



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Análise da iluminância dos interiores das salas de aula de uma instituição pública de ensino superior

João Pedro Barros Cuba¹, Felipe Augusto Santiago Hansted, Mateus Roder¹, Danilo Simões
Unesp, Itapeva, Engenharia de Produção
E-mail: joao.CUBA@grad.itapeva.unesp.br
Bolsa: Apoio aos Grupos Emergentes da UNESP¹, Bolsista de extensão²

Eixo: Novas Tecnologias: perspectivas e desafios

Resumo

A não observância da densidade adequada do fluxo luminoso sobre uma superfície, principalmente em ambientes internos onde são desenvolvidas atividades de ensino, pode acometer os discentes fisicamente e psicologicamente e, por conseguinte comprometer o rendimento escolar. Dessa forma, objetivou-se analisar a iluminância dos interiores de salas de aula em consonância à Norma Brasileira Regulamentadora 8995:2013. Para a análise do nível de iluminância (lux), foram consideradas 8 salas de aula de uma instituição de ensino, tendo os dados obtidos nos períodos diurnos e noturnos. A análise dos dados permitiu concluir que no período noturno a iluminância não está de acordo com o preconizado pela Norma Brasileira Regulamentadora, portanto, é imprescindível a adequação das fontes luminosas dos ambientes analisados.

Palavras Chave: luminosidade, lux, fluxo luminoso.

Introdução

A ABERGO (2015) define ergonomia como uma ciência que se ocupa da aplicação de teorias, princípios, dados e métodos em projetos que envolvam relações entre seres humanos e sistemas ou elementos garantindo o bem-estar humano e eficácia do sistema. Assim, os produtos, postos de trabalho, ambientes e tarefas são adaptados às características e limitações humanas.

Segundo Parsons (2000), Ergonomia pode ser definida como a aplicação do conhecimento humano em características para a montagem e design de sistemas. O estudo da ergonomia para Kaljun e Dollak (2012) pode ser exemplificado pela correlação entre as ciências matemáticas, físicas, sociológicas e biológicas, em que o estudo ergonômico permite a compreensão, adequação e prática, visando

Abstract:

Not observing the adequate luminous flux density on a surface, mainly in closed environment where teaching activities are usually developed, may inflict physically and psychologically hazard upon the alumni, hence compromising their performance. Being that as it may, it was aimed to analyze, on this paper, if the lighting inside classrooms concords to the Brazilian regulator standard 8995:2013. In order to analyze the light level (lux), 8 classrooms of a teaching institute were considered, the data were collected in the daytime and at night. The data analyses allowed to conclude that at night the lighting does not follow the Brazilian standards, thus, it is indispensable the adaptation of luminous sources of the analyzed environment.

Keywords: Lighting, lux, luminous flux.

melhores resultados das atividades humanas exercidas no ambiente de trabalho e na vida cotidiana.

No contexto sensorial, temos que a visão é um dos sentidos mais importantes, se não o mais importante, dos humanos, tal fato levou seu estudo a níveis de detalhamento cada vez maiores, principalmente quando se trata na relação adaptação à claridade e penumbra, esse processo, de acordo com Lida (2005), dura cerca de dois minutos, quando do mais escuro para o mais claro há uma redução de sensibilidade e um maior funcionamento dos cones óticos, deste modo o fluxo luminoso (ϕ) apresenta grande importância de estudo e compreensão em ergonomia já que a correlação entre ambiente e homem é muitas vezes feito através da acuidade visual do observador.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"



O fluxo luminoso (ϕ), segundo Ferreira (2010), consiste na radiação total emitida por determinada fonte de luz, sendo a mesma na faixa de comprimento de onda visível (380 a 780 nm), e medido em lúmen (lm). Se a fonte luminosa irradiasse luz uniformemente em todas as direções, o fluxo luminoso se distribuiria na forma de uma esfera, porém é quase impossível isto acontecer, deste modo vê-se necessário medir o valor dos lumens emitidos em cada direção, as direções de fluxo são representadas através de vetores e o comprimento de cada qual representa a intensidade luminosa em cada direção. A incidência de um fluxo luminoso em uma determinada área é denominada iluminância, e é medido em lux.

