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

Análise das Condições de Conforto Luminoso em Edifício Histórico: Estudo no Campus Laranjeiras da Universidade Federal de Sergipe

Analysis of Light Comfort Conditions in a Historic Building: Study at the Laranjeiras Campus of the Federal University of Sergipe

Clarice Mendes Cavalcante Barros
Universidade Federal de Sergipe| Laranjeiras| Brasil | Claclamcb@gmail.com
Pedro Vítor de Sousa Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe| Laranjeiras| Brasil | pedrovsribeiro@gmail.com
André Valmir Saugo Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe| Laranjeiras| Brasil | andrecivilutfpr@gmail.com

Resumo
Para a adequação de edifícios históricos a novos usos, uma das medidas adotadas é o emprego de iluminação artificial, situação que pode ser observada nas salas de aula do Campus Laranjeiras (UFS), edifício do séc XIX, tombado em 1995. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é avaliar as condições da iluminação artificial das salas de aula do CampusLar-UFS. Para tanto, foram realizadas medições *in loco* de iluminância em 817 células, bem como simulações computacionais no software DiaLux® para propor possíveis adequações e verificação das métricas melanóticas. Os resultados apontam que das treze salas de aula estudadas, quatro atenderam ao requisito normativo de iluminância e apenas uma ao requisito de uniformidade, possivelmente pela quantidade insuficiente de luminárias, pé direito alto e do forro de madeira escura. As simulações apontaram que a mudança das lâmpadas, com fluxo luminoso e uma potência maior, e temperatura de cor neutra, resulta em um melhor desempenho dos ambientes.
Palavras-chave: Iluminação Artificial. Salas de aula. Edifício histórico.

Abstract
One of the solutions for adapting historic buildings to new uses is the use of artificial lighting, a situation that can be observed in the classrooms of the Laranjeiras Campus (UFS), a 19th century building listed in 1995. In this context, the aim of this article is to assess the artificial lighting conditions in the classrooms of the CampusLar-UFS. To this end, on-site illuminance measurements were carried out on 817 cells, as well as computer simulations using DiaLux® software to propose possible adjustments and verify melanotic metrics. The results show that of the thirteen classrooms studied, four met the normative requirement for illuminance and none met the requirement for uniformity, possibly due to the insufficient number of luminaires, high ceilings and the dark wood ceiling. The simulations showed that changing the lamps, with a higher luminous flux and power, and a neutral color temperature, results in better room performance.

Como citar:
BARROS, C. M. C.; RIBEIRO, P. V. S.; RIBEIRO, A. V. S. Análise das Condições de Conforto Luminoso em Edifício Histórico: Estudo no Campus Laranjeiras da Universidade Federal de Sergipe. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Keywords: Artificial lighting. Classrooms. Historic building.

INTRODUÇÃO

As condições ambientais influenciam na saúde e no bem-estar dos seres humanos, sendo a exposição à luz do dia um agente fundamental para todos os processos que tornam possível ao cérebro relacionar-se com o meio ambiente [1]. Nesse sentido, a iluminação influencia no desempenho cognitivo, físico e na qualidade do sono, fatores importantes para a realização de atividades acadêmicas. Desse modo, a concepção projetual de um ambiente deve considerar a promoção de iluminação suficiente para a tarefa visual desenvolvida, de forma a dispor de condições para a permanência dos usuários de modo agradável e confortável [2], obtidos através da presença de um maior contraste de luminâncias, e de uma melhor diferenciação de cores [1].

Além disso, é comprovado que iluminação é reguladora do ritmo circadiano, seja ela adequada ou não, dado que a variação das características da fonte luminosa ao serem recebidas como estímulos visuais pelos fotorreceptores, em especial o ipRGC (*photosensitive retinal ganglion cells*), interferem na produção do hormônio melatonina e cortisol [3]. A produção da melatonina, hormônio responsável pela indução ao sono, por exemplo, é suprimida com maior intensidade por iluminação com alta temperatura de cor, sendo considerada um marcador de ritmo da estrutura temporal circadiana [4][5]. Nesse sentido, a iluminação artificial pode impactar o ritmo circadiano e provocar danos à retina, principalmente quando há concentração de energia nos comprimentos de onda curtos relativos à luz azul, presente em lâmpadas de LEDs, desencadeando estresse e problemas adjuntos pela supressão de melatonina[6].

As características da iluminação que afetam o sistema circadiano diferem daquelas que afetam a visão. O ciclo circadiano necessita de quantidades de luz até 20 vezes superiores ao que o sistema visual requer para sua ativação [5]. Outro fato importante é que uma exposição à luz fria gera uma redução na produção de melatonina com menos iluminância do que a luz quente [7].

Em espaços de ensino, a presença de uma boa iluminação é parte integrante do processo de aprendizado, onde a promoção de conforto visual se mostra importante, auxiliando nas tarefas visuais desempenhadas durante a aprendizagem, como leitura e escrita. Ademais, níveis de iluminação insuficientes podem acarretar danos à saúde e baixo desempenho, uma vez que a luz interfere na percepção do espaço e consequentemente na qualidade de vida dos usuários [8].

Quando a instituição de ensino funciona em um edifício histórico restaurado e adaptado para receber novos usos, a importância de um bom projeto de iluminação (ou luminotécnico) ganha outra dimensão, uma vez que deve se ater à promoção de conforto visual para as atividades estudantis e respeitar a ambiência histórica do lugar. É comum a introdução da iluminação e ventilação artificial como estratégias complementares para que as atividades possam ser realizadas [9].

As salas de aula do Campus Laranjeiras (CampusLar) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), apresentam a mesma problemática [10]. Nesse contexto, a pesquisa acerca do conforto luminoso no CampusLar com enfoque em iluminação artificial, que gerou esse artigo, parte da compreensão do objeto de estudo como sendo uma edificação histórica restaurada e que recebeu novos usos, em que há uma evidente dependência das salas de aula de iluminação artificial.

