizada.

CENÁRIO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E A PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO

Para uma melhor análise das métricas, foram produzidos gráficos com os resultados da simulação computacional e da estratégia de adequação proposta, que foi a instalação de brises. A partir das visitas in loco, percebeu-se uma incidência direta do sol, principalmente na fachada oeste durante o período da tarde. Dessa forma, foi proposta a aplicação de brises apenas no pavimento superior, na fachada norte e nas laterais até o início do mezanino, para minimizar a iluminância excessiva nesta região.

A análise da iluminância média anual considerou, além dos horários estabelecidos, o período de uso apenas das refeições. Dessa forma, a partir dos gráficos observados na Figura 10, percebe-se um aumento da iluminância média no período restrito ao almoço, devido à radiação direta pelas aberturas. Além disso, os maiores valores de iluminância foram verificados na região do refeitório do térreo e do mezanino em ambos os gráficos.

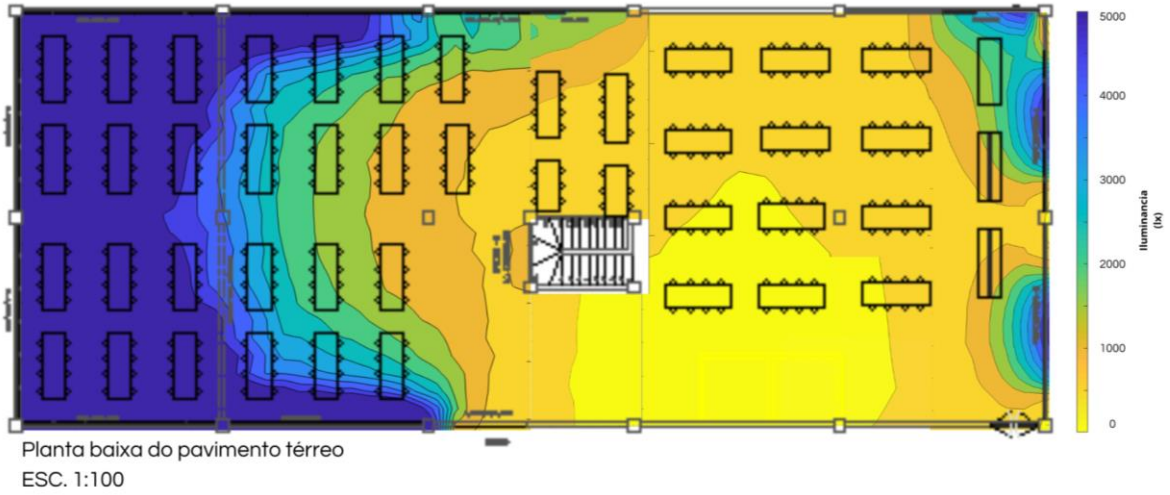
Figura 10: Iluminância Média Anual todas as horas do dia (à esquerda) e das 10h30 à 14h30 (à direita)