A iluminância (E) também é conhecida como nível de iluminação, e indica o fluxo luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície (m^2) situada a certa distância desta fonte (m). Esta grandeza é dada em lux e pode ser medida através de um luxímetro (RODRIGUES, 2002).

Costa (2000) complementa que a iluminância é um dos conceitos mais abstratos da luminotécnica. O autor exemplifica que, ao realizar uma leitura, a percepção das letras se dá pela diferença entre as refletâncias das letras pretas (10%) em contraste com o fundo branco do papel (85%), ou seja, para uma mesma quantidade de luz que chega à superfície do livro, a iluminância das letras é perceptivelmente menor que a iluminância do fundo. Segundo NBR 8995:2013 (ABNT, 2013), a iluminação deve satisfazer os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos pelo ambiente, sendo de maneira geral o conforto visual, desempenho visual e segurança visual, deste modo há diferentes índices de iluminância para diferentes ambientes de trabalho. Para Barbosa (2007), a iluminação pode ser classificada em três categorias de qualidade sendo elas, iluminação ruim (quando o sistema de iluminação sofre defeitos de qualidade), iluminação imparcial (quando o sistema de iluminação não apresenta defeitos de qualidade) e iluminação excelente, quando o sistema está tecnicamente correto, sem defeitos, e estimula os sentidos do observador.

De acordo com Barbosa Filho (2001), a iluminação oportuna em termos de quantidade e qualidade da luz e sua distribuição no ambiente, favorecidas pela correta escolha de sistemas de luminárias e lâmpadas e pelas características construtivas das superfícies da edificação (piso, teto e paredes), são fatores importantes para atingir a iluminação visual requerida durante a execução das tarefas.

No entendimento de Kocabey e Ekrenb (2014) a iluminação de interiores afeta a velocidade,

segurança e facilidade com que tarefas visuais podem ser executadas entretanto, a iluminação artificial pode sofrer depreciação por quatro principais motivos: falha da lâmpada, depreciação do índice lúmen da lâmpada, depreciação devido à sujeira, depreciação da sala devido à sujeira, sendo assim, uma vez que o olho humano possui uma capacidade ímpar de ajustar a situações onde a iluminação diminui gradativamente, poucos percebem essas diferenças, no entanto diminuições de iluminação podem prejudicar aparências dos locais bem mesmo como a segurança de seus ocupantes.

De acordo com Iida (2005), a percepção visual humana tem características próprias, no estudo em questão vamos discutir a acuidade visual, ou seja, a capacidade de discernir detalhes que depende, dentre outros fatores da iluminação do local e do tempo de exposição, sendo danosa a partir de 1000 lux podendo acarretar contração da pupila.

Segundo Grandjean apud Iida (2005) a fadiga visual é consequência de uma iluminação deficiente causando até 20% de todos os acidentes em um local de trabalho.

No caso de edificações escolares, entre os muitos fatores que influenciam os processos de aprendizagem, aqueles relacionados com as condições ambientais têm um papel determinante, uma vez que o estímulo educacional é repassado através da percepção dos sentidos, sendo um dos mais importantes a visão. Portanto, boas condições de iluminação natural, por exemplo, favorecem o desempenho e a saúde dos alunos, professores e funcionários (ALMEIDA, 2012).

No ambiente específico de sala de aula, a iluminância mantida deve ser uma média de 300 lux, já na lousa o recomendado é 500 lux e recomendado que a iluminação seja controlada (ABNT, 2013), porém para ambientes de estudo noturnos ou ensino de adultos, é preconizado pela mesma NBR 8995:2013 que o ambiente possua uma média norma de 500 lux para todos os locais.

Diante desse contexto, a luminosidade é um critério de grande relevância para as atividades exercidas em sala, pois pode afetar os indivíduos fisicamente, pela fadiga visual devido ao excesso de iluminância, excesso de contrastes ou baixa iluminação. Ademais, também pode afetar psicologicamente em situações em que a luminosidade dificulta a visualização de atividades de precisão.