O objetivo do artigo é avaliar as condições de iluminação artificial nas salas de aula da UFS - CampusLar utilizando os parâmetros normativos brasileiros. Foram ainda sugeridas intervenções nos casos de inadequações, visando o conforto visual dos usuários e os efeitos da luz artificial na manutenção saudável do ritmo circadiano.

METODOLOGIA

ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO

O Campus de Laranjeiras, da Universidade Federal de Sergipe, está localizado no município sergipano de Laranjeiras, de clima tropical quente e úmido. A cidade teve seu perímetro histórico tombado entre 1995 e 1996 [10]. Em 2009, o conjunto do "quarteirão dos trapiches" e o Casarão de Oitão da República, composto por edificações do século XIX, tiveram intervenções do Programa Monumenta/Iphan para restauro [11]. O projeto contou com a inserção de iluminação e ventilação artificial em todas as salas de aula, respeitando as limitações para a preservação da historicidade do espaço.

Os ambientes estudados foram seis laboratórios (sala 102, 109, 110, 111, 112, 205), duas salas de pranchetas (207 e 201) e cinco salas de aula comuns (206, 204, 203, 202, 101). Deste total, seis estão no pavimento térreo (109, 110, 111, 112, 101, 102) (Figura 1) e sete no superior (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207) (Figura 2).

Figura 1: Planta das salas de aula do CampusLar no pavimento térreo

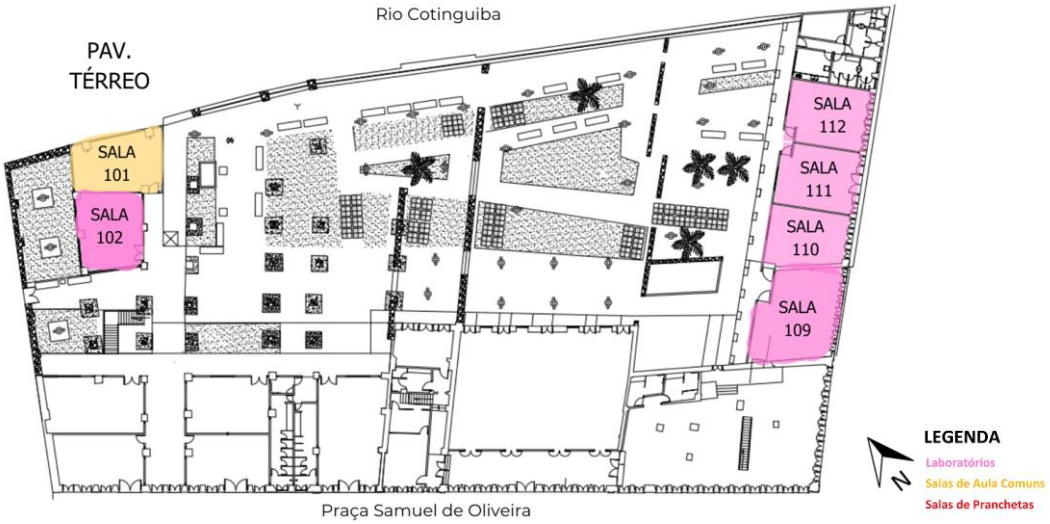
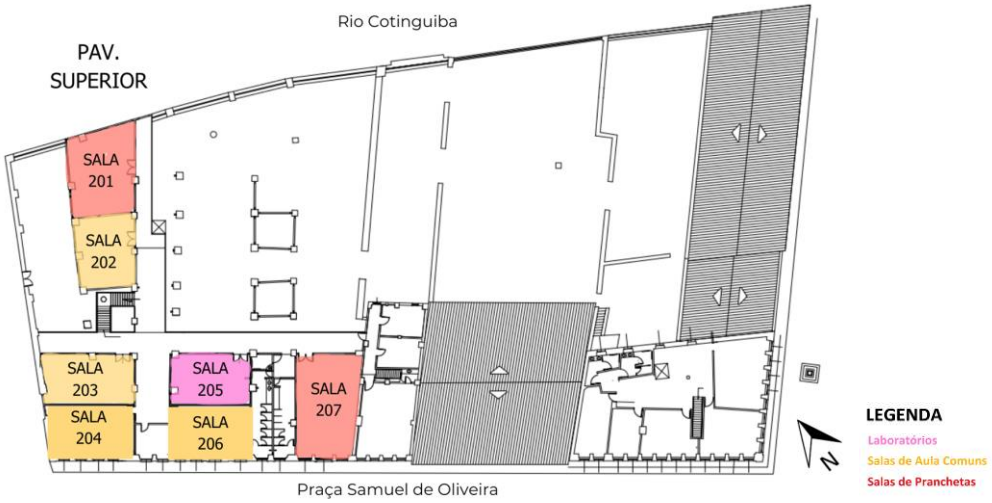


Figura 2: Planta das salas de aula do CampusLar no pavimento superior



As salas possuem piso bege claro, paredes brancas e teto em madeira escura, com exceção das salas 101 e 109 (forro em gesso branco). As esquadrias originais do edifício são de madeira pintada em azul, já as portas adicionadas posteriormente são em madeira na cor bege claro. As janelas basculantes de alumínio, voltadas ao pátio interno, se encontram cobertas com uma película plástica escura nas salas que a possuem. Esses ambientes permanecem com suas janelas fechadas durante as atividades acadêmicas devido a falta de isolamento acústico, principalmente em relação a praça Samuel de Oliveira voltada para a fachada noroeste (Figura 1 e 2), de movimento considerável, e portanto, se trata de uma fonte de ruídos.

Há a presença de estruturas em pedraria em algumas salas, sejam pilares ou paredes, remanescentes da edificação original (Figura 3). Em todas as salas o pé direito encontrado foi maior que 3,60 m, com exceção da sala 102, com 3,40 m, da 109 com 2,95 m e da sala 110 com 2,99 m.