Fonte: os autores

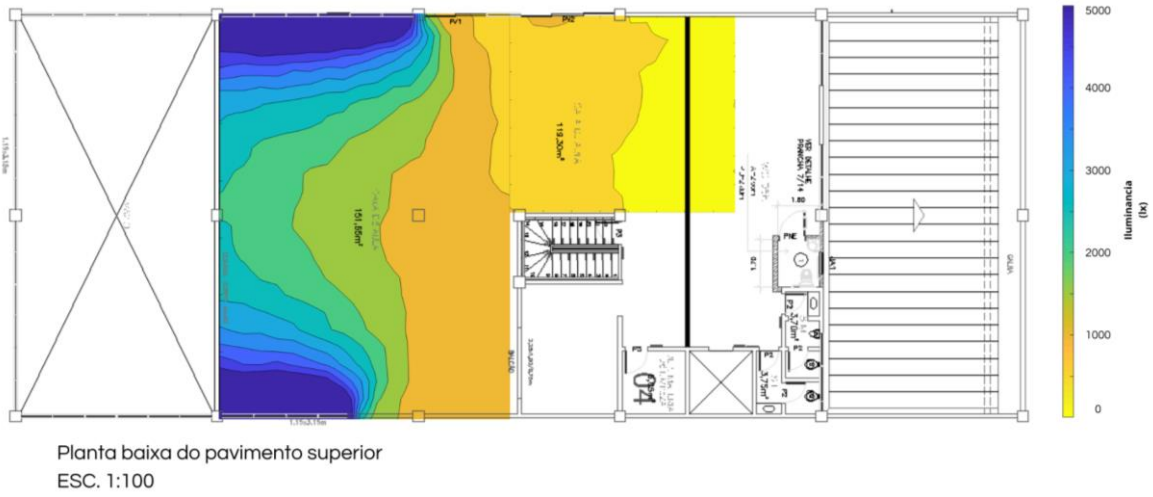
Os gráficos mostram ainda que a utilização dos brises reduziu a iluminância, principalmente nas áreas com mais exposição à luz natural e que dispõem de mesas para as refeições. Isso é demonstrado também nos gráficos de isocurvas de iluminância das Figuras 11 e 12, onde as regiões em azul escuro indicam uma maior quantidade de iluminação, chegando a 5.000 lx, valor que ultrapassa o considerado confortável para um ambiente mesmo que de curta duração. Observa-se ainda que a iluminância média para os horários de uso do ambiente estão abaixo de 3.000lx, indicando um melhor comportamento quanto à situações de ofuscamento ou de sobreaquecimento do espaço.

Figura 11: Isocurva de Iluminância do Pavimento Térreo



Fonte: os autores

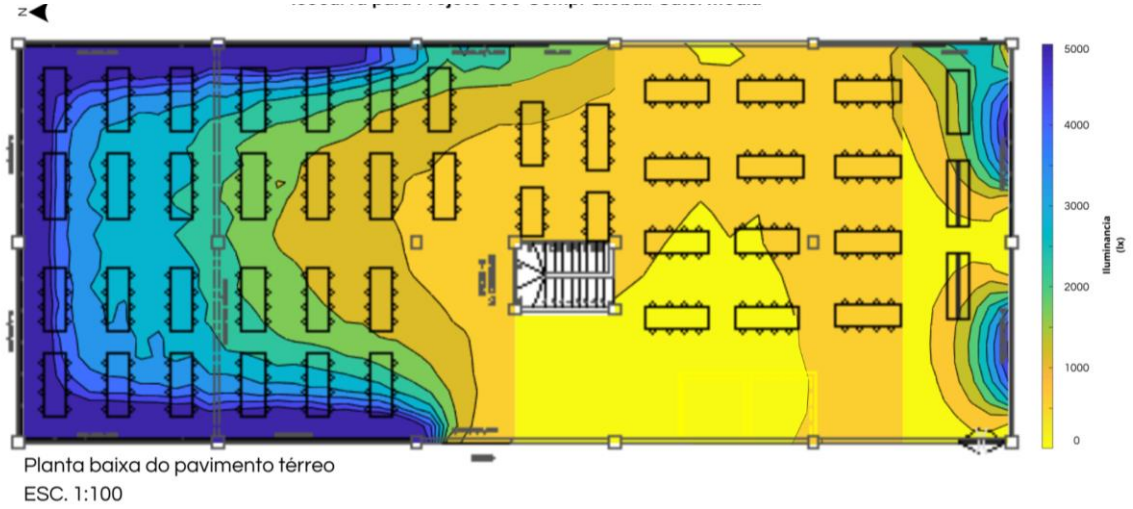
Figura 12: Isocurva de Iluminância do mezanino



