

Davi Corrente Franzini

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA DA ÁREA TÉCNICA DE UM  
ESCRITÓRIO DE CONSULTORIA AMBIENTAL**

São Paulo

2012

Davi Corrente Franzini

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA DA ÁREA TÉCNICA DE UM  
ESCRITÓRIO DE CONSULTORIA AMBIENTAL**

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

2012

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Franzini, Davi Corrente**

**Análise dos níveis de iluminância da área técnica de um escritório de consultoria ambiental / D.C. Franzini. -- São Paulo, 2012.**

**52 p.**

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

**1.Ambiente de trabalho 2.Illuminação (Nível) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que guiou meus caminhos fazendo escolher os melhores.

À minha família, que mesmo longe sempre me apoiou no que fosse necessário.

Aos meus Pais Luis Carlos e Marisa pelo apoio em tudo o que conquistei na minha vida.

A minha amiga Márcia e meu amigo Claudio pela imprescindível colaboração neste estudo.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, que me apoiaram e proporcionaram momentos de paz e alegria.

A diretoria da empresa Cema Consultoria e Estudos Ambientais Ltda, que me disponibilizou tempo para realização das provas e aulas práticas do curso de Engenharia de Segurança.

A disposição dos colegas da turma de Engenharia de Segurança do Trabalho de 2010, que muito me ajudaram durante todo o curso, e aos próprios colegas, pelas inúmeras amizades que fiz, o que certamente foi um dos fatores mais importantes para a conclusão do curso e que levarei para o resto da vida.

E a toda equipe da Escola Politécnica da USP, IMAD, e Coordenação do Curso de Engenharia de Segurança, que sempre estiveram prontos a esclarecer minhas dúvidas.

“A leitura traz ao homem plenitude, o discurso segurança e a escrita exatidão”.  
(Francis Bacon)

## RESUMO

É notável que níveis de iluminação adequados para cada tipo de tarefa, além de preservar a saúde do trabalhador, produz resultados positivos em relação a segurança, com redução dos níveis de acidentes e aumento da produtividade. Assim a correta iluminação nos postos de trabalhos, é tratada como um fator de ergonomia sendo sua avaliação criterizada por normas técnicas específicas. A atual norma regulamentadora NR 17, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que trata sobre ergonomia, traz a necessidade de um ambiente laboral seguro e confortável para a saúde do trabalhador. No que concerne a iluminação, alvo deste estudo, pela referida norma regulamentadora, deve-se seguir o que preconiza a Norma Brasileira (NBR) 5413 de 1992, emitida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 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. Sendo assim, este estudo avalia os níveis de iluminação nos postos de trabalho de uma consultoria ambiental, através de aparelho denominado luxímetro. Assim, foi verificado através das medições realizadas em doze postos de trabalho e comparadas com a norma 5413:1992, que oito postos, dos doze avaliados, não atendem os níveis de iluminância recomendados pela norma. No entanto analisando a disposição do mobiliário, equipamentos, luminárias em relação aos postos de trabalho, concluiu-se que há interferência no fluxo luminoso das luminárias por armários e equipamentos, não sendo necessária a instalação de novas luminárias. Outro ponto que se concluiu, com as entrevistas e pesquisas bibliográficas realizadas, foi que no caso específico de postos de trabalho informatizados, os níveis de iluminância exigidos pela norma causam desconforto em seus ocupantes, inferindo-se a necessidade de uma revisão da norma 5413:1992 da ABNT.

Palavras-chave: Ergonomia. Iluminância. Segurança e Saúde Ocupacional. Produtividade. Luxímetro.

## ABSTRACT

It is notable that lighting levels appropriate for each type of task, and preserve the health of worker produces positive results in relation to safety, with reduced levels of accidents and increased productivity. Well the correct lighting in work stations, is treated as a factor of ergonomics and its evaluation by stipulated by technical standards. The current regulatory standard NR 17, the Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), which focuses on ergonomics, brings the need for a safe and comfortable working environment for worker's health. Regarding the lighting, the target of this study, by that regulatory norm, one must follow the calls for the Norma Brasileira (NBR) 5413:1992, emitted by Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). This standard establishes the minimum average illuminance values in service for artificial lighting indoors, where they perform activities of commerce, industry, education, sport and other. Thus, this study evaluates the levels of lighting at workstations in a consulting environmental through device called light meter. When was verified by measurements conducted in twelve workstations and compared with standard NBR 5413:1992, eight points of the twelve evaluated do not meet the illuminance levels recommended by the standard. But analyzing the layout of furniture, equipment, luminaires in relation to workstations, it was concluded that there is interference in the luminous flux of luminaires for cabinets and equipment, not requiring the installation of new luminaires. Another point, which i concluded with interviews and literature searches conducted, was that in the case of computerized workstations, the illuminance levels required by the standard cause discomfort to occupants inferring the necessity for a revision of the standard NBR 5413:1992 of ABNT.

Keywords: Ergonomics. Illuminance. Occupational Safety and Health. Productivity. Light meter.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Fenômenos Físicos da Luz.....	15
Figura 2 - Grandeza Luminosas.....	17
Figura 3 - Fluxo Luminoso.....	18
Figura 4 - Intensidade Luminosa.....	19
Figura 5 - Esquema de Eficiência Luminosa.....	19
Figura 6 - Iluminância.....	20
Figura 7 - Luminância.....	21
Figura 8 - Lâmpada Incandescente.....	24
Figura 9 - Lâmpada Halógena Cápsula.....	25
Figura 10 - Lâmpada fluorescente tubular.....	26
Figura 11 - Lâmpada fluorescente compacta.....	26
Figura 12 - Lâmpada de descarga de alta intensidade (H.I.D.) ML Mista.....	26
Figura 13 - Luxímetro digital Marca Center modelo 337.....	37
Figura 14 - LD-300 Luxímetro digital Marca Instrutherm.....	37
Figura 15 - Luxímetro Modelo LD-209.....	40
Figura 16 - Lay-out geral.....	43
Figura 17 - Variação das medições.....	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Eficiência luminosa de alguns tipos de lâmpadas.....	20
Tabela 2 - Iluminância por classe de tarefas visuais.....	30
Tabela 3 - Valores de Iluminância pra escritório.....	41
Tabela 4 - Tabela de refletância.....	42
Tabela 5 - Tabela de características da tarefa e observador.....	42

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	13
1.1 OBJETIVO.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	15
2.1 FENÔMENOS FÍSICOS RELACIONADOS À LUZ.....	15
2.2 CONCEITOS E GRANDEZAS FUNDAMENTAIS.....	16
2.2.1 Fluxo Luminoso.....	17
2.2.2 Depreciação do Fluxo Luminoso.....	18
2.2.3 Intensidade Luminosa.....	18
2.2.4 Eficiência Luminosa.....	19
2.2.5 Iluminância.....	20
2.2.6 Luminância.....	20
2.3 CORES E LÂMPADAS.....	21
2.3.1 Cores.....	22
2.3.2 Lâmpadas.....	23
2.3.3 Lâmpadas Incandescentes.....	24
2.3.4 Lâmpadas Halógenas.....	24
2.3.5 Lâmpadas de Descarga Elétrica.....	25
2.4 TIPOS DE ILUMINAÇÃO.....	27
2.4.1 Iluminação Natural.....	27
2.4.2 Iluminação Artificial.....	28
2.5 A ILUMINAÇÃO NOS POSTOS DE TRABALHO.....	29
2.5.1 Saúde Ocupacional.....	31
2.5.2 Segurança, Produtividade e Qualidade.....	32
2.6 LEGISLAÇÃO E NORMAS BRASILEIRAS.....	33

2.7 EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO.....	37
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
3.1 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS E LEVANTAMENTO DAS LEGISLAÇÕES.....	38
3.2 PESQUISAS REALIZADAS NA INTERNET.....	39
3.3 ENTREVISTAS.....	39
3.4 EQUIPAMENTOS.....	39
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
4.1 COMPARAÇÃO COM A NORMA NBR 5413/1992.....	41
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO.....	42
4.3 PONTOS DE MEDIÇÃO E VALORES MÉDIOS DE ILUMINÂNCIA.....	42
4.4 CONSIDERAÇÕES.....	44
4.5 COMENTÁRIOS RESULTANTES DAS ENTREVISTAS.....	45
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A palavra Ergonomia do grego *Ergon* = Trabalho e *Nomo* = lei, surgiu, segundo Malta (1999), da preocupação de adaptação do sistema homem-máquina, da otimização das relações entre os diversos componentes de um ambiente analisado. De acordo com Gonçalves (2000), a palavra ergonomia pode ser entendida, também, como a ciência que estuda a adaptação do trabalho ao homem no ambiente de trabalho.