Figura 3: Levantamento Fotográfico das salas de aula do CampusLar



Todas as salas possuem luminárias de sobrepor com aletas (com exceção das salas 109 e 207, que não possuem luminárias revestindo as lâmpadas (Figura 3)) com iluminação direta e utilizam lâmpadas do tipo tubular de 120 cm. Foi notada uma dificuldade em identificar as características das lâmpadas utilizadas, tendo em vista a quantidade de manutenções não documentadas na edificação, resultando em lâmpadas queimadas mantidas com aquelas que estão funcionando (Figura 4).

Figura 4: Luminárias da sala 112 com uma das lâmpadas queimadas

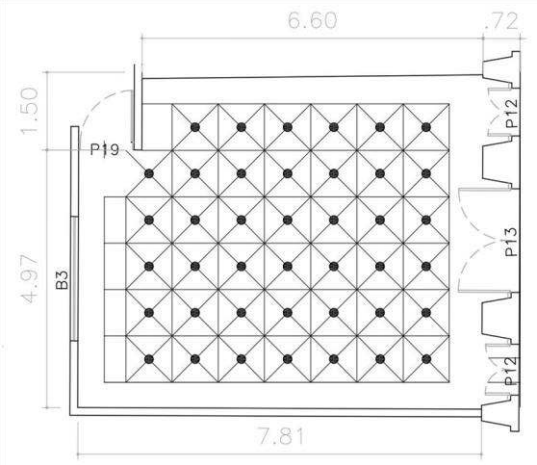


Foi possível encontrar as informações das lâmpadas utilizadas na sala 207[1] devido a recente manutenção, sendo estas tubulares de LED com 18W de potência, 1980 lm de fluxo luminoso e temperatura de cor de 6500K (não indicada para ambientes de ensino [12] (Figura 3). Vale destacar que foram encontradas na documentação de licitações realizadas pela UFS dados das lâmpadas adquiridas, onde foi possível observar apenas um tipo para todas as salas em todos os campus.

LEVANTAMENTO CADASTRAL E MEDIÇÕES IN LOCO

Foi realizado levantamento cadastral para calcular a malha de pontos de medição em cada sala, segundo a NBR 8995-1 [13], totalizando 817 pontos de medição. Um exemplo de posicionamento dos pontos é apresentado na figura 5.

Figura 5: Malha de pontos da sala de aula 111



Foi realizada a medição com luxímetro, modelo HMLDL-201, na altura do plano de trabalho, sendo este de 0,75 m para as salas 101, 102, 110, 111, 112, 202, 203, 204, 205 e 206, altura das mesas de estudo. Nas salas 201 e 207 (ateliês), a altura adotada foi de 1,20 m, altura padrão de prancheta. Para a sala 109 foi utilizado 1,00 m para a altura, por se tratar de um laboratório [13]. Tais medições ocorreram de modo simultâneo no ambiente interno, onde foi medido um valor de iluminância em cada célula com a luz artificial ligada, e uma medição em um ponto no pátio do campus. Em seguida, na mesma célula, foi realizada uma medição com a luz artificial desligada, com o objetivo de, pela diferença dos dois valores, encontrar o valor da iluminação artificial.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO

Os dados coletados foram inseridos em planilha eletrônica no Excel® onde foram avaliadas a Iluminância Média, Uniformidade e o percentual de Áreas conformes. Tais parâmetros permitiram a comparação de desempenho entre os ambientes e a relação com os valores previstos na NBR 8995-1 [13].

A norma brasileira estabelece como parâmetro de iluminância média 500 lx para salas de aula [13]. Os limites para evitar ofuscamento foram definidos em 3.000 lx, baseando-se nos limites superiores da métrica de Iluminância útil de luz natural (14). Para a uniformidade foi utilizado o valor de referência de 70%, segundo a NBR ISO/CIE

[1]Informação obtida no documento de detalhamento de licitação relativo às compras realizadas pela UFS, pelo link : https://portaldatransparencia.gov.br/licitacoes/908127917?ordenarPor=dataEmissao&direcao=asc.

8995-1 [13]. A partir das planilhas com os dados coletados foram elaborados mapas de isolux no software Surfer® para a visualização das medições in loco.

Posteriormente, foi realizada a modelagem computacional das salas em 3D no software DiaLux®. Este permitiu gerar propostas para a adequação dos ambientes que não atingiram os parâmetros mínimos para conforto visual bem como o cálculo das métricas melanóticas.

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LUMINOSO PARA OS ESTÍMULOS NÃO VISUAIS

A partir das modelagens no software DiaLux® foi possível avaliar a proposta luminotécnica de acordo com a manutenção do ritmo circadiano. A norma NBR 15215-4 [15] sugere para a avaliação dos estímulos não visuais de fonte luminosas artificiais o cálculo do *equivalent melanopic lux* (EML), que representa a absorção de luz pelos ipRGC através da melanopsina.

Para o cálculo do EML é feita a multiplicação da razão M/P (*Melanopic Ratio*) pela iluminância vertical, medida na altura da visão do usuário em pelo menos duas posições extremas no espaço em um plano vertical [15]. A razão M/P indica o estado de alerta dos usuários, cujos valores vão de 0 a 1, indicando os extremos de estado de alerta e relaxamento. Valores neutros são admitidos no intervalo entre 0,3 e 0,7 [3].

O cálculo da M/P foi realizado a partir da referência encontrada na norma brasileira [15], que sugere a planilha de *"Irradiance Toolbox"*[2][16], na qual pela inserção da distribuição espectral da fonte e da iluminância vertical, automaticamente é exibido o valor em EML, dentre outros. Para os dados de distribuição espectral (SPD) das fontes de luz foram utilizados os valores disponibilizados na CIE015:2018 [17] para a lâmpada de 4000 K em intervalos de 5nM. Como parâmetro mínimo para ambientes de ensino, se estabeleceu o valor de 150 EML por quatro horas até o meio-dia em pelo menos 75% da área do cômodo, tal valor foi utilizado com base no WELL[18] diante da falta de parâmetros na norma brasileira.