Objetivos

Objetivou-se analisar a iluminância dos interiores de salas de aula em consonância à Norma Brasileira Regulamentadora 8995:2013.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROPRIEDADE DA UNIVERSIDADE

Material e Métodos

Para a análise do nível de iluminância (lux), foram consideradas 8 salas de aula de uma instituição de ensino.

Os dados foram obtidos por meio de um luxímetro digital com sensor de fotodiodo de silício da marca Minipa® - modelo MLM-1011.

As leituras foram realizadas nos períodos diurnos e noturnos em 8 salas onde são realizadas aulas teóricas para os cursos disponibilizados pela instituição. O aparelho foi posicionado num plano horizontal em no máximo 36 pontos distintos nas salas de aula avaliadas conforme a Figura 1, obtendo-se a leitura em Lux.

Segundo a normativa seguida, a obtenção de dados para a mensuração do índice de luminosidade em ambientes internos e ambientes de ensino com posicionamento de carteiras variável deve ser feito a partir de 0,5 m das paredes do local, para que deste modo a reflexão das paredes ou a intersecção de feixes luminosos externos ao ambiente não representem grande influência nos dados representativos do todo, porém a normativa seguida não apresenta uma metodologia a ser seguida, apenas enfatiza a necessidade de obtenção de dados que possam representar o todo.

Assim sendo, os dados primários puderam ser medidos de modo a obter valores que representassem regiões das salas estudadas, porém as salas não apresentavam necessariamente as mesmas dimensões, isso implicou no despendido de colunas (A,B,C,D,E,F) ou linhas (1,2,3,4,5,6), deste modo foram feitas mensurações dos índices de Lux e posteriormente calculada a média e o desvio padrão dos dados para cada local estudado.

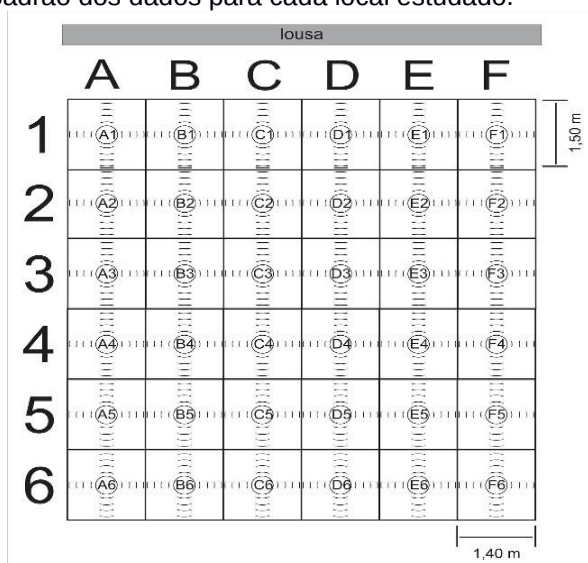


Figura 1. Diagrama de mensuração de lux das salas de aula ponderadas no estudo.

Os valores obtidos foram comparados com os níveis recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, consoante à Norma Brasileira de Registro NBR 8995:2013, que estabelece os valores de luminosidade médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizam atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras e classificadas como adequadas ou inadequadas.

Resultados e Discussão

A normativa preconiza que para o ambiente vê-se necessário 500 lux, independente do ponto de coleta, assim os dados obtidos demonstram de maneira geral a incompatibilidade com este valor, sendo que poucas salas apresentam proximidade com o índice médio, e quando existe, o desvio padrão se encontra elevado.

Os dados primários, enfatizam em primeiro momento elevada influência externa, tal fato pode ser melhor compreendido *in loco* no momento das mensurações onde foi possível constatar luminárias com deficiências, ademais, ausências de cortinas, fatores que comprometem diretamente a iluminância interior. Na Tabela 1, são apresentados os valores médios (lux) mensurados no período diurno para todas as salas de aula ponderadas no estudo, constatando-se que no período diurno 75% das salas apresentaram iluminância superior ao preconizado pela NBR empregada para a análise.