Com relação à iluminação, a mesma passou a ser considerada como fator ergonômico com a Norma Regulamentadora (NR) 17 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), pela Portaria n. 3.751, de 23/11/1990. Até então, a deficiência da iluminação em ambientes laborais, era concebida como “atividade insalubre” de acordo com a NR-15 (Atividade e Operações Insalubres) pela Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. MTPS.<sup>1</sup>

Contudo, para uma avaliação dos níveis de iluminância no local de trabalho, além dos conhecimentos sobre as legislações e normas que regem o tema, devem ser abordadas as grandezas relacionadas com iluminação tais como: luminância, iluminância, propagação, reflexão, absorção e difusão da luz. Devem ser analisados ainda, os tipos de luminárias, assim como aparelhos e métodos utilizados nas medições. Para tanto, devem ser considerados alguns conhecimentos básicos sobre os conceitos de iluminação artificial, natural, indireta, direta, semi-indireta e semi-direta.

### 1.1 OBJETIVO

Esta monografia tem como objetivo avaliar o nível de iluminância em postos de trabalho e verificar se os mesmos atendem aos parâmetros estabelecidos na Norma

---

<sup>1</sup> Até então, o MTE era denominado Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS).

Brasileira (NBR) 5413:1992, emitida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Os níveis de iluminação deficientes ou inadequados num ambiente de trabalho podem ocasionar perdas de produção, afetar a saúde física do trabalhador através de posições forçadas, podendo culminar em uma doença profissional, além de poder ser a causa de acidentes dependendo dos riscos no ambiente. Assim, torna-se de extrema importância que se faça uma avaliação periódica no ambiente de trabalho a fim de verificar as condições de iluminação tais como: níveis de iluminação (muito alto ou muito baixo), cor da luz existente adequada ao tipo de trabalho, funcionamento deficiente da iluminação (lâmpadas que oscilam o fluxo luminoso, lâmpadas queimadas, refletores e janelas sujas), etc.

Neste contexto, esta pesquisa se desenvolve a partir da análise dos trabalhos desenvolvidos num escritório de consultoria ambiental, cujo fator iluminação é essencial, não somente para o bom desenvolvimento dos mesmos, como para garantir a integridade física de seus colaboradores. Esse tipo de empresa foi selecionado, pois realiza trabalhos que requisitam muito esforço visual de seus colaboradores no desenvolvimento de atividades como: elaboração de textos, análise de documentos, elaboração de mapas cartográficos e projetos.

No entanto, apesar da presente pesquisa ter como objeto de estudo um escritório de consultoria ambiental, ela pode ser aplicada para qualquer tipo de estabelecimento semelhante ou não, que faça uso de iluminação artificial, natural, ou mista para desenvolvimento de suas atividades. Pois, além da verificação dos níveis de iluminância em uma consultoria ambiental, foram abordados conceitos de iluminação e a forma como a mesma interage com a produtividade, saúde e segurança do colaborador.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 FENÔMENOS FÍSICOS RELACIONADOS À LUZ

Para se entender melhor o comportamento da luz e a maneira como a mesma chega até a visão e interage com o meio em que se propaga, é necessário conhecer alguns fenômenos tais como a reflexão, transmissão e absorção. Moreira (1999, 20 p.) exemplifica esses fenômenos de maneira simples:

“Quando se ilumina uma superfície de vidro, uma parte do fluxo luminoso que incide sobre a mesma se reflete, outra atravessa a superfície transmitindo-se ao outro lado, e uma terceira parte do fluxo luminoso é absorvida pela própria superfície transformando-se em calor”.

A figura a seguir mostra de maneira simplificada os três fenômenos através das setas e cores.

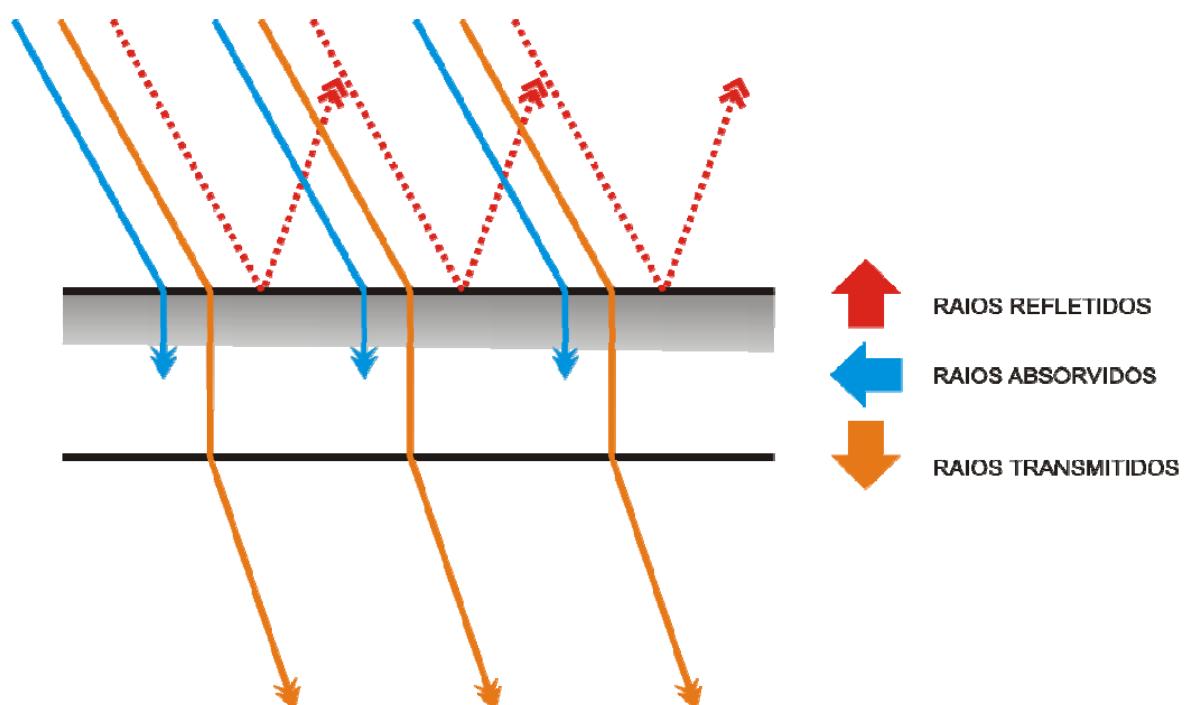


Figura 1 – Fenômenos Físicos da Luz

Pilotto Neto (1980) define reflexão como um fenômeno que consiste na mudança de direção de um raio luminoso ao incidir em determinada superfície de separação de dois meios homogêneos, sendo devolvido para o meio originário.

Um exemplo da importância da reflexão na iluminação pode ser dado pela cor da parede e teto. MTE (2001) recomenda a utilização de cores claras nas paredes e teto, quando forem necessários níveis mais altos de iluminação. Segundo a mesma bibliografia, as cores apresentam diferentes reflexos, sendo o branco a cor que tem o fator de reflexão mais elevado (da ordem de 90%), enquanto as cores escuras têm porcentagens muito menores.

Quanto à transmissão um exemplo típico é o vidro, e pode ser definida como a capacidade desses corpos translúcidos de deixar passar a luz. Já a absorção, segundo Pilotto Neto (1980), é o fenômeno que se dá quando uma parte do raio luminoso que incide sobre a superfície é absorvido. De acordo com pesquisas as cores escuras são as que detêm a maior porcentagem de luz.

## 2.2 CONCEITOS E GRANDEZAS FUNDAMENTAIS

Para um bom entendimento sobre os aspectos relacionados à iluminação é necessário conhecer alguns conceitos e grandezas, tais como: fluxo luminoso, depreciação do fluxo luminoso, Intensidade luminosa, eficiência luminosa, Iluminância e Luminância. Estes conceitos serão tratados nos itens subsequentes. A seguir, a figura 2 apresenta um esquema de iluminamento que inter-relaciona algumas destas grandezas que permitirá compreendê-las melhor.

