AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DISPONIBILIDADE DE LUZ NATURAL NO EDIFÍCIO HISTÓRICO DO CAMPUSLAR|UFS

Emilly da Paixão Cunha (1); Pedro Vitor Sousa Ribeiro (2)
(2) Estudante de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, emillypaixao25@gmail.com, Universidade Federal de Sergipe, (79) 9.8834-4688
(1) Engenheiro Civil, Professor no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe, pedrovsribeiro@academico.ufs.com, Universidade Federal de Sergipe, Praça Samuel de Oliveira, 1 - Centro, Laranjeiras - SE, 04917-000, (82) 9.8801-1154

RESUMO
O uso da iluminação natural em edifícios de valor histórico é uma importante premissa na adequação de tais espaços ao uso educacional. A literatura ainda carece de discussões e referenciais sobre o tema, o que resulta em edificações inadequadas para uso educacional. O Campus de Laranjeiras, da Universidade Federal de Sergipe, se insere nesse contexto, ao estar sediada em um conjunto arquitetônico do século XVIII. O objetivo desse trabalho foi a avaliação das condições de iluminação natural das salas de aula do campus de Laranjeiras. Para tanto foram escolhidas três tipologias representativas. As salas foram simuladas computacionalmente usando o software Troplux. As métricas avaliadas foram a Iluminância média anual, Uniformidade média anual, Iluminância útil de luz natural e autonomia espacial da luz natural. Os resultados apontam que as pequenas dimensões das janelas inseridas nas paredes novas das edificações são insuficientes para a promoção da quantidade de luz natural nos ambientes. Em alguns casos, em que há suficiência, o fato de não haver proteção solar inviabiliza seu uso. As janelas originais, de grandes dimensões, tendem a promover muita luz para o ambiente interno, resultando em regiões muito iluminadas próximo à janela e escuras nas porções mais distantes. Conclui-se que o trabalho avalia um recorte da realidade do CampusLar, e que nesse sentido fomenta a discussão sobre a adequação de edifícios históricos para fins educacionais.

Palavras-chave: iluminação natural, patrimônio histórico, simulação computacional.

ABSTRACT
The use of daylighting in buildings of historical value is an important premise in the adequacy of such spaces for educational use. The literature still lacks discussions and references on the subject, which results in buildings that are inadequate for educational use. The Laranjeiras Campus of the Federal University of Sergipe is inserted in this context, as it is located in an architectural complex of the eighteenth century. The objective of this study was to evaluate the daylighting conditions in the classrooms of the Laranjeiras campus. To this end, three representative typologies were chosen. The rooms were computationally simulated using the Troplux software. The metrics evaluated were the mean annual illuminance, mean annual uniformity, useful daylight illuminance and spatial autonomy of daylight. The results point out that the small dimensions of the windows inserted in the new walls of the buildings are insufficient to promote the amount of natural light in the environments. In some cases, where they are sufficient, the fact that there is no solar protection makes their use unfeasible. The original large windows tend to promote a lot of light into the internal environment, resulting in regions that are very bright near the window and dark in the more distant portions. It can be concluded that the work evaluates a clipping of the reality of CampusLar, and that in this sense it fosters discussion about the suitability of historic buildings for educational purposes.

Keywords: daylighting, historic heritage, computer simulation

1. INTRODUÇÃO

A utilização da iluminação natural no ambiente construído perpassa a necessidade energética das edificações e toma um caráter mais humano, tornando-se necessária ao bem-estar de seus ocupantes. Cada ambiente, e por consequência seu usuário, possui requisitos de quantidade e características diferentes que precisam ser observados durante as etapas de projeto. Nesse contexto a arquitetura contemporânea busca seguir, em algumas situações, fundamentos de ecoeficiência e aproveitamento das condicionantes climáticas naturais. Essa premissa também era observada em edifícios mais antigos, que dependiam amplamente dos condicionantes naturais para seu funcionamento.

As instituições escolares não estão fora desse contexto, pois são ambientes de permanência prolongada que necessitam de adequação dos espaços para as atividades realizadas. Dessa forma, como defendido por Kowaltowski (2011), fatores como a "qualidade do ar, condições de ventilação, de comunicação verbal, os níveis de iluminação, a disponibilidade de espaço, os materiais de acabamento" (KOWALTOWSKI, 2011, p.111), são indispensáveis em espaços de ensino, para oferecer melhores condições de conforto e promover o desenvolvimento dos discentes e docentes.

