

AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SALAS DE AULA UNIVERSITÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO NO SUL DO BRASIL

LUCAS CECHIN PAZ¹; RAFAELLA DOS PASSOS NÖRNBERG²; MARIA EDUARDA DA SILVA TRAMM³; ESTER ARANHA PINHEIRO DE SOUZA⁴; CHAYANE COSTA LOBO⁵; GABRIELA MELLER⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – lcpprofissional@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas) – rafa.pn2003@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas - mariaetramm@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - esteraranha10@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - contatochayanelobo@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – gabriela.meller@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Níveis inadequados de iluminação em ambientes educacionais, conforme documentado em um estudo realizado em escolas públicas em Álvares Machado, São Paulo, têm impactos significativos tanto na saúde quanto nos resultados de aprendizagem. Iluminação insuficiente ou excessiva, como valores abaixo de 300 lux em salas de aula ou acima de 2.000 lux perto de janelas, pode causar fadiga visual e fotofobia, prejudicando a concentração e o conforto do usuário. Além disso, a distribuição irregular da luz, com variações abruptas na iluminação dentro do mesmo espaço, exige constante adaptação ocular, o que aumenta a fadiga e reduz a produtividade em tarefas que envolvem leitura prolongada, escrita ou uso de dispositivos digitais (AGUIAR; BUENO-BARTHOLOMEI; LOTUFO, 2014).

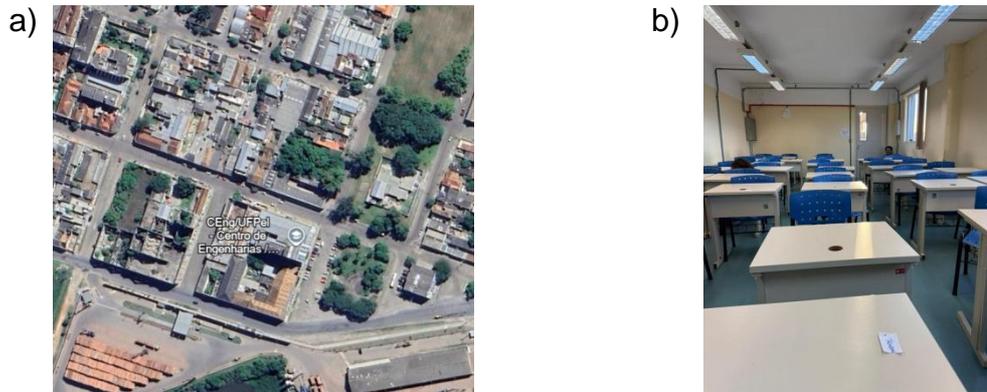
Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade do ambiente luminoso em espaços educacionais iluminados por luz artificial, visando diagnosticar o cumprimento das recomendações normativas e identificar possíveis deficiências nos níveis de iluminância necessários para as atividades em sala de aula.

2. METODOLOGIA

A metodologia compreendeu três etapas principais: (i) caracterização do local do estudo, (ii) medições de iluminância e (iii) comparação dos resultados com parâmetros normativos. O objeto de estudo foi uma sala de aula universitária localizada na latitude $-31^{\circ}46,89'$ e longitude $-52^{\circ}20,14'$, situada no Centro de Engenharia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) (Figuras 1a e 1b).

A sala se estreita em direção à entrada, medindo $6,16 \times 4,39$ m na parte de trás e $3,80 \times 4,16$ m na frente, com pé-direito de 2,63 m e área total de $42,85$ m², conforme Figura 3. O piso é revestido com vinil azul claro, o teto é pintado de branco e as paredes são bege. No lado nordeste, há três janelas de vidro de vidro simples transparente com caixilhos de alumínio ($1,15 \times 1,51$ m / $1,12$ m). A porta de entrada fica na parede norte e dois quadros de vidro transparente estão posicionadas na parede leste. O objeto de estudo está localizado no oitavo andar, não havendo obstrução solar por parte de outras edificações ou vegetação.

Figura 1: Localização do objeto de estudo (a) e interior da sala (b)



As medições foram realizadas no dia 23 de maio de 2025 às 18:00 horas sob as condições de céu escuro. O procedimento de medição foi realizado conforme a NBR 15215-4 (ABNT, 2023). As medições tiveram o objetivo de avaliar as condições de iluminação artificial do ambiente construído, levando em consideração as condições reais. Para as medições foram consideradas as seguintes observações: superfícies de trabalho como carteiras de aula, que possuem altura de 0,74 m; o luxímetro utilizado foi deixado sobre as carteiras, já que o objetivo do estudo foi medir o nível de iluminância nesses planos de trabalho. Além disso, foram evitadas sombras sobre a fotocélula e a sala de aula estava desocupada. Para medir o nível de iluminância, foi utilizado um luxímetro da marca Extech, modelo EA33, conforme a normativa da NBR 15215-4 (ABNT, 2023) (Figura 2).

