

DIAGNÓSTICO ERGONÔMICO: A INFLUÊNCIA DA ILUMINÂNCIA NO AMBIENTE DE ENSINO

*Primeiro Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço **

*CEP – Cidade – Estado**

*Segundo Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço**

*CEP – Cidade – Estado**

*Terceiro Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço**

*CEP – Cidade – Estado**

*Terceiro Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço**

*CEP – Cidade – Estado**

Resumo: Os Institutos Federais são considerados instituições dinâmicas, haja vista os numerosos fluxos de pessoas diariamente. Dessa forma, é necessária adaptações para o conforto, usabilidade, acessibilidade e funcionalidade de seus usuários. No ambiente de trabalho e ensino possuem diversas atividades, as quais exigem uma excelente percepção visual. E um ambiente corretamente iluminado contribui para que as atividades prestadas ocorram com qualidade e de forma ergonômica. Pois, a falta de iluminação pode prejudicar a visão, além de ocasiona o stress e entre outros fatores. Seguindo esse contexto, a norma regulamentadora 17(NR 17) trata-se das condições ambientais de trabalho, as quais devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores, e as iluminações devem está de acordo, tanto de maneira natural quanto artificial, para cada natureza de atividade que o usuário irá praticar. Logo, o estudo foi realizado no Instituto Federal do Pará, Campus Ananindeua; foram feitos um levantamento do ambiente de trabalho de forma passiva. Ademais, para obtenção dos dados, utilizou-se uma trena com medição de 3,0 m de comprimento, além de um instrumento Luxímetro – modelo LDR-225. Valer-se para embasamento técnico e normativo a NBR 5382 (Verificação de iluminação de interiores) e a NBR 5413(Iluminância de interiores). Assim, a necessidade de abordar tal problemática é de fundamental importância. Uma vez que, é necessário verificar se a instituição de ensino possui uma iluminação adequada em seus mais diferentes setores, já que, a falta dela pode vir prejudicar a saúde dos usuários e servidores que frequentam esses locais.

Palavras-chave: Avaliação Ergonômica, Lux, Luminárias.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente de trabalho exige a quantidade de luminosidade apropriada para o exercício das atividades profissionais. A iluminância é uma grandeza expressa em Lux que indica o fluxo luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície situada a certa distância desta fonte. Em termos práticos, trata-se da quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com o auxílio de um aparelho denominado luxímetro (BURINI, 2001).

Em um local de trabalho onde há uma iluminação inadequada (com sombras ou ofuscamentos) é exigido um esforço maior da visão do indivíduo. Os efeitos imediatos que poderão ocorrer dessa agressão à visão são a fadiga visual e as cefaléias (dores de cabeça). Se o indivíduo permanecer nesse ambiente desfavorável, com o passar dos anos, a prática do trabalho irá ocasionar a diminuição da sua capacidade visual (REGIS FILHO e SELL, 2000).

Uma iluminação insuficiente interfere nos níveis de desempenho do indivíduo em decorrência da diminuição do ritmo de trabalho, numa menor percepção de detalhes, aumento de erros ao executar determinados trabalhos e elevação dos índices de acidentes do trabalho (TAVARES, 2006).

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo diagnosticar os valores de iluminâncias médias encontrados nos diversos setores de uma Instituição de Ensino Federal, apresentar os métodos utilizados e propor sugestões após os resultados obtidos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ILUMINÂNCIA

A intensidade de luz que incide sobre a superfície de trabalho deve ser suficiente para garantir uma boa visibilidade. Além disso, o contraste entre figura e o fundo também é importante. Segundo Dul e Weerdmeester (2004), a luz ambiental de 10 a 200 lux é suficiente para lugares onde não há tarefas críticas. O mínimo necessário para visualizar obstáculos é de 10 lux. O olho pode demorar a se adaptar, quando há grandes diferenças nos brilhos.

Segundo a NBR 5413 (1992), a iluminância é “o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para que a área da superfície quando este tende a zero” e o campo de trabalho é a região onde, para qualquer superfície nela situada, exigem-se condições de iluminância apropriadas ao trabalho visual a ser realizado.