Como as atividades realizadas em salas de aulas estão diretamente relacionadas a tarefas visuais, ao envolver fatores como leitura e escrita, níveis de iluminação insuficientes podem acarretar danos à saúde e baixo desempenho. Ademais, no quesito lumínico, as características das edificações são essenciais para que a quantidade de luz nos ambientes seja adequada, levando em consideração as características internas dos materiais, os condicionantes climáticos e o entorno (FRANÇA; FONSECA; PEREIRA, 2020).

Devido ao tempo de permanência em tais espaços, o usuário deve ser prioridade em projetos escolares. Algumas instituições, nacionais e internacionais, preveem parâmetros de conforto necessários às edificações, em especial Às escolares. No brasil, o MEC relata a necessidade de bloquear o acesso a radiação solar direta nos espaços escolares e reconhece a diferença de características de iluminação natural de acordo com os climas das regiões (MEC, 2002). A Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) sugere a interação entre as variáveis de conforto ambiental (iluminação, térmica e acústica) nas escolas a fim de melhorar o desempenho educacional (BERTOLOTTI, 2007). Fora do Brasil a Sociedade de Engenharia de Iluminação Norte Americana – IESNA – aponta níveis de iluminância apropriados, levando em consideração as necessidades dos ambientes educacionais (IESNA, 2011).

A adequação de espaços para fins educacionais encontra um desafio em edifícios históricos, onde a forma plástica da edificação deve ser mantida, seja de fachada ou interior. Algumas instituições de ensino ficam alojadas em edifícios tombados, que nem sempre foram projetados para essa atividade. Por se adaptarem aos espaços já existentes, diversos desses ambientes não apresentam aspectos de conforto necessários às atividades. Para o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN – a preservação de tais edifícios passa tanto pela preservação do bem quanto pela prevenção de danos, recuperação, ressignificação e respeito às diversidades locais e regionais, promovendo ações de reinserção e identificação deste com a comunidade local (IPHAN, 2020).

Nesse contexto, insere-se o Campus de Laranjeiras, da Universidade Federal de Sergipe, funcionando em um edifício tombado pelo IPHAN (IPHAN, 2014) (Figura 1). A cidade de Laranjeiras teve seu perímetro histórico tombado entre 1995 e 1996 e conserva até hoje seu casario e forma urbana coloniais. O desenvolvimento da cidade se deu às margens do rio Cotinguiba devido à sua função portuária. Os edifícios que hoje compõem o "quarteirão dos trapiches" e que abriga a Universidade era um conjunto de locais de armazenamento de mercadorias. Desde 2009 funciona em seus ambientes o Campus das Artes da Universidade Federal de Sergipe, através da intervenção do Programa Monumenta (BAETA; NERY, 2012). Dentre os cursos ofertados no espaço, estão o de Arquitetura e Urbanismo, o de Arqueologia, o de Museologia e o de Dança – sendo, este último, apenas ligado formalmente ao espaço (UFS, 2022).

Uma das dificuldades enfrentadas na gestão do Campus é a dependência das salas de aula da iluminação e condicionamento artificiais. Mesmo algumas salas sendo dotadas de grandes aberturas, posicionadas na fachada original do edifício, a maioria delas permanece fechada por conta do ruido urbano, que atrapalha a inteligibilidade da fala. Durante o período de pandemia algumas salas tiveram que se adequar à utilização com janelas e portas abertas, o que forçou docentes e discentes a conviver com os incômodos citados. Alguns ambientes, como os laboratórios em que são realizadas aulas, foram feitas adequações nas aberturas a fim de melhorar as condições de uso e de segurança.



Figura 1 – “Quarteirão dos Trapiches” que abriga o Campus de Laranjeiras da Universidade Federal de Sergipe. Fonte: os autores

Tendo em vista a problemática apresentada essa pesquisa buscou avaliar as condições de iluminação natural de salas de aula selecionadas do CampusLar. Ela faz parte de uma pesquisa maior, de iniciação cientifica, onde foram também avaliados os aspectos de conforto acústico, não constantes neste trabalho.

