

PAULA MARQUES PINTO STINA

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DA ILUMINÂNCIA EM UMA INDÚSTRIA DE
GALVANOPLASTIA

São Paulo

2013

PAULA MARQUES PINTO STINA

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DA ILUMINÂNCIA EM UMA INDÚSTRIA DE
GALVANOPLASTIA

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
título de Especialista em
Engenharia de Segurança do
Trabalho

São Paulo

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Stina, Paula Marques Pinto

**Análise e avaliação da iluminância em uma indústria de galvanoplastia / P.M.P. Stina. -- São Paulo, 2013.
80 p.**

Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Iluminação 2. Saúde ocupacional 3. Galvanoplastia I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.

Dedico este trabalho ao meu marido,
Neumoel Stina Junior, pelo apoio e
compreensão da importância da realização
desta especialização para mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre guiar a minha vida, em todos os aspectos, e por proporcionar condições para que eu pudesse realizar esta especialização.

Ao meu marido, Neumoel Stina Junior, por me apoiar em minhas decisões, por compreender a importância da realização deste trabalho e pela revisão geral do trabalho.

Aos meus pais, Paulo Marques Pinto e Roseli Boenig Pinto, pela educação proporcionada e pelo apoio nos momentos necessários.

Aos professores, imads, coordenação do curso e todos os funcionários do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, por contribuírem para o nosso aprendizado e estarem sempre dispostos a nos ajudar.

Aos colegas da turma de Engenharia de Segurança do Trabalho que sempre estiveram à disposição para nos ajudar.

Lâmpada para os meus pés é a tua
palavra, e luz para o meu caminho.

(Salmos 119:105)

RESUMO

O fator iluminação é de extrema importância para o desenvolvimento de quaisquer atividades humanas. A iluminação industrial vem ganhando espaço não somente pela necessidade de obter-se uma alta produtividade nas indústrias, mas também pelo reconhecimento de ter-se um ambiente de trabalho que garanta a integridade física dos seus funcionários. Uma iluminação inadequada em um ambiente de trabalho pode gerar diversos problemas, tanto para saúde dos funcionários como para a empresa. Este trabalho tem como objetivo avaliar e analisar o nível de iluminância em postos de trabalho dos setores de Enganchamento e Desenganchamento de peças da linha de produção de uma Indústria de Galvanoplastia no interior de São Paulo, e comparar os valores obtidos com os valores estabelecidos pela legislação brasileira. Este tema foi escolhido pela necessidade da empresa fazer um estudo nestes setores, atendendo à uma solicitação de auditores. As medições foram realizadas com um luxímetro digital e de acordo com a norma existente. A maioria dos pontos analisados apresentam-se em desacordo com as normas e, portanto, foram sugeridas recomendações gerais para se obter a adequação das condições de iluminação para as atividades desenvolvidas nesses locais, como manutenção corretiva das luminárias, com a troca das lâmpadas queimadas, colocação de novas lâmpadas nos locais onde havia ausência destas, aumento da potência da lâmpada, alinhamento das mesas com as luminárias e manutenção preventiva.

Palavras-chave: Iluminação. Iluminância. Galvanoplastia. Saúde e Segurança. Luxímetro.

ABSTRACT

Illumination is a matter of utmost importance for the development of any human activity. The industrial lighting has been gaining ground not only by the need to obtain a high productivity in industries, but also by the recognition of having a work environment that ensures the physical integrity of its employees. An inadequate lighting in a work environment can cause many problems, both for the health of employees and the company. The objective of this work is to evaluate and analyze the level of illuminance in two areas of an Electroplating Industry in São Paulo. The values obtained were compared with the values established by the Brazilian legislation. This subject was chosen by the company's need to do a study on these sectors by a request for auditors. Measurements were performed with a digital luximeter and according to regulations. It was concluded that most of the points analyzed were presented in violation of the rules and, therefore, recommendations for the adequacy of the lighting conditions for the activities were suggested, such as corrective maintenance of the luminaires, with the exchange of the light bulbs, putting new bulbs in places where there were absence, increasing the lamp power, alignment of tables with lamps and preventive maintenance.

Keywords: Lighting. Illuminance. Electroplating. Health and Safety. Luximeter.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Espectro eletromagnético	17
Figura 2 – Reflexão, absorção e transmissão.....	18
Figura 3 – Fluxo luminoso	19
Figura 4 – Espectro eletromagnético visível	20
Figura 5 – Eficiência luminosa de uma lâmpada.....	21
Figura 6 – Intensidade luminosa	22
Figura 7 – Iluminância	23
Figura 8 – Luminância.....	24
Figura 9 – Temperaturas de cor.....	26
Figura 10 – Área de atuação das empresas do setor de iluminação no Brasil	28
Figura 11 – Classificação dos tipos de lâmpadas	28
Figura 12 – Lâmpada incandescente	29
Figura 13 – Lâmpada fluorescente compacta	31
Figura 14 – Lâmpada fluorescente tubular.....	31
Figura 15 – Luminária fluorescente.....	35
Figura 16 – Exemplo de iluminação suplementar	37
Figura 17 – Exemplo de iluminação direta	38
Figura 18 – Exemplo de iluminação indireta	38
Figura 19 – Exemplo de iluminação semidireta	39
Figura 20 – Exemplo de iluminação semi-indireta	40
Figura 21 – Efeito estroboscópico.....	45
Figura 22 – Medição da iluminância.....	47
Figura 23 – Luxímetro digital, marca Instrutherm, modelo LD 300	47
Figura 24 – Luxímetro digital modelo 337	48
Figura 25 – Colocação de peças na gancheira.....	49
Figura 26 – Utilização de carrinhos no transporte de gancheiras	50
Figura 27 – Utilização de equipamento de proteção individual.....	54
Figura 28 – Iluminação do ambiente	55
Figura 29 – Questionário utilizado nas entrevistas	60

Figura 30 – Setor de enganchamento de peças	61
Figura 31 – Setor de desenganchamento de peças	61
Figura 32 – Luminária faltando lâmpadas	62
Figura 33 – Luminária com lâmpadas queimadas	62
Figura 34 – Luminárias faltando lâmpadas e com lâmpadas queimadas	63
Figura 35 – Luminária com corrosão e lâmpada queimada	63
Figura 36 – Luminária com corrosão.....	64
Figura 37 – Luxímetro digital modelo LD 300	64
Figura 38 – Layout da disposição das mesas, bancadas e luminárias analisadas...	67
Figura 39 – Pontos avaliados durante o dia	68
Figura 40 – Pontos avaliados durante a noite.....	68
Figura 41 – Gráfico da variação de iluminância no setor de desenganchamento	70
Figura 42 – Gráfico da variação de iluminância no setor de enganchamento	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Durabilidade média das fontes de luz artificial	33
Tabela 2 – Iluminâncias por classe de tarefas visuais	42
Tabela 3 – Fatores determinantes da iluminância adequada	43
Tabela 4 – Iluminância mínima, média e máxima para atividades de galvanoplastia	57
Tabela 5 – Refletância	65
Tabela 6 – Medições efetuadas	66

LISTA DE ABREVIATURAS

ABILUX	Associação Brasileira das Indústrias de iluminação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIES	British Illuminating Engineering Society
CEN	European Committee for Standardization
CIE	Commission International de l'Eclairage
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
HID	High Intensity Discharge
IRC	Índice de reprodução de cor
IEC	International Electrotechnical Commission
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light Emitting Diod (Diodo emissor de luz)
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira Registrada
NSC	National Safety Council
NR	Norma Regulamentadora (do Ministério do Trabalho e Emprego)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO	15
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 A NATUREZA FÍSICA DA LUZ	16
2.2 GERAÇÃO, PROPAGAÇÃO E PERCEPÇÃO DA LUZ	17
2.3 FLUXO LUMINOSO	18
2.4 EFICIÊNCIA LUMINOSA	21
2.5 INTENSIDADE LUMINOSA	21
2.6 ILUMINÂNCIA	22
2.7 LUMINÂNCIA	23
2.8 CORES	24
2.9 PERCEPÇÃO DE CORES	25
2.9.1 Temperatura de cor	25
2.9.2 Índice de reprodução de cor	26
2.10 LÂMPADAS	27
2.10.1 Lâmpadas incandescentes	28
2.10.2 Lâmpadas de descarga elétrica	29
2.10.2.1 Lâmpadas de descarga de baixa pressão	30
2.10.2.2 Lâmpadas de descarga de alta pressão	32
2.10.3 Diodo emissor de luz	33
2.11 LUMINÁRIAS	34
2.12 TIPOS DE ILUMINAÇÃO	35
2.12.1 Iluminação natural	35
2.12.2 Iluminação artificial	36
2.13 ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL	40
2.14 ILUMINAÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO	40
2.15 SAÚDE E SEGURANÇA	44
2.16 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO	46
2.17 GALVANOPLASTIA	48

2.17.1 Processo de galvanoplastia	48
2.17.2 Enganchamento e desenganchamento de peças	49
2.17.3 Riscos ocupacionais na indústria de galvanoplastia	50
2.17.4 Vestimenta e EPI dos trabalhadores	53
2.17.5 Iluminação na indústria de galvanoplastia	54
2.18 NORMAS.....	55
2.18.1 Regulamentação no Brasil	56
2.18.2 Ministério do Trabalho e Emprego	57
3. MATERIAIS E MÉTODOS	59
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	60
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO.....	61
3.3 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO	64
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
5. CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS	73
GLOSSÁRIO.....	79

1. INTRODUÇÃO

A visão é o sentido mais importante que possuímos, tanto para o trabalho como para a vida diária. A visão depende da luz. A iluminação nos ambientes de trabalho deve proporcionar condições visuais em que as pessoas possam enxergar de forma eficiente e confortável para desenvolver suas atividades.

A indústria abrange uma ampla gama de tarefas visuais, condições operacionais e considerações econômicas. Tarefas visuais podem ser pequenas ou grandes, escuras ou claras, opacas, transparentes ou translúcidas, em superfícies especulares ou difusas, posicionadas em planos horizontal, vertical ou inclinado, e envolvem formas planas ou com contornos. Além disso, a tarefa pode envolver o movimento do objeto, do observador ou ambos. Em cada uma das diferentes condições de tarefas, a iluminação deve proporcionar visibilidade suficiente para que os materiais possam ser transformados em produtos acabados. Riscos físicos existem nos processos de fabricação, de modo que a iluminação é de extrema importância como um fator de segurança na prevenção de acidentes. A velocidade das operações podem permitir apenas um tempo mínimo de percepção visual, e, portanto, a iluminação deve ser um fator de compensação para aumentar a velocidade da visão (IESNA, 2000).

A luminosidade disponível para o exercício das atividades profissionais é uma característica muito importante no ambiente laboral. A iluminação é um fator importante na prevenção de acidentes. Uma iluminação inadequada pode trazer diversos problemas e consequências como, por exemplo, fadiga visual, menor produtividade, e pode proporcionar um ambiente psicologicamente negativo.

Um estudo do National Safety Council (NSC) dos Estados Unidos revelou que a iluminação insuficiente era a causa de 5% dos acidentes nas indústrias, e que em 20% dos casos a pouca iluminação e a fadiga visual eram componentes da situação de risco potencial (ESTON, 1992).

Ao utilizar-se novas tecnologias ou luminárias e lâmpadas adequadas para cada atividade, além de possibilitar a diminuição do consumo de energia, pode-se produzir maior e melhor iluminação, proporcionando uma melhora na vida dos trabalhadores no aspecto ergonômico.

A iluminação passou a ser considerada como fator ergonômico com a Norma Regulamentadora (NR) 17, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Com relação à legislação, além da NR 17, que trata sobre Ergonomia, existem as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referentes à iluminação, como, por exemplo, a NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores, a NBR 5461:1991 – Iluminação e NBR 5382:1985 – Verificação de Iluminância de Interiores.

1.1 OBJETIVO

Esta monografia tem como objetivo avaliar e analisar o nível de iluminância em postos de trabalho, especificamente nos setores de Enganchamento e Desenganchamento de peças de uma indústria de galvanoplastia e comparar os valores obtidos com os valores estabelecidos pela legislação brasileira. Finalmente, depois da avaliação, serão sugeridas recomendações gerais para se obter a adequação das condições de iluminação para as atividades desenvolvidas nesses locais.

1.2 JUSTIFICATIVA

Esse tema foi escolhido em razão da necessidade da empresa de obter os níveis de iluminância dos setores avaliados, a fim de se minimizar os possíveis danos à saúde dos funcionários e atendendo à solicitação de auditores, que em auditoria verificou-se a necessidade de realizar um estudo nesta área e implantar as medidas necessárias para adequação dos setores, se fosse identificado irregularidades de acordo com as normas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A NATUREZA FÍSICA DA LUZ

Existem várias formas de energia, temos energia elétrica, térmica, química, magnética, mecânica, entre outras. A energia eletromagnética é denominada quando existem componentes elétricos e magnéticos. A luz é uma forma de energia eletromagnética radiante que nos permite ver, ou seja, que sensibiliza o olho humano. Tal entendimento está de acordo com o que diz Lida (2005), que define a luz como uma energia física que se propaga através de ondas eletromagnéticas.

Segundo a ABNT NBR 5461 (1991), a luz se define como uma radiação óptica capaz de produzir diretamente uma sensação visual, atributo indispensável e comum a todas as percepções e sensações que são peculiares ao sistema visual. Normalmente ela é produzida pela ação de um estímulo luminoso sobre o sistema visual.

No espectro eletromagnético as radiações são divididas em radiação ionizante e radiação não ionizante. A radiação visível está localizada numa pequena faixa dentro da radiação não ionizante. Na figura 1 é possível observar a faixa que corresponde a luz visível.

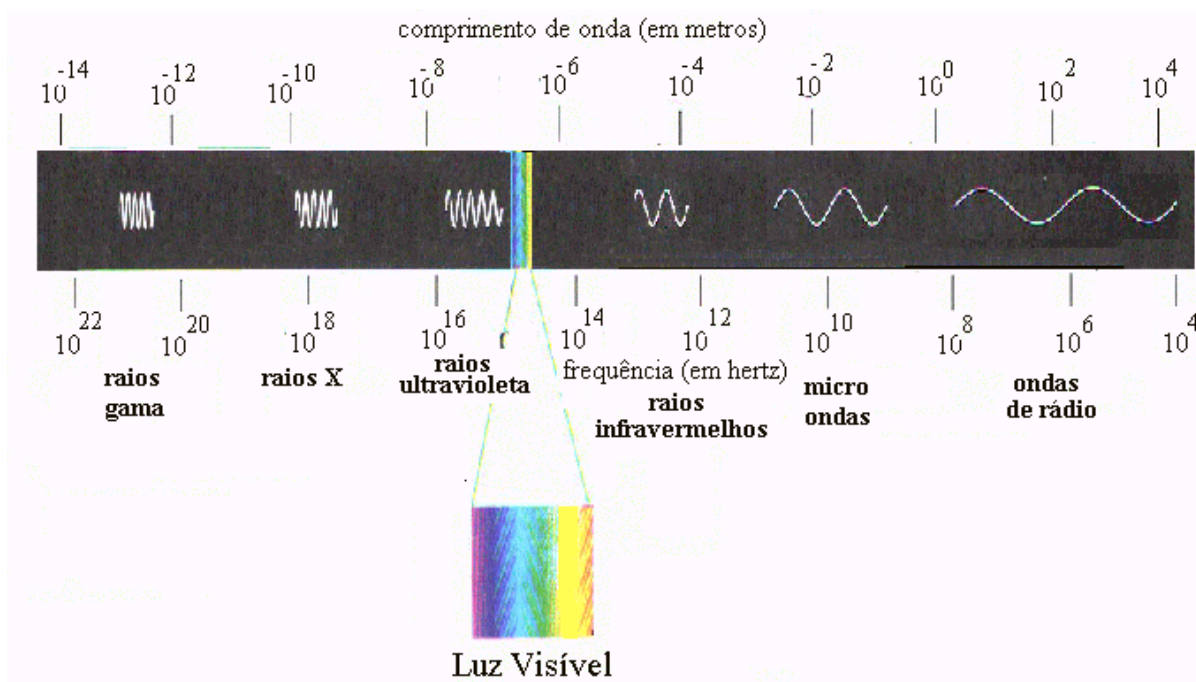


Figura 1 – Espectro eletromagnético
Fonte: PROGRAMA EDUCAR, 2013

2.2 GERAÇÃO, PROPAGAÇÃO E PERCEPÇÃO DA LUZ

De acordo com Eston (1992), a radiação eletromagnética surge como subproduto de qualquer processo onde uma carga elétrica é acelerada, e alguns destes processos, ocorrentes na escala atômico-molecular, dão origem à radiação visível. Todo corpo visível é fonte primária ou secundária de luz. No primeiro caso, a luz é por ele gerada por um processo físico-químico ou nuclear, e, no segundo caso, o corpo iluminado reflete parte da luz nele incidente.

