

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO EM SALAS DE AULA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DA REGIÃO NORTE: UMA APLICAÇÃO DA NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL (NHO11)

Bruno Martins Leveau (UFAM) E-mail: leveau@live.com
Ana Lucia Fernandes da Silva (UFAM) E-mail: ana.fernandes.silva01@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é avaliar as condições de iluminação de salas de aula de uma universidade pública localizada na região norte. O estudo verificou se a iluminação das salas avaliadas estão padronizadas conforme as Normas Brasileiras: Norma de Higiene Ocupacional 11 (NHO-11), a Norma Regulamentadora 17 (NR-17) e a NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Para medição dos índices de Lux, foi utilizado o equipamento luxímetro calibrado conforme as especificações técnicas do fabricante. Ao analisar os resultados obtidos, verificou-se que os índices de iluminação dos ambientes estão abaixo do que estabelecem as normas técnicas. Os resultados mostram que é necessário adequar a iluminação dos ambientes estudados para proporcionar melhores condições para o aprendizado dos alunos.

Palavras-chave: Condições de iluminação, Universidade, Salas de aula.

ANALYSIS OF CLASSROOM LIGHTING LEVELS OF A PUBLIC UNIVERSITY OF THE NORTHERN REGION: AN APPLICATION OF OCCUPATIONAL HYGIENE STANDARD (NHO11)

Abstract: The objective of this work is to evaluate the lighting conditions of classrooms of a public university located in the northern region. The study verified whether the lighting of the evaluated rooms is standardized according to the Brazilian Standards: Occupational Hygiene Standard 11 (NHO-11), Regulatory Standard 17 (NR-17) and NBR ISO / CIE 8995-1: 2013. To measure Lux indices, the luximeter equipment calibrated according to the manufacturer's technical specifications was used. By analyzing the results obtained, it was found that the ambient lighting rates are below what the technical standards establish. The results show that it is necessary to adjust the lighting of the studied environments to provide better conditions for students' learning.

Keywords: Lighting Conditions, University, Classrooms

1. Introdução

De acordo com Buron (2016) o objetivo das universidades é formar pessoas para o mercado de trabalho, através do conhecimento formado e lapidado dentro dela mesma. As universidades de forma geral utilizam a pesquisa para gerar novos conhecimentos e qualificar os processos de ensino e aprendizagem.

Na visão de Tartaruga (2010) e Buron (2016) as instituições de ensino superior, têm atribuições específicas para o desenvolvimento dos territórios. Tanto do lado do ensino, formando mão-de-obra qualificada para atuar em áreas como tecnologia, ciências sociais e ciências médicas e, também, requalificando a força de trabalho já inserida no mercado através de programas de mestrado e doutorado.

Muitas pesquisas são desenvolvidas em universidades dentro de seus laboratórios, centros e grupos de pesquisa, gerando novos conhecimentos em ciências básicas que

não raro auxiliam no melhoramento de atividades produtivas e auxiliam o desenvolvimento do país.

Como as universidades são ambientes que concentram uma grande quantidade de pessoas, elas devem possuir estruturas adequadas para o desenvolvimento de suas atividades, proporcionando aos que nela estão inseridos, uma vivência acadêmica segura e confortável.

As condições das instalações prediais, sinalização de segurança e combate a incêndio, como também os índices de iluminação das salas de aula devem atender a critérios estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras.

Bertolotti (2007), afirma que muitos fatores influenciam os processos de aprendizagem, as condições ambientais são decisivas, logo os índices adequados de iluminação são primordiais no processo de aprendizagem. Santos e Oliveira (2014), afirmam que uma boa qualidade de iluminação em uma sala de aula melhora a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

Guimarães et al. (2019) afirma que os edifícios destinados à educação devem estar sujeitos à obediência de padrões e normas fundamentais de projeto e construção, desta forma são capazes de assegurar uma oferta adequada de espaço para o processo pedagógico.

O objetivo deste artigo é abordar um estudo de caso sobre as condições da iluminação das salas de aula de uma universidade pública que está localizada na região amazônica do Brasil.