2. OBJETIVO

O objetivo da pesquisa é avaliar a disponibilidade de luz natural nas salas de aula do Campus de Laranjeiras da Universidade Federal de Sergipe.

3. MÉTODO

A primeira etapa da avaliação buscou delimitar quais salas são as mais representativas para a avaliação. O Campus conta com 7 espaços designados como salas de aula, sendo 2 no pavimento térreo e 5 no pavimento superior. Há ainda três salas auxiliares, em espaço físico externo ao Quarteirão dos Trapiches, denominadas de “salas modulares”, locadas no Centro Comercial próximo ao Campus. Tendo em vista o reduzido espaço físico disponível, alguns laboratórios são usados como sala de aula, como o laboratório de plástica e o de conforto ambiental.

Foram selecionadas três salas do campus, indicadas na Figura 2. A definição das salas representativas se deu com base na tipologia e na orientação das aberturas. Mesmo sendo tratadas como laboratórios, utilizados para atividades de pesquisa ou extensão, as salas do pavimento térreo comumente são utilizadas para aula. As salas escolhidas contemplam as três possibilidades de orientação de fachadas, as três possibilidades de obstruções externas e os dois pavimentos.

A primeira sala avaliada foi a 111 (laboratório de conforto), localizada no bloco dos laboratórios do pavimento térreo. Possui um conjunto de janelas orientada à oeste na fachada voltada ao interior do campus. A parede oposta, na orientação Leste, possui grandes portas voltadas para a rua, originadas da casca original do edifício, que comumente permanecem fechadas.

As outras duas salas avaliadas foram a 201 e 207, ambas no pavimento superior. A sala 201 está orientada de forma simetricamente oposta à 111, entretanto todas as paredes são novas, oriundas da adequação do espaço para o funcionamento da universidade. A sala 207 está localizada na fachada frontal do prédio, orientada a sul, mas possui janelas na parede oposta, orientada a norte.

Para a análise dos ambientes foi utilizada a simulação computacional com o software TropLux (CABÚS; RIBEIRO, 2017). Para a modelagem foram obtidas as pranchas de projeto do campus, entretanto algumas modificações foram encontradas o que resultou em uma fase inicial de levantamento da situação existente a correção. Foram modelados os ambientes e seu entorno, a fim de melhor reproduzir as características existentes. Para as características dos materiais foram adorados os parâmetros apresentados na Tabela 1**.**