A luz pode ter vários tipos de comportamentos, e para se entender a maneira como chega até a visão e interage com o meio em que se propaga, é necessário conhecer alguns conceitos como transmissão, reflexão e absorção.

A transmissão ocorre quando a luz passa por objetos transparentes ou translúcidos. Reflexão ocorre quando há mudança na direção do raio luminoso, portanto, o raio não penetra no objeto e retorna ao meio. A Absorção ocorre quando parte do raio luminoso que incide sobre a superfície é absorvida. Observe na figura 2 os três fenômenos descritos acima.

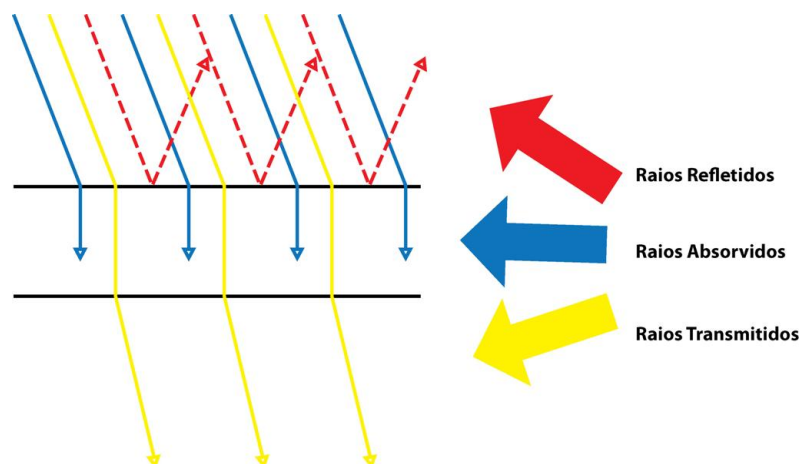


Figura 2 – Reflexão, absorção e transmissão
Fonte: CHRISPARRA, 2013

Estes três fenômenos, segundo Breviglieri; Possebon e Spinelli (2010), estão intimamente ligados na seguinte relação:

Fluxo luminoso total = fluxo luminoso refletido + fluxo luminoso absorvido + fluxo luminoso transmitido.

2.3 FLUXO LUMINOSO

É a quantidade total de luz emitida por uma fonte luminosa, sendo que sua unidade é o Lúmen (lm). Já segundo Lida (2005), é a energia luminosa que flui a partir de uma fonte.

O fluxo luminoso compreende a quantidade total de luz emitida, dentro dos limites de visão do ser humano. Ele representa a energia luminosa emitida ou observada ou, ainda, a energia refletida, por segundo, em todas as direções, sob a forma de luz (JAGLBAUER, 2007). Esta situação pode ser visualizada pela figura 3.

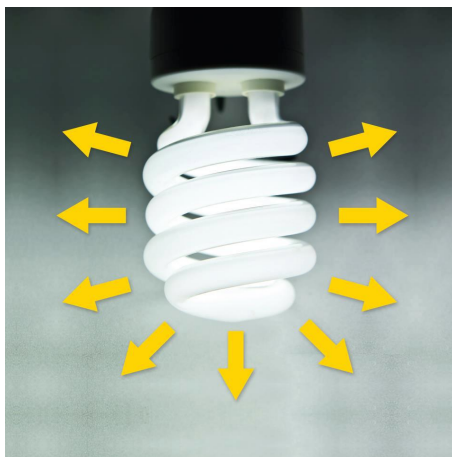


Figura 3 – Fluxo luminoso
Fonte: CASA DAS CONSTRUÇÕES, 2013

As fontes artificiais, da mesma forma que a luz natural, emitem ondas eletromagnéticas. Segundo Jaglbauer (2007), o olho funciona como um filtro seletivo que aproveita somente uma parcela da energia recebida, neste caso, os comprimentos de onda compreendidos entre 380 e 780 nanômetros (nm).

Para que ocorra o fenômeno da visão, é necessário que as radiações visíveis cheguem até o fundo do olho e este transmita ao cérebro as informações captadas. Na figura 4, pode-se verificar o espectro eletromagnético visível.

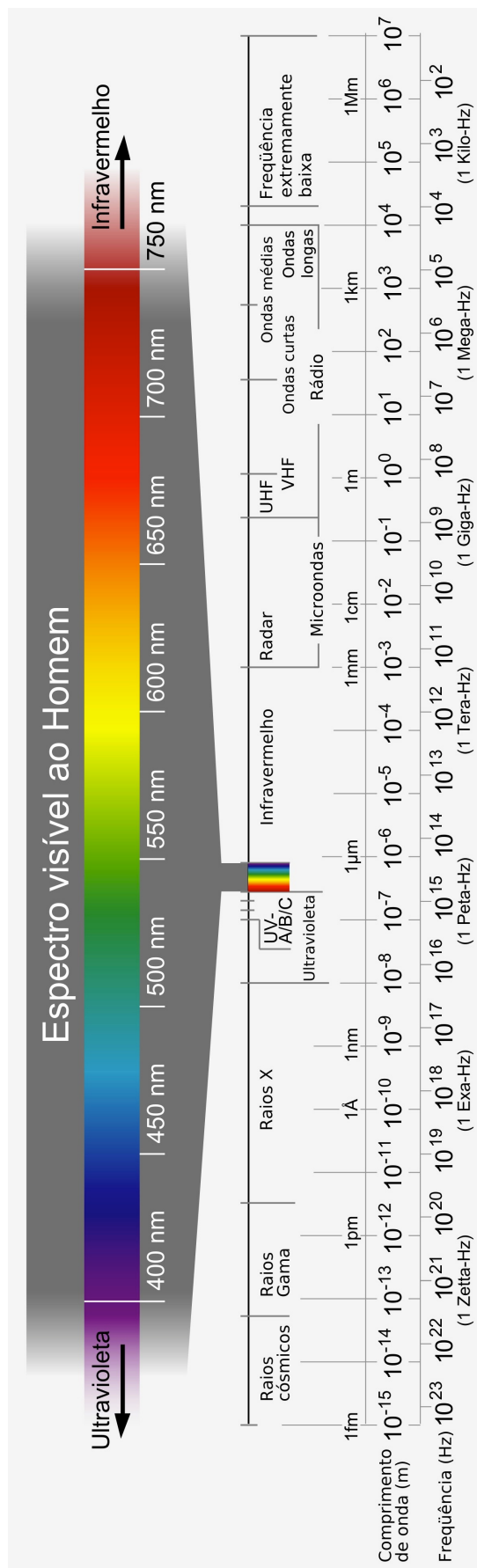


Figura 4 – Espectro eletromagnético visível
Fonte: METEORÓPOLE, 2013

2.4 EFICIÊNCIA LUMINOSA

Eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso emitido em lúmens por uma fonte e a energia consumida para produzi-lo (JAGLBAUER, 2007). Sua unidade é dada em lúmen por watt (lm/W).

De acordo com Simpson, a eficácia de uma fonte de luz é definido de duas formas:

A eficiência luminosa do fluxo radiante é medido em lúmens / Watt, e é a razão entre o fluxo luminoso em lúmens para o fluxo radiante total em Watts. Mais útil no negócio de iluminação é a eficiência luminosa de uma fonte de luz, também medido em lúmens / Watt, e a razão entre o fluxo luminoso em lúmens para o total de entrada de alimentação da lâmpada (SIMPSON, 2003, p. 46).

Segundo Rodrigues (2002), eficiência retrata a quantidade de luz que uma fonte luminosa pode produzir a partir da potência elétrica de 1 Watt (W). Quanto maior o valor da eficiência luminosa de uma determinada lâmpada, maior será a quantidade de luz produzida com o mesmo consumo. A figura 5 apresenta um esquema da eficiência luminosa de uma lâmpada.

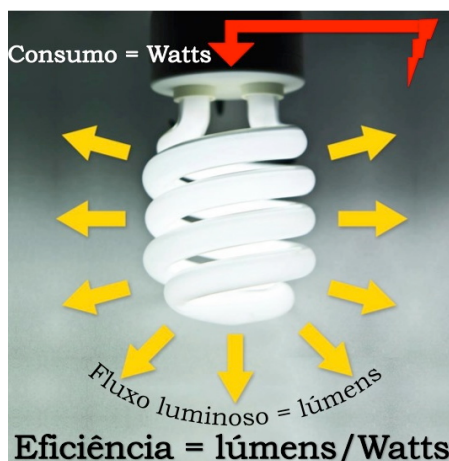


Figura 5 – Eficiência luminosa de uma lâmpada
Fonte: Adaptado de (CASA DAS CONSTRUÇÕES, 2013)

2.5 INTENSIDADE LUMINOSA

Luz emitida por uma fonte ou refletida em uma superfície iluminada (LIDA,

2005). Sua unidade é dada em Candela (cd).

Segundo Philips (2005), intensidade luminosa pode ser definida como a concentração de luz em uma direção específica, radiada por segundo. A figura 6 mostra esta situação.

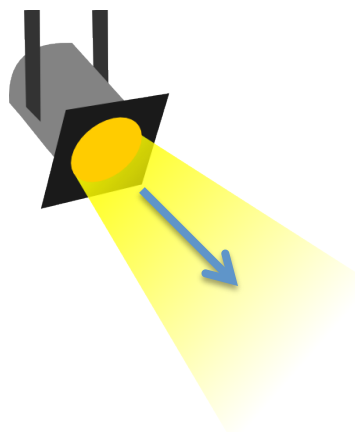


Figura 6 – Intensidade luminosa
Fonte: Adaptado de (PURR, 2013)

2.6 ILUMINÂNCIA

Iluminância se refere a quantidade de luz que incide sobre uma superfície a partir de uma fonte de luz (JIMÉNEZ, 1999). Já Creder define:

Iluminância, anteriormente chamada de iluminamento, de uma superfície plana, de área igual a 1 m^2 que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, uniformemente distribuído, é a densidade superficial de fluxo luminoso recebido (CREDER, 2012 p.162).

Segundo Rodrigues (2002), iluminância é o fluxo luminoso incidente numa superfície por unidade de área. Segundo o autor, o melhor conceito sobre iluminância talvez seja uma densidade de luz necessária para a realização de uma determinada tarefa visual. Isto permite supor que existe um valor ótimo de luz para quantificar um projeto de iluminação. Sua unidade é dada em lux (lx).

Os valores relativos à iluminância foram tabelados por tipo de atividade. No Brasil, esta tabela encontra-se na NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores, que segue a tendência das normas internacionais. A figura 7 apresenta esta situação.



Figura 7 – Iluminância
Fonte: EBAH, 2012

2.7 LUMINÂNCIA

É a intensidade luminosa produzida ou refletida por uma superfície aparente. Sua unidade é dada em Candela por m^2 (cd/m^2). Segue o conceito de luminância segundo Vianna e Gonçalves:

É importante que se lembre do fato de que os raios luminosos não são visíveis, a sensação de luminosidade é decorrente da reflexão desses raios por uma superfície. Essa luminosidade, então vista, é chamada de luminância. Uma vez que os objetos possuem diferentes capacidades de reflexão da luz, fica compreendido que uma certa iluminância pode gerar diferentes luminâncias (VIANNA; GONÇALVES, 2001 p. 71 apud JAGLBAUER, 2007).

De acordo com Jaglbauer (2007), é através da luminância que o homem enxerga, já que os raios luminosos não são visíveis e a sensação de luminosidade é decorrente da reflexão destes raios em uma superfície. A luminosidade visível é chamada luminância. Logo:

- Iluminância é a luz incidente, não visível;
- Luminância é a luz refletida, visível.

Já a luminância, segundo Franzini (2012), corresponde ao brilho de uma superfície que emite ou reflete uma intensidade luminosa de uma candela por metro quadrado. A luminância está diretamente relacionada com o brilho, podendo ser considerada como a medida física do brilho de uma superfície iluminada ou de uma

fonte de luz, sendo através dela que os seres humanos enxergam. A figura 8 mostra esta situação.

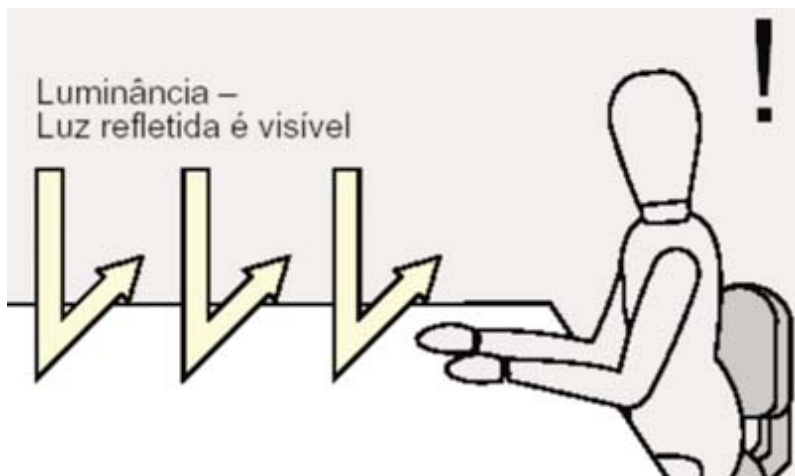


Figura 8 – Luminância
Fonte: EBAH, 2012

2.8 CORES

As cores com suas influências psicológicas, suas propriedades fisiológicas e com os índices de reflexão convenientemente aplicados, têm o poder de proporcionar uma atmosfera mais apropriada às diferentes tarefas desempenhadas nos diversos setores produtivos da sociedade em geral, oferecendo mais conforto ao trabalhador, diminuindo a fadiga visual, os acidentes e as doenças do trabalho, e influenciando na sua própria motivação.

A cor é um parâmetro fundamental de visão e percepção. A cor de um objeto é definido pela cor da luz refletida ou transmitida por um objeto quando este é iluminado por uma fonte de luz. A energia eletromagnética radiante fornece um estímulo físico que penetra nos olhos e causa a sensação de cor (IESNA, 2000). Eston (1992) define que cores são nomes especiais dados a vários comprimentos de onda ou a várias combinações de comprimentos de onda.

2.9 PERCEPÇÃO DE CORES

O olho é sensível a radiações eletromagnéticas na faixa de 400 a 750 nm, mas não tem sensibilidade uniforme para todos os comprimentos de onda dessa faixa. A sensibilidade máxima ocorre em torno de 555 nm, o que corresponde à cor verde-amarela, para o olho adaptado à luz. Para o olho adaptado ao escuro, essa sensibilidade máxima situa-se em torno de 510 nm, mais próximo da cor azul (LIDA, 2005).