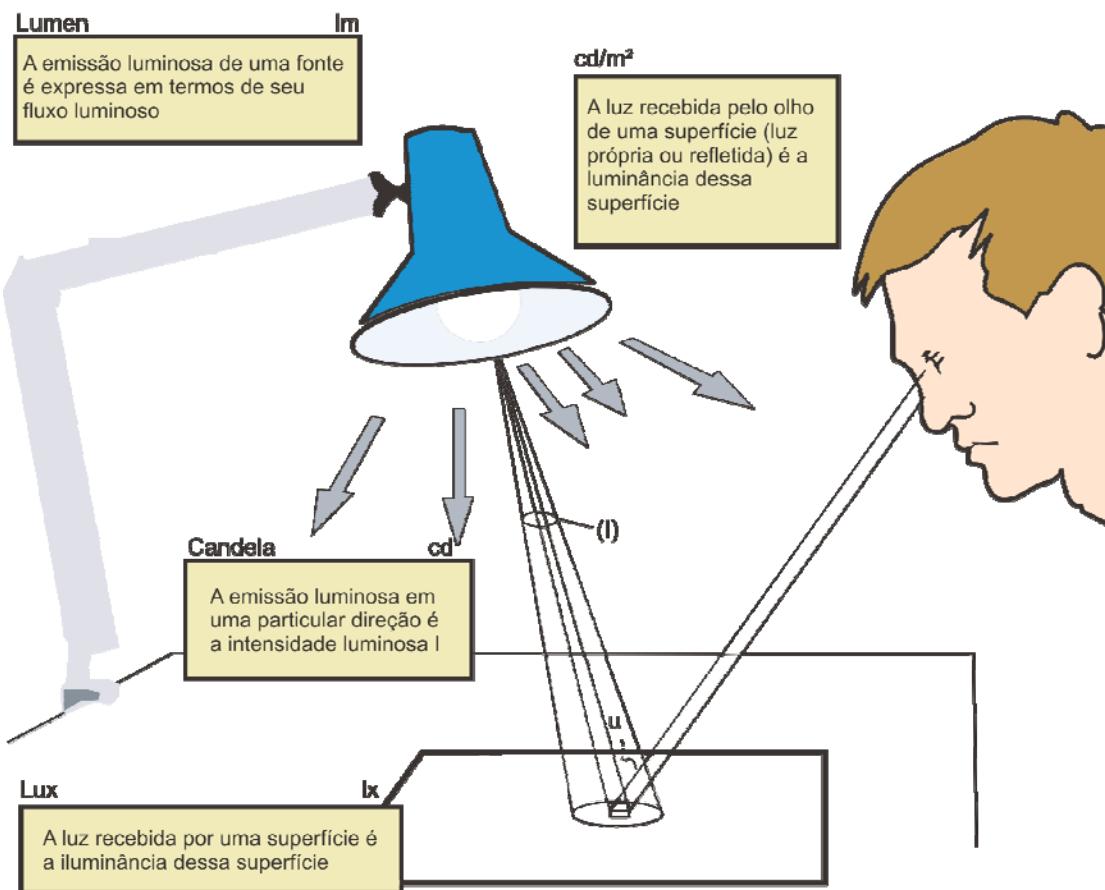


Figura 2 - Grandezas Luminosas.

Fonte: SESI (2007) *apud* Mario Fantazzini (1991) (Adaptado).

### 2.2.1 Fluxo Luminoso

É a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa. Segundo Rodrigues (2002), esse conceito é de grande importância para os estudos de iluminação, pois representa uma potência luminosa emitida por uma fonte luminosa por segundo, em todas as direções sob a forma de luz. Esta situação pode ser visualizada pela figura 3.

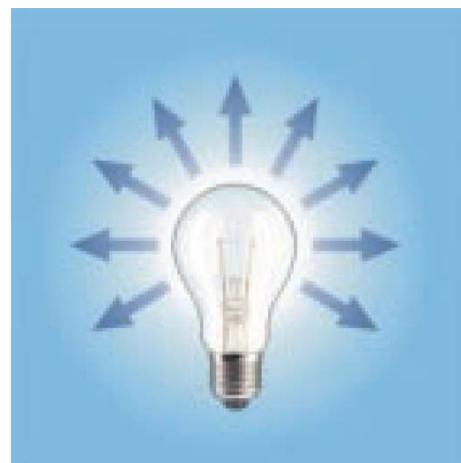


Figura 3 – Fluxo Luminoso.

Fonte: PHILIPS, 2005.

### 2.2.2 Depreciação do Fluxo Luminoso

Segundo o guia Philips (2005), ao longo da vida útil da lâmpada é comum ocorrer uma diminuição do fluxo luminoso que sai da luminária, em razão da própria depreciação normal do fluxo da lâmpada e devido ao acúmulo de poeira sobre as superfícies da lâmpada e do refletor.

### 2.2.3 Intensidade Luminosa

Intensidade luminosa pode ser definida, de acordo com Philips (2005), como a concentração de luz em uma direção específica, radiada por segundo. A seguir a figura 4 mostra tal situação.

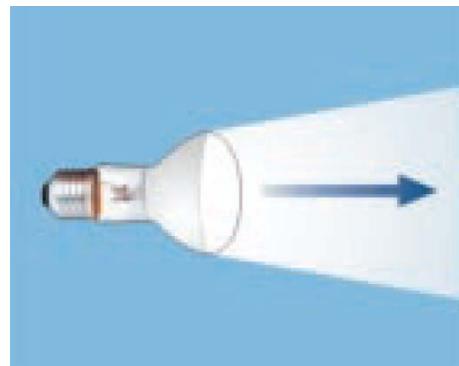


Figura 4 – Intensidade Luminosa.

Fonte: PHILIPS, 2005.

#### 2.2.4 Eficiência Luminosa

Pode ser definida como o quociente entre o fluxo luminoso e potência consumida em Watts. De acordo com Rodrigues (2002), quanto maior o valor da eficiência luminosa de uma lâmpada, maior será a quantidade de luz produzida com o mesmo consumo. A figura 5 mostra um esquema de eficiência luminosa e a tabela 1 apresenta a eficiência luminosa de alguns tipos de lâmpadas encontradas no mercado.

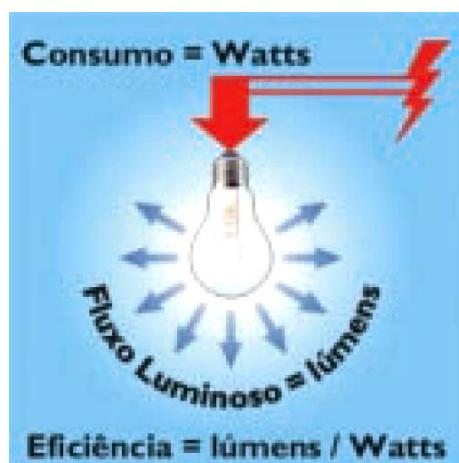


Figura 5 – Esquema de Eficiência Luminosa.

Fonte: PHILIPS, 2005.

Tabela 1 – Eficiência Luminosa de alguns tipos de lâmpadas

Lâmpada	Eficiência Luminosa (lm/w)
Incandescentes	10 a 15
Halógenas	15 a 25
Mista	20 a 35
Vapor de Mercúrio	45 a 55
Fluorescente Tubular	55 a 75
Fluorescente compacta	50 a 80
Vapor Metálico	65 a 90
Vapor de Sódio	80 a 140

Fonte: RODRIGUES, 2002.

## 2.2.5 Iluminância

Pelo Guia de Iluminação da Phillips (2005), Iluminância pode ser definida como a quantidade de luz ou fluxo luminoso que atinge uma unidade de área de uma superfície por segundo. Já Rodrigues (2002), afirma que a Iluminância é a densidade de luz necessária para a realização de uma determinada tarefa. Esta é a principal grandeza relacionada a este trabalho, é expressa em LUX (lx) e é medida com auxílio de luxímetro (ver item 2.8). A figura 6 demonstra esta situação.

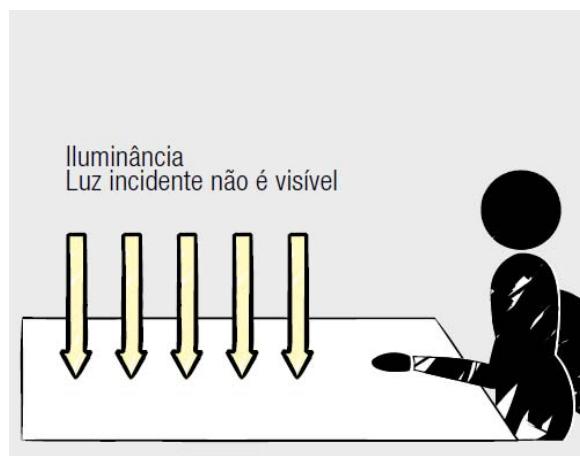


Figura 6 – Iluminância.

Fonte: OSRAM, 2012.

## 2.2.6 Luminância

A luminância é medida em candelas por metro quadrado, segundo Pilotto Neto (1980) 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 7 apresenta esta situação.

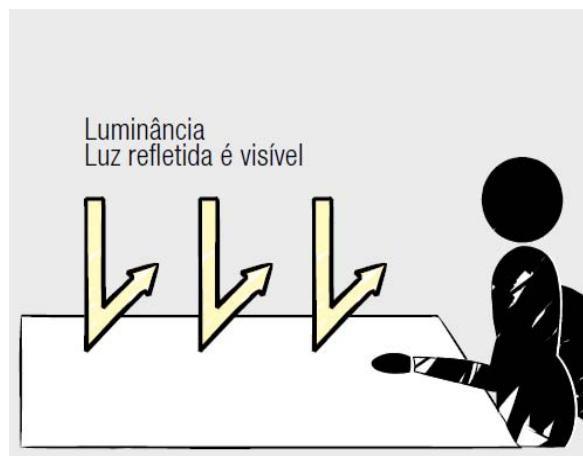


Figura 7 – Luminância

Fonte: OSRAM, 2012.

## 2.3 CORES E LÂMPADAS

As cores das luzes e tipos de lâmpadas utilizadas hoje vão além de uma questão decorativa. Ao se projetar a iluminação de um ambiente de trabalho é preciso levar em consideração os tipos de lâmpadas e cores de luz empregadas, assim como as cores das paredes, teto, piso, e móveis e relacioná-las com as atividades a serem executadas. É neste contexto e nesta seqüência que os subitens abaixo se desenvolvem.