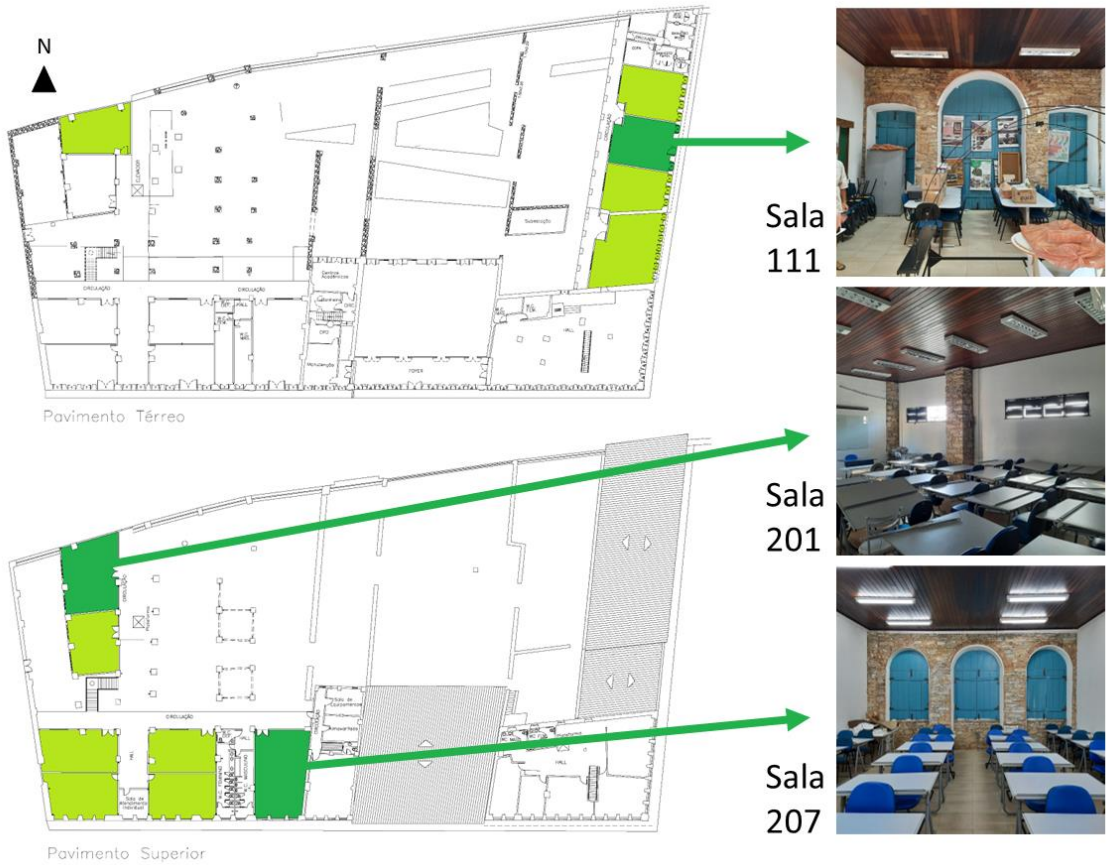


Figura 2 - Planta baixa do CampusLar com os ambientes usados como sala de aula marcados em verde. As marcações em verde escuro representam as salas selecionadas para o estudo.

Tabela 1 - Características dos materiais utilizados para as simulações no TropLux

Superfícies Internas	**Material**	**Refletância difusa**	**Superfícies Externas**	**Material**	**Refletância difusa**
Teto	Madeira escura	0,10	Mercado	Cinza médio	0,45
Piso	Creme claro	0,81	Mercado Teto/ Piso	Madeira escura / -	0,15
Paredes	Tinta Branca	0,15	Blocos (UFS) Teto	Madeira escura	0,10
Paredes fachada	Alvenaria amarelada	0,30	Blocos (UFS) Piso	Creme claro	0,81
Paredes Fachada externa	Creme Claro	0,81	Blocos (UFS)	Tinta branca	0,85
Porta principal	Tinta Branca	0,85	Pilares	Tinta Branca	0.,85
Portas	Azul escuro	0,15	Calçada	Creme claro	0.,81
Janela	Aço inoxidável	0,40	Calçada lateral	Concreto	0,40
Telhado	Vermelho escuro	0,18	Paredes de pedra	Alvenaria amarelada	0,30
			Chão	Concreto	0,40
			Teto (Corredor)	Madeira escura	0,10
			Rua	Chão de pedra	0,20

Além disso foi adotado um plano de trabalho a 0,75 m do piso nos três casos, que corresponde à altura das mesas e estações de trabalho, seguindo também os parâmetros propostos pela ISO 8995-1 (ABNT, 2013) onde foram posicionados os pontos para simulação. A malha de pontos adotada visa atender à NBR 15215 (ABNT, 2005) e à LM-83 (IES, 2012), logo foi utilizada uma malha de 12 x 11 pontos para o laboratório do conforto (Figura 5 (a)), uma malha de 15 x 11 na sala 201 (Figura 5 (b)) e por último uma de 20x11 para a sala 207 (Figura 5 (c)).

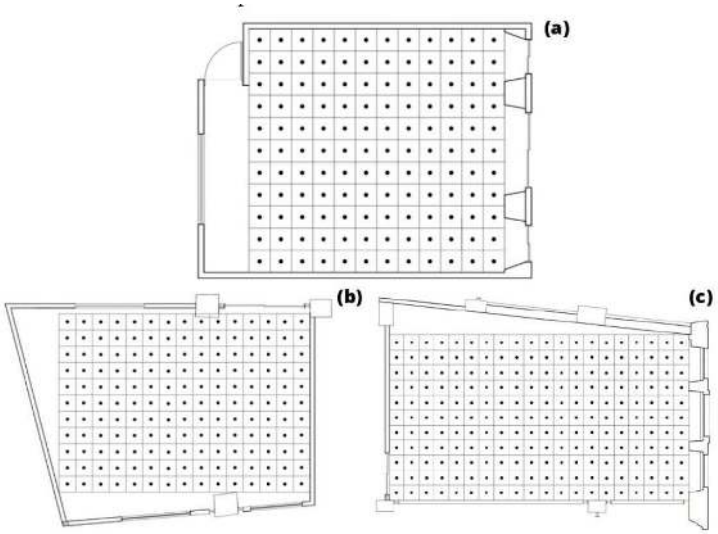


Figura 3 - Malha de pontos de simulação para as três salas de aula estudadas.