Observando-se a figura 4, percebe-se que comprimentos de onda entre 380 e 400 nm caracterizam a cor violeta, enquanto que comprimentos de onda ao redor de 600 nm caracterizam a cor amarela. De acordo com Eston (1992), quando se tem uma mistura de comprimento de onda de todo espectro visível a luz aparece como branca, enquanto que o preto não é uma cor mas a ausência total de luz.

2.9.1 TEMPERATURA DE COR

A luz que reconhecemos como branca é formada por ondas eletromagnéticas de diferentes comprimentos de onda, as quais se situam dentro do intervalo visível de 380 a 780 nm, que contém todas as cores do arco-íris. Não somos capazes de ver esses componentes cromáticos da luz branca devido à inoperância de nosso cérebro para distinguir cada cor isoladamente (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010). Ainda segundo estes autores, a impressão de coloração de um objeto significa que, ao receber iluminação branca, há a absorção de todas as cores, menos daquela que é refletida, sensibilizando o olho.

De acordo com Rodrigues (2002), temperatura de cor correlata é a grandeza que expressa a aparência de cor da luz, sendo sua unidade o Kelvin (K). Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor da luz. A luz quente é a que tem aparência amarelada e temperatura de cor baixa: 3000 K ou menos. A luz fria, ao contrário, tem aparência azul-violeta, com temperatura de cor elevada: 6000 K ou mais. A luz branca natural é aquela emitida pelo sol em céu aberto ao meio-dia, cuja temperatura de cor é 5800 K. A figura 9 mostra as temperaturas de cor.

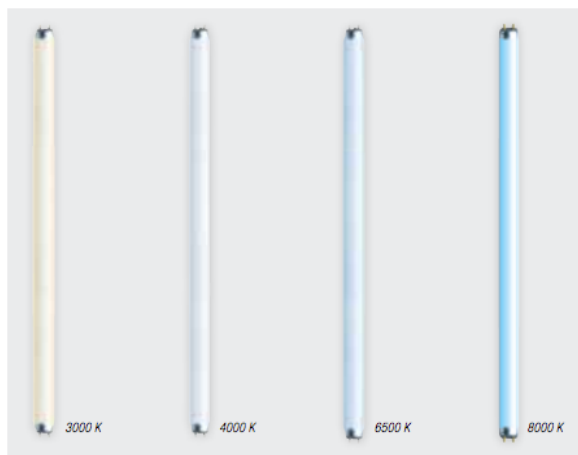


Figura 9 – Temperaturas de cor
Fonte: OSRAM, 2013

A temperatura de cor de uma lâmpada está extremamente ligada ao índice de reprodução de cor (IRC). Este é um detalhe que deve-se ter muita atenção em todas aquelas situações onde as tarefas visuais envolvem imitações de cor, onde a correta percepção da cor seja essencial, como indústrias gráficas, químicas, têxteis, entre outras (JIMÉNEZ, 1997).

2.9.2 ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR

Segundo Rodrigues (2002), o índice de reprodução de cor é a medida de correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência diante de uma determinada fonte de luz. A luz artificial, como regra, deve permitir ao olho humano perceber as cores corretamente ou o mais próximo possível da luz natural do dia (luz do sol). Lâmpadas com índice de 100% apresentam as cores com total fidelidade e precisão. Quanto mais baixo o índice, mais deficiente é a reprodução de cores. Os índices variam conforme a natureza da luz e são indicados de acordo com o uso de cada ambiente.

Já de acordo com Jaglbauer (2007) o IRC é uma tentativa de mensuração da cor avaliada pelo cérebro.

As fontes de luz artificial (lâmpadas) têm a cor de sua luz referenciada à aparência visual da cor da lâmpada; uma “impressão de calor” é sentida quando a cor da luz é avermelhada (isto é, uma baixa temperatura de cor). Por outro lado,

quando a cor da luz corresponde a uma alta temperatura de cor, a impressão psicológica é de frio (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010).

2.10 LÂMPADAS

Lâmpadas são fontes de luz que iluminam ambientes. Podem ser de várias formas, como, por exemplo, uma lâmpada que gere luz pelo fogo, como vela, lampião, entre outras.

Segundo Philips (2013), a lâmpada é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia luminosa e/ou energia térmica.

Em 1878, Thomas Alva Edson conseguiu obter luz a partir da energia elétrica. Foi um grande avanço numa época onde sequer existia qualquer rede elétrica já instalada. Um ano depois, Thomas criou a lâmpada elétrica incandescente. Esta invenção permitiu que, gradativamente, as pessoas substituíssem, dentro de suas próprias casas, os lampiões a gás por lâmpadas elétricas.

Pouco mais de um século à frente, o cenário no setor de iluminação é bem diferente. Ele está dividido dentro das seguintes áreas de atuação: Lâmpadas e starters; Reatores, ignitores e transformadores; Iluminação Comercial; Iluminação Industrial; Iluminação Pública; Iluminação Cênica; Iluminação Publicitária; Luminotecnica / Projetista de Iluminação e Componentes para Indústria de Iluminação.

Segundo pesquisa realizada pela Abilux (2005), o mercado de iluminação no Brasil é homogêneo, com o segmento de iluminação industrial concentrando em 13% das empresas do setor. A figura 10 mostra a divisão das empresas de iluminação de acordo com suas áreas principais de atuação.

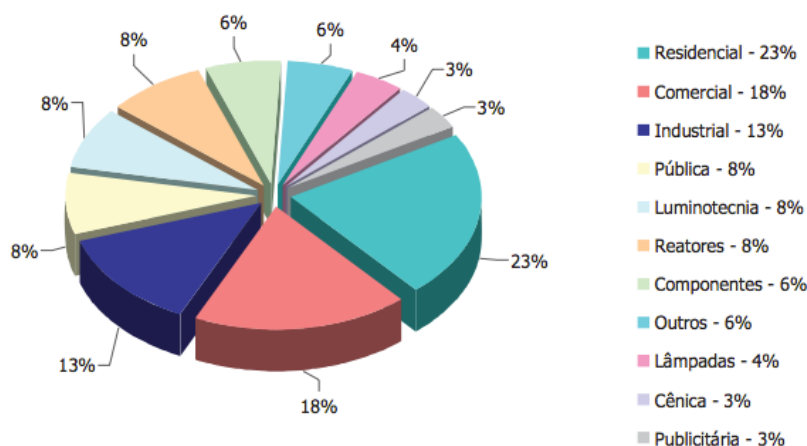


Figura 10 – Área de atuação das empresas do setor de iluminação no Brasil
Fonte: ABILUX, 2005

Existe hoje no mercado vários tipos de lâmpadas para diversas situações de trabalho. A seguir é apresentado o conceito de alguns tipos de lâmpadas mais utilizadas e suas aplicações. A figura 11 apresenta a classificação de alguns tipos de lâmpadas a partir do tipo de produção luminosa.

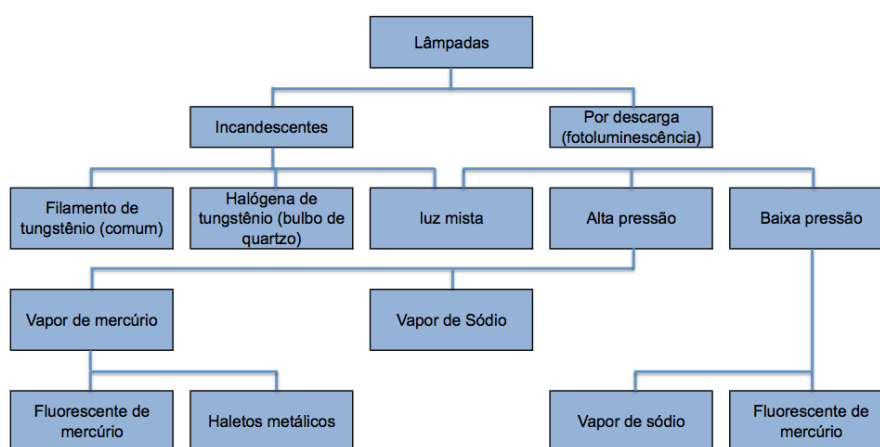


Figura 11 – Classificação dos tipos de lâmpadas
Fonte: ESTON, 1992

2.10.1 LÂMPADAS INCANDESCENTES

A lâmpada incandescente é a mais comum e têm atualmente sua aplicação predominantemente residencial.

Segundo Philips (2005), o funcionamento de uma lâmpada incandescente

ocorre pela passagem de corrente elétrica por um fio fino (filamento da lâmpada), com alta resistência elétrica, que é levado à incandescência, produzindo luz e calor. Possui IRC 100, geralmente temperatura de cor agradável, na faixa de 2.700 K (amarelada). A figura 12 apresenta os principais componentes de uma lâmpada incandescente.



Figura 12 – Lâmpada incandescente
Fonte: PHILIPS, 2013

As lâmpadas incandescentes apresentam as seguintes características: possuem vida relativamente curta, são altamente sensíveis às vibrações, não são afetadas, quanto ao tempo de vida, pelo número de vezes que acendem, apresentam baixo rendimento lumínico, têm relativamente boa fidelidade na reprodução das cores (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010).

As lâmpadas halógenas são basicamente lâmpadas incandescentes, nas quais se adiciona internamente ao bulbo aditivos de iodo, que é o halogênio mais utilizado. Segundo Eston (1992), têm eficiência maior que as incandescentes comuns e são muito brilhantes, com emissão de uma luz branca.

É uma lâmpada com vantagens adicionais, quando comparada às incandescentes tradicionais: luz mais branca, brilhante e uniforme ao longo de toda a vida; maior eficiência energética, ou seja, mais luz com potência menor ou igual; vida útil mais longa, variando entre 2000 e 4000 horas (RODRIGUES, 2002).

2.10.2 LÂMPADAS DE DESCARGA ELÉTRICA

De acordo com Rodrigues (2002), nessas lâmpadas o fluxo luminoso é gerado direta ou indiretamente pela passagem da corrente elétrica através de um

gás, mistura de gases ou vapores.

Nas lâmpadas de descarga utilizadas em iluminação, a luz é produzida através da radiação emitida pela descarga elétrica de uma mistura gasosa composta de gás inerente e vapor metálico. A mistura gasosa encontra-se confinada em um invólucro translúcido em cujas extremidades estão inseridos eletrodos que formam a interface entre a descarga e o circuito elétrico de alimentação (JAGLBAUER, 2007).

Os gases mais utilizados são argônio, hélio, criptônio, neônio e vapores de mercúrio e sódio. As lâmpadas de descarga são classificadas pela pressão no interior do tubo em lâmpadas de descarga de baixa pressão e lâmpadas de descarga de alta pressão.

2.10.2.1 LÂMPADAS DE DESCARGA DE BAIXA PRESSÃO

Existem basicamente dois tipos de lâmpadas comerciais: as lâmpadas de descarga de baixa pressão de vapor de sódio e as lâmpadas de descarga de baixa pressão de vapor de mercúrio, conhecidas como fluorescentes.

As lâmpadas de vapor de sódio têm sido usado há mais de quatro décadas mas nunca foi muito popular. Elas são muito eficientes, porém são mais utilizadas na indústria mineira do que em outros tipos de indústria.

As lâmpadas fluorescentes são lâmpadas de descarga de baixa pressão que são utilizadas amplamente na indústrias. A luz é predominantemente produzida pôr pós fluorescentes ativados pela energia ultravioleta da descarga.

Segundo Philips (2005), as lâmpadas fluorescentes contêm em seu interior uma pequena quantidade de vapor de mercúrio e gases inertes. Com a passagem da corrente elétrica, os elétrons chocam-se com os átomos de mercúrio. Com este choque, é transferida energia para os elétrons de mercúrio que irão passar para uma órbita superior em torno do átomo. Quando estes elétrons regressam para sua órbita original, eles emitem energia na forma de ultravioleta. A radiação ultravioleta é convertida em forma de luz visível pela camada de pós fluorescentes que revestem o bulbo internamente.

A lâmpada geralmente tem formato tubular longo ou compacta, com um eletrodo em cada extremidade; contém vapor de mercúrio sob baixa pressão, com

uma pequena quantidade de gás inerte para facilitar a partida. A superfície interna do bulbo é coberta com um pó fluorescente, cuja composição determina a quantidade e cor da luz emitida.

De acordo com Rodrigues (2002), as lâmpadas fluorescentes compactas são indicadas principalmente na substituição das lâmpadas incandescentes e apresentam as seguintes vantagens: consumo de energia em média 80% menor, durabilidade aproximadamente 10 vezes maior, design moderno, leve e compacto, aquecem menos o ambiente, entre outras. A figura 13 apresenta a lâmpada fluorescente compacta.

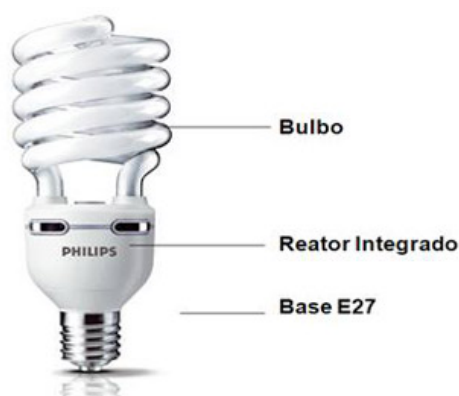


Figura 13 – Lâmpada fluorescente compacta
Fonte: PHILIPS, 2013

As lâmpadas fluorescentes tubulares são a clássica forma para uma iluminação econômica. Sua alta eficiência e longa durabilidade garantem sua aplicação nas mais diversas áreas comerciais e industriais. A figura 14 mostra a lâmpada fluorescente tubular.



Figura 14 – Lâmpada fluorescente tubular
Fonte: MUNDILUX, 2013

2.10.2.2 LÂMPADAS DE DESCARGA DE ALTA PRESSÃO

As lâmpadas de descarga de alta pressão, também conhecidas como lâmpadas HID (High Intensity Discharge), utilizam vapores metálicos, em geral mercúrio e/ou sódio.

Existem três tipos básicos de lâmpadas comerciais: lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão, lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão e as lâmpadas de alta pressão de vapores metálicos.

Nas lâmpadas de vapor de mercúrio, a luz é produzida pela combinação de excitação e fluorescência. A descarga de mercúrio no tubo de arco produz uma energia visível na região do azul e do ultravioleta. O fósforo, que reveste o bulbo, converte o ultravioleta em luz visível na região do vermelho. O resultado é uma luz de boa reprodução de cores com eficiência luminosa de até 60 lm/W.

Segundo Jaglbauer (2007), a lâmpada de mercúrio apresenta fluxo luminoso elevado e vida útil longa, porém, a sua eficácia luminosa é relativamente baixa. Ela está atualmente sendo substituída por lâmpadas mais eficientes, como lâmpadas de vapor metálico, para iluminação de galpões industriais.

A lâmpada vapor de sódio é a mais eficiente do grupo de lâmpadas de alta intensidade de descarga. A luz é produzida pela excitação de átomos de sódio aliados a um complexo processo de absorção e reirradiação em diferentes comprimentos de onda. O resultado é uma luz branco-dourada com uma eficiência luminosa de 130 lm/W. (RODRIGUES, 2002).

Este tipo de lâmpada é amplamente utilizada na iluminação externa, em avenidas, auto-estradas, viadutos, complexos viários, entre outros. Tem seu uso ampliado para áreas industriais, siderúrgicas e ainda para locais específicos como aeroportos, estaleiros, portos, ferrovias, pátios e estacionamentos.

A lâmpada de vapor metálico, de acordo com Rodrigues (2002), além de ter uma excelente reprodução de cores, é atualmente a fonte de luz branca de maior eficiência disponível no mercado. A luz é produzida pela excitação de átomos de aditivos metálicos em um tubo de arco de quartzo.

Atualmente, em diversos galpões, tem-se substituído as lâmpadas de vapor de sódio por lâmpadas de vapores metálicos, com boa reprodução de cor, vida útil adequada e um menor consumo de energia (JAGLBAUER, 2007).