2. A iluminação das salas de aula

A iluminação de construções educacionais é determinada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) denominada NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Esta norma “especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho”. Em seu anexo A, a NBR em questão exemplifica áreas de tarefas para elaboração de projetos e verificação de iluminâncias, pois as variáveis ideais de iluminação dependem do ambiente e da atividade exercida no local.

A Norma de Higiene Ocupacional n.º 11 (NHO 11) de 2018 pertence a Fundacentro, uma das principais instituições do Brasil relacionada a pesquisa e estudos atinentes à segurança, higiene e medicina do trabalho. A NHO 11 que estabelece critérios e procedimentos para avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes internos de trabalho, a iluminância é definida como a razão do fluxo luminoso incidente em um elemento de superfície que contém o ponto dado e a área desse elemento e tem como unidade de medida o lux (lm/m^2).

De acordo com a NHO 11 e com NBR ISO/CIE 8995-1:2013, as salas de aulas deve ter iluminância mantida de 300 lux para escolas primárias e secundárias, e de 500 lux para aulas noturnas e educação de adultos.

Uma iluminação adequada em ambientes de trabalho é uma questão ergonômica e um dos parâmetros estabelecidos pela Norma Regulamentadora 17 (NR-17) do Brasil, que diz que em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

3. Critérios da norma NHO 11 para medição da iluminação média

O critério adotado na NHO 11, para avaliação do nível de iluminamento é a medição ponto a ponto nas diferentes tarefas e a comparação com os valores mínimos exigidos correspondentes ao valor da iluminância mínima E (lux) para as tarefas nela especificadas. É permitida uma tolerância de 10% abaixo desse valor. A NHO 11 (2018) afirma que, quando houver atividades noturnas no ambiente analisado, as medições devem ser realizadas durante esse período.

A norma NHO 11 (2018, p.45) estabelece os procedimentos para determinar a iluminância média de interiores retangulares, sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral.

Para um ambiente de trabalho de área retangular com linha única de luminárias (Figura 1), deve-se adotar os seguintes critérios:

- Efetuar as medições nos pontos q_1 a q_8 , conforme Figura 1, distribuídos no ambiente de trabalho. Calcular a média aritmética das oito leituras (Q).
- Efetuar medições nos pontos p_1 e p_2 , conforme Figura 1, e calcular a média aritmética (P).
- A iluminância média (\bar{I}) é dada pela Eq. (1).

$$\bar{I} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad (1)$$

Sendo N = quantidade de luminárias.

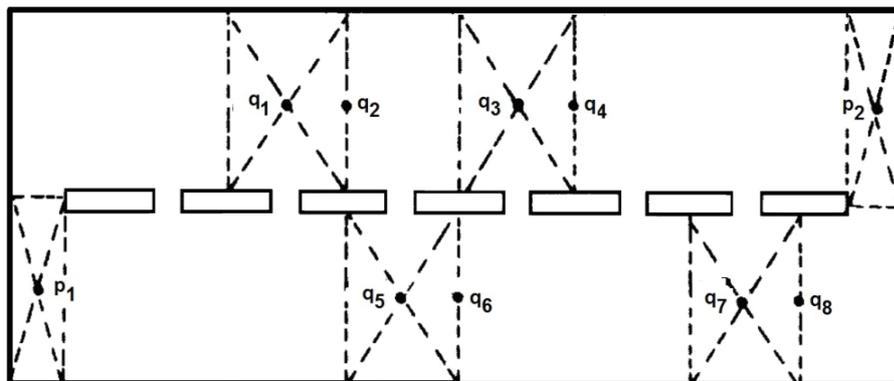


Figura 1 – Ambiente de trabalho de área retangular com linha única de luminárias.

Fonte: NHO 11 (Fundacentro, 2018).