Foi calculada a iluminância vertical (Ev) em quatro pontos extremos e um central das salas de aula voltados para a vista do usuário sentado, a uma altura de 1,2 m (Figura 6). No caso dos laboratórios, tais planos verticais foram dispostos seguindo as mesas de trabalho (Figuras 6). Vale ressaltar que no software DiaLux® as modelagens são realizadas utilizando as refletâncias globais, sem permitir distinção entre valores de refletância cianópica, clorópica, eritrópica, melanópica e rodópica [15]. Tal condição representa uma limitação, porém mesmo assim, a avaliação entra como um estudo complementar.

[2]Tal planilha permite calcular a razão M/P para encontrar o potencial circadiano, como orientado na ABNT (2023). A mesma pode ser encontrada no site da Universidade de Manchester, disponibilizada pelo Lucas Group, pelo link: http://lucasgroup.lab.manchester.ac.uk/research/measuringmelanopicilluminance/Lucas

Figura 6: Disposição dos planos verticais nas salas 109 (a esquerda) e na sala 207 (a direita)



RESULTADOS E DISCUSSÕES

ELABORAÇÃO DE GRÁFICOS E MAPAS DE ISOLUX DAS MEDIÇÕES

Os dados das medições *in loco* foram inseridos em planilha Excel® a fim de calcular as métricas de avaliação de desempenho. Tais dados permitiram a construção de gráficos (Figuras 7 e 8) e de mapas de isolux (Figura 9) pelo software Surfer® em associação com o Photoshop®.

Os dados de Iluminância Média para as 13 salas de aula estudadas apontam que 4 apresentaram valores dentro dos parâmetros normativos (salas 101, 201, 202, 203) (Figura 7), as quais também apresentaram uma Área Conforme (porcentagem de células da malha cujas iluminâncias foram maiores que 500 lx) maior que 60% (Figura 8).

Figura 7: Iluminância Média das salas de aula do CampusLar

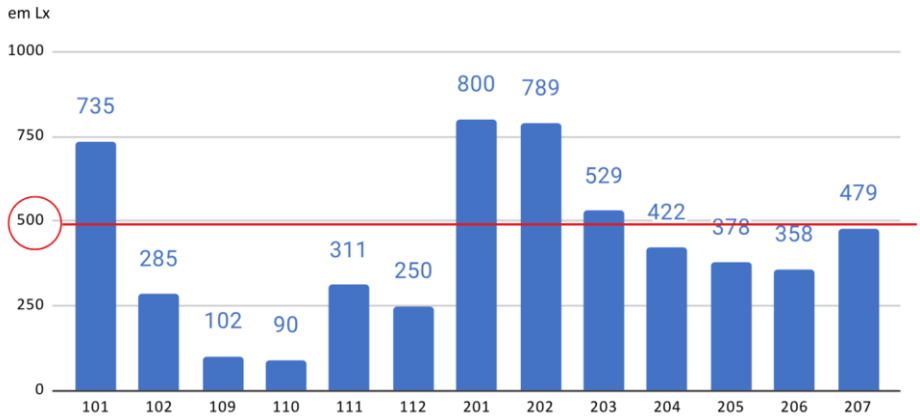
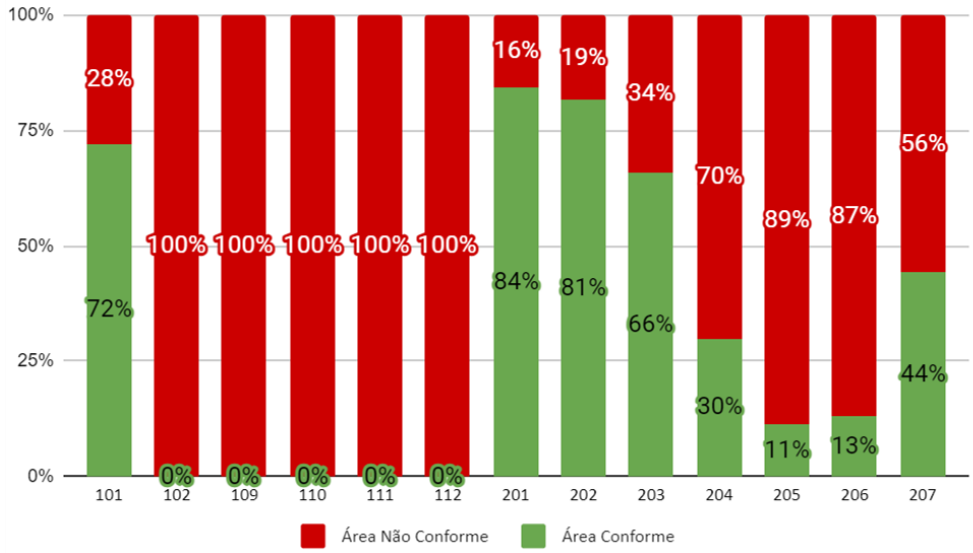


Figura 8: Percentual de células em conformidade nas salas de aula do CampusLar



As salas que atenderam à iluminância média mínima apresentaram grande quantidade de luminárias (12) se comparada com às demais (Sala 201), ou lâmpadas de maior fluxo luminoso e potência (salas 202 e 203) (Figura 9). Além disso, na sala 101 o forro de gesso pintado branco, em oposição ao teto em madeira escuro, facilitou a distribuição luminosa. Negativamente destacaram-se as salas 102, 109, 110, 111 e 112, devido a existência de uma área conforme de 0% (Figura 8) e ao não atendimento da média de iluminância. As salas 204, 205, 206 e 207 também apresentaram valores de iluminância média abaixo dos 500 lx e um percentual de área conforme entre 11% e 44%.