2.10.3 DIODO EMISSOR DE LUZ

Diodo emissor de luz (LED – Light Emitting Diod) é uma fonte que produz luz por fotoluminescência. Os LEDs são a nova tecnologia para iluminação, apesar de que ainda terem pouca aplicação como sistema de iluminação para indústrias.

Segundo a Abilux (2013), a evolução das tecnologias de iluminação já deu origem a diversos outros tipos de soluções mais eficientes e duradouras do que a tradicional incandescente, passando pela halógena e fluorescente, até chegar ao LED. As vias e espaços públicos, que utilizam amplamente a iluminação para melhoria da visibilidade, quesito básico para segurança, locomoção e conforto dos usuários, estão entre os grandes beneficiados por essa evolução. A redução no consumo de energia elétrica e a extensa vida útil dos sistemas de iluminação avançados geram uma relação custo-benefício favoráveis aos recursos públicos.

De acordo com Silva (2009), a grande vantagem do LED é a sua grande economia de energia, pois consomem em média um watt e podem durar até mais de 50 mil horas. É a fonte de luz artificial mais econômica da atualidade. A tabela 1 apresenta uma comparação da durabilidade média das fontes de luz artificial

Tabela 1 – Durabilidade média das fontes de luz artificial

Fontes de luz artificial	Durabilidade média
Incandescentes comuns	750 a 1.000 horas
Halógenas	2.000 a 5.000 horas
Descargas fluorescentes	7.500 a 18.000 horas
Fluorescente de indução magnética	60.000 horas
Descarga de alta pressão	10.000 a 32.000 horas
LEDs	Até mais de 50.000 horas

Fonte: SILVA, 2009.

2.11 LUMINÁRIAS

As luminárias são equipamentos que recebem a fonte de luz (lâmpada) e modificam a distribuição espacial do fluxo luminoso produzido pela mesma. Suas partes principais são: o receptáculo para a fonte luminosa; os dispositivos para modificar a distribuição espacial do fluxo luminoso emitido (refletores, refratores, difusores, colméias, etc.); a carcaça, órgãos acessórios e de complementação (RODRIGUES, 2002).

Para Creder (2004), as luminárias são o conjunto de lâmpadas, difusores, calhas, dispositivos de fixação, reatores, receptáculos, entre outros.

Uma luminária eficiente otimiza o desempenho do sistema de iluminação artificial, e, de acordo com Philips (2005), as luminárias têm papel extremamente importante em um sistema de iluminação, pois além de contribuírem diretamente para uma distribuição eficiente da luz no ambiente elas proporcionam o conforto visual das pessoas. Além dos seus requisitos básicos de manter uma boa conexão mecânica e elétrica entre as lâmpadas e os equipamentos auxiliares, deve proporcionar a segurança necessária para a instalação, bem como a correta emissão do fluxo luminoso da lâmpada no ambiente sem causar ofuscamento.

A figura 15 mostra um exemplo de uma luminária fluorescente que, de acordo com Creder (2004), é o tipo de iluminação mais difundido na atualidade por apresentar o melhor rendimento¹ e é o tipo de luz que mais se assemelha à luz natural e é pouco ofuscante.

¹ Chama-se rendimento de uma lâmpada a relação entre o fluxo luminoso em lúmens e a energia elétrica em watts.

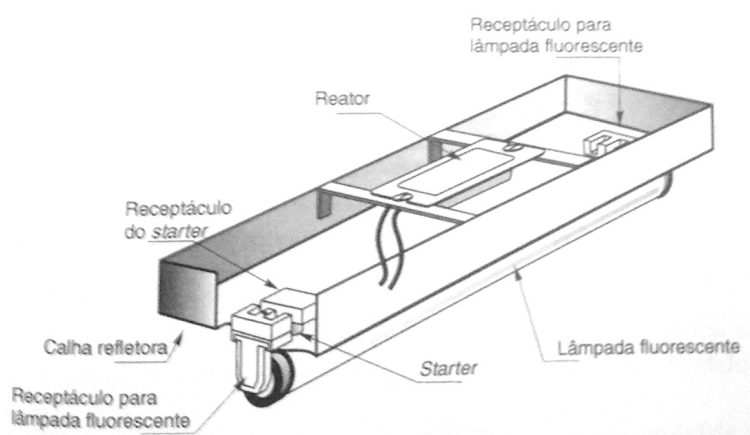


Figura 15 – Luminária fluorescente
Fonte: CREDER, 2004

Para ambientes muito corrosivos, como, por exemplo, em indústrias de galvanoplastia, necessita-se do conhecimento das substâncias existentes na atmosfera local para permitir a seleção de materiais próprios para as luminárias.

Luminárias fechadas e estanques são usados em áreas onde a atmosfera contém poeiras não inflamáveis e vapores, fazendo com que o interior da luminária esteja protegido (IESNA, 2000).

Já Rodrigues (2002), diz que em ambientes com atmosfera agressiva, apresentando grandes níveis de poluição, as luminárias obrigatoriamente devem ser protegidas, evitando o desgaste precipitado das lâmpadas, reatores e contatos elétricos. Gastos desnecessários com manutenção são alcançados quando o tipo correto de luminária não é utilizado.

2.12 TIPOS DE ILUMINAÇÃO

2.12.1 ILUMINAÇÃO NATURAL

É a iluminação proveniente do sol que atravessa vidraças, portas, janelas, telhas de vidros, etc. Franzini (2012), define iluminação natural como aquela advinda da energia solar. A combinação de luz natural e luz artificial pode ser empregada na melhoria da iluminação dos postos de trabalho com bastante eficiência. Além da

redução dos custos de consumo de energia, a utilização de luz natural representa um benefício direto ao meio ambiente.

A utilização da luz natural traz diversas vantagens como, por exemplo, causa o menor cansaço para a vista, permite a visão da cor em seu exato valor e apresenta maior economia de gastos que a iluminação artificial. Contudo, apresenta também inconvenientes, tais como: a grande variação de luz que se dá ao longo do dia, podendo variar de 100% a 200% em poucos minutos, além da quantidade de calor produzida pelo sol, resultando desconforto e prejuízo à produtividade. Além do que, em um ambiente de trabalho é necessário uma iluminação uniforme e bem distribuída, não sendo conveniente a penetração de raios solares pelos problemas citados (PILOTTO NETO, 1980 apud FRANZINI, 2012).

Segundo Buoro (2008), a iluminação natural é um fator que depende das condições climáticas, do tipo de céu (encoberto, parcialmente encoberto, ou claro), das características das aberturas (dimensão e posicionamento), das características do ambiente (profundidade, largura, altura), da refletância dos materiais de acabamento, etc.

Os valores de iluminância para cada atividade são determinados pela ABNT NBR 5413 (1992). Sendo assim, o melhor desempenho luminoso deve levar em consideração as exigências normativas e a disponibilidade de luz natural.

2.12.2 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

A iluminação artificial é aquela proveniente da lâmpada elétrica. Pode-se entender por iluminação artificial aquela advinda de corrente elétrica produzida pelo homem. A luz artificial é imprescindível para desenvolver atividades noturnas, e até mesmo diurnas, quando a iluminação natural não for suficiente (FRANZINI, 2012).

Breviglieri; Possebon e Spinelli (2010), definem iluminação artificial como sendo a iluminação feita por lâmpadas elétricas, que podem ser fluorescentes, incandescentes, de mercúrio, de sódio, etc. A iluminação pode ser geral ou suplementar. A figura 16 mostra estes tipos de iluminação.

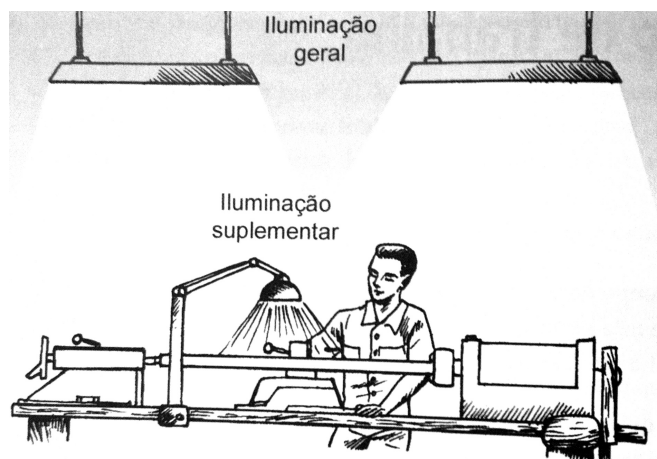


Figura 16 – Exemplo de iluminação suplementar
Fonte: BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010

Iluminação geral

Ilumina todo o local de trabalho, não objetivando uma única operação. Está geralmente afastada dos trabalhadores, como é o caso das lâmpadas ou luminárias colocadas no teto.

Iluminação suplementar

Além da iluminação existente no local, coloca-se outra luminária próxima ao trabalhador, com o objetivo de melhor iluminar aquela determinada operação.

Segundo a ABNT NBR 5461 (1991), a luz artificial é feita através de luminárias e podem ser classificadas conforme seu fluxo luminoso:

Iluminação Direta

Iluminação por meio de luminárias com distribuição da intensidade luminosa, tal que, 90% a 100% do fluxo luminoso emitido atinge diretamente o plano de

trabalho, suposto infinito.

Como pode ser observado na figura 17, o fluxo luminoso é dirigido diretamente para a superfície.



Figura 17 – Exemplo de iluminação direta
Fonte: BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010

Iluminação Indireta

Iluminação por meio de luminárias com distribuição da intensidade luminosa, tal que, menos de 10% do fluxo luminoso emitido atinge diretamente o plano de trabalho, suposto infinito. A figura 18 apresenta a iluminação indireta.

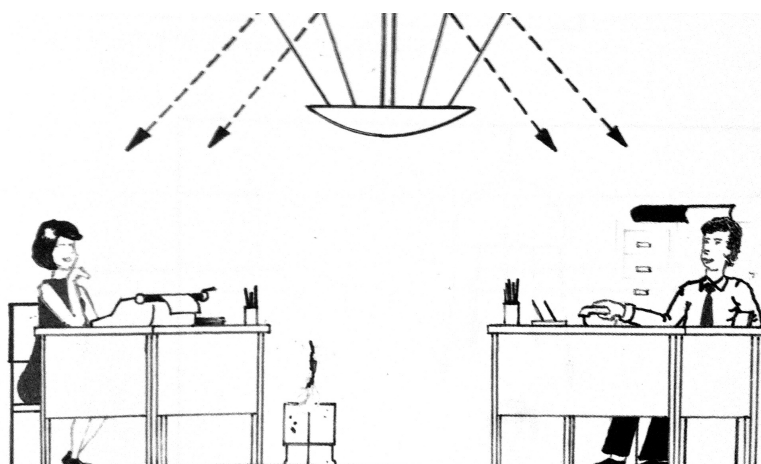


Figura 18 – Exemplo de iluminação indireta
Fonte: BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010

Iluminação Semidireta

Iluminação por meio de luminárias com distribuição da intensidade luminosa, tal que, 60% a 90% do fluxo luminoso emitido atinge diretamente o plano de trabalho, suposto infinito.

Como pode ser observado na figura 19, o fluxo luminoso é obtido pelo direcionamento da lâmpada e parte por reflexo do teto, paredes e maquinarias.

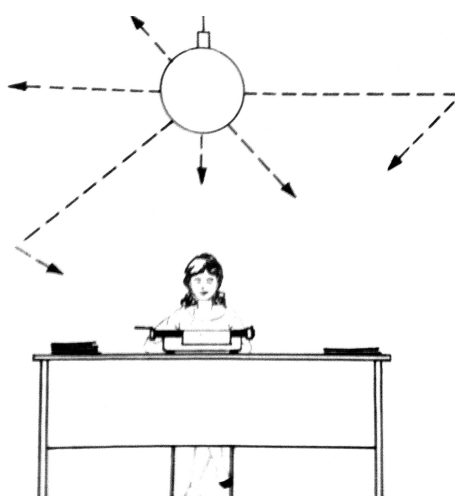


Figura 19 – Exemplo de iluminação semidireta
Fonte: BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010

Iluminação Semi-indireta

Iluminação por meio de luminárias com distribuição da intensidade luminosa, tal que 10% a 40% do fluxo luminoso emitido atinge diretamente o plano de trabalho, suposto infinito.

Como pode ser observado na figura 20, a maior parte do fluxo luminoso é transmitida da reflexão do teto e das paredes.

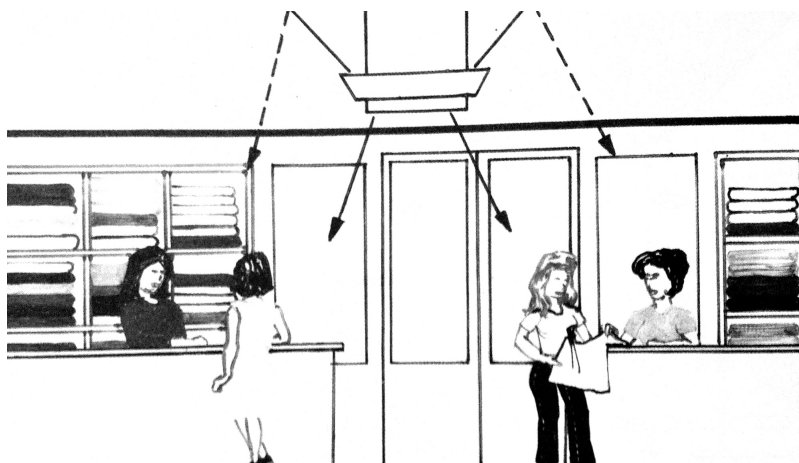


Figura 20 – Exemplo de iluminação semi-indireta
 Fonte: BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010

2.13 ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL

Nas indústrias nota-se uma grande evolução nos conceitos de iluminação. As exigências legais começaram a aumentar à medida que cresce a produção. Cada detalhe passa a ser fundamental, uma vez que a concorrência está cada vez mais acirrada.

Independente da lâmpada a ser utilizada, é imprescindível que seja utilizada sempre luminárias com proteção; assim, estas podem ser limpas com facilidade e a manutenção passa a ser o diferencial entre a iluminação projetada inicialmente e que está reduzida por essa ação poluente.

Segundo Silva (2009), para a iluminação de indústrias pesadas, como fundições e siderúrgicas, utilizam-se as lâmpadas de vapor metálicas de 400 w ou lâmpadas de sódio. As lâmpadas metálicas, devido a temperatura de cor na faixa de 5.000 K, reduzem o efeito de sonolência nos operários, fator preponderante na produtividade.

2.14 ILUMINAÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO

Para a definição da iluminação de um posto de trabalho deve-se levar em

conta que a mesma não gere risco de acidentes e, ao mesmo tempo, seja condizente com as exigências da tarefa a ser realizada.

Segundo Abrahão et al. (2009), a iluminação em ambientes de trabalho deve ser compatível com as exigências das tarefas e com as características da visão humana. Quando esse princípio é introduzido na definição dos postos de trabalho reduz-se o risco de acidentes, a probabilidade de erros e, possivelmente, aumenta-se a produtividade. A quantidade de iluminação necessária ao trabalho resulta da articulação da acuidade visual e das exigências da tarefa, de forma a evitar o excesso ou a falta de luz. Tais condições extremas podem causar fadiga visual e reduzir a qualidade do trabalho.

A NR 17 é uma Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e do Emprego que trata sobre ergonomia. Com relação à iluminação determina:

- 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;
- A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos;
- Os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidas na NBR 5413, norma brasileira registrada no Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO);
- A medição dos níveis de iluminamento deve ser feita no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual, utilizando-se de luxímetro com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e em função do ângulo de incidência;
- Quando não puder ser definido o campo de trabalho, este será um plano horizontal a 0,75 m do piso.