Segundo Wachowicz (2012) a má iluminação causa fadiga aos olhos prejudicando o sistema nervoso, concorre para a má qualidade do trabalho e é responsável por razoável parcela de acidentes e a elevada iluminância no ambiente pode causar sensação de desconforto e fadiga, deste modo por apresentar iluminação inadequada, sendo esta muitas vezes inferior ao preconizado, os frequentadores dos locais podem apresentar baixo rendimento acadêmico e possíveis problemas oculares.

Tabela 1. Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) da iluminância (E) dos interiores de salas de aula no período diurno.

E	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
$\bar{x}$	389	299	298	616	552	731	372	355
σ	54	65	52	97	74	71	64	45

* S – sala de aula.

Observa-se na Tabela 2 os valores médios (lux) obtidos no período noturno nas salas avaliadas. Consta-se que para todas as salas de aulas, os valores em lux estão abaixo do considerado como mínimo necessário (500 lux), fato que pode



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"



comprometer o rendimento escolar do discente que utiliza esses ambientes educacionais.

Segundo Sá (2010), a principal causa de fadiga visual é a vulnerabilidade do sistema de focalização da imagem e dos músculos que controlam os movimentos de fixação ocular, assim sendo, valores baixos de iluminância como os obtidos para o período noturno apresentam forte influência no despendimento de problemas oculares em ambientes onde há realização de atividades de concentração.

Tabela 2. Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) da iluminância (E) dos interiores de salas de aula no período noturno.

E	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
$\bar{x}$	368	257	277	421	389	480	277	287
σ	56	56	56	102	63	73	59	55

* S – sala de aula.

Conclusões

No período noturno a iluminância interna das salas de ensino não está em conformidade à Norma Brasileira Regulamentadora 8995:2013.

Faz-se necessário o redimensionamento das fontes luminosas dos ambientes avaliados para que no período noturno haja um fluxo luminoso que possibilite uma iluminância mínima de 500 lux.

Agradecimentos

Os autores agradecem a PROPE e a PROEX pela concessão das bolsas.

ABERGO. **O que é ergonomia.** Disponível em:

<http://www.abergo.org.br/interinas.php?pg=o_que_e_ergonomia>.

Acesso em: 14 mai. 2015.

ALMEIDA, M.; RUIZ, E. O.; GRAÇA, V. A. C. Iluminação natural e saúde em salas de aula: a melhoria do desempenho ambiental através do controle da radiação solar direta no IFSP-SP. **Sinergia**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 42-53, jan./abr. 2012.

AASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995:** Iluminação de ambientes de trabalho-parte 1 interiores. 8995-1:2013 Ed. Rio de Janeiro: Moderna, p. 46, 2013.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do trabalho & gestão ambiental.** São Paulo: Atlas, 2001.

BARBOSA, L. A. G. **História e Conceitos de Iluminação.** Rio de Janeiro, p. 1-16, maio 2007. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/manuais/projetodeiluminacao.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2015.

COSTA, G. J. C. Iluminação econômica: cálculo e avaliação. 2ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

FERREIRA, R. A. F. **Manual de Luminotécnica.** Apostila Auxiliar da Disciplina Ene-065 para o curso de engenharia elétrica da UFJF, p.1-2, jun. 2010. Disponível em: Acesso em: 13 maio 2015. <<http://www.ufjf.br/ramoiee/files/2010/08/Manual-Luminotecnica.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2015.

KALJUN, J.; DOLŠAK, B. Ergonomic design knowledge built in the intelligent decision support system. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.42, n.1, p. 162-171, Jan. 2012.

KOCABEY, S.; EKRENB, N. A new approach for examination of performance of interior lighting systems. **Energy And Buildings**, v. 74, n. 1, p.1-7, mai. 2014

IIDA, I. **Ergonomia:** projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 614p.

PARSONS, K. C. Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. **Applied Ergonomics: Fundamental Reviews in Applied Ergonomics**, v. 31, n. 621, p.581-594, Dec. 2000.

RODRIGUES, P. **Manual de iluminação eficiente.** PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 1. ed., 2002.

SÁ, E. C. **Fatores de risco para a síndrome visual associada ao uso do computador em operadores de duas centrais de tele atendimento em São Paulo, Brasil.** 2010. 90f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo - Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2010.

WACHOWICZ, M. C. **Segurança, saúde e ergonomia.** 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2012. 246p.