Para ambientes retangulares com duas ou mais linhas contínuas de luminárias (Figura 2). A Norma NHO 11, estabelece que:

- Efetuar as medições nos pontos r_1 a r_4 , p_1 e p_2 , t_1 a t_4 e q_1 e q_2 , conforme Figura 2. Calcular as médias aritméticas R , P , T e Q .
- A iluminância média é dada pela seguinte Eq. (2), a seguir:

$$\bar{I} = \frac{R.N(M - 1) + Q.N + T(M - 1) + P}{M(N + 1)} \quad (2)$$

Sendo:

N = quantidade de luminárias por fila e M = número de filas.

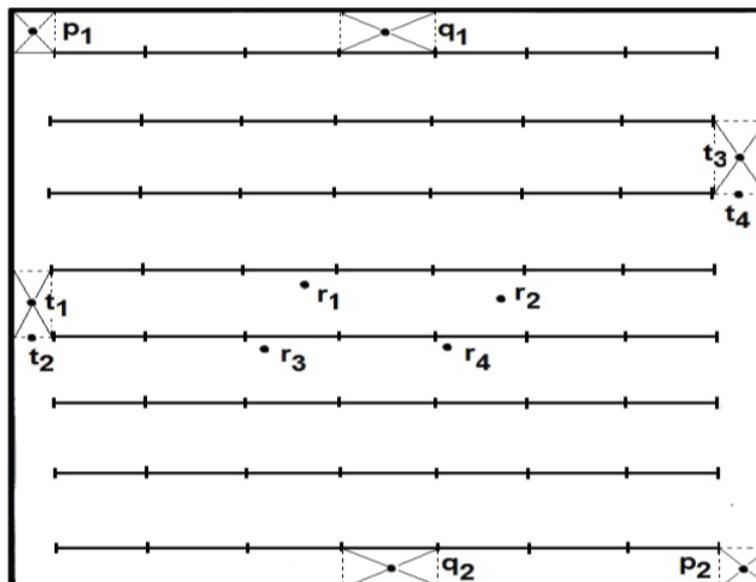


Figura 2 – Ambiente de trabalho de área retangular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias.

Fonte: NHO 11 (Fundacentro, 2018).

Para obter os dados da iluminância do ambiente objeto de estudo, é necessário o uso do equipamento luxímetro.

O luxímetro, segundo Pinto (2004) e Santos e Oliveira (2014) é um aparelho de medição que mede a iluminância fazendo o uso do efeito fotoelétrico descoberto por Hertz em 1887.

Conforme a NHO 11 (2010, p.17), o medidor de iluminância (unidade de medição em lux) com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e o ângulo de incidência. O equipamento também deve apresentar especificação técnica, informada pelo fabricante, que permita realizar a medição conforme o tipo de lâmpada utilizada, por exemplo, LED, fluorescente ou vapor de sódio.

4. Metodologia da pesquisa

Para a elaboração desse trabalho foi realizado uma pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, com objetivo exploratório e método bibliográfico.

O estudo de caso foi desenvolvido durante o segundo semestre de 2019. Os locais definidos para a realização do estudo foram duas salas de aula localizadas no bloco da Faculdade de Tecnologia (FT), onde diversos alunos dos cursos de engenharia química, materiais, produção, petróleo e gás se dedicam as suas atividades acadêmicas. As salas analisadas foram: sala n.º 02 e sala n.º 12 são utilizadas tipicamente para aulas de graduação no período noturno.

Foi estabelecido, propositalmente, uma sala de aula localizada no térreo e outra no 1º andar, para que fosse possível comparar o quanto as cores utilizadas no ambiente, bem como a disposição das luminárias afetam a luminosidade, uma vez que as salas do térreo e dos pisos superiores diferem, principalmente, no tamanho e no material das paredes. As salas de aulas são equipadas com luminárias para lâmpadas fluorescentes.

Para as aferições, utilizou-se um luxímetro calibrado com as correções necessárias especificada pelo fabricante, foi adotado o modelo MLM-1011 da marca Minipa, que

realiza medidas de iluminação no ambiente nas faixas de 2000 / 20000 / 100000 lux, representado na Figura 3 abaixo:



Figura 3 - Luxímetro digital modelo MLM-1011.
Fonte: Minipa

Além disso, para o dimensionamento preciso das salas de aula, foi utilizada uma trena laser modelo GLM 80 IP 54 da marca Bosch, demonstrada na Figura 4, abaixo:



Figura 4 - Trena laser modelo GLM 80 IP 54.
Fonte: Bosch.