A NR-17 remete à Norma Brasileira NBR 5413, que trata das iluminâncias recomendadas nos ambientes de trabalho. Os valores de iluminâncias são definidos de acordo com as classes de tarefas visuais, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Iluminâncias por classe de tarefas visuais

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
Iluminação geral para área de trabalho	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Fonte: ABNT NBR 5413:1992

Quanto mais complicada a tarefa a ser executada, maior deverá ser o nível de iluminação do ambiente. O nível de dificuldade de uma tarefa pode ser medido através dos detalhes que deverão ser distinguidos, do tempo de duração e da velocidade necessária na tarefa (VIEIRA, 2008).

A ABNT NBR 5413 (1992) também especifica o uso adequado de iluminância conveniente. Para isso é recomendado considerar os fatores idade, velocidade e precisão, e refletância do fundo da tarefa, os quais estão descritos na tabela 3. Deve-se analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou +1) e somar os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal. Com este resultado deve-se usar a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior, quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média, nos outros casos.

Tabela 3 – Fatores determinantes da iluminância adequada

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: ABNT NBR 5413:1992

De acordo com ABRAHÃO et al. (2009), deve-se ficar atento a outros aspectos com relação à iluminação: além da iluminação geral, algumas atividades exigem uma iluminação mais pontual na mesa de trabalho, como o trabalho de um relojoeiro ou de um lapidador de jóias. A luz natural deve ser controlada tanto no que se refere ao excesso quanto à necessidade de complementá-la, conforme o caso, com a iluminação artificial. A necessidade de iluminação pode variar ao longo do dia e da tarefa executada. A incidência de luz natural ou artificial sobre o monitor causa ofuscamento e prejudica a distinção dos caracteres. O excesso de iluminação pode prejudicar o desempenho.

Segundo os autores, ao analisar o conforto ambiental com relação à iluminação, deve-se considerar também: a incidência de luz solar e sua variação ao longo do dia e das estações do ano, a disposição das luminárias, o tipo de luz artificial, as possibilidades de mudar os ângulos de incidência da luz oriundas das diferentes fontes, o contraste da luz incidente diretamente sobre a área de trabalho e luz de fundo, a possibilidade de controlar a incidência de luz solar por meio de persianas, cortinas ou outros equipamentos, a identificação de equipamentos que emitem luz forte de maneira constante ou eventual que podem atrapalhar a visão, a verificação se a iluminância é suficiente para reduzir o risco de fadiga visual e de acidentes, etc.

Para que se tenha uma iluminação adequada em áreas industriais, deve-se alinhar a menor quantidade de equipamentos de iluminação e sua eficiência para atingir os níveis de iluminância estabelecidos na norma.

De acordo com Jaglbauer (2007), ao se projetar os sistemas de iluminação, é preciso estar atento não somente na iluminância necessária para as tarefas a serem executadas, mas também que indique os perigos da área, que poderiam contribuir

para a ocorrência de acidentes.

2.15 SAÚDE E SEGURANÇA

A indústria abrange diversas atividades que exigem diferentes condições de iluminação. Em cada uma dessas atividades, a iluminação deve proporcionar visibilidade suficiente para que os materiais possam ser transformados em produtos acabados. Nos processos de fabricação existem os riscos físicos, de modo que a iluminação é de extrema importância como um fator de segurança na prevenção de acidentes.

Uma iluminação inadequada pode trazer outros problemas e consequências, tais como: fadiga visual, menor produtividade, pode proporcionar um ambiente psicologicamente negativo, dentre outros.

Segundo Eston (1992), apesar da iluminação não ser propriamente um agente agressivo, do ponto de vista de limites de tolerância e doenças ocupacionais, assim mesmo, quando a mesma está inadequada, pode trazer as consequências citadas acima e muitas outras.

A fadiga visual é um fenômeno comum e é favorecida pela má qualidade da iluminação e, sobretudo, pela necessidades de manter os olhos acomodados para a visão de perto por períodos prolongados (ABRAHÃO et al., 2009). Pode ser caracterizada pela irritação dos olhos e lacrimejamento, fazendo com que seja diminuída a eficiência visual. Ela traz algumas consequências, como, por exemplo, o baixo rendimento do trabalhador, a baixa qualidade no produto final, um ambiente favorável à ocorrência de acidentes, entre outras.

A exposição contínua dos trabalhadores a problemas de iluminação, tais como: baixa ou alta luminosidade, cor da luz inadequada e funcionamento deficiente da iluminação, além de propiciar um ambiente psicologicamente negativo, podem levar à fadiga visual, desencadeando, dependendo da exposição, à stress, depressão, alterações do sistema nervoso, angústia, origem ou agravamento de problemas visuais como astigmatismo, miopia, etc. (FRANZINI, 2012).

De acordo com a literatura pesquisada, além das consequências diretas mencionadas acima, podemos verificar outro risco associado ao aspecto de

iluminação: o efeito estroboscópico.

O efeito estroboscópico é um fenômeno que pode resultar da combinação de máquinas com partes girantes ou com movimento alternado e uma fonte piscante² não percebida, como, por exemplo, lâmpada fluorescente. Isto pode resultar numa falsa impressão de que a máquina está parada, com pouco movimento, ou até com movimento contrário ao esperado, podendo causar acidentes.

Segundo Nery (2012), o efeito estroboscópico é produzido por lâmpadas a vapor que, no instante em que a corrente alternada passa por zero, se apagam. Sendo a corrente alternada senoidal, esta passa por zero duas vezes em cada ciclo. A figura 21 mostra esta situação.

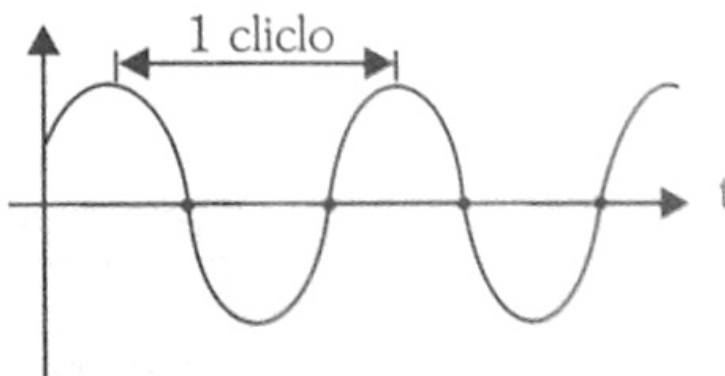


Figura 21 – Efeito estroboscópico
Fonte: NERY, 2012

Conforto visual

Segundo Iesna (2000), as instalações de iluminação raramente são concebidas apenas para o desempenho visual. Conforto visual é quase sempre uma consideração. Os aspectos de iluminação que causam desconforto visual incluem aqueles relevantes para o desempenho visual e se estendem além disso.

² Sendo a frequência da rede igual a 60 Hz, as lâmpadas que produzem esse efeito “piscam” 120 vezes por segundo.

Sintomas e causas do desconforto visual

O desconforto visual pode dar origem à uma extensa lista de sintomas. Entre os mais comuns são olhos vermelhos, com dor, coceira, e lacrimejamento; dores de cabeça e enxaquecas; problemas gastrointestinais; e dores associadas à má postura. Desconforto visual não é a única fonte possível destes sintomas. Todos podem ter outras causas. Esta indefinição torna essencial considerar outras causas possíveis antes de se atribuir uma ocorrência de qualquer destes sintomas às condições de iluminação.

2.16 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO

Segundo a ABNT NBR 5382 (1985), para se fazer as medições do nível de iluminância deve-se usar um instrumento com fotocélula com correção do cosseno e correção de cor, com temperatura ambiental entre 15°C e 50°C, sempre que possível. Este instrumento é conhecido como luxímetro, e de acordo com Breviglieri; Possebon e Spinelli (2010), consiste basicamente de um miniamperímetro e de uma célula fotoelétrica. A fotocélula possui quatro camadas, sendo a primeira um vidro de proteção, a segunda um semicondutor, a terceira uma placa isolante e a quarta uma placa metálica.

De acordo com os autores, quando a luz incide sobre a fotocélula, ocorre a formação de uma pequena corrente, ou seja, a luz incidindo sobre o semicondutor deixa-o carregado positivamente e a camada de metal se carrega negativamente, dando origem à corrente elétrica que é lida no amperímetro. A unidade de medida é dada em Lux (lúmens/m²).

A ABNT NBR 5413 (1992), orienta que a iluminância deve ser medida no campo de trabalho. Entende-se por campo de trabalho toda a região do espaço onde, para qualquer superfície nela situada, exigem-se condições de iluminação apropriadas à tarefa visual a ser realizada. Ainda segundo esta norma, quando o campo de trabalho não for definido, entende-se o nível como referente a um plano

horizontal a 0,75 m do piso. Já a ABNT NBR 5382 (1985), orienta que a superfície da fotocélula deve ficar no plano horizontal, a uma distância de 0,80 m do piso.

De acordo com a literatura pesquisada as medições devem ser feitas por amostragem, visando recolher dados de alguns pontos de tarefas visuais para avaliar a eficiência e adequação do sistema de iluminação, não sendo necessário o levantamento de todos os pontos existentes. A figura 22 apresenta como deve ser usado o luxímetro.

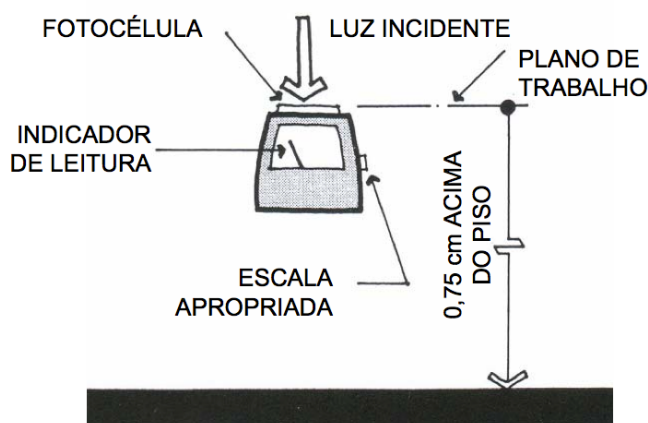


Figura 22 – Medição da iluminância

Fonte: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONFORTO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2006

Existem luxímetros cuja fotocélula pode estar separada do aparelho ou com a fotocélula acoplado a ele. As figuras 23 e 24 mostram um luxímetro com a fotocélula separada e o outro com a fotocélula acoplada, respectivamente.



Figura 23 – Luxímetro digital, marca Instrutherm, modelo LD 300

Fonte: INSTRUTHERM, 2013



Figura 24 – Luxímetro digital modelo 337
Fonte: CENTER, 2013

2.17 GALVANOPLASTIA

A galvanoplastia é um processo pelo qual se dá proteção superficial, através de processos eletroquímicos, a determinadas peças, fazendo com que elas tenham maior durabilidade. Este processo é uma eletrólise, onde um metal é depositado na superfície de outro para protegê-lo ou para causar um efeito decorativo.

Este procedimento é empregado para os mais diversos fins, principalmente para proteger as superfícies metálicas contra a ação de intempéries, ataques de produtos químicos, água salgada e outros.

2.17.1 PROCESSO DE GALVANOPLASTIA

A galvanoplastia foi desenvolvida por Galvani, físico e químico que fazia estudos sobre a eletricidade. A eletrodeposição está relacionada ao revestimento de superfícies, processo utilizado na prateação, niquelação, cromação, etc.

No processo de galvanoplastia as reações não são espontâneas, sendo necessário fornecer energia elétrica para que ocorra a deposição dos elétrons (eletrolise). A galvanoplastia é, portanto, um processo de eletrodeposição, no qual o

objeto que vai receber o revestimento metálico é ligado ao pólo negativo de uma fonte de corrente contínua e se torna cátodo. O metal que vai dar o revestimento é ligado ao pólo positivo tornando-se o ânodo. O objeto a ser revestido deverá conduzir corrente elétrica. No caso do objeto plástico, que não é um condutor, um tratamento superficial o tornará condutor. Há ainda o problema da aderência de um metal ao outro. Para que a película do metal se ligue à base, além de perfeita limpeza e desengraxe, é preciso conhecer a natureza dos metais.

2.17.2 ENGANCHAMENTO E DESENGANCHAMENTO DE PEÇAS

O enganchamento de peças consiste na tarefa de colocação de peças nas gancheiras, uma a uma, adequando seu posicionamento para que não ocorra nenhuma alteração da cor final da peça. O contato peça/gancheira deve ser feito de tal modo que permita uma boa passagem de corrente elétrica. A gancheira também deve permitir fácil montagem e desmontagem das peças. A figura 25 representa a colocação de peças nas gancheiras.



Figura 25 – Colocação de peças na gancheira
Fonte: SESI, 2007

Após o preenchimento total dos dois lados da gancheira, o trabalhador transporta manualmente ou por carrinhos a gancheira a um local apropriado, com suporte para que possa entrar no processo de eletrodeposição. O tratamento desenvolve-se numa sequência de banhos. Por exemplo, para a cromação, a peça é

inicialmente cobreada, a seguir niquelada e, ao final, recebe uma camada de cromo.

A utilização de carrinhos requer avaliação de compatibilidade com a carga a ser transportada e a possibilidade de circulação na área de produção, em função das condições do piso e das passagens. O carrinho de empurrar, ilustrado na figura 26, é o mais adequado, pois transfere a força para os músculos maiores e mais fortes do tórax e dos braços, aliviando a pressão sobre a coluna do trabalhador.



Figura 26 – Utilização de carrinhos no transporte de gancheiras
Fonte: SESI, 2007

Depois da gancheira passar pelo processo de eletrodeposição, esta é transportada manualmente para o setor de desenganchamento de peças. O desenganchamento de peças consiste na tarefa da retirada de peças das gancheiras, uma a uma, e direcionando-as para o setor de inspeção final.

2.17.3 RISCOS OCUPACIONAIS NA INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA

Nas indústrias de galvanoplastia as condições de trabalho são, em geral, inadequadas, com riscos à saúde relacionados à utilização de inúmeras substâncias, entre as quais: níquel, cobre, cromo, cádmio, ácido sulfúrico e ácido clorídrico, que podem provocar manifestações alérgicas ao nível subcutâneo e respiratório, lesões da mucosa nasal, câncer e até mesmo a morte (MONTEIRO, 2013).

Segundo Sesi (2007), riscos ocupacionais são aqueles decorrentes da organização, dos procedimentos, da maquinaria, dos processos, dos ambientes e das relações de trabalho que podem comprometer a segurança e a saúde dos

trabalhadores. São classificados em cinco categorias: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes, e provêm de agentes que, dependendo da sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição, podem causar danos à segurança e à saúde dos trabalhadores.

Riscos Físicos

Os agentes classificados nesta categoria são: o ruído, a vibração, a umidade, as radiações ionizantes e não ionizantes e a temperatura extrema (frio ou calor). Os exemplos desta categoria de risco na indústria galvânica são: o ruído nas atividades realizadas nas centrífugas, no tamboreamento, no polimento e na limpeza de peças com ultra-som e a alta temperatura associada à umidade elevada.

Riscos Químicos

Nesta categoria, são classificados os agentes que interagem com tecidos humanos, provocando alterações na sua estrutura e que podem penetrar no organismo pelo contato com a pele, por ingestão e pela via respiratória na forma de poeira, fumo, névoa, neblina, gases e vapores. Na indústria galvânica, são exemplos de agentes de risco químico as substâncias manipuladas, como os sais metálicos e cianetos, os ácidos, bases e solventes orgânicos, os vapores de solventes orgânicos, as névoas ácidas e alcalinas geradas nos banhos e as poeiras metálicas geradas em operações mecânicas. Os fatores que determinam o risco são a forma de manipulação dos produtos químicos, a dispersão dos agentes no ambiente de trabalho e o nível de proteção dos trabalhadores.