### 2.3.1 Cores

As cores podem influenciar a saúde o humor e o rendimento das tarefas. A correta utilização das cores pode ainda propiciar reações psicológicas positivas, aumento da produtividade, melhoria no padrão de qualidade, menor fadiga visual e reduzir o índice de acidentes. Pilotto Neto (1980) traz como conceito de cor, a propriedade que possuem os corpos de, quando iluminados, aparecerem aos nossos olhos com diferentes tonalidades.

Quanto às temperaturas as cores podem ser divididas em cores frias (verde, azul e violeta) e cores quentes (amarelo, vermelho e laranja). A seguir são apresentadas algumas propriedades das cores básicas como o amarelo, laranja, vermelho, verde, azul e violeta descritos por Pilotto Neto (1980).

Amarelo: oferece o efeito do brilho do sol, da ação e da vida, sendo a cor energizante que conduz à jovialidade, alegria e aumento da atividade cerebral.

Vermelho: sugere atividade, fogo e poder, estando associado a sentimentos de violência, amor, ódio e paixão. É uma cor que tem grande poder excitante e estimulante. Experiências efetuadas pela Psicofísica demonstram que uma pessoa exposta ao vermelho tem reações psicológicas que estimulam o cérebro, o apetite e o ritmo das pulsações.

Laranja: é a cor que reúne a intensidade do vermelho e a jovialidade do amarelo.

Azul: traduz calma, recolhimento, e descanso, conduzindo ao relaxamento. É a cor que representa amplidão e paz celestial.

Verde: está associado a paisagem dos campos, proporcionando às pessoas a sensação de otimismo e bem estar.

Violeta: é a cor da sombra e de suas proximidades, por isso provoca tristeza e melancolia.

Relacionados ao poder de reflexão, recomenda-se, com relação a tetos e forros que sejam pintados de cores claras que se aproximem do branco, pois proporcionam uma iluminação uniforme, dissipando as sombras, reduzindo a possibilidade de ofuscamento além de permitir que a luz do dia penetre no interior reduzindo a dependência de iluminação artificial.

Com relação às cores das paredes, recomenda-se que a mesma não tenha uma diferença muito acentuada em relação às cores das mesas e bancadas de trabalho. Uma vez que, é para elas que a vista se dirige quando a vista se desvia do trabalho que estava focalizado. Se a cor for muito acentuada há a necessidade de adaptação da vista, exigindo esforço que pode culminar em cansaço visual. Quanto ao piso, o mesmo também influencia na iluminação do ambiente de trabalho, sendo recomendado que sua cor seja um pouco mais escura que a das paredes e tetos.

Com relação às cores das luzes, Phillips (2005), recomenda que quando se deseja um ambiente com uma iluminação estimulante, eficiente e vibrante, se utilize luz clara ou brilhante tais como lâmpadas incandescentes com acabamento claro ou transparente e lâmpadas fluorescentes compactas de luz branca, para luz brilhante as lâmpadas refletoras e halógenas. Para um ambiente aconchegante, confortável e tranquilo, a recomendação é de luz suave, tais como lâmpadas incandescentes com acabamento argenta ou leitoso e lâmpadas fluorescentes compactas de luz amarela.

### **2.3.2 Lâmpadas**

Assim como as cores, as lâmpadas também influenciam em diversos fatores humanos, devendo ser cuidadosamente analisadas pelos tipos de tarefas e ambientes antes da instalação das mesmas.

Segundo a NBR 5461:1991 da ABNT, lâmpada é uma fonte primária construída para emitir radiação óptica, em geral visível. Há hoje no mercado diversos tipos de lâmpadas para diferentes situações de trabalho. No entanto, é considerado neste estudo, apenas os tipos de lâmpadas mais utilizadas. A seguir é apresentado de

maneira resumida o conceito de alguns tipos de lâmpadas mais utilizadas, bem como, algumas indicações de aplicações.

### 2.3.3 Lâmpadas Incandescentes

De acordo com Moreira (1999) as lâmpadas incandescentes são compostas basicamente de um filamento espiralado, uma, duas ou três vezes, que é levado a incandescência pela passagem da corrente elétrica. Este tipo de lâmpada é a mais comum, é muito aplicada em instalações residenciais. A seguir, a figura 8 mostra os principais componentes de uma lâmpada incandescente.



Figura 8 – Lâmpada Incandescente

Fonte: PHILLIPS, 2012.

### 2.3.4 Lâmpadas Halógenas

As lâmpadas halógenas, segundo Moreira (1999), são também conhecidas como lâmpadas de quartzo, de iodo ou iodina. Basicamente são lâmpadas incandescentes, nas quais se adiciona internamente ao bulbo, aditivos de iodo ou bromo. Esse tipo de lâmpada é utilizado principalmente para iluminação decorativa e de destaque, a seguir a figura 9 apresenta um tipo de lâmpada halógena.



Figura 9 - Lâmpada Halógena Cápsula  
Fonte: PHILLIPS, 2012

### 2.3.5 Lâmpadas de Descarga Elétrica

Moreira (1999) trás que nas lâmpadas de descarga elétrica, o fluxo luminoso é gerado direta ou indiretamente pela passagem da corrente elétrica através de um gás, mistura de gases ou vapores. Basicamente são constituídas por um tubo contendo gases ou vapores, através dos quais se estabelece um arco elétrico. Os gases mais utilizados são o argônio, neônio, o hélio, ou o criptônio e os vapores de mercúrio e sódio com alguns aditivos.

Nesse grupo de lâmpadas estão as lâmpadas de vapor de mercúrio, vapor de sódio, iodeto metálico, luz mista, gás xenônio, fluorescentes, e lâmpadas especiais. O conceito e algumas características deste tipo de lâmpada são apresentados a seguir.

#### Lâmpadas Fluorescentes

Segundo a NBR 5461:1991, lâmpada fluorescente pode ser definida como Lâmpada a descarga do tipo vapor de mercúrio a baixa pressão, na qual a maior parte da luz é emitida por uma ou mais camadas de substâncias fluorescentes, excitadas pela radiação ultravioleta da descarga. As figuras 10 e 11 apresentam um exemplo de lâmpada fluorescente tubular e uma lâmpada fluorescente compacta.



Figura 10 - Lâmpada fluorescente tubular

Fonte: PHILLIPS, 2012.

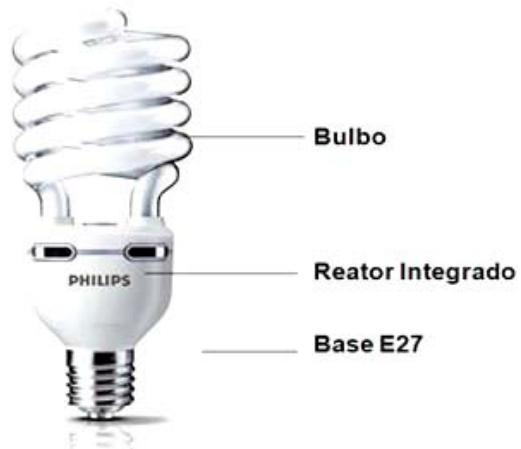


Figura 11 - Lâmpada fluorescente compacta

Fonte: PHILLIPS, 2012.

### Lâmpadas de Luz Mista

Segundo Moreira (1999), são lâmpadas de descarga de alta intensidade com formato ovóide, compostas por um tubo de descarga de quartzo preenchido por vapor de mercúrio em alta pressão conectado em série com um filamento de tungstênio. Não necessitam de equipamento auxiliar e não permitem dimerização. Em geral, a sua aplicação é feita em pequenos depósitos, garagens e similares. A imagem a seguir ilustra uma lâmpada de luz mista.



Figura 12 - Lâmpada de descarga de alta intensidade (H.I.D.) ML Mista

Fonte: PHILLIPS, 2012.

### Lâmpadas a Vapor de Mercúrio

A lâmpada de vapor de mercúrio consta de um tubo de descarga feito de quartzo, para suportar elevadas temperaturas, tendo em cada extremidade um eletrodo

principal, constituído por uma espiral de tungstênio recoberta com material emissor de elétrons. São utilizadas em iluminação pública, galpões industriais, e iluminação esportiva. Porém, possuem baixa eficiência e estão sendo substituídas por lâmpadas de vapor de sódios e vapor metálico.

### Lâmpadas a Vapor de Sódio

A energia radiante emitida neste tipo de lâmpada concentra-se, na maior parte, em duas linhas próximas de ressonância, com comprimentos de onda de 589,0 e 589,6 nm. Existem duas variantes desse tipo de lâmpada: de baixa pressão e de alta pressão. Como já visto, esse tipo de lâmpada é muito utilizado em iluminação pública.

### Lâmpadas especiais

São lâmpadas utilizadas em condições especiais, tais como: lâmpadas ultravioletas germicidas, lâmpadas de luz negra, lâmpadas de gases neônio e argônio, lâmpadas ultravioletas para bronzeamento da pele, lâmpadas de arco voltaico, lâmpadas de eletroluminescentes e lâmpadas de indução. Estes tipos de lâmpadas são pouco utilizadas em ambientes de trabalho, fugindo do escopo deste estudo.