Fonte: os autores

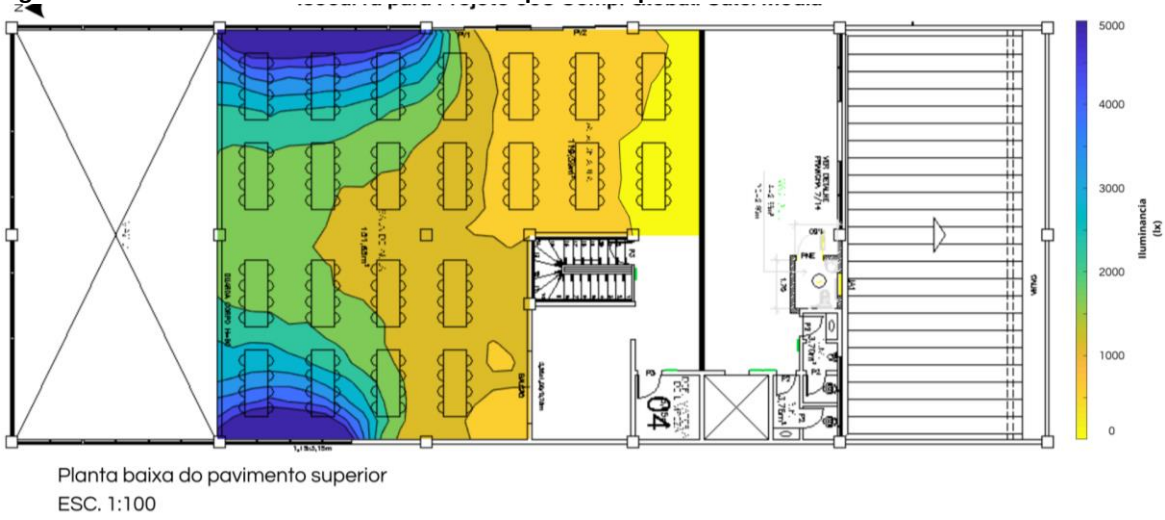
Nas Figuras 13 e 14 os resultados constam as isocurvas de iluminância com os brises na fachada norte e suas laterais, e é possível perceber uma redução nas áreas de valores extremos, reduzindo a possibilidade de situações de ofuscamento e de desconforto térmico, e com isso tornando assim o ambiente mais confortável para as refeições.

Figura 13: Isocurva de Iluminância do Pavimento Térreo para a Proposta



Fonte: os autores

Figura 14 Isocurva de Iluminância do mezanino para a Proposta

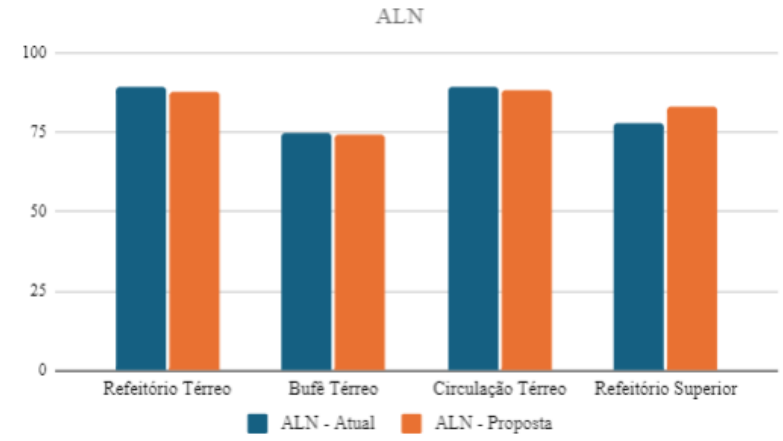


Fonte: os autores

A segunda métrica analisada foi a Autonomia de Luz Natural, cujos resultados são apresentados na Figura 15. Por meio deste gráfico é possível observar que todas as áreas, tanto do térreo quanto do mezanino, dispõem de mais de 60% de autonomia de luz natural. Destaca-se o refeitório, que apresenta um dos maiores valores, tanto na situação atual quanto na simulação com a utilização dos brises horizontais. Nota-se também que, com relação à proposta, o refeitório superior é o único que apresenta um aumento significativo dessa métrica com a adição dos brises.

Por fim, foram analisados os dados da Iluminância Útil de Luz Natural (IULN). A IULN consiste no percentual de horas do ano em que a iluminância se enquadra dentro de intervalos considerados úteis. De acordo com as zonas descritas no Quadro 1 acima, a faixa 3, com intervalo de 500 lx até 3000 lx, é considerada a faixa desejável para a iluminação natural. A faixa 2 também é útil, mas requer iluminação artificial para alcançar a autonomia da iluminância.