Riscos Biológicos

Os agentes classificados nesta categoria são as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros. A exposição se dá pelas vias cutânea, digestiva e respiratória e podem causar infecções diversas. As medidas preventivas incluem controle médico, equipamentos de proteção coletiva e individual, higiene no local de trabalho, hábitos de asseio pessoal e vacinação.

Não há identificação específica de risco biológico para a indústria galvânica. O controle deve ser focado nos vetores (ratos, baratas e outros) e nos serviços de apoio: ambulatorial, de manutenção e de limpeza.

Riscos Ergonômicos

Referem-se à adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores e se relacionam diretamente à organização do trabalho, ao ambiente laboral e ao trabalhador. Os fatores organizacionais são os relacionados ao ritmo da produção, processo de trabalho, trabalho em turnos, ausência de pausas e duração excessiva da jornada diária de trabalho.

Os fatores ambientais envolvem as características espaciais e dinâmicas da tarefa e dos agentes ambientais do local de trabalho como, por exemplo: as condições de piso e vias de circulação, iluminação, temperaturas, vibrações, ruído e poeiras. Os fatores relacionados ao trabalhador envolvem três aspectos: pessoais, psicossociais e biomecânicos.

De acordo com Monteiro (2003), com relação aos riscos ergonômicos relacionados a este ramo de atividade, temos vários tipos como, por exemplo, posturas inadequadas (flexão de coluna para inserir e retirar as ganchetas dos banhos, elevação dos braços acima da altura dos ombros, entre outras), esforço excessivo no transporte manual de cargas (ganchetas), trabalho contínuo em pé, repetitividade, inadequação dos mobiliários e iluminação inadequada.

Riscos de Acidentes

Nesta categoria, são classificados os agentes decorrentes de situações adversas nos ambientes e nos processos de trabalho que envolvem, principalmente, os aspectos construtivos das edificações, tipo de arranjo físico e a utilização de máquinas que devem obedecer às instruções fornecidas pelo fabricante e/ou estar de acordo com as normas técnicas oficiais vigentes no país.

Na indústria galvânica, esses agentes podem ser representados por:

- pisos escorregadios e com saliências ou desníveis;
- reações químicas violentas causadas por mistura não controlada de produtos;
- proteção inadequada ou inexistente no contato com a transmissão de força (polias, correias, conexões de eixos, engrenagens);
- partículas arremessadas, em particular na operação de polimento;
- transportes de materiais e equipamentos sem as devidas precauções;
- armazenagem e manuseio inadequado de produtos químicos;
- falta de sinalização de saídas de emergência;
- falta de treinamento e conscientização quanto aos riscos dos locais de trabalho;
- fogo e explosão devido a presença de solventes inflamáveis, poeiras metálicas e hidrogênio liberado no processo.

2.17.4 VESTIMENTA E EPI DOS TRABALHADORES

Deve-se fornecer aos trabalhadores vestimenta de trabalho adequada e adotar procedimentos para higienização, limpeza e reposição, impedindo assim a contaminação de seus familiares e de terceiros. Enquanto medidas administrativas, de engenharia e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) não forem implantadas ou quando estes não forem suficientes para controlar os riscos ocupacionais, os trabalhadores deverão utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPI), seguindo as recomendações dos fabricantes e as constantes na NR-6, conforme ilustrado na figura 27 (SESI, 2007).



Figura 27 – Utilização de equipamentos de proteção individual
Fonte: SESI, 2007

2.17.5 ILUMINAÇÃO NA INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA

De um modo geral, as indústrias de galvanoplastia estão instaladas em galpões com pé direito superior a três metros, conforme legislação, com cobertura de fibrocimento, telha cerâmica ou laje, com algumas telhas translúcidas e com piso de concreto desgastado em função da umidade, do arraste de baldes e caixas, pela utilização de carrinhos com rodas desgastadas e pela falta de manutenção. A maioria possui estrados de madeira e/ou de plástico. A iluminação natural é complementada por lâmpadas fluorescentes, incandescentes, mistas e de vapor de sódio, mas em algumas indústrias, paredes escuras e com sujeira dão sensação de pouca iluminação ao ambiente. No geral, as dimensões das áreas de circulação são adequadas, porém, há obstrução por carrinhos, baldes e outros materiais, tornando os ambientes desorganizados (SESI, 2007).

A iluminação adequada em uma indústria de galvanoplastia é fundamental não somente para atender as exigências da tarefa a ser realizada, mas também para evitar danos à saúde, como a fadiga visual, e para minimizar os riscos de acidentes.

Segundo a Fundacentro (2013), a iluminação dos locais de trabalho deve ser suficiente para prevenir acidentes, atendendo o disposto na NR-17.

Deve-se limpar periodicamente as vidraças, telhas translúcidas e luminárias, substituir lâmpadas queimadas e, se necessário, implantar iluminação suplementar por posto de trabalho. Sugere-se pintar as paredes com cor clara, conforme ilustrado

na figura 28.



Figura 28 – Iluminação do ambiente
Fonte: SESI, 2007

2.18 NORMAS

Existem diversos órgãos nacionais e internacionais que ditam regras e padrões a serem utilizados em projetos de iluminação.

Na área internacional, a principal organização para o estudo da iluminação é a Comissão Internacional de Iluminação (CIE – *Commission International de l'Eclairage*). É uma entidade internacional independente, sem fins lucrativos, sediada em Viena (Áustria), fundada em 1913. Vem se dedicando ao intercâmbio de informações sobre todos os assuntos pertinentes à ciência e a arte da iluminação e da luz. É aceita como a autoridade máxima na área da iluminação, sendo atualmente reconhecida pela Organização Internacional para Padronização (ISO - International Organization for Standardization) e pela Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC - International Electrotechnical Commission), como uma organização internacional de caráter normativo.

As recomendações de aplicação da iluminação em diversos países têm origem na CIE. A divisão CIE do Brasil é representada pelo INMETRO – Diretoria de Metrologia Científica e Industrial (DIMCI) e Divisão de Metrologia Óptica (DIOPT).

A CIE também tem acordos de cooperação técnica com outras três entidades internacionais: Organização Internacional para Padronização (ISO - International Organization for Standardization), pela Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC - International Electrotechnical Commission) e Comitê Europeu de Regulamentação (CEN – European Committee for Standardization).

Cada país também possui a sua própria sociedade para recomendações e regulamentações. Por exemplo, nos Estados Unidos é a IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) e na Inglaterra é a BIES (British Illuminating Engineering Society). No Brasil existem duas associações que atuam como representantes na área da iluminação: a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, que é responsável pela edição das normas regulamentadoras brasileiras e representante brasileira na ISO; e a ABILUX – Associação Brasileira das Indústrias de iluminação, que reúne os fabricantes de materiais e produtos para iluminação.

A ABILUX é apenas uma associação que, entre outras atividades, facilita e participa da geração de normas técnicas que depois serão publicadas pela ABNT e recomendações de aplicação que provavelmente serão publicadas em convênio com a CIE – Brasil (JAGLBAUER, 2007).

2.18.1 REGULAMENTAÇÃO NO BRASIL

No Brasil existem três normas da ABNT que tratam de assuntos referentes à iluminação:

- NBR 5413:1992 – Iluminância de 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. Por exemplo, para atividades de galvanoplastia e operações similares, os níveis de iluminância adequados para esta norma são (ver

tabela 4): Item 5.3.25 Galvanoplastia e operações similares: iluminância média de 150 lux para banho e 200 lux para polimento.

Tabela 4 – Iluminância mínima, média e máxima para atividades de galvanoplastia

5.3.25	Galvanoplastia e operações similares	mínimo	médio	máximo
	Banho	100	150	200
	Polimento	150	200	300

Fonte: Adaptado de (ABNT NBR 5413:1992)

- NBR 5461:1991 – Iluminação – esta norma define temas relacionados com os assuntos a seguir, e suas aplicações: radiações; visão; colorimetria; emissão; medições radiométricas, fotométricas e colorimétricas; efeitos actínicos da radiação óptica; fontes de luz; componentes de lâmpadas e dispositivos auxiliares; luminotécnica; luminárias e seus componentes; sinalização visual. É uma norma que visa somente esclarecer a terminologia utilizada nas normas subsequentes.
- NBR 5382:1985 – Verificação de Iluminância de Interiores – Esta 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. Conforme visto anteriormente, a avaliação da iluminação deve ser feita através de medições de iluminância, expressa em lux, com o luxímetro. São escolhidos os pontos, preferencialmente na superfície de trabalho onde é executada a tarefa. Os valores são lidos no luxímetro e comparados com os valores estabelecidos na norma ABNT NBR 5413 (1992).

2.18.2 MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO

O Ministério do Trabalho e Emprego aborda os assuntos referentes à saúde e segurança no trabalho de acordo com a Lei 5.452, de 1 de maio de 1943, que

aprova a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e com a portaria 3.214, de 8 de junho de 1978, que aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Ainda, o artigo 200 da CLT, com redação determinada pela Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que estabelece outras medidas especiais de proteção, dá sustentação para que o Ministério do Trabalho aprove tais NR's.

Quanto à CLT, no capítulo V, da Segurança e da Medicina do Trabalho, seção VII, da Iluminação, está determinado que:

Art. 175 - Em todos os locais de trabalho deverá haver iluminação adequada, natural ou artificial, apropriada à natureza da atividade.

§ 1º - A iluminação deverá ser uniformemente distribuída, geral e difusa, a fim de evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

§ 2º - O Ministério do Trabalho estabelecerá os níveis mínimos de iluminamento a serem observados. (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2013, p. 4).

O Ministério do Trabalho e Previdência Social, atual MTE, publicou a Portaria MTPS nº 3.751, de 23 de novembro de 1990, que originou a redação da Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia, que visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

Esta norma determina que os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidos na ABNT NBR 5413 (1992).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta monografia, foram utilizados conceitos básicos e as normas vigentes, que são usadas para medição dos níveis de iluminância em uma atividade industrial. Atendendo, assim, o que preconiza a NR 17 do Ministério do Trabalho, seguindo a metodologia de medição da ABNT NBR 5413 (1992).

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica sobre assuntos relacionados à iluminação. Foram utilizadas a norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, Normas Brasileiras da ABNT e legislação brasileira.

Foram realizadas entrevistas, por meio de questionário, representado pela figura 29, com os ocupantes dos postos de trabalho onde foram feitas as medições, para conhecer suas condições físicas e opiniões sobre a iluminação do local para desenvolver a atividade. Portanto, as questões foram referentes à idade, atividade desenvolvida, iluminação local, adequação, entre outros.

Foram analisados os níveis de iluminância nos postos de trabalho dos setores de enganchamento e desenganchamento de peças da indústria. As medições dos níveis de iluminâncias foram realizadas no dia 05 de setembro de 2012. Como a empresa trabalha em dois turnos, as análises foram efetuadas durante o dia e durante a noite. A primeira medição foi realizada no primeiro turno, em um dia ensolarado, às 10:30h da manhã, portanto, com iluminação natural intensa. A segunda medição foi realizada às 20:00h, no segundo turno, quando o sol já havia se posto e não havia mais iluminação natural.

As análises e metodologia de trabalho foram realizadas de acordo com a legislação existente nesta área.

SEGURANÇA DO TRABALHO	
Nome do funcionário:	
Setor:	
Turno:	
Data:	
Informações	Respostas
Idade:	
Condição física:	
Atividade desenvolvida:	
Condição de trabalho:	
Condição da iluminação:	
Velocidade e precisão da atividade:	
Dificuldade da atividade:	
Observações	

Figura 29 – Questionário utilizado nas entrevistas
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O presente estudo foi realizado em uma indústria de galvanoplastia de estrutura familiar, fundada em 1973, e sediada em Campinas, interior do Estado de São Paulo, voltada ao desenvolvimento de peças de plástico ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno).

Analizou-se os setores de enganchamento e desenganchamento de peças da linha de produção. As figuras 30 e 31 apresentam, respectivamente, os setores mencionados acima. As fotos foram tiradas no período da noite, com uso de câmera digital semi-profissional, para que se pudesse ter uma noção de como apresentava-se a iluminação durante o período noturno.



Figura 30 – Setor de enganchamento de peças
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

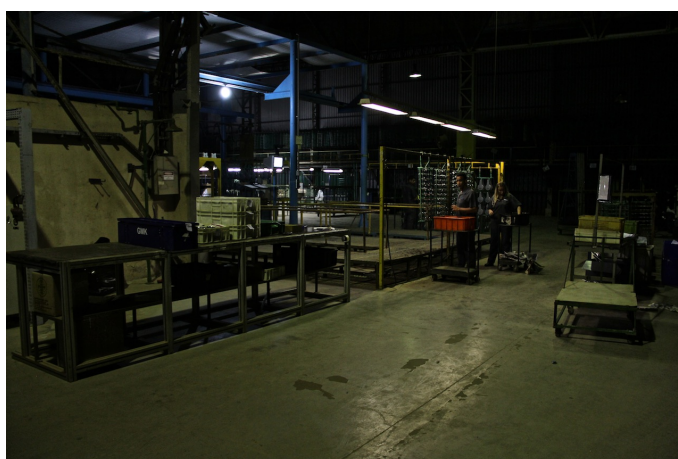


Figura 31 – Setor de desenganchamento de peças
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO

A iluminação do ambiente é feita através de lâmpadas fluorescentes tubulares longas. No setor de enganchamento há ao total 8 luminárias, algumas com capacidade para quatro lâmpadas e outras com capacidade para 2 lâmpadas. Porém, nem todas as lâmpadas estavam funcionando, pois estavam queimadas. Havia também luminárias que não continham todas as lâmpadas. As figuras 32 e 33 mostram estas situações.

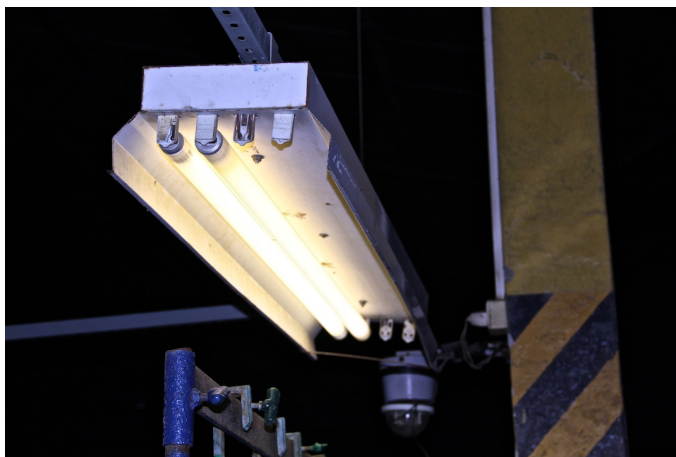


Figura 32 – Luminária faltando lâmpadas
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)



Figura 33 – Luminária com lâmpadas queimadas
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

No setor de desenganchamento existem ao total 4 luminárias, apenas para o ponto 3, com capacidade de 2 lâmpadas cada uma. Porém, nem todas as lâmpadas estavam funcionando, pois estavam queimadas. Havia também luminárias que não continham todas as lâmpadas, conforme mostra a figura 34. Ainda neste setor, há uma lâmpada do tipo “chapéu chinês”, também no ponto 3, acima das luminárias de lâmpadas fluorescentes, e uma lâmpada fluorescente compacta na saída do banho, localizada no ponto 6.



Figura 34 – Luminárias faltando lâmpadas e com lâmpadas queimadas
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

Os ambientes analisados continham uma atmosfera extremamente agressiva e corrosiva, portanto as luminárias apresentaram problemas de corrosão. As luminárias deveriam ser protegidas contra corrosão, enclausuradas, evitando o desgaste precipitado das lâmpadas, reatores e contatos elétricos. Gastos desnecessários com manutenção poderiam ser evitados se as luminárias corretas fossem utilizadas. As figuras 35 e 36 mostram as luminárias com corrosão, devido ao ambiente agressivo.