3.2. NORMA REGULAMENTADORA 17

Norma regulamentadora 17 que trata sobre ergonomia destaca alguns pontos importantes para as condições de iluminância no local de trabalho, entre eles é observado que em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade, a iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa. Além de a iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

3.3. NBR 5413- ILUMINÂNCIA DOS INTERIORES

Esta Norma estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras. Assim a NBR 5413 (1992), vem estabelecer algumas condições, como por

exemplo a iluminância deve ser medida no campo de trabalho. Quando este não for definido, entende-se como tal o nível referente a um plano horizontal a 0,75 m do piso.

3.3.1. Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço)

Conforme verificado os ambientes, foram identificados os seguintes valores de iluminâncias de acordo com a NBR 5413, ao qual ser localizados na instituição, Figura 1.

Figura 1. (a) Valores de iluminâncias para biblioteca, (b) valores de iluminância para escritório e (c) valores de iluminância para escola

- sala de leitura	300 - 500 - 750	- salas de aulas	200 - 300 - 500
- recinto das estantes	200 - 300 - 500	- quadros negros	300 - 500 - 750
- fichário	200 - 300 - 500	- salas de trabalhos manuais	200 - 300 - 500
(a)		- laboratórios	
- escritórios de:		. geral	150 - 200 - 300
. registros, cartografia, etc.	750 - 1000 - 1500	. local	300 - 500 - 750
. desenho, engenharia mecânica e arquitetura	750 - 1000 - 1500	- anfiteatros e auditórios:	
. desenho decorativo e esboço ..	300 - 500 - 750	. platéia	150 - 200 - 300
(b)		. tribuna	300 - 500 - 750
		(c)	

Fonte: NBR 5413 (1992).

3.4. NBR 5382-VERIFICAÇÃO DE ILUMINÂNCIA DE INTERIORES

O objetivo desta norma fixa o modo pelo qual se faz a verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares, através da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral. No item 2, descreve o aparelho que deve ser usado um instrumento com fotocélula com correção do cosseno e correção de cor, com temperatura ambiental entre 15°C e 50°C, sempre que possível. Posteriormente a NBR 5382 (1985), estabelece umas condições gerais para a verificação:

- Os resultados somente serão válidos nas condições existentes durante a medição.
- É importante constar uma descrição dos fatores que influem no resultado, como: refletâncias, tipo de lâmpada e vida, voltagem e instrumentos usados
- Antes da leitura as fotocélulas devem ser expostas a uma iluminância mais ou menos igual à da instalação, até as mesmas se estabilizarem, o que geralmente requer 5 min a 10 min.
- A superfície da fotocélula deve ficar no plano horizontal, a uma distância de 80 cm do piso.

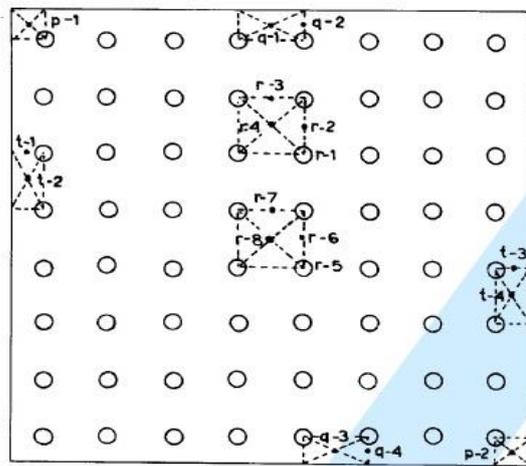
3.4.1. Métodos de verificação

O uso destes métodos nos tipos de áreas descritas a seguir resultará em valores de iluminância média com no máximo 10% de erro sobre os valores que seriam obtidos pela divisão da área total em áreas de (50 x 50) cm, fazendo-se uma medição em cada área e calculando-se a média aritmética. Dessa forma a NBR 5382, estabelece formulas para o processo de verificação dependendo de alguns fatores.

