

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS MECÂNICOS DA ILUMINÂNCIA E ERGONOMIA VISUAL NO AMBIENTE ACADÊMICO

Letícia P. Guimarães^a,
Meinhard Sesselmann^a,
e Wellingtonia D. Dias^a,

^a Universidade Federal de Minas Gerais -
UFMG
Belo Horizonte – Brasil
Contact Information
leticiapinhe@gmail.com

RESUMO

O processo de aprendizagem e o consequente desempenho do aluno são diretamente influenciados pelas características físicas do ambiente em que estão inseridos e, a partir dessa premissa, este trabalho é justificado com base na experiência do próprio autor, o qual é o indivíduo diretamente afetado pelas condições atuais em que ela se encontra. O objetivo do estudo foi pesquisar e utilizar a literatura, normas regulatórias, aplicação de questionário estruturado e conhecimentos prévios adquiridos no curso de engenharia mecânica, reajustá-lo e, assim, oferecer uma alternativa que visa garantir o melhor conforto de iluminação, visual e ergonômica para alunos. Assim, este estudo, realizado nas salas de aula do bloco 4 da Escola de Engenharia - EE da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, teve como primeiro objetivo propor a adequação ergonômica da iluminação (níveis de iluminação) dessas salas de aula. Ao final deste estudo, pode-se concluir com base em estudos anteriores, observando a não padronização da iluminação no ambiente proposto, o desenvolvimento de um novo layout de iluminação, de acordo com a legislação vigente (NR-17 e NBR ISO / CIE 8995 -1).

Palavra-chave: Iluminação, conforto luminoso, ergonomia visual

INTRODUÇÃO

O termo ergonomia foi utilizado pela primeira vez em 1857 pelo polonês Woitej Yastembowky, publicado no artigo intitulado “Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho, baseado nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”, é o que relata Barbosa Filho [1]. Segundo Másculo [2], Woitej Yastembowky propôs uma disciplina com um escopo bastante extenso e com grande magnitude de interesses e aplicações, englobando todos os aspectos da atividade humana, visando o desenvolvimento da capacidade de identificar as medidas necessárias, garantindo fielmente os preceitos legais e regulamentares sobre segurança do trabalho, adotando parâmetros para eliminar ou neutralizar a insalubridade e as condições inseguras dos postos de atividades, nas fases de planejamento, implantação, utilização e manutenção das obras de engenharia, promovendo assim a saúde e integridade do indivíduo no local de trabalho, estudo ou até mesmo descanso.

A ergonomia contemporânea tem sido convocada a colaborar com os engenheiros de diferentes formas, fornecendo-lhes orientações gerais e específicas (princípios de projeto, normas e parâmetros ergonômicos) ou atuando diretamente nas equipes de projeto. Desde cedo, percebeu-se a necessidade de atuar a montante do processo de projeto, antes que sejam tomadas decisões irreversíveis, que para além dos custos das adequações ergonômicas, tem grande influência no que diz respeito ao desempenho da execução das tarefas pelos indivíduos. Por ergonomia visual compreendem-se, as questões relativas à qualidade e conforto visual a qual o sujeito está inserido em seu ambiente de trabalho e estudo, que se caracteriza principalmente por uma boa legibilidade, visibilidade e usabilidade do espaço em questão. A ergonomia visual trata ainda da combinação da iluminação com a distribuição de cores pelo ambiente. Estudos realizados em mais de 1000 espaços construídos visando avaliar o impacto da

presença ou ausência de cores no ambiente, constataram melhoras de produtividade e humor nos usuários submetidos a ambientes bem iluminados e coloridos com matizes de saturação moderada [3]. Sabe-se que edifícios acadêmicos são espaços de trabalho e produtividade, logo, o conforto ambiental é de suma importância para o desenvolvimento do processo de aprendizagem e ensino, atividade essa que envolve diversos agentes. Elali [4] atesta que o espaço de aprendizagem é fundamental para a formação e construção do ser humano, devendo estar submetido constantemente a avaliação e adequação. O arranjo físico desses espaços deve ser elemento de atenção na relação dinâmica entre o usuário e o ambiente, uma vez que condições desfavoráveis de conforto ambiental são uma das causas de mau desempenho dos alunos.