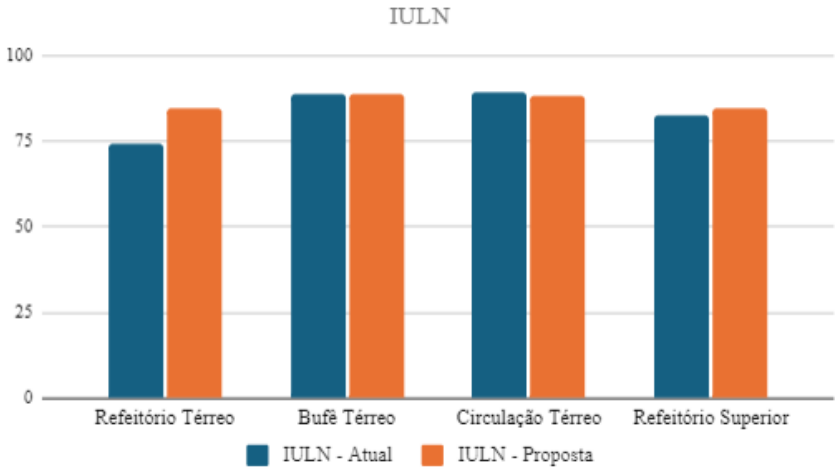
Figura 15: Autonomia de Luz Natural



Fonte: os autores

Na Figura 16, observa-se que apenas o plano de trabalho do refeitório não atinge o percentual de 80% de iluminância útil na situação atual, mas atinge esse valor com a proposta de adequação. É importante ressaltar que o ambiente do refeitório térreo apresenta uma iluminância que excede a faixa útil, conforme mostrado na isocurva da Figura 11. Esse excesso pode gerar desconforto visual e térmico para os usuários, agravado pela grande demanda de pessoas que frequentam o espaço, tornando a experiência desagradável, mesmo por um curto período de tempo.

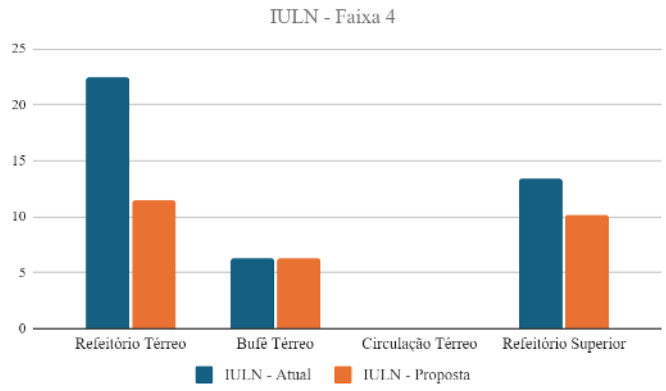
Figura 16: Iluminância Útil de Luz Natural



Fonte: os autores

Quando analisados os dados apenas para a faixa 4, mostrados na Figura 17, observa-se que os valores de excesso de luz são reduzidos com a inserção da proposta de brises na parte superior, principalmente nas regiões mais problemáticas, aquelas em que há incidência solar direta.

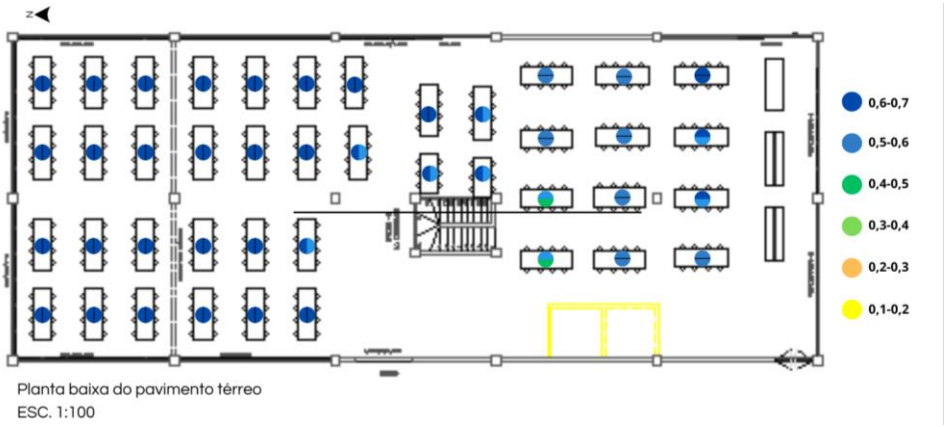
Figura 17: Iluminância Útil de Luz Natural apenas para a faixa 4 (>3000 lx)



