

METODO DE ANÁLISE ERGONOMICA DE NIVEIS DE ILUMINAÇÃO SEGUNDO A NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL NHO-II: UM ESTUDO DE CASO

ERGONOMICAL ANALYSIS METHOD OF LIGHTING LEVELS ACCORDING TO THE OCCUPATIONAL HYGIENE STANDARD NHO-II: A CASE STUDY

MÉTODO DE ANÁLISIS ERGONÓMICO DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN LA NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL NHO-II: UN CASO DE ESTUDIO

Maria Beatriz Domingues Fróes¹
Gilson Fernandes Braga Junior²

RESUMO: Todos os ambientes, seja externo ou interno, temos o fator da iluminação que se faz presente a importância para qualquer desenvolvimento de atividades de maneira eficiente e segura. O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a metodologia de análise de níveis de iluminação exigidos nos ambientes internos, mais especificamente a sala de aula de uma universidade pública, utilizando procedimentos técnico baseado na norma de Higiene Ocupacional NHO II. Fez se necessário levantamento da fundamentação teórica para entendimento dos pontos e procedimentos necessários da norma, seguido do levantamento das características do local e por último efetivamente as realizações das medições, adotando para as aferições dos níveis de iluminância. Ao analisar os resultados é permitido afirmar que o objeto de estudo não atendem os níveis mínimo de iluminamento exigidos pela norma para tipo de tarefa à qual é destinada.

2346

Palavras-chave: Iluminação. Ambiente Interno. Norma Higiene Ocupacional. NHO II.

ABSTRACT: In all environments, whether external or internal, we have the factor of lighting, which is important for any activity to be carried out in an efficient and safe manner. The present work aims to demonstrate the methodology for analyzing lighting levels required in internal environments, more specifically the classroom of a public university, using technical procedures based on the NHO II Occupational Hygiene standard. to understand the necessary points and procedures of the standard, followed by a survey of the characteristics of the location and finally, actually carrying out the measurements, adopting illuminance levels to be measured. When analyzing the results, it is possible to state that the object of study does not meet the minimum lighting levels required by the standard for the type of task for which it is intended.

Keywords: Lighting. Internal environment. Occupational Hygiene Standard. NHO II.

¹Bacharelado em Engenharia Eletrica, Unama.

²Mestrado em Engenharia Elétrica, Ufpa – ppgee.

RESUMEN: En todos los ambientes, ya sean externos os internos, contamos con el factor de iluminación, importante para que cualquier actividad se realice de manera eficiente y segura. El presente trabajo tiene como objetivo demostrar la metodología para el análisis de los niveles de iluminación requeridos en ambientes internos, más específicamente el aula de una universidad pública, utilizando procedimientos técnicos basados en la norma NHO 11 de Higiene Ocupacional para comprender los puntos y procedimientos necesarios de la norma, seguidos mediante un estudio de las características del lugar y finalmente realizando las mediciones, adoptando los niveles de iluminancia a medir. Al analizar los resultados, se puede afirmar que el objeto de estudio no cumple con los niveles mínimos de iluminación que exige la norma para el tipo de tarea a la que está destinado.

Palabras clave: Encendiendo. Ambiente interno. Norma de Higiene Ocupacional. NHO 11.

INTRODUÇÃO

Em situações normais de iluminação, de ofuscamento e foco, o olho humano apresenta condições perfeitas de visualização, o que garante maior percepção dos objetos presentes nos ambientes, por esse motivo que uma iluminação adequada é importante em salas de aula. Por outro lado, uma iluminação inadequada pode influenciar negativamente na concentração e na capacidade de aprendizado dos alunos, além de provocar alguns defeitos na visão dependendo do tempo de exposição e da intensidade da iluminação (Ayres, 2018). Segundo Pais (2011, p. 11), 2347 "muitas vezes, acontece algo que perturba o funcionamento normal do olho, e que se reflete em alguns defeitos da visão".