Figura 35 – Luminária com corrosão e lâmpada queimada
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)



Figura 36 – Luminária com corrosão
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

3.3 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO

A medição dos níveis de iluminância foi feita com o luxímetro D-300, que é um instrumento digital portátil, conforme mostra a figura 37.



Figura 37 – Luxímetro digital modelo LD 300
Fonte: SMS ENGENHARIA, 2013

As medições foram realizadas no plano onde a tarefa é executada. O sensor foi posicionado sobre a superfície cujos níveis de iluminação foram medidos. Procurou-se evitar que se formassem sombras sobre a fotocélula, mas as pessoas encontravam-se em seus postos de trabalho. A fotocélula foi exposta à luz aproximadamente cinco minutos antes da primeira leitura, evitando sua exposição a fontes luminosas muito intensas, como por exemplo, raios solares.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo a ABNT NBR 5413 (1992) e conforme verificado, anteriormente, na tabela 4, o nível de iluminância médio para galvanoplastia e operações similares é 150 lux para banho e 200 lux para polimento.

Esta norma diz que das três iluminâncias citadas na tabela 4, deve-se considerar o valor do meio para todos os casos. No entanto, segundo a referida norma, para determinação da iluminância específica é recomendável considerar os três fatores citados anteriormente na tabela 3, como idade, velocidade e precisão e refletância do fundo da tarefa.

No local avaliado encontravam-se pessoas que ocupam a faixa etária entre 40 a 55 anos, portanto peso 0. Com relação à velocidade e precisão, foi classificado como importante, devido à atividade desenvolvida exigir atenção e certa agilidade, portanto peso 0. Com relação a refletância do fundo da tarefa, segundo a tabela 5, sendo a superfície da área de trabalho escura, a refletância é de 10%, portanto peso +1.

Tabela 5 – Refletância

Superfície	Refletância
Muito Clara	70%
Clara	50%
Média	30%
Escura	10%
Preta	0%

Fonte: RODRIGUES, 2002

Somando-se, algebricamente, os valores encontrados acima, obteve-se o valor +1, portanto adota-se o valor do meio da tabela 4, sendo 150 lux para banho e 200 para polimento.

A tabela 6 mostra os resultados das medições efetuadas. Os pontos onde foram realizadas as medições podem ser vistos na figura 38.

Tabela 6 – Medições efetuadas

Setor	Ponto	Descrição do Local	Valor Obtido Dia (lux)	Valor Obtido Noite (lux)	NBR 5413 (lux)
DESENGANCHAMENTO	1	Saída de Peça - bancada 1	300,0	22,4	200
	2	Saída de Peça - bancada 2	460,0	34,5	200
	3	Desenganchamento	380,0	55,3	200
	4	Barramento 1	290,0	7,5	200
	5	Barramento 2	500,0	15,6	200
	6	Banho	72,0	8,6	150
ENGANCHAMENTO	1	Mesa 1	180,0	48,0	200
	2	Mesa 2	224,0	190,0	200
	3	Mesa 3	76,2	49,3	200
	4	Mesa 4	115,5	133,2	200
	5	Mesa 5	179,5	272,0	200
	6	Mesa 6	130,5	68,2	200
	7	Mesa 7	103,0	98,6	200
	8	Mesa 8	69,1	188,0	200

Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

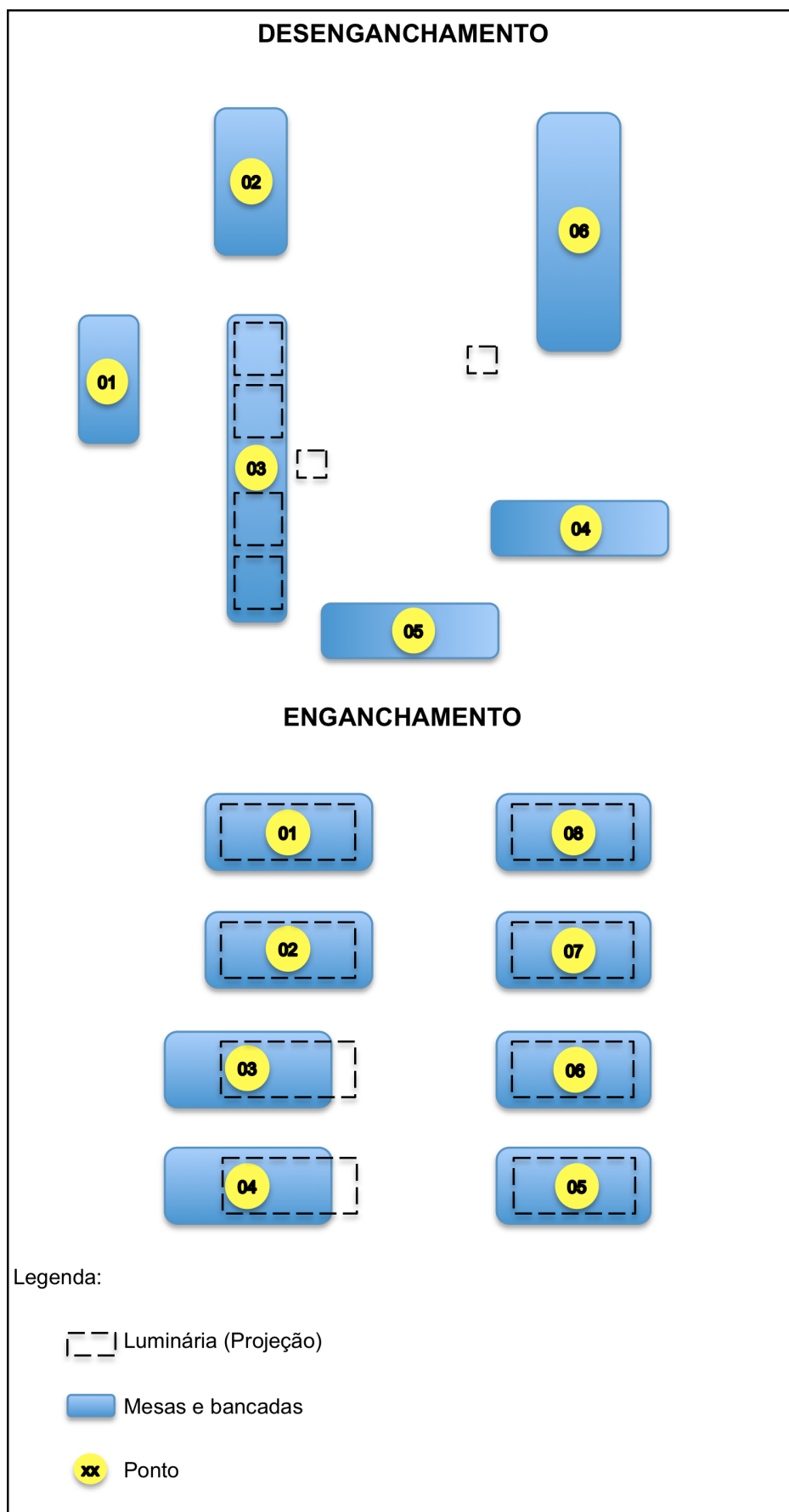


Figura 38 – Layout da disposição das mesas, bancadas e luminárias analisadas
 Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

Conforme comentado anteriormente, as medições foram realizadas nos dois turnos de trabalho da empresa. Portanto, a primeira medição foi efetuada durante o dia e a segunda foi efetuada durante a noite. Nas figuras 39 e 40 pode-se observar quais pontos de iluminação estão conformes com a norma e quais pontos não estão conformes, durante o dia e noite, respectivamente.

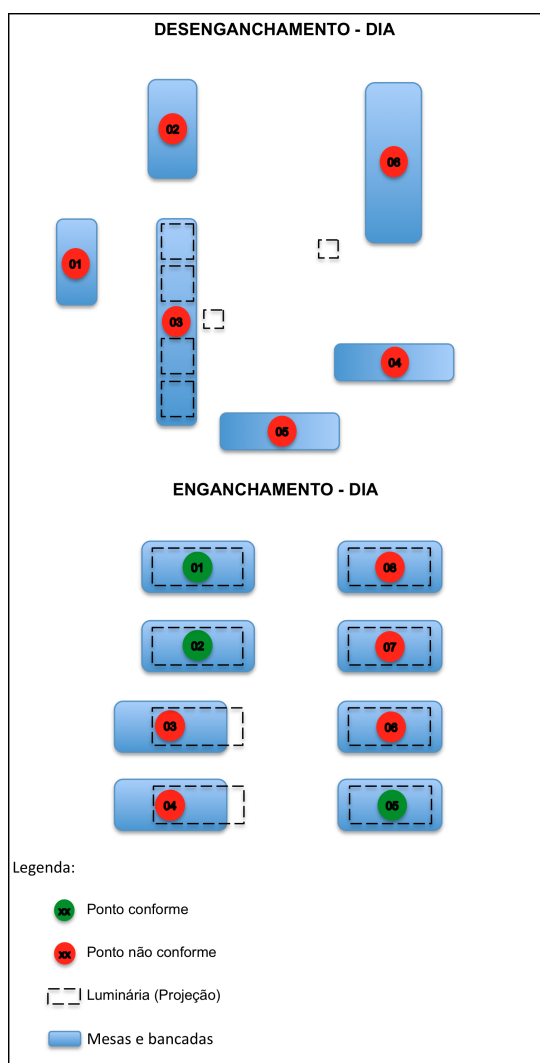


Figura 39 – Pontos avaliados durante o dia
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

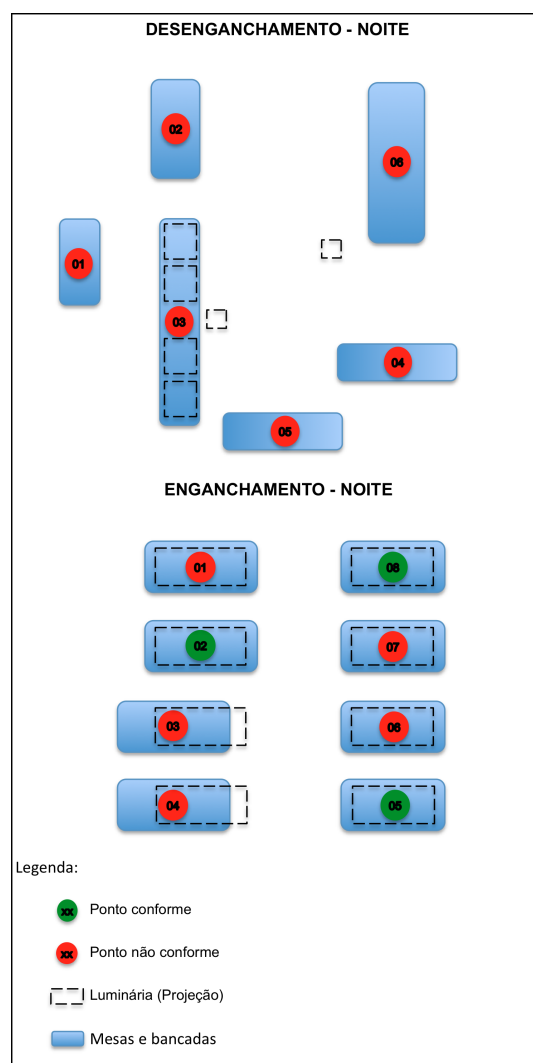


Figura 40 – Pontos avaliados durante a noite
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

Ao analisarem-se as figuras acima, verifica-se que, das medições realizadas durante o dia, no setor de desenganchamento, os pontos 1, 2, 3, 4 e 5 estão acima do valor de 200 lux.

A quantidade de luz natural existente neste setor durante o dia, foi suficiente para realizar as atividades de acordo com a recomendação da norma. Portanto, a utilização da iluminação artificial torna-se desnecessária nos cinco primeiros pontos.

Portanto, não seria necessário sugerir mais aberturas laterais para entrada de luz.

Porém no ponto 6, o valor de iluminância está abaixo do recomendado pela norma, portanto, sugere-se o aumento da potência da lâmpada ou aumento na quantidade de luminárias deste local.

No setor de enganchamento, durante o dia, apenas os pontos 1, 2 e 5 estão de acordo com a norma. Já os pontos 3, 4, 6, 7 e 8 estão abaixo do valor recomendado.

Observa-se que nos pontos 3 e 4 a disposição das mesas encontra-se desalinhada com as luminárias. Para que haja um maior aproveitamento das luminárias, as mesas deveriam estar alinhadas com as mesmas. Observa-se também que muitas luminárias apresentam-se com lâmpadas queimadas e com ausência de lâmpadas, portanto verifica-se ser necessária uma manutenção nessas luminárias e a troca das lâmpadas queimadas.

Ao analisar-se as figuras acima, para o turno da noite, verifica-se que, no setor de desenganchamento, os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 estão com valores muito abaixo do recomendado pela norma. Verifica-se a existência de poucas luminárias neste setor e as luminárias existentes apresentam-se com falta de manutenção, pois existem várias lâmpadas queimadas e ausência de lâmpadas.

No setor de enganchamento, neste mesmo período, apenas os pontos 2, 5 e 8 estão de acordo com a norma, caracterizando que as lâmpadas existentes são suficientes para uma iluminação adequada. Já os pontos 1, 3, 4, 6 e 7 estão com valores muito abaixo do recomendado pela norma. Conforme mencionado anteriormente, verifica-se que a disposição das mesas encontra-se desalinhada com as luminárias, como pode ser observado nos pontos 3 e 4, fazendo com que as mesmas não sejam aproveitadas em sua totalidade. Verifica-se também que muitas luminárias apresentam-se com lâmpadas queimadas e com ausência de lâmpadas.

Recomenda-se realizar uma manutenção corretiva nas luminárias existentes nos dois setores, trocando as lâmpadas queimadas e aumentando a quantidade de lâmpadas, pois em muitas luminárias observou-se a ausência destas, proporcionando um ambiente inadequado para a realização das atividades.

Recomenda-se realizar uma manutenção preventiva nas luminárias e uma maior frequência de limpeza das lâmpadas, pois verificou-se uma grande quantidade de poeira, podendo prejudicar os níveis de iluminância e a eficiência energética. A manutenção preventiva é muito importante para identificar falhas e evitar riscos

desnecessários, impedindo acidentes e mantendo os equipamentos e as pessoas em segurança. Acarreta ainda na possibilidade de acúmulo de pó dentro das luminárias que, no caso de materiais combustíveis, pode ser o inicializador de fogo e até de explosões.

As figuras 41 e 42 mostram, em forma de gráfico, a variação de iluminância entre os pontos coletados no setor de desenganchamento e setor de enganchamento. Os níveis de iluminâncias nos Setores de Enganchamento e Desenganchamento de peças foram medidos e comparados com os valores estabelecidos pela legislação brasileira. Portanto, verificou-se que a maioria dos pontos analisados estava em desacordo com a norma NBR 5413.