Em consonância com a NHO 11, as medições foram realizadas em período noturno. Sendo a primeira realizada no dia 22 de outubro de 2019, na sala n.º 12, por volta das 20h (horário local). Os dados foram registrados imediatamente em uma planilha com o auxílio de um tablet.

A sala n.º 12 em estudo foi medida com a trena laser e constatada com área retangular de 28 m², com linha única de quatro luminárias. As medições de luminância foram realizadas com o luxímetro posicionado em plano horizontal nas carteiras do ambiente, uma vez que essa é a área de tarefa principal do local. Para tais características, utilizou a Eq. (1) para a obtenção da iluminância média. As Figuras 5 e 6 mostram o layout da sala n.º 12.



Figura 5 – Layout da sala 12.
Fonte: Autor (2019).



Figura 6 – Quadro branco da sala 12.
Fonte: Autor (2019).

A próxima medição foi realizada no dia 31 de outubro de 2019, também em período noturno, na sala n.º 02, por volta das 20h (horário local). Os dados foram adicionados na planilha.

Mantendo os protocolos, a sala em foco foi medida com a trena laser e constatada com área retangular de 53,44 m², com quatro filas de luminárias, sendo cada fila composta por duas das mesmas. As figuras 7 e 8 mostram a sala n.º 02.



Figura 7 – Layout da sala 02.
Fonte: Autor (2019).



Figura 8 - Visão geral da sala 02.
Fonte: Autor (2019).

As medições de iluminância foram realizadas com o luxímetro posicionado em plano horizontal nas carteiras da sala, pois esta é a área de tarefa principal do local. Para tais características, utilizou a Eq. (2) para a obtenção da iluminância média.

Além das verificações do nível de iluminância, foram realizadas observações a respeito das cores das paredes e teto, como também os aspetos de limpeza das lâmpadas.

5. Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a iluminância média da sala n.º 12 estão descritos na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Medições dados da sala n.º 12.

Ponto	Resultado (lux)	Média (lux)
p1	228	179,00
p2	130	
q1	243	208,50
q2	223	
q3	194	
q4	177	
q5	257	
q6	200	
q7	202	
q8	172	

Fonte: Autoria própria (2019).

Utilizando, então, a fórmula da Eq. (1) e os pontos de medições definidos na Norma NHO 11, tem-se, para a sala n.º 12, a iluminância média:

$$\bar{i} = \frac{208,50(4 - 1) + 179}{4} = 201,13 \text{ lux}$$

Os resultados obtidos para a iluminância média da sala n.º 02 estão descritos na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 – Medições da sala n.º 02.

Ponto	Resultado (lux)	Média (lux)
p1	330	277,00
p2	224	
q1	335	321,50
q2	308	
r1	359	321
r2	340	
r3	302	
r4	283	
t1	307	274,75
t2	356	
t3	194	
t4	242	

Fonte: Autoria própria (2019).

Da mesma forma, utilizando a equação Eq.(2) e os pontos de medições estabelecidos na Norma NHO 11, tem-se, para a sala n.º 02, a iluminância média:

$$\bar{I} = \frac{321 * 2(4 - 1) + 321,5 * 2 + 274,75 * (4 - 1) + 277}{4(2 + 1)} = 305,85 \text{ lux}$$

Com base nas legislações em vigor utilizadas, a NHO 11, a NBR ISSO/CIE 8995-1:2013 e a NR-17, foram avaliadas as condições de iluminação em duas salas de aula da Faculdade de Tecnologia da universidade. A iluminação das salas de aula analisadas não atingiu o nível de iluminamento mínimo (E) de 500 *lux* necessários para a tarefa a que se destinam.

A sala de aula n.º 02 apresentou iluminância média de 305,85 *lux* e, embora esse seja um valor aceitável para salas de aula, não atende ao requisito mínimo previsto na NHO 11 para salas de aula noturnas e educação de adultos. As paredes brancas favorecem a iluminação do ambiente.