Foram simulados todos os dias do ano, das 7h30 às 18h30, utilizando o céu de distribuição dinâmica de luminâncias (DDL), que escolhe um dos tipos de céu CIE (2002), de acordo com sua probabilidade de ocorrência, baseados nos estudos de Cabús (2002) e de Manhas (2016), de modo a permitir maior fidelidade ao comportamento do céu local.

Para a avaliação dos resultados forma usadas as métricas de Iluminância Média Anual (EMA), Uniformidade Média Anual, (UMA), Autonomia Espacial de Luz Natural (AeLN) (IES, 2013) e Iluminância Útil de Luz Natural (IULN) (NABIL, MARDALJEVIC, 2006). As duas primeiras métricas permitem a comparação de desempenho entre os ambientes e a relação com os valores previstos na NBR 8995-1 (ABNT, 2013). A autonomia espacial de luz natural é uma métrica que combina a avaliação temporal e espacial em um único parâmetro, importante para a avaliação anualizada da distribuição da luz natural no ambiente. Já a IULN permite avaliar os valores dentro da faixa útil, mas também aqueles em que será necessário o uso de iluminação artificial ou aqueles em que há probabilidade de ofuscamento. O valor de referência da iluminância para a AeLN e IULN foi de 300lx, conforme a NBR 8995-1 (ABNT, 2012).

4. RESULTADOS

A síntese dos resultados obtidos encontra-se na Figura 4. A partir dos dados obtidos é possível verificar algumas situações importantes sobre as salas analisadas. A sala 111, onde funciona o Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência energética, localizada no andar térreo, possui apenas uma janela basculante, com área de 1,26m², orientada à oeste, voltada para o pátio central do CampusLar. Na fachada oposta há grandes portas em madeira que permanecem constantemente fechadas durante o uso do ambiente. Em consequência das dimensões reduzidas dessa abertura a sala obteve valores de EMA abaixo da meta de 300lx, atingindo 120lx. Os valores de uniformidade, mesmo tendo atingido mais de 25% no plano de trabalho refletem apenas a pouca entrada de luz por uma janela alta, logo não representam qualidade luminosa do ambiente. Esse comportamento de pouca luz é corroborado pela AeLN baixa, em que nenhum dos pontos estudados atinge um mínimo de 300lx ao longo do ano. Os valores de IULN seguem o mesmo comportamento, com a maior parte da luz na faixa 1 (E<300lx), em que a quantidade de luz é insuficiente e precisa de complementação da iluminação artificial.

Os resultados para a sala 111 apontam um problema recorrente no campus: Salas com grandes aberturas, mas que são inviáveis de serem utilizadas, seja por motivo de segurança ou da entrada de ruído externo. Outro fator negativo é que a única janela existente, orientada a oeste, recebe insolação ao longo do ano no período do poente, aquecendo a parede em demasia e provocando desconforto térmico.

A segunda sala estudada foi a 201, localizada no primeiro andar, e que possui janelas basculantes na fachada oeste, totalizando uma área de abertura de 2,88 m². Como a sala possui janelas nas paredes de maior dimensão, localiza-se em uma cota onde as obstruções externas provocam menor sombreamento das aberturas e possui janelas altas, os valores de iluminância média anual foram mais expressivos, com média chegando aos 966 lx. Os valores foram mais expressivos nos períodos de inverno tendo em vista que a fachada externa, que contém aberturas, possui uma leve inclinação à sudoeste, orientação essa de menores obstruções externas. Esse aumento, somado à forma e posicionamento das aberturas, promove também uma uniformidade maior

que as demais salas estudadas, chegando a valores de 37%. A entrada de luz permite valores maiores de AeLN e de IULN na faixa útil.