ANÁLISE DA MÉTRICA CS

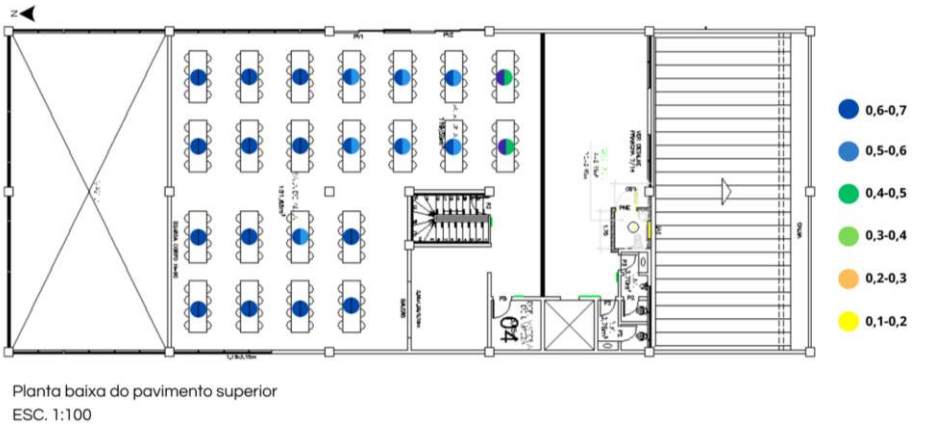
Sabendo que a iluminação natural influencia diretamente o ciclo circadiano dos usuários, é importante a análise do CS para o melhor entendimento da situação de conforto luminoso presente no restaurante universitário. Após os cálculos realizados, obteve-se majoritariamente valores de CS de 0,6 nas mesas mais próximas da fachada oeste, tanto no pavimento térreo quanto no mezanino, variando apenas entre 0,5 e 0,4 em áreas mais afastadas dessa fachada (Figura 18 e 19).

Figura 18: Mapeamento de CS do Pavimento térreo



Fonte: os autores

Figura 19: Mapeamento de CS do Mezanino



Fonte: os autores

Como parâmetro para esta análise adota-se que: para ambientes de longa permanência como os de atenção à saúde, ocorra a exposição por um tempo de uma hora a um CS de 0,3 ou mais nas primeiras horas do dia [10]. Adaptando essa norma ao presente estudo, deve-se considerar as características do Restaurante Universitário como sendo um ambiente de curta permanência com horários de funcionamento de 10:30 às 14:30, ou seja, que não é utilizado nas primeiras horas do dia. Dito isso, dentro de uma classificação das áreas como adequadas ou inadequadas ao estímulo circadiano, pode-se concluir que as regiões que apresentaram um CS de 0,4 a 0,6 podem ser classificadas como adequadas, enquanto as regiões que resultaram em um CS de 0,6 a 0,7 podem ser classificadas como inadequadas devido ao excesso de iluminação natural.

CONCLUSÃO

Considerando a importância de se ter uma iluminação adequada em ambientes voltados à alimentação, especialmente em restaurantes que atendem o público universitário. Com base nas medições in loco, foi possível criar um gráfico de superfície do fator de luz do dia. Observou-se que a área do refeitório do térreo apresenta um fator mais elevado em comparação aos outros ambientes. Isso se deve principalmente à grande quantidade de janelas presente nessa região, que, por não dispor de nenhum tipo de barreira que impeça a radiação solar direta, deixa o local desconfortável devido ao ofuscamento e à sensação térmica aumentada. Além disso, os resultados mostram que, no geral, o refeitório térreo atende ou excede os padrões de iluminação natural. Em contraste, no mezanino, há uma maior proporção de áreas que não atendem às referências de iluminação natural, evidenciando a necessidade de melhorias para alcançar os padrões desejados.