Um dos exemplos citados, a fadiga visual ou astenopatia é uma manifestação de desconforto, dor e irritação visual (PAIS, 2011, p. 14). Outro exemplo de doenças momentâneas são as dores de cabeça, que na maioria das vezes são causadas por iluminação inadequada. Anshel (2005 apud PAIS, 2011, p. 16) informa que as dores de cabeça estão relacionadas com a existência de brilhos, reflexos e iluminação insuficiente.

De acordo com Bertolotti (2007), 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.

Existem também parâmetros ergonômicos visuais, como a capacidade de percepção e as características e atributos da tarefa, que determinam a qualidade das habilidades visuais do usuário e, conseqüentemente, os níveis de desempenho. Em alguns casos a otimização destes

fatores de influência pode melhorar o desempenho sem ser necessário aumentar os níveis de iluminância. Por exemplo, pela melhora do contraste na tarefa, ampliando a visualização de própria tarefa através do uso de equipamentos de auxílio à visão (óculos) e pela provisão de sistemas de iluminação especiais com capacidade de uma iluminação local direcional. (NBR 8995-1, 2013)

A Coordenação de Higiene do Trabalho da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) deu início, na década de 1980, à publicação de uma série de normas técnicas denominadas Normas de Higiene do Trabalho (NHT). Naquela época foi elaborada a NHT 10-I/E – Norma para avaliação ocupacional do nível de iluminamento. Diante das transformações tecnológicas e da necessidade de atualização dos procedimentos de reconhecimento, avaliação e controle da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, a revisão das NHT tornou-se imprescindível, bem como a necessidade de elaboração de normas para outros agentes. (Fundacentro, 2018)

A NHO 11 (2018) estabelece procedimentos para avaliação do nível de iluminância, critérios baseados nas características do ambiente com medições direcionadas ponto a ponto para determinar a iluminância média, o direcionamento para as aferições é determinado pelos seguintes tópicos:

2348

1. Ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras:

1.1 Efetuar as medições na área central, nos pontos r1 a r4 e nos pontos r5 a r8, conforme a Figura 01. Calcular a média aritmética das oito medições (R).

1.2 Efetuar as medições nos pontos q1, q2, q3 e q4, localizados em lados opostos do ambiente de trabalho, conforme a Figura 01. Calcular a média aritmética das quatro leituras (Q).

1.3 Efetuar as medições nos pontos t1, t2, t3 e t4, localizados em lados opostos do ambiente de trabalho, conforme a Figura 01. Calcular a média aritmética das quatro leituras (T).

1.4 Efetuar as medições em dois cantos opostos do ambiente de trabalho, nos pontos p1 e p2, conforme a Figura 01. Calcular a média aritmética das duas leituras (P).

1.5 A iluminância média (I) deste ambiente de trabalho é dada por:

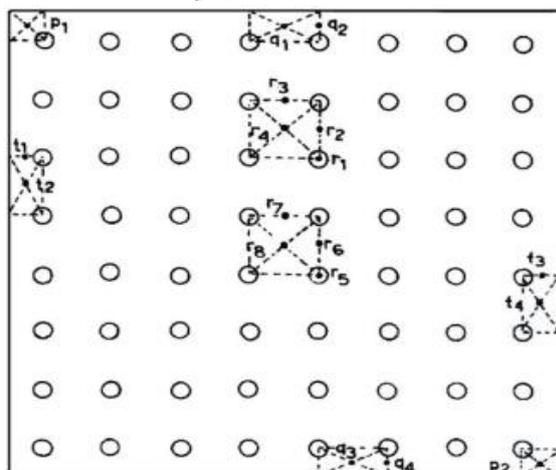
$$I = \frac{R(N-1)(M-1)Q(N-1)+T(M-1)+P}{NM} \quad (1)$$

Sendo:

N = quantidade de luminárias por fila

M = número de filas

Figura 01: Ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.