A condição de baixa Iluminância e uniformidade pode ser explicada pela existência de pé direito alto, forro de madeira escura e da falta de projeto luminotécnico adequado, com manutenção das luminárias. As células que atenderam os valores mínimos de Iluminância foram encontradas imediatamente abaixo das luminárias, promovendo contrastes e falta de quantidade de iluminação suficiente nas regiões mais distantes, como observado nos exemplos da Figura 9 e 10. Além disso, as células próximas aos quadros de vidro das salas de aula apresentaram um valor de iluminância maior por conta da refletância do material.

As situações apresentadas podem ser verificadas com detalhes no mapa de isolux da sala 112, em que há a predominância de curvas com cerca de 200 lx (Figura 10). É possível observar valores maiores de iluminação nas áreas mais próximas às luminárias, porém, ainda bem abaixo do esperado. Além disso, os pontos localizados próximos do mobiliário e das paredes foram os que obtiveram os menores valores, chegando a 98,8 lx. Nas demais salas o comportamento se repete.

Figura 9: Mapas de curvas isolux das salas 101, 201, 202, 203.

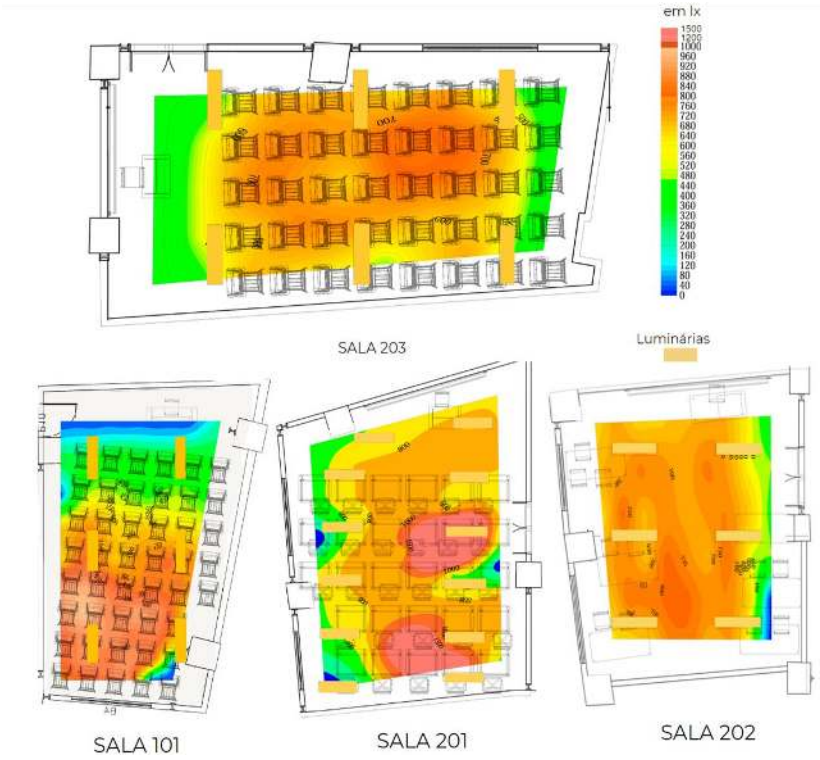
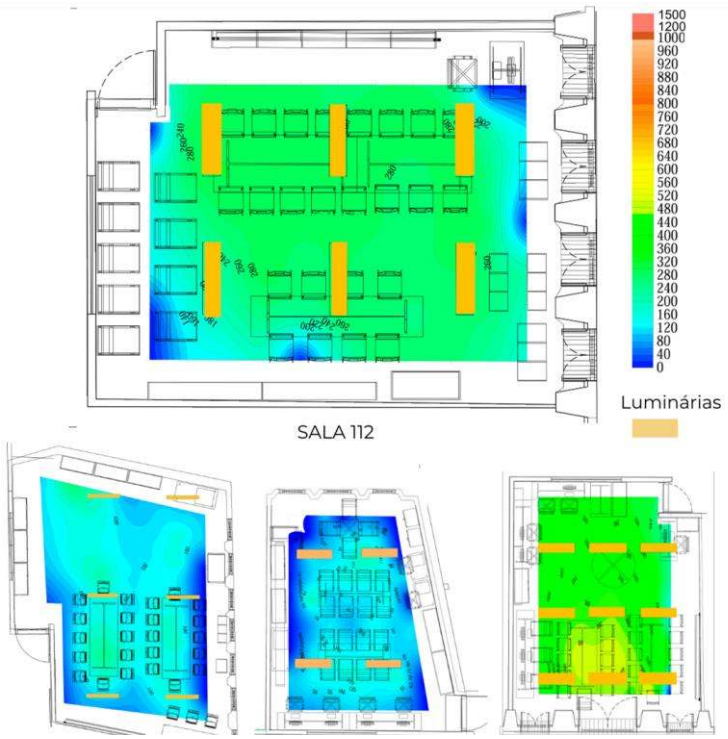


Figura 10: Mapas de isolux das salas 109, 110, 111, 112



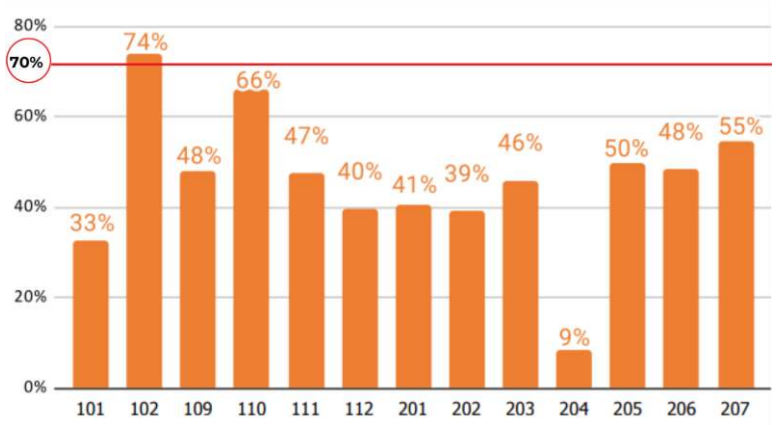
Uma observação sobre a disposição das luminárias é que a maioria é muito próxima às paredes (Figura 11). Sabe-se que o espaçamento indicado seria a metade do valor da altura útil [20]. Tal situação corrobora para a criação de contrastes inadequados e reduz o direcionamento do fluxo luminoso para o plano de trabalho.