Quanto à análise feita com a simulação computacional, foi possível comparar a edificação como está atualmente com uma proposta de implementação de brises para minimizar a entrada excessiva de luz, principalmente no térreo, na região com pé direito duplo. Com essa estratégia, obteve-se uma melhoria nas métricas analisadas, trazendo o restaurante universitário dentro dos valores de referência para a iluminação natural.

No entanto, outras soluções poderiam ser exploradas para tornar o ambiente ainda mais confortável para seus usuários. A proposta de intervenção com brises não resolveu completamente os problemas de iluminação presentes no Resun. Portanto, uma sugestão para estudos futuros é a busca de alternativas de adequação do espaço, baseando-se nos dados levantados, que solucionem os problemas de iluminação e considerem também o conforto térmico. A arquitetura biofílica, que integra elementos naturais ao ambiente construído, pode ser uma possível abordagem para alcançar esses objetivos.

REFERÊNCIAS

[1] RAYNHAM, P. How can electric lighting contribute to human health and well-being? **Lighting Research and Technology**, vol. 53, no. 5, p. 515–522, 1 Aug. 2021. https://doi.org/10.1177/14771535211003264.Raynham, 2021

[2] VETTER, C.; PATTISON, P. M.; HOUSER, K.; HERF, M.; PHILLIPS, A.J.K.; WRIGHT, K. P.; SKENE, D. J.; BRAINARD, G. C.; BOIVIN, D. B.; GLICKMAN, G. A Review of Human Physiological Responses to Light: Implications for the Development of Integrative Lighting Solutions. **LEUKOS- Journal of Illuminating Engineering Society of North America**, 2021. https://doi.org/10.1080/15502724.2021.1872383.

[3] WIRZ-JUSTICE, A.; DEBRA, J.S.; MUNCH, M. The relevance of daylight for humans. **Biochemical Pharmacology**, Volume 191, 2021. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006295220305402

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

[5] ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4**: Verificação experimental das condições de iluminação natural interna - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2023

[6] CABÚS, R. C.; RIBEIRO, P. V. S.; BASTOS, O. M. K.; SILVA, L. F. **TropLux 8**. Titulares: Universidade Federal de Alagoas, Instituto Lumeeiro. BR512020002087-9. Criação: 10 set. 2019. Registro: 06 out. 2020.

[7] CABÚS, R. C. **Tropical daylighting**: predicting sky types and interior illuminance in North-east Brazil. 2002. 288p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade de Sheffield. Sheffield, Inglaterra, 2002

[8] IES - ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **The lighting handbook: Reference & Applications**. New York: Illuminating Engineering Society of North America. 10 ed., 2011.

[9] MARDALJEVIC, J; HESCHONG, L; LEE, e. Daylight metrics and energy savings. **Lighting Research & Technology**, v. 41, n. 3, p.261-283, 2009.

[10] RIBEIRO, P. V. S. **A malha de pontos de simulação e o cálculo das métricas de avaliação de desempenho da luz natural**: Estudo e proposta de distribuições não uniformes. 2020. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020

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

[12] REA, M. S.; FIGUEIRÓ, M. G. Light as a circadian stimulus for architectural lighting. **Lighting Research & Technology**, [s. l.] 10.1177/1477153516682368, v. 50, n. 4, p. 497–510, 2016. <http://doi.org/10.1177/1477153516682368>.

[13] Icahn School Of Medicine At Mout Sinai - Light And Health Research Center. **CS Calculator 2.0**. 2024. Disponível em: https://cscalc.light-health.org/. Acesso em: 27 maio 2024.

[14] BREEAM - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD. BREEAM UK. New Construction 2018. Londres: BRE, 2018.

[15] FREITAS, J. Iluminação Integrativa: análise de sala de terapia renal substitutiva. Orientadora: Prof.ª Dra.ª Andrea Coelho Laranja. 2023. Dissertação

(Mestrado)-Arquitetura e Urbanismo, Centro de Artes, Universidade Federal do Espirito Santo, Vitória-ES, 2023