## 2.4 TIPOS DE ILUMINAÇÃO

### 2.4.1 Iluminação Natural

Pode-se entender por iluminação natural como aquela advinda da energia solar. A combinação de luz natural e luz artificial (ver item 2.5.2) 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.

Segundo Pilotto Neto (1980), referindo-se às vantagens da luz natural, essa é a que 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.

Para minimizar os problemas relatados acima, podem-se utilizar cortinas e persianas que proporcionam uniformidade e controle da luz solar, *Brizie-soleil*, que modificam o ângulo de incidência dos raios solares, e os vidros especiais que refletem parte da radiação solar e evitam o ofuscamento.

Assim, visando o melhor aproveitamento da luz solar, são apresentadas algumas medidas simples e eficazes de como melhorar e identificar possíveis pontos de melhorias em relação à utilização da iluminação natural nos postos de trabalhos.

- Manter as janelas limpas e livres de obstáculos que impeçam a entrada da luz;
- Mudar o layout dos postos de trabalho, de modo que, o colaborador tenha mais luz natural;
- Quando possível, aumentar o tamanho das janelas;
- Instalar interruptores independentes para as luminárias ou para filas de luminárias, de modo que parte da iluminação possa ser apagada quando a luz natural for suficiente.

#### **2.4.2 Iluminação Artificial**

Pode se entender por iluminação artificial, como 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.

De acordo com a NBR 5461:1991, a luz artificial é feita através de luminárias e podem ser classificada em quatro tipos 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

## 2.5 A ILUMINAÇÃO NOS POSTOS DE TRABALHO

Conforme já mencionado, a iluminação nos postos de trabalho pode ter um efeito significativo no rendimento do trabalho, assim como redução na probabilidade ocorrência de erros e acidentes. Para uma adequada iluminação de um posto de

trabalho, deve-se ter como premissas que a mesma não gere risco de acidentes e seja condizente com as exigências da tarefa realizada.

Segundo Abrão (2002 133p.) “A iluminação em ambientes de trabalho deve ser compatível com as exigências das tarefas e com as características da visão humana”. O que mostra concordância com o proposto na NR 17 item 17.5.3., que traz: “Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade”. Já a NBR 5413:1992, recomenda que para a correta seleção de iluminação nos postos de trabalho, sejam analisadas também as características da tarefa e do observador, tais como idade, velocidade e precisão e refletância do fundo da tarefa.

Parafraseando Pilotto Neto (1980), pode-se concluir que uma maior intensidade da iluminação melhora a percepção visual de objetos e detalhes finos, devendo ser compensada quando a diminuição da acuidade visual for motivada pela idade.

Também se referindo a NBR 5413:1992, podemos visualizar na Tabela 2, exemplos de atividades ou locais que exigem menor ou maior nível de iluminação, assim como, os níveis mínimos, médios e máximos de iluminância.

Tabela 2 - Iluminância por classe de tarefas visuais

Classe	Iluminância (LUX)	Tipo de Atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros.
	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 gera 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: NBR 5413:1992.

De acordo com a tabela apresentada acima, no trabalho em escritórios, são recomendados níveis de iluminância de intensidade entre 500 a 1000 lux. Como ainda não existe um nível de intensidade específica para terminais de vídeos como monitores, muito utilizados principalmente em escritórios de consultoria ambiental, é adotado o mesmo nível de iluminação para “escritório”. Grandjean (1998) traz em seu livro “Manual de Ergonomia”, que em ambientes com monitores, essas intensidades de iluminação são muito altas. De acordo com o mesmo autor, a experiência mostra que os colaboradores, muitas vezes desligam uma parte das lâmpadas fluorescentes de seu ambiente de trabalho para lograr uma intensidade de iluminação mais baixa.

Contudo, Grandjean (1998) recomenda que nestes casos a intensidade de iluminação seja de 300 lux para documentos bem legíveis e de 400 a 500 lux para documentos com legibilidade diminuída e para a entrada de dados, as intensidades de iluminação sejam de 500 lux ou mais, uma vez que, nestes trabalhos o olhar raramente é dirigido à tela do monitor.

### **2.5.1 Saúde Ocupacional**

Em relação aos aspectos ergonômicos na saúde do trabalhador a iluminação não é o único fator ambiental a ser considerado para um nexo causal, o conforto térmico e a pressão sonora também podem ter grandes influências nas doenças do trabalho e até mesmo serem causas conjuntas das mesmas doenças. No entanto, neste trabalho, é abordado apenas o fator iluminação como causa. De acordo com Malta (1999), doença ocupacional pode ser definida como a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, e constante de relação elaborada pelo Ministério da Previdência Social.

De acordo com a literatura pesquisada, 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.

Fora os problemas citados acima, outros problemas também comuns à iluminação, são observados em ambientes de trabalho. Estes problemas estão relacionados à variação da luminosidade, luzes oscilantes e sombras. Um ambiente com grandes variações de luminosidade leva os olhos a um cansaço, pois necessitam de um tempo de recuperação entre um ambiente claro e outro escuro. Segundo Pilotto Neto (1980, p. 32). “As condições continuamente variáveis de intensidade de luz, exigem da vista adaptações que resultam em cansaço visual, podendo dar lugar a doenças oculares, dores de cabeça e até mesmo males em outras partes do organismo”.

MTE (2001) aponta que com relação às luzes oscilantes, as mesmas causam fadiga ocular, além de poder produzir rares efeitos perigosos em pessoas que sofrem de epilepsia. Ambientes com sombras na superfície de trabalho levam o trabalhador a um maior esforço visual, o que também ocasiona a fadiga.

Alguns fenômenos como a reflexão e o ofuscamento, além de baixos níveis de iluminância nos postos de trabalhos, também podem levar o trabalhador a desvios posturais, pois as pessoas tendem a se aproximar daquilo que deve visualizar quando algum dos fatores citados acima se faz presente. O ofuscamento direto ou devido a reflexos reduz em grande medida a capacidade de visão, sendo causa de desconforto, doença e cansaço visual.

### **2.5.2 Segurança, Produtividade e Qualidade**

Conforme visto anteriormente, uma iluminação inadequada em um ambiente de trabalho pode causar a fadiga visual, além de outros problemas de saúde. O cansaço visual, como também é conhecida a fadiga visual, traz como consequência direta, o baixo rendimento do trabalhador, baixa qualidade no produto final, além de

propiciar um ambiente favorável a ocorrência de acidentes. Este fato fica em perfeita sintonia com o que diz Lida (1990 p.259):

“Um bom sistema de iluminação, com o uso adequado de cores e a criação dos contrastes, pode produzir um ambiente de fábrica ou escritório agradável, onde as pessoas trabalham confortavelmente, com pouca fadiga, monotonia e acidentes e produzem com maior eficiência.”

A mesma autora argumenta que uma pessoa fatigada tende a aceitar menores padrões de precisão e segurança, fazendo uma simplificação de sua tarefa, eliminando tudo o que não for essencial. Como dito anteriormente, tal fato contribui diretamente para o aumento nos índices de acidentes de trabalho. O que pode ser comprovado pelo que demonstra Grandjean (1998 p. 215):

Em um relatório do “Safety Council dos EUA” os peritos avaliam que 5% de todos os acidentes de trabalho na indústria têm como causa direta a iluminação insuficiente e que o ambiente luminoso e a fadiga visual são participantes na origem de 20% de todos os acidentes.

McCormick *apud* Grandjean (1998), apresenta a análise em 15 empresas, cujo resultado aponta que todas mostraram elevações na capacidade de produção (de 4% a 35%) após o fortalecimento da intensidade de iluminação. Assim, além de propiciar um ambiente mais confortável e seguro para o trabalhador, pode-se inferir que a iluminação aumenta o rendimento trazendo maiores ganhos para os empregadores.

## 2.6 LEGISLAÇÃO E NORMAS BRASILEIRAS

A questão da ergonomia em ambientes de trabalho, como fator de segurança e saúde é prevista desde a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) de 1943, até na Constituição Federal de 1988, conforme pode ser interpretado em seu art. 7, inciso XXII, que traz “são direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social a redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança”.

Quanto à CLT, o Capítulo 5, relativo à segurança e medicina no Trabalho, sofreu alteração pela lei nº 6.514 – de 22 de Dezembro de 1977, passando a vigorar com

uma nova redação das quais pode-se destacar as seguintes seções, parágrafos e incisos:

## SEÇÃO I

### DISPOSIÇÕES GERAIS

Art 155 – Incumbe ao órgão de âmbito nacional competente em matéria de segurança e medicina do trabalho:

I – estabelecer, nos limites de sua competência, normas sobre a aplicação dos preceitos deste Capítulo, especialmente os referidos no art. 200;

II – coordenar, orientar, controlar e supervisionar a fiscalização e as demais atividades relacionadas com a segurança e a medicina do trabalho em todo o território nacional, inclusive a Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho;

III – conhecer, em última instância, dos recursos, voluntários ou de ofício, das decisões proferidas pelos Delegados Regionais do Trabalho, em matéria de segurança e medicina do trabalho.