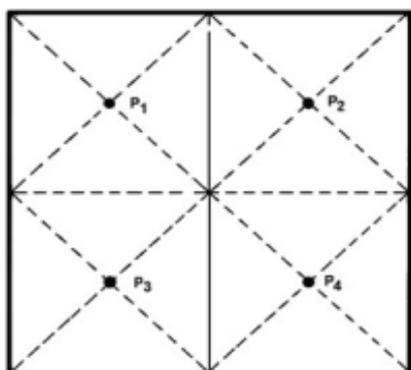
Fonte: Fundacentro, 2018

2. Ambiente de trabalho de área retangular com luminária central (Figura 02).

2349

2.1 Efetuar medições nos pontos p_1 a p_4 , conforme Figura 02. A iluminância média é dada pela média aritmética desses quatro pontos (P).

Figura 02: Ambiente de trabalho de área retangular com luminária central.



Fonte: Fundacentro, 2018.

3. Ambiente de trabalho de área retangular com linha única de luminárias (Figura 03).

3.1 Efetuar as medições nos pontos q_1 a q_8 , conforme Figura 03, distribuídos no ambiente de trabalho. Calcular a média aritmética das oito leituras (Q).

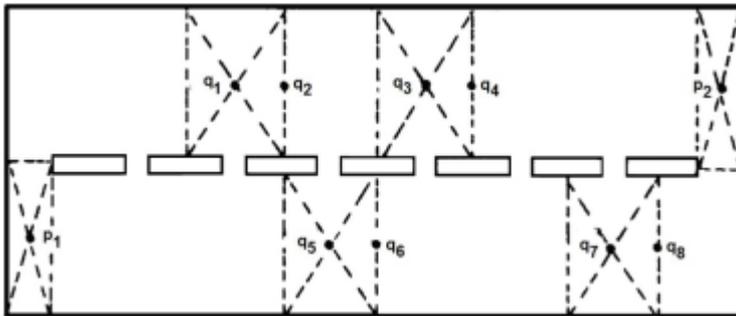
3.2 Efetuar medições nos pontos p_1 e p_2 , conforme Figura 03, e calcular a média aritmética (P).

3.3 A iluminância média (I) é dada por:

$$I = \frac{Q(N-1)+P}{N} \quad (2)$$

Sendo N = quantidade de luminárias

Figura 03: Ambiente de trabalho de área retangular com linha única de luminárias.



Fonte: Fundacentro, 2018.

2350

4. Ambiente de trabalho de área retangular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias (Figura 04).

4.1 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 04. Calcular as médias aritméticas R, P, T e Q.

4.2 A iluminância média é dada pela seguinte equação:

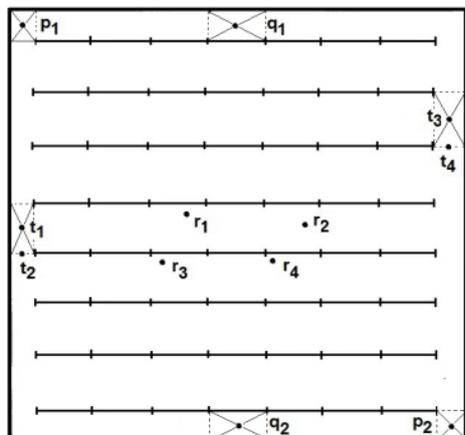
Sendo:

$$I = \frac{R.N(M-1)(M-1)+Q.N+T(M-1)+P}{M(N+1)} \quad (3)$$

N = quantidade de luminárias por fila

M = número de filas

Figura 04: Ambiente de trabalho de área retangular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias



Fonte: Fundacentro, 2018.

5. Ambiente de trabalho de área retangular com uma linha contínua de luminárias (Figura 05).

5.1 Efetuar as medições nos pontos q1 a q6 e p1 e p2, conforme Figura 05. Calcular as médias aritméticas Q e P.

5.2 A iluminância média (I) é dada por:

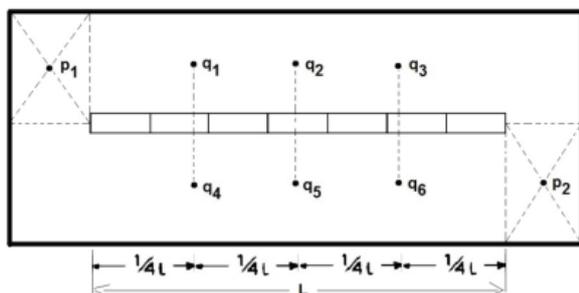
$$I = \frac{Q \cdot N + P}{N + 1} \quad (4)$$

2351

Sendo:

N = quantidade de luminárias

Figura 05: Ambiente de trabalho de área retangular com uma linha contínua de luminárias.