3.4.1.1. *Campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.*

Os pontos a serem medidos deve obedecer a distribuição conforme Figura 4, onde se realizam leituras nos lugares r1, r2, r3 e r4, para uma área típica central. Repetir nos locais r5, r6, r7 e r8. Calcular a média aritmética das oito medições para obter o valor de R, mesmo fazer leituras nos lugares q1, q2, q3 e q4, em duas meias áreas típicas, em cada lado do recinto. Calcular a média aritmética das quatro leituras, assim tem-se o valor de Q. Faz-se as leituras nos quatro locais t1, t2, t3 e t4 e calcular a média aritmética, encontra-se o valor de T, por fim, faz-se as leituras nos dois lugares p1 e p2 em dois cantos típicos e calcular a média aritmética das duas leituras para obter o valor de P. A iluminância média na área é determinada com a equação apresentada na Figura 5.

Figura 4. Campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras



Fonte: NBR 5382 (1985).

Figura 5. Fórmula para determinação da Iluminância.

$$\text{Iluminância média} = \frac{R(N-1) + Q(M-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

Onde:

N = número de luminárias por fila

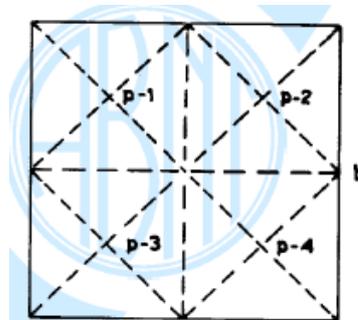
M = número de filas

Fonte: NBR 5382 (1985).

3.4.1.2. *Área regular com luminária central*

Nessa condição, Figura 6, realiza-se a medição nos pontos p1, p2, p3 e p4, assim, calcula-se a média aritmética dos quatro lugares, que é a iluminância média da área.

Figura 6. Área regular com luminária central.

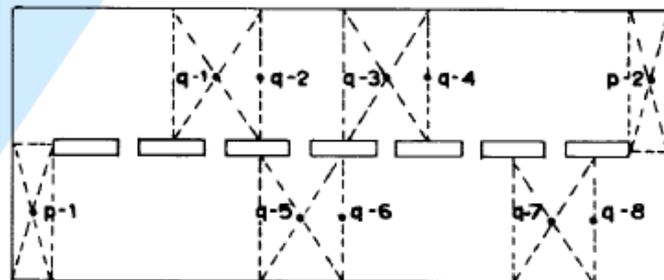


Fonte: NBR 5382 (1985).

3.4.1.3. Área regular com linha única de luminárias individuais

Para esta condição, Figura 7, realiza-se leituras nos oito lugares q1, q2, q3, q4, q5, q6, q7 e q8, em seguida calcular a média aritmética para obter Q. Fazer o mesmo em dois lugares p1 e p2 e calcular a média aritmética para obter P. Por fim determinar a média por meio da equação apresentada na Figura 8:

Figura 7. Área regular com linha única de luminárias individuais.



Fonte: NBR 5382 (1985).

Figura 8. Fórmula para determinação da Iluminância.

$$\text{Iluminância média} = \frac{Q(N-1) + P}{N}$$

Onde:

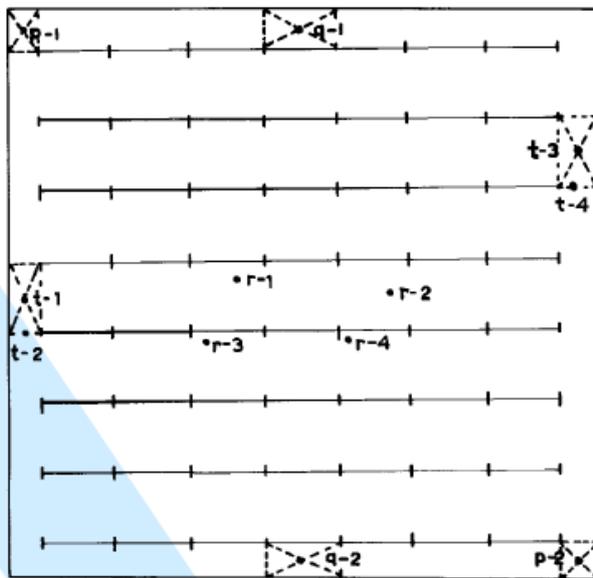
N = número de luminárias

Fonte: NBR 5382 (1985).

3.4.1.4. Área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias

Para esta configuração, Figura 9, fazer leituras nos quatro lugares r1, r2, r3 e r4, calcular a média aritmética para obter R. Fazer leitura nos dois lugares p1 e p2 e calcular a média aritmética e encontrar P. Procedimento análogo para os pontos q e t, obtendo-se a média aritmética Q e T. Determinar a iluminância média com a seguinte equação apresentada na Figura 10.

Figura 9. Área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias.



Fonte: NBR 5382 (1985).

Figura 10. Fórmula para determinação da Iluminância.

$$\text{Iluminância média} = \frac{R \cdot N(M-1) + Q \cdot N + T(M-1) + P}{M(N+1)}$$

Onde:

N = o número de luminárias por fila

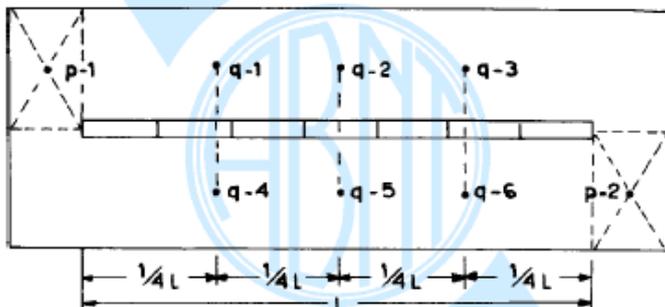
M = número de filas

Fonte: NBR 5382 (1985).

3.4.1.5. Área regular com uma linha contínua de luminárias

Para esse tipo ambiente, Figura 11, fazer a leitura nos seis lugares q1, q2, q3, q4, q5, q6 e calcular a média aritmética para obter Q. Fazer a leitura nos dois lugares p1 e p2 e calcular a média aritmética e obter P. Determinar a iluminância média com a seguinte equação, conforme Figura 12.

Figura 11. Área regular com uma linha contínua de luminárias.



Fonte: NBR 5382 (1985).

Figura 12. Fórmula para determinação da Iluminância.

$$\text{Iluminância média} = \frac{QN + P}{N + 1}$$

Onde:

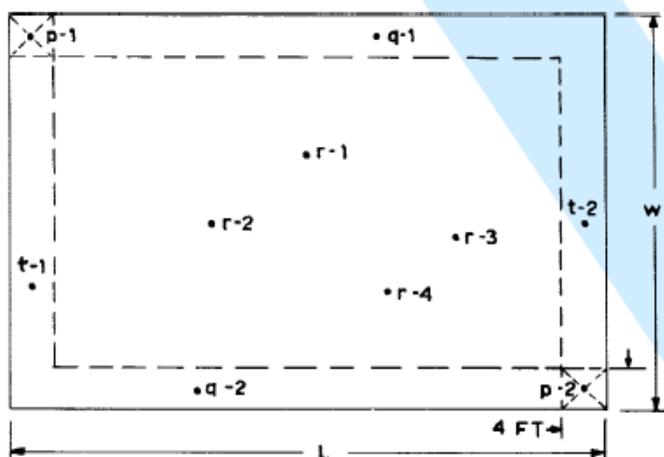
N = número de luminárias

Fonte: NBR 5382 (1985).

3.4.1.6. Área regular com teto luminoso

Para esse tipo ambiente, Figura 13, fazer leitura nos quatro lugares r1, r2, r3, r4 e calcular a média aritmética para obter R. Fazer leitura nos dois lugares q1 e q2, distanciados 60 cm aproximadamente da parede lateral e em locais arbitrários no sentido longitudinal. Calcular a média aritmética para encontrar Q. Fazer a medição nos dois lugares t1 e t2, a 60 cm aproximadamente da parede e em locais arbitrários no sentido transversal. Calcular a média aritmética e obter o valor de T. Fazer a leitura nos dois lugares p1 e p2 e calcular a média P. Por fim determinar a iluminância média com a seguinte equação, conforme Figura 14.

Figura 13. Área regular com teto luminoso.



Fonte: NBR 5382 (1985).

Figura 14. Fórmula para determinação da Iluminância.

$$\text{Iluminância média} = \frac{R(L - 8)(W - 8) + 8Q(L - 8) + 8T(W - 8) + 64P}{WL}$$

Onde:

W = largura do recinto, em metros

L = comprimento do recinto, em metros

Fonte: NBR 5382 (1985).

4. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Pará, Campus Ananindeua, onde a população pesquisada envolveu 11 setores com objetivo de coletar informações. Para obtenção dos dados foram utilizados: uma trena com medição de 3,0m de comprimento; uma prancheta; desenho dos setores estudados e para medição dos valores das iluminâncias o instrumento Luxímetro – modelo LDR-225, O.S.-166840.

Utilizou-se para embasamento técnico e normativo, as NBR 5382 – Verificação de iluminação de interiores e NBR 5413 – Iluminância de interiores.

Figura 15. Aparelho Luxímetro LDR 225.

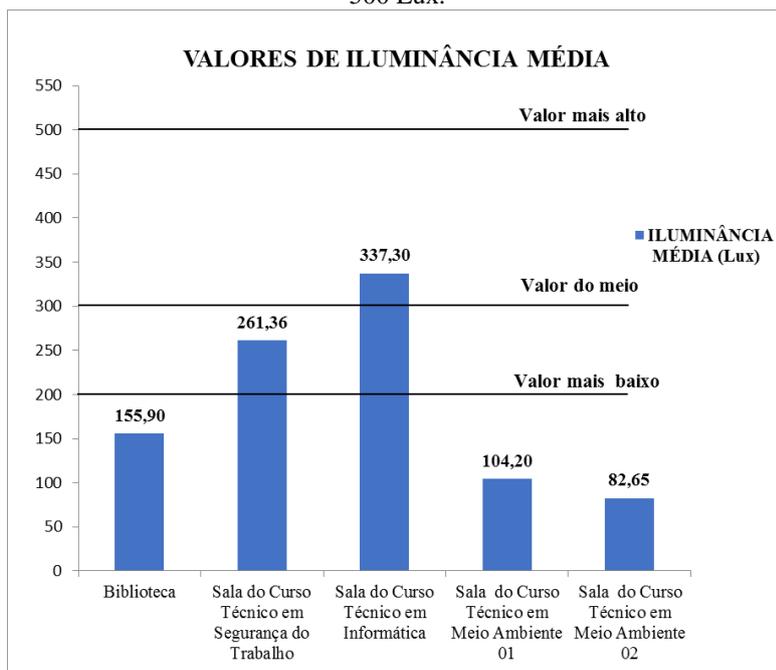


Fonte: O Autor (2019).

5. RESULTADOS

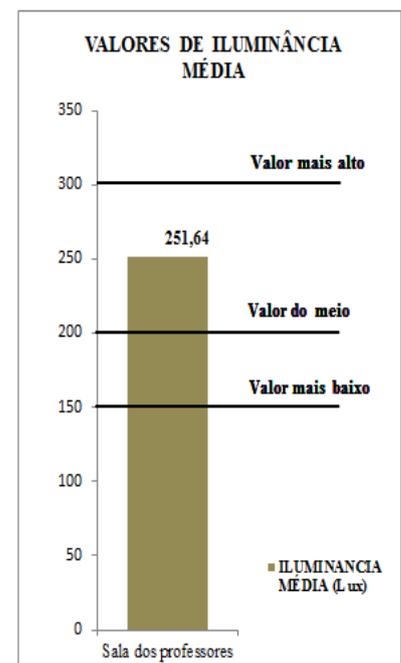
Os resultados de valores de iluminâncias apresentados nas Figuras 16 e 17 representam diversos setores, distribuídos de acordo limites de tolerâncias de 200-300-500 Lux (Figura 16) e de 150-200-300 Lux (Figura 17).

Figura 16. Valores de iluminâncias para limites de tolerância de 200-300-500 Lux.



Fonte: O Autor (2019).

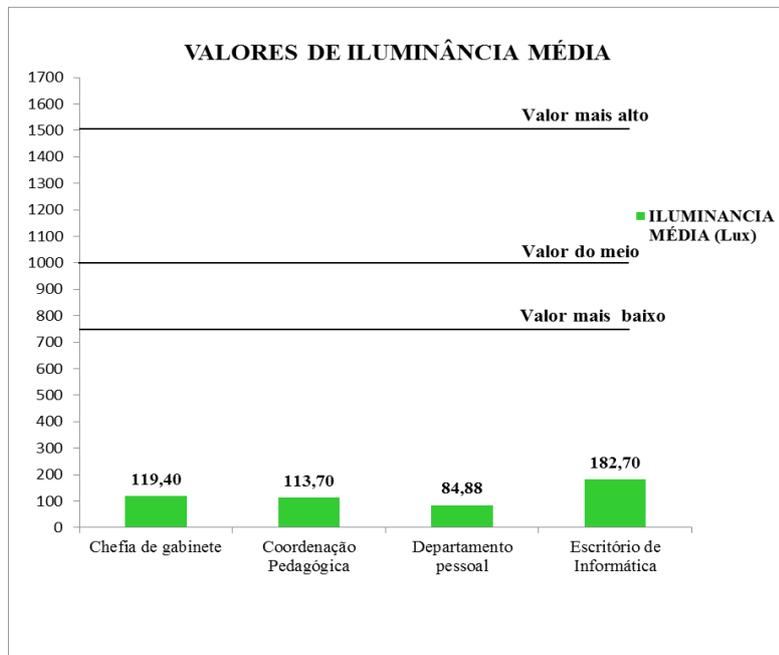
Figura 17. Aparelho Valores de iluminâncias para limites de tolerância de 150-200-300 Lux.



Fonte: O Autor (2019).

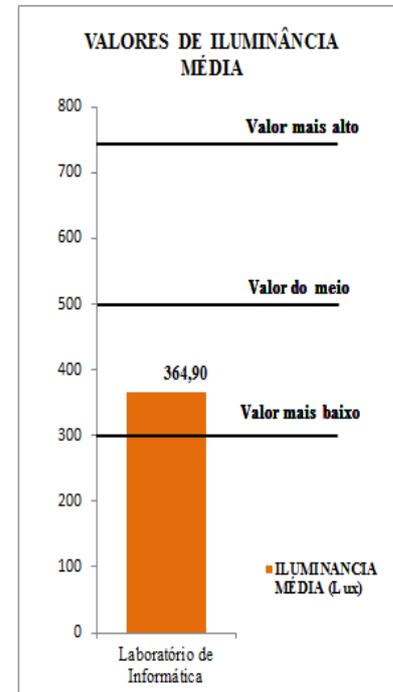
Da mesma forma os resultados de valores de iluminâncias apresentados nas Figuras 18 e 19 representam diversos setores, distribuídos de acordo limites de tolerâncias de 750-1000-1500 Lux (Figura18) e de 300-500-750 Lux (Figura 19).

Figura 18. Valores de iluminâncias para limites de tolerância de 750-1000-1500 Lux.



Fonte: O Autor (2019).

Figura 19. Valores de iluminâncias para limites de tolerância de 300-500-750 Lux.



Fonte: O Autor (2019).

Nota-se que a Figura 16 apresenta três setores com valores de iluminância média abaixo do limite mínimo estabelecido na norma que é de 750 Lux, a Biblioteca apresentou valor de 155,90 Lux, Sala de do Curso Técnico em Meio Ambiente 01 com valor de 104,20 Lux e Sala de do Curso Técnico em Meio Ambiente 02 com valor de 82,65 Lux; assim como, destaca-se a Figura 18 onde todos os setores estudados, total de quatro, ficaram com valores de iluminância média muito abaixo do valor mínimo definido pela norma de 750 Lux, a descrever a sala da Chefia de Gabinete apresentou valor de 119,40 Lux, a sala da Coordenação Pedagógica de valor de 113,70 Lux, a sala do Departamento Pessoal de valor de 84,88 Lux e Escritório de Informática com valor de 182,70 Lux. As iluminâncias inadequadas e insuficientes apresentadas nesses ambientes de trabalho submetem os servidores e discentes a condições ergonomicamente incorreta o que pode resultar na diminuição do ritmo de trabalho por exigir um esforço maior da visão do indivíduo. Assim influenciar negativamente na qualidade das aulas, qualidade do atendimento ao publico e diminuir a produtividade por parte dos utilizam estes locais.

6. CONCLUSÕES

Conforme a Norma Regulamentadora 17 os locais de trabalho devem haver iluminação adequada natural ou artificial, mas sempre apropriada à natureza da atividade, a qual deve ser uniformemente distribuída e difusa, projetada e instalada evitando ofuscamento, reflexos, sombras e contrastes excessivos. Foi observado que a iluminância em alguns setores está abaixo do recomendado pela NBR 5.413/92.

Para eliminar ou reduzir essas não conformidades algumas ações sugeridas foram propostas: aumento da carga de iluminação, a manutenção preventiva e corretiva de luminárias e lâmpadas, climatização do ambiente de trabalho, manutenção das instalações, adequação das cores e iluminação suplementar na mesa de trabalho. Desta forma o resultado desejado é que o atendimento das condições satisfatórias de iluminamento deverá contribuir para minorar as queixas pertinentes à cefaléia, cansaço visual e dores no pescoço e ombros apontadas pelos servidores e colaboradores envolvidos.

REFERÊNCIAS

ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 82. Ed. São Paulo: Editora ATLAS S.A. 2019. 334 p.

BURINI JUNIOR, E.C. **Visibility and Energy Savings in Lighting**. Trabalho apresentado ao IESNA Annual Conference, Ottawa, Canadá, 2001

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. 3ª Ed. São Paulo: Bulcher, 2012. 13 p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma regulamentadora-17 ERGONOMIA**, 29 Set. 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>>. Acesso em: 07 maio 2019.

.REGIS FILHO, G. I.; SELL, I. **Síndrome da Má-Adaptação ao Trabalho em Turnos - Uma Abordagem Ergonômica**. Itajaí/SC: Editora da Universidade do Vale do Itajaí, 2000. 132 p.

TAVARES, J. da C. **Tópicos de administração aplicada à segurança do trabalho**. 5ª ed.rev. e ampl. – São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2006.

ERGONOMIC DIAGNOSIS: THE INFLUENCE OF ILLUMINANCE IN THE TEACHING ENVIRONMENT

Abstract: Federal Institutes are considered dynamic institutions, given the numerous flows of people daily. In this way, adaptations are required for the comfort, usability, accessibility and functionality of its users. In the workplace and teaching own several activities, which require excellent visual perception. And a properly lighted environment contributes to the activities provided occur with quality and ergonomic. For, the lack of lighting can impair vision, as well as causing stress and other factors. In this context, regulatory norm 17 (NR 17) deals with the environmental conditions of work, which must be adequate to the psychophysiological characteristics of the workers, and the illumination need to accord, both naturally and artificially, for each nature of activity that the user will practice. Therefore, the study was carried out at the Federal Institute of Pará, Ananindeua Campus; a survey of the work environment was done passively. In addition, to obtain the data, a measurement with 3.0 m length was used, besides a Luximetro instrument - model LDR-225. Valid for technical and normative foundation NBR 5382 NBR 5413 (Indoor Lighting Check) and (Indoor Lighting). Thus, the need to address such problematics is of fundamental importance. Because it is necessary to verify if the educational institution has adequate lighting in its different sectors, since the lack of it can harm the health of the users and servers that frequent these places.

Key-words: Ergonomic evaluation, Lux, Lamps.