Figura 2: Luxímetro



Para determinar o número mínimo de pontos necessários para a verificação da iluminância natural foi utilizada a Equação 1 NBR 15215-4 (ABNT, 2023). A partir do valor do índice de sala de $K = 1,99$, verificou-se que o número mínimo é de 16 pontos (Figura 3). Assim, os experimentos para medição dos valores de iluminância foram realizados conforme o método da NBR 15215-4 (ABNT, 2023) e os resultados foram comparados aos níveis de iluminância recomendados pela ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013).

$$K = \frac{(C \times L)}{(C+L)Hm} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

K - é o índice de ambiente da sala;

C - é o comprimento da sala [m];

L - é a largura da sala [m];

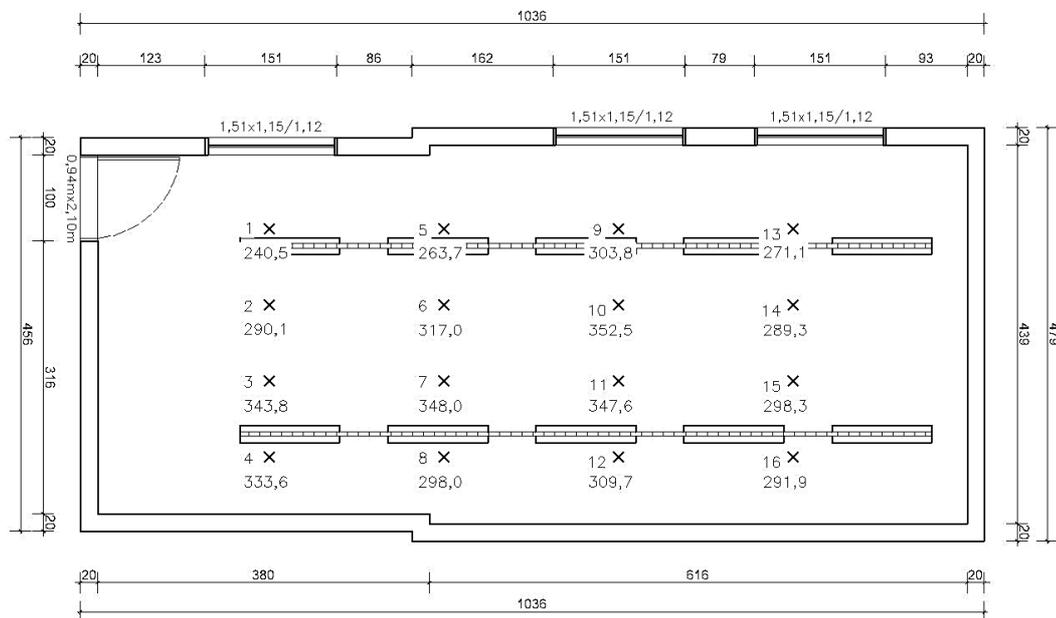
Hm - é a altura entre a superfície de trabalho e o topo da janela [m];

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições de iluminância realizadas nos 16 pontos definidos variaram entre 240,5 lux e 352,5 lux, com uma média geral de 393,9 lux (Figura 3). De acordo com a norma ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013), a iluminância média recomendada é de 300 lux para uso diurno em salas de aula e 500 lux para condições noturnas ou quando a iluminação artificial é a única fonte de luz. Embora o valor médio obtido tenha excedido a exigência diurna, não foi atingido o valor médio de iluminância de 500 lux para aulas noturnas, indicando iluminação insuficiente para um desempenho visual ideal no uso noturno.

Além da inadequação quanto a iluminância para períodos noturnos, as luminárias instaladas utilizam lâmpadas de temperaturas de cor variadas (1.000 K, 3.000 K e 6.500 K). Embora suas potências nominais fossem adequadas, essa inconsistência nas características espectrais pode afetar negativamente a percepção visual, a reprodução de cores e o conforto do usuário. Assim, os resultados indicam a necessidade de medidas corretivas destinadas a melhorar a uniformidade de temperatura das lâmpadas e alcançar a conformidade dos valores de iluminância normatizados para períodos noturnos.

Figura 3: Níveis de iluminância em cada ponto



A fim de aumentar a iluminância durante os períodos noturnos, recomenda-se a instalação de mais uma fileira de luminárias com interruptor próprio. Além disso, é recomendada a padronização da temperatura de cor correlacionada da lâmpada, preferencialmente dentro da faixa de 3.000 K a 4.000 K, adequada para ambientes educacionais, a fim de melhorar o conforto visual e a percepção de cores. A implementação dessas medidas reduzirá a fadiga visual, melhorará a qualidade luminosa e proporcionará um ambiente de aprendizagem mais favorável, especialmente para aulas noturnas.

4. CONCLUSÕES

Este estudo aplicou uma abordagem metodológica padronizada, seguindo os procedimentos estabelecidos na NBR 15215-4 (ABNT, 2023), para avaliar o desempenho da iluminação artificial de uma sala de aula universitária. Os valores de iluminância medidos foram comparados com os níveis recomendados definidos pela ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013), que estipula um mínimo de 500 lux para salas de aula utilizadas sob iluminação artificial à noite. Os resultados indicaram que, embora a iluminância média de 393,9 lux excedesse a exigência diurna de 300 lux, ela ficou aquém do limite de 500 lux para uso noturno.

Além disso, a sala de aula apresentou significativa não uniformidade na distribuição da luz, principalmente devido à penetração da luz do dia pelas janelas laterais e ao uso de lâmpadas com temperaturas de cor correlacionadas variadas. Essas deficiências qualitativas podem afetar negativamente o conforto visual, a percepção e o desempenho das tarefas.

Para resolver essas questões, duas estratégias corretivas são recomendadas: padronizar a temperatura de cor das lâmpadas para garantir a uniformidade e melhorar o conforto, e a instalação de fileira de luminárias a fim de adequar sala em relação a iluminância média para utilização noturna. A implementação dessas medidas melhorará a qualidade luminosa, reduzirá a fadiga visual e promoverá melhores condições de aprendizagem. Pesquisas futuras devem estender essa análise a diferentes tipologias de salas de aula e incorporar pesquisas de percepção do usuário para entender melhor a relação entre qualidade da iluminação, conforto e desempenho acadêmico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, V.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Conforto lumínico no ambiente escolar: níveis de iluminância em escolas públicas de Álvares Machado - SP. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais...* Maceió, p. 73–82, nov. 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4**: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação natural interna. Rio de Janeiro, 2023.