

Avaliação da iluminação em ambientes educacionais: Estudo de Caso

Rita de Cássia Nalon Macedo (PIBIC-AF-IS/CNPq/FA/UEM), Paula Silva Sardeiro Vanderlei (Orientadora). E-mail: pssvanderlei@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Área – Arquitetura e Urbanismo / Subárea: Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo.

Palavras-chave: Conforto luminoso; medição *in loco*; sala de aula.

RESUMO

Um estudo relacionado à iluminação, que engloba a combinação do aproveitamento tanto da luz natural como da luz artificial, quando integrado aos planos arquitetônicos, contribui para a otimização do consumo energético do edifício. A avaliação do conforto luminoso torna possível descrever a eficácia do sistema de iluminação, abarcando tanto a iluminação natural quanto a artificial, com base nos valores de iluminância estabelecidos pelas normas e na qualidade da iluminação. Estes valores são determinados a partir das atividades realizadas e das necessidades dos usuários do espaço. O propósito deste estudo consistiu em analisar as condições de conforto luminoso nas salas de aula da Universidade Estadual de Maringá (UEM), utilizando medições *in loco* para determinar se estão em conformidade com os requisitos estipulados pelas normas, incluindo níveis de iluminância adequados, uniformidade e diversidade de iluminância. Esses critérios possibilitam uma avaliação precisa, tornando mais simples a identificação de intervenções que possam ser implementadas a curto ou longo prazo no edifício. Assim sendo, os resultados demonstraram que a maioria das iluminâncias médias extrapolaram do limite permitido pelas normas, independentemente da estação do ano.

INTRODUÇÃO

A integração da luz natural aos projetos arquitetônicos é vital para os usuários da edificação. Além de aspectos estéticos como sombras e jogos de luz que agregam profundidade e textura, a fusão adequada otimiza a luz solar no interior da edificação, criando ambientes agradáveis e que remetem a salubridade. A luz natural oferece uma sensação de conforto e bem-estar, exercendo também uma influência positiva no ânimo e na produtividade das pessoas. Pesquisas indicam que o céu brasileiro possui uma cobertura generosamente iluminada, permitindo que, em construções criteriosamente concebidas, a iluminação artificial possa ser dispensada na maior parte das horas do dia (Morello; Krum; Sattler, 2010). Sendo assim, arquitetos podem aproveitar essa luz através de aberturas estratégicas como janelas

panorâmicas e claraboias, reduzindo a necessidade do uso de iluminação artificial e melhorando a eficiência energética das construções.

Partindo da situação delineada, o objetivo do presente estudo foi avaliar a iluminação natural nas salas de aula, realizando uma análise de caso por meio de medições *in loco*. A escolha recaiu sobre o ambiente da sala de aula devido ao que Ochoa, Araújo e Sattler (2012, p. 92) apontaram, destacando que “[...] a preocupação com a qualidade ambiental nas edificações escolares deve ser uma prática, uma vez que [...] [os alunos] gastam mais tempo nos ambientes internos da escola do que em sua própria edificação residencial”.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado para a avaliação da luz natural foi por levantamento de dados quantitativos, que ocorreu pelas medições das iluminâncias em salas de aula. O objeto de estudo escolhido foram quatro salas de aula, sendo duas salas em dois blocos diferentes localizados na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Para o bloco D67, foram determinadas as salas 208 e 209, e no bloco C34 as salas foram a 104 e 111. Essas salas foram escolhidas a partir de características internas parecidas e por possuírem aberturas em fachadas opostas. Portanto, nessas salas de aula a configuração ocorre em um formato retangular tendo como medidas: sala 208 (9,88m x 5,86m), sala 209 (9,98m x 5,86m), sala 104 (10,20m x 5,80m) e sala 111 (9,75m x 5,80m). Todas as salas contêm a mesma tipologia de janelas, sendo elas basculantes (Figuras 1 e 2), se estendendo por quase todo o comprimento da parede. Há também cortinas internas para controle da incidência da radiação solar. As medições foram realizadas nos dias 18 de março de 2023 (verão) e no dia 24 de junho de 2023 (inverno), executadas no intervalo de tempo de duas em duas horas a partir do nascer do sol, seguindo todos os procedimentos recomendados pela NBR 15215-4.

Os procedimentos de medições da iluminação e os valores médios estabelecidos se deram de acordo com duas principais normas, a NBR 15215-4 (ABNT, 2005) e a ISO-NBR 8995 (ABNT, 1992). Para a obtenção das iluminâncias, primeiramente realizou-se uma malha de pontos para cada sala, com a equação dada pela NBR 15215-4 que se descobre o valor de k , que é o índice local que define o número mínimo de pontos para o ambiente. Feito isso, foram determinados o seguinte: sala 104 ($k = 2,12$, mínimo 25 pontos), sala 111 ($k = 2,08$, mínimo 25 pontos), sala 208 ($k = 1,78$, mínimo 16 pontos) e sala 209 ($k = 1,80$, mínimo 16 pontos). Posteriormente, após os valores obtidos, foi realizado a divisão de quadrados ou retângulos para formar a malha. De forma a uniformizar o número de pontos utilizados foi de 27 e 28 pontos, sendo eles: sala 104 (28 pontos e malha de 1,46 x 1,45), sala 111 (27 pontos e malha de 1,45 x 1,39), sala 208 (28 pontos e malha de 1,46 x 1,41) e sala 209 (28 pontos e malha de 1,46 x 1,43). Todas essas malhas foram feitas sendo recuadas 0,50m da parede como indica a norma. A partir desses dados, para a medição *in loco*, utilizamos barbantes para delimitar a área da malha no chão das salas, a carteira dos alunos para servir como superfície de trabalho, sendo posicionadas no meio de cada retângulo da malha de pontos. Também nas

carteiras foram adicionadas um pedaço de fita crepe, onde identificava seu centro, para que quando fosse realizar a medição com o luxímetro, a fotocélula do aparelho ficasse no mesmo ponto. Com todos esses processos realizados, foram obtidas as medições em cada ponto de cada sala, em um intervalo de tempo de duas horas, do nascer até o pôr do Sol. Os dados foram coletados intercalando-se entre a luz natural e a luz artificial, sendo esse processo repetido em cada ponto da malha. Esse processo descrito foi executado tanto na estação do verão, quanto no inverno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das iluminâncias médias medidas nas salas de aula no verão e no inverno.