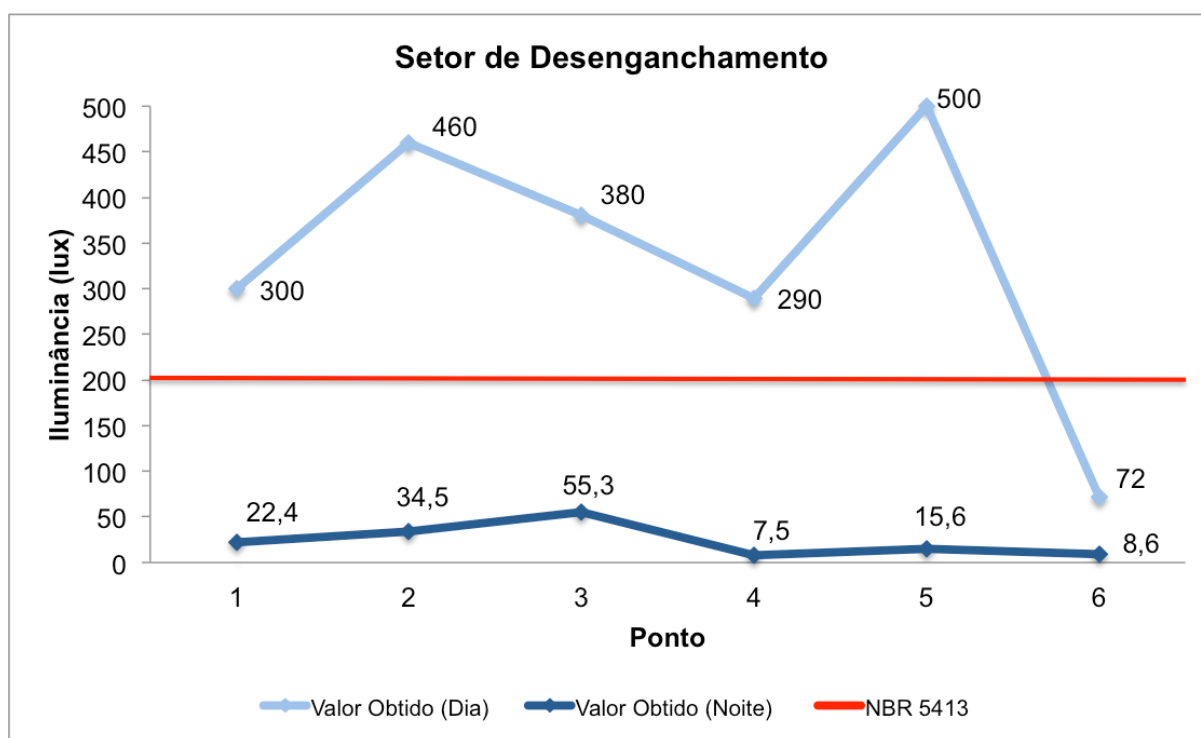


Figura 41 – Gráfico da variação de iluminância no setor de desenganchamento
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

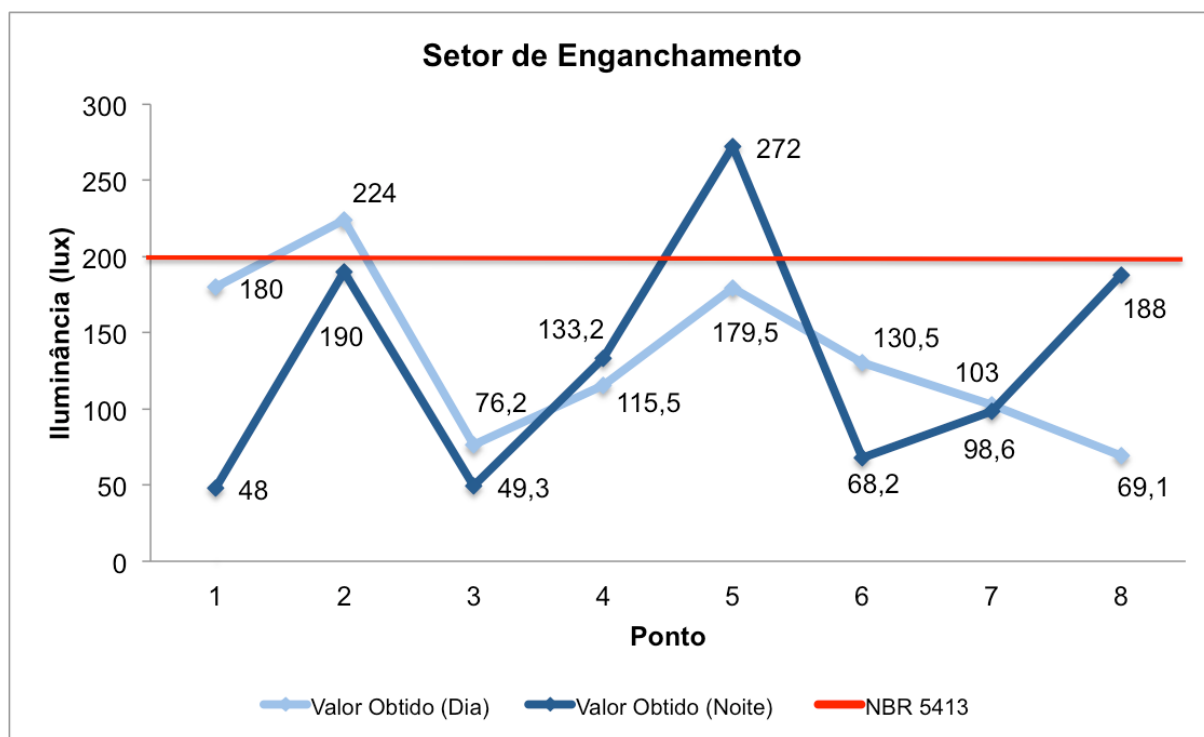


Figura 42 – Gráfico da variação de iluminância no setor de enganchamento
Fonte: Arquivo Pessoal (2012)

5. CONCLUSÃO

Esta monografia procurou apresentar a influência que a iluminação exerce sobre a saúde e segurança das pessoas nas indústrias. Verificou-se na literatura pesquisada que uma iluminação adequada, além de ser um fator importante na prevenção de acidentes, pode evitar problemas de saúde. Após as medições efetuadas, ficou caracterizada discrepância em relação à norma, e por este motivo foram sugeridas recomendações gerais para se obter a adequação das condições de iluminação para as atividades desenvolvidas nesses locais.

A atualização dos sistemas de iluminação já instalados poderá implicar em: um baixo investimento para as indústrias, se comparado ao custo total de construção dos edifícios ou construção de um novo sistema de iluminação; à diminuição de faltas dos funcionários por motivo de saúde, tanto físicos como psicológicos; diminuição de acidentes e segurança do patrimônio físico da empresa.

Apesar dos investimentos referentes à iluminação serem relativamente baixos, mesmo assim ela é frequentemente deixada para segundo plano, principalmente no que tange à manutenção e atualizações periódicas.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009. 240 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. **Levantamento do estágio tecnológico do setor de iluminação**. São Paulo: Centro São Paulo Design – CSPD, 2005. 87 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. **Iluminação pública eficiente torna cidades brasileiras mais sustentáveis**. Portal Fator Brasil, 13 nov. 2012. Disponível em:
<<http://www.abilux.com.br/portal/noticiasInt.aspx?id=76>>. Acesso em: 05 fev. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma 5382**: Verificação de iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1985. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma 5413**: Iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 1992. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma 5461**: Iluminação. Rio de Janeiro, 1991. 68 p.

BRASIL. Consolidação das Leis do Trabalho. Decreto-lei n. 5452, de 1 de maio de 1943. Aprova a consolidação das leis do trabalho. **Lex**: coletânea de legislação. Edição Federal, São Paulo, v. 7, 1943.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria n. 3214, de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 1978.

BRASIL. Consolidação das Leis do Trabalho. Lei n. 6514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o capítulo V do título II da Consolidação das Leis do Trabalho. **Lex**:

coletânea de legislação. Edição Federal, São Paulo, 1977.

BREVIOLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene ocupacional: agentes biológicos, físicos e químicos**. São Paulo: Editora Senac, 2010. 448 p.

BUORO, A. B. **Conforto térmico e eficiência energética em hotéis econômicos**. 2008. 198 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CASA DAS CONSTRUÇÕES. **Fluxo luminoso**. Disponível em: <<http://casadasconstrucoes.com/?p=1690>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

CENTER. **Lightmeter 337**. Disponível em: <http://www.centertek.com/products_con.aspx?cid=C_00000018&cpid=C_00000004&pid=P_00000047&pn=proEV>. Acesso em: 13 fev. 2013.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CREDER, H. **Manual do instalador eletricista**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

CHRISPARRA. **A luz na fotografia: absorção, reflexão e transmissão da luz**. Disponível em: <<http://www.chrisparra.com/archives/14>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONFORTO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2006. **Manual de como usar o luxímetro**. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0213/022_Ceace_2006_como_Usar_o_Luximetro.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2013

DONOSO, J. P. **Iluminação**. Instituto de Física de Carlos. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br/~donoso/fisica_arquitetura/15_iluminacao.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2013.

EBAH. **Iluminação artificial: Iluminância**. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAARNgAA/iluminacao-artificial>>. Acesso em:
15 fev. 2013

ESTON, S. M. **Iluminação de minas subterrâneas: uma análise da situação brasileira**. 1 v. 1992. 214p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FRANZINI, D. C. **Análise dos níveis de iluminância da área técnica de um escritório de consultoria ambiental**. 52 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FUNDACENTRO. **Convenção coletiva de melhoria das condições de trabalho em prensas e equipamentos similares, injetoras de plástico e tratamento galvânico de superfícies nas indústrias metalúrgicas no estado de são paulo**. Disponível em:
<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/galvanicas_2003.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2013.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **Lighting handbook**. 9th ed. New York: The Society, 2000.

INMETRO. **Comissão Internacional de Energia**. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/ciebrasil/origem.asp>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

INSTRUTHERM. **Luxímetro Modelo LD-300**. Disponível em:
<http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/product.asp?template_id=73&old_template_id=60&partner_id=&tu=b2c&dept_id=290&pf_id=06049&nome=Luximetro+Digital+Port%E1til&dept_name=Lux%EDmetro>. Acesso em: 25 fev. 2013

JAGLBAUER, V. **Contribuição à melhora das condições ambientais de trabalho através do aprimoramento da iluminação em galpões e pátios cobertos na indústria mineral**. 2007. 188 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

JIMÉNEZ, C. **Luz, lâmparas y luminarias**. Perú: Grupo Editorial Ceac, 1997.

JIMÉNEZ, C. **Museos y exposiciones**. Perú: Grupo Editorial Ceac, 1999.

LIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Blucher, 2005. 465 p.

METEORÓPOLE. **Espectro eletromagnético visível**. Disponível em: <meteoropole.com.br> Acesso em: 06 jun. 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora n. 17**. 2ed. Brasília: MTE, SIT, 2002. 101 p. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_manual_nr17.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora n. 17**. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf>, Acesso em: 13 fev. 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Pontos de verificação ergonômica**. 1ed. São Paulo: Fundacentro, 2001. 327 p. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO//PontosdeVerificacaoErgonomica.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

MONTEIRO, J. L. **Intervenção ergonômica em uma indústria galvânica de São Paulo**. Disponível em: <<http://prosst1.sesi.org.br/portal/data/files/8A9015471672A9610116920B04CB28AC/Interven%E7%E3o%20ergon%F4mica%20em%20uma%20ind%FAstria%20galv%E2nica%20de%20S%E3o%20Paulo..pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2013.

MUNDILUX. **Lâmpada fluorescente**. Disponível em: <<http://mundilux.com/index.php?p=fabr&id=2>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

NERY, N. **Instalações Elétricas**: Princípios e Aplicações. São Paulo: Érica, 2012.

OSRAM. **Manual do curso: Iluminação conceitos e projetos.** Disponível em: <[http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas %26 Catlogos/ pdf/Arquivos/Iluminao Geral/Manual do Curso Iluminacao%2c Conceitos e Projetos/AF apostila conceitos_e_projetos_SITE.pdf](http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_%26_Catlogos/_pdf/Arquivos/Iluminao_Geral/Manual_do_Curso_Iluminacao%2c_Conceitos_e_Projetos/AF_apostila_conceitos_e_projetos_SITE.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2013.

PHILIPS. **Lâmpadas.** Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/connect/support/faq_lampadas.wpd>. Acesso em: 10 fev. 2013.

PHILIPS. **Guia de iluminação.** São Paulo, Abril 2005. 62 p. Disponível em: <http://www.prof2000.pt/users/lpa/Guia_Iluminacao_2005_Philips.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2013.

PROF2000. **Iluminação e ambiente cromático: fluxo luminoso.** Disponível em: <<http://www.prof2000.pt/users/eta/iluminacao.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

PROGRAMA EDUCAR. **Espectro eletromagnético.** Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/optica/luz.htm>>. Acesso em: 06 jun. 2013.

PURR. **Spotlight.** Disponível em: <http://www.purrrwv.org/html/spotlight_on_.html>. Acesso em: 06 jun. 2013

RODRIGUES, P. **Manual de iluminação eficiente** – ELETROBRAS, PROCEL. 1ª.ed. Julho, 2002.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. São Paulo: Atlas, n. 71, 2013. 980 p.

SESI. **Manual de segurança e saúde no trabalho:** Indústria Galvânica. São Paulo: SESI, 2007.

SILVA, M.L. **Iluminação:** simplificando o projeto. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

SMS ENGENHARIA. **Luxímetro digital LD-300.** Disponível em:

<<http://www.smsengenharia.com.br/index.php?file=servicos>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

VIEIRA, C. C. **Conforto térmico e iluminação natural no edifício administrativo da escola de engenharia de São Carlos / USP – O BLOCO E1**. 2008. 187 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

GLOSSÁRIO

As definições a seguir relacionadas foram extraídas da norma da ABNT (NBR 5461:1991).

Absorção – Conversão de energia radiante em outra forma de energia, por interação com a matéria.

Acuidade visual – Em sentido qualitativo, é a capacidade de ver distintamente finos detalhes que têm uma separação angular muito pequena.

Em sentido quantitativo, é uma qualquer dentre as várias medidas de distribuição espacial, tal como o inverso do valor da separação angular (em minutos de arco) de dois elementos vizinhos (pontos, linhas ou outros estímulos especificados), para o qual o observador pode apenas perceber que esses elementos estão separados.

Iluminação – Aplicação de luz a uma cena e/ou a objetos, e suas circunvizinhanças, para que possam ser vistos de maneira adequada.

Iluminação geral – Iluminação de um ambiente sem provisão para requisitos particulares em determinados locais.

Iluminação local – Iluminação destinada a uma tarefa visual específica, adicional e controlada separadamente da iluminação geral.

Iluminação localizada - Iluminação destinada a assegurar uma maior iluminância em certos locais específicos, por exemplo, aquele em que se realiza determinado trabalho.

Lâmpada – Fonte primária construída para emitir radiação óptica, em geral visível.

Lâmpada a descarga – Lâmpada na qual a luz é emitida, direta ou indiretamente, para descargas elétricas num gás, num vapor metálico ou numa mistura de diversos gases e vapores.

Lúmen – Unidade SI de fluxo luminoso: fluxo luminoso emitido por uma fonte puntiforme e invariável de 1 candela, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido de 1 esterradiano.

Luminária – Aparelho que distribui, filtra ou modifica a luz emitida por uma ou mais lâmpadas, e que contém, exclusive, as próprias lâmpadas, todas as partes necessárias para fixar e proteger as lâmpadas, e, quando necessário, os circuitos auxiliares e os meios de ligação ao circuito de alimentação.

Lux – Unidade SI de iluminância: iluminância de uma superfície plana de um metro quadrado de área, sobre a qual incide perpendicularmente um fluxo luminoso de um lúmen, uniformemente distribuído.

Luxímetro – Instrumento destinado a medir iluminância.

Ofuscamento – Condição de visão na qual há desconforto ou redução da capacidade de distinguir detalhes ou objetos, devidos a uma distribuição desfavorável das luminância, ou a contraste excessivo.

Radiação Eletromagnética – Emissão ou transporte de energia sob formas de ondas eletromagnéticas, com os fótons associados.

Reflexão – Retorno de uma radiação que incide numa superfície ou num meio, sem modificação de frequência dos componentes monocromáticos dessa radiação.

Visão – Apreciação de diferenças no mundo exterior, como resultado das impressões sensoriais produzidas pelas radiações visíveis recebidas pelos olhos.