Ornstein [5] certifica que edifícios destinados à educação devem estar sujeitos à obediência de padrões e normas vitais de projeto e construção, capazes de assegurar uma oferta adequada de espaço para o processo pedagógico. Neste âmbito, investigar o entendimento do ambiente escolar sob a ótica da ergonomia visual é analisar o agente envolvido, desde sua capacidade social, no qual envolvem elementos que poderiam interferir na concentração do indivíduo, até aspectos como, mobiliário inadequado e desconfortável, salas com iluminação e ventilação pouco eficientes entre outros fatores [6].

Neste sentido, Moro [7] especula que o mobiliário escolar, juntamente com outros fatores físicos, é notadamente um componente da sala de aula que influi circunstancialmente no desempenho, segurança, conforto e no comportamento dos alunos. Afirmar ainda, que as condições ambientais afetam diretamente o desenvolvimento da tarefa e em muitos casos são responsáveis pelo baixo rendimento dos estudantes, podendo ainda gerar desconforto e futuramente problemas posturais.

De acordo com Iida [8], sob o enfoque ergonômico, os postos de trabalho devem propiciar uma boa postura, objetos dentro dos alcances dos movimentos corporais, que haja acessibilidade e espontaneidade na percepção de informações. Dessa forma, segundo Castillo e Villena [9] ao perspectivar a otimização das interações entre o indivíduo e o meio que o rodeia, segundo critérios de eficiência, segurança e conforto, torna indubitável a necessidade de identificar, reduzir e eliminar os riscos e os perigos para a saúde do estudante.

Conforme Castillo e Villena [9], a análise ergonômica, é feita de forma integrada tendo em conta o homem, o espaço de tarefa, o ambiente físico e a organização da atividade. Por outro lado, a ergonomia visual contempla um conjunto de qualidades do ambiente que o tornam agradável sob o aspecto da sua iluminação. Atendendo a este ponto de vista, entende-se que a iluminação é de primordial importância, não devendo ser ignorada, uma vez que condições de iluminação condicionam a percepção e

a sensação do estudante face ao conforto visual, que quando mal projetada, se traduz em fadiga visual, stress, esforço físico excessivo e desmotivação [10].

Nesta corrente da ergonomia de concepção, este trabalho trata de atrelar os conhecimentos técnicos de engenharia sob a perspectiva da ergonomia visual na readequação do projeto lumínico no ambiente acadêmico das salas de aula do bloco 4 da Escola de Engenharia – EE da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, fornecendo especificações mínimas, mas capazes de influenciar as soluções finais do projeto executivo, partindo-se da análise das situações existentes e de especificações de projeto.

Neste sentido, para proporcionar ambientes com o melhor conforto luminoso, melhor qualidade e com o menor custo, encontram-se no mercado, profissionais como arquitetos e engenheiros além de empresas geradoras de tecnologia, produtos e serviços, qualificados. Segundo, estes profissionais, o primeiro estágio para se avaliar o conforto luminoso refere-se à resposta fisiológica do usuário. Um determinado ambiente provido de luz natural e/ou artificial produz estímulos ambientais, ou seja, certo resultado em termos de quantidade, qualidade e distribuição da luz, contrastes, etc. O mesmo raciocínio serve para as outras áreas do conforto ambiental, é o que afirma a Associação Brasileira de Arquitetos e iluminação no Manual de Orientação Profissional [11].

A proposta de melhor ambientação lumínica do espaço de estudo, em específico as salas de aulas da EE-UFMG, pensados a partir dos novos conceitos de iluminação foi fundamentada em estudos de ambientes educacionais citados acima, assim, como, o de Castro [12] e de Dias et al. [13], que relatam a não adequação luminotécnica do ambiente, objeto de estudo deste trabalho perante as normas vigentes e nos estudos que, ainda, serão apresentados, no decorrer deste.

A relevância dessa problematização, justifica o empenho e investimento na elaboração deste trabalho, que se explicam por descrever e compreender a viabilidade desta adequação, por meio de uma abordagem técnica e dos conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em Engenharia Mecânica da autora.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desse trabalho foi elaborado uma pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa, objetivo exploratório e método bibliográfico. Neste sentido, Lakatos [14] relata que a pesquisa exploratória objetiva a maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito, ou à construção de hipóteses. Ainda, conforme descrito por Gil [15] uma pesquisa aplicada tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicações práticas, o que resultará num conjunto de boas práticas para o

desenvolvimento de novas tecnologias e o aprimoramento tecnológico.

O método envolveu levantamento bibliográfico, que é descrito por Kauark [16], como uma busca elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e, atualmente, material disponibilizado na internet em diferentes bases de dados. Preferencialmente foram selecionados artigos atuais, produzidas entre 2005 e 2019, com exceções dos livros chaves, onde os autores são considerados referências na área. Primeiramente foram selecionados somente aqueles artigos que apresentaram conteúdos referentes à temática proposta e que serviram de base para responder a problemática.

Após os artigos serem selecionados foram examinados com um nível de detalhamento maior e descartados os que não tiveram ligações com a temática. Também foram averiguadas de cada artigo as suas respectivas referências bibliografias, e os artigos que apresentaram relevância foram examinados e adicionados à lista de artigos selecionados. Após ter obtido uma visão geral do estado da arte do tema proposto foi elaborado esse documento que é o resultado final da pesquisa.

A metodologia adotada neste trabalho foi dividida em três etapas. A primeira etapa do estudo se deteve em caracterizar o ambiente a ser estudado com base em pesquisas anteriores de avaliação da qualidade dos níveis de iluminância. A segunda etapa foi o desenvolvimento de um novo layout luminotécnico e a terceira e última etapa, abarcou-se na aplicação de um questionário sobre a iluminação contendo uma amostra de respostas de 100 estudantes, que avaliaram qualitativamente as salas de aula do bloco 4 da EE – UFMG. O ambiente de estudo está localizado no complexo da Escola de Engenharia da UFMG, cuja imagem pode ser visualizada na Figura 1.

A Escola de Engenharia foi inaugurada no Campus Pampulha em 11 de março de 2010, constituída por 11 blocos e área total de 60.184 m². As salas de aula utilizadas como parâmetros para elaboração do novo layout luminotécnico, se encontram alocadas no prédio denominado bloco 4, anteriormente chamado de Pavilhão Central de Aulas - PCA, localizado geograficamente à 19°52'14.4"S e 43°57'48.2"O, como mostrado nas Figuras 1 e 2.

Para a análise do ambiente foi à realização do levantamento das suas dimensões. Os dados obtidos podem ser verificados na Tabela 1.



Figura 1. Foto aérea do complexo da Escola de Engenharia da UFMG [Adaptada de UFMG/arquivos/engenharia (2019)].

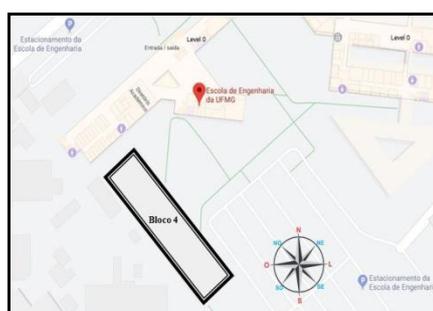


Figura 2. Localização espacial do bloco 4 em relação aos pontos cardeais [Adaptada de Google Maps, 2019].

Tabela 1. Dimensões das salas estudadas do 1º e 2º pavimento.

Salas	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Capacidade
1169	7,64	8,87	3,00	67,76	55
1180	7,64	7,67	3,00	58,59	45
2298	7,64	6,26	3,00	47,82	35
2307	7,64	8,92	3,00	68,14	55

As salas são equipadas com luminárias para lâmpadas fluorescentes modelos 332 1/2x32, suportando 1 ou 2 lâmpadas, feitas em chapa de aço 1010/20, soquete antivibratório, reator eletrônico de 32 watts, 220 volts, com refletor em chapa de alumínio brilhante, acabamento em pintura com tinta epóxi pó branca, através do sistema eletrostático. Consta na Figura 3 o modelo de luminária. As lâmpadas utilizadas são do modelo OSRAM T8/32W.

O prédio possui dois pavimentos que podem ser observados na Figura 4 e brise-soleils (quebra-sol, elemento arquitetônico instalado a fim de diminuir a incidência solar direta dentro de edifícios), instalados nas partes externas da edificação. Nos anexos A e B podem ser visualizadas as respectivas plantas baixas do pavimento 1 e 2 do bloco.



Figura 3. Luminária modelo 332 2x32 [Intral, 2019].

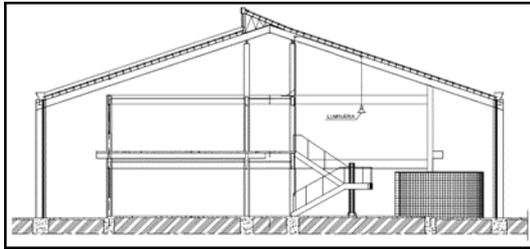


Figura 4. Corte Transversal do bloco 4 [Adaptado de mapoteca UFMG, 2019].

As salas são de formato retangular e apresentam padrões tradicionais de layout de sala de aula, conforme é mostrado na Figura 5. Possuem janelas de vidro translúcido de 3 mm de espessura, piso de tonalidade cinza claro em todos os pavimentos, paredes em cor creme e teto branco.

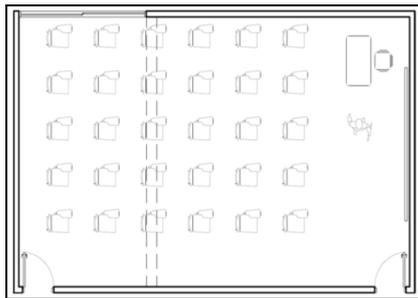


Figura 5. Planta baixa da sala 1169

Como atestado por Castro [12] e confirmado por Dias et al., (2019) após realização da avaliação do sistema de iluminação das salas de aula do bloco 4 da EE-UFMG, por meio do levantamento dos equipamentos utilizados (tipos de luminárias, lâmpadas e reatores, mostrados nos anexos C e D), medição dos níveis de iluminância e comparação com os padrões recomendados pelas normas NBR ISO/CIE 8995-1 [17], NBR 155215-2 [18] e NBR 15215-4 [19], foi possível identificar que o nível de iluminância média não corresponde ao estabelecido pela legislação, principalmente das salas 1169, 2307, 1180 e 2298. Com isso, foi possível propor a elaboração de um novo projeto luminotécnico em consonância com as normas vigentes. Neste, foi sugerido à troca do tipo de lâmpada de acordo com as

disponíveis comercialmente, a adequação da posição das luminárias, número de lâmpadas por luminária e ainda, uma adequação aos níveis de cores de parede, teto e piso, visando melhorar os índices de desempenho e proporcionar ao usuário maior qualidade e conforto visual.

Para a elaboração de uma nova malha luminotécnica, foi utilizado o software DIALux® versão 5.8.2.41698. A escolha do programa DIALux® para efetuar o desenvolvimento do novo layout de iluminação, foi devido ao fato de ser um software totalmente gratuito e utilizado por profissionais no mundo na realização de projetos luminotécnicos. Houve ainda a aplicação de questionário estruturado, elaborado através da plataforma Google Forms e enviado de forma virtual, via e-mail para o departamento da Escola de Engenharia que o encaminhou para todos os estudantes matriculados nos cursos de engenharia. O questionário ficou disponível por um período de 30 dias, obtendo-se o resultado de 100 usuários cujas respostas foram validadas. A faixa etária entre os usuários é de 21 a 35 anos, sendo predominantes as respostas de usuários com 23 anos, com a maioria das respostas oriunda do curso de engenharia mecânica. O questionário foi dividido em duas partes, sendo: (i) percepção do usuário face as condições arquitetônicas do ambiente, (ii) percepção do usuário submetido a grande permanência no ambiente do estudo em questão, segundo o comportamento do organismo. As respostas obtidas da avaliação das salas de aula foram em relação ao tempo de permanência dentro de sala, a percepção ao adentrar a sala de aula, a percepção do usuário face às cores e tonalidades da sala de aula e ao nível da iluminação das salas de aula, segundo os usuários. Na Figura 6 pode-se observar que 30% dos estudantes passam mais de 4 horas por dia dentro das salas do bloco 4.

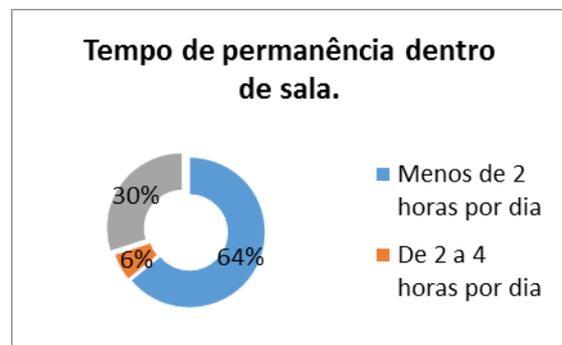


Figura 6. Tempo de permanência dentro de sala.

Na Figura 7 pode ser observado que 17% dos usuários percebem primeiramente a condição de iluminação da sala de aula e 5% reparam em outros fatores, como ventilação e estado do mobiliário.

Apenas 4% dos usuários, consideram as cores da sala de aula em geral nada agradáveis. Por sua vez,

26% dos estudantes consideram ruim a iluminação na sala de aula.

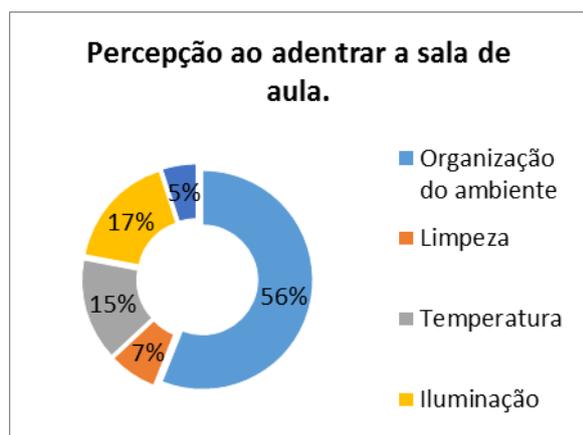


Figura 7. Percepção ao adentrar a sala de aula.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os modelos desenvolvidos levaram em consideração além do aumento da quantidade de luminárias e lâmpadas, e do posicionamento das mesmas, uma vez que, como apontado repetidas vezes ao longo do desenvolvimento deste estudo, a configuração existente mostrou não ser suficiente para atingir os níveis especificados de iluminância especificados, ainda utilizou de cores diferentes para paredes e teto. A cor vermelha para o teto tem como intuito ativar a atenção e proporcionar um ambiente que estimule a criatividade, a cor azul nas paredes foi proposta a fim de manter um ambiente equilibrado e tranquilo. Essas cores têm a intenção de manter a atenção do estudante e auxiliar na melhora do desempenho acadêmico, como já enfatizado na revisão bibliográfica por Lacy [20]. Ainda, segundo Lacy [20], o azul quando combinado com o vermelho aumenta a criatividade, estabiliza o sistema nervoso e a jusante ajuda a baixar a pressão sanguínea e reduz o stress. A autora indica o uso de azul em paredes, portas, janelas ou rodapés para proporcionar um ambiente mais harmônico.

As luminárias instaladas em frente ao quadro possuem duas lâmpadas do modelo OSRAM® T8/32W, enquanto as demais, possuem apenas uma. O novo layout utilizou-se da quantidade de duas lâmpadas por luminária em toda a área do recinto e optou pela lâmpada modelo OSRAM® T8/36W, um dos modelos disponíveis comercialmente para o mesmo tipo de instalação, uma vez que, em comparação com a OSRAM® T8/32W, sua vida útil é mais longa, o que visa diminuir a frequência de troca de lâmpadas.

Além do mais, as lâmpadas T8 L36W são consideradas as lâmpadas economizadoras de energia da nova geração. Disponíveis nas versões em pó fluorescente comum e trifósforo LUMILUX® (com maior eficiência e melhor reprodução de cor), por

apresentar diferentes opções de temperatura de cor, posição de funcionamento universal e a performance otimizada com a instalação dos modernos reatores OSRAM EZ-TRONIC®, que por meio da operação em alta frequência, substituem os reatores magnéticos convencionais, possibilitando maior economia de energia, maior conforto e maior durabilidade. Com reatores eletrônicos específicos, estas lâmpadas ainda podem ser dimerizadas. O novo layout obedece às normas de Iluminação de ambientes de trabalho NBR ISO CIE 8995-1 [17], NBR 15215-2 [18], NBR 15215-4 [19], e a norma regulamentadora NR-17 [21], que tratam respectivamente da especificação dos requisitos de iluminação para locais de trabalho interno, requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho, além de procedimentos ergonômicos envolvendo postos de realização de tarefas.

A configuração na qual o novo layout se baseou é obtida utilizando-se de uma ferramenta disponível no próprio software, por meio da inserção dos dados de entrada como largura, comprimento e altura. Com esses dados é possível calcular área e volume da sala, assim, o software pode calcular a quantidade de luminárias e lâmpadas além de mostrar o melhor posicionamento das mesmas para uma melhor eficiência lumínica. Para uma iluminação adequada das salas em estudo, segundo parâmetros utilizados pelo próprio software, deve-se utilizar 20 luminárias, instaladas com duas lâmpadas, na configuração 4x4 (colunas x linhas), posicionadas horizontalmente.

Nas Figuras 8 a 11 é possível visualizar o layout desenvolvido por meio do Software DIALux® para as salas 1169, 1180, 2298 e 2307.

A sala 1169, como constatada por Castro [12], foi à sala do 1º pavimento o índice de iluminância média mais baixo, fato esse que se justifica pela quantidade e disposição das luminárias que como são insuficientes, faz com que o ambiente não atinja os índices de iluminância média estipulados pelas normas. A malha luminotécnica é formada por uma configuração de luminárias do tipo 3x3 (colunas x linhas), o layout original não considera o elemento estrutural viga, que devido ao seu posicionamento dificulta a uniformidade da iluminação pela sala de aula. Com o novo Layout luminotécnico proposto, a sala 1169 foi redesenhada com uma configuração que uniformiza a distribuição da iluminância e atinge áreas que antes possuíam baixa luminosidade. Na Figura 8 é possível visualizar o novo arranjo da sala 1169.

A sala 1180 possui a peculiaridade de possuir ao final da sala, apenas uma pequena janela basculante, contribuindo assim para uma má distribuição lumínica, o que justifica o mais baixo nível de iluminância média medida, além do posicionamento da viga estrutural que atenua ainda mais a má distribuição de luminosidade. A nova proposta luminotécnica permitiu que mesmo com a janela

basculante e a viga dificultando a disseminação da iluminância pela sala, fosse possível pensar em uma alternativa que compensasse esses obstáculos, redistribuindo e aumentando a quantidade de luminárias dentro da sala. O novo layout da sala 1180, apresentado na Figura 9.



Figura 8. Layout para sala 1169.



Figura 9. Layout para sala 1180.

Já na sala 2298, os índices de iluminância foram considerados os mais próximos do que estipula a norma. Contudo, ainda não satisfatoriamente suficientes para se adequar a legislação vigente. O novo layout, revelado na Figura 10 readequou a malha luminotécnica a fim de alcançar os níveis especificados.



Figura 10. Layout para sala 2998.

Por fim, a sala 2307, verificada como a sala com o menor índice de iluminância dentre as salas do 2º pavimento, embora possua mais luminárias que nas outras salas estudadas, sua distribuição equivocada não garante a eficiência lumínica. Para esta sala foi desenvolvido um novo layout (Figura 11) que

permitiu a adequação dos níveis de iluminância. Esse fato, nos faz entender a importância de um bom projeto de iluminação, por vezes, o excesso de luminárias e lâmpadas, se mal configuradas, pode não atender os requisitos exigidos além de elevar o custo.



Figura 11. Layout para sala 2307.

Em todas as salas estudadas havia lâmpadas queimadas, o que indica a baixa manutenção do sistema de iluminação, fato este que dificulta a regulamentação da ambiência lumínica segundo a legislação vigente. É indicado que nesses casos seja realizado um plano de manutenção periódica que identifique os equipamentos danificados e os substitua.

CONCLUSÕES

Através do desenvolvimento do novo layout para o sistema de iluminação das salas de aulas estudadas, foi possível perceber que o projeto original não está em conformidade com as normas e necessita de ser reavaliado urgentemente.

Os levantamentos apurados, a caracterização e análise dos dados obtidos demonstraram que os objetivos propostos neste estudo foram alcançados, concluindo que a proposta do projeto de um novo layout luminotécnico é uma boa solução para a adequação da iluminação das salas de aula aos valores normativos e tem a finalidade de conferir maior conforto aos seus usuários.

Portanto, é válido se estudar e aperfeiçoar as condições de iluminação para salas de aula e para outras salas não contabilizadas neste trabalho. É ainda válida a extensão desse estudo para outros ambientes dentro da UFMG.

REFERÊNCIAS

1. Barbosa Filho, A. N. Segurança do trabalho e gestão ambiental. São Paulo: Atlas, 2010.
2. Másculo, F. S. Ergonomia, higiene e segurança do trabalho. In: BATALHA, M. O. (Org.). Introdução à engenharia de produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
3. Kuller, R., Mikellides, B., Janssens, J., Environmental Psychology Unit, School of

- Architecture and Built Environment, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden. Environmental Psychology Unit, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford, United Kingdom, 2008.
4. Elali, G. A. O ambiente da escola: uma discussão sobre a relação escola-natureza em educação infantil. *Estudos de Psicologia*, v. 8, n. 2, 2003.
 5. Ornstein, S. W. *Desempenho do Ambiente Construído, Interdisciplinariedade e Arquitetura*. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1996.
 6. Figueiredo, L.; Paoliello, C. *Análise Ergonômica do Trabalho: Estudo de caso do Mobiliário Existente nas Escolas Públicas do Vale do Aço. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Unileste*. 2001.
 7. Moro, A. R. P. *Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar*. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/edf85/ergon.htm>>. Acesso em 15 jun. 2005.
 8. Iida, I.; Buarque L. *Ergonomia – Projeto e produção*. 3ª ed. revisada São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2016.
 9. Castillo, J. J. E Villena, J. *Ergonomia: Conceitos e Métodos*. Lisboa: Dinalivro, 2005.
 10. Veitch, J.; Salmon, J.; Ball, K. Children’s active free play in local neighborhoods: a behavioral mapping study. *Health Education Research*, v. 23, 2008.
 11. Associação Brasileira de Arquitetos de Iluminação. *Manual de orientação profissional*. ASBAI, São Paulo, 2006.
 12. Castro, M. C. *Avaliação da Iluminação das salas de Aula do Bloco 4 da Escola de Engenharia da UFMG. Monografia de conclusão curso de Engenharia Mecânica – UFMG, Brasil*. 2018.
 13. Dias, J.; N. N. *Aspectos sócio-antropológicos da ergonomia: a antropotecnologia e suas contribuições para os estudos ergonômicos*, 2014.
 14. Lakatos, Eva Maria & Marconi, Marina de Andrade. *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 3ª ed, 1991.
 15. Gil, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2007.
 16. Kauark, F. Manhães, F. C. Medeiros, C. H. *Metodologia da pesquisa: guia prático*. Itabuna: Via Litterarum., 2010.
 17. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/CIE 8995-1: *Iluminação de Ambientes de Trabalho: Parte 1: Interior*. ABNT: Rio de Janeiro, 2013.
 18. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15215-2 – *Iluminação natural – Parte 2: Procedimentos de Cálculo para a Estimativa da Disponibilidade de Luz Natural*. ABNT: Rio de Janeiro, 2004.
 19. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15215-4 – *Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de Medição*. ABNT: Rio de Janeiro, 2004.
 20. Lacy, M. Louise. *O poder das cores no equilíbrio dos ambientes*. 2. ed. São Paulo: Ed. Pensamento, 2000.
 21. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia*. Portaria SIT n. 13, de 21 de junho de 2007. Brasília, DF, 2007.