Figura 11: Fotografia das luminárias muito próximas das paredes na sala 202



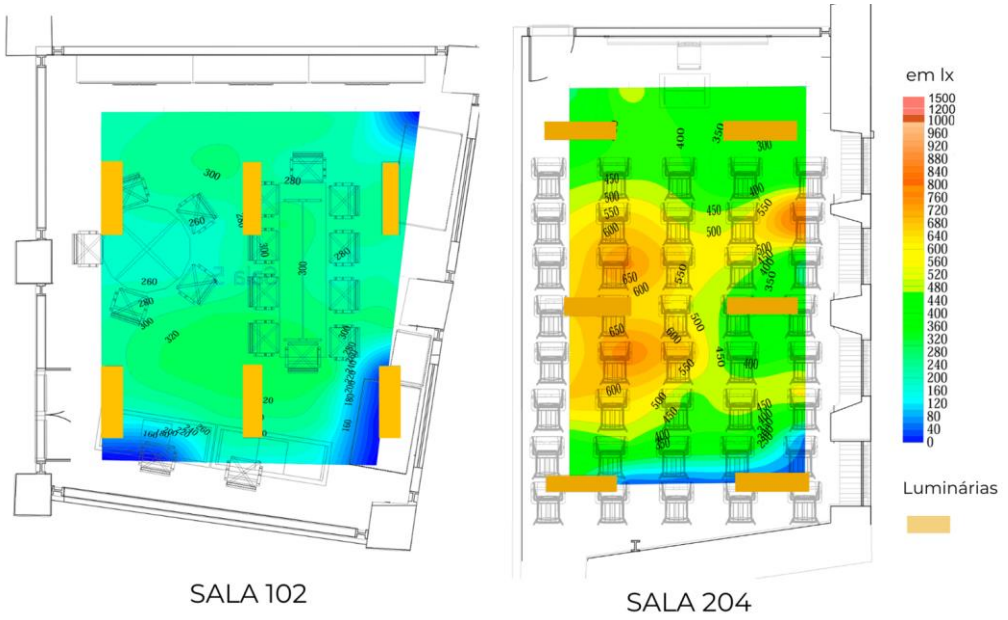
Para a Uniformidade Média (Figura 12), apenas a sala 102 atendeu ao parâmetro mínimo (atingindo 74%), apesar de ser uma sala cuja iluminância média foi de 285 lx. O menor valor foi o encontrado na sala 204, de 9% (Figura 13). Tal condição se deve a uma distribuição irregular das luminárias no ambiente, muito próximas das paredes.

Figura 12: Uniformidade Média das salas de aula do CampusLar



Os dados apresentados reforçam que a inadequação do projeto luminotécnico em todas as salas de aula, aspecto que influencia diretamente o conforto dos discentes e docentes ao utilizar os espaços.

Figura 13: Mapas de isolux das salas 102 e 204



PROPOSIÇÃO DE ADEQUAÇÃO POR MEIO DE MODELAGEM COMPUTACIONAL.

Por meio de simulações no Dialux® foi possível elaborar propostas de adequação para os ambientes em condição de desconforto visual (salas 102, 109, 110, 111, 112, 204, 205, 206, 207). As sugestões se concentraram na manutenção das luminárias com aleta de sobrepor e na substituição das lâmpadas por outras com temperatura de cor igual a 4000 K, fluxo luminoso de 3984 lm e potência de 36 W. A tipologia da lâmpada escolhida para as simulações foi coletada do catálogo da Lumicenter®, em LED, que iluminassem o suficiente e que tivessem uma temperatura de cor neutra [12, 21, 22]. O fator de manutenção utilizado foi o de 0,8, sugerindo que a manutenção seria realizada regularmente, como cenário ideal [13].

O espaçamento entre as luminárias foi de 1 a 1,5 vezes o valor da altura útil em todas as direções, em que o espaçamento até as paredes seria a metade do valor anterior [20]. As refletâncias das superfícies foram mantidas como na situação original. As modelagens buscaram atingir valores de iluminância média acima de 500 lx e uniformidade média acima de 70%. Os resultados de iluminância média obtidos após a intervenção são apresentados na Figura 14 e os de uniformidade da iluminância na Figura 15.

Figura 14: Iluminância Média nas simulações de proposta de intervenção.