A sala de aula n.º 12 apresentou iluminância média de 201,13 *lux*, isso significa que os indivíduos que fazem o uso daquele ambiente em classes noturnas possuem iluminação insuficiente na tarefa. As paredes, que são divisórias de madeira, possuem uma cor que não contribui com a iluminação do ambiente e deveria ser mais clara.

Em ambos os compartimentos, o teto possui uma tonalidade escura que é desfavorável à iluminação ideal do local. Somado a isso, as duas salas apresentam sujidades no sistema de iluminação e lâmpadas que não funcionam. Isso indica que a substituição das lâmpadas não ocorre com celeridade. Sinaliza, principalmente, que esses ambientes carecem de manutenção adequada, tanto preventiva quanto corretiva.

Observado também, que as lâmpadas não são uniformes quanto ao modelo, variando, inclusive, em temperatura de cor. Ou seja, não existe uma padronização nas lâmpadas utilizadas naqueles ambientes.

6. Conclusão

Para a manutenção do sistema de iluminação, a NHO 11 (2018) afirma que deve ser realizada manutenção preventiva e corretiva do sistema de iluminação observando-se aspectos como: limpeza, substituição de lâmpadas e de outros componentes. A periodicidade de manutenção depende das características do sistema de iluminação, da atividade desenvolvida, da sujidade e de outros aspectos do ambiente de trabalho.

Se mesmo após a substituição das lâmpadas queimadas e a limpeza do sistema de iluminação, as salas de aula não atingirem o nível de iluminamento mínimo, será necessário o uso de lâmpadas de maior fluxo luminoso ou até mesmo a redução dos espaçamentos das luminárias. Para um ambiente ideal também deverá acontecer mudanças na decoração do ambiente com a utilização de cores mais claras nos tetos de ambas as salas e nas paredes das salas dos andares superiores.

Por fim, sugere-se que para os próximos projetos de construção de novos prédios sejam observadas todas as normas regulamentadoras ainda na fase do planejamento. Uma iluminação exemplar no ambiente de aprendizagem contribuirá com a formação do

senso crítico daqueles que o utilizam o que, por sua vez, contribui com a formação de um profissional de excelência.

Referências

ABNT. NBR / ISO 8995-ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE TRABALHO - Páginas Pessoais - UTFPR.

Disponível em <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/vilmair/instalacoes-prediais-1/normas-e-tabelas-de-dimensionamento/NBRISO_CIE8995-1.pdf/view>. Acesso 22 de novembro de 2019.

BERTOLOTI, Dimas. *Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia.* Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. São Paulo: USP, 2007

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 17: ergonomia, de 8 de junho de 1978. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil].* Brasília, DF. Acesso em 12 de Dezembro de 2019.

BURON, R. M. *O papel da universidade na formação do perfil profissional.* In: XXI Jornada de Pesquisa. Salão do Conhecimento. 23 de setembro de 2016. UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

FUNDACENTRO. *Norma de Higiene Ocupacional n.º 11: avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho.* São Paulo, 2018.

GUIMARÃES, L.P. et al. “Aplicação dos conceitos mecânicos da iluminância e ergonomia visual no ambiente acadêmico”. *Acta Mechanica et Mobilitatem* , vol. 4, n . 1, dezembro de 2019, p. 5-11.

PINTO, Rinaldo Caldeira. *Curso de Fotometria on-line: Aula 4- Equipamentos de Medição.* Revista Lumière, v. 75, p. 1, 2004.

SANTOS, P.M., OLIVEIRA, C.R. *Iluminação ideal de uma sala de aula no período noturno.* In: 14º CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – CONIC. 28 e 29 de novembro de 2014. UNICID – Universidade Cidade de S. Paulo.

TARTARUGA, I.G.P. *As inovações nos territórios e o papel das universidades: notas preliminares para o desenvolvimento territorial no estado do Rio Grande do Sul.* Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). Porto Alegre, 2010.