Art 156 – Compete especialmente às Delegacias Regionais do Trabalho, nos limites de sua jurisdição:

I – promover a fiscalização do cumprimento das normas de segurança e medicina do trabalho;

II – adotar as medidas que se tornem exigíveis, em virtude das disposições deste Capítulo, determinando as obras e reparos que, em qualquer local de trabalho, se façam necessárias;

III – impor as penalidades cabíveis por descumprimento das normas constantes deste Capítulo, nos termos do art. 201.

Art 157 – Cabe às empresas:

I – cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;

II – instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;

III – adotar as medidas que lhes sejam determinadas pelo órgão regional competente;

IV – facilitar o exercício da fiscalização pela autoridade competente.

Art 158 – Cabe aos empregados:

I – observar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções de que trata o item II do artigo anterior;

II – colaborar com a empresa na aplicação dos dispositivos deste Capítulo.

Parágrafo único – Constitui ato faltoso do empregado a recusa injustificada:

- a) à observância das instruções expedidas pelo empregador na forma do item II do artigo anterior;
- b) ao uso dos equipamentos de proteção individual fornecidos pela empresa.

Art 159 – Mediante convênio autorizado pelo Ministro do Trabalho, poderão ser delegadas a outros órgãos federais, estaduais ou municipais atribuições de fiscalização ou orientação às empresas quanto ao cumprimento das disposições constantes deste Capítulo.

Conforme o transcrito acima, verificam-se as competências de fiscalização pelo órgão público e os deveres e obrigações de empresas e trabalhadores. Ainda dentro da CLT, a seção VII é específica para o fator iluminação, e em consonância com o Art. 155 e 200 da mesma consolidação de leis trabalhistas, concede ao Ministério do Trabalho, agora Ministério do Trabalho e Emprego, o estabelecimento dos níveis mínimos de iluminamento, cuja redação é apresentada a seguir.

## SEÇÃO VII

### DA ILUMINAÇÃO

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.

Contudo, após várias alterações, o Ministério do Trabalho e Previdência Social, agora dividido, publicou em 23 de novembro de 1990, a Portaria MTPS nº 3.751, que posteriormente originou a redação da NR-17.

A NR-17 estabelece parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Incluindo aspectos relacionados às condições ambientais do posto de trabalho, cabendo ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho de acordo essa Norma Regulamentadora.

Analisando as semelhanças da referida Norma, com o contexto da área técnica de consultoria ambiental, pode-se situar o estudo em questão no item 17.5.2, que aponta que “Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes tais como (...) escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos (...)" são recomendadas as condições de Iluminação conforme transrito a seguir:

17.5.3. Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

17.5.3.1. A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa.

17.5.3.2. A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

17.5.3.3. Os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidos na NBR 5413, norma brasileira registrada no INMETRO.

17.5.3.4. A medição dos níveis de iluminamento previstos no subitem 17.5.3.3 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.

17.5.3.5. Quando não puder ser definido o campo de trabalho previsto no subitem 17.5.3.4, este será um plano horizontal a 0,75m (setenta e cinco centímetros) do piso.

Conforme descrito no item 17.5.3.3 da NR-17, a norma brasileira NBR 5413:1992 é a que estabelece os valores de iluminância onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras. Esta norma traz referência à NBR 5382:1985 – Verificação da Iluminância de interiores Método de ensaio, e da NBR 5461:1991 que contém as Terminologias utilizadas em Iluminação e serão apresentadas neste trabalho oportunamente.

Como o objetivo desta pesquisa é avaliar os níveis de iluminância no posto de trabalho, seguiremos o item 17.5.3.4., que preconiza que a medição dos níveis de iluminamento deve ser feita no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual, dispensando a metodologia para medição dos níveis médios da NBR 5382:1985. Essa Norma será apresentada mais detalhadamente no desenvolvimento do capítulo de metodologia.

## 2.7 EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

A aparelhagem utilizada para medição dos níveis de iluminância, conforme apontado pela NBR 5382:1985, é um instrumento com fotocélula com correção de cosseno e correção de cor, com temperatura ambiental entre 15 graus e 50 graus. Sendo as unidades de medida o Lux (lumens/m<sup>2</sup>) no sistema internacional, e o Fc (foot-candle) para medida imperial.

Este instrumento recebe o nome de luxímetro, sendo que no mercado existem luxímetros cuja fotocélula pode estar acoplada ao aparelho ou separada. A vantagem da célula separada é que se pode posicionar o aparelho sem que haja interferência de sombras pelo técnico que realiza a medição. A seguir, as fotos 13 e 14 mostram um luxímetro com fotocélula acoplada e outro com a fotocélula separada.



Figura 13 - Luxímetro digital Marca Center modelo 337  
Fonte: Center, 2012



Figura 14 - LD-300 Luxímetro digital Marca Instrutherm  
Fonte: Instrutherm, 2012

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com relação à metodologia, conforme já mencionado anteriormente, foi utilizado o que preconiza a NR 17 do Ministério do Trabalho, seguindo a metodologia de medição da NBR 5413:1992. Para a definição do melhor horário para medição foi analisado, o horário de funcionamento da empresa e a iluminação natural existente. Assim, a medição se realizou no horário mais crítico de trabalho com relação à iluminação natural às 19:00 hs (horário brasileiro de verão) do dia 03/02/2012.

Ainda com relação à medição foram observados os seguintes procedimentos visando uma avaliação mais precisa:

- Medição da quantidade de luz no ponto e no plano onde a tarefa é executada;
- Posicionamento do sensor paralelo à superfície a ser avaliada ou deixando-o sobre a superfície cujos níveis de iluminação estão sendo medidos;
- Verificação do nivelamento da fotocélula;
- Não permitir sombras sobre a fotocélula, ao menos que essa seja ocasionada em virtude da pessoa que ocupa o posto de trabalho;
- Regulagem do luxímetro para o tipo de lâmpada a ser medido;
- Verificação do nível de iluminação com as pessoas em seus postos de trabalho;
- Exposição da fotocélula à luz aproximadamente cinco minutos antes da primeira leitura, evitando sua exposição a fontes luminosas muito intensas, como por exemplo, raios solares;

#### 3.1 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS E LEVANTAMENTO DAS LEGISLAÇÕES

No levantamento bibliográfico foram utilizadas publicações de profissionais da área de saúde e segurança no trabalho, em temas específicos como ergonomia, assim como jurídico. Também foram utilizadas normas regulamentadoras do Ministério do

Trabalho, Normas Brasileiras elaboradas pela ABNT, e legislações brasileiras sobre o tema.

### 3.2 PESQUISAS REALIZADAS NA INTERNET

Na internet (rede mundial de computadores) foram realizadas diversas pesquisas em sites governamentais tais como do Ministério do Trabalho e Fundacentro (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho) e de fabricantes de lâmpadas e luminárias, como Philips e Osram, além de sites de empresas de varejo e fabricantes de equipamentos de medição de luz, lâmpadas e luminárias que pudessem ter materiais pertinentes ao tema aqui proposto.

### 3.3 ENTREVISTAS

Foram realizadas entrevistas com os ocupantes dos postos de trabalho onde foram realizadas as medições. As entrevistas serviram para nortear os estudos e conhecer melhor as necessidades de iluminação da área técnica da consultoria ambiental e as condições físicas dos ocupantes dos postos de trabalhos, possibilitando assim uma correta caracterização do ambiente laboral. Para tanto, as questões se basearam na idade, caracterização do trabalho realizado e opinião sobre a iluminação no local, se os mesmos acham adequadas ou não.

### 3.4 EQUIPAMENTOS

Com relação aos materiais utilizados no trabalho, foi selecionado um Luxímetro da marca Instrutherm, conforme foto 15. Ressalta-se que este instrumento possui fotocélula com correção de cosseno e correção de cor. Junto com a foto, é possível observar também as especificações técnicas fornecidas pelo fabricante. Salienta-se

ainda, que o aparelho foi calibrado e o laudo de calibração encontra-se no anexo I deste estudo.



Display de cristal líquido (LCD) de 3 ½ dígitos

Escala:

0 a 100.000 lux em 3 faixas

0 a 10.000 Fc em 3 faixas;

Função Data Hold (congelamento de dados no display);

Precisão: ± 5% + 2 dígitos;

Sonda foto-sensora separada do aparelho construída em foto diodo de silício com filtro de correção de cor ;

Memória: Máx., mín. e média;

Ajuste de zero;

Seleção de luz: Tungstênio, fluorescente, sódio, lâmpada de mercúrio;

Temperatura de operação: 0 a 50°C;

Umidade de operação: Máx. 80% RH;

Alimentação: 1 bateria de 9V;

Dimensões / Peso: 180 x 72 x 32 mm / 335g.

Figura 15 – Luxímetro Modelo LD-209

Fonte: Instrutherm, 2012.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 COMPARAÇÃO COM A NORMA NBR 5413:1992

Conforme visto anteriormente o ambiente da área técnica de consultoria ambiental é enquadrado, segundo a NBR 5413:1992, como um ambiente de escritório. (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de Iluminância pra escritório

Ambiente	Valores de Iluminância (LUX)		
Escrítorio	500	750	1000
Fonte: NBR 5413:1992.			