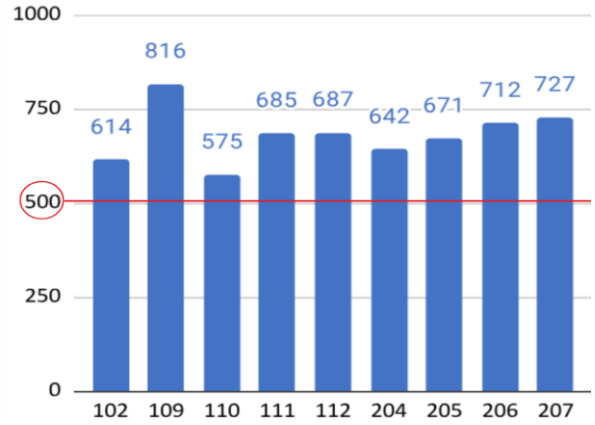
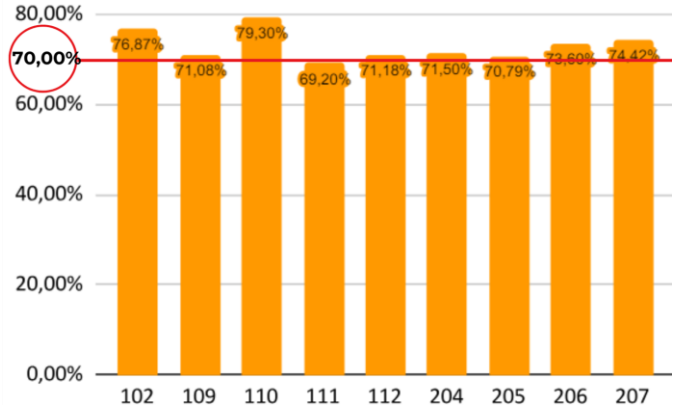


Figura 15: Uniformidade Média nas simulações de proposta de intervenção



A melhora nas condições de iluminação artificial pode ser visualizada no exemplo da sala 110 (Figura 16), que passou a apresentar curvas de isolux acima de 500 lx, com iluminância média de 575 lx, e uma uniformidade de 79,3%, devido a disposição uniforme de 6 luminárias de sobrepor com aletas (duas a mais do que o projeto anterior). As demais salas inadequadas anteriormente seguiram esse mesmo comportamento, com aumento no número de luminárias quando apenas a mudança na lâmpada não era suficiente, como apresentado na Figura 16.

Figura 16: Resultados da proposta de adequação das salas 110, 204 e 207 no CampusLar



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LUMINOSO PARA OS ESTÍMULOS NÃO VISUAIS

A partir da inserção das informações da fonte luminosa utilizada no projeto de adequação na planilha de Lucas foi encontrado o valor de 0,7 para a razão M/P. Tal resultado se encontra no limite do indicado como uma condição de neutralidade (entre 0,3 e 0,7), adequado para os ambientes tidos como locais de ensino [3].

Foram encontrados valores entre 70 EML (mínimo) e 272 EML (máximo), sendo a média geral igual a 186 EML. No geral, as médias de EML das salas foram de valores de 129 EML a 211 EML (Figura 18). Além disso, apenas nas salas 111 e 102 o percentual de planos acima de 150 EML não atingiu o parâmetro mínimo de 75% indicados, chegando aos valores de 50% e 62,5% (Figura 18).

Figura 17: Gráfico da média de EML encontrada em cada sala

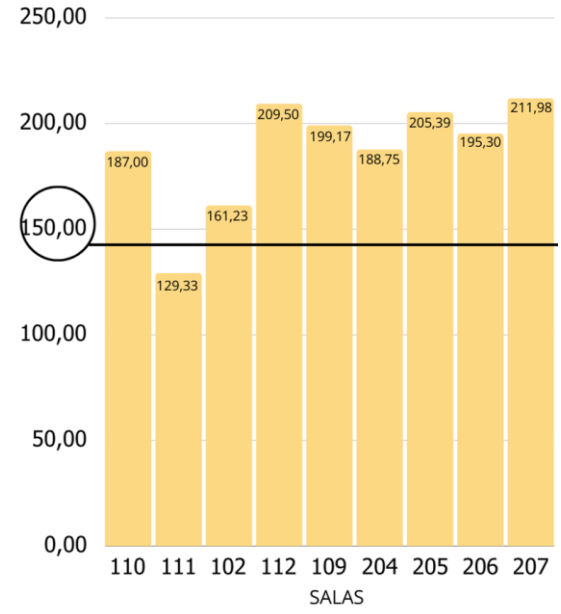
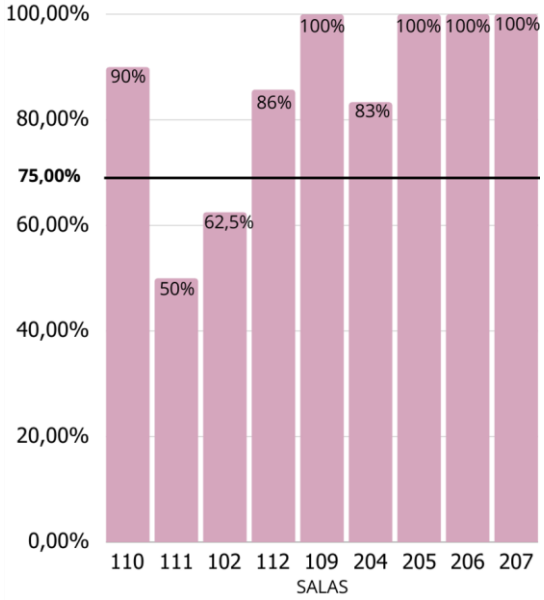


Figura 18: Gráfico do Percentual de pontos acima de 150 EML nas salas de aula



Uma proposição possível para as salas 111 e 102 seria a mudança da temperatura de cor de 4000 K para 4500 K, com aumento no M/P e, por consequência, no EML. Nesse

caso, no entanto, não se enquadraria no orientado como temperatura de cor para salas de aula, que deve ser neutra entre 3000 K e 4000 K [12].

Desse modo, pode-se entender que o projeto revela assertividade na proposta luminotécnica, dado que, na maioria dos casos, também respeitou os parâmetros para estímulos não visuais.

CONCLUSÃO

O CampusLar é uma uma edificação histórica restaurada e adaptada para receber novos usos e necessita de soluções arquitetônicas inteligentes a fim de proporcionar conforto visual mantendo a ambiência histórica do local. Observa-se entretanto que as salas estudadas, na maioria, apresentaram condições de desconforto, seja por quantidade insuficiente ou por uniformidade abaixo do necessário.