Fonte: Fundacentro, 2018.

6. Ambiente de trabalho de área retangular com teto luminoso3 (Figura 06).

6.1 Efetuar as medições nos pontos r1 a r4 e p1 e p2, distribuídos de forma similar à da Figura 06. Calcular as médias aritméticas R e P.

6.2 Efetuar as medições nos pontos q1 e q2, a uma distância de aproximadamente 60 cm da parede lateral e distribuídos de forma similar à da Figura 06, no sentido longitudinal. Calcular a média aritmética (Q).

6.3 Efetuar as medições nos pontos t_1 e t_2 , a 60 cm aproximadamente da parede e distribuídos de forma similar à da Figura o6, no sentido transversal. Calcular a média aritmética (T).

6.4 A iluminância média (I) é dada por:

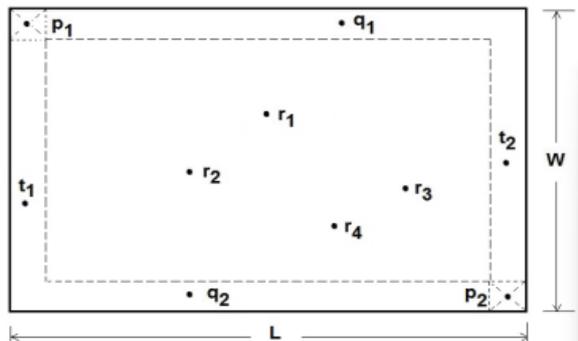
Sendo:

$$I = \frac{R(L-8)(W-8)+8Q(L-8)+8T(W-8)+64P}{W.L} \quad (5)$$

W = largura do recinto, em metros

L = comprimento do recinto, em metros

Figura o6: Ambiente de trabalho de área retangular com teto luminoso.



Fonte: Fundacentro, 2018.

MÉTODOS

A metodologia do presente trabalho é classificada como pesquisa bibliográfica e estudo de caso, com abordagem quantitativa e qualitativa, e foram divididas em três etapas.

A primeira etapa apresenta a fundamentação teórica, leitura e entendimento dos conceitos e elementos fundamentais para aplicação do método e análise de iluminância baseados na norma de Higiene Ocupacional NHo 11. Na Segunda etapa foi realizado a escolha do local e horário das medições, assim como o levantamento das características e mapeamento das salas de aula selecionadas, e a terceira etapa consiste efetivamente na realização das medições do nível de iluminância seguido do tratamento e dados.

O estudo de caso foi realizado nas salas 113-B e 209-B no Núcleo de Salas de Aula (NSA) da Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus Santarém, situada na Rua Vera Paz – Salé, utilizadas para aulas de graduação nos três turnos, sendo localizadas no térreo e 1º andar respectivamente.

Figura 07: Local das medições



Fonte: Google Earth

O equipamento adotado para a realizações das aferições foi o Luxímetro da marca MINIPA, modelo MLM-1020. Instrumentos indicado para projetos de iluminação de ambientes internos, fiscalização de ambientes de trabalho, setor agrícola, entre outros com medição de até 20k Lux, representado na figura 08:

Figura 08: Luxímetro



Fonte: MINIPA

Para as medidas precisas das dimensões das salas de aula, foi utilizado a Trena a Laser GLM 500 da Bosch, representada na figura abaixo:

Figura 09: Trena a Laser da Bosch



Fonte: Bosch

Inicialmente foi realizado o levantamento das dimensões das salas, analisando juntamente o sistema de iluminação e disposição das lâmpadas para mapear e definir os pontos de avaliação. As medições foram realizadas em período noturno em torno de 19 horas.

A sala 113-B foi primeiro objeto de estudo, localizada no térreo, utilizamos a trena a laser para constatar as dimensões da sala, uma área retangular com 40 m², composta por 6 luminárias superled slim 36W, simetricamente espaçadas em 3 fileiras. As medições de luminância foram realizadas, em período noturno, com a configuração do luxímetro posicionado nas carteiras, pontos principais do ambiente onde são realizadas as tarefas.

Figura 10: Sala 113-B no Período Noturno



Fonte: Próprio Autor

Os mesmos protocolos e configurações foram realizados para as medições da sala 209-B localizada no 1º andar. Foi utilizada a trena laser para medições do perímetro da sala, uma área retangular com 51 m², também com o sistema de iluminação composto por 6 iluminarias superled slim 36W, dispostas em 3 fileiras simetricamente espaças, utilizando o luxímetro posicionado nas carteiras, local principal de atividades.

2354

Figura 11: 209-B no Período Noturno



Fonte: Próprio Autor.

RESULTADOS E DISCUSSAO

Após análise do critério a ser selecionado baseado nas características do ambiente, as medições obtidas dos pontos mapeados da sala 113-B no período noturno estão descritos na tabela 1:

Tabela 1 – Medições da Sala 113-B no Período Noturno.

Ponto	Resultado (Lux)	Média
p1	503	408,5
p2	314	
q1	505	444
q2	383	
r1	561	532
r2	487	
r3	516	
r4	564	
t1	408	431,25
t2	464	
t3	408	
t4	445	

Fonte: Próprio Autor

Utilizando equação 3 e as medições de ponto a ponto estabelecidos pelos critérios da NHO 11, tem-se a iluminância média para a sala 113-B:

$$I = \frac{532 * 2(3 - 1) + 444 * 2 + 431,25(3 - 1) + 408,5}{3(2 + 1)} = 387,44 \text{ lux} \quad \underline{\underline{2355}}$$

Para a sala 209-B também se utilizou a medição ponto a ponto do critério 3 da NHO -11, os dados obtidos estão descritos na tabela 2:

Tabela 2 – Medições da Sala 209-B no Período Noturno.

Ponto	Resultado (Lux)	Média
p1	274	1092
p2	1910	
q1	332	300
q2	268	
r1	371	402,75
r2	408	
r3	413	
r4	419	
t1	296	283,25
t2	302	
t3	261	
t4	274	

Fonte: Próprio Autor

Utilizando também a equação 3 para determinar a iluminância média da sala 209-B:

$$I = \frac{402,75 * 2(3 - 1) + 300 * 2 + 283,25(3 - 1) + 1092}{3(2 + 1)} = 429,94 \text{ lux}$$

Ainda seguindo análises recomendadas pela NHO 11, foram avaliadas as condições de iluminação níveis mínimos de Iluminamento em função do tipo de atividade. A sala 113-B apresentou iluminância média de 387,44 lux enquanto a 209-B apresentou 429,94 lux, ambas as salas não atingiram o nível mínimo de 500 lux que são necessários para o ambiente e tarefa que elas são destinadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iluminação é uma influência fundamental para o desenvolvimento de tarefas. Partindo do objeto de estudo deste presente trabalho, uma sala de aula de uma Universidade Federal, entendemos a importância e o impacto diretamente no ensino-aprendizagem do aluno. Os projetos e normas de luminotécnicas são de suma importante no desenvolvimento e para identificação de qualquer deficiência que atrapalhe ou não seja ideal para determinado ambiente ou atividade.

2356

O principal objetivo foi utilizar o método proposto para análise do nível de iluminância da norma de Higiene Ocupacional NHO 11. Existem parâmetro ergonômicos estabelecidos para que haja uma qualidade em determinada realização de tarefa pelo usuário, e diante do equipamento indicado para este tipo de medição, verificamos que os objetos de estudo selecionados não atendem os níveis mínimos de iluminamento exigidos para determinado ambiente ou tarefa para as quais são destinadas. Como trabalhos futuros, poderá ser utilizado um luxímetro mais preciso para avaliações por tipo de lâmpada, e caso o resultado encontrado neste trabalho se confirme, poderá ser proposto uma readequação do sistema de iluminação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013: Iluminação de Ambientes de Trabalho.

ANDRADE, L.P; MONTANHEIRO, F.P. Nível de Iluminação insuficiente e Universitários Apresentam percepção atípica: Um Estudo Qualitativo e Quantitativo do Conforto Lumínino com Estudantes de Arquitetura e Urbanismo em Laboratórios de Projeto no Centro Universitário Sagrado Coração – Bauru (SP). Brazilian Journal Of Development, Curitiba, V. 7, n.º 3, p. 28969-28988, Março, 2021.

ANDRADE, L.P; MONTANHEIRO, F.P. Qualidade da Iluminação em Ambiente Escolar. Revista Vértice, V. 1, n.º 1, Abril, 2022.

AYRES, T, et al. Avaliação da Iluminação Artificial em Salas de Aula em Uma Escola da Rede de Ensino Pública de Nova Venécia-ES. Revista Ifes Ciência, V. 4, n.º 2, 2018.

AZADEH, A.; SHEIKHALISHAHI, M. An Efficient Taguchi Approach for the Performance Optimization of Health, Safety, Environment and Ergonomics in Generation Companies. Safety and Health at Work, p. 77-84, 2015.

BARROS, R. Q.; MARÇAL, M. A.; SOARES, M. M. Ergonomic Analysis of the job of assembly and maintenance in an electronic equipment company. Procedia Manufacturing, 3, p. 6542-6549, 2015.

BERTOLOTTI, 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

DANA, A.C, et al. Análise Ergonômica de Ruído e de Iluminância em Postos de Trabalho de uma Instituição Pública. R DIANAT, I.; VAHEDI, A.; DEHNAVI, S. Association between objective and subjective assessments of environmental ergonomic factors in manufacturing plants. International Journal of Industrial Ergonomics 54, p. 26-31, 2016. revista Espacios, Vol. 37, n.º 30, 2016.

FERVENÇA, Y.S.G.; BARTHOLOMEI, C.L.B. O ambiente escolar e o conforto lumínico: avaliação em escolas públicas de Presidente Prudente-SP. XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e VIII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC). Anais... Brasília, 2013

FRANZINI, D. C. Análise do Nível de Iluminância da Área Técnica de Um Escritório de Consultoria Ambiental. 2012. 51 p. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Programa de Educação Continuada em Engenharia II, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FUNDACENTRO. Norma de Higiene Ocupacional n.º 11: Avaliação dos Níveis de Iluminamento 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 Mobilitem , vol. 4, n . 1, dezembro de 2019, p. 5-11.

LEVEAU, B.M; SILVA, A.L. Análise dos Níveis de Iluminamento em Salas de Aula de Uma Universidade Pública da Região Norte: Uma Aplicação da Norma de Higiene Ocupacional (NH011). Revista de Engenharia e Tecnologia, V. 12, n.º 2, Jun, 2020.

PAIS, Aida Maria Garcia. Condições de iluminação em Ambiente de Escritório: Influência no Conforto Visual. 2011. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ergonomia na Segurança no Trabalho, Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa, 2011

PEREIRA, A. Análise do Sistema de Iluminação Artificial das Salas de Aula da UFCG – Campus Pombal. 2021. 63 p. Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 2021.

SILVA, M. V. Análise dos Níveis de Iluminamento em Uma Escola de Referência em Ensino Médio: Um Estudo de Caso. Curso de Engenharia de Produção, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – PB, 2019.

STINA, P.M. Análise e Avaliação da Iluminância em Uma Indústria de Galvanoplastia. Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho, Programa de Educação Continuada em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

WICTOR, I. C.; BAZZANELLA, S. L. Avaliação Ergonômica do Nível de Ruído e as Causas de Acidentes de Trabalho em Empresas Madeireiras. IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia: 2012.