A NBR 5413:1992 diz que das três Iluminâncias citadas na tabela acima deve se adotar o valor do meio para todos os casos. Com base nessa regra, o valor aceitável para esse ambiente seria de 750 lux. No entanto, outro fator que também induziu na adoção deste valor de Iluminância, de acordo com a referida norma, foi a somatória dos pesos baseados nos critérios abaixo e Tabela 5.

Idade – No local de trabalho estudado encontra-se pessoas que ocupam a faixa etária acima de 55 anos (Peso +1);

Velocidade e Precisão – foi classificado como “importante”, devido ser desenvolvido no local relatórios que exigem considerável nível de atenção, a classificação crítica foi descartada devido não ser utilizado o tempo todo para uma mesma atividade (Peso 0);

Refletância do fundo da tarefa – com referência a tabela de refletância, do Manual de Iluminação Eficiente (Tabela 4) desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, a refletância do fundo foi classificada como clara ou seja 50% de refletância (Peso 0).

Tabela 4 - Tabela de Refletância

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

Fonte: Procel, 2002.

Tabela 5 - Tabela de características da tarefa e observador

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	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: NBR 5413:1992.

Contudo, somando-se os valores das características apresentadas acima de acordo com a metodologia proposta na NBR 5413:1992, (+1+0+0) obteve-se o valor +1, o que também leva a adotar o valor intermediário de 750 Lux para este ambiente de trabalho.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO

A iluminação verificada no ambiente deste estudo é feita através de luminárias de embutir, com refletores e aletas parabólicas e controle de ofuscamento, sendo utilizadas, em cada luminária, duas lâmpadas fluorescentes *Philips TL 40W/75RS Extra Luz do Dia*. Ao todo, na área técnica desta consultoria, a iluminação é feita por dez luminárias deste tipo.

## 4.3 PONTOS DE MEDIÇÃO E VALORES MÉDIOS DE ILUMINÂNCIA

A figura a seguir mostra o lay-out desta consultoria ambiental, bem como o posicionamento do mobiliário, dos postos de trabalho, das luminárias e de outros equipamentos. Também podem ser visualizados na figura, os locais exatos onde foram realizadas as medições nos postos de trabalho, os pontos conformes e não conformes, os valores médios coletados e

respectiva comparação com a NBR 5413:1992. Na seqüência, a figura 17 mostra em forma de gráfico a variação de iluminância entre os pontos coletados.

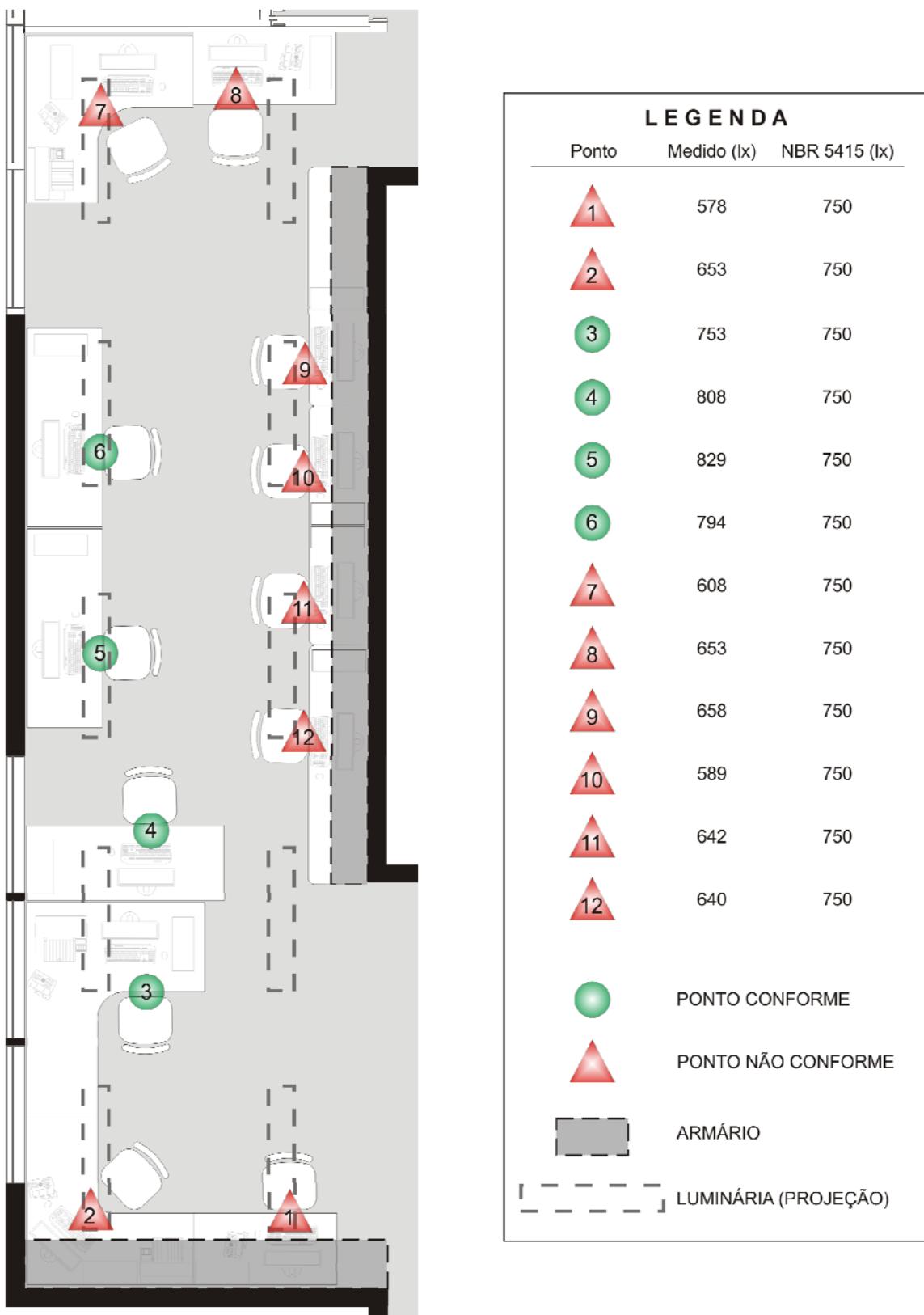


Figura 16 - Lay-out geral

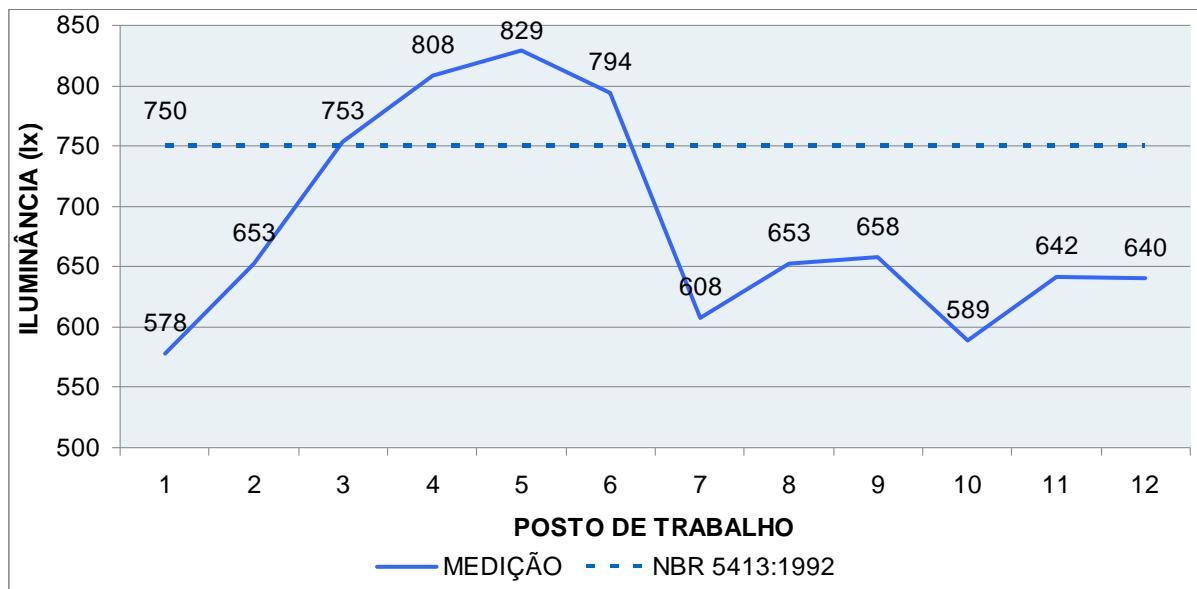


Figura 17 - Variação das medições

Da análise das figuras e interpretando a ABNT 5413:1992, verifica-se que os pontos 3, 4, 5 e 6 são os únicos que atendem à Norma referida com níveis de iluminância superiores a 750 Lux, chegando a 829 Lux no ponto 5. Já nos pontos com iluminância abaixo do recomendado pela Norma, os níveis variaram de 578 a 658 Lux.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES

Durante as medições foram observados alguns fatores relevantes que podem influenciar nos níveis de iluminamento, tendo sido constatadas as seguintes situações:

- Luminárias posicionadas em relação à sala técnica de maneira uniforme;
- Nenhum problema de mau funcionamento com as lâmpadas;
- Presença de armários sob os postos de número 1, 2, 9, 10, 11 e 12, ocasionando interferência no fluxo luminoso das luminárias e proporcionando sombreamento sobre a parede localizada ao fundo dos postos de trabalho;
- Luminárias responsáveis pela iluminação dos postos 1, 2, 7 e 8, direcionadas perpendicularmente ao plano de trabalho;

- Gabinetes dos computadores de cor negra e posicionados sobre os planos de trabalho;
- Obstrução da entrada de luz natural e sombreamento do gabinete do computador do posto de número 7.