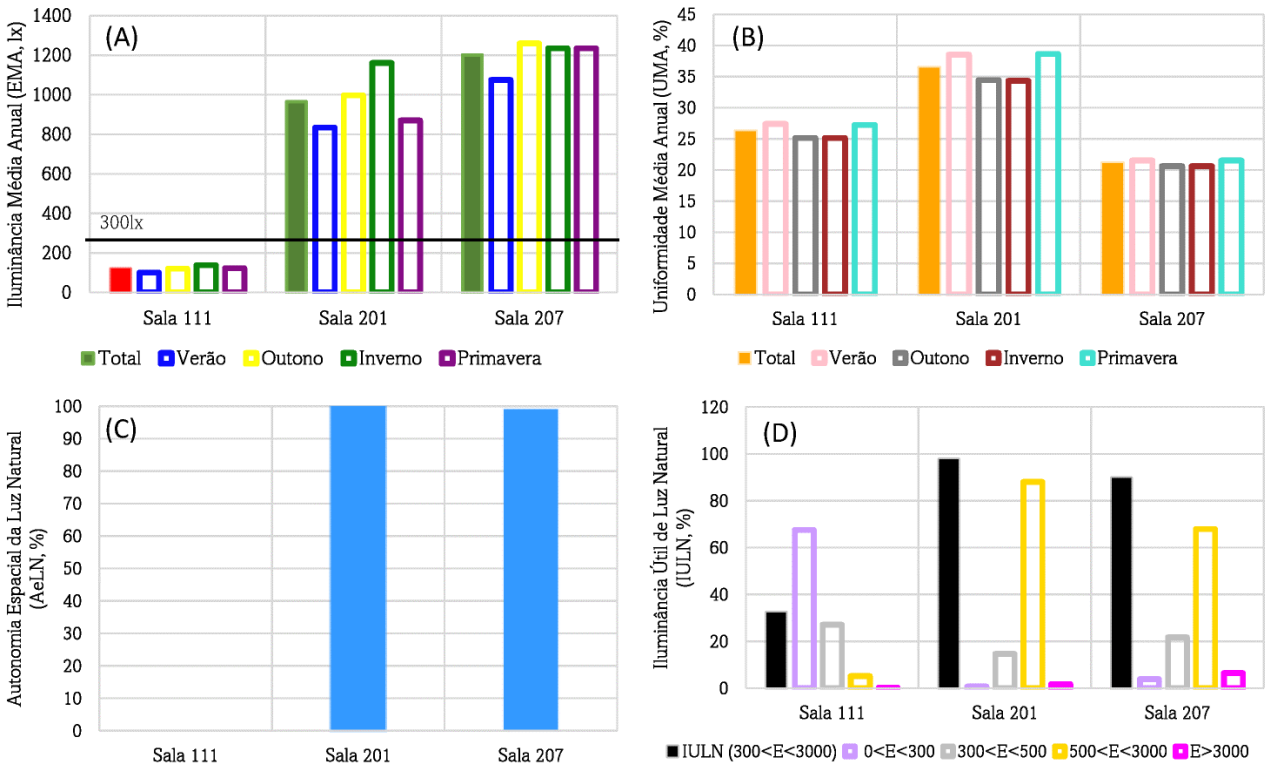


Figura 4 - Resultados de (A) EMA, (B) UMA, (C) AeLN, (D) IULN para as salas estudadas

Vale destacar que essa sala, como mostrado anteriormente, é utilizada como sala de pranchetas, mas que as janelas costumam ser cobertas com um filme opaco, tendo em vista a grande incidência solar, principalmente no final do dia. Essa sala de aula sofre com os mesmos problemas de aquecimento da fachada que a sala abordada anteriormente, com o agravante de ter um plano de fachada maior e mais exposto. Mesmo com a presença de janelas a sala precisa funcionar com iluminação artificial.

A última sala estudada foi a 207, localizada no pavimento superior e dotada de grandes janelas (com 7,00m² de área total) voltadas para a cidade de Laranjeiras. Essas janelas, por estarem no lado de menor dimensão, iluminam a porção junto a ela, mas deixam uma região mais escura nas porções mais distantes do ambiente. Essa distribuição é prejudicada ainda pelo forro em madeira escura, não contribuindo para a reflexão da luz para regiões mais distantes da janela. Mesmo assim os valores de EMA foram altos, atingindo 1200lx, acompanhados por uma uniformidade menor que a da sala apresentada anteriormente, com valores de UMA em 23%. Os resultados para AeLN e IULN corroboram o comportamento apresentado anteriormente. Vale destacar que o maior percentual da IULN foi na faixa 3 (300<E<3000), em 67%, e que a faixa 4 (E>3000 lx) foi alcançada em 6,3% do ano. Isso corrobora que as janelas de grande dimensão deixam entrar grande quantidade de luz, principalmente próximo às aberturas, o que pode causar desconforto visual.

5. CONCLUSÕES

A dinâmica de projeto em edificações de valor histórico deve levar em consideração que a adequação desse tipo de edificação não pode se eximir da responsabilidade sobre o condicionamento ambiental. Edifícios em que a envoltória já está consolidada e não pode ser alterada exigem do profissional a adoção de soluções que permitam o seu uso conforme as exigências de conforto ambiental.

Os resultados apontados na pesquisa, mais do que determinar se os ambientes estão ou não conformes ao que pedem os normativos nacionais, coloca luz à discussão sobre a adequação de edifícios tombados para instituições de ensino. A literatura ainda é escassa de referências projetuais sobre o tema, o que torna sua discussão ainda mais pertinente.

O campus de Laranjeiras possui um grande significado simbólico para a cidade de Laranjeiras e o estado de Sergipe, mas precisa de atenção para as atividades que ali se desenvolvem. As salas não possuem qualidade

lumínica adequada, muitas carecendo ou excedendo as metas de iluminância necessárias. Vale destacar ainda que as limitações de vegetação no interior e no entorno do campus, impostas pelo IPHAN, não permitem que arvores frondosas sejam ali plantadas, promovendo sombreamento a fachadas que recebem grande carga térmica.

Por fim, o desempenho luminoso dos ambientes estudados permite notar que o uso da iluminação natural nesses ambientes não aparenta ter sido uma premissa de projeto, ao dimensionar janelas em orientações e de tipos inadequados para os ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215** – Iluminação natural. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1**. Rio de Janeiro, 2013.

BAETA, R.; NERY, J. Entre reflexões e práticas: a experiência do Programa Monumenta em Laranjeiras / SE. In: **Anais do II ENANPARQ – Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.** Natal: PPGAU-UFRN, PPGAU-UFPB, MDU-UFPE, 2012.

BERTOLOTTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas**: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia. 2007. 114p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – FAUUSP. São Paulo, 2007.

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.

CABÚS, R. C.; RIBEIRO, P. V. S. **TropLux 7 – Guia do Usuário**. Maceió: Instituto Lumeeiro, 2015. 116 p. ISBN 9788563476029.

CIE - COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **CIE DS 011.2/E:2002**. Spatial distribution of daylight - CIE standard general sky. Viena: CIE, 2002.

FRANÇA, S. S.; FONSECA, R. W.; PEREIRA, F. O. R. Método simplificado baseado na disponibilidade de luz difusa para estimar o potencial energético do aproveitamento da luz natural em edificações. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 27, n. 51, p. e168249-e168249, 2020.

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

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

IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Laranjeiras (SE). Brasília, 2014. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/357>. Acesso em: 27 nov 2022.

_____. Política do Patrimônio Cultural Brasileiro. Brasília, Distrito Federal: IPHAN, 2020. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/publicacao_politica_do_patrimonio.pdf. Acesso em: 21 jun 2023.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar e o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

MANHAS, M. P. G. **Difusa ou especular? Estudando o desempenho da prateleira de luz segundo a refletância de sua superfície**. 2016. 212p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço habitado da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Fundo de fortalecimento da escola**. Espaços Educativos. Ensino Fundamental. Subsídios para elaboração de projetos e adequação de edificações escolares. Brasília: FUNDESCOLA / MEC, 2002. V1 195 p. – V2 124 p.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. Useful Daylight Illuminances: a replacement for daylight factors. **Energy and Buildings**, Londres, v. 38, n. 7, p. 905-913, 2006.

UFS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. **Campus Laranjeiras**. 2022. Disponível em: <https://laranjeiras.ufs.br/conteudo/69018-universidade-federal-de-sergipe-campus-de-laranjeiras>. Acesso em: 14 abr 2022.