

ESTUDO LUMINOTÉCNICO: UMA ANÁLISE DO LOCAL DE TRABALHO DOS ESTUDANTE NA PANDEMIA

Emmily Ediviges Ferreira Barros
<http://lattes.cnpq.br/0235072276810939>
Faculdade São Francisco do Ceará

Jeane Silva de Souza
<http://lattes.cnpq.br/1453377022208307>
Faculdade São Francisco do Ceará

Resumo: Estudos comprovam que a produtividade aumenta à medida que melhoram as condições de iluminação do local de trabalho. Está usada de modo racional, traz muitos benefícios como aumento do rendimento, ambiente agradável garantindo a correta quantidade de luz, e, desta forma, não provocando ofuscamento. Com a pandemia da COVID-19 algumas modificações foram realizadas na rotina de estudos dos estudantes para que pudessem se adequar às atividades na modalidade on-line. Considerando ser um tema atual e relevante, é fundamental analisar o ambiente de estudo dos estudantes fora da sala de aula, sob o ponto de vista de eficiência produtiva, como também relacionado a qualidade de vida no ambiente de estudo. Neste sentido, o presente artigo tem por objetivo avaliar os valores ideais de iluminância, com a finalidade de identificar a iluminação atual em dois cenários distintos mostrando as deficiências e consequências de uma iluminação inadequada como também apresentando um modelo de iluminação eficiente ao local, proporcionando conforto visual. Foi realizado o levantamento do modelo das lâmpadas instaladas e as dimensões do local, conforme a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1. Os resultados demonstraram que com o projeto luminotécnico os alunos que desfrutaram do ambiente terão mais produtividade e qualidade nos estudos.

Palavras-chave: projeto luminotécnico, conforto visual, produtividade.

LIGHTING STUDY: AN ANALYSIS OF THE PLACE OF STUDENT WORK IN THE PANDEMIC

Abstract: Studies show that productivity increases as lighting conditions in the workplace improve. Used in a rational way, it brings many benefits such as increased performance, pleasant environment ensuring the correct amount of light, and thus not causing glare. With the COVID-19 pandemic, some changes were made to the students' study routine so that they could adapt to activities in the online modality. Considering it is a current and relevant topic, it is essential to analyze the study environment of students outside the classroom, from the point of view of productive efficiency, as well as related to the quality of life in the study environment. In this sense, this article aims to evaluate the ideal values of illuminance, in order to identify the current lighting in two different scenarios showing the deficiencies and consequences of inadequate lighting as well as presenting an efficient lighting model for the place, providing comfort. visual. A survey of the model of the installed lamps and the dimensions of the place was carried out, according to the ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 standard. The results showed that with the lighting project, students who enjoy the environment will have more productivity and quality in their studies.

Keywords: lighting design, visual comfort, productivity.

1 INTRODUÇÃO

A luz é o elemento mais importante para o bem estar físico e mental de todos os usuários que usufruem de cada tipo de ambiente. É muito importante analisar o posicionamento de elementos como portas, janelas, domos, pérgolas, etc. para assegurar a quantidade de luz natural necessária. Assim como, a escolha de lâmpadas e luminárias adequadas, os materiais de acabamento, isso tudo influenciam diretamente para uma boa reflexão de luz, portanto, deve ser analisada cuidadosamente por serem etapas bem importantes em um projeto de luminotécnico (GURGEL, 2020) (SPANCERSKI et. al 2020).

De acordo com Spancerski *et al.*, (2020) a luminotécnica traz à tona muitas discussões relacionadas à realização das medições, sendo que a iluminância não é, na maioria dos casos, homogênea em toda sua extensão. Para isto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou o conjunto de normas brasileiras que trata a iluminância de interiores embasada em normas internacionais e se divide em quatro partes. Este conjunto de normas aborda a metodologia para medição da iluminação dos ambientes e também apresenta o valor adequado para cada ambiente (ou tarefa executada). Neste artigo é utilizada a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 para avaliar os valores ideais de iluminância em algumas situações dos alunos neste período de pandemia, com a finalidade de identificar a iluminação atual em três cenários distintos mostrando as deficiências e consequências de uma iluminação inadequada como também apresentando um modelo de iluminação eficiente ao local e proporcionar conforto visual quando precisar realizar as tarefas home office.