#### 4.5 COMENTÁRIOS RESULTANTES DAS ENTREVISTAS

Em relação aos comentários feitos pelos ocupantes dos postos de trabalho, embora os níveis de iluminância estivessem em alguns postos abaixo do recomendado pela Norma, todos acharam desnecessário os altos níveis de iluminação e demonstraram desconforto em relação a sensação de calor provocado pelo sistema de iluminamento. Inclusive, sendo relatado que na maioria dos dias, parte das luminárias ficam desligadas. Este fato estabelece concordância com o que já foi relatado na obra de Grandjean (1998), sobre a necessidade de níveis de iluminação menores em postos de trabalho com terminais monitorizados.

## 5 CONCLUSÕES

Os trabalhos realizados compreenderam pesquisas em bibliografias especializadas e medições locais através de equipamentos específicos (luxímetro), tal fato proporciona habilidade para avaliar não somente os níveis de iluminação, como também as causas, sugerindo correções em eventuais desacordos.

As comparações para determinação se o posto de trabalho atende aos níveis de iluminação exigidos para determinada tarefa, foram realizadas de acordo com a NBR 5413:1992 da ABNT. Os níveis de iluminância foram definidos de acordo com as tarefas realizadas e condições físicas dos ocupantes. Como essa Norma não traz especificidades quanto aos tipos de trabalho realizados em consultoria ambiental, adotou-se por semelhança os níveis recomendados para escritórios.

Assim, verificou-se que os postos de trabalho de números 3, 4, 5, e 6 atendem aos requisitos da norma NBR 5413:1992, porém os postos 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 não atendem a Norma referida.

Da análise feita e pesquisas realizadas, pode-se concluir que as causas para a baixa iluminação estão na disposição dos móveis, equipamentos, e cores dos gabinetes, não havendo necessidade de novas luminárias e nem de iluminação suplementar. Assim, visando atender a norma NBR 5413:1992, recomenda-se que se refaça o layout da área técnica analisada, posicionando melhor as luminárias em relação aos postos de trabalho, retirando os armários que interferem no fluxo luminoso, além de posicionar os gabinetes dos computadores fora do plano de trabalho, ou alterar a cor escura dos mesmos para cores claras.

Em relação às entrevistas realizadas com os ocupantes dos postos de trabalho e com base na pesquisa bibliográfica, conclui-se que, embora a recomendação para escritórios, no qual se enquadra a área técnica de consultoria ambiental, seja de níveis entre 500 e 1000 lux, iluminâncias nesses patamares, geram desconforto nos ocupantes, já que os mesmos trabalham com terminais de vídeo. Inferindo-se a necessidade de uma norma específica com níveis adequados para a execução deste tipo de tarefa.

## REFERÊNCIAS

ABRAÃO, J. et. al. **Introdução à Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2009. 240 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382: Verificação de Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro: 1985. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro: 1992. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5461: Iluminação – Terminologia**. Rio de Janeiro: 1991. 90 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. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 17. Ergonomia. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 jul. 1978.

CENTER. **Center Lightmeter 337**. Disponível em <http://www.centertek.com>, acesso em 09/02/2012.

GONÇALVES, E. A. **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho**. São Paulo: LTr, 2000. 1134 p.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Etienne Grandjean; trad. João Pedro Stein. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 338p.

INSTRUTHERM. **Luxímetro – Medidor de Intensidade de Lux Modelo LD-209 Marca Instrutherm**. Disponível em <http://www.instrutherm.com.br>, acesso em 09/02/2012.

**INSTRUTHERM. Luxímetro Digital Portátil Modelo LD-300 Marca Instrutherm.**  
Disponível em <http://www.instrutherm.com.br>, acesso em 09/02/2012.

**LIDA, ITIRO. Ergonomia – Projeto e Produção.** São Paulo, Blucher 9<sup>a</sup> reimpressão, 1990. 465 p.

**MALTA, C. G. T. Dicionário de Medicina do Trabalho.** São Paulo: LTr, 1999. 237 p.

**MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17.** – 2 ed. – Brasília : MTE, SIT, 2002. 101 p. : ed. Disponível em <http://www.mte.gov.br>, acesso em 12/09/2011.

**MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Pontos de Verificação Ergonômica. 1 ed.** – São Paulo: Fundacentro, 2001. 327 p. Disponível em <http://www.fundacentro.gov.br/>, acesso em 10/02/2012.

**MOREIRA, V. A. Iluminação Elétrica.** São Paulo, Blucher, 1999. 189 p.

**OSRAM. Manual do Curso: Iluminação Conceitos e Projetos.** Disponível em [www.osram.com.br](http://www.osram.com.br) acesso em 09/02/2012.

**PHILIPS. Catálogo de Produtos.** Disponível em <http://www.lighting.philips.com.br/>, acesso em 04/02/2012.

**PHILIPS. Guia de Iluminação.** São Paulo, Abril 2005. 62 p.

**PILOTTO NETO, E. Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho.** São Paulo, Livraria Ciência e Tecnologia Ltda, 1980. 131 p.

**RODRIGUES, P. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Manual de Iluminação Eficiente – ELETROBRAS, PROCEL.** 1<sup>a</sup>. ed. Julho 2002.

**SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Nacional. Técnicas de avaliação de agentes ambientais:** manual SESI. Brasília: SESI/DN, 2007. 294 p.

## GLOSSÁRIO

As definições a seguir foram extraídas da NBR 5461:1991 da ABNT (Iluminação – Terminologia).

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

**Acuidade, ou agudeza visual** – É a capacidade de distinguir detalhes com nitidez, em função da distância de observação.

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.

**Fluorescência** – Fotoluminescência na qual a radiação óptica emitida resulta de transições diretas do nível de energia fotoexcitado para um nível inferior, essas transições verificando-se geralmente de 10 ns após a excitação.

**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.

**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.

**Luminária de embutir** – Luminária construída para ser embutida, total ou parcialmente, numa superfície de montagem.

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

**Refletância** – Para uma radiação incidente com uma composição espectral, polarização e distribuição geométrica dadas, é a razão do fluxo radiante ou luminoso refletido, para o fluxo incidente, nas condições dadas.

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

## **ANEXO**

### **CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO LUXÍMETRO**



## Certificado de Calibração nº 0484/2011

Objeto: Luxímetro Digital Folha 1/1  
Nº de autenticação: ---  
Fabricante: Instrutherm Modelo: LD-209 Série: Q602268  
Cliente: Davi Corrente Franzini  
Rua Barão do Bananal, 1152, Apto. 126, São Paulo - SP  
Solicitação: ---  
Data da calibração: 25/07/2011 Data da emissão: 25/07/2011  
Procedimento: Os procedimentos utilizados para a calibração estão de acordo com o MT 002 ed. 01 rev.01.

### Equipamentos de Calibração:

- Medidor de intensidade luminosa com certificado de calibração nº RBC L0044/2011 INMETRO - Vencimento: 03/2012

Condições Ambientais: Temperatura:  $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$  Umidade Relativa do Ar: entre 35 e 70%

Incerteza de Medição: Vide tabela de resultados para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

### RESULTADOS OBTIDOS

#### CALIBRAÇÃO

Escala de Medição: 2000 lux				
VM (lux)	392,00	751,00	1149,00	1522,00
VVC (lux)	390,00	750,00	1150,00	1520,00
EM (lux)	2,00	1,00	-1,00	2,00
IM (%)	3,5	3,5	3,5	3,5
k	2,00	2,00	2,00	2,00

CONVENÇÕES	
VVC	Valor Verdadeiro Convencional
VM	Valor Médio de cada ponto
EM	Erro de Medição (VM - VVC)
IM	Incerteza de Medição, para um nível de confiança de 95 %.
Obs:	A calibração foi efetuada com uma bateria do laboratório.

Fernando Kader  
Responsável Técnico  
CREA: RS177080

- Este certificado não tem valor para fins da metrologia legal e se limita exclusivamente ao objeto calibrado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.  
- A reprodução somente poderá ser feita na sua totalidade e com autorização prévia da Maxitools Ltda.  
- Os resultados são válidos somente para o estado do objeto no momento da medição.

Rua Alegrete, 144 - Centro - Esteio - RS - 93280-060  
Fone-Fax: (51) 3459-0054 / (51) 3459-0591 / (51) 3459-0592