Essa condição representa uma problemática comum em edifícios históricos, em especial o CampusLar, uma vez que observou-se a inexistência de planejamento, seja na aquisição de lâmpadas ou na disposição das luminárias nos espaços. Esse aspecto negligencia as especificidades do local (forro de diferentes alturas, etc).

Vale ressaltar que o projeto de adequação do CampusLar para receber as atividades estudantis ocorreu em 2009, enquanto a normativa utilizada na atualidade para iluminação no plano de trabalho se tornou vigente em 2013. Na norma anterior, NBR 5413 [22] o parâmetro mínimo de iluminância média era de 300 lx. Mesmo assim, salas como a 102, 109, 110 e 112 ainda permanecem abaixo do mínimo, revelando a inadequação desde o início do projeto. Além disso, demonstra que não houve adequação dos ambientes para atender aos novos parâmetros.

Destaca-se ainda que a nova norma de iluminação natural prevê, para o cálculo do estímulo não visual duas posições no ambiente, enquanto que o normativo internacional solicita a avaliação em todas as estações de trabalho. Ressalta-se ainda a inexistência de parâmetros consistentes de avaliação não-visual utilizando as métricas propostas, sendo um campo profícuo de pesquisa.

Além disso, o presente trabalho se trata da continuação de um estudo anterior sobre iluminação natural em três salas de aula do CampusLar, logo nessa etapa vem a se concentrar na avaliação da iluminação artificial e das métricas melanóticas. O estudo da iluminação natural em maior proporção e com uma abordagem mais ampla sobre as métricas melanóticas é previsto para as próximas etapas da pesquisa.

Conclui-se que a adequação em prédios históricos pode ser feita de modo a contemplar o conforto dos usuários e respeitar a historicidade da edificação. Salienta-se, por fim, a importância da elaboração de um projeto luminotécnico adequado tanto para a promoção do conforto visual dos usuários quanto para a manutenção adequada do ritmo circadiano. Para tanto, é fulcral a consciência dos órgãos responsáveis para a prevenção contra o desconforto visual em locais de ensino.

REFERÊNCIAS

[1] BERTOLOTTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**. Dissertação de Mestrado. Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura. FAUUSP, São Paulo, 2007.

[2] HESCHONG, L.; WRIGHT, R. L.; OKURA, S. Daylighting impacts on human performance in school. **Journal of the Illuminating Engineering Society**, v. 31, n. 2, p. 101-114, 2002

[3] CASARIN, R. FIGUERÓ, M.: A luz e a sua relação com a saúde. **Lume Arquitetura**, São Paulo,SP, Edição:44, Pgs. 8-12, Jun/Jul 2010.

[4] TOH, K. L. **Basic Science Review on Circadian Rhythm Biology and Circadian Sleep**. 2008.

[5] BERSON, D. M.; DUNN, F. A.; TAKAO, M. **Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock**. Science, Washington, v. 295, n. 5557, p. 1070–1073, 2002.

[6] HAIM, A.; ZUBIDAT, A. E. **LED light between Nobel Prize and cancer risk factor**. Chronobiol Int., v. 32, n. 5, p. 725-727, 2015.

[7] FIGUEIREDO, E. C. **Abordagem do ritmo circadiano no projeto de iluminação natural em edifícios de escritório**s. Rev. Sítio Novo, Palmas, TO, Edição especial, Pgs. 83-98, Mar 2022.

[8] CUNHA, E. P.; RIBEIRO, P. V. S. **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DISPONIBILIDADE DE LUZ NATURAL NO EDIFÍCIO HISTÓRICO DO CAMPUSLAR**|UFS. XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. XIII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído. São Paulo - SP, 2023.

[9] FARIA, J.; NASCIMENTO, C.; FERNANDES, S.; MOREIRA, L. J. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM CONSTRUÇÃO TOMBADA PELO PATRIMÔNIO HISTÓRICO.** Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. 2017.

[10] NERY, J. C.; BAETA, R. E.; **Entre o restauro e a recriação: reflexões sobre intervenções em preexistências arquitetônicas e urbanas**. EDUFBA – PPG-AU UFBA. Salvador, 2022.

[11] INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL, IPHAN**. IPHAN E MINC ENTREGAM PRÉDIOS HISTÓRICOS RESTAURADOS À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE.** Portal IPHAN, 2009. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/2475/iphan-e-minc-entregam-predios-historicos-restaurados-a-universidade-federal-de-sergipe>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

[12] KAKITSUBA, N. Comfortable Indoor Lighting Conditions Evaluated from Psychological and Physiological Responses. **LEUKOS_The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America.** 2015. doi:10.1080/15502724.2015.1061945.

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

[14] MARDALJEVIC, J.; ANDERSEN, M.; ROY, N.; CHRISTOFFERSEN, J. **Daylighting Metrics for Residential Buildings**. 2011.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215**: Iluminação natural –Parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição. Rio de Janeiro, ABNT, 2023.

[16] **Lucas Group, & The University of Manchester**. (2020). Lucas Toolbox [online]. from http://lucasgroup.lab.manchester.ac.uk/research/measuringmelanopicilluminance/Lucas

[17] CIE - **INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION**. CIE 015:2018: Colorimetry. 4 ed. Viena: Cie, 2018.

[18] WELL - **International Well Building Institute. Circadian Lighting Design v2**. 2020. Disponível em: <https://standard.wellcertified.com/light/circadian-lighting-design>. Acesso em: 20 maio. 2024.

[19]TREGENZA, P.; LOE, D. **The design of lighting.** Londres: Spon Press, 1998.

[20]OSHRAM. **Manual Luminotécnico Prático Luminotécnico Prático**. [s.l: s.n.]. 2017. Disponível em: <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf

[21]MANAV, B. An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to color temperature and illuminance. **Building and Environment**, v. 42, n. 2, p. 979-983, fev. 2005.

[22]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.