2 METODOLOGIA

Levando-se em consideração o cenário pandêmico atual, algumas modificações foram realizadas na rotina de estudo para que se pudesse adaptar as atividades que seriam executadas na sala de aula para locais disponíveis em residências. Foram analisados dois cenários mais comuns dos estudantes que foi a sala e o quarto.

O projeto iniciou-se com a avaliação preliminar dos ambientes que eram mais utilizados pelos alunos na pandemia, ambientes estes que são a sala e quarto. Para obter precisão no estudo, após a avaliação preliminar se aplicou uma coleta de dados, utilizando-se de instrumentos de medição de níveis de iluminância, sendo estes o luxímetro (utilizou-se um aplicativo de celular para medir a iluminância do local em estudo), cuja unidade de medida é o lux. Conforme determina a normativa, as medições de iluminância devem ser realizadas em altura equivalente à do nível habitual de utilização do ambiente, em forma de matriz equidistantemente distribuída, com suas dimensões variando de acordo com a área total do ambiente.

Com base nesse estudo minucioso dos ambientes foi estabelecido os fatores que influenciam na iluminação, como a cor das paredes, cor das cortinas, posicionamento e dimensionamento das lâmpadas, tendo em conta a interferência de luz solar pelo fato de que a medição fora realizada em período diurno e noturno. Juntamente com este estudo de interferências, realizou-se a avaliação dos níveis de iluminação recomendados para a sala de aula, corresponde aos níveis de 300 lux diurno e 500 lux noturno (ABNT, 2013). Desse modo, é provável que os valores de iluminância sugeridos pela norma não sejam cumpridos nos estudos de caso, já que o ambiente não foi projetado para esta atividade e sim adequado.

Neste contexto, a metodologia proposta para o desenvolvimento da análise do local de trabalho dos estudantes na pandemia é realizada de acordo com as seguintes etapas:

- a. Avaliação preliminar dos ambientes
- b. Cálculo luminotécnico
- c. Resultados e discussões

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do cenário atual, levando em consideração os ambientes mais utilizados pelos estudantes na pandemia, foram escolhidas as dependências do quarto e a sala, e a partir desses locais foram realizadas análises.

Tabela 1 – Ambientes de estudos

Ambiente		
	Ambiente 1 Sala (metros)	Ambiente 2 Quarto (metros)
Comprimento	3	4
Largura	3,2	3,5
Altura	3	3

Fonte: elaborada pelos autores.

Após a coleta de medidas foram selecionados os planos de trabalho, que no ambiente da sala terá uma mesa de centro, no ambiente do quarto uma bancada suspensa. Os objetos estão respectivamente a 0,45 m e 0,80 m do chão, dados necessários para encontrarmos a área útil.

I. Cálculo do Pé-direito útil

O cálculo do pé-direito útil é o valor do pé-direito total do recinto (H), menos a altura do plano de trabalho (hp), menos a altura do pendente da luminária (h_{pend}). Isto é, a distância real entre a luminária e o plano de trabalho.

Para o cálculo do Pé-direito útil:

$$hm = H - hp$$

$$hm1 = H - hp \therefore hm = 3,00 - 0,45 \quad hm = 2,55 \text{ m}$$

$$hm2 = H - hp \therefore hm = 3,00 - 0,80 \quad hm = 2,20 \text{ m}$$

Logo, tem-se uma altura útil para ambiente 1 de 2,55 m e para o ambiente 2 de 2,2 m.

II. Índice do Local (K).

O índice do local é um dos passos para o cálculo luminotécnico, nele encontra-se a relação entre as dimensões do ambiente, definida por duas equações, para iluminação direta e indireta. Neste artigo utiliza-se a seguinte equação:

$$K = \frac{C * L}{hm * (C + L)}$$

em que K é o índice do local, C é comprimento do ambiente (m), L é a largura do ambiente (m) e hm: altura útil (m).

Assim, em relação ao ambiente 1 e 2 tem-se:

$$K1 = \frac{3 * 3,2}{2,55 * (3 + 3,2)} = 0,703.$$

$$K2 = \frac{4 * 3,5}{2,20 * (4 + 3,5)} = 0,85.$$

Logo, verifica-se que os índices são K1= 0,703 e K2=0,85. Esses valores não estão na tabela do fabricante, portanto, utiliza-se os valores mais próximos: K1= 0,6 e K2= 0,8.

III. Fator de Utilização (U)

O fator de utilização é uma informação fornecida pelos fabricantes das luminárias, e indica o desempenho da luminária no ambiente considerado no cálculo, ou seja, é o dado que apresenta o desempenho do equipamento, de acordo com a reflectância do ambiente, devido a isso antes de verificar o fator de utilização os índices de reflectância devem ser observados.

Tabela 2 – Índice de reflexão

Índice	Reflexão (%)	Significado
1	10	Superfície escura
3	30	Superfície média
5	50	Superfície clara
7	70%	Superfície branca

Fonte: Guia da Engenharia

Para o ambiente 1 tem-se os índices: Teto (70%), Parede (30%), Piso (30%).
 Para o ambiente 2 temos os índices: Teto (70%), Parede (30%), Piso (30%).
 Em ambos os ambientes se considerou o piso como uma superfície escura.

Tabela 3 – Coeficiente de utilização

TETO (%)	70			50			30		0
PAREDE (%)	50	30	10	50	30	10	30	10	0
PISO (%)	10			10			10		0
K	FATOR DE UTILIZAÇÃO - (x0,01)								
0,60	4	35	32	40	35	32	35	32	30
0,80	4	43	39	47	42	39	42	39	37
1,00	53	49	45	52	48	45	48	45	43
1,25	58	54	51	57	53	50	53	50	48
1,50	62	58	55	61	57	54	56	54	52
2,00	67	64	61	66	63	61	62	60	58
2,50	70	68	65	69	66	64	65	64	62
3,00	72	70	68	71	69	67	68	66	64
4,00	75	73	71	73	72	70	70	69	67
5,00	76	74	73	75	73	72	72	71	69

Fonte: Philips.

IV. Fator de depreciação (d).

O fator de depreciação é o que leva em consideração o impacto da sujeira do ambiente ao passar do tempo, pois esses fatores geram oposição a luz e conseqüentemente, menor iluminação. Seu valor é obtido por meio de tabelas. Para amenizar esses problemas deve ser implementada a manutenção preventiva.

Tabela 4 – Fator de depreciação e manutenção.

AMBIENTE	PERÍODO DE MANUTENÇÃO		
	2.500 h	5.000 h	7.500 h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Fonte: Philips.

Para ambos os ambientes se considera limpo e 2.500h, resultando em um fator de 0,95.

V. Classe de qualidade.

A classe de qualidade determina de acordo com as atividades desempenhadas no local, a iluminância necessária. Nesse caso, considera-se a sala de aula, pois a tabela leva em consideração atividades como leitura, apresentação e escrita.

Tabela 5 – Iluminância.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	E_m lux	UGR_L	R_a	Observações
28. Construções educacionais				
Brinquedoteca	300	19	80	
Berçário	300	19	80	
Sala dos profissionais do berçário	300	19	80	
Salas de aula, salas de aulas particulares	300	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500	19	80	

Fonte: NBR/ISO 8995 - Iluminação em Ambientes de Trabalho

Com base na tabela, temos que o fator ideal para E_m é de 300 lux.

VI. Cálculo de Iluminação.

$$N = \frac{E * C * L}{n * F * U * Fpl}$$

em que: E é a iluminância, L é a Largura, C o Comprimento, n é a quantidade de lâmpadas por luminária, F é o fluxo luminoso, U o Fator de Utilização e FPL o Fator de Depreciação ou Manutenção.

$$N1 = \frac{300 * 4 * 3,5}{1 * 820 * 0,48 * 0,95} = 10,83 \text{ lâmpadas} \quad N2 = \frac{300 * 3,2 * 2}{1 * 820 * 0,40 * 0,95} = 5,13 \text{ lâmpadas}$$

Como se trata de lâmpadas, os números devem ser inteiros e pares para a melhor distribuição. Portanto, utilizaremos para N1: 12 lâmpadas e para N2: 6 lâmpadas.

VII. Iluminância Média.

Para verificar se os valores normativos foram atendidos, iremos realizar o cálculo da iluminância média com a correção.

$$E = \frac{N * n * F * U * Fpl}{C * L}$$

em que: N é o número de luminárias, n o número de lâmpadas em cada luminária, F o fluxo luminoso, U o Fator de Utilização e FPL o Fator de Depreciação ou Manutenção.

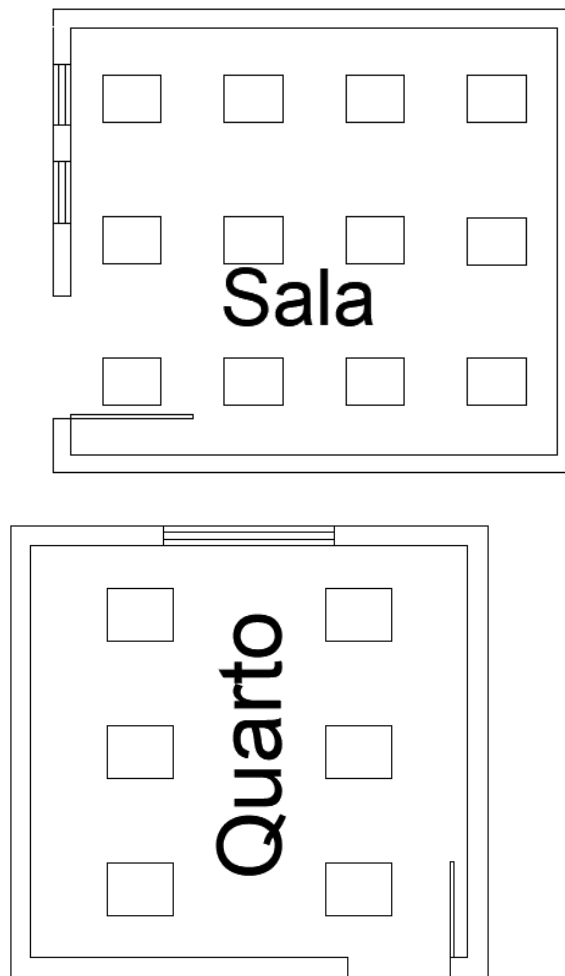
$$E1 = \frac{12 * 1 * 820 * 0,48 * 0,95}{4 * 3,5} = 355,12 \quad E2 = \frac{6 * 1 * 820 * 0,4 * 0,95}{3,2 * 2} = 301,54$$

VIII. Distribuição de Luminárias.

Para que aconteça uma distribuição eficaz, em que a iluminação esteja disposta da melhor maneira possível é preciso fazer o cálculo das distâncias corretas entre os equipamentos. Para distância entre luminárias divide-se a largura por 2, e para a

distância entre as luzes divide-se o resultado do primeiro cálculo por 2. Pois, para seu correto funcionamento elas precisam estar distribuídas de forma uniforme.

Figura 1: Ambientes de estudo de caso com distribuição das lâmpadas



Fonte: elaborada pelos autores.

5 CONCLUSÃO

A análise e melhoria do ambiente de estudo sugerido busca trazer maior conforto e conseqüentemente maior absorção de aprendizado aos estudantes, visto

que o cenário atual traz um maior impacto para os alunos, como menor interação, maior dificuldade de concentração, ambiente inadequado e outros fatores.

A implementação desse projeto traz um maior conforto visual, em virtude de que o ambiente terá iluminação apropriada, conseqüentemente, maior produção, concentração e conforto. Seu custo pode ser adequado à realidade do usuário, pois o utilizador pode optar por luminárias de maior potência e custo adequado. Tornando-se uma implementação economicamente viável, além de que se trata de um projeto de cálculo simples, que não necessita de ferramentas específicas, somente o conhecimento no assunto. Assim, concluí que o projeto traz resultados satisfatórios e principalmente conforto aos alunos, além de se mostrar uma opção viável para implementação, devido a sua fácil execução e melhoria significativa para os estudantes.

REFERÊNCIAS

SPANCERSKI¹, Jandrei Sartori; KONOPATZKI, Evandro André. **Verificação da iluminação de uma sala de aula usando a nova norma de luminotécnica**—ABNT NBR ISO/CIE 8995/2013.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Iluminância de Interiores**. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013.

GURGEL, Miriam. **Projetando espaços: design de interiores**. São Paulo: Editora: Senac, 2020.