Tabela 1 – Dados das iluminâncias médias.

C34 – Sala:104 (Verão)							C34 – Sala:104 (Inverno)						
Ilumin. Média (E)	IN	08:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	IN	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
	IA	289,9	364,2	596,5	787,6	984,2	*	IA	1139,4	4147,4	3860,9	3749,3	81,5
C34 – Sala:111 (Verão)							C34 – Sala:111 (Inverno)						
Ilumin. Média (E)	IN	08:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	IN	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
	IA	320,1	319,4	367,8	444,9	126,9	*	IA	227,4	260,8	212,1	201,1	44,0
D67 – Sala:208 (Verão)							D67 – Sala:208 (Inverno)						
Ilumin. Média (E)	IN	08:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	IN	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
	IA	749,3	853,7	1629,2	1959,8	1182,8	*	IA	2426,9	2954,4	3339,1	3365,2	996,4
D67 – Sala:209 (Verão)							D67 – Sala:209 (Inverno)						
Ilumin. Média (E)	IN	08:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	IN	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
	IA	286,0	277,7	653,6	367,9	900	*	IA	255,7	209,5	233,1	208,9	131,4

*OBS: Valores desconsiderados por conta do pôr do sol às 18:30 e da variação climática (chuva) que ocorreram nas últimas medições. (IN= iluminação natural / IA=iluminação artificial)

De acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, esses ambientes deveriam apresentar valores de no mínimo 200 lux, valores médios de 300 lux e no máximo 500 lux. No primeiro momento será discutido as médias da iluminação natural no verão, apresentando em primeiro plano o valor mínimo que não foi atendido, sendo esse na sala 111 às 16:30h. Enquanto que o valor mínimo foi alcançado na sala 104 às 08:30h e na sala 209 nos horários de 08:30h e 10:30h. Em seguida, têm-se os valores médios que foram atingidos na sala 104 às 10:30h, na sala 111 às 08:30h, 10:30h e 12:30h. Ainda na sala 111 às 14:30h foi obtido um valor acima da média de 300 lux, porém como ele quase ultrapassa o valor máximo ele não foi considerado naquela seleção. Por último, todos os valores restantes de iluminação natural ultrapassaram do máximo permitido por norma. Adiante, têm-se os valores da combinação da luz natural com a iluminação artificial, em que todos os horários de todas as salas excedem o limite. Com exceção apenas de dois horários, sendo o das 18:30h da sala 104 e às 16:30h da sala 111 que não chegam a 500 lux. Porém, principalmente o segundo horário, está extremamente próximo aos valores limites. Analisando agora as medidas do inverno, observa-se primeiramente a iluminação natural, que nas salas 104, 111 e 209, no horário das 17:00h, próximo ao pôr do sol do inverno, os valores não chegam ao mínimo de lux necessário recomendado por norma. Posteriormente, nas salas 111 e 209 nos horários de 09:00h, 11:00h, 13:00h

e 15:00h, todos atingem ao mínimo necessário. Por seguinte, os valores restantes de luz natural ultrapassaram o valor delimitado. Em relação as medidas combinadas de luz natural e artificial, chegaram-se aos seguintes resultados: na sala 104 e 111 às 17:00h e na sala 209 às 13:00h, 15:00h e 17:00h, quase alcançaram o máximo permitido de 500 lux. Sendo assim, observou-se que os valores que sobraram ultrapassaram o limite estipulado.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, com base nas medições realizadas, tornou-se evidente que a distribuição da iluminação na sala não ocorre de forma uniforme, característica essencial, por se tratar de sala de aula. Sendo assim, não será possível integrar a luz natural naquele ambiente de maneira que ele desempenhe com satisfação o conforto e a qualidade de vida para os ocupantes. A avaliação da iluminação natural em salas de aula ressalta a importância de considerar a variabilidade da luz solar ao projetar espaços educacionais. A eficiente integração da luz natural com a iluminação artificial adequada, é essencial para proporcionar ambientes propícios ao aprendizado e ao bem-estar dos estudantes. Portanto, é fundamental que futuros projetos e intervenções considerem cuidadosamente os aspectos de iluminação natural para promover um ambiente educacional saudável e confortável.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio financeiro da Fundação Araucária pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto vinculado ao PIBICI-AF-IS-UEM.

REFERÊNCIAS

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, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-ISO 8995-1** – Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

MORELLO, A.; KRUM, C.; SATTTLER, M. A. Avaliação de conforto lumínico em salas de aula: Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico, Viamão, RS. *In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Canela - RS, não paginado, 6 a 8 de out. 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/32636911-Avaliacao-de-conforto-luminico-em-salas-de-aula-escola-municipal-de-ensino-fundamental-frei-pacifico-viamao-rs.html>. Acesso em: 19 agosto 2023.

OCHOA, J. H.; ARAÚJO, D. L.; SATTTLER, M. A. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 91-114, jan./mar. 2012. Disponível em:

32º Encontro Anual de Iniciação Científica
12º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



23 e 24 de Novembro de 2023

<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/19439/15620>. Acesso em: